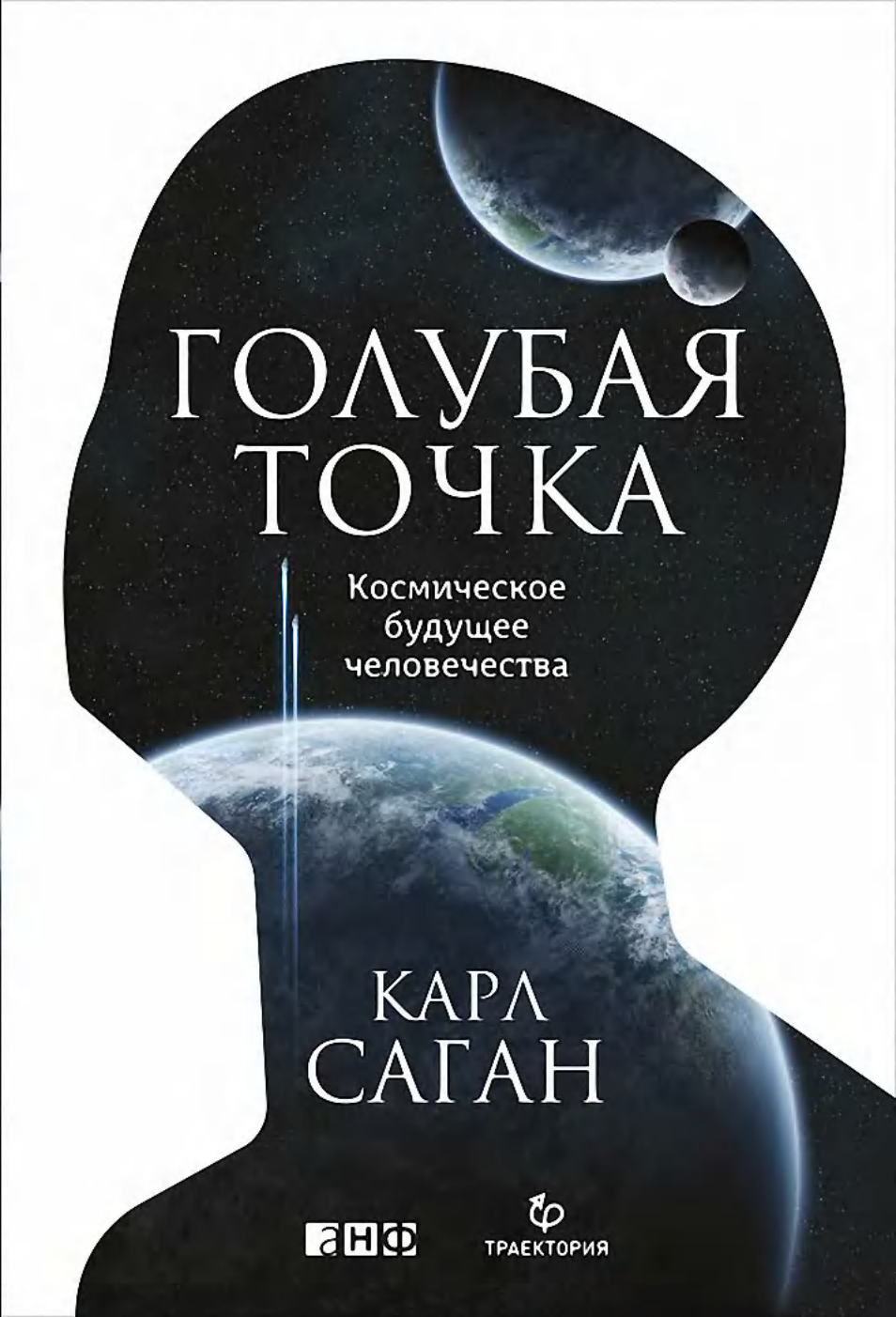




ГОЛУБАЯ ТОЧКА

Космическое
будущее
человечества

КАРЛ
САГАН




ТРАЕКТОРИЯ

Сэму

О, странник!

Пусть твоему поколению доведется узреть чудеса наяву

CARL SAGAN

PALE BLUE DOT

A Vision of
the Human Future in Space

Ballantine Books • New York

КАРЛ САГАН

ГОЛУБАЯ ТОЧКА

Космическое будущее
человечества

Перевод с английского



ТРАЕКТОРИЯ



Москва
2016

УДК 001.92:523

ББК 22.65

C13

Переводчик Олег Сивченко

Научный редактор Владимир Сурдин, канд. физ.-мат. наук

Редактор Антон Никольский

Саган К.

C13 Голубая точка. Космическое будущее человечества / Карл Саган ; Пер. с англ. — М.: Альпина нон-фикшн, 2016. — 406 с.

ISBN 978-5-91671-573-6

Выдающийся популяризатор науки, прекрасный рассказчик, страстный пропагандист космоса, провидец, Карл Саган считает, что стремление странствовать и расширять границы знаний свойственно природе человека и связано с нашим выживанием как вида. В его искренней, захватывающей книге философские размышления переплетаются с восторженными описаниями триумфальных исследований планет и спутников как с участием человека, посещавшего Луну, так и роботизированных миссий. Знакома нас с нашими соседями по космосу, Саган не просто просвещает и восхищает читателя, он и помогает понять, как защитить Землю.

УДК 001.92:523

ББК 22.65

Издание подготовлено в партнерстве с Фондом некоммерческих инициатив «Траектория» (при финансовой поддержке Н.В. Каторжнова).



ТРАЕКТОРИЯ

Фонд поддержки научных, образовательных и культурных инициатив «Траектория» (www.traektoriafdn.ru) создан в 2015 году. Программы фонда направлены на стимулирование интереса к науке и научным исследованиям, реализацию образовательных программ, повышение интеллектуального уровня и творческого потенциала молодежи, повышение конкурентоспособности отечественных науки и образования, популяризацию науки и культуры, продвижение идей сохранения культурного наследия. Фонд организует образовательные и научно-популярные мероприятия по всей России, способствует созданию успешных практик взаимодействия внутри образовательного и научного сообщества.

В рамках издательского проекта Фонд «Траектория» поддерживает издание лучших образцов российской и зарубежной научно-популярной литературы.

© Carl Sagan, 1994 with permission from Democritus Properties, LLC.

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2016

ISBN 978-5-91671-573-6 (рус.)

ISBN 978-0345376596 (англ.)

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Космонавтика и исследования Солнечной системы</i>	6
<i>Странники: введение</i>	11
Глава 1 Здесь наш дом	21
Глава 2 Аберрация света	29
Глава 3 Великие развенчания	41
Глава 4 Вселенная, не сотворенная для нас	61
Глава 5 Существует ли разумная жизнь на Земле?	81
Глава 6 Триумф «Вояджера»	95
Глава 7 Среди спутников Сатурна	111
Глава 8 Первая новая планета	127
Глава 9 Американский зонд у края Солнечной системы	139
Глава 10 Священная чернота	157
Глава 11 Вечерняя и утренняя звезда	169
Глава 12 Когда земля горит под ногами	181
Глава 13 Дар Аполлона	197
Глава 14 Исследовать другие миры и защищать этот	207
Глава 15 Путь, ведущий в мир чудес, открыт	219
Глава 16 Вознесение на небеса	247
Глава 17 Обычное межпланетное насилие	273
Глава 18 Болота Камарины	291
Глава 19 Преобразование планет	311
Глава 20 Темнота	331
Глава 21 К небу!	347
Глава 22 Крадучись по Млечному Пути	359
<i>Об авторе</i>	383
<i>Благодарности</i>	387
<i>Библиография</i>	389
<i>Предметно-именной указатель</i>	395

КОСМОНАВТИКА И ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее выдающиеся ранние достижения

СССР (Россия)

- 1957 Первый искусственный спутник Земли («Спутник-1»)
- 1957 Первое животное в космосе («Спутник-2»)
- 1959 Первый космический аппарат, развивший вторую космическую скорость («Луна-1»)
- 1959 Первый искусственный спутник, выведенный на гелиоцентрическую орбиту («Луна-1»)
- 1959 Первый космический аппарат, достигший другого небесного тела («Луна-2» — прилунение)
- 1959 Впервые удалось увидеть обратную сторону Луны («Луна-3»)
- 1961 Первый полет человека в космос («Восток-1»)
- 1961 Первый человек на орбите вокруг Земли («Восток-1»)
- 1961 Первые космические зонды, отправленные к другим планетам («Венера-1» к Венере) и 1962-й «Марс-1» к Марсу
- 1963 Первая женщина-космонавт («Восток-6»)
- 1964 Первый групповой космический полет («Восход-1»)
- 1965 Первый выход человека в открытый космос («Восход-2»)
- 1966 Первый космический зонд вошел в атмосферу другой планеты («Венера-3» — в атмосферу Венеры)
- 1966 Первая успешная мягкая посадка на другое небесное тело («Луна-9» — на Луну)
- 1966 Первый космический аппарат, вышедший на орбиту другого небесного тела («Луна-10» вокруг Луны)

СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

США

- 1958 Первое научное открытие в космосе — радиационный пояс Ван Аллена («Эксплорер-1»)
- 1959 Первые телевизионные изображения Земли, полученные с орбиты («Эксплорер-6»)
- 1962 Первое научное открытие в межпланетном пространстве — непосредственное наблюдение солнечного ветра («Маринер-2»)
- 1962 Первая экспедиция к другой планете, успешная с научной точки зрения («Маринер-2» — к Венере)
- 1962 Первая астрономическая обсерватория в космосе (OSO-1)
- 1968 Первый пилотируемый облет другого небесного тела («Аполлон-8» — вокруг Луны)
- 1969 Первый выход человека на поверхность другого небесного тела («Аполлон-11» — на Луне)
- 1971 Первый самоходный аппарат управляемый человеком на другом небесном теле («Аполлон-15» — на Луне)
- 1971 Первый космический аппарат, выведенный на орбиту вокруг другой планеты («Маринер-9» — к Марсу)
- 1973 Первый пролет мимо Юпитера («Пионер-10»)
- 1974 Первый космический полет сразу к двум планетам («Маринер-10» — к Венере и Меркурию)
- 1974 Первый пролет мимо Меркурия («Маринер-10»)
- 1976 Первая успешная посадка на Марс; первый космический аппарат, занятый поисками жизни на другой планете («Викинг-1»)

КОСМОНАВТИКА И ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее выдающиеся ранние достижения

СССР (Россия)

- 1970 Первая роботизированная экспедиция, доставившая образцы с небесного тела («Луна-16» — с Луны)
- 1970 Первый самоходный аппарат на другом небесном теле («Луна-17» — на Луне)
- 1971 Первая мягкая посадка на другой планете («Марс-3» — на Марсе)
- 1972 Первая посадка на другую планету, имевшая научную ценность («Венера-8» — на Венере)
- 1979–1980 Первый пилотируемый космический полет, продолжавшийся около года, что сравнимо с длительностью полета к Марсу
- 1983 Первое полное радиолокационное картографирование другой планеты («Венера-15» — Венера)
- 1985 Первый аэростатный зонд, развернутый в атмосфере другой планеты («Вега-1» — на Венере)
- 1986 Первый близкий контакт с кометой («Вега-1» — комета Галлея)
- 1986 Первая космическая станция, на которой работали сменные экипажи («Мир»)

СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

США

- 1977 Первые пролеты мимо Сатурна («Пионер-11»)
- 1977 Первые космические аппараты, развившие третью космическую скорость («Пионер-10» и «Пионер-11», запущенные в 1973 и 1974 годах: «Вояджер-1» и «Вояджер-2», запущенные в 1977 году)

- 1981 Первый пилотируемый космический корабль многоразового использования (STS-1)
- 1980–1984 Первый спутник, который удалось найти на орбите, отремонтировать и вновь пустить в эксплуатацию (Solar Maximum Mission)
- 1985 Первый дальний контакт с кометой (Международный исследователь комет с кометой Джакобини–Циннера)
- 1986 Первый пролет мимо Урана («Вояджер-2»)
- 1989 Первый пролет мимо Нептуна («Вояджер-2»)

- 1991 Первый контакт с астероидом из Главного пояса астероидов («Галилео» — с Гаспррой)
- 1992 Впервые обнаружена гелиопауза («Вояджер»)
- 1994 Впервые обнаружен спутник астероида («Галилео» — Ида)

СТРАННИКИ: ВВЕДЕНИЕ

Но кто же они, проезжающие?
Райнер Мария Рильке. Пятая элегия (1923)

Мы с самого начала были странниками. Мы знали все деревья на сто километров вокруг. Как только созревали плоды — мы приходили собирать их. Мы следовали за стадами животных, совершавших ежегодные миграции. Мы ликовали над свежим мясом — чтобы добыть его, приходилось красться, хитрить, устраивать засады и охотиться сообща. Действительно, когда мы объединялись, нам удавалось то, что было не под силу охотнику-одиночке. Идея прокормиться самому казалась столь же нелепой, как переход к оседлой жизни.

Вместе мы защищали наших детей от львов и гиен. Учили их всему, что может понадобиться. Еще у нас были орудия. Тогда, как и сейчас, технология была залогом выживания.

Когда засуха затягивалась или летний воздух пронизывали холодные ветры, наша группа пускалась в путь — порой в неизвестные края. Искали места получше. Когда же не удавалось поладить с кем-либо в нашей маленькой кочевой общине, мы уходили, чтобы прибиться к более дружелюбной компании. Всегда можно было все начать сначала.

На протяжении 99,9% времени существования нашего вида мы были охотниками и собирателями, странниками, пересекавшими саванны и степи. Тогда не было никаких границ, таможен. Повсюду простирался фронтир. Мы имели дело только с землей, океаном и небом — плюс изредка с угрюмыми соседями.

Но когда климат стал благоприятным, а еды вокруг оказалось в избытке, мы решили вести оседлую жизнь. Без приключений. Разжирили. Расслабились. В последние 10 000 лет — всего лишь мгновение в нашей долгой истории — мы отказались от кочевой жизни. Одомашнили животных и растения. Зачем гоняться за едой, если можно ее разводить?

Несмотря на все материальные преимущества, оседлая жизнь не удовлетворяла нас, оставляя чувство нереализованности. Даже после того, как 400 поколений людей провели жизнь в селах и городах, мы не забыли кочевую жизнь. Открывающаяся перед нами дорога по-прежнему манит, как почти забытая песня из детства. Далекие края ассоциируются у нас с определенной романтикой. Я подозреваю, что эта тяга была тщательно отточена естественным отбором как важнейший фактор нашего выживания. Долгое лето, мягкая зима, богатый урожай, изобильная дичь — ничто из этого не вечно. Мы не в силах предсказать будущее. Катастрофические бедствия словно подкрадываются к нам, застают врасплох. Нашей жизнью, жизнью нашей общины и даже всего нашего вида мы можем быть обязаны тем немногим — неутомонным, жаждущим чего-то, что они даже не в силах описать или понять, стремящимся к новым странам и новым мирам.

Герман Мелвилл в своем «Моби Дике»^{*} говорил от лица странников, живших во все времена и на всех меридианах: «Меня вечно томит жажда познать отдаленное. Я люблю плавать по заповедным водам».

Для древних греков и римлян известный мир ограничивался Европой и некоторыми регионами Азии и Африки. Земля была окружена непреодолимым Мировым океаном. Люди могли повстречать низших существ — варваров или высших — богов. В каждом дереве жила своя дриада, в каждой области был свой легендарный герой. Но богов было не слишком

^{*} Мелвилл Г. Моби Дик, или Белый Кит. — М.: Эксмо, 2014.

много — как минимум поначалу; не более пары десятков. Они жили на вершинах гор, под землей, в море или высоко в небе. Они общались с людьми при помощи посланий, вмешивались в человеческие дела и даже скрещивались с нами.

Шло время, исследовательская мысль развивалась, и стали выясняться удивительные вещи. Оказалось, что варвары могут быть не менее умны, чем греки или римляне. Африка и Азия были больше, чем кто-либо мог вообразить. Мировой океан был вполне преодолимым. В мире существовали антиподы*. Оказалось, что есть три новых континента, которые в незапамятные времена были заселены выходцами из Азии, причем вести об этом так и не достигли Европы. Также выяснилось, что обнаружить богов удручающе сложно.

Первое масштабное переселение человека из Старого Света в Новый произошло во время последнего ледникового периода, около 11 500 лет назад, когда из-за увеличения полярных ледяных шапок обмелели океаны и обнажился сухопутный мост из Сибири на Аляску. Тысячу лет спустя мы добрались до Огненной Земли, южной оконечности Южной Америки. Задолго до Колумба индонезийские аргонавты на парусных лодках с балансиrom исследовали западную часть Тихого океана; люди с Калимантана заселили Мадагаскар; египтяне и ливийцы обогнули Африку, а огромный флот морских джонок, снаряженный китайской династией Мин, пересек Индийский океан. Китайцы заложили базу на Занзибаре, далее флот миновал мыс Доброй Надежды и вышел в Атлантику. С XV по XVII в. европейские парусники открыли новые континенты (новые, во всяком случае для европейцев) и совершили кругосветные путешествия. В XVIII и XIX вв. аме-

* «Тому же, что рассказывают, будто существуют антиподы, — писал Св. Августин в V в., — т.е. будто на противоположной стороне Земли, где солнце восходит в ту пору, когда у нас заходит, люди ходят в противоположном нашим ногам направлении, нет никакого основания верить». Даже если там есть какая-либо суша, а не только океан, «поскольку первых людей было всего двое, и немыслимо, чтобы столь отдаленные области также были заселены потомками Адама». — *Прим. авт.*

риканские и русские первопроходцы, торговцы и колонисты устремились через два огромных континента, причем первые шли на запад, а вторые — на восток. Эта тяга к исследованию и освоению при всей своей неосознанности способствовала выживанию. Нельзя сказать, что она свойственна конкретной нации или этносу. Это дар, присущий всем представителям человеческого рода.

Со времени нашего возникновения в Восточной Африке несколько миллионов лет назад мы проложили извилистые пути по всей планете. Сегодня люди есть на всех континентах, на самых отдаленных островах, от полюса до полюса, от Эвереста до Мертвого моря, мы побывали на дне океанов, а некоторым доводилось жить даже на высоте более 300 км, подобно древним богам.

Сегодня кажется, что исследовать на Земле уже нечего, как минимум на суше. Мы — жертвы собственного географического успеха — теперь все больше сидим дома.

Масштабные переселения народов — некоторые добровольные, но большинство — нет — сформировали человеческую природу. Сегодня от войны, угнетения и голода бегут гораздо больше людей, чем когда-либо ранее. Вероятно, когда в будущем десятилетии климат на Земле изменится, появятся в огромном количестве экологические беженцы. Нас всегда будут манить лучшие места. Человеческие волны будут оказывать планету, словно приливы и отливы. Но те страны, куда мы сегодня стремимся, уже заселены. До нас там уже обосновались другие люди, зачастую не готовые войти в наше бедственное положение.

* * *

В КОНЦЕ XIX в. в одном захолустном городке Центральной Европы рос Лейб Грубер. Городок находился в огромной, многоязычной Австро-Венгерской империи с богатой историей. Его отец торговал рыбой. Жизнь временами была тяжелой. В моло-

дости Лейб смог найти себе лишь одно достойное занятие — он переносил людей через реку Буг, протекавшую поблизости. Клиент, мужчина или женщина, взбирался на спину Лейбу, а Лейб в драгоценных сапогах, которые буквально служили ему рабочим инструментом, шагал по речному броду и доставлял пассажира на противоположный берег. Иногда вода доходила Лейбу до пояса. На реке в ту пору не было ни моста, ни парома. Пожалуй, через реку можно было бы перебраться на лошади, но для лошадей находилась другая работа. Оставалось трудиться Лейбу и еще некоторым молодым людям, таким же, как он. Другого проку от них не было, работу тоже было не найти. Носильщики бродили по берегу, выкрикивали свои цены, нахваливая свои услуги перед потенциальными клиентами. Парни трудились как четвероногие. Среди таких «вьючных» людей был и мой дед — именно его звали Лейб.

Не думаю, что за всю молодость Лейбу доводилось отправиться куда-либо дальше, чем за сто километров от родного местечка Сасов. Но затем, в 1904 г., как гласит семейная легенда, он внезапно подался в Новый Свет, чтобы скрыться от преследования в обвинении в убийстве, оставив дома молодую жену. Насколько же непохожими на его крошечный заштатный городишко должны были показаться великие германские порты, каким огромным открылся ему океан, какими диковинными явились роскошные небоскребы и нескончаемый гул новой страны. Мы ничего не знаем о его плавании, но нашли судовой манифест с упоминанием его жены Хай; она смогла перебраться к Лейбу, как только тот скопил достаточно денег на ее переезд. Хая отправилась в путь самым дешевым классом на «Батавии», приписанной к гамбургскому порту. Документ настолько краток, что от него веет отчаянием: она умеет читать или писать? Нет. Она говорит по-английски? Нет. Сколько денег у нее с собой? Представляю, какой уязвимой и пристыженной она себя чувствовала, когда ответила: «Один доллар».

Она сошла с корабля в Нью-Йорке, воссоединилась с Лейбом, прожила достаточно долго, чтобы родить мою мать и ее сестру, а затем умерла из-за «осложнений, связанных с родами». В те несколько лет, которые она прожила в Америке, ее иногда звали на английский манер — Клара. Четверть века спустя моя мама назвала своего сына-первенца в честь своей матери, которую не знала.

НАШИ ДАЛЕКИЕ ПРЕДКИ, взирающие на небо, заметили, что среди так называемых «неподвижных» звезд есть пять необычных, которые, в отличие от всех остальных, не просто восходят и заходят в строгой последовательности. Они двигались по небу удивительно затейливым образом. Целыми месяцами они неспешно путешествуют среди звезд. Иногда петляют. Сегодня мы называем их «планетами», что в переводе с греческого означает «блуждающие». Думаю, именно эта странность пришлось нашим предкам по душе.

Сегодня мы знаем, что планеты — не звезды, а небесные тела, словно пристегнутые к Солнцу силой гравитации. По ходу исследования Земли мы стали осознавать ее как лишь один из миров среди неисчислимого множества других, вращающихся вокруг Солнца и вокруг других звезд, образующих галактику Млечный Путь. Наша планета и Солнечная система окружены мировым океаном глубокого космоса. И он не более непреодолим, чем уже известный нам Мировой океан.

Может быть, сейчас еще немного рановато. Может быть, время еще не пришло. Но те новые миры, в которых таятся неслыханные возможности, манят.

В последние несколько десятилетий США и бывший СССР достигли исторических и завораживающих успехов — смогли вплотную исследовать все те светящиеся точки, от Меркурия до Сатурна, которые пробудили у наших предков любопытство и породили науку. С тех пор, как в 1962 г. состоялся первый успешный межпланетный полет, наши аппараты побывали,

выходили на орбиту и даже садились уже более чем в семидесяти новых мирах. Мы путешествовали среди этих странников. Мы обнаружили огромные вулканические конусы, по сравнению с которыми высочайшие земные горы кажутся кочками; древние речные долины на двух планетах, одна из которых загадочно холодна, а другая — слишком раскалена для существования водных потоков; мы открыли гигантскую планету с недрами из металлического водорода, способными вместить тысячу планет размером с Землю; целые расплавленные луны; мир облаков с кислотной атмосферой, где даже на самых высоких плато так жарко, что плавится свинец; древние ландшафты, на которых выгравирована правдивая хроника бурного формирования Солнечной системы; ледяные планеты-беглянки из заплутоновых глубин; изысканные узоры планетных колец, отражающих тонкие гармонии гравитации; а также мир, окруженный облаками сложных органических молекул, примерно таких же, какие на заре существования нашей планеты позволили зародиться жизни на ней. Все они тихо кружат вокруг Солнца и ждут.

Мы открыли такие чудеса, что и не снились нашим предкам, размышлявшим о природе светил, которые блуждают в ночном небе. Мы прикоснулись к истокам нашей планеты и самих себя. Открывая все то, что еще можно открыть, созерцая иные судьбы других миров, более или менее похожих на наш, мы начинаем все лучше понимать Землю. Каждый из этих миров прекрасен и поучителен. Насколько нам известно, все они до одного необитаемы и пустынно. Вокруг нет «места получше». Пока по крайней мере.

Можно сказать, что в ходе роботизированной миссии «Викинг», стартовавшей в июле 1976 г., я провел определенное время на Марсе. Я исследовал валуны и песчаные дюны, небо, остававшееся красным даже в полдень, древние речные долины, головокружительно высокие вулканические пики, свирепую ветровую эрозию, стратифицированные полярные обла-

сти, два темных спутника, по форме напоминающих картофелины. Но там не было жизни — ни сверчка, ни травинки, даже, насколько мы можем быть уверены, ни единого микроба. Эти миры, в отличие от нашего, не украшены живой природой. Жизнь — сравнительная редкость. Можно исследовать множество миров и обнаружить, что лишь в одном из них жизнь смогла зародиться, развиваться и сохраниться.

Лейб и Хая, за всю жизнь не пересекавшие ничего шире речки, доросли до трансокеанского путешествия. У них было одно большое преимущество: на другом берегу океана их ожидали — да, привыкшие жить по своему чужеземному укладу, но все же — другие люди, говорившие на своем языке, разделявшие хотя бы некоторые их ценности, а иные из них даже приходились им родственниками.

Сегодня мы достигли границ Солнечной системы и отправили четыре наших корабля к звездам. Нептун находится в миллион раз дальше от Земли, чем Нью-Йорк — от берегов Западного Буга. Но там нет никаких наших дальних родственников, ни одного человека и, по-видимому, нет никакой жизни, которая бы ожидала нас в этих иных мирах. Мы не получим писем от недавних эмигрантов, которые помогли бы нам понять новую страну, — только цифровые данные, передаваемые со скоростью света бездушными скрупулезными посланниками-роботами. Они сообщают нам, что эти новые миры совсем не похожи на наш дом. Но мы продолжаем искать обитателей этих миров. Так уж мы устроены — жизнь тянется к жизни.

Никто на Земле, даже самые богатые из нас, не может позволить себе такое путешествие. Мы не можем собраться и просто так отправиться на Марс или на Титан — если нам наскучило, мы потеряли работу, получили повестку в армию, чувствуем себя угнетенными либо нас (справедливо или несправедливо) обвиняют в преступлении. Такие путешествия не сулят быстрой прибыли, которая могла бы привлечь частных предпринимате-

лей. Если мы, люди, когда-либо и отправимся к этим мирам, то это произойдет, когда какая-либо нация или объединение усмотрит в этом преимущество для себя — или для всего человеческого рода. Прямо сейчас существует масса дел, на которые мы вынуждены тратить деньги, необходимые на отправку людей к иным мирам.

Вот о чем эта книга: о других мирах, о том, что нас там ожидает, что они могут нам о себе поведать, и — с учетом неотложных проблем, с которыми сейчас сталкивается наш вид — имеет ли смысл туда лететь. Должны ли мы сперва решить эти проблемы? Или как раз они — повод отправиться в путь?

Во многих отношениях эта книга с оптимизмом описывает перспективы человечества. Может показаться, что в первых главах я слишком заостряю внимание на нашем несовершенстве. Но в них закладываются существенные духовные и логические основания, на которых я в дальнейшем выстраиваю аргументацию.

Я попытался рассмотреть проблемы под разными углами. Найдутся отрывки, где я словно полемизирую сам с собой. Да. Рассматривая те или иные аргументы с разных сторон, я зачастую спорю с Саганом. Надеюсь, к последней главе станет понятно, где именно я высказываю свою точку зрения.

План книги условно таков: сначала мы рассмотрим широко распространенные мнения, которые высказывались на протяжении всей человеческой истории и сводящиеся к тому, что наш вид и наш мир уникальны, более того — нам отведена главная роль в устройстве мироздания и в его предназначении. Мы отправимся по Солнечной системе вслед за новейшими исследовательскими миссиями, учтем последние открытия, а затем оценим доводы, обычно высказываемые в пользу пилотируемых космических экспедиций. В последней, наиболее гипотетической части книги я расскажу, как, на мой взгляд, будет складываться наше космическое будущее в долгосрочной перспективе.

Книга «Голубая точка» рассказывает о новом познании, медленно овладевающим нами, о наших координатах, нашем месте во Вселенной и о том, почему (пусть даже зов дальних дорог в наше время стал гораздо тише) главная составляющая человеческого будущего обретается далеко за пределами Земли.

ЗДЕСЬ НАШ ДОМ

Ведь и вся-то Земля —
точка, а уж какой закоулок это вот селенье.
Марк Аврелий, римский император.
Размышления, книга 4 (ок. 170 г.)

Согласно учению всех астрономов,
объем Земли, которая кажется нам огромной,
является по отношению ко всей Вселенной
одной лишь маленькой точкой.
Аммиан Марцеллин (ок. 330–395),
последний крупный древнеримский историк.
Цитата из книги «Римская история»

Космический аппарат был уже очень далеко от дома, за орбитой самой дальней из планет и высоко над плоскостью эклиптики. Эклиптика — это воображаемая плоскость, подобная гоночному треку, в пределах которого в основном лежат орбиты планет. Зонд мчался от Солнца со скоростью более 64 000 км/ч. Но в начале февраля 1990 г. он получил срочное сообщение с Земли.

Аппарат послушно повернул свои камеры назад, к планетам, которые были уже далеко. Сканирующая платформа медленно двигалась, захватывая один фрагмент неба за другим. Аппарат сделал 60 снимков и сохранил их в цифровом виде на своем ленточном накопителе. Затем медленно, в марте, апреле и мае, он передал по радио эту информацию на Землю. Каждое изображение состояло из 640 000 отдельных элементов (пикселей), напоминающих точки в газетной фототелеграмме или на полотне пуантилиста. Корабль находился на расстоянии 6 млрд км от Земли, поэтому каждый пиксел, пере-

даваемый со скоростью света, достигал Земли за пять с половиной часов. Возможно, эти изображения были бы получены и быстрее, но большие радиотелескопы в Калифорнии, Испании и Австралии, принимающие этот «шепот» с дальних пределов Солнечной системы, обслуживали и другие космические аппараты, бороздившие межпланетное пространство. Среди них был «Магеллан», направлявшийся к Венере, и «Галилео», прокладывавший извилистый путь к Юпитеру.

«Вояджер-1» находился так высоко над плоскостью эклиптики потому, что в 1981 г. он прошел совсем рядом с Титаном, гигантским спутником Сатурна. Зонд-близнец «Вояджер-2» направлялся по другой траектории, в пределах плоскости эклиптики, поэтому мог выполнить прославившие его исследования Урана и Нептуна. Два «Вояджера» изучили четыре планеты и почти шестьдесят спутников. Эти зонды были шедеврами человеческой инженерной мысли, настоящей гордостью американской космической программы. Они останутся в учебниках истории даже тогда, когда почти все прочее о нашем времени будет забыто.

«Вояджеры» гарантированно должны были функционировать только вплоть до встречи с Сатурном. Я подумал, было бы хорошо, чтобы они, только миновав Сатурн, бросили «последний взгляд» в сторону дома. Я знал, что от Сатурна Земля покажется «Вояджеру» совсем крохотной и он не сможет различить никаких ее деталей. Наша планета будет выглядеть просто как светящаяся точка, одинокий пиксел, едва ли отличимый от множества других таких точек — близких планет и далеких солнц. Но именно потому, что такая картинка позволяет оценить всю заурядность нашего мира, обзавестись ею все-таки стоило.

Мореплаватели кропотливо наносили на карты береговые линии континентов. Географы оформляли эти открытия в виде атласов и глобусов. Фотографии крошечных участков Земли сначала были сделаны с аэростатов и самолетов, затем с ракет

в их кратком баллистическом полете и, наконец, с орбитальных спутников. Получилась примерно такая перспектива, которую видишь невооруженным глазом на расстоянии около трех сантиметров от большого глобуса. Всех нас учили, что Земля — это шар и мы словно приклеены к ней силой гравитации, наше положение по-настоящему начинает осознаваться лишь после того, как увидишь знаменитую фотографию с «Аполлона», где вся Земля уместается в кадре. Этот снимок был сделан астронавтами с «Аполлона-17» во время последней пилотируемой экспедиции на Луну.

Фотография стала своеобразной иконой нашего времени. На ней видна Антарктида, которую американцы и европейцы привыкли рисовать «внизу», а над ней простирается вся Африка. Мы видим Эфиопию, Танзанию и Кению — страны, где жили первые люди. В правом верхнем углу просматривается Саудовская Аравия и регион, который европейцы называют Ближним Востоком. На верхнем краешке снимка едва заметно Средиземное море, на берегах которого зародилось столь многое, из чего позже сформировалась глобальная цивилизация. Несложно выделить на снимке голубой океан, желто-красную Сахару и Аравийскую пустыню, коричнево-зеленые леса и степи.

Но все-таки на этой фотографии нет никаких следов человека. Не заметно, как мы преобразовали поверхность планеты, не видно ни наших машин, ни нас самих. Мы слишком маленькие, а наше градостроительство чересчур ничтожно, чтобы все это можно было заметить с космического корабля, находящегося между Землей и Луной. При взгляде с этой точки не просматривается ни малейших следов обуревающего нас национализма. Фотографии всей Земли, сделанные с «Аполлона», донесли до широкой аудитории нечто, уже давно известное астрономам: в масштабе планет — не говоря уже о звездных или галактических масштабах — люди суть всего лишь незначительная тонкая живая пленка на поверхности тусклого одинокого каменно-металлического шарика.

Мне показалось, что другой снимок Земли, сделанный с расстояния, в сотни тысяч раз большего, чем фотографии с «Аполлона», мог бы поспособствовать дальнейшему осознанию нашего истинного положения и нашей природы. Ученые и философы классической древности вполне понимали, что Земля — всего лишь точка в необъятном космосе, но никто не мог увидеть этого своими глазами. Здесь — наш первый шанс в этом убедиться (и, пожалуй, последний, если говорить о ближайших десятилетиях).

Многие сотрудники проекта «Вояджер» в НАСА меня поддерживали. Но на снимке, сделанном с окраин Солнечной системы, Земля находится слишком близко к Солнцу, как мотылек, замороженный пламенем. Хотели ли мы направить камеру прямо на Солнце, рискуя сжечь видиконную систему зонда? Не лучше ли было отложить этот снимок до тех пор, пока аппарат не сделает всех научных фотографий Урана и Нептуна, если вообще сможет проработать так долго?

Поэтому мы выдержали паузу — довольно длительную, — пока в 1981 г. аппараты не миновали Сатурн, в 1986 г. — Уран, а в 1989 г. оба «Вояджера» не вышли за пределы орбит Нептуна и Плутона. Наконец время настало. Но прежде нам потребовалось откалибровать несколько инструментов, и мы подождали еще немного. Хотя зонды были удачно расположены, аппаратура по-прежнему работала превосходно и никаких плановых снимков делать уже не требовалось, некоторые сотрудники высказались против. Они говорили, что это не имеет отношения к науке. Затем выяснилось, что техники, разрабатывающие и передающие радиокоманды для «Вояджеров», подлежали немедленному увольнению или переводу на другую работу сразу после завершения проекта — НАСА было стеснено в средствах. Сразу после того, как мы сделали бы этот снимок, с ними пришлось бы расстаться. Кстати, в последний момент, прямо когда «Вояджер-2» пролетал мимо Нептуна, в дело вмешался администратор НАСА, контр-адмирал Ричард Трули, гаран-

тировавший, что эти снимки будут сделаны. Специалисты по управлению — Кэнди Хансен из Лаборатории реактивного движения НАСА (ЛРД) и Кэролин Порко из Аризонского университета — разработали последовательность команд и вычислили длительность фотографической выдержки.

Так получился мозаичный узор из квадратиков, на переднем плане которого планеты, а на заднем — россыпь далеких звезд. Нам удалось сфотографировать не только Землю, но и еще пять из девяти известных планет Солнечной системы. Меркурий, расположенный на самой внутренней орбите, потерялся в сиянии Солнца; Марс и Плутон оказались слишком маленькими, тусклыми и/или удаленными. Уран и Нептун были такими неяркими, что заснять их удалось лишь при очень длительной экспозиции; соответственно, их изображения оказались смазаны из-за движения зонда. Именно такими наши планеты выглядели бы с корабля пришельцев, приближающегося к Солнечной системе после долгого межзвездного путешествия.

С такого расстояния планеты кажутся лишь светящимися пятнами, четкими или размытыми — даже через телескоп высокого разрешения, что установлен на «Вояджере». Примерно такими же мы видим планеты невооруженным глазом с поверхности Земли — светящиеся точки, ярче большинства звезд. Если наблюдать Землю несколько месяцев, то покажется, что она, как и другие планеты, движется среди звезд. Просто глядя на такое пятнышко, вы не можете судить, какова эта планета, что есть на ней, каким было ее прошлое и обитает ли там кто-либо сейчас.

Поскольку солнечный свет отражается от зонда, кажется, что Земля находится в луче света, как будто этот маленький мир имеет какое-то особое значение. Но это лишь игра геометрии и оптики. Солнце одинаково испускает свет во всех направлениях. Если бы снимок был сделан чуть раньше или чуть позже, то Земля не оказалась бы в солнечном луче.

Почему у нее такой лазурный цвет? Отчасти из-за моря, отчасти из-за неба. Хотя вода в стакане и прозрачная, она поглощает красный цвет немного активнее, чем синий. Если же толща воды составляет десятки метров или более, то красный свет поглощается практически полностью, а в космическое пространство отражается в основном синий. Аналогично на небольшом расстоянии воздух выглядит совершенно прозрачным. Тем не менее — кстати, такой эффект отлично передан на полотнах Леонардо да Винчи — чем дальше объект, тем более голубым он кажется. Почему? Потому что воздух рассеивает синие лучи Солнца гораздо лучше, чем красные. Итак, это пятнышко имеет голубоватый оттенок, так как планета обладает густой, но прозрачной атмосферой, а также глубокими океанами жидкой воды. А откуда белый? В обычный день Земля примерно наполовину укрыта белыми водяными облаками.

Мы способны объяснить белесоватую голубизну этого маленького мира, так как хорошо его знаем. Сможет ли ученый-инопланетянин, оказавшийся на окраине нашей Солнечной системы, уверенно заключить, что на одной из планет есть океаны, облака и плотная атмосфера, — спорный вопрос. Например, Нептун голубой, но в основном по другим причинам. С такой дальней точки обзора Земля может и не вызвать никакого интереса.

Но для нас она особенная. Посмотрите на это пятнышко. Вот здесь. Это наш дом. Это мы. Все, кого вы знаете, все, кого вы любите, все, о ком вы слышали, все люди, когда-либо существовавшие на свете, провели здесь свою жизнь. Сумма всех наших радостей и страданий, тысячи устоявшихся религий, идеологий и экономических доктрин, все охотники и собиратели, герои и трусы, созидатели и разрушители цивилизаций, все короли и крестьяне, влюбленные пары, матери и отцы, дети, полные надежд, изобретатели и исследователи, моральные авторитеты, беспринципные политики, все «супер-

Здесь наш дом

звезды» и «великие вожди», все святые и грешники в истории нашего вида жили здесь — на пылинке, зависшей в луче света.

Земля — очень маленькая площадка на бескрайней космической арене. Вдумайтесь, какие реки крови пролили все эти генералы и императоры, чтобы (в триумфе и славе) на миг стать властелинами какой-то доли этого пятнышка. Подумайте о бесконечной жестокости, с которой обитатели одного уголка этой точки обрушивались на едва отличимых от них жителей другого уголка, как часто между ними возникало непонимание, с каким упоением они убивали друг друга, какой неистовой была их ненависть.

Эта голубая точка — вызов нашему позерству, нашей мнимой собственной важности, иллюзии, что мы занимаем некое привилегированное положение во Вселенной. Наша планета — одинокое пятнышко в великой всеобъемлющей космической тьме. Мы затеряны в этой огромной пустоте, и нет даже намека на то, что откуда-нибудь придет помощь и кто-то спасет нас от нас самих.

До сих пор Земля — единственный известный нам обитаемый мир. Мы больше не знаем ни одного места, куда мог бы переселиться наш вид — как минимум в ближайшем будущем. Наведаться — да. Закрепиться — пока нет. Нравится нам это или нет, в настоящее время только Земля может нас приютить.

Говорят, что занятие астрономией воспитывает смирение и характер. Вероятно, ничто так не демонстрирует бренность человеческих причуд, как это далекое изображение крошечного мира. По-моему, оно подчеркивает, какую ответственность мы несем за более гуманное отношение друг к другу, как мы должны хранить и оберегать это маленькое голубое пятнышко, единственный дом, который нам известен.

АБЕРРАЦИЯ СВЕТА

Если бы человек
оказался изъят из мира, все,
что оставалось бы там,
наверняка пошло бы вразброд
без цели и направления и ни во что бы не претворилось.
Френсис Бэкон. О мудрости древних (1619)

Энн Друян* предлагает провести эксперимент: вновь взгляните на бледно-голубое пятнышко, описанное в предыдущей главе. Внимательно рассмотрите его. Еще раз взгляните в него и попробуйте убедить себя, что Бог создал целую Вселенную ради одного из примерно 10 млн видов, населяющих эту пылинку. Затем сделайте еще один шаг: вообразите, что все было сотворено лишь для части представителей этого вида, объединенных по половому, этническому или религиозному признаку. Если это не кажется вам крайне маловероятным, выберите на фото другую точку. Представьте себе, что она населена какой-то другой формой разумной жизни. Эти существа тоже поклоняются богу, который создал все вокруг только ради них. Можете ли вы серьезно воспринимать подобное?

«ВИДИШЬ ТУ ЗВЕЗДОЧКУ?»

«Ты имеешь в виду красную?» — уточняет дочка.

«Да. Ты знаешь, а ведь, возможно, ее там и нет. Она уже могла пропасть — например, взорваться. Свет от нее много лет пересекает пространство, и только сейчас попадает в наши глаза.

* Продюсер и сценаристка, третья (последняя) жена Карла Сагана. — *Прим. ред.*

Мы не видим, какова эта звезда сейчас. Мы видим, какой она была раньше».

Многие люди испытывают взбудораживающее ощущение чуда, когда впервые сталкиваются с этой простой истиной. Почему? Отчего она столь поразительна? В нашем маленьком мире свет перемещается мгновенно, по крайней мере с практической точки зрения. Если лампочка светится, то, разумеется, физически она находится именно там, где мы ее видим, освещая все вокруг. Протягиваю руку, дотрагиваюсь до лампочки: в самом деле, она тут, еще и обжигает. Если нить накала оборвется — света не будет. Если лампочка перегорит и ее вывинтят из патрона, то мы не увидим годы спустя на том же месте ту самую лампочку, освещающую комнату. Но если мы окажемся достаточно далеко от источника света, то целое солнце может погаснуть, а мы по-прежнему будем видеть, как ярко оно сияет. Возможно, мы не узнаем о его гибели еще долгие годы — на самом деле столько времени, сколько требуется свету, чтобы пересечь пустоту между нами и его источником. Свет движется быстро, но не бесконечно быстро.

От звезд и галактик нас отделяют такие огромные расстояния, что мы наблюдаем все космические объекты в их прошлом, а некоторые даже в таком виде, в каком они были еще до появления Земли. Телескопы — это машины времени. Давным-давно, когда молодая галактика начала изливаться свет в окружающую пустоту, еще не существовало никого, кто бы знал: спустя миллиарды лет разрозненные крупинцы камня и металлов, льда и органических молекул соберутся в сгусток, который будет называться «Земля», или что на ней возникнет жизнь и мыслящие существа, которые однажды увидят толлику этого галактического света и попытаются разгадать, что же заставило его отправиться в путь.

А после того, как Земля погибнет, примерно через 5 млрд лет после сегодняшнего дня, когда она обуглится, как головешка, или даже будет поглощена Солнцем, сформируются другие пла-

неты, звезды и галактики — и в ту далекую эпоху не останется ни малейшего намека на некогда существовавшую Землю.

ЭТО ПОЧТИ НИКОГДА НЕ КАЖЕТСЯ ПРЕДРАССУДКОМ.

Напротив, нам представляется логичной и обоснованной идея о том, что наша группа (какова бы она ни была), по факту нашего рождения в ней, должна занимать центральное место в социальной Вселенной. Среди наследников фараонов и претендентов на трон Плантагенетов, детей олигархов и бонз из ЦК, уличных бандитов и завоевателей народов, представителей привилегированного большинства, мрачных сект и униженных меньшинств такое эгоцентричное мировоззрение кажется не менее естественным, чем дыхание. Оно подпитывается из тех же источников, что и сексизм, расизм, национализм, а также другие убийственные идеологии исключительности, которые всегда были проклятием нашего вида. Нужна недюжинная сила характера, чтобы противостоять увещаниям тех, кто убеждает нас в нашем очевидном, даже ниспосланном Богом превосходстве над ближними. Чем ниже наша самооценка, тем более мы уязвимы перед такими призывами.

Поскольку и ученые — просто люди, неудивительно, что подобные претензии укоренились и в научном мировоззрении. Действительно, многие ключевые споры в истории науки (хотя бы отчасти) посвящены тому, есть ли в нас, людях, что-то особенное. Практически всегда предполагается, что мы все-таки избранные. Но если как следует проверить эту посылку, то — удручающе часто — оказывается, что она ошибочна.

Наши предки проводили жизнь вне дома. Они знали звездное небо не хуже, чем мы — программу любимых телепередач. Солнце, Луна, звезды и планеты всходили на востоке и садились на западе, проделывая путь по небу у нас над головой. Движение небесных тел было не только спектаклем, вызывавшим благоговейный вздох; это был и единственный способ

узнать время дня и пору года. Для охотников и собирателей, а также для земледельцев знания о небе были вопросом жизни и смерти.

Как же нам повезло, что Солнце, Луна, планеты и звезды складываются в столь точно настроенные космические часы! Казалось, что это неслучайно. Их разместили там намеренно, для нашей пользы. Разве кто-нибудь, кроме нас, ими пользуется? Разве они годятся еще на что-нибудь?

Причем, если светила восходят и заходят вокруг нас, разве не очевидно, что мы находимся в центре Вселенной? Эти небесные тела — столь явственно исполненные неземной силы, особенно Солнце, чье тепло и свет жизненно важны для нас, — обращаются вокруг, окружая Землю, как придворные — король. Даже если мы об этом и не догадывались, самое общее знакомство с небесами подсказывает, что мы — особенные. Кажется, что Вселенная специально сработана для человека. Сложно размышлять об этих обстоятельствах, не испытывая прилива гордости и самоуверенности. Целая Вселенная — и сотворена для нас! Мы и вправду должны быть особенными.

Такая лестная демонстрация нашей важности, подкрепляемая ежедневными наблюдениями за небесами, превратила геоцентрическое тщеславие в транскультурную истину, преподаваемую в школах, вплетенную в язык, ставшую неотъемлемой частью великой литературы и Священного Писания. Инакомыслие искореняли, порой прибегая к пыткам и казням. Неудивительно, что на протяжении почти всей человеческой истории никто не подвергал сомнению эту исключительность.

Несомненно, такого мировоззрения придерживались наши предки — охотники и собиратели. Великий античный астроном Клавдий Птолемей во II в. знал, что Земля — шар, что по сравнению со звездами она размером с «точку», а также учил, что Земля находится «в самом центре небес». Аристотель, Платон, Августин Блаженный, Фома Аквинский и почти все великие философы и ученые всех культур, существовавших

на протяжении 3000 лет вплоть до конца XVII в., поддались этой иллюзии. Некоторые занимались описанием того, как Солнце, Луна, звезды и планеты могут быть хитроумно прикреплены к абсолютно прозрачным хрустальным сферам — разумеется, в центре этих больших сфер находилась Земля, — что позволило бы объяснить сложные движения небесных тел, так скрупулезно зафиксированные многими поколениями астрономов. Они преуспели: геоцентрическая гипотеза с некоторыми позднейшими дополнениями адекватно описывала все факты, связанные с движением планет, собранные со II по XVI в.

Требовалась лишь легкая экстраполяция, чтобы сформулировать еще более грандиозную идею: «совершенство» мира было бы неполным без человека, как утверждал Платон в своем диалоге «Тимей». «Человек... есть все, — писал поэт и священник Джон Донн в 1625 г., — он не часть мира, но сам мир; по славе сравнимый с Богом, причина, по которой и существует мир».

Но все-таки — несмотря на то, сколь многие короли, папы, философы, ученые и поэты утверждали обратное, — на протяжении всех этих тысячелетий Земля упрямо продолжала обращаться вокруг Солнца. Можете вообразить себе неумолимого внеземного наблюдателя, который все это время следил за людьми, как мы самозабвенно болтаем: «Вселенная создана для нас! Мы — ее центр! Все вокруг воздает нам славу!» — и приходил к выводу, что наши претензии забавны, стремления — жалки, и это, должно быть, планета идиотов.

Однако такое суждение слишком сурово. Мы старались как могли. Просто возникло злосчастное совпадение между повседневными явлениями и нашими тайными чаяниями. Мы не слишком критично относились к фактам, которые, казалось бы, подтверждали наши предрассудки. Причем контраргументов было немного.

На протяжении столетий приглушенным контрапунктом слышатся голоса немногих вольнодумцев, взывающих

к скромности и объективности. На заре науки древнегреческие и древнеримские философы-атомисты, предполагавшие, что мир состоит из атомов, — Демокрит, Эпикур и их последователи (а также Лукреций, первый популяризатор науки) — дерзко рассуждали о множестве миров, населенных разнообразными формами жизни, и говорили, что все эти миры и существа состоят из таких же атомов, что и мы с вами. Эти ученые предлагали нам поразмыслить над бесконечностью пространства и времени. Но на фоне доминировавших светских и религиозных канонов западной цивилизации, языческих и христианских, идеи атомистов оставались маргинальными. Действительно, небеса казались непохожими на наш мир. Они были неизменными и «совершенными». Земля же была изменчивой и «порочной». Римский государственный деятель и философ Цицерон так обобщил общепринятые убеждения: «В небесах нет ничего случайного, ничего произвольного, ничего неправильного, ничего беспорядочного. Повсюду — порядок, точность, здравый смысл, постоянство».

Философия и религия предостерегали, что боги (или Бог) гораздо сильнее нас, ревниво оберегают свои привилегии и вершат скорый суд за непозволительное высокомерие. В то же время все эти доктрины не содержали ни намека на то, что подобные учения об устройстве Вселенной есть фантазии и иллюзии.

Философия и религия выражают обычные мнения — мнения, которые могут быть опровергнуты в результате наблюдений или экспериментов, — но подают их как истины. Это считается совершенно нормальным. Тот факт, что многие из глубоко укоренившихся религиозных убеждений могут оказаться ошибочными, едва ли вообще рассматривается. В смирении, которому они учат, должны упражняться другие, а собственные учения полагаются безошибочными и неопровержимыми. Поистине, у верующих есть более веские причины к смирению, чем они могут себе представить.

НАЧИНАЯ СО ВРЕМЕН КОПЕРНИКА, то есть с середины XVI в., начался открытый мировоззренческий спор. Картина мира, где центральное место занимает Солнце, а не Земля, была признана опасной. Многие ученые услужливо поспешили заверить служителей церкви, что эта новомодная гипотеза не несет никакой серьезной угрозы для общепринятых представлений. В рамках несколько безумного компромисса гелиоцентрическая система мира воспринималась просто как удобная математическая модель, а не астрономическая реальность. То есть предполагалось, что на самом деле именно Земля находится в центре Вселенной, что общеизвестно; но если вы хотите спрогнозировать, где окажется Юпитер во второй вторник ноября через два года, то можете предположить, что в центре мира расположено Солнце. Так вы сможете вычислить нужный результат, не оскорбляя Власти*.

«Нет никакой опасности в этом, — писал кардинал Роберто Беллармин, ведущий ватиканский теолог начала XVI в., — и такой идеи вполне довольно для математиков. Но утверждать, что Земля очень быстро обращается вокруг Солнца, — опасно, это не только раздражает философов и богословов, но и оскорбляет нашу святую веру, представляя Священное Писание ложным».

«Свобода вероисповедания пагубна, — как-то раз отметил Беллармин. — Она есть не что иное, как свобода заблуждений».

Кроме того, если Земля обращается вокруг Солнца, то близлежащие звезды также должны двигаться на фоне более отдаленных звезд, поскольку каждые шесть месяцев точка нашего

* Знаменитая книга Коперника была впервые опубликована с предисловием теолога Андреаса Озиандера, добавленным к ней без ведома умиравшего автора. Знаменитая попытка Озиандера примирить религию и астрономию оканчивалась следующими словами: «Не следует ожидать от астрономии ни малейшей определенности, поскольку астрономия ни о чем не может свидетельствовать наверняка, иначе если кто-либо воспримет как истину такой конструкт, который создавался в совершенно иных целях, то ему придется оставить эту дисциплину еще большим глупцом, чем при знакомстве с ней». Любая определенность возможна лишь в религии. — *Прим. авт.*

обзора перемещается с одной стороны земной орбиты на другую. Такой «годовой параллакс» обнаружить не удалось. Сторонники Коперника объясняли это тем, что звезды расположены очень далеко — возможно, в миллион раз дальше от Земли, чем Солнце. Возможно, более мощные телескопы в будущем зафиксируют годичный параллакс. Геоцентристы сочли это возражение отчаянной, более того — смехотворной попыткой спасти ущербную гипотезу.

Когда Галилей обратил свой первый телескоп к небесам, «ветер переменялся». Галилей открыл, что Юпитер окружен небольшой свитой спутников, причем те, орбиты которых находятся ближе к планете, обращаются быстрее более удаленных спутников — точно такую зависимость Коперник логически вывел для околосолнечных планет. Галилей обнаружил, что у Меркурия и Венеры есть фазы, точно как у Луны (это означало, что они обращаются вокруг Солнца). Более того, изрытая кратерами Луна и покрытое пятнами Солнце заставляли усомниться в совершенстве небес. Возможно, беспокойство именно такого рода испытывал 13 веками ранее благородный Тертуллиан, увещевавший: «Но если в вас есть хоть немного здравого смысла и благоразумия, перестаньте исследовать тайны и законы вселенной, оставьте небесные сферы»*.

Напротив, Галилей писал, что природу можно «испрашивать» путем наблюдений и экспериментов. Тогда «факты, на первый взгляд кажущиеся невероятными, даже после скудного объяснения, сбрасывают окутывавшие их покровы и предстают перед нами в обнаженной и простой красоте». Не являются ли эти факты, убедиться в которых могут даже скептики, более верными свидетельствами о Вселенной Бога, нежели все измышления теологов? Но что если эти факты противоречат верованиям тех, кто считает свою религию непогрешимой?

* Цитата взята из сочинения «Октавий» Марка Минуция Феликса; возможно, Тертуллиан лишь заимствовал этот пассаж для своих сочинений. — *Прим. пер.*

Церковные иерархи угрожали престарелому астроному пытками, если он продолжит отстаивать гнусное учение о движении Земли. Галилея приговорили к своеобразному пожизненному домашнему аресту.

Спустя одно-два поколения, когда Исаак Ньютон продемонстрировал, что простая и красивая физика позволяет количественно объяснить — и спрогнозировать — все наблюдаемые движения спутников и планет (предполагается, мы признаем, что Солнце находится в центре Солнечной системы), геоцентрические заблуждения продолжали рассыпаться.

В 1725 г., пытаясь открыть звездный параллакс, усердный английский астроном-любитель Джеймс Брэдли обнаружил аберрацию света. Думаю, термин «аберрация» в какой-то степени передает неожиданность этого открытия. Если наблюдать звезды в течение года, то окажется, что они перемещаются на небе по траекториям, напоминающим небольшие эллипсы. Но выяснилось, что по таким линиям движутся все звезды. Это не мог быть звездный параллакс, поскольку для близлежащих звезд параллакс должен быть велик, а для отдаленных — практически неразличим. Аберрация напоминает другое явление: так, когда капли дождя падают на автомобиль, несущийся с большой скоростью, пассажиру этого автомобиля кажется, что капли падают под углом к вертикали; чем выше скорость автомобиля, тем больше угол. Если бы Земля неподвижно висела в центре Вселенной, а не неслась по орбите вокруг Солнца, то Брэдли не обнаружил бы никакой аберрации света. Это было серьезное доказательство в пользу движения Земли. Оно убедило большинство астрономов, но, как полагал Брэдли, не «антикоперниканцев».

Только в 1837 г. непосредственные наблюдения звезд ясно показали, что Земля действительно обращается вокруг Солнца. Наконец-то был открыт годичный параллакс, споры о котором не утихали так долго — причем открыт благодаря не лучшим аргументам, а более точным инструментам. Поскольку объ-

яснить значение этого открытия гораздо проще, чем аберрации света, оно является очень важным. Оно позволило забить последний гвоздь в гроб геоцентризма. Достаточно просто выставить перед собой палец, затем взглянуть на него сначала левым, а потом правым глазом. Вам покажется, что палец немного сдвинулся. Параллакс понятен каждому.

К XIX в. все ученые-геоцентристы либо изменили свои воззрения, либо вымерли. После того как в гелиоцентризме убедилось большинство ученых, быстро изменились и взгляды образованных кругов общества, в некоторых странах это произошло всего за три-четыре поколения. Разумеется, во времена Галилея и Ньютона и даже гораздо позже находились те, кто пытался воспрепятствовать принятию новой гелиоцентрической модели, более того — даже знакомству с ней. Оставалось много людей, кто (по крайней мере втайне) в ней сомневался.

Но к концу XX в., даже если еще и оставались какие-то упрямы, мы смогли непосредственно решить этот спор. Нам удалось проверить, в какой системе мы живем — геоцентрической, где планеты прикреплены к прозрачным хрустальным сферам, либо в гелиоцентрической, где планеты обращаются на определенных расстояниях от Солнца, удерживаемые силой гравитации. Например, мы смогли прощупать планеты радаром. Когда наш сигнал отражается от какого-нибудь спутника Сатурна, мы не регистрируем радиозха, что должна была бы давать расположенная между нами и Сатурном хрустальная сфера, на которой прикреплен Юпитер. Наши космические корабли прибывают к месту назначения с поразительной точностью — именно так, как позволяет спрогнозировать ньютоновский закон гравитации. Когда наши космические аппараты летят к Марсу, их приборы не записывают никакого дребезга, не регистрируют осколков разбитого хрусталя, когда преодолевают «сферы», которые — согласно авторитетным мнениям, господствовавшим на протяжении тысячелетий, — несут на себе Солнце

или Венеру в ходе их неуклонного движения вокруг Земли, расположенной в центре.

Когда «Вояджер-1» просканировал Солнечную систему из-за орбиты самой далекой планеты, он обнаружил — точно как увидели бы мы, согласно Копернику и Галилею, — что Солнце находится в центре системы, а планеты обращаются вокруг него по концентрическим орбитам. Земля далеко не центр Вселенной, а лишь одна из точек, бегущих по орбитам. Мы более не ограничены единственным миром, а можем дотянуться до других и достоверно определить, в какой планетной системе мы обитаем.

ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, имя которым — легион, призванные потеснить нас из центра мироздания, также наталкивались на сопротивление, отчасти по схожим причинам. Кажется, мы жаждем привилегий, которые якобы положены нам не по делам, а по рождению, по самому тому факту, что мы люди и родились на Земле. Можно назвать это «антропоцентрическим» — или «человекоцентрическим» — заблуждением.

Это заблуждение приближается к кульминации во мнении о том, что мы созданы по образу и подобию Божьему: создатель всей Вселенной выглядит почти как я. Подумать только, какое совпадение! Как удобно и приятно! Древнегреческий философ Ксенофан, живший в VI–V в. до н. э., вполне понимал, насколько высокомерна такая точка зрения:

Черными пишат богов и курносыми все эфиопы,
Голубоокими их же и русыми пишат фракийцы.
Если быки, или львы, или кони имели бы руки
Или руками могли рисовать и ваять, как и люди,
Боги тогда б у коней с конями схожими были,
А у быков непременно быков бы имели обличье*.

* Эллинские поэты VIII—III вв. до н.э. — М.: Ладомир, 1999.

Такие воззрения были однажды охарактеризованы как «провинциальные» — наивное ожидание того, что политические институты и социальные привычки глухой провинции также распространены и во всей огромной империи, включающей в себя множество различных традиций и культур; что родное захолустье, *наше* захолустье является центром мира. Деревенские мужланы практически не представляют, что еще может существовать на свете. Им не под силу осознать незначительность их провинции или разнообразие всей Империи. Они с легкостью применяют собственные стандарты и обычаи ко всей остальной планете. Но, очутившись в Вене, или, допустим, в Гамбурге, или в Нью-Йорке, они горестно понимают ограниченность своих взглядов. Происходит «депровинциализация».

Современная наука всегда была путешествием в неизведанное, и на каждой остановке в этом путешествии нас ожидал урок смирения. Многие путники с гораздо большим удовольствием остались бы дома.

ВЕЛИКИЕ РАЗВЕНЧАНИЯ

Профессор заявил, что все тайны бытия ему известны... Взирая сверху вниз на пришельцев с неба, он изрек, что все — они сами, их миры, их солнца, их звезды — сотворено только ради человека.

Тут наши путешественники повалились друг на друга, изнемогая от... неодолимого, несказанного смеха.

Вольтер. Микромегас.

Философская история (1752)

В XVII в. еще оставалась какая-то надежда на то, что даже если Земля не является центром Вселенной, то она может быть единственным «миром». Но телескоп Галилея показал, что «поверхность Луны определенно нельзя считать ровной и гладкой» и что другие миры могут выглядеть «точно как и лик самой Земли». Нет никаких сомнений, что Луна и планеты могут именоваться мирами с тем же успехом, что и Земля, так как на них есть горы, кратеры, атмосферы, полярные ледяные шапки, облака, а у Сатурна — еще и невиданное изумительное ожерелье концентрических колец. После философских диспутов, продолжавшихся не одну тысячу лет, спор был однозначно решен в пользу «множественности миров». Эти миры могли кардинально отличаться от нашей планеты. Ни один из них, возможно, не был так благоприятен для жизни. Однако Земля оказалась отнюдь не единственным миром.

Это было следующее из ряда Великих Развенчаний, очередной акт принижения, демонстрация нашей явной незначительности, одна из ран, которые наука, докапываясь до галилеевских истин, нанесла человеческой гордыне.

ДА, КТО-ТО ЕЩЕ НАДЕЯЛСЯ, что даже если Земля — не центр Вселенной, то таким центром является Солнце. Наше Солнце. Поэтому Земля находится приблизительно в центре Вселенной. Возможно, таким образом удалось бы отчасти спасти нашу гордость. Но к концу XIX в. наблюдательная астрономия убедительно доказала, что Солнце — всего лишь одинокая звезда в великом вращающемся конгломерате солнц, именуемом «галактика Млечный Путь». Солнце находится никак не в центре Галактики, а вместе со своей свитой тусклых и крошечных планет лежит в непримечательном отрезке второстепенного спирального рукава. От нас до центра Галактики — 30 000 световых лет.

Хорошо, наш Млечный Путь — единственная галактика. Это неверно. Галактика Млечный Путь — одна из миллиардов, возможно, из сотен миллиардов галактик, причем она особо не выделяется ни массой, ни яркостью, ни тем, как в ней распределены и упорядочены звезды. На некоторых современных фотографиях глубокого космоса количество запечатленных галактик даже превышает количество звезд, насчитывающихся в самом Млечном Пути. Каждая из них — это островная Вселенная, содержащая, пожалуй, сотни миллиардов солнц. Такая картина — более чем глубокая проповедь о смирении.

Тогда, наверное, как минимум наша Галактика находится в центре Вселенной. Нет, и это неверно. Когда было впервые обнаружено расширение Вселенной, многие люди, естественно, пришли к убеждению, что Млечный Путь находится в центре этого расширения, а все остальные галактики «разбегаются» от нас. В настоящее время мы знаем, что астрономы из любой галактики наблюдали бы, как все остальные галактики разбегаются от них; все эти астрономы, кроме самых внимательных, могли бы рассудить, что каждый из них сидит именно в центре Вселенной. На самом же деле такого центра просто не существует, нет и точки, в которой произошел Большой взрыв, — как минимум в привычном нам трехмерном пространстве.

Допустим, существуют сотни миллиардов галактик, в каждой из них — сотни миллиардов звезд, но больше ни у одной из звезд нет планет. Если за пределами Солнечной системы нет других планет, то, пожалуй, во Вселенной нет и другой жизни. В таком случае наша уникальность может быть спасена. Поскольку планеты очень маленькие и отбрасывают отраженный звездный свет, найти их очень сложно. Хотя прикладные технологии развиваются с умопомрачительной скоростью, нам по-прежнему было бы сложно обнаружить даже гигантский мир, подобный Юпитеру, расположенный на орбите у одной из ближайших звезд, например, у альфы Центавра*. Геоцентристы хватаются за надежду, которую находят в нашем неведении.

В свое время существовала научная гипотеза — не только положительно воспринятая, но в какое-то время и доминировавшая, — что наша Солнечная система могла сформироваться, когда древнее Солнце едва разминулось с другой звездой. Под действием гравитационных приливных взаимодействий из нашего Солнца вытянулись «хвосты» раскаленного газа, которые быстро сконденсировались в планеты. Поскольку космос в основном пуст и близкие контакты звезд должны происходить редко, был сделан вывод, что существуют лишь считанные планетные системы, а возможно, и всего одна кроме нашей — у той самой звезды, которая давным-давно спровоцировала образование околосолнечных планет. На заре моей научной карьеры оставалось лишь удивляться и разочаровываться, что такие представления могли восприниматься серьезно, что отсутствие доказательств существования планет у других звезд считалось доказательством их отсутствия.

* Книга Сагана вышла в 1994 г. Первая внесолнечная планета, напоминающая газовый гигант, была открыта в 1995 г. С 2009 г. на орбите работает космический телескоп «Кеплер», специально предназначенный для поиска внесолнечных планет, к 2015 г. «Кеплер» обнаружил уже несколько тысяч таких планет. — *Прим. пер.*

Сегодня у нас есть убедительные данные в пользу того, что как минимум три планеты обращаются вокруг исключительно плотной звезды, пульсара под названием B1257+12, о котором мы подробнее поговорим ниже. Кроме того, мы обнаружили, что более половины звезд с массами около солнечной на ранних этапах своей эволюции были окружены большими газово-пылевыми облаками, из которых, по-видимому, формируются планеты. Возможно, другие планетные системы в космосе — явление обыденное, и в них даже есть миры, чем-то напоминающие Землю. В ближайшие десятилетия мы, вероятно, сможем каталогизировать как минимум крупнейшие планеты (если они существуют), вращающиеся вокруг сотен близлежащих звезд.

Ладно, если наше положение в пространстве никак не свидетельствует о нашей избранности, то положение во времени как раз на это указывает: мы существуем во Вселенной практически с ее зарождения (может быть, появились спустя несколько дней). Создатель наделил нас особой ответственностью. Ранее казалось вполне логичным полагать, что Вселенная появилась лишь незадолго до появления нашей коллективной памяти, истоки которой затуманены за давностью лет и из-за неграмотности наших предков. В принципе, речь может идти о сотнях или нескольких тысячах лет. Религии, претендующие на описание происхождения Вселенной, часто указывают — явно или неявно, что от момента ее зарождения нас отделяет именно такой период времени.

Если сложить возрасты всех патриархов из книги Бытия, то можно получить возраст Земли: около 6000 лет. Предполагается, что возраст Вселенной такой же, как у Земли. Для ортодоксальных иудеев, христиан и мусульман это по-прежнему истина, что четко отражено в иудейском календаре.

Но если Вселенная столь молода, возникает неудобный вопрос: как быть с небесными телами, которые удалены от нас более чем на 6000 световых лет? За год свет преодолевает один

световой год, за 10 000 лет — 10 000 световых лет и т.д. Когда мы смотрим в центр галактики Млечный Путь, мы видим свет, покинувший свой источник 30 000 лет назад. Ближайшая спиральная галактика, похожая на нашу, — М31, расположенная в созвездии Андромеда, — удалена от нас на 2 млн световых лет, то есть мы наблюдаем ее в таком состоянии, в каком она была 2 млн лет назад, когда ее свет отправился в дальний путь к Земле. Когда мы рассматриваем отдаленные квазары, находящиеся в 5 млрд световых лет от нас, мы видим их в таком состоянии, в каком они были 5 млрд лет назад — еще до того, как сформировалась Земля (наверняка эти квазары сегодня выглядят совсем по-другому).

Если, несмотря на все это, мы примем в качестве буквальных истин свидетельства священных книг, как нам согласовать подобные данные? Единственное возможное решение, полагаю, таково: Господь недавно устроил, чтобы все фотоны света достигали Земли именно в таком когерентном виде, специально, чтобы запутать многие поколения астрономов и убедить их в существовании таких объектов, как галактики и квазары, тем самым подтолкнув ученых к сомнительному заключению, что Вселенная огромная и старая. Получается настолько коварная теология, что мне по-прежнему сложно поверить, что кто угодно, независимо от степени его преданности божественному откровению какой бы то ни было религиозной книги, может всерьез рассматривать такую версию.

Кроме того, радиометрическая датировка горных пород, обилие ударных кратеров на многих планетах и спутниках, эволюция звезд и расширение Вселенной являются убедительными и независимыми доказательствами того, что возраст нашей Вселенной составляет много миллиардов лет — несмотря на уверенные утверждения почтенных богословов о том, что такой огромный возраст мира прямо противоречит слову Божьему и что в любом случае сведения о возрасте мира нельзя добыть

никаким иным образом, кроме как через веру*. Такая аргументация, опять же, могла бы быть составлена лживым и злонамеренным божеством — в противном случае приходится признать, что мир действительно гораздо старше, чем предполагают иудейские, христианские и исламские богословы-буквалисты. Разумеется, такая проблема не возникает для множества религиозных людей, расценивающих Библию и Коран как исторические и моральные ориентиры и великую литературу, но понимающих, что изложенные в этих писаниях взгляды на окружающий мир отражают зачаточную науку того времени, в которое создавались эти произведения.

До появления Земли прошли целые эпохи. Еще множество эпох пройдет прежде, чем Земля будет разрушена. Следует различать возраст Земли (примерно 4,5 млрд лет) и возраст Вселенной (примерно 14 млрд лет прошло со времени Большого взрыва). Колоссальный временной интервал между возникновением Вселенной и нашей эпохой таков: Земля появилась лишь к моменту, когда возраст Вселенной уже составлял две трети от нынешнего. Некоторые звезды и планетные системы на миллиарды лет моложе, другие — на миллиарды лет старше. Но в книге Бытия, 1:1, сказано, что Вселенная и Земля были созданы в один и тот же день. Индуистско-буддийско-джайнистские религии не склонны смешивать два этих события.

Мы, люди, запоздали. Мы появились в последнее мгновение космического времени. История современной Вселенной успела

* Августин Блаженный в своем трактате «О Граде Божьем» говорит: «Ведь если от первого человека, называемого Адамом, не прошло еще и шести тысяч лет, то не заслуживают ли скорее насмешки, чем опровержения, те, которые относительно летоисчисления стараются убедить в таких своеобразных и столь противоречащих дознанной истине вещах?.. мы, опираясь в истории нашей религии на божественный авторитет, все, что только ему противоречит, не сомневаясь, считаем решительно ложным». Он порицает древнеегипетскую традицию, согласно которой возраст мира составляет около 100 000 лет, указывая, что она «решительно не заслуживает никакого доверия». Св. Фома Аквинский в своей «Сумме теологии» категорично утверждает, что «новизна мира не может быть продемонстрирована средствами самого мира». Они были уверены в этом. — *Прим. авт.*

совершиться на 99,998% к тому моменту, как на сцене появился наш вид. В такой необозримой смене эпох мы не вправе предполагать, что несем какую-то особую ответственность за нашу планету, жизнь или что-либо еще. Нас тут не было.

Так, если не удастся обнаружить чего-либо особенного в нашем положении или нашей эпохе, вероятно, есть что-то уникальное в нашем движении. Ньютон и другие физики-классики настаивали, что скорость движения Земли в пространстве является «привилегированной системой отсчета». Именно так ее и называли. Альберт Эйнштейн, всю свою жизнь смело критиковавший предрассудки и привилегии, считал такую «абсолютную» физику пережитком крайне дискредитированного земного высокомерия. Ему казалось, что законы Ньютона повсюду должны быть одинаковыми, независимо от того, в какой системе отсчета находится наблюдатель и с какой скоростью он движется. Исходя из этого, он разработал свою специальную теорию относительности. Следствия этой теории поразительны, алогичны и грубо противоречат здравому смыслу — но только если речь идет об очень высоких скоростях. Тщательные и неоднократные наблюдения показывают, что его по праву превозносимая теория — точное описание того, как устроен мир. Наша обыденная интуиция может ошибаться. Наши предпочтения не считаются. Мы не живем в привилегированной системе отсчета.

Одно из следствий специальной теории относительности — это задержка времени. Время замедляется по мере того, как скорость наблюдателя приближается к скорости света. Возможно, вам встречались упоминания о том, что замедление времени сказывается на ходе часов и отражается на элементарных частицах — а также, предположительно, на суточном ритме и других ритмах растений, животных и микроорганизмов, — но не затрагивает биологические часы человека. Предполагается, что наш вид наделен особым иммунитетом перед законами Природы, которая, соот-

ветственно, способна отличать «достойные» сгустки материи от «недостойных» (на самом деле сформулированное Эйнштейном доказательство специальной теории относительности не предполагает никаких подобных различий). Идея о том, что для человека делается исключение в контексте теории относительности, представляется очередным вариантом убеждения о том, что мы созданы особенными:

Все равно, даже если наше положение, наша эпоха, наше движение и наш мир не уникальны — может быть, уникальны мы сами. Мы отличаемся от других животных. Очевидно, что создатель Вселенной испытывает к нам особую привязанность. Эта точка зрения горячо отстаивалась по религиозным причинам и не только. Но в середине XIX в. Чарльз Дарвин убедительно показал, как одни виды могут эволюционировать в другие под действием совершенно естественных процессов, сводящихся к бесстрастным механизмам Природы, способствующим сохранению благоприятных наследственных признаков и отбраковывающим неблагоприятные. «Человек в своем высокомерии думает, что имеет, в отличие от животных, все оправдания, чтобы занимать более близкую позицию к божественному, — конспективно отмечал Дарвин в своей записной книжке, — я же полагаю, что более скромно и верно было бы считать, что человек произошел от животных». Глубокая и тесная связь человека с другими формами жизни, существующими на Земле, была убедительно продемонстрирована в конце XX в. новой научной дисциплиной — молекулярной биологией.

В КАЖДУЮ ИЗ ЭПОХ то в одной, то в другой сфере научных исследований остро критикуются те или иные проявления самодовольного высокомерия — так, например, в нашем веке такая критика заключается в попытках понять природу человеческой сексуальности, существование бессознательного разума, а также тот факт, что многие психиатрические заболева-

ния и «дефекты» характера имеют молекулярное происхождение. Но к тому же:

Да, даже если мы состоим в близком родстве с какими-то другими животными, мы отличаемся от них — не по степени проявления, но на качественном уровне — в том, что действительно важно: суждениях, самосознании, умении изготавливать инструменты, этике, альтруизме, религии, языке, благородстве характера. Притом что люди, как и все животные, обладают специфическими чертами, выделяющими их на фоне других видов (иначе как бы мы отличали одни виды от других?), человеческая уникальность преувеличивается, порой довольно грубо. Шимпанзе рассуждают, обладают самосознанием, мастерят инструменты, выражают привязанность и т. д. У людей и у шимпанзе 99,6% активных генов являются общими. (Мы с Энн Друян рассматриваем эти факты в нашей книге «Тени забытых предков» (Shadows of Forgotten Ancestors).)

В популярной культуре приветствуется и прямо противоположная позиция, хотя она слишком сильно обусловлена человеческим шовинизмом (плюс недостатком воображения). В детских сказках и мультфильмах животные одеваются в человеческие платья, живут в домах, пользуются ножами и вилками, разговаривают. Три медведя спят в кроватях. Сова и кошка выходят в море на красивой лодке из зеленого горохового стручка. Мама-динозаврихи баюкают своих малышей. Пеликаны приносят почту. Собаки водят машины. Червяк ловит вора. Домашние любимцы получают человеческие имена. Куклы, щелкунчики, чашки и блюда танцуют и обладают собственным мнением. Блюдец может сбежать вместе с чайной ложкой. В мультсериале «Паровозик Томас и его друзья» мы даже видим очаровательно нарисованные антропоморфные локомотивы и вагончики. Не важно, о чем мы думаем — одушевленном или неодушевленном, — мы обычно наделяем это человеческими чертами. Иначе мы не можем. Образы сами приходят нам на ум. Очевидно, дети их обожают.

Когда мы говорим о «грозном» небе, «неспокойном» море, алмазах, «не поддающихся» резцу, о Земле, «притягивающей» пролетающий мимо астероид, о «возбужденном» атоме, мы опять же рисуем своеобразную анимистическую картину мира. Материализуем. Некий древний уровень нашего мышления наделяет неодушевленную природу жизнью, страстями и умением планировать.

Убеждение в том, что Земля обладает самосознанием, недавно стало формироваться на периферии «гипотезы Геи». Но подобные верования были общепринятыми как у древних греков, так и у ранних христиан. Ориген задумывался о том, «не несет ли и земля, сообразно ее собственной природе, ответственности за некий грех». Многие античные книжники считали звезды живыми. Такой же позиции придерживались Ориген, св. Амвросий (наставник Августина Блаженного) и даже (в более проработанной форме) св. Фома Аквинский. Взгляд стоической философии на природу Солнца был сформулирован Цицероном в I в. до н. э. таким образом: «А если солнечный огонь похож на те огни, что в телах живых существ, то и Солнце должно быть живым».

По-видимому, анимистические представления стали распространяться сравнительно недавно. В 1954 г. по результатам проведенного в США соцопроса 75% респондентов полагали, что Солнце неживое; в 1989 г. лишь 30% опрошенных согласились с таким «скоропалительным» утверждением. Отвечая на вопрос о том, могут ли автомобильные шины что-либо ощущать, в 1954 г. 90% респондентов отказывали им во всяческих эмоциях, а в 1989 г. таковых было всего 73%.

Здесь мы видим, что для нашей способности воспринимать мир характерна некоторая ущербность, в определенных обстоятельствах довольно серьезная. Что характерно, волей-неволей мы вынуждены проецировать нашу собственную природу на Природу в целом. Хотя это и может привести к последовательно искаженному мировосприятию, такая привычка несет

в себе великое благо: подобное проецирование является важнейшей предпосылкой для сострадания.

Хорошо, может быть, в нас нет ничего особенного, может быть, нас связывает унижительное родство с обезьянами, но мы как минимум лучшие из всех, кто существует на свете. Не считая Бога и ангелов, мы — единственные разумные существа во Вселенной. Один мой читатель признался: «Я в этом уверен не менее, чем во всем остальном жизненном опыте. Во Вселенной больше нигде нет сознательной жизни. Таким образом, человеческий род вновь обретает присущую ему по праву центральную роль во Вселенной». Однако (отчасти под влиянием науки и научной фантастики) большинство наших современников, как минимум в США, отрицают такую позицию — по причинам, которые, в сущности, были сформулированы еще древнегреческим философом Хрисиппом: «Для любого из существующих людей мысль, что в целом мире нет ничего выше его, была бы образцом безумного высокомерия».

Но факт остается фактом: внеземная жизнь пока не обнаружена. Мы только начали ее поиски. Вопрос остается открытым. Если бы меня попросили высказаться об этом — особенно с учетом долгой череды низвергнутых образцов шовинизма, — я бы предположил, что Вселенная изобилует существами гораздо более разумными и совершенными, чем мы. Но, конечно же, я могу ошибаться. Такое заключение в лучшем случае базируется на аргументе к вероятности, выстраиваемом с учетом количества планет, распространенности органических веществ, длительных периодов времени, в которые может разворачиваться эволюция и т. д. Это не научное доказательство. Данный вопрос относится к числу наиболее захватывающих за всю историю науки. Как рассказано в этой книге, мы пока только разрабатываем инструменты, которые позволили бы подступиться к нему всерьез.

Что же насчет смежного вопроса о том, способны ли мы сами создать интеллект, превосходящий по силе человеческий?

Компьютеры постоянно занимаются вычислениями, с которыми ни один человек не может справиться собственными силами, обыгрывают чемпионов мира по шашкам и шахматных гроссмейстеров, «говорят» на английском и других языках, а также понимают их, пишут презентабельные рассказы и музыкальные композиции, учатся на собственных ошибках, превосходно ведут корабли, пилотируют самолеты и космические аппараты. Их возможности постоянно совершенствуются. Компьютеры становятся все компактнее, быстрее и дешевле. Ежегодно прилив научных достижений накатывается чуть дальше на остров человеческой интеллектуальной уникальности, населенный отчаянно обороняющимися робинзонами. Если на столь раннем этапе нашей технологической эволюции мы смогли так продвинуться в создании интеллекта на основе кремния и металлов, чего мы сможем достигнуть в следующие десятилетия или века? Что произойдет, когда умные машины смогут конструировать еще более умные машины?

ВЕРОЯТНО, САМЫЙ ВЕРНЫЙ ПРИЗНАК того, что поиски незаслуженного привилегированного положения для человечества никогда полностью не будут свернуты, связан с феноменом, который именуется в физике и астрономии антропным принципом. Его лучше назвать антропоцентрическим принципом. Он существует в различных вариантах. «Слабый» антропный принцип просто отмечает, что если бы законы Природы и физические константы — в частности, скорость света, заряд электрона, ньютоновская гравитационная постоянная, квантовомеханическая постоянная Планка — были иными, то никогда не могла бы произойти та последовательность событий, которая привела к появлению человечества. При других законах природы и константах атомы бы не удерживались вместе, звезды эволюционировали бы слишком быстро, не оставляя достаточного времени для биологической эволюции на окружающих планетах, не смогли бы синтезироваться

химические элементы, на основе которых возникла жизнь, и т.д. Иные законы — значит никаких людей.

«Слабый» антропный принцип не содержит противоречий. Если бы вы могли изменить законы природы и физические константы, то могла бы возникнуть совершенно другая Вселенная — во многих вариантах такая Вселенная была бы непригодна для жизни*. Сам факт нашего существования подразумевает (но не регламентирует) ограничения законов природы. Напротив, «сильный» вариант антропного принципа идет гораздо дальше: некоторые его приверженцы вплотную подходят к выводу, что законы природы и значения физических констант были установлены (не спрашивайте, как или Кем) таким образом, чтобы в конце концов появились люди. Почти все остальные Вселенные, утверждают они, негостеприимны. Соответственно, возрождается античная фантазия о том, что Вселенная создана для нас.

Все это напоминает мне доктора Панглоссе из вольтеровского «Кандида», который был убежден, что этот мир со всеми его недостатками — наилучший из возможных. Представьте, словно я получаю первую в жизни раздачу при игре в бридж, выигрываю, зная, что существует еще 54 миллиарда миллиардов миллиардов ($5,4 \times 10^{28}$) других возможных вариантов раздач, любую из которых я мог получить с тем же успехом... после чего делаю глупый вывод, что существует бог бриджа и он мне благоволит, тот самый бог, который организовал последовательность карт и растасовку таким образом, что моя победа была предопределена с Начала всего. Мы не знаем, какие еще выигрышные раздачи есть в космической колоде, сколько

[illegible]

существует разновидностей вселенных, наборов законов природы и физических констант, которые могут приводить к зарождению жизни и разума и даже, возможно, к таким же иллюзиям собственной избранности. Поскольку мы практически ничего не знаем о том, как была создана Вселенная — и даже вообще, была ли она создана, — сложно развивать эти тезисы сколь-нибудь продуктивно.

Вольтер задавался вопросом «Почему вообще что-то существует?», Эйнштейн пытался спросить, был ли у Господа какой-либо выбор при создании Вселенной. Но если Вселенная бесконечно стара — если Большой взрыв, произошедший около 14 млрд лет назад, представляет собой лишь самый последний всплеск в бесконечной серии космических сжатий и расширений, — то Вселенная никогда не была создана и вопрос о том, почему она такая, как есть, оказывается бессмысленным.

Если возраст Вселенной конечен, почему она именно такова? Почему она не получилась принципиально иной? Какие законы природы сочетаются с иными законами? Существуют ли метазаконь, описывающие такие связи? Можем ли мы когда-нибудь открыть их? Допустим, какие из всех мыслимых законов тяготения могут существовать одновременно с мыслимыми законами квантовой физики, определяющими само существование материи на макроскопическом уровне? Возможны ли любые законы, какие мы можем себе вообразить, либо существует лишь ограниченное количество законов, которые могут быть воплощены в реальности? Разумеется, у нас нет ни малейшего представления о том, как определить, какие законы Природь «возможны», а какие — нет. Равно как мы располагаем в лучшем случае самыми зачаточными представлениями о том, какие корреляции законов природы «допустимы».

Например, универсальный ньютоновский закон гравитации указывает, что взаимная сила тяготения, притягивающая два тела друг к другу, обратно пропорциональна квадрату расстояния между этими телами. Стоит вам вдвое удалиться от цен-

тра Земли — и ваш вес составит всего четверть от вашего веса на Земле. Удалитесь от Земли в десять раз дальше — и у вас останется всего 1% от вашего обычного веса и т. д. Именно благодаря этому закону обратных квадратов образовались такие изящные круговые и эллиптические орбиты, по которым планеты вращаются вокруг Солнца, а спутники — вокруг планет; кроме того, в соответствии с данным законом прокладываются точные траектории наших межпланетных станций. Если r — это расстояние между центрами двух масс, принято говорить, что сила тяготения изменяется по формуле $1/r^2$.

Но если бы показатель степени был иным — скажем, если бы закон тяготения описывался формулой $1/r^4$, а не $1/r^2$, — то орбиты бы не замыкались; после миллиардов оборотов планеты по спирали скатывались бы к Солнцу и исчезали в его пылающих глубинах либо по спирали улетали бы прочь и терялись в межзвездном пространстве. Если бы Вселенная была создана с законом обратной четвертой степени вместо закона обратных квадратов, то вскоре в ней не осталось бы планет, которые могли бы населять живые существа.

Итак, с учетом всех возможных вариантов закона гравитационного притяжения как же нам настолько повезло жить во Вселенной, породившей именно такой закон, совместимый с жизнью? Во-первых, разумеется, нам просто «повезло», поскольку в противном случае нас бы тут не было и некому было бы задать такой вопрос. Нет ничего удивительного, что пытливые существа, развивающиеся на планетах, могут обитать лишь во вселенных, которые способны содержать планеты. Во-вторых, закон обратных квадратов — не единственный допускающий стабильное существование на протяжении миллиардов лет. Закон с любой степенью менее $1/r^3$ (например, $1/r^{2,99}$ или $1/r$) будет удерживать планету на *почти* круговой орбите, даже если ее немного подтолкнуть. Мы склонны не замечать вероятности того, что могут быть и другие возможные законы Природы, не исключающие наличия жизни.

Но здесь есть и еще один момент: неслучайно сила гравитации регулируется именно законом обратных квадратов. Если понимать теорию Ньютона в контексте всеобъемлющей общей теории относительности, оказывается, что закон тяготения имеет степень 2, поскольку в нашем мире три измерения. Нельзя сказать, что Создатель мог свободно выбирать из всех доступных законов тяготения. Даже если бы у какого-нибудь великого бога была возможность поэкспериментировать с бесконечным количеством трехмерных вселенных, то закон тяготения в любом случае представлял бы собой закон обратных квадратов. Можно сказать, что ньютоновская гравитация — не случайное, а неизбежное свойство нашей Вселенной.

В общей теории относительности гравитация обусловлена размерностью и кривизной пространства. Говоря о гравитации, мы имеем в виду локальную рябь в пространстве-времени. Это ни в коем случае не очевидно и даже возмущает здравый смысл. Но если как следует разобраться в идеях тяготения и массы, оказывается, что это не отдельные понятия, а лишь варианты базовой геометрии пространства-времени.

Интересно, не применимо ли нечто подобное ко всем антропным гипотезам? Законы и физические константы, от которых зависит наша жизнь, оказываются элементами класса, возможно, даже очень широкого класса других законов и физических констант — но некоторые из этих элементов совместимы со своеобразной жизнью. Часто мы не прорабатываем возможностей, допускаемых другими вселенными (или не можем этого сделать). Кроме того, на выбор доступны не любые произвольные варианты законов природы или значения физических констант, даже если речь идет о выборе для творца вселенных. Наши представления о том, какие законы природы и физические константы участвуют в розыгрыше, в лучшем случае фрагментарны.

Более того, у нас нет доступа ни к одной из этих гипотетических альтернативных вселенных. Мы не располагаем экспериментальным методом, который позволил бы проверить антропные гипотезы. Даже если существование таких вселенных достоверно выводится из устоявшихся теорий — скажем, квантовой механики или гравитации, — мы не можем быть уверены в отсутствии иных, лучших теорий, не предусматривающих никаких альтернативных вселенных. Пока не придет время (если оно вообще придет), я считаю преждевременным верить в антропный принцип как аргумент в пользу центрального положения или уникальности человечества.

Наконец, даже если Вселенная была *целенаправленно* создана, чтобы обеспечить появление жизни и разума, бесчисленные миры могут быть населены другими существами. В таком случае антропоцентристы смогут утешиться тем, что мы обитаем в одной из немногих вселенных, пригодных для существования жизни и разума.

В формулировке антропного принципа есть некоторая ошеломляющая ограниченность. Да, наша жизнь совместима лишь с определенными законами природы и константами. Но, в принципе, те же законы и константы требуются, чтобы могли сформироваться камни. Почему бы тогда не говорить о Вселенной, спроектированной именно так, чтобы в ней однажды могли появиться камни, и не формулировать таким образом слабый и сильный вариант Литического* принципа? Думаю, если бы камни могли философствовать, то Литический принцип был бы одним из их интеллектуальных шедевров.

В настоящее время формулируются такие космологические модели, в которых даже вся Вселенная не считается чем-то особенным. Андрей Линде, ранее работавший в Физическом институте им. Лебедева в Москве, а в настоящее время явля-

* Саган изобретает этот термин, производя его от греческого слова «литос» (камень), по аналогии с «антропным принципом», где «антропос» в переводе с греческого означает «человек». — *Прим. пер.*

ющийся сотрудником Стэнфордского университета, построил на базе современных трактовок сильных и слабых ядерных взаимодействий и квантовой физики новую космологическую модель. Линде полагает, что существует колоссальный Космос, значительно превосходящий по размеру нашу Вселенную и, возможно, бесконечно протяженный в пространстве и времени, а не ограниченный теми жалкими 14 млрд световых лет в радиусе и 14 млрд лет по возрасту, как Вселенная в нашем обычном понимании. В таком Космосе, как и здесь, существует своеобразная квантовая пена, в которой повсюду непрерывно образуются, видоизменяются и исчезают крошечные структуры — по размеру гораздо меньше электрона. В этом Космосе, как и здесь, флуктуации в абсолютно пустом пространстве порождают пары элементарных частиц — например, электрон и позитрон. Абсолютное большинство квантовых пузырьков, содержащихся в этой пене, остаются субмикроскопическими. Но считанные единицы из них претерпевают инфляцию, растут и достигают подлинно вселенских масштабов. Однако они находятся так далеко от нас — гораздо дальше, чем в 14 млрд световых лет, составляющих общепризнанные масштабы нашей Вселенной, — что, даже если они существуют, такие вселенные представляются совершенно недостижимыми и неосязаемыми для нас.

Большинство из этих вселенных достигают максимального размера, а затем схлопываются, сжимаются до точки и навсегда исчезают. Другие могут колебаться. Третьи — беспредельно расширяться. В других вселенных будут иные законы природы. По Линде, мы обитаем в одной из таких вселенных — той, чья физика благоприятствует росту, инфляции, расширению, существованию галактик, звезд, миров, жизни. Нам кажется, что наша Вселенная уникальна, но она лишь одна из огромного — возможно, бесчисленного — количества не менее полных, независимых, изолированных вселенных. В некоторых из них может существовать жизнь, в других — нет. Согласно

данной концепции, наблюдаемая Вселенная — это лишь новая заводь гораздо более огромного, бесконечно старого и совершенно недоступного для наблюдения Космоса. Если что-либо подобное верно, то нам будет отказано даже в остатках нашей изрядно поблекшей гордости — в том, что мы живем в единственной Вселенной*.

Возможно, когда-нибудь, несмотря на известные сегодня факты, разработают инструменты, позволяющие заглянуть в соседние вселенные, где царят совершенно иные законы природы, — и мы увидим, что еще возможно. Вероятно, жители смежных вселенных могут смотреть на нашу. Разумеется, в таких размышлениях мы выходим далеко за границы наших знаний. Но если нечто подобное Космосу Линде — реальность, то (подумать только!) нас ожидает еще одна ошеломительная депровинциализация.

Наши возможности еще очень далеки от того, чтобы создавать вселенные в каком-либо обозримом будущем. Идеи «сильного» антропного принципа не поддаются доказательству (хотя у космологии Линде есть некоторые проверяемые аспекты). Если (даже не говоря о внеземной жизни) тщеславные претензии на центральное положение теперь отступят за брустверы, несокрушимые экспериментальным путем, то череду научных баталий против человеческого шовинизма можно будет считать, по крайней мере в основном, выигранной.

УСТОЯВШЕЕСЯ МИРОВОЗЗРЕНИЕ, в свое время сформулированное философом Иммануилом Кантом как «без человека все творение было бы только пустыней, бесполезной и без конечной цели», оказывается самодовольной блажью. По-видимому, Принцип заурядности применим в любых обстоятельствах. Мы

* Такие идеи уже не поддаются выражению словами. В немецком языке Вселенная называется «das All», то есть «Все», что не позволяет усомниться в ее всеохватности. Можно сказать, что наша Вселенная лишь часть «Мультивселенной», но я предпочитаю называть это множество словом «Космос», а название «Вселенная» оставить лишь для той вселенной, которая нам известна. — *Прим. авт.*

не могли заранее знать, что у нас будут столь последовательные и исчерпывающие доказательства, противоречащие предположению о центральной роли человечества во Вселенной. Но большинство споров в настоящее время уже убедительно решены в пользу такой, пусть и болезненной, позиции, которую можно выразить в единственной сентенции: «Нам не была уготована главная роль в космической драме».

Возможно, такая роль выпала кому-то еще. Может быть — никому. Как бы то ни было, у нас есть веские причины для смирения.

ВСЕЛЕННАЯ, НЕ СОТВОРЕННАЯ ДЛЯ НАС

Встарь Море Веры
В приливе омывало берега
Земные, словно яркий пояс в блестках.
А нынче слышен мне
Один тоскливый и протяжный рев
Отлива, средь дыханья
Ночного ветра, в мрачном горизонте
И голых отмелях земли.
МЭТЬЮ АРНОЛЬД. ДУВРСКИЙ БЕРЕГ (1867)

«**К**акой прекрасный закат», — говорим мы порой. Либо можем сказать: «Я встаю до рассвета». Независимо от того, что полагают ученые, в повседневной речи мы зачастую игнорируем их открытия. Мы говорим не о вращающейся Земле, а о восходящем и заходящем солнце. Попробуйте переформулировать это на языке Коперника. Вы бы сказали: «Билли, чтобы был дома, когда Земля повернется настолько, чтобы солнце скрылось за локальным горизонтом»? Билли уже давно убежал бы, пока бы вы все это произнесли. Мы даже не смогли подобрать благозвучное выражение, которое точно передает факт гелиоцентризма. Мы находимся в центре, и все вертится вокруг нас, это представление вплетено в наши языки; это представление мы прививаем нашим детям. Мы — неперестроившиеся геоцентристы, скрывающиеся за показным коперниканством*.

* В английском языке есть квазикоперниковское выражение: «Вселенная не вращается вокруг тебя». Это астрономическая истина, призванная отрезвить начинающих нарциссистов. — *Прим. авт.*

В 1633 г. католическая церковь осудила Галилея за то, что он учил: Земля обращается вокруг Солнца. Давайте подробнее рассмотрим этот исторический спор. В предисловии к своей знаменитой книге, сравнивающей две гипотезы, описывающие геоцентрическую и гелиоцентрическую Вселенную, Галилей писал:

Здесь рассматриваются небесные явления, подкрепляющие гипотезу Коперника настолько, что она как будто должна восторжествовать.

Далее в своей книге он признается:

Я не могу достаточно надивиться возвышенности мысли [Коперника и его последователей]... живостью своего ума они произвели такое насилие над собственными чувствами, что смогли предпочесть то, что было продиктовано им разумом, явно противоречившим показаниям чувственного опыта*.

Церковь в своем обвинительном вердикте Галилею объявила:

Учение о том, что Земля не есть центр мироздания, она не является неподвижной и движется как целостное (тело) и к тому же совершает суточное вращение, абсурдно и ложно как с психологической, так и с теологической точки зрения и по крайней мере ошибочно в вере.

Галилей парировал:

Учение о движении Земли и неподвижности Солнца осуждается на основании того, что в Писании неоднократно говорится, что Солнце движется, а Земля покоится неподвижно... благочестиво

* Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира, коперниковой и птолемеевой. — М.-Л.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948.

указывается на то, что Писание не может лгать. Но никто не станет возражать, что слова Писания зачастую туманны и понять их истинный смысл затруднительно, причем он явно не ограничивается буквальным толкованием этих слов. Мне кажется, что при обсуждении естественных проблем мы должны отправляться не от авторитета текстов Священного Писания, а от чувственных опытов и необходимых доказательств.

Но на публичном покаянии, состоявшемся 22 июня 1633 г., Галилей был вынужден сказать:

Но так как от сего Святого судилища мне было давно уже сделано законное внушение, дабы я покинул ложное мнение, полагающее Солнце в центре Вселенной и неподвижным... признан я находящимся под сильным подозрением в ереси, то есть что думаю и верю, будто Солнце есть центр Вселенной и неподвижно, Земля же не центр и движется.

Посему... от чистого сердца и с непритворной верою отрекаюсь, проклиная, возненавидев вышеуказанную ересь, заблуждение или секту, не согласную со Святой Церковью*.

Только в 1832 г. Церковь удалила сочинения Галилея из списка книг, запрещенных к прочтению католикам под страхом сурового наказания, которое понесли бы их бесмертные души.

Современная наука со времен Галилея снова и снова беспокоила Святой престол. Особенно заметно это беспокойство проявилось в сравнительно недавней истории, в 1864 г., когда папа Пий IX выпустил «Список заблуждений». Кстати, именно этот папа провел тот самый Ватиканский собор, на котором, по его же настоянию, был впервые объявлен догмат о папской непогрешимости. Вот несколько выдержек из этого «Списка»:

* Григулевич И. Р. Инквизиция. — М.: Издательство политической литературы, 1976.

Божественное откровение является совершенным и, таким образом, не подлежит постоянному и неопределенному развитию, которое соответствует развитию человеческого разума... Ни один человек не свободен избирать и исповедовать ту религию, которую он при помощи света разума полагает истинной... Церковь обладает правом догматически постановлять, что только религия Католической церкви является единственной истинной религией... Необходимо и сегодня трактовать католическую религию как единственную в своем роде, исключаящую любые другие формы религиозного поклонения... гражданская свобода всякого культа и равно предоставленная всем полная возможность открыто и публично проявлять всяческие мнения и мысли, делает для народов более легким разложение нравов и душ... Римский первосвященник не может и не должен примиряться и вступать в соглашение с прогрессом, либерализмом и современной цивилизацией.

Следует отдать Церкви должное: в 1992 г., пусть запоздало и неохотно, она реабилитировала Галилея. Однако Церковь до сих пор не в состоянии оценить важность его сопротивления. В 1992 г. папа Иоанн Павел II в своей речи заявлял:

С начала эпохи Просвещения и до наших дней процесс Галилея был своеобразным «мифом», сформировавшим весьма далекие от реальности представления о тех событиях. В такой трактовке процесс Галилея понимался как символ предполагаемого сопротивления Католической церкви научному прогрессу либо «догматического» обскурантизма, противопоставляемого свободному поиску истины.

Однако, в самом деле, когда инквизиция ведет престарелого и немощного Галилея по церковным застенкам, демонстрируя ему пыточные орудия, такая интерпретация не только признается, но и считается безальтернативной. Дело было не только в научной осторожности и сдержанности, нежелании менять

научную парадигму до появления убедительных доказательств, таких как открытие годичного параллакса. Это был страх дискуссии и дебатов. Цензура альтернативных взглядов и угроза истязаний для тех, кто их придерживался, выдает недостаточную веру в саму церковную доктрину и в самих прихожан, которых Церковь якобы защищает. Зачем понадобилось угрожать Галилею и сажать его под домашний арест? Разве истина не может защищаться в противостоянии с заблуждениями?

Но папа добавляет:

Ошибка теологов того времени, настаивавших на центральности Земли, заключалась во мнении, что наше понимание устройства физического мира каким-то образом зависит от буквального толкования Священного Писания.

Здесь действительно уже заметен значительный прогресс, хотя адепты ортодоксальных религий не обрадуются, услышав от понтифика, что текст Священного Писания не во всех случаях является буквальной истиной.

Но если Библия не во всем абсолютно верна, то какие ее части считать боговдохновенными, а какие — просто сомнительными, созданными человеком? Коль скоро мы признаем, что в Писании содержатся ошибки (или сделаем скидку на невежество, царившее в древности), то может ли Библия считаться безукоризненным ориентиром этики и морали? Могут ли секты и отдельные личности теперь признавать подлинными те части Библии, которые им нравятся, и отвергать другие, кажушиеся неудобными или обременительными? Допустим, запрет на убийство необходим для функционирования общества. Но если божественное воздаяние за убийство представляется маловероятным, не будут ли все больше людей полагать, что смогут легко отделаться за такое преступление?

Многие считали, что Коперник и Галилей замыслили дурное и подрывали общественные устои. Действительно, любой

вызов из любого источника, бросаемый буквальной истинности Библии, может иметь такие последствия. Мы уже наблюдаем, какую нервозность стала вызывать у людей наука. Вместо критики тех, кто распространяет мифы, общественный негатив направлен на тех, кто их развенчивает.

НАШИ ПРЕДКИ РАССУЖДАЛИ о своем происхождении, экстраполируя собственный опыт. А что еще им оставалось? Поэтому считалось, что Вселенная вылупляется из космического яйца, либо рождается в результате соития Бога-отца и Богини-матери, либо представляет собой изделие Создателя — вероятно, итоговое после многих неудачных попыток. Причем Вселенная была немногим больше, чем мы способны видеть, и немногим старше, чем зафиксировано в наших устных или письменных источниках, и она нигде не отличалась от мест, известных нам.

Мы стремились, чтобы всё в наших космологиях было нам знакомо. Несмотря на все наши усилия, мы не слишком изобретательны. В западной цивилизации рай кажется безмятежным и воздушным, а ад напоминает жерло вулкана. Во многих сюжетах оба эти царства управляются доминирующими иерархиями, возглавляемыми богами или демонами. Монотеисты говорят о царе царей. В каждой культуре представляется, что политическая система управления Вселенной похожа на нашу собственную. Лишь немногие находили это сходство подозрительным.

Наука не стояла на месте и учила нас, что человек — не мера всех вещей, что на свете существуют невообразимые чудеса, что Вселенная не обязана соответствовать тому, что для нас комфортно и кажется правдоподобным. Мы кое-что узнали о своеобразной природе нашего здравого смысла. Наука подняла человеческое самосознание на новую высоту. Безусловно, это обряд перехода, шаг к зрелости. Он резко контрастирует с инфантильностью и нарциссизмом тех убеждений, которые существовали до Коперника.

Но почему же нам так хочется полагать, что Вселенная сотворена для нас? Почему эта идея так притягательна? Почему мы с ней носимся? Разве наша самооценка столь взыскательна, что нам нужна как минимум Вселенная, сделанная именно для нас?

Разумеется, это льстит тщеславию. «Человек мнит истинным то, чего желает», — говорил Демосфен. «Свет веры помогает человеку увидеть то, во что он верит», — охотно соглашался с ним св. Фома Аквинский. Но я полагаю, что дело в ином. Среди приматов распространен своеобразный этноцентризм. Мы проявляем страстную любовь и привязанность к той малой группе, в которой нам довелось родиться. Члены других групп третируются, вызывают отторжение и враждебность. Нас не волнует, что обе группы относятся к одному и тому же виду и для стороннего наблюдателя практически неотличимы. Такое свойство четко прослеживается среди шимпанзе, наших ближайших родственников в царстве животных. Мы с Энн Дрюан описали, каким огромным эволюционным смыслом мог обладать такой взгляд на мир несколько миллионов лет назад, несмотря на то, каким опасным он стал сегодня. Даже члены диких племен — настолько далекие от технологических изысков современной глобальной цивилизации, насколько это вообще возможно для человека — пафосно описывают каждый свое маленькое племя как «истинных людей». Все прочие для них чем-то отличаются, порой кажутся недочеловеками.

Если именно такой взгляд на мир для нас естественен, то нас не должно удивлять, что всякий раз, когда мы наивно рассуждаем о нашем месте во Вселенной — не утруждая себя аккуратным и скептическим научным анализом, — практически всегда выступаем за центральное положение нашей группы и окружения. Более того, мы хотим верить, что это объективные факты, а не наши предрассудки, для которых мы нашли благообразный выход.

Само собой, досадно иметь под боком ватагу ученых, которые непрестанно вещают: «Вы самые обычные, незначительные, ваши привилегии незаслуженные, в вас нет ничего особенного». Даже невозмутимые люди через какое-то время устанут слушать эту волюнку и тех, кто ее заводит. Может даже показаться, что ученые испытывают какое-то странное удовлетворение, унижая человека. Ну почему они не могут найти чего-нибудь, в чем мы блистаем? Воодушевите нас! Окрылите! В таких спорах наука с ее мантрой развенчания кажется холодной и отстраненной, бесстрастной, отвлеченной, глухой к человеческим потребностям.

Опять же, если мы незначительные, не занимаем центрального места, не тянем на Божью зеницу ока, что это означает для наших моральных кодексов, имеющих религиозную подоплеку? Мы так долго и рьяно противились открытиям об истинных столпах Космоса, что и сегодня не утихают отголоски таких споров, в которых иногда четко прослеживаются геоцентрические мотивы. Вот, например, очень характерный анонимный комментарий, опубликованный в британском журнале *The Spectator* в 1892 г.:

Не приходится сомневаться, что открытие гелиоцентрического движения планет, разжаловавшее нашу Землю до ее должной «незначительности» в Солнечной системе, весьма поспособствовало схожей, но далеко нежелательной девальвации моральных принципов, которыми по сей день руководствовались и самоограничивались господствующие расы Земли. Отчасти этот эффект обусловлен, несомненно, теми фактами, которые показали ошибочность, а не неопровержимость естественнонаучных представлений различных вдохновленных авторов — такой вердикт непозволительно пошатнул равно и ту уверенность, которую внушали моральные и религиозные заветы этих авторов. Однако во многом сие было обусловлено простым чувством «незначительности», о котором стал размышлять человек, открывший, что обитает в каком-то тем-

ном закоулке Вселенной, а не в центральном мире, вокруг которого обращаются Солнце, Луна и звезды. Не может быть никаких сомнений, что человек может себя ощущать — и действительно ощущает! — слишком ничтожным, чтобы быть предметом какого-либо особого божественного усердия или попечения. Если Земля воспринимается как некий муравейник, а человеческая жизнь и смерть приравниваются к существованию множества муравьев, снующих из норки в норку в поисках пропитания и солнечного света, то можно быть уверенным, что жизненным заботам человека не будет придаваться адекватного значения и что человеческие стремления будут пронизаны бездонным фатализмом и безнадежностью, а не новыми чаяниями...

По крайней мере в настоящий момент... перед нами открываются достаточно широкие горизонты... пока мы не свыкнемся с уже имеющимися бесконечными горизонтами и не потеряем ориентиры, чрезмерно предаваясь размышлениям об этих пределах, тоска по еще более обширным горизонтам останется прежневременной.

ТАК ЧЕГО ЖЕ МЫ В САМОМ ДЕЛЕ ХОТИМ от философии и религии? Паллиативов? Лечения? Комфорта? Что нам нужнее — успокоительные басни или понимание истинных обстоятельств нашего существования? Смятение из-за того, что Вселенная, по-видимому, не соответствует нашим предпочтениям, кажется инфантильным. Вы можете подумать, что взрослым людям следовало бы устыдиться и не публиковать таких слов разочарования. Чтобы с честью выйти из такого положения, следует порицать не Вселенную (это кажется совершенно бессмысленным), а науку, те средства, при помощи которых мы познаем Вселенную.

Джордж Бернард Шоу в предисловии к своей пьесе «Святая Иоанна» описывает восприятие науки, угнетающей нашу доверчивость, навлекающей на нас чужеродное мировоззрение, устрашающие верования:

В Средние века люди думали, что Земля плоская, и они располагали по крайней мере свидетельством собственных органов чувств. Мы же считаем ее круглой не потому, что среди нас хотя бы один из ста может дать физическое обоснование такому странному убеждению, а потому, что современная наука убедила нас в том, что все очевидное не соответствует действительности, а все фантастичное, неправдоподобное, необычайное, гигантское, микроскопическое, бездушное или чудовищное оправдано с точки зрения науки*.

Более свежий и очень поучительный пример дает книга британского журналиста Брайана Эппльярда «Понять настоящее: Наука и душа современного человека» (*Understanding the Present: Science and the Soul of Modern Man*). В ней выписаны чувства, которые испытывают многие люди по всему миру, но слишком боятся сказать о них. Объективность Эппльярда вдохновляет. Он — истинно верующий и не позволяет нам пренебрегать противоречиями между современной наукой и традиционными религиями.

«Наука отобрала у нас нашу религию», — жалуется он. А о религии какого рода он тоскует? О такой, где «смыслом, сердцем, окончательной причиной всей системы был бы человеческий род. Она бы определенно нанесла “Я” каждого из нас на универсальную карту». «Мы были бы итогом, целью, рациональной осью, вокруг которой вращались бы великие эфирные сферы». Он жаждет «Вселенной правоверных католиков», где «Космос был бы явлен как механизм, возведенный вокруг разворачивающейся драмы спасения». Тем самым Эппльярд подразумевает, что, несмотря на четкий запрет, женщина и мужчина однажды вкусили плода и этот акт неповиновения превратил Вселенную в машину для оперантного обучения** их далеких потомков.

* Шоу Б. Избранные произведения. — М.: Панорама, 1993.

** Обучение методом проб и ошибок. — *Прим. пер.*

Напротив, современная наука «представляет нас результатом игры случая. Мы — продукт Космоса, а не основание для него. Современный человек — это в конечном счете ничто, он не играет роли в творении». Наука «духовно разрушительна, она выжигает древние авторитеты и традиции. Она поистине не может сосуществовать с чем-либо». «Наука тихо и незаметно склоняет нас отказаться от собственного “Я”, нашего истинного “Я”». Она открывает «немой, чуждый спектакль природы»... «Человеческие существа не могут жить с таким откровением. Единственная мораль, которая нам остается, — это мораль лжи во спасение». Нет ничего хуже, чем борьба с невыносимо тягостной собственной крошечностью.

В пассаже, напоминающем о Пие IX, Эпплъярд даже порицает следующий факт: «От современной демократии можно ожидать, что она включит в себя ряд противоречивых религиозных верований, которые должны будут прийти к компромиссу по определенному ограниченному набору общих заповедей, но не больше. Верующие не имеют права сжигать культовые сооружения представителей других религий, но они могут отрицать и даже оскорблять чужого бога. Таков эффективный научный способ действий».

Но какова альтернатива? Упрямо претендовать на определенность в неопределенном мире? Принять удобную систему верований, независимо от того, насколько она не стыкуется с фактами? Если мы не знаем, что реально, как нам иметь дело с реальностью? С практической точки зрения нельзя слишком долго прожить в стране фантазий. Давайте обложим наши религии взаимной цензурой и станем сжигать храмы иноверцев? Как нам удостовериться, какая из тысяч человеческих религиозных систем должна стать неоспоримой, всеобщей, обязательной?

Такие цитаты выдают панику, испытываемую от восприятия Вселенной во всей ее грандиозности и величии, но в особенности — от ощущения ее безразличия. Наука поведала, что,

поскольку мы обладаем талантом к самообману, нельзя позволить субъективизму властвовать над нами. Именно это — одна из причин, по которым Эпплъярд не доверяет науке: она кажется ему слишком рассудочной, размеренной и обезличенной. Научные выводы делаются по результатам «допроса» природы и далеко не всегда соответствуют нашим ожиданиям. Эпплъярд осуждает умеренность. Он тоскует по непогрешимой доктрине, избавлению от необходимости самостоятельных суждений, а также по обязанности верить и не спрашивать. Он не осознал, что человеку свойственно ошибаться. Он не видит необходимости в институционализации механизма для исправления ошибок, допускаемых как в общественном устройстве, так и в наших представлениях о Вселенной.

Это истошный крик младенца, к которому никак не приходит родитель. Но большинство из нас рано или поздно примирятся с реальностью, а также с болезненным отсутствием родителей, которые могли бы стопроцентно гарантировать, что малышу абсолютно ничего не угрожает, пока он слушается старших. Со временем большинству людей удастся как-либо приспособиться к Вселенной — особенно если у них будут средства для адекватного мышления.

«Все, что мы передаем нашим детям в эпоху науки, — жалуется Эпплъярд, — это убеждение, что нет ничего истинного, конечного или неразрушимого, в том числе это касается культуры, которая их породила». Насколько же он прав о несовершенстве нашего наследия. Но обогатится ли оно, если разбавить его безосновательными убеждениями? Он гнушается «тщетной надеждой, что наука и религия — независимые сферы, которые можно легко отделить друг от друга». Напротив, «наука в ее современном виде абсолютно несовместима с религией».

Но не говорит ли Эпплъярд в сущности о том, что сегодня религиям становится сложно делать безапелляционные заявления о природе мироздания как попросту ложные? Мы признаем, что даже высокочтимые религиозные авторитеты, дети

своего времени, как мы — дети нашего — могли ошибаться. Религии противоречат друг другу как по частным вопросам, например, следует ли снимать головной убор в храме, либо должны ли мы вкушать говядину и отказываться от свинины — или наоборот, так и по самым фундаментальным, например, существует ли один бог, много богов или богов вообще нет.

Наука привела многих из нас в такое состояние, в каком Натаниэль Готорн нашел Германа Мелвилла: «Он не может ни верить, ни успокоиться в своем безверии». Или послушаем Жан-Жака Руссо: «Они не убедили, но обеспокоили меня. Их аргументы потрясли меня, даже не убедив... сложно помещать человеку верить в то, во что он так сильно желает уверовать». Поскольку системы верований, внушаемые светскими и религиозными властями, скомпрометированы, уважение к такой власти вообще, вероятно, ослабевает. Вывод очевиден: даже политические лидеры должны проявлять осторожность и не увлекаться ложными учениями. Это не недостаток науки, а одна из ее добродетелей.

Разумеется, когда взгляды на мир совпадают, это удобно, а конфликты подобных взглядов неприятны и предъявляют к нам высокие требования. Но если мы не будем вопреки всем фактам настаивать, что наши предки были безупречны, то прогресс знаний требует от нас упразднить выработанные ими соглашения, а взамен выстраивать новые.

Некоторые стороны науки вызывают гораздо большее благоговение, чем религия. Как могло получиться, что практически ни одна из ведущих религий не заинтересовалась наукой и не пришла к выводу: «Ведь это лучше, чем мы думали! Вселенная гораздо громаднее, чем говорили наши пророки, грандиознее, тоньше, красивее. Должно быть, и Бог куда более велик, чем мы могли представить?» Вместо этого они заявляют: «Нет, нет, нет! У нас есть наш маленький бог, мы хотим, чтобы он таким и оставался». Религия, древняя или новая, которая акцентировала бы величие Вселенной, открывающееся совре-

менной науке, могла бы снискать такое великое благоговение, с которым не в силах была бы потягаться ни одна из традиционных религий. Рано или поздно такая религия возникнет.

ЕСЛИ БЫ ВЫ ЖИЛИ две или три тысячи лет назад, то могли бы с чистой совестью верить, что Вселенная сотворена для нас. Это был привлекательный тезис, согласовывавшийся со всем, что было нам известно; именно этому без оговорок учили самые образованные современники. Но с тех пор мы узнали много нового. Сегодня отстаивание такой позиции равноценно сознательному игнорированию доказательств и бегству от самопознания.

Все-таки многих из нас такая депровинциализация уязвляет. Даже если она в конечном итоге не возобладает, почва уходит из-под ног — то ли дело счастливая антропоцентрическая определенность былых времен, искрящаяся общественной пользой. Мы хотим быть здесь с какой-то целью, пусть даже, несмотря на изрядный самообман, такая цель не просматривается. «Бессмыслица жизни есть единственное несомненное знание, доступное человеку», — говорил Лев Толстой. Наш век отягощен накопившимся грузом успешных развенчаний былых фантазий. Мы — запоздавшие. Живем в космическом захолустье. Мы произошли от микробов и грязи. Наши ближайшие родичи — человекообразные обезьяны. Мы не можем полностью контролировать наши мысли и чувства. Где-нибудь могут жить гораздо более умные существа, совсем не похожие на нас. В довершение всего мы творим на нашей планете такой беспорядок, что уже стали угрозой самим себе.

У нас под ногами уже распахнулась ловушка. Кажется, что мы пикируем в бездну. Мы потерялись в великой тьме, и некому выслать за нами спасателей. Учитывая, как сурова эта реальность, мы, конечно же, предпочитаем зажмуриться и притвориться, что мы в полной безопасности сидим дома, а падение — просто дурной сон.

Мы не можем определиться с нашим местом во Вселенной. Отсутствует общепринятое устоявшееся представление о цели существования нашего вида — за исключением, пожалуй, простого выживания. Особенно в тяжелые времена мы отчаянно желаем, чтобы нас приободрили, перестаем воспринимать череду великих развенчаний и обращать внимание на несбывшиеся надежды, зато еще сильнее хотим услышать, что мы — особенные, и не важно, если доказательства этого ничтожны. Коль скоро мы обходимся горсткой мифов и ритуалов, пробираясь через, казалось бы, бесконечную ночь, кто из нас откажется в таком случае посочувствовать и войти в положение?

Но если наша цель — глубокие знания, а не поверхностное самоуспокоение, то мы гораздо больше приобретем, чем потеряем, приняв эту новую точку зрения. Стоит нам преодолеть страх собственной крошечности — и мы очутимся на пороге огромной и завораживающей Вселенной, по сравнению с которой чистенький антропоцентрический просцениум наших предков попросту скукоживается — в пространстве, времени и потенциале. Мы всматриваемся в пространство на миллиарды световых лет, чтобы увидеть Вселенную такой, какой она была вскоре после Большого взрыва, проникаем вглубь тонкой структуры материи. Мы заглядываем в ядро нашей планеты и в пылающие недра нашей звезды. Мы читаем генетический язык, на котором записаны различные умения и свойства всех обитателей Земли. Мы открываем потаенные главы в летописи нашего собственного происхождения и с некоторой болью все лучше осознаем человеческую природу и возможности. Мы изобретаем и совершенствуем земледелие, без которого практически всех нас ждала бы голодная смерть. Мы создаем лекарства и вакцины, спасающие миллиарды жизней. Мы обмениваемся информацией со скоростью света и можем обогнуть Землю за полтора часа. Мы отправили десятки аппаратов более чем к 70 планетам и спутникам, а несколько из них полетели к звездам. Мы вправе наслаждаться нашими достижениями,

гордиться, что наш вид смог заглянуть так далеко, а о наших достоинствах можно судить отчасти и по самой науке, которая настолько умерила человеческое высокомерие.

Многие явления природы устрашали наших предков — молнии, бури, землетрясения, извержения вулканов, эпидемии, засухи, долгие зимы. Религии возникли отчасти как попытки умиловить хаотическую сторону природы, совладать с этой стихией, пусть даже почти не понимая ее. Научная революция пролила свет на основополагающую стройную Вселенную, где обнаружилась совершенная гармония миров (это слова Иоганна Кеплера). Если мы поймем природу, то, вероятно, сможем ее контролировать или как минимум уменьшить вред, который она может принести. В этом смысле наука дарит надежду.

Большинство великих дискуссий о депровинциализации разгорались совершенно без учета их практической подоплеки. Увлеченные и любознательные люди хотели понимать, в каких именно обстоятельствах они существуют, насколько уникальны или заурядны они сами и их мир, каковы на самом деле их происхождение и судьбы, как работает Вселенная. Удивительно, что некоторые из таких споров принесли необозримую практическую пользу. Именно метод математической аргументации, предложенный Исааком Ньютоном для объяснения движения планет вокруг Солнца, привел к появлению большинства современных технологий. Промышленная революция при всех ее недостатках — это по-прежнему глобальная модель, демонстрирующая, как земледельческая нация может выбраться из бедности. Результаты этих дискуссий были самыми насущными.

Могло случиться и иначе. Возможно, баланс обнаружился бы где-то в другой плоскости, что люди в большинстве своем не хотели бы ничего знать о неуютной Вселенной, что мы избегали бы бросать вызов господствующей мудрости. Несмотря на то что во все эпохи мы сталкивались с решительным сопротивлением, нам можно поставить в заслугу, что мы разреши-

ли себе проследить доказательства, делать выводы, которые на первый взгляд кажутся устрашающими: Вселенная настолько велика и стара по сравнению с нашим личным и историческим опытом, что этот опыт оказывается мизерным и ничтожным. Это Вселенная, где ежедневно зажигаются звезды и уничтожаются миры, где новорожденное человечество ютится на безвестном каменном шарике.

Насколько приятнее было бы оказаться где-нибудь в глубине сада, в месте, специально созданном для нас, которое другие обитатели этого сада выделили нам, чтобы мы пользовались им как заблаго рассудится. Подобный сюжет — излюбленный в европейской традиции, с той оговоркой, что не все в саду было предназначено для нас. Было одно дерево, плодов с которого мы не имели права вкушать, — древо познания. Знания, понимание и мудрость в этом сюжете были для нас запретны. Мы должны были оставаться невежественными. Но нам не удалось с собой совладать. Мы жаждали знаний — можно сказать, были созданы голодными. С этого и начались все наши несчастья. В частности, именно поэтому мы больше не живем в саду: человек узнал слишком много. Думаю, до тех пор, пока мы оставались бы нелюбопытными и покорными, мы могли бы удовлетвориться собственным центральным положением и важностью, рассказывая друг другу, что именно ради нас была создана Вселенная. Когда же мы дали волю нашему любопытству, принялись исследовать, узнавать, что на самом деле представляет собой Вселенная, нам пришлось покинуть Эдем. Ангел с пылающим мечом был поставлен у ворот Рая, чтобы помешать нам вернуться. Обитатели Рая стали изгнанниками и странниками. Иногда мы скорбим об этом утраченном мире, но мне это кажется слезливым и сентиментальным. Мы не могли вечно оставаться в счастливом неведении.

Многое в этой Вселенной кажется сотворенным. Всякий раз, сталкиваясь с чем-либо подобным, мы облегченно вздыхаем. Мы вечно надеемся найти Создателя или как минимум

логически обосновать Его существование. Но вместо этого мы снова и снова узнаем, что естественные процессы — скажем, столкновения небесных тел и происходящий при этом «отбор», либо естественный отбор генофондов, либо даже принципы конвекции* в горшке с кипящей водой — могут рождают порядок из хаоса, что обманчиво наводит нас на выводы о существовании «замысла», которого на самом деле нет. В повседневной жизни зачастую создается ощущение — и в спальне подростка, и в государственной политике, — что хаос естественен, а порядок может быть только навязан свыше. Хотя во Вселенной и существуют более глубокие закономерности, чем те простые обстоятельства, которые мы обычно описываем как «организованные», весь этот порядок, простой и сложный, по-видимому, выводится из законов Природы, сложившихся в момент Большого взрыва (или ранее), а не являющихся следствием запоздалого вмешательства несовершенного божества. «Бог в деталях» — гласит знаменитое изречение немецкого ученого Аби Варбурга. Но на фоне немалой точности и красоты детали жизни и Вселенной также оказываются бессистемными импровизированными приспособлениями, во многом указывающими на неграмотное планирование. Что это нам напоминает: здание, заброшенное архитектором на раннем этапе работы?

Факты, по крайней мере известные на настоящий момент и с поправкой на законы Природы, не требуют наличия Создателя. Возможно, он все-таки существует и прячется, ни за что не желая выдать себя. Иногда такая надежда кажется очень слабой.

В таком случае важность нашей жизни и нашей хрупкой планеты зависит только от нашей же мудрости и отваги. Мы — стражи смысла жизни. Мы тоскуем по Отцу, который заботился бы о нас, прощал бы нам наши ошибки, спасал нас от наших

* Конвекция — вид теплопередачи, когда внутренняя энергия вещества переносится его потоками. — *Прим. пер.*

Вселенная, не сотворенная для нас

детских промахов. Но знание предпочтительнее неведения. Гораздо лучше принять горькую истину, чем успокоительную сказку.

Если мы жаждем какой-либо космической цели — давайте же найдем себе такую достойную цель.

СУЩЕСТВУЕТ ЛИ РАЗУМНАЯ ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ?

Они летели уже довольно долго, но ничего не нашли.
Наконец заметили какое-то слабое мерцание: это была Земля...
Но... органы чувств наших путешественников не подсказали им,
что мы и наши ближние, обитатели этой планеты,
имеем честь существовать.
Вольтер. Микромегас.
Философская история (1752)

В наших больших городах и вокруг них есть такие места, где естественный мир практически исчез. Вы видите улицы, тротуары, машины, паркинги, рекламные щиты, строения из стекла и стали, но не видите ни дерева, ни травинки, ни единого животного — кроме людей, конечно же. Людей тут очень много. Лишь если взглянуть прямо вверх через каменные джунгли небоскребов, то можно различить звезду или голубое пятнышко — напоминание о том, что здесь было еще задолго до появления людей. Но яркие огни больших городов затмевают звезды, и даже это голубое пятнышко порой куда-то девается, буревит из-за техногенных факторов.

Если каждый день отправляешься на работу в такое место, легко почувствовать гордость за нас. Как мы преобразовали Землю для собственной пользы и удобства! Но если подняться на несколько сотен километров вверх или опуститься вглубь, то людей там не будет. Не считая тонкой живой пленки, покрывающей поверхность Земли, да пролетающего в небе космического корабля, а также радиосигналов, наше

влияние на Вселенную практически равно нулю. Она ничего не знает о нас.

ВЫ — ИНОПЛАНЕТНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ, прилетающий в Солнечную систему после долгого путешествия через тьму межзвездного пространства. Вы издалека рассматриваете планеты здешней непримечательной звезды. Их тут немало, есть серые, голубые, красные, желтые. Вы интересуетесь, что это за миры, какие условия на них — статичные или изменчивые, а в особенности — есть ли тут жизнь и разум. Вы еще ничего не знаете о Земле, а только узнали о ее существовании.

Давайте предположим, что существует галактическая этика: смотри, но не трогай. Можно пролететь мимо этих миров, можно обогнуть каждый из них по орбите, но садиться строго запрещено. При таких ограничениях могли бы вы вычислить, на что похожа земная природа и обитает ли здесь кто-нибудь?

Приближаясь к планете, вы в первую очередь замечаете, что вся Земля укутана белыми облаками, у нее есть белые полярные шапки, бурые континенты и какая-то голубая субстанция, покрывающая около двух третей поверхности планеты. Определив температуру этого мира по инфракрасному излучению, испускаемому планетой, вы устанавливаете, что на большинстве широт температура держится выше точки замерзания воды, а в полярных районах — ниже. Вода — это очень распространенное во Вселенной вещество; логично предположить, что земные полярные шапки состоят из твердой воды, а облака — из твердой и жидкой воды.

Весьма соблазнительной может показаться идея о том, что огромные массы голубого вещества — несколько километров в глубину — это жидкая вода. Однако предположение довольно экстравагантное, по крайней мере в условиях этой звездной системы, ведь больше ни на одном из ее тел нет поверхностных океанов жидкой воды. Изучив видимый и ближний инфракрасный спектр на предмет характер-

Существует ли разумная жизнь на Земле?

ных признаков химических соединений, вы вполне убеждаетесь, что полярные шапки состоят из водяного льда, а в атмосфере содержится достаточно водяного пара, чтобы счесть его основной составляющей облаков; кроме того, именно таковы должны быть его объемы, если океаны на самом деле состоят из жидкой воды. Причудливая гипотеза подтверждается.

Далее спектрометры показывают, что атмосфера этого мира на одну пятую состоит из кислорода, O_2 . Ни на одной из других планет Солнечной системы и близко нет такого огромного количества кислорода. Откуда он здесь взялся? Интенсивное ультрафиолетовое излучение Солнца разлагает воду H_2O на кислород и водород, а водород, самый легкий газ, быстро улетучивается в космос. Определенно, этот процесс — источник O_2 , но он один все равно не объясняет такого изобилия кислорода.

Другая причина появления кислорода заключается в том, что обычный видимый свет, который Солнце щедро изливает на Землю, участвует в разложении воды на водород и кислород — однако, насколько известно, такой процесс протекает лишь при наличии жизни. На планете должны быть растения — организмы, окрашенные пигментом, который активно впитывает видимый свет, а также может разлагать молекулу воды, накапливая для каждого такого акта энергию двух фотонов. При этом H остается в организме, а O выводится в атмосферу; высвобожденный таким образом водород используется для синтеза органических молекул. Растения должны быть распространены по большей части планеты. Все это — многочисленные допущения. Если вы — хороший ученый-скептик, то такое количество O_2 еще не является для вас доказательством жизни, но определенно может заронить некоторые подозрения.

При таком обилии кислорода вас не удивляет, что в атмосфере планеты обнаруживается озон (O_3), поскольку этот газ образуется под действием ультрафиолета из молекулярного

кислорода (O_2). Затем озон поглощает опасное ультрафиолетовое излучение. Итак, если кислород здесь обеспечивает существование жизни, то жизнь нашла любопытный способ себя защитить. Но такая жизнь вполне может быть представлена лишь фотосинтезирующими растениями. Какие-либо высокоинтеллектуальные формы жизни не подразумеваются.

Если вы внимательно исследуете континенты, то обнаружите, грубо говоря, регионы двух типов. В одних регионах заметен обычный набор минералов и горных пород, какие встречаются на многих планетах. В других наблюдается нечто необычное: материал, покрывающий огромные площади, активно впитывает красный свет. (Разумеется, Солнце излучает весь цветовой спектр, пик приходится на желтый цвет.) Этот пигмент может быть просто химическим агентом, нужным именно в том случае, если обычный видимый свет используется для расщепления воды; таким образом, он объясняет присутствие кислорода в атмосфере. Вот и еще один намек на существование жизни, на сей раз более убедительный. Причем речь идет не о считанных жучках, встречающихся кое-где, а о том, что вся поверхность планеты кишит жизнью. На самом деле этот пигмент — хлорофилл; он впитывает не только красный, но и синий свет, именно благодаря ему растения зеленые. Вы видите перед собой планету с пышным растительным покровом.

Итак, оказывается, что Земля обладает свойствами, уникальными как минимум в пределах Солнечной системы: здесь есть океаны, кислород, жизнь. Сложно не предположить, что они взаимосвязаны: океаны — источник, а кислород — продукт изобилующей жизни.

Тщательно изучив инфракрасный спектр Земли, вы обнаружите и мелкие примеси, содержащиеся в атмосфере. Наряду с водяным паром в ней имеется углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), а также другие газы, поглощающие тепло, которое Земля излучает в космос по ночам. Эти газы подогревают планету. Без них на всей поверхности Земли стояли бы температуры

Существует ли разумная жизнь на Земле?

ниже точки замерзания воды. Вы открыли в этом мире парниковый эффект.

Метан и кислород вместе в одной атмосфере — странная вещь. Законы химии однозначны: в условиях избытка кислорода O_2 метан CH_4 должен полностью превращаться в H_2O и CO_2 . Процесс настолько эффективен, что в земной атмосфере не должно было остаться ни единой молекулы метана. Вы же убеждаетесь, что одна на миллион молекул в воздухе этой планеты — именно метан. Это серьезная аномалия. Что бы она значила?

Единственное возможное объяснение таково: метан поступает в земную атмосферу настолько быстро, что просто не успевает полностью прореагировать с O_2 . Откуда берется весь этот метан? Может быть, он просачивается из недр Земли? Но количественно такая версия, по-видимому, не подтверждается, а на Марсе и Венере и близко нет таких объемов метана. Остается лишь биологическая альтернатива. Такое заключение ничего не говорит нам о химии жизни и о том, как может выглядеть эта жизнь, оно следует лишь из того, насколько неустойчив метан в кислородной атмосфере. На самом деле вот источники, из которых поступает метан: это жизнедеятельность болотных бактерий, выращивание риса, сжигание растений, природный газ из нефтяных месторождений, а также газы, выделяющиеся в процессе пищеварения у скота. Метан в кислородной атмосфере — это признак жизни.

Несколько смущает, что с межпланетного космического корабля должны быть зафиксированы именно следы коровьего метаболизма, особенно при том, что незамеченным останется столь многое из того, что мы действительно ценим. Но ученый-инопланетянин, облетающий Землю, на данном этапе не сможет распознать болота, рис, огонь, нефть или коров. Просто жизнь.

Все признаки жизни, которые мы рассмотрели до сих пор, связаны с относительно простыми организмами (метан в коро-

вьем рубце выделяют обитающие там бактерии). Если бы ваш космический корабль облетал Землю сто миллионов лет назад, в эпоху динозавров, когда на планете не было ни людей, ни результатов технологий, вы все равно обнаружили бы на планете кислород, озон, хлорофилл и зашкаливающие объемы метана. Однако теперь ваши инструменты настроены на поиск не просто жизни, но высокотехнологичной жизни — такой, какую, пожалуй, не удалось бы выявить даже на сто лет раньше.

Вы фиксируете особую разновидность радиоволн, исходящих с Земли. Радиоволны не обязательно являются признаком жизни и разума. Они возникают при многих естественных процессах. Вы уже регистрировали радиоизлучение от других, явно необитаемых миров: там радиоволны генерируются электронами, попадающими в сильные магнитные поля планеты, хаотическими движениями на ударном фронте, пролегающем между планетным и межпланетным магнитным полем, а также при разрядах молний. (Свистящие атмосферерики обычно изменяются от высоких частот к низким, затем процесс повторяется.) Некоторые подобные радиоэмиссии непрерывны; другие представляют собой повторяющиеся всплески; третьи длятся по несколько минут, а затем исчезают.

Но здесь ситуация иная. Часть земного радиоизлучения находится как раз на тех частотах, где радиоволны начинают проникать за пределы планетной ионосферы, расположенной над стратосферой электрически заряженной области, которая отражает и поглощает радиоволны. В каждой передаче есть постоянная центральная частота, добавляемая к модулированному сигналу (сложной последовательности импульсов). Ни электроны в магнитных полях, ни ударные волны, ни разряды молний не могут генерировать ничего подобного. Единственное вероятное объяснение — разумная жизнь. Ваш вывод о том, что радиотелефон Земли имеет техногенное происхождение, никак не связан с семантикой сигналов и пауз. Вам неза-

Существует ли разумная жизнь на Земле?

чем расшифровывать эти сигналы, чтобы убедиться, что они представляют собой сообщения (допустим, на самом деле эти сигналы — связь штаба ВМФ США с атомными субмаринами, отправившимися в далекие походы).

Итак, вы как инопланетный исследователь определили, что как минимум один вид на Земле овладел радиотехнологиями. Какой? Существа, выделяющие метан? Или выделяющие кислород? Те, из-за которых зеленеют ландшафты? Или какие-то другие, менее явные, незаметные с проносящегося мимо космического корабля? В поисках такого изобретательного вида вы, вероятно, решите рассмотреть Землю со все более и более высоким разрешением и отыскать если не самих этих существ, то по крайней мере их артефакты.

Сначала вы смотрите в средний телескоп; мельчайшие детали, которые он различает, имеют по один-два километра в поперечнике. Вы не замечаете ни монументальной архитектуры, ни странных образований, ни явно искусственных модификаций ландшафта, никаких признаков жизни. Вы наблюдаете движение плотной атмосферы. Изобилующая на планете вода должна испаряться и выпадать в виде дождя. Древние ударные кратеры, хорошо заметные на Луне, спутнике Земли, на самой планете практически отсутствуют. Соответственно, должен существовать комплекс процессов, под влиянием которых формируются осадочные породы, которые затем вымываются за значительно меньшее время, нежели возраст этого мира. Итак, здесь должна быть проточная вода. Постепенно переходя ко все более и более высокому разрешению, вы обнаруживаете горные цепи, речные долины, а также многие другие признаки геологической активности на этой планете. Также встречаются странные места, которые окружены растительностью, но сами начисто ее лишены. Они выглядят как грязные пятна на поверхности.

Когда вы рассматриваете Землю со стометровым разрешением, все меняется. Оказывается, что планета покрыта прямыми

линиями, квадратами, прямоугольниками, кругами, которые где-то скучиваются вдоль речных берегов либо усеивают подножья гор, иногда тянутся по равнинам, но почти не встречаются в пустынях и высокогорьях, а в океанах и вовсе отсутствуют. Регулярность, сложность и распределение этих объектов едва ли допускают иное объяснение, кроме как результат жизнедеятельности — разумной. Правда, глубже понять функции и назначение этих структур затруднительно. Вероятно, вы лишь сможете заключить, что доминирующие на этой планете формы жизни одновременно проявляют склонности к территориальности и элементарной геометрии. При таком разрешении этих существ нельзя увидеть, тем более — что-то о них узнать.

Оказывается, что многие лишённые растительности участки обладают строгой геометрией и напоминают шахматные доски. Это города планеты. В большинстве ландшафтов (не только в городах) повсеместно распространены прямые линии, квадраты, прямоугольники, круги. Оказывается, что и сами города обладают выраженной геометричностью, в них сохранились лишь отдельные участки с растительным покровом, которые также имеют исключительно правильные очертания. Встречаются треугольные структуры, а в одном городе даже есть пятиугольник*.

Если вы сделаете снимки с метровым или более высоким разрешением, то увидите, что перекрестные прямые линии внутри городов и длинные прямые линии, соединяющие города друг с другом, заполнены обтекаемыми разноцветными существами по несколько метров в длину, которые аккуратно бегут друг за другом, образуя длинные процессии. Они очень терпеливы. Одна вереница существ останавливается, чтобы другая могла проследовать под прямым углом от нее. Периодически роли меняются. По ночам эти существа зажигают в передней части тела два ярких фонаря, чтобы видеть, куда направляются.

* Вероятно, автор имеет в виду здание Пентагона. — *Прим. ред.*

Существует ли разумная жизнь на Земле?

Немногие привилегированные существа по вечерам залезают в маленькие домики, вернувшись с работы, и отдыхают там по ночам. Но большинство существ бездомны и ночуют на улицах.

Наконец-то! Вы обнаружили создателей всех здешних технологий, доминирующую форму жизни. Улицы городов и шоссе, прорезающие ландшафты, очевидно, построены именно для этих существ. Вы уже полагаете, что начинаете понимать земную жизнь. Вероятно, вы недалеко от истины.

Если увеличить разрешение еще чуть-чуть, то можно заметить и крошечных паразитов, которые иногда влезают в доминирующие организмы или вылезают из них. Однако они играют и какую-то более значительную роль, так как стоящий на месте организм-хозяин зачастую начинает двигаться лишь после того, как будет инфицирован паразитом, а останавливается непосредственно перед тем, как паразит его покинет. Это странно. Но никто же не считает, что понять земную жизнь будет просто.

Все снимки, полученные вами до сих пор, сделаны в отраженном солнечном свете — то есть только на дневной стороне планеты. Кое-что очень интересное выясняется, когда вы пробуете сфотографировать Землю ночью. Планета освещена. Самый яркий регион вблизи от Северного полярного круга подсвечивается полярным сиянием — это естественное явление, возникающее под действием солнечных электронов и протонов, канализируемых магнитным полем Земли. Все остальное освещение — искусственное. Огни узнаваемо очерчивают те самые континенты, которые видны и днем; многие соответствуют тем городам, которые вы успели картировать. Города в основном сосредоточены на побережьях. Во внутренних континентальных регионах они явно распределены пореже. Возможно, господствующие организмы остро нуждаются в морской воде (или когда-то океанские корабли были необходимы для торговли и миграции).

Однако некоторые огни — не городские. Например, в Северной Африке, на Ближнем Востоке и в Сибири наблюдаются очень яркие источники света в сравнительно пустынных местностях. Оказывается, это промышленные факелы на месторождениях нефти и природного газа. Когда вы впервые заглянули в Японское море, там обнаружилась странная треугольная светящаяся область. Днем здесь открытый океан. Это не город. Что бы это могло быть? На самом деле это японский флот, вышедший в море для ловли кальмаров. В этом промысле используется яркая иллюминация, приманивающая косяки кальмаров навстречу смерти. В другое время этот светящийся треугольник бороздит весь Тихий океан в поисках добычи. На самом деле вы открыли суси.

Мне печально оттого, что из космоса так легко обнаружить всякую ерунду, связанную с земной жизнью, — гастрономические привычки жвачных, японскую высокую кухню, средства связи с блуждающими субмаринами, способными испепелить 200 городов — тогда как наша монументальная архитектура, величайшие инженерные шедевры, наша забота друг о друге остаются практически полностью незаметными. Это своеобразная притча.

К ДАННОМУ МОМЕНТУ ваша околоземная экспедиция может считаться крайне успешной. Вы охарактеризовали природу планеты; обнаружили на ней жизнь, нашли следы деятельности разумных существ; возможно, вы даже открыли доминирующий вид, особый пунктик которого — геометрия и прямолинейность. Определенно эта планета заслуживает более длительных и детальных исследований. Именно поэтому ваш космический аппарат задержался на околоземной орбите.

Продолжая осматривать планету, вы обнаруживаете новые странные вещи. По всей Земле дымовые трубы выбрасывают в воздух диоксид углерода и токсичные химикаты. Это же делают и представители доминирующего вида, коле-

Существует ли разумная жизнь на Земле?

сящие по дорогам. Но диоксид углерода вызывает парниковый эффект. По ходу ваших наблюдений объем углекислого газа в атмосфере стабильно увеличивается год за годом. То же касается метана и других парниковых газов. Если эта тенденция сохранится, температура на планете будет расти. При помощи спектроскопа удастся обнаружить еще один класс молекул, выбрасываемых в атмосферу, — это фреоны. Это не просто парниковые газы, они крайне разрушительно воздействуют на защитный озоновый слой. Вы присматриваетесь к Южноамериканскому континенту — как вы уже знаете, этот регион покрыт обширными влажными тропическими лесами. Каждую ночь вы наблюдаете здесь тысячи пожаров. Днем видно, что все затянуто дымом. С годами вы замечаете, что на планете становится все меньше лесов и все больше кустарниковых пустошей.

Вы рассматриваете остров Мадагаскар. Реки на нем бурные, в такой же цвет они окрашивают окружающий океан. Это перегной, вымываемый в море с такой высокой скоростью, что еще через пару десятилетий на острове просто не останется почвы. Вы замечаете, что то же самое происходит в устьях рек по всей планете?

Но без перегноя нет земледелия. Чем земляне будут питаться век спустя? Чем они будут дышать? Как они будут справляться с изменяющейся и все более опасной окружающей средой?

С орбиты вы видите: несомненно, что-то на этой планете пошло не так. Доминирующие организмы, кем бы они ни были, — те, кто приложил столько сил для окультуривания поверхности планеты, — одновременно разрушают озоновый слой, сводят леса, допускают эрозию почв и устраивают колоссальные неконтролируемые эксперименты над климатом своего мира. Разве они не замечают, что происходит? Они равнодушны к собственной судьбе? Они не в состоянии вместе позаботиться об окружающей среде, от которой зависит их существование?

Вы решаете, что, пожалуй, следует пересмотреть гипотезу о наличии разумной жизни на Земле.

ИЩЕМ ЖИЗНЬ ПОВСЮДУ: КАЛИБРОВКА

В настоящее время земные космические корабли уже облетели десятки планет, спутников, комет и астероидов. Корабли оснащены фотокамерами, приборами для измерения потоков тепла и радиоволн, спектрометрами для определения химического состава и массой других устройств. Мы не нашли ни намека на существование жизни в других мирах Солнечной системы. Но можно скептически относиться к тому, насколько мы вообще в состоянии найти жизнь где бы то ни было, особенно если она отличается от той жизни, которая нам известна. Только недавно мы провели самый очевидный калибровочный тест: вывели современный межпланетный зонд на околоземную орбиту и проверили, сможет ли он обнаружить нас. Все изменилось 8 декабря 1990 г.

«Галилео» — космический зонд НАСА, сконструированный для исследования гигантской планеты Юпитер, его спутников и колец. Аппарат был назван в честь героического итальянского ученого, сыгравшего столь важную роль в низвержении геоцентризма. Именно он впервые рассмотрел Юпитер как отдельный мир, открыл четыре его больших спутника. На пути к Юпитеру зонд должен был пролететь вблизи Венеры (один раз) и мимо Земли (дважды), чтобы ускориться под действием гравитации этих планет. В противном случае ему не хватило бы энергии, чтобы добраться до цели. Поскольку мы были вынуждены спроектировать его траекторию именно таким образом, мы смогли впервые систематически осмотреть Землю именно так, как ее наблюдали бы пришельцы.

«Галилео» прошел над Землей всего в 960 км от нее. За немногими исключениями, большинство из описанных в этой главе орбитальных снимков — в том числе фотографии

Существует ли разумная жизнь на Земле?

с объектами мельче 1 км и ночные фотографии — на самом деле были сделаны с «Галилео». При помощи «Галилео» мы смогли зафиксировать кислородную атмосферу, воду, облака, океаны, полярные льды, жизнь и разум. Когда приборы и протоколы, разработанные для исследования других планет, были применены для отслеживания экологического состояния нашей собственной планеты (в НАСА эту задачу решали вполне серьезно), данный проект с подачи астронавтки Салли Райд получил название «Миссия на планету Земля».

Другими членами исследовательской группы НАСА, вместе с которыми мы работали над проектом поисков жизни на Земле при помощи аппарата «Галилео», были: докторант В. Рейд Томпсон (Корнеллский университет), Роберт Карлсон (ЛРД), Дональд Гарнетт (Университет штата Айова) и Чарльз Хорд (Университет штата Колорадо).

Поскольку нам действительно удалось обнаружить жизнь на Земле при помощи «Галилео», не давая зонду никакой предварительной информации о том, какова должна быть эта жизнь, мы можем быть тем более уверены, что, если не сможем найти жизнь на других планетах, это будет именно отрицательный результат. Является ли такое суждение антропоцентрическим, геоцентрическим, провинциальным? Не думаю. Мы искали не только нашу биологию. Любой распространенный фотосинтезирующий пигмент, любой газ, сильно выбивающийся из равновесия с остальной атмосферой, любые поверхностные структуры, имеющие выраженные геометрические формы, любые группы огней, стабильно возникающие в ночном полушарии, любые неастрофизические источники радиоизлучения выдали бы наличие жизни. Разумеется, на Земле мы нашли только жизнь нашего типа, но в других местах могут быть обнаружены и разнообразные иные формы жизни. Мы их не нашли. Такая проверка третьей планеты подкрепляет предположение о том, что из всех миров Солнечной системы обжит лишь наш.

Мы только приступили к поискам. Может быть, жизнь кроется на Марсе или Юпитере, на Европе или Титане. Может быть, Галактика полна миров с такой же разнообразной жизнью, как и на Земле. Возможно, мы уже на пороге подобных открытий. Но если говорить о наших современных знаниях, то в настоящий момент Земля уникальна. До сих пор не известно, чтобы в других мирах обитали даже микробы, не говоря уже о технологических цивилизациях.

ТРИУМФ «ВОЯДЖЕРА»

Отправляющиеся на кораблях в море, производящие дела на больших водах, видят дела Господа и чудеса Его в пучине.

Псалтирь, 106:23 (ок. 150 г. до н. э.)

Образы, которые мы предлагаем нашим детям, определяют их будущее. Поэтому важно, что это за образы. Зачастую они становятся пророчествами, которые сбываются сами по себе. Мечты — это карты.

Я не считаю зазорным изображать даже самые суровые варианты будущего. Если мы хотим избежать их, то должны знать, что такие сценарии возможны. Но где альтернативы? Где те мечты, которые мотивируют и вдохновляют? Мы хотим получить реалистичную карту мира, которую могли бы с гордостью вручить нашим детям. Где картографы человеческого предназначения? Где образы оптимистичного будущего, таких технологий, которые были бы инструментом для улучшения человека, а не приставленным к виску дулом ружья со спусковым крючком, срабатывающим от малейшего прикосновения?

НАСА, занимаясь своей обычной работой, предлагает такие образы. Но в конце 1980-х и начале 1990-х многие воспринимали американскую космическую программу скорее как череду катастроф: так, семеро отважных американцев погибли в ходе миссии*, основная цель которой заключалась в выводе на орбиту телекоммуникационного спутника, причем этот спутник можно было запустить за меньшие деньги, никем не рискуя. А космический телескоп, отправленный на орби-

* Речь идет о шаттле «Челленджер», взорвавшемся при взлете 28 января 1986 г. — *Прим. ред.*

ту и оказавшийся страшно близоруким? Еще один случай — у зонда, запущенного к Юпитеру, не раскрылась антенна, необходимая для передачи данных на Землю. Один космический аппарат был потерян буквально перед тем, как должен был выйти на орбиту вокруг Марса. Некоторые люди содрогаются всякий раз, когда НАСА описывает очередное исследование, и мысленно посылают группу астронавтов в крошечном модуле на высоту больше 300 км, где эта капсула бесконечно вращается, а затем исчезает в никуда. По сравнению с блестящими достижениями роботизированных миссий просто поразительно, как редко пилотируемые космические экспедиции приводят к фундаментальным научным открытиям. Если не считать ремонта недоброкачественных или барахлящих спутников или запуска спутников, которые с тем же успехом можно было вывести в космос на беспилотной ракете-носителе, уже с 1970-х пилотируемые полеты, казалось, не могли выдавать таких результатов, которые были бы сопоставимы со стоимостью экспедиций. Кто-то рассматривал НАСА в качестве «подставной» организации для реализации грандиозных схем по доставке оружия в космос, несмотря на то что во многих обстоятельствах оружие на орбите — легкая мишень. В самом НАСА проявлялись многочисленные симптомы старения, атеросклероза, чрезмерной осторожности, постылой бюрократии. Возможно, сейчас эта тенденция начинает меняться.

Но такая критика — во многом совершенно обоснованная — не должна помешать нам увидеть и триумфы НАСА, достигнутые в тот же период: первые исследования систем Урана и Нептуна, ремонт телескопа «Хаббл» прямо на орбите, доказательство того, что существование галактик согласуется с теорией Большого взрыва, первые наблюдения астероидов крупным планом, составление карты Венеры от полюса до полюса, наблюдение за разрушением озонового слоя, демонстрация существования черной дыры в центре соседней галактики

(причем масса этой дыры в миллиарды раз превышает солнечную), а также исторические начинания по совместным космическим проектам США с Россией.

Космические программы обладают долгосрочным, пророческим и даже революционным потенциалом. Телекоммуникационные спутники связывают отдельные регионы планеты, играют ключевую роль в глобальной экономике, а при помощи телевидения ненавязчиво доносят до нас важнейший факт: мы живем в глобальном обществе. Метеорологические спутники прогнозируют погоду, спасают людей от ураганов и торнадо, ежегодно позволяют экономить миллиарды долларов, которые раньше тратились из-за потерь урожаев. Спутники военной разведки и аппараты, отслеживающие выполнение международных договоров, способствуют безопасности отдельных наций и всей мировой цивилизации; на планете, где есть десятки тысяч боеголовок, эти спутники остужают пыл горячих голов и параноиков по любые стороны конфликтов. Спутники — важнейший инструмент выживания в этом беспокойном и непредсказуемом мире.

Спутники для наблюдения за Землей, особенно аппараты нового поколения, которые вскоре будут выведены на орбиту, отслеживают сохранность глобальной окружающей среды: парниковый эффект, эрозию плодородных почв, истончение озонового слоя, океанские течения, кислотные дожди, воздействие наводнений и засух, а также новые опасности, которые мы пока не обнаружили. Это настоящая планетарная гигиена.

Уже существуют системы глобального позиционирования, позволяющие определить ваше местоположение путем триангуляции с нескольких спутников. Вооружившись небольшим инструментом, не превышающим по размеру современный коротковолновый радиоприемник, вы можете с высокой точностью определить широту и долготу, под которыми находитесь. Больше не потеряется рухнувший самолет, корабль в тумане и на мели, водитель в незнакомом городе.

Астрономические спутники, чьи объективы направлены за пределы земной орбиты, ведут потрясающе точные наблюдения. Они проводят самые разнообразные исследования — от возможного существования планет у ближайших звезд до происхождения и судьбы Вселенной. Планетные зонды с близкого расстояния изучают роскошную россыпь миров Солнечной системы, сравнивая их судьбы с нашей.

Все эти исследования являются перспективными, воодушевляющими, волнующими и экономически выгодными. Ни одна из этих программ не требует пилотируемых экспедиций. Основная проблема, определяющая перспективы НАСА и являющаяся ключевой темой этой книги, — насколько последовательны и резонны те аргументы, которые сегодня выдвигаются в пользу пилотируемых космических полетов. Стоит ли игра свеч?

Но сначала давайте рассмотрим перспективы оптимистического будущего, которые вырисовываются благодаря космическим аппаратам, прокладывающим путь среди планет.

«Вояджер-1» и «Вояджер-2» — это космические зонды, открывшие человеческому роду Солнечную систему, проторившие путь для будущих поколений. До запуска этих аппаратов в августе и сентябре 1977 г. мы практически ничего не знали о большинстве планет Солнечной системы. За последовавшие двенадцать лет «Вояджеры» предоставили нам первые детальные данные о многих новых мирах, изучив их с близкого расстояния. Некоторые из этих миров ранее были известны лишь как размытые диски, которые мы наблюдали через окуляры наземных телескопов, другие казались просто светящимися точками, а о существовании третьих мы даже не подозревали. «Вояджеры» по-прежнему посылают нам массу данных.

Эти аппараты поведали нам о чудесах других миров, об уникальности и хрупкости нашего, о рождениях и закатах. Они открыли нам самые отдаленные уголки Солнечной системы.

Именно они впервые исследовали тела, которые, возможно, станут родиной наших далеких потомков.

Современные американские ракеты-носители слишком слабы, чтобы за считанные годы доставить подобный зонд к Юпитеру и дальше на одной лишь энергии ракетного двигателя. Но если подойти к делу с умом (и если повезет), мы можем поступить иначе. Можно (как и в случае с «Галилео», совершившим такой вираж спустя несколько лет) пролететь вблизи одной из планет, воспользоваться эффектом гравитационной пращи так, чтобы сама планета подтолкнула зонд к следующей. Это называется «гравитационный маневр». Практически никаких затрат, только изобретательность. Все равно что ухватиться за стойку движущейся мимо карусели, чтобы она ускорила вас и забросила в каком-то новом направлении. Ускорение корабля компенсируется за счет замедления орбитального движения планеты вокруг Солнца. Но поскольку планета невероятно массивна по сравнению с кораблем, ее торможение остается совершенно незаметным. Каждый из «Вояджеров» получил от Юпитера дополнительную скорость более 64 000 км/ч. Соответственно, орбитальное движение Юпитера вокруг Солнца замедлилось. Но насколько? Спустя 5 млрд лет, когда Солнце превратится в разбухший красный гигант, Юпитер из-за встречи с «Вояджером» пройдет по своей орбите на 1 мм меньше.

«Вояджер-2» воспользовался редким расположением планет. Близкий пролет мимо Юпитера позволил ему добраться до Сатурна, таким же образом зонд полетел от Сатурна к Урану, от Урана к Нептуну и от Нептуна отправился к звездам. Но такой маневр нельзя совершить когда заблагорассудится: предыдущая возможность сыграть в такой небесный бильярд могла представиться только в годы президентства Томаса Джефферсона*. В те времена мы исследовали мир еще только

* Томас Джефферсон (1743–1826) был третьим президентом США и занимал этот пост в 1801–1809 гг. — *Прим. пер.*

верхом, на каноэ и парусниках. Совсем немного оставалось до изобретения паровых — новой революционной технологии.

Поскольку финансирования не хватало, Лаборатория реактивного движения НАСА могла сконструировать аппарат, который гарантированно смог бы функционировать лишь до Сатурна. Что будет дальше — оставалось только гадать. Однако, поскольку инженерная часть проекта была выполнена безупречно, а также потому, что специалисты, которые вели корабль при помощи радиосигналов, учились быстрее, чем начинала сдавать техника, оба «Вояджера» смогли исследовать и Уран, и Нептун. На момент написания этой книги «Вояджеры» передают данные от самой далекой из известных планет Солнечной системы.

Как правило, мы гораздо больше слышим об изумительных открытиях, чем о кораблях, которые их принесли, либо о корабелях. Так было всегда. Даже в исторических книгах, восторженно описывающих путешествия Христофора Колумба, почти ничего не рассказывается о тех, кто построил «Нинью», «Пинту» и «Санта-Марию», либо об устройстве каравеллы*. Эти корабли, их конструкторы, плотники, навигаторы и техники позволяют оценить истинные возможности науки и инженерии, ничем не стесненной в достижении четко поставленных мирных целей. Эти ученые и мастера должны быть примерами для Америки, стремящейся к совершенству конкурентоспособности. Их лица должны быть на наших марках.

Пролетая мимо каждой из четырех планет-гигантов — Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, один или оба зонда исследовали саму планету, ее кольца и спутники. В 1979 г., достигнув Юпитера, они попали под настоящий град захваченных плане-

* Каравелла — средневековый испанский и португальский корабль, распространенный в XV–XVI вв. Если быть точным, в первой экспедиции Колумба только «Пинта» и «Нинья» были каравеллами, а «Санта-Мария» была караккой — более мощным кораблем. — *Прим. пер.*

той заряженных частиц, в тысячу раз интенсивнее облучения, смертельного для человека. Окунувшись в такую радиацию, «Вояджеры» открыли кольца гигантской планеты, на спутнике Ио первые действующие вулканы, обнаруженные за пределами Земли, а также на спутнике Европа, возможно, подледный океан в безвоздушном мире — и это лишь немногие из массы удивительных находок. Минуя Сатурн (в 1980-м и 1981 г.), зонды прорвались сквозь ледяные вихри и нашли не несколько, а тысячи колец. Они исследовали замерзшие спутники, которые по загадочным причинам подтаивали сравнительно недавно, а также большой мир, где, вероятно, имеется океан, состоящий из жидких углеводородов и укрытый облаками органических веществ.

25 января 1986 г. «Вояджер-2» вошел в систему Урана и сообщил о целой череде чудес. Контакт с Ураном продолжался всего несколько часов, но данные, исправно переданные на Землю, произвели революцию в наших знаниях об этой аквамариновой планете, ее 15 спутниках, угольно-черных кольцах и поясе из захваченных высокоэнергетических заряженных частиц. 25 августа 1989 г. «Вояджер-2» промчался через систему Нептуна, запечатлел слабо освещенные далеким Солнцем калейдоскопические узоры облаков и удивительный спутник, где через невероятно тонкую атмосферу проносятся струйки мельчайших органических частиц. В 1992 г., пролетая мимо самой отдаленной из известных планет Солнечной системы, оба «Вояджера» зафиксировали радиоизлучение. Предполагается, что оно исходит от еще более отдаленной гелиопаузы — того места, где солнечный ветер уступает место звездному.

Поскольку мы прикованы к Земле, приходится рассматривать далекие звезды через искажающий их воздушный океан. Большая часть испускаемого ими ультрафиолетового, инфракрасного излучения и радиоволн не проникает через нашу атмосферу. Вполне понятно, почему космические аппараты произвели такую революцию в изучении Солнечной системы:

они выходят в кристально-чистый космический вакуум, приближаются к интересующим нас целям, пролетают мимо них, как «Вояджер», либо выходят на их орбиты или даже садятся на небесные тела.

Эти космические зонды передали на Землю 4 трлн бит информации, что эквивалентно 100 000 энциклопедических томов. В книге «Космос» я описывал контакты «Вояджер-1» и «Вояджер-2» с Юпитером и его спутниками. Ниже я подробнее расскажу об их встречах с Сатурном, Ураном и Нептуном.

НЕПОСРЕДСТВЕННО ПЕРЕД ТЕМ, КАК «ВОЯДЖЕР-2» должен был войти в систему Урана, в проекте миссии предусматривался последний маневр: краткий запуск бортовых реактивных двигателей для корректировки курса корабля, чтобы он смог пройти по заранее заданному пути среди стремительных спутников. Но оказалось, что корректировать курс не требуется. Аппарат уже находился в пределах 200 км от заданной траектории, успев к этому времени пройти по дуге длиной более 5 млрд км. Это все равно что с расстояния 50 км попасть булавкой в игольное ушко либо выстрелить из винтовки в Вашингтоне и попасть в яблочко в Далласе*.

По радио на Землю была передана бесценная информация о далекой планете. Но к тому моменту, как радиотелескопы поймали сигнал, пришедший от Нептуна, «Вояджер» был уже так далеко от Земли, что мощность сигнала составила всего 10^{-16} Вт (пятнадцать нулей и единица после запятой). Этот сигнал настолько же слабее света обычной настольной лампы, насколько диаметр атома меньше расстояния от Земли до Луны. Все равно что услышать шажок амебы.

Миссия задумывалась в конце 1960-х. Первое финансирование поступило в 1972-м. Однако проект не был одобрен в окончательном виде (в частности, не предусматривал кон-

* Примерно 1900 км. — Прим. ред.

тактов с Ураном и Нептуном) до тех самых пор, пока зонды не завершили исследование Юпитера. «Вояджеры» были запущены в космос на ракете-носителе «Титан-Центавр» одноразового использования. «Вояджер» весит около тонны, он мог бы полностью занять небольшой домик. Каждый зонд потребляет около 400 Вт энергии — существенно меньше, чем среднее американское домовладение, — и питается от генератора, вырабатывающего энергию на основе распада радиоактивного плутония. Если бы корабль работал на солнечных батареях, то доступная ему энергия постоянно оскудевала бы по мере удаления аппарата от Солнца. Если бы не ядерная энергия, «Вояджер» не передал бы вообще никаких данных с границы Солнечной системы и, возможно, смог бы что-нибудь сообщить только о Юпитере.

Электрический ток, пронизывающий оборудование зонда, порождает достаточно сильное магнитное поле, которое совершенно не позволило бы чувствительным приборам измерять межпланетные магнитные поля. Поэтому магнитометр был установлен на конце длинной штанги, как можно дальше от источника электрических помех. Так что под определенным углом «Вояджер» немного похож на дикобраза. Камеры, спектрометры, работающие в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах, а также прибор под названием фотополариметр расположены на гиросtabilизированной сканирующей платформе, вращением которой можно дистанционно управлять — так, чтобы нацелить ее на то или иное небесное тело. Чтобы данные можно было прицельно ретранслировать на Землю, аппарат должен иметь ее координаты и ориентировать по ним свою антенну. Он также должен знать, где находится Солнце и как минимум одна яркая звезда, чтобы ориентироваться в трехмерном пространстве и аккуратно прицеливаться на любое космическое тело, мимо которого пролетает. Если нет возможности точно сориентировать камеру, то нет нужды и пересылать изображения на миллиарды километров.

Каждый из этих космических зондов стоит примерно столько же, сколько современный стратегический бомбардировщик. Но в отличие от бомбардировщика «Вояджер» после запуска уже нельзя вернуть в ангар и отремонтировать. Соответственно, компьютеры и электроника этих аппаратов проектировались с большим запасом. Основное оборудование, в том числе критически важный радиоприемник, имеют как минимум одно дублирующее устройство, ожидающее вызова до тех пор, пока не возникнет такая необходимость. Когда любой из «Вояджеров» сталкивается с проблемами, бортовые компьютеры задействуют разветвленную логику решения нештатных ситуаций, чтобы выработать адекватный план действий. Если это не помогает, зонд отправляет в ЦУП сигнал о помощи.

По мере того как «Вояджеры» все дальше уходят от Земли, увеличивается и длительность обмена радиосигналами. К тому моменту, как «Вояджер» достиг орбиты Нептуна, это время уже достигает около 11 часов. Соответственно, в случае аварии зонд должен «суметь» самостоятельно перейти в ждущий режим до тех пор, пока не получит инструкций с Земли. По мере износа оборудования сбои должны происходить все чаще, как в аппаратном, так и в программном обеспечении «Вояджера». Однако до сих пор не наблюдается никакой серьезной деградации аппарата — образно говоря, «механической болезни Альцгеймера».

Это не означает, что «Вояджер» безупречен. Бывали в его работе и критические накладки, ставившие под угрозу всю миссию. Во всех подобных случаях собирается специальная группа инженеров — некоторые из них участвуют в программе «Вояджер» с самого начала — и приступает к проработке проблемы. Специалисты ищут причины ее появления, а также опираются на уже имеющийся опыт работы с неисправными подсистемами. Ставятся эксперименты на оборудовании, идентичном тому, что установлено на «Вояджере», но никогда не покидавшем Земли. Иногда даже изготавливается мно-

жество экземпляров отказавшего компонента, чтобы рассмотреть нештатную ситуацию со статистической точки зрения.

В апреле 1978 г., почти через восемь месяцев после запуска, на подходе к поясу астероидов аппарат пропустил команду с Земли (это была человеческая ошибка), в результате чего его бортовой компьютер переключился с основного радиоприемника на резервный. В ходе следующего сеанса связи между ЦУП и зондом резервный приемник не смог захватить сигнал с Земли. Отказал конденсатор автоподстройки частоты. Через семь дней, в течение которых «Вояджер-2» оставался недоступен, его программа защиты от отказов внезапно приказала резервному приемнику выключиться, а основному — снова включиться. Удивительно — причина этого до сих пор неизвестна, — но через несколько секунд отказал основной приемник. Он так больше и не заработал. В довершение всего бортовой компьютер теперь упрямо пытался использовать именно основной приемник. В результате этой злосчастной череды человеческих и машинных ошибок корабль находится в серьезной опасности. Никто не мог придумать, как вновь настроить «Вояджер-2» на работу с резервным приемником. Но даже если бы это удалось сделать, резервный приемник не смог бы получать команды с Земли из-за того самого сломавшегося конденсатора. Многие участники проекта тогда решили, что все пропало.

Но спустя неделю, в течение которой упрямо игнорировались все команды, инструкции по автоматическому переключению между приемниками были приняты и запрограммированы в норовистом бортовом компьютере. В течение той же недели инженеры ЛРД разработали новую последовательность управления частотами команд, чтобы убедиться, что важнейшие «приказы» будут правильно интерпретированы поврежденным резервным приемником.

Инженерам удалось восстановить связь с аппаратом, пусть и на примитивном уровне. К сожалению, теперь резервный приемник немного «поплыл», чувствительно реагируя

на изменение температуры, вызванное включением-выключением разнообразных компонентов аппарата. В течение следующих месяцев инженеры ЛРД разработали и провели тесты, позволившие подробно изучить температурные тонкости большинства эксплуатационных режимов корабля: в каких условиях могут или не могут приниматься команды, поступающие с Земли?

Располагая этой информацией, удалось полностью обойти проблему с резервным приемником. Впоследствии корабль успешно принял с Земли все команды с инструкциями, как собирать информацию в системах Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Инженеры спасли миссию. Чтобы перестраховаться, в течение большей части дальнейшего полета «Вояджер-2» номинальный объем данных о следующей по курсу планеты обязательно заносился в бортовой компьютер — на случай, если корабль вновь «оглохнет».

Еще одна жуткая поломка произошла в августе 1981 г., сразу после того, как «Вояджер-2» показался из-за Сатурна (если смотреть с Земли). Сканирующая платформа интенсивно вращалась, фокусируясь на кольцах, спутниках и самой планете — период близкого контакта был очень недолгим. И вдруг платформу заклинило. Это было ужасно: мы знали, что корабль пролетает мимо невиданных чудес, которые мы не сможем увидеть в ближайшие годы или десятилетия, а злосчастный аппарат вперился в пустоту, игнорируя все на своем пути.

Вращение сканирующей платформы обеспечивают специальные приводы, работающие на зубчатых передачах. Поэтому для начала инженеры ЛРД организовали имитацию миссии и запустили привод, идентичный тому, что был на корабле. Привод отказал через 348 оборотов; между тем на корабле такой же привод успел совершить 352 оборота. Оказалось, что проблема связана со смазкой. Отлично — и что дальше? Естественно, нельзя было доставить на «Вояджер» масленку.

Инженеры решили проверить, удастся ли запустить отказавший привод, попеременно нагревая и остужая его. Может быть, из-за такого термического воздействия детали привода будут расширяться и сжиматься с разной скоростью и система разблокируется? Эта гипотеза была протестирована в лаборатории на специально изготовленных приводах, и результат оказался триумфальным: действительно, таким образом можно сдвинуть с места сканирующую платформу в космосе. Кроме того, технологи разработали способы заблаговременной диагностики других процессов, которые могли бы спровоцировать отказ привода, чтобы при их возникновении заранее решить проблему. Впоследствии сканирующая платформа «Вояджера-2» работала превосходно. Все снимки, сделанные в системах Урана и Нептуна, получены благодаря этой работе. Инженеры вновь спасли ситуацию.

«Вояджеры-1, 2» проектировались только для исследования систем Юпитера и Сатурна. Действительно, траектории кораблей должны были вынести их к Урану и Нептуну, но официально эти планеты никогда не рассматривались в качестве целей проекта «Вояджер»: не предполагалось, что корабли смогут функционировать так долго. Поскольку мы хотели поближе рассмотреть таинственный спутник Сатурна Титан, «Вояджер-1» повернул к нему от Сатурна и отправился по пути, на котором не лежит ни один из известных миров. Именно «Вояджер-2» добрался до Урана и Нептуна и исследовал их с невероятным успехом. На таких огромных расстояниях солнечный свет становится все слабее, а передача радиосигнала на Землю требует все больше времени. Это были серьезные, пусть и предсказуемые проблемы, и их также предстояло решить инженерам ЛРД.

Поскольку в районе Урана и Нептуна довольно темно, телекамеры «Вояджера» должны были снимать с длительной экспозицией. Но, например, через систему Урана корабль летел так быстро (на скорости около 56 000 км/ч), что изображение

получилось бы смазанным и нечетким. Чтобы компенсировать этот эффект, весь зонд при съемке должен был поворачиваться вместе с телекамерой, чтобы ее собственное движение было сведено к нулю — примерно как при съемке уличной панорамы из автомобиля в направлении, противоположном курсу движения машины. Возможно, в теории это просто, но не на практике. Приходится нейтрализовать даже самые слабые движения. При нулевой гравитации даже пуск и остановка бортового магнитофона могут весьма заметно встряхнуть аппарат, и картинка смажется.

Проблему удалось решить, управляя маленькими ракетными двигателями зонда (так называемыми «микродвигателями»), крайне чувствительными устройствами. Небольшие газовые импульсы в начале и в конце каждой последовательности приема данных позволили компенсировать толчки магнитофона, слегка встряхивая весь корабль. Чтобы справиться с малой мощностью радиосигнала, достигающего Земли, инженеры разработали новый, более эффективный способ записи данных, а между радиотелескопами на Земле наладили электронную связь, чтобы повысить их чувствительность. В целом можно было сказать, что на подлете к Урану и Нептуну съемочная система во многих отношениях работала лучше, чем у Сатурна и даже у Юпитера.

Миссия «Вояджер» еще не закончена. Разумеется, существует вероятность, что уже завтра на корабле откажет какая-нибудь критически важная система, но если учитывать только период полураспада плутониевого топлива, то «Вояджеры» должны быть в состоянии передавать на Землю информацию вплоть до 2015 г.*

«Вояджер» — умная машина, причем не без человеческих качеств. Он расширяет наши горизонты до дальних миров. При решении простых задач и краткосрочных проблем «Вояд-

* Сейчас есть надежда, что связь с аппаратами продлится до 2025 г. — Прим. ред.

жер» руководствуется собственным интеллектом, но более сложные задачи и долгосрочные трудности требуют участия коллективного разума и опыта инженеров ЛРД. Разумеется, такая тенденция будет все заметнее. «Вояджеры» воплощают технологию начала 1970-х; если бы космический аппарат для такой миссии проектировался сегодня, то он был бы оснащен потрясающими новыми технологиями, касающимися искусственного интеллекта, миниатюризации, скорости обработки данных, возможности самодиагностики и ремонта, а также обучения на собственном опыте. Кроме того, такой зонд обошелся бы гораздо дешевле.

Во многих условиях, опасных для человека — как на Земле, так и в космосе, — будущее за альянсом людей и роботов, причем два «Вояджера» — признанные пражуры и пионеры в этой области. Аварии на ядерных объектах, катастрофы в шахтах, глубоководные исследования и археология, производство, изучение вулканических недр и работа по дому — вот лишь некоторые сферы, которые могут коренным образом измениться, если наготове будет множество умных, мобильных, компактных и послушных роботов, которые к тому же смогут диагностировать собственные неполадки и ремонтировать сами себя. Вероятно, в ближайшем будущем их племя умножится.

Житейский опыт подсказывает, что большинство государственных проектов заканчивается катастрофой. Но проект «Вояджер» был реализован государством вместе с еще более страшной конторой — академией. Зонды оправдали себя по стоимости, по сроку службы и кардинально превзошли собственные проектные показатели — как и самые смелые мечты своих создателей. Эти прекрасные машины, не предназначенные поработать, калечить и разрушать, символизируют нашу исследовательскую жилку, тягу к путешествиям по Солнечной системе и за ее пределами. Открывая настоящие сокровища, такая технология предоставляет их всем людям во всем мире. За последние несколько десятилетий это был единственный

проект Соединенных Штатов, восторженно воспринятый многими, кто с отвращением относится к американской политике, как и теми, кто во всем соглашается с США. За срок от запуска до выхода к Нептуну «Вояджеры» обошлись каждому американцу менее чем в пенни за год. Межпланетные полеты относятся к тем начинаниям (здесь я имею в виду не только США, но и все человечество в целом), которые удаются нам особенно хорошо.

СРЕДИ СПУТНИКОВ САТУРНА

Попробуй сядь султаном в окружении Сатурновых лун.

Герман Мелвилл. Моби Дик (1851)

Существует мир, средний по размеру между Луной и Марсом, верхние слои атмосферы которого искрятся электричеством, а вечные бурые облака подернуты странным темно-оранжевым оттенком, и самая настоящая органика выпадает с небес на неизведанную сушу под облаками. Этот мир находится так далеко, что даже свет от Солнца летит к нему более часа. Космический аппарат тратит на этот путь целые годы. В этом мире еще полно тайн — в частности, не известно, есть ли там большие океаны*. Однако мы знаем о нем вполне достаточно, чтобы понимать, что в пределах нашей досягаемости может быть место, где прямо сейчас разворачиваются именно такие процессы, которые миллиарды лет назад привели к возникновению жизни на Земле.

В нашем родном мире протекает долгосрочный — и в некотором отношении весьма многообещающий — эксперимент по эволюции материи. Возраст древнейших известных окаменелостей — 3,6 млрд лет. Разумеется, жизнь должна была зародиться гораздо раньше. Но 4,2 или 4,3 млрд лет назад Землю так сильно сотрясало на последних этапах ее формирования, что жизнь еще не могла возникнуть. Из-за чудовищных столкновений с космическими телами суша плавилась,

* Многие тайны были раскрыты в ходе миссии «Кассини–Гюйгенс» уже после написания этой книги. — *Прим. ред.*

океаны превращались в пар, а та атмосфера, которая успевала скопиться с момента последнего столкновения, улетучивалась в космос. Итак, около 4 млрд лет назад возникло довольно узкое окно — пожалуй, всего лишь около 100 млн лет, — за которое возникли древнейшие из наших предков. Как только сложились подходящие условия, жизнь развилась очень быстро. Каким-то образом. Первые живые существа, вероятно, были неказисты — значительно менее приспособлены, чем самые примитивные нынешние микробы; пожалуй, они едва могли воспроизводить грубые копии самих себя. Но естественный отбор, основополагающий процесс, впервые непротиворечиво описанный Чарльзом Дарвином, оказался инструментом такой невероятной силы, что даже от самых скромных истоков на Земле в итоге возникла необычайно богатая и прекрасная биосфера.

Эти первые живые существа состояли из частей, компонентов, кирпичиков, которые сформировались сами по себе — то есть под действием законов физики и химии на безжизненной Земле. Строительные блоки всей земной жизни называются органическими молекулами — молекулами на основе углерода. Из колоссального количества тех органических молекул, которые могут существовать, лишь немногие составляют основу жизни. Два важнейших класса таких молекул — это аминокислоты, сырье для белков, и нуклеотидные основания, компоненты нуклеиновых кислот. Откуда же взялись эти молекулы прежде, чем возникла жизнь? Существует лишь два источника: извне или с самой Земли. Нам известно, что в древности Земля гораздо чаще подвергалась ударам комет и астероидов. Эти маленькие миры являются настоящими кладовыми органических молекул, и при столкновении некоторые молекулы могли уцелеть. Здесь я расскажу о «доморощенном», а не «импортном» добре: о тех органических молекулах, которые образовались в атмосфере и в водах первозданной Земли.

К сожалению, мы почти ничего не знаем о составе древней атмосферы, а органические молекулы очень легко образуются в одних атмосферах и почти не возникают в других. На молодой Земле не могло быть большого количества кислорода, поскольку кислород выделяют зеленые растения, которых еще не существовало. Вероятно, в атмосфере было больше водорода, так как водород очень распространен во Вселенной и утекает из верхних слоев земной атмосферы в космос лучше, чем какой-либо иной элемент (поскольку водород очень легкий). Если бы мы попытались вообразить различные возможные ранние атмосферы, то могли бы и воспроизвести их в лабораторных условиях, наполнить определенной энергией и посмотреть, какие органические вещества при этом образуются и в каких количествах. С годами такие эксперименты зарекомендовали себя как стимулирующие и многообещающие. Но наше незнание исходных условий ограничивает их значение.

Нам нужен настоящий мир, атмосфера которого по-прежнему содержит некоторые из газов, богатых водородом; мир и в других отношениях напоминающий Землю; мир, где органические первокирпичики жизни обильно образуются в наше время; мир, где мы можем поискать наши истоки. В Солнечной системе есть всего одно такое место*. Это Титан, большой спутник Сатурна. Его диаметр около 5150 км, что составляет чуть менее половины земного. Титан совершает полный оборот вокруг Сатурна за 16 земных суток.

Ни один мир не является точной копией другого, и как минимум по одному показателю Титан сильно отличается от первоизданной Земли. Поскольку он расположен так далеко от Солнца, на его поверхности крайне холодно — гораздо холоднее точки замерзания воды, около -180°C . Итак, если Земля на момент зарождения жизни была, как и сейчас, в основном покрыта

* Могло не быть и одного. Нам просто повезло, что у нас есть возможность изучать такой спутник. В остальных мирах либо слишком много водорода, либо недостаточно, либо вообще нет атмосфер. — *Прим. авт.*

океанами, то на Титане не может быть океанов жидкой воды (океаны, состоящие из иной жидкости, — другое дело, как мы вскоре увидим). Тем не менее низкие температуры обеспечивают и одно преимущество: органические молекулы, образующиеся на Титане, хорошо сохраняются. Чем выше температура, тем быстрее распадаются молекулы. На Титане те молекулы, которые, подобно манне небесной, выпадали на поверхность в течение последних 4 млрд лет, по-прежнему могут оставаться в сохранности, почти неизменными, глубоко замороженными, ожидая земных химиков.

БЛАГОДАря ИЗОБРЕТЕНИЮ ТЕЛЕСКОПА в XVII в. удалось открыть множество новых миров. В 1610 г. Галилей впервые заметил четыре крупных спутника Юпитера. Система Юпитера напоминала Солнечную систему в миниатюре: маленькие спутники летали вокруг Юпитера, точно как, по мысли Коперника, планеты обращаются вокруг Солнца. Это был еще один удар по геоцентризму. Сорок пять лет спустя прославленный голландский физик Христиан Гюйгенс открыл спутник, обращающийся вокруг Сатурна, и назвал его Титаном*. Это была яркая точка, удаленная на миллионы километров, блиставшая отраженным солнечным светом. Со времен открытия Титана, когда в Европе мужчины носили длинные пышные парики, до конца Второй мировой войны, когда американцы стали предпочитать ежик, о Титане не удалось узнать практически ничего, за исключением одного факта: спутник имеет странный рыжевато-коричневый цвет. Наземные телескопы теоретически позволяли различить на Титане лишь некоторые загадочные детали. На рубеже XIX–XX вв. испанский астроном Х. Комас Сола сообщил о слабых и косвенных доказательствах в пользу того, что у Титана есть атмосфера.

* Не потому, что считал этот спутник громадным, а потому, что представители второго поколения богов в греческой мифологии назывались титанами. — *Прим. авт.*

В определенном смысле я рос под сенью Титана. Я писал докторскую диссертацию в Чикагском университете под руководством Джерарда Койпера — астронома, который смог убедительно доказать, что атмосфера у Титана действительно есть. Койпер — голландец, прямой интеллектуальный потомок Христиана Гюйгенса. В 1944 г., изучая Титан через спектроскоп, Койпер с изумлением обнаружил в его атмосфере характерные спектральные линии метана. Направил телескоп на Титан — появились линии метана*, отвернул телескоп от спутника — ни следа метана. Но считалось, что спутники не могут удерживать плотную атмосферу — так, у Луны никакой атмосферы нет. Титан же обладал атмосферой. Койпер понял, что, несмотря на слабость гравитации Титана по сравнению с земной, атмосфера вокруг спутника сохраняется по той простой причине, что в верхних слоях этой атмосферы очень холодно. Молекулы просто не развивают достаточной скорости, чтобы преодолеть притяжение Титана и в больших количествах утекать в космос.

Дэниэл Харрис, ученик Койпера, убедительно доказал, что Титан красноватый. Возможно, мы видим на нем такую же ржавую поверхность, как на Марсе. Чтобы еще кое-что узнать о Титане, можно было измерить поляризацию отражаемого им солнечного света. Обычный солнечный свет не поляризован. Джозеф Веверка, в настоящее время сотрудник Корнеллского университета, был моим аспирантом в Гарварде; можно сказать, Койпер приходился ему «научным дедушкой». В своей докторской диссертации, которую Веверка защитил около 1970 г., он описал измерения поляризации Титана и открыл, что она изменяется в зависимости от относительного расположения самого Титана, Солнца и Земли. Но это явление совершенно

* В атмосфере Титана нет существенного количества кислорода, поэтому метан не слишком выбивается из химического равновесия (в отличие от ситуации в земной атмосфере), и его присутствие ни в коем случае не является признаком жизни. — *Прим. авт.*

не походило на аналогичные изменения, скажем, у Луны. Веверка пришел к выводу, что характер подобных изменений согласуется с наличием обширных облаков или дымки на Титане. Рассматривая этот спутник через телескоп, мы не видим его поверхность. Мы ничего не знаем о том, какова эта поверхность. Не представляем, насколько глубоко под облаками она находится.

Итак, к началу 1970-х гг. благодаря наследию Гюйгенса и его интеллектуальных потомков мы как минимум узнали, что у Титана плотная, насыщенная метаном атмосфера, что он, вероятно, окутан вуалью красноватых облаков или аэрозольной дымкой. Но какие облака могут быть рыжими? В начале 1970-х гг. мы с коллегой Бишуном Харе ставили в Корнелле эксперименты: облучали различные модели насыщенной метановой атмосферы ультрафиолетом или потоками электронов. В результате у нас получался красноватый или коричневатый осадок; это вещество покрывало стенки лабораторных сосудов. Мне казалось, что если богатый метаном Титан имеет красновато-коричневые облака, то они вполне могут походить по составу на то вещество, которое мы получали в лаборатории. Мы называли этот материал «толин», что в переводе с греческого означает «мутный». Сначала мы могли только гадать, из чего состоит толин. Он представлял собой некую вязкую органику, образующуюся при распаде исходных молекул и при последующей рекомбинации молекулярных фрагментов, состоящих из атомов углерода, водорода и азота.

Слово «органика» не подразумевает биологического происхождения. По давней традиции, закрепившейся в химии более века назад, молекулы называются «органическими», просто если их основу образуют атомы углерода (за исключением немногих простейших молекул, например, монооксида углерода CO или диоксида углерода CO₂). Поскольку в основе земной жизни лежат органические соединения, а Земля в течение какого-то времени была *безжизненной*, органические молеку-

лы на нашей планете должны были образоваться в результате каких-то процессов еще до возникновения первых организмов. Возможно, предположил я, что-то подобное происходит сегодня на Титане.

В 1980-м и 1981 г. в систему Сатурна прибыли «Вояджер-1» и «Вояджер-2» — это были эпохальные события в изучении Титана. Датчики ультрафиолетового, инфракрасного и радиоизлучения позволили определить через атмосферу, каковы давление и температура на Титане — от скрытой поверхности до границы между атмосферой и космосом. Мы узнали, на какой высоте находятся верхушки облаков. Выяснилось, что атмосфера Титана в основном состоит из азота N_2 — как и нынешний земной воздух. Другой важнейшей ее составляющей, как правильно предположил Койпер, является метан CH_4 — то самое сырье, из которого на Титане образуются органические молекулы.

На Титане было обнаружено множество простых органических молекул, в основном углеводов и нитрилов. В самых сложных из этих молекул содержится по четыре «тяжелых» атома (углерода и/или азота). Молекулы углеводов состоят только из атомов углерода и водорода, самые известные углеводороды — это природный газ, нефть и парафины. (Они заметно отличаются от углеводов, таких как сахара и крахмал; в углеводах содержатся еще и атомы кислорода.) Нитрилы — это молекулы, содержащие атомы углерода и азота, связанные особым образом. Самый известный нитрил — это HCN , газ циановодород, смертельный для человека. Но циановодород — одно из звеньев того процесса, в результате которого на Земле возникла жизнь.

Было соблазнительно обнаружить эти простые органические молекулы в верхних слоях атмосферы Титана — даже если их доля составляет одну на миллион или на миллиард других молекул. Могла ли подобная атмосфера существовать на девственной Земле? В настоящее время масса атмосферы Титана

примерно в десять раз больше земной, но и молодая Земля также могла обладать более плотной атмосферой.

Более того, «Вояджер» открыл обширную область высокоэнергетических электронов и протонов, окружающих Сатурн; они захвачены магнитным полем планеты. Титан, обращаясь вокруг Сатурна, то окунается в эту магнитосферу, то выныривает из нее. Пучки электронов (плюс солнечный ультрафиолет) бомбардируют верхние слои атмосферы Титана точно так же, как заряженные частицы (и солнечный ультрафиолет) попадали в атмосферу первозданной Земли.

Поэтому кажется совершенно логичным попробовать облучать подходящую смесь метана и азота ультрафиолетовыми лучами или пучками электронов при очень низком давлении и попытаться определить, какие более сложные молекулы удастся получить таким образом. Можно ли смоделировать процессы, происходящие в верхних слоях атмосферы Титана? В нашей корнеллской лаборатории мы смогли в какой-то степени воспроизвести синтез органических газов на Титане — ключевую роль в этой работе сыграл мой коллега У. Томпсон. Простейшие углеводороды на Титане образуются под действием солнечного ультрафиолета. Но что касается всех остальных газообразных соединений, именно те из них, что легко образуются под действием электронов в лабораторных условиях, соответствуют соединениям, открытым «Вояджером» в атмосфере Титана, в том числе и по пропорциям. Соответствие однозначное. Следующие по массовой доле газы, полученные нами в лаборатории, мы будем искать в ходе дальнейших исследований Титана. В самых сложных органических газах, которые нам удалось синтезировать, есть молекулы, содержащие по шесть-семь атомов углерода и/или азота. Затем из таких молекул образуются толины.

КОГДА «ВОЯДЖЕР-1» ПРИБЛИЖАЛСЯ К ТИТАНУ, мы надеялись, что узнаем что-то о его поверхности. На большом рассто-

янии спутник казался крошечным диском; но постепенно все поле обзора нашей камеры оказалось занято небольшим фрагментом Титана. Если бы в дымке и облаках образовался просвет шириной хотя бы несколько километров, то мы смогли бы взглянуть на скрытый ландшафт Титана. Но не просматривалось ни следа такого просвета. Сплошная облачность. Никто на Земле не знает, что происходит на поверхности Титана. Если бы там находился наблюдатель и смотрел вверх в обычном видимом спектре, он бы и не догадывался о том великолепии, которое открывается за пеленой облаков, когда ты заворуженно разглядываешь Сатурн и его величественные кольца.

На основании измерений, сделанных «Вояджером», а также выполненных околоземной орбитальной обсерваторией «Международный ультрафиолетовый исследователь» (IUE) и наземными телескопами, нам достаточно много известно об оранжево-коричневых частицах дымки, заволакивающей Титан; какая часть спектра активно поглощается этими облаками, какие лучи сквозь них проникают, насколько они преломляют проходящий через них свет, насколько велики эти частицы (в основном они сопоставимы по размеру с частицами сигаретного дыма). Разумеется, оптические свойства будут зависеть от состава частиц дымки.

Я и Хейр совместно с Эдвардом Аракавой из Национальной лаборатории Оук-Ридж, штат Теннесси, измерили оптические свойства толинов Титана. Оказывается, что толин как две капли воды похож по составу на дымку этого спутника. Ни одно другое вещество, минеральное или органическое, не соответствует оптическим константам Титана. Итак, мы можем смело утверждать, что «поймали в бутылку» дымку Титана — ту самую, что образуется в верхних слоях его атмосферы. Из чего состоит это вещество?

Весьма сложно определить точный состав сложного твердого органического соединения. Например, химия угля изучена еще далеко не полностью, несмотря на стабильные экономические вливания. Но нам удалось кое-что узнать о толине

с Титана. В нем содержатся все важнейшие вещества, на основе которых возникла земная жизнь. Действительно, если бросить толины Титана в воду, мы получим множество аминокислот — фундаментальных компонентов белков, а также нуклеотидные основания, первоэлементы ДНК и РНК. Некоторые аминокислоты, образующиеся таким образом, широко распространены в земной биохимии. Другие — вещества совершенно иного рода. Также здесь присутствует богатый набор иных органических молекул, некоторые из них важны для жизни, другие — нет. За минувшие 4 млрд лет из атмосферы Титана на поверхность спутника выпали колоссальные объемы органических молекул. Если все это вещество на протяжении прошедших эпох оставалось глубоко замороженным и нетронутым, то его слой должен иметь мощность как минимум несколько десятков метров, а то и километр.

Но вполне можно предположить, что при температуре -180°C никакие аминокислоты не образуются. Попадание толинов в воду могло чем-то кончиться на юной Земле, а на Титане, по-видимому, нет. Однако время от времени о поверхность Титана должны разбиваться кометы и астероиды (другие спутники Сатурна, расположенные поблизости, усыпаны ударными кратерами, а атмосфера Титана недостаточно плотная, чтобы тормозить крупные быстролетающие объекты). Хотя мы и никогда не видели пейзажей Титана, планетологи тем не менее кое-что знают о составе этого спутника. Средний показатель плотности Титана находится где-то между плотностью льда и камня. Вероятно, там есть и то и другое. Лед и камень очень распространены в соседних мирах, а некоторые спутники вообще состоят из льда почти без примесей. Если поверхность Титана льдистая, то мощный удар кометы на время его растопит. Мы с Томпсоном оценили: в любой точке Титана существует вероятность более 50%, что хотя бы однажды лед там подтаивал, причем жидкая масса на месте такого удара должна была сохраняться в среднем на протяжении почти тысячи лет.

Это уже совсем другое дело. Вероятно, жизнь на Земле зародилась в океанах и мелких заводях. Земная жизнь состоит в основном из воды, которая играет для нее важнейшую физическую и химическую роль. Действительно, нам — насквозь пропитанным водой существам — сложно вообразить безводную жизнь. Если на нашей планете жизнь успела зародиться менее чем за сто миллионов лет, есть ли шанс, что на Титане это могло произойти за тысячу миллионов лет? Если толины подмешивались в жидкую воду на поверхности Титана, то процессы биологической эволюции здесь могли пойти гораздо дальше, чем мы думаем.

НЕСМОТЯ НА ВСЕ ЭТО, мы удручающе мало знаем о Титане. Я был вынужден это признать на научном симпозиуме по проблемам Титана, проходившем в Тулузе под эгидой Европейского космического агентства (ESA). Океаны жидкой воды на Титане существовать не могут, а вот океаны жидких углеводородов — другое дело. Вероятно, облака метана (CH_4), самого распространенного углеводорода, находятся недалеко от поверхности спутника. Этан (C_2H_6), второй по встречаемости углеводород, должен конденсироваться на поверхности в ходе таких же процессов, как и водяной пар, превращающийся в жидкость у самой Земли, где температура обычно находится между точками замерзания и таяния. За время существования Титана на нем должны были возникнуть обширные океаны жидких углеводородов. Вероятно, они располагаются глубоко под дымкой и облаками. Но это не означает, что такие океаны для нас полностью недостижимы — радиоволны легко проникают через атмосферу Титана и взвешенные в ней, медленно оседающие тончайшие частицы*.

В Тулузе Дуэйн Мулеман из Калифорнийского технологического института рассказал нам об очень сложном техниче-

* Предвидение автора подтвердилось. Космический аппарат «Кассини-Гюйгенс», работающий в системе Сатурна с 2004 г., надежно доказал существование на поверхности Титана углеводородных озер и морей. — *Прим. ред.*

ском проекте — передаче серии импульсов от радиотелескопа, расположенного в пустыне Мохаве в Калифорнии, которые достигают Титана, проникают сквозь дымку и облака до самой его поверхности, а затем отражаются обратно в космос. После этого они принимаются на Земле. Здесь многократно ослабевший сигнал подхватывается системой радиотелескопов, развернутой близ Сокорро в Нью-Мексико. Отлично. Если поверхность Титана состоит из льда и камня, то отразившийся от нее радарный импульс будет вполне возможно поймать на Земле. Но если Титан покрыт углеводородными океанами, то Мулеман не должен ничего увидеть: жидкие углеводороды выглядят черными для радиоволн, никакой эхосигнал на Землю не вернулся бы. Фактически гигантская радарная система Мулемана фиксирует отражение сигнала, только когда Титан повернут к Земле под определенными долготами, а под другими — нет. «Хорошо, — можете сказать вы, — значит, на Титане есть океаны и континенты, от такого континента радиосигнал может отразиться и попасть на Землю». Но если Титан в этом отношении похож на Землю, то есть одни его меридианы пролегают преимущественно по континентам (как на Земле — через Европу и Африку), а другие — по океанам (как на Земле — через центр Тихого океана), то мы сталкиваемся уже с другой проблемой.

Орбита Титана вокруг Сатурна является не идеальной окружностью, а имеет выраженно эллиптическую форму. Если же на Титане есть обширные океаны, то гигантская планета Сатурн должна вызывать на нем серьезные приливы, а возникающее в таком случае приливное трение должно было округлить орбиту Титана за время, значительно меньшее, чем возраст Солнечной системы. В 1982 г. я и Стэнли Дермотт, в настоящее время работающий во Флоридском университете, опубликовали научную статью «Приливы в морях Титана» (*The Tide in the Seas of Titan*), в которой высказали точку зрения, что по вышеуказанной причине Титан должен состоять либо из одной суши, либо только

из океанов. В противном случае океанские приливы на отмелях обязательно повлияли бы на спутник. На Титане можно допустить существование озер или островов, но если бы там были более обширные пространства жидкости, то сейчас мы бы видели у Титана орбиту совершенно иной формы.

Итак, у нас есть три научные посылки. Согласно первой, Титан практически полностью покрыт углеводородными океанами. Согласно второй, на нем есть как океаны, так и континенты. Третья требует сделать выбор, подсказывая, что Титан не может одновременно обладать обширными океанами и масштабными континентами. Интересно будет узнать, каков правильный ответ.

То, о чем я вам только что рассказал, — своего рода текущий научный отчет. Уже завтра могут появиться новые находки, которые прояснят эти тайны и противоречия. Может быть, что-то не так с данными от радаров Мулемана, однако это маловероятно: его система сообщает, что Титан виден на минимальном расстоянии, когда и должен быть виден. Может быть, какие-то ошибки закрались в наши с Дермоттом вычисления относительно изменений орбиты Титана под действием приливов, но пока никто не смог найти такие просчеты. Причем сложно себе представить, как этан мог бы избежать конденсации на поверхности Титана. Может быть, несмотря на низкие температуры, за миллиарды лет в химии спутника произошли какие-то изменения. Возможно, там сложилась некая комбинация падающих с неба комет, вулканизма и других тектонических явлений, дополненная воздействием космических лучей. В результате жидкие углеводороды могли сгуститься и превратиться в сложную органическую твердь, отражающую радиоволны в космос. Возможно, на поверхности океанов Титана плавают некие массы, отражающие радиоволны. Но жидкие углеводороды очень неплотные: все известные твердые органические вещества, если только они не очень пористые, камнем шли бы на дно морей Титана.

Мы с Дермоттом размышляем, не идем ли на поводу у нашего земного опыта, когда воображаем на Титане океаны и континенты. Может быть, это просто земной шовинизм. Остальные миры системы Сатурна изрыты кратерами, там повсюду ударные воронки. Если бы мы изобразили, как один из этих миров постепенно покрывается толщей жидких углеводородов, то у нас получились бы не глобальные океаны, а изолированные большие кратеры, заполненные, хотя и не доверху, такими углеводородами. Множество круглых озер с нефтью, некоторые из них — сотни километров в поперечнике — должны быть разбросаны по поверхности, но при этом далекий Сатурн не поднимал бы на спутнике никаких ощутимых волн и, продолжая аналогию, там невозможно было бы представить себе корабли, пловцов, виндсерфинг и рыбалку. Мы рассчитали, что в таком случае приливное трение было бы пренебрежимым и вытянутая эллиптическая орбита Титана не должна была бы округлиться. Мы не можем судить об этом с уверенностью, пока не получим изображений поверхности Титана на радаре или в ближнем инфракрасном диапазоне. Но, возможно, именно так и разрешается наша дилемма: Титан может быть миром больших углеводородных озер, причем на некоторых долготях они встречаются чаще, на других — реже.

Что же нас там ждет: ледяная поверхность под толстым слоем толиновых осадков, углеводородный океан, в котором найдутся считанные острова, покрытые коркой органики, мир кратерных озер или что-то еще более необычное, о чем мы пока не догадываемся? Это не просто академический вопрос, так как в настоящее время уже проектируется космический зонд, который отправится на Титан. В рамках совместной программы НАСА и ESA планируется запустить в октябре 1997 г. космический аппарат «Кассини» — если все пойдет хорошо. После двух пролетов мимо Венеры, одного мимо Земли и одного мимо Юпитера для гравитационного разгона этот зонд после семилетнего путешествия выйдет на орбиту вокруг Сатурна. Всякий раз

при приближении «Кассини» к Титану мы будем исследовать спутник при помощи целого арсенала приборов, среди которых есть и радар. Поскольку «Кассини» подойдет так близко к Титану, он позволит рассмотреть многие детали на поверхности спутника, не различимые для «первопроходческой» наземной системы Мулемана. Также вероятно, что мы сможем рассмотреть поверхность в ближнем инфракрасном диапазоне. Возможно, карты скрытых ландшафтов Титана появятся у нас уже летом 2004 г.

Кроме того, на «Кассини» установлен посадочный модуль с удачным названием «Гюйгенс», который отстыкуется от основного корабля и нырнет в атмосферу Титана. Над ним раскроется огромный парашют. Блок аппаратуры медленно спланирует сквозь органическую дымку в нижние слои атмосферы, преодолев метановые облака. По мере снижения он будет исследовать органическую химию атмосферы, а затем — если уцелеет при посадке — то и поверхность самого спутника.

Ничего не гарантируется. Но эта миссия технически осуществима, оборудование конструируется, усердно работает внушительная команда специалистов, среди которых много молодых европейских ученых, а все страны, участвующие в проекте, не жалеют сил на его воплощение. Возможно, он действительно состоится. Вероятно, в недалеком будущем, преодолев миллиарды километров межпланетного пространства, этот зонд сообщит нам информацию о том, насколько продвинулось развитие жизни на Титане.

ПЕРВАЯ НОВАЯ ПЛАНЕТА

Заклинаю вас, не надейтесь объяснить
количество планет — вы же не собираетесь этого делать?

Эта проблема решена...

Иоганн Кеплер.

Краткое изложение коперниканской астрономии.

Книга 4 (1621)

Прежде чем мы создали цивилизацию, наши предки в основном жили под открытым небом. До того как мы изобрели искусственное освещение, начали загрязнять атмосферу и стали предаваться вечерним увеселениям, мы смотрели на звезды. Разумеется, в этом была и практическая нужда, связанная с календарем, но ею дело не ограничивалось. Даже сегодня самый пресыщенный горожанин может неожиданно расчувствоваться, если вдруг увидит над собой чистое ночное небо, усыпанное тысячами мерцающих звезд. При том, сколько лет я занимаюсь астрономией, это зрелище до сих пор захватывает у меня дух.

Во всех культурах небо тесно связано с религиозными устремлениями. Ложусь на землю в чистом поле — и меня окружает небо. Его масштабы подавляют. Оно такое огромное и далекое, что я кожей чувствую собственную незначительность. Но небо меня не отторгает. Я часть его, если честно — мизерная часть; что угодно кажется крошечным по сравнению с такой ошеломляющей беспредельностью. А когда я сосредотачиваюсь на звездах, планетах и их движении, меня не оставляет чувство, что я вижу перед собой механизм, шестеренки, филигранную конструкцию, которая уничижает и отрешвляет нас своими масштабами, какими бы взыскательными ни были наши стремления.

Большинство великих изобретений в истории человечества — от каменных орудий до овладения огнем и появления письменности — являются заслугой неизвестных подвижников. Наша коллективная память плохо удерживает древние события. Мы не знаем имени того из наших предков, который впервые заметил, что планеты отличаются от звезд. Вероятно, он(-а) жил(-а) десятки, а то и сотни тысяч лет назад. Но в конце концов люди во всем мире поняли, что ровно пять ярких точек, украшающих ночное небо, движутся вразрез с остальными звездами — на протяжении месяцев, причем следуют такими странными путями, как будто сами обладают разумом.

Такое же странное видимое движение было свойственно не только пяти планетам, но и Солнцу, и Луне — всего получалось семь блуждающих тел. Древние люди придавали им большое значение и называли в честь богов — не каких-нибудь старых небожителей, а главных, верховных богов, тех, которые повелевают другими богами (и смертными). Одна из планет, яркая и медленно движущаяся, получила у вавилонян имя Мардук, у норвежцев — Один, у греков — Зевс, а у римлян — Юпитер. Все эти боги были царями в своих пантеонах. Бледную быструю планету, никогда не удалявшуюся от Солнца, римляне назвали Меркурием в честь вестника богов. Самая сверкающая из планет называлась Венерой — в честь богини любви и красоты. Кроваво-красная планета именовалась Марс, как и бог войны. Самым медленным в этой плеяде был Сатурн, получивший это имя в честь бога времени. Эти метафоры и аллюзии представляли собой максимум, доступный нашим предкам: ведь у них не было никаких научных приборов, кроме невооруженного глаза, они были прикованы к Земле и не представляли, что Земля также является одной из планет*.

* За последние 4000 лет выпал момент, в который все семь этих небесных тел оказались на небе очень близко друг к другу. Перед восходом 4 марта 1953 г. до н.э. тонкий лунный серп был у самого горизонта. Венера, Меркурий, Марс, Сатурн и Юпитер расположились как камешки на ожерелье рядом с большим квадратом в созвездии Пегаса — неподалеку от того места, откуда в наше время приходит метеорный поток Персеиды. Даже случайные наблюдатели неба в ту ночь, должно быть,

Когда пришло время придумать неделю (в отличие от суток, месяца и года этот период времени не имеет какого-либо собственного астрономического значения), она была составлена из семи дней, каждый из которых назвали в честь одного из семи странных светил в ночном небе. Отголоски этого замысла легко узнаваемы и сегодня. В английском языке суббота (Saturday) посвящена Сатурну. Воскресенье (Sunday) — это день Солнца, а понедельник (Monday) — день Луны. Дни со вторника по пятницу названы в честь богов саксов и родственных им тевтонов, вторгшихся в кельтско-римскую Британию. Например, среда (Wednesday) — это день Одина (Водана), что становится более очевидно, если произнести английское слово как [ведн'сди]. Четверг (Thursday) — это день Тора, пятница (Friday) — день Фрейи, богини любви. Шестой день недели остался римским, остальные стали германскими.

Во всех романских языках — например, французском, испанском и итальянском — эта связь еще очевиднее, поскольку все они происходят от античной латыни, в которой дни недели назывались (по порядку, начиная с воскресенья) в честь Солнца, Луны, Марса, Меркурия, Юпитера, Венеры и Сатурна. День Солнца стал днем Господа. Римляне могли назвать дни в порядке уменьшения яркости соответствующих небесных тел — Солнца, Луны, Венеры, Юпитера, Марса, Сатурна, Меркурия (получилось бы так: воскресенье, понедельник, пятница, четверг, среда, суббота, вторник) — но не сделали этого. Если бы названия дней недели в романских языках были

не могли оторвать глаз от этого зрелища. Что это было — встреча богов? Ученый Дэвид Пэнкеньер из Лехайского университета, а затем и Кевин Панг из ЛРД указывают, что это событие стало отправной точкой, от которой отсчитывали циклы движения планет древние китайские астрономы. В течение последних 4000 лет планеты в своем околосолнечном танце не сходились так близко (и не сойдутся на протяжении следующих 4000 лет), если смотреть на них с Земли. Но 5 мая 2000 г. все семь этих тел окажутся в одной части неба, хотя одни появятся на заре, другие — в сумерках, и при этом расстояние между ними будет в 10 раз больше, чем на том рассвете в начале весны 1953 г. до н.э. Тем не менее намечается ночь, в которую хорошо бы организовать вечеринку. — *Прим. авт.*

упорядочены по расстоянию от планет до Солнца, то получилась бы последовательность: воскресенье, среда, пятница, понедельник, вторник, четверг, суббота. Однако, когда мы давали имена планетам, богам и дням недели, никто еще не знал, как именно расположены планеты. Порядок дней недели кажется произвольным, но, вероятно, в нем отражено главенство Солнца.

Такой союз семи богов, семи дней и семи миров — Солнца, Луны и пяти блуждающих планет — повсюду закрепился в человеческом мировосприятии. Число «семь» стало получать сверхъестественные коннотации. Считалось, что существует семь «небес», прозрачных сфер, и в центре их всех находится Земля, которая, как предполагалось, приводит все эти миры в движение. На самом дальнем — седьмом — небе обретались неподвижные звезды. Творение мира продолжалось семь дней (с учетом того дня, в который Бог отдыхал), в голове — семь отверстий, выделялось семь добродетелей, семь смертных грехов, семь злых демонов в шумерском мифе, семь гласных в греческом алфавите (каждой из них соответствовал определенный бог и одноименная планета), семь Правителей судьбы, согласно герметической традиции, семь Великих книг в манихействе, семь Таинств, семь Мудрецов в Древней Греции, а также семь алхимических «тел» (золото, серебро, железо, ртуть, свинец, олово и медь — в свою очередь, золото ассоциируется с Солнцем, серебро — с Луной, железо — с Марсом и т. д.). Полагали, что седьмой сын седьмого сына обладает сверхъестественными способностями. Семь — «счастливое» число. В книге «Откровение» Нового Завета снимаются семь печатей со свитка, звучат семь труб, наполняются семь чаш. Августин Блаженный туманно объяснял мистическую важность семи на том основании, что три — «первое нечетное целое число» (а единица?), «четыре — первое четное целое число» (а двойка?) и «в сумме они дают семь». И так далее. Эти ассоциации сохраняются даже в наше время.

В существование четырех спутников Юпитера, открытых Галилеем, — которые и планетами-то не являются — не верили именно потому, что в таком случае ставился под сомнение примат числа «семь». По мере того как система Коперника получала все более широкое признание, в список планет добавилась Земля, а Солнце и Луна были из него удалены. Соответственно, стали считать, что планет всего шесть (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер и Сатурн). Тогда были выстроены академические аргументы, призванные доказать, почему планет должно быть *именно* шесть. Например, шесть — первое «совершенное» число, равное сумме своих делителей ($1 + 2 + 3$). В любом случае было шесть дней творения, а не семь. Люди искали способы перестроиться с семи планет на шесть.

По мере того как корифеи нумерологического мистицизма приспособлялись к коперниковской системе, такой «самооправдательный» образ мышления перекинулся с планет на спутники. У Земли — один спутник, у Юпитера — четыре, которые открыл Галилей. Получается пять. Явно одного не хватает (мы же помним, шесть — первое совершенное число). Когда в 1655 г. Гюйгенс открыл Титан, и сам он, и многие другие убедили себя, что этот спутник — последний: шесть планет, шесть спутников, и Господь у себя на небесах.

Историк науки И. Коэн из Гарвардского университета указывал, что Гюйгенс потому и забросил поиск других спутников, поскольку из такой аргументации было очевидно, что больше ни одного найти не удастся. Шестнадцать лет спустя — по иронии судьбы в присутствии Гюйгенса — Дж. Кассини* из Парижской обсерватории открыл Япет, седьмой спутник — странный мир, в котором одно полушарие черное, а другое — белое. Этот спутник Сатурна занимает более далекую орбиту, чем Титан. Вскоре Кассини открыл Рею, следующий спутник Сатурна, занимающий более близкую к планете орбиту, чем Титан.

* В честь Кассини назван космический аппарат, отправленный в составе американо-европейской миссии. — *Прим. авт.*

Здесь появилась новая возможность поупражняться в нумерологии, на этот раз подкрепляемая практической задачей умиловить покровителя. Кассини сложил количество планет (шесть) и спутников (восемь) и получил четырнадцать. Надо же было так случиться, что человеком, выстроившим для Кассини обсерваторию и платившим ему жалованье, был Людовик XIV Французский, «король-солнце». Астроном незамедлительно «представил» два этих новых спутника своему суверену и объявил, что «уделы» Людовика простираются до самых границ Солнечной системы. После этого Кассини благоразумно отошел от поиска спутников. Коэн полагает, что астроном опасался открыть еще один спутник и тем самым оскорбить Людовика — монарха, шутки с которым были плохи, кто вскоре стал бросать своих приближенных в тюрьмы, обвиняя в приверженности протестантизму. Однако через 12 лет Кассини вернулся к поискам и открыл — несомненно, с некоторым трепетом — еще два спутника. Пожалуй, хорошо, что такой процесс не зашел слишком далеко; в противном случае Франции пришлось бы вынести семьдесят с лишним* королей по имени Людовик из династии Бурбонов.

КОГДА В КОНЦЕ XVIII в. ученые объявляли об открытии все новых миров, сила нумерологических аргументов постепенно иссякала. Однако в 1781 г. мир узнал об обнаружении новой планеты, открытой при помощи телескопа, и это стало настоящим сюрпризом. Новые спутники уже никого особо не удивляли, особенно после того, как их количество перевалило за шесть или восемь. Но когда выяснилось, что нам под силу открывать новые *планеты* и что люди смогли сконструировать приборы для этого, оба эти факта казались ошеломляющими — и не зря. Если существует одна ранее не известная планета, то их может быть гораздо больше — и в нашей Солнечной

* Количество всех известных спутников всех планет на момент написания книги. — *Прим. ред.*

системе, и в других. Кто знает, что может существовать во множестве миров, скрывающихся в темноте?

Планета была открыта даже не профессиональным астрономом, а музыкантом Вильямом Гершелем, родственники которого прибыли в Великобританию вместе с семьей другого англо-изированного немца, царствующего монарха и будущего угнетателя американских колонистов. Гершель пожелал назвать эту планету «Георг» (точнее, «Звезда Георга») — в честь своего господина, но, словно по провидению, это имя не закрепилось. По-видимому, астрономы без устали занимались умасливанием королей. Вместо этого планету, открытую Гершелем, называли Ураном. Уран был древнегреческим богом неба; греки считали его отцом Сатурна и, следовательно, дедом богов-олимпийцев.

Мы больше не относим Солнце и Луну к числу планет и, исключая сравнительно незначительные астероиды и кометы, считаем Уран седьмой планетой от Солнца (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон). Уран и следующие две планеты не были известны. Четыре внешних планеты (юпитерианской группы) оказываются совсем не похожи на четыре внутренние планеты (земной группы). Плутон — отдельный случай*.

Шли годы, качество астрономических приборов улучшалось, и мы стали все больше узнавать о далеком Уране. Оказалось, что тусклый свет, отражаемый этой планетой, приходит к нам не с ее поверхности, а от атмосферы и облаков — точно как на Титане, Венере, Юпитере, Сатурне и Нептуне. Атмосфера Урана состоит из водорода и гелия, двух простейших газов. Также в ней присутствуют метан и другие углеводороды. Прямо под облаками, которые можно наблюдать с Земли, расположена мощная атмосфера с огромными количествами аммиака, сероводорода и, кстати, воды.

* В 2006 г. Плутон был выведен из группы больших планет и объявлен прототипом планет-карликов. — *Прим. ред.*

В глубинах Юпитера и Сатурна давление так велико, что атомы теряют электроны и газ превращается в металл. Вероятно, этого не происходит на менее массивном Уране, поскольку давление в его глубинах ниже. Еще глубже, под сокрушительным весом атмосферы, находится каменная поверхность Урана. Открыть ее удалось лишь благодаря слабой тяге, которая воздействует на спутники, но эта поверхность совершенно недоступна для наблюдения. Где-то внутри Урана скрывается большая планета земного типа, укутанная колоссальным атмосферным одеялом.

На поверхности Земли тепло благодаря попадающему на нее солнечному свету. Если «выключить» Солнце, то планета вскоре остынет — причем не до пустынных антарктических морозов, не до такого холода, из-за которого замерзнут океаны, а до сильнейшей стужи: от нее воздух станет выпадать как снег, образовав покров из кислорода и азота толщиной десятки метров, который засыплет всю планету. Тех крупиц энергии, которые продолжают поступать из горячих земных недр, не хватит, чтобы растопить эти снега. На Юпитере, Сатурне и Нептуне другая ситуация. Они получают из недр примерно столько же тепла, сколько и от далекого Солнца. Если Солнце «выключить», на планетах юпитерианской группы это почти не отразится.

Но с Ураном все иначе. Он не похож на другие планеты юпитерианской группы. Уран похож на Землю: он получает очень мало тепла из собственных недр. Мы не вполне понимаем, почему так происходит, почему Уран — во многих отношениях столь схожий с Нептуном — не должен иметь мощного внутреннего источника тепла. По этой причине (но не только) мы не можем сказать, что вполне понимаем процессы, протекающие в недрах этих гигантских миров.

Уран, обращаясь по орбите вокруг Солнца, словно лежит на боку. В 1990-е гг. Солнце грело его южный полюс, именно этот полюс мы и наблюдали с Земли в конце XX в., когда смо-

трели на Уран. На оборот вокруг Солнца Уран тратит 84 земных года. Так, в 2030-е гг. к Солнцу (и к Земле) повернется северный полюс планеты. В 2070-е гг. Уран вновь подставит Солнцу южный полюс. В промежуточные периоды астрономы наблюдают с Земли в основном экваториальные широты Урана.

Все остальные планеты обращаются на своих орбитах более «вертикально». Не известно, почему ось Урана так странно расположена на орбите; наиболее правдоподобная гипотеза связана с тем, что когда-то очень давно, миллиарды лет назад, Уран столкнулся с блуждающей планетой примерно такого размера, как Земля, имеющей орбиту с очень большим эксцентриситетом. Такое столкновение, если оно когда-либо происходило, должно было учинить настоящий хаос в системе Урана; насколько нам известно, от этого древнего потрясения могли остаться следы, которые мы еще сможем обнаружить. Но поскольку Уран так далек, ему пока удастся хранить свои тайны.

В 1977 г. группа исследователей под руководством Джеймса Эллиота, тогда работавшего в Корнеллском университете, случайно открыла у Урана кольца, подобные кольцам Сатурна. Ученые пролетели над Индийским океаном в специальном самолете НАСА (так называемой «Воздушной обсерватории им. Койпера»), чтобы рассмотреть проход Урана на фоне звезды. Такие проходы, называемые «покрытиями», случаются время от времени именно потому, что Уран* медленно движется на фоне далеких звезд. Наблюдатели с удивлением обнаружили, что звезда «мигнула» несколько раз непосредственно перед тем, как ее затмила атмосфера Урана, и еще несколько раз — сразу после выхода из-за диска планеты. Поскольку это явление протекало одинаково и до, и после покрытия, данная находка (и большая работа, сделанная впоследствии) позволила открыть девять очень тонких и темных колец Урана, из-за кото-

* Как и другие планеты. — *Прим. ред.*

рых планета немного напоминает небесную «мишень» с яблочком в центре.

Астрономы смогли определить с Земли, что вокруг колец Урана пролегают концентрические орбиты пяти его известных спутников: Миранды, Ариэля, Умбриэля, Титании и Оберона. Они названы в честь персонажей шекспировских пьес «Сон в летнюю ночь» и «Буря», а также в честь героев поэмы Александра Поупа «Похищение локона». Два этих спутника открыл сам Гершель. Самый близкий к планете спутник, Миранду, открыл лишь в 1948 г. мой учитель Дж. Койпер*. Помню, каким огромным достижением в те годы считалось открытие нового спутника Урана. Впоследствии, изучив в ближнем инфракрасном спектре свет, отраженный от всех пяти спутников, удалось обнаружить на них признаки обычного водяного льда. Это неудивительно — Уран расположен так далеко от Земли, что даже в полдень там не светлее, чем на Земле после заката. Температура очень низкая. Вся вода должна быть замерзшей.

РЕВОЛЮЦИЯ В НАШИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ о системе Урана — самой планете, ее кольцах и спутниках — началась 24 января 1986 г. В этот день, спустя восемь с половиной лет пути, «Вояджер-2» прошел очень близко от Миранды, попав в яблочко небесной мишени. Затем гравитация Урана забросила корабль к Нептуну. «Вояджер» передал на Землю 4300 снимков системы Урана, сделанных крупным планом, а также массу других данных.

Оказалось, что Уран окружен поясом интенсивного излучения — этот пояс состоит из электронов и протонов, захваченных магнитным полем планеты. «Вояджер» пролетел через этот пояс, измерив по пути как магнитное поле, так и параме-

* Спутник был назван в честь Миранды, потому что в пьесе «Буря» эта героиня произносит слова: «И как хорош тот новый мир, где есть такие люди!» На что Просперо ей отвечает: «Тебе все это ново». Вот так. Как и у всех остальных миров в Солнечной системе, возраст Миранды составляет около 4,5 млрд лет. — *Прим. авт.*

тры самих заряженных частиц. Он также зафиксировал целую какофонию радиоволн, генерируемых этими захваченными частицами, несущимися на огромной скорости, — в меняющихся тембрах, гармониях, нюансах, но почти на сплошном фортиссимо. Нечто подобное наблюдалось на Юпитере и Сатурне, а впоследствии ожидало нас и на Нептуне, но каждый мир обладает собственной выраженной темой и контрапунктом.

На Земле магнитные полюса расположены достаточно близко от географических. На Уране магнитная ось и ось вращения отклонены друг от друга примерно на 60° . Объяснить это пока не удастся. Некоторые полагают, что мы наблюдаем Уран как раз в тот период, когда северный и южный магнитные полюсы меняются местами (на Земле это также иногда происходит). Другие считают это явление еще одним следствием того мощного древнего столкновения, из-за которого планета завалилась набок. Но ответа мы не знаем.

Уран излучает гораздо больше ультрафиолета, чем получает от Солнца. Вероятно, это излучение порождают заряженные частицы, просачивающиеся из его магнитосферы и бомбардирующие верхние слои атмосферы. Космический аппарат, находясь в системе Урана, исследовал с этой точки свет яркой звезды, которая мерцает, когда ее заслоняют кольца планеты. Удалось найти новые тонкие пылевые пояса. При наблюдении с Земли казалось, что корабль прошел за Ураном; поэтому радиосигналы, которые он отправлял в ЦУП, по касательной затронули атмосферу Урана, прозондировав также и ее — под метановыми облаками. Некоторые полагают, что под облаками может находиться огромный и глубокий океан, возможно, 8000 км глубиной, состоящий из сверхнагретой жидкой воды.

Одним из главных достижений после контакта с Ураном являются полученные картинки. При помощи телекамер «Вояджера» мы открыли у Урана десять спутников, опреде-

лили, сколько продолжается световой день в облаках Урана (около 17 часов), и изучили с десятков колец. Самые зрелищные изображения были получены с пяти крупных спутников Урана, уже известных ранее, особенно с самого маленького из них — койперовской Миранды. Поверхность спутников представляет собой конгломерат сбросовых долин, параллельных кряжей, отвесных скал, низких гор, ударных кратеров и замерзших потоков поверхностных пород, которые когда-то подтаивали. Неожиданно было открыть такой беспорядочный ландшафт в маленьком, холодном, льдистом мире, расположенном так далеко от Солнца. Возможно, в прошлом поверхность растаяла и перестроилась, когда в результате гравитационного резонанса между Ураном, Мирандой и Ариэлем энергия от расположенной рядом планеты насыщала недра Миранды. Может быть, мы наблюдаем последствия древнейшего столкновения, из-за которого мог опрокинуться Уран. Или, на уровне гипотезы, вдруг Миранда когда-то была катастрофически разрушена, расчленена, разбита на осколки угодившей в нее блуждающей планеткой, причем на орбите Миранды остались фрагменты, образовавшиеся при этом столкновении. Впоследствии такие «черепки» и останки могли медленно сталкиваться, объединяться под действием гравитационных сил и вновь пересобратся именно в такой хаотичный, фрагментарный, незавершенный мир, каким Миранда является сегодня.

Мне видится нечто зловещее в изображениях сумеречной Миранды, поскольку я так хорошо помню время, когда она, казавшаяся лишь бледной точкой, едва заметной в сиянии Урана, была открыта с огромными трудностями благодаря таланту и терпению астронома. За срок всего в половину человеческой жизни она превратилась из неизвестного мира в цель космической экспедиции, позволившей как минимум отчасти разгадать ее древние и своеобразные секреты.

АМЕРИКАНСКИЙ ЗОНД У КРАЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Клянусь священным побережьем,
Волной беспокойной Тритонского моря.
Скрывать я дольше не буду...
Еврипид. Ион (ок. 413 г. до н. э.)

Нептун был последним пунктом назначения в грандиозной одиссее «Вояджера-2» по Солнечной системе. Как правило, Нептун считают предпоследней планетой, за ним еще идет Плутон. Но поскольку орбита Плутона эллиптическая и очень вытянутая, Нептун недавно стал крайней планетой Солнечной системы и останется ею до 1999 г. Обычно в верхних слоях его облаков сохраняется температура около -240°C , поскольку он так далек от теплых солнечных лучей. На самом деле там могло быть еще морознее, если бы планета не подогревалась от собственных недр. Нептун скользит по кромке межзвездной ночи. Он так далек, что в его небе Солнце кажется всего лишь очень яркой звездой.

Насколько далеко? Настолько, что с тех пор, как Нептун был открыт в 1846 г.^{*}, он еще не успел совершить и одного оборота вокруг Солнца. Нептун настолько далеко, что его не увидишь невооруженным глазом. Настолько далеко, что свет — самая

* Путь Нептуна вокруг Солнца столь долг, поскольку окружность его орбиты составляет около 30 млрд км, а также потому, что солнечное притяжение, не дающее планете улететь в межзвездное пространство, на таком расстоянии почти в тысячу раз слабее того, что действует на Землю. — *Прим. авт.*

быстрая субстанция во Вселенной — летит от Земли до Нептуна более пяти часов.

Когда «Вояджер-2» пронесся через систему Нептуна в 1989 г., его камеры, спектрометры, детекторы частиц и полей и другие приборы неистово исследовали планету, ее спутники и кольца. Сам Нептун, точно как и подобные ему Юпитер, Сатурн и Уран, — это планета-гигант. В центре каждого из этих миров заключена «землеподобная планета», но четверо гигантов носят изысканные и громоздкие мантии. Юпитер и Сатурн — колоссальные газовые миры с относительно небольшими каменно-ледяными ядрами. Но Уран и Нептун в основе своей именно планеты из льда и камня, укутанные в плотные атмосферы, скрывающие их из виду.

Нептун в четыре раза больше Земли. Когда мы всматриваемся в его прохладную суровую синеву, мы опять же видим только атмосферу и облака, а не твердую поверхность. В свою очередь, атмосфера состоит в основном из водорода и гелия плюс небольшое количество метана и следы других углеводородов. Возможно, там есть и азот. Яркие облака, по-видимому, состоящие из кристаллического метана, плавают поверх слоя более плотных и глубоких облаков, состав которых неизвестен. По движению облаков на Нептуне удалось зафиксировать свирепые ветры, чья скорость сравнима со скоростью звука на этой планете. Также было открыто Большое темное пятно — любопытно, что оно расположено почти на той же широте, что и Большое красное пятно на Юпитере. Лазурный цвет особенно подходит планете, названной в честь бога морей.

Этот сумрачный, холодный, ветреный и далекий мир окружен — и он тоже! — системой колец, причем каждое кольцо состоит из бесчисленных орбитальных объектов, по размеру от мельчайших частиц сигаретного дыма до небольших грузовиков. Как и кольца других планет юпитерианской группы, кольца Нептуна кажутся недолговечными — подсчитано, что они должны разрушиться за значительно меньшее время,

чем прошло с момента образования Солнечной системы. Если они такие нестойкие, то мы их видим лишь потому, что эти кольца появились сравнительно недавно. Но как могут возникнуть кольца?

Самый большой спутник Нептуна называется Тритон*, который совершает оборот вокруг Нептуна почти за шесть земных суток. Причем он — единственный из больших спутников Солнечной системы — огибает планету в направлении, противоположном ее собственному вращению (мы сказали бы, что Нептун вращается против часовой стрелки, а Тритон — по часовой). Атмосфера Тритона богата азотом, примерно как у Титана; однако, поскольку и атмосфера, и дымка на Тритоне гораздо тоньше, видна поверхность этого спутника. Пейзажи там разнообразны и великолепны. Это мир льда — азотного, метанового, под которым может находиться ложе из более привычного водяного льда и скальных пород. Там есть ударные впадины, которые, по всей видимости, заполнялись жидкостью, а затем повторно замерзли (то есть на Тритоне были озера); ударные кратеры; длинные пересекающиеся долины; обширные равнины, запорошенные свежим азотным снегом; складчатый рельеф, напоминающий дынную корку, а также более или менее параллельные длинные темные пласты, по-видимому, образовавшиеся под действием ветра, а затем отложившиеся на поверхности Тритона, несмотря на то, как скудна его атмосфера (примерно в 10 000 раз разреженнее земной).

Все кратеры на Тритоне как новенькие — словно выточены на каком-то огромном фрезерном станке. Там нет осыпавшихся

* Роберт Годдард, изобретатель современных ракет на жидком топливе, предсказывал, что настанет время, когда экспедиции к звездам будут готовиться на Тритоне и запускаться именно оттуда. Эти мысли были высказаны в 1927 г. в качестве комментария к его же рукописи 1918 г., называвшейся «Последняя миграция». Автор так и не осмелился ее опубликовать, а отдал на хранение другу. На титульной странице стоит предупреждение: «Эти записки внимательно рекомендуется читать только оптимисту». — *Прим. авт.*

стенок или сглаженного рельефа. Даже несмотря на периодические снегопады и испарение осадков, кажется, что никакой эрозии на поверхности Тритона за миллиарды лет не было. Таким образом, кратеры, возникшие на этапе формирования Тритона, должны были заполниться и оказаться укрытыми в результате какого-то древнего события, перекроившего весь спутник. Тритон обращается вокруг Нептуна в направлении, противоположном вращению планеты, — в отличие от ситуации в системе Земля–Луна, а также в противовес большинству других крупных спутников Солнечной системы. Если Тритон образовался из того же протопланетного диска, что и Нептун, то он должен двигаться вокруг Нептуна в том же направлении, в котором вращается планета. Таким образом, Тритон получился не из первичного газово-пылевого облака, существовавшего вокруг Нептуна, а прилетел откуда-то издалека — возможно, из-за Плутона — и случайно был подхвачен гравитацией Нептуна, когда проходил мимо него. Это событие должно было спровоцировать в теле Тритона мощные приливы, расплавлявшие поверхность и сметающие всю существовавшую прежде топографию.

Кое-где поверхность кажется такой яркой и белой, как свежавывающий антарктический снег (возможно, Тритон — самое роскошное место для катания на лыжах во всей Солнечной системе). Снег там повсюду имеет разные оттенки, от розового до коричневого. Возможно, это объясняется так: свежий азотный, метановый и прочий углеводородный снег облучается солнечным ультрафиолетом и электронами, захваченными магнитным полем Нептуна, которое пронизывает Тритон. Мы знаем, что такое облучение должно превратить снега (как и соответствующие газы) в сложный темный красноватый органический осадок, ледяные толины. Ни о какой биохимии здесь речь не идет, но толины состоят из тех самых молекул, из которых, вероятно, зародилась жизнь на Земле 4 млрд лет назад.

Когда здесь наступает зима, на поверхности спутника накапливаются слои льда и снега (какое счастье, что наша зима

в 25 раз короче нептунианской). Весной они постепенно трансформируются, в них накапливается все больше красноватой органики. За лето лед и снег успевают испариться; выделяющиеся при этом газы перетекают в зимнее полушарие спутника, где вновь выпадают на его поверхность в виде льда и снега. Но красноватые органические молекулы не испаряются и нигде не деваются — они превращаются в наносы. Следующей зимой их покрывает свежий снег, в свою очередь подвергающийся облучению, а на следующее лето слой осадков становится уже толще. Со временем на поверхности Тритона накапливаются существенные объемы органики, что может объяснять его изысканную расцветку.

Такие пласты зарождаются в небольших темных областях, вероятно, когда весеннее и летнее тепло растапливает приповерхностные летучие снега. Когда они испаряются, шипящий газ вырывается наружу как из гейзера, сдувая более тяжелый поверхностный снег и темную органику. Господствующие медленные ветры уносят органику, медленно осаждающуюся из тонкой атмосферы и накапливающуюся на поверхности. Возникают пласты. Это всего один из вариантов реконструкции недавней истории Тритона.

У Тритона могут быть большие сезонные полярные шапки из ровного азотного льда, покоящегося под слоями темной органики. По-видимому, еще недавно азотный снег шел на экваторе. Снегопады, гейзеры, органическая пыль на ветру и дымка в высоких широтах — совершенно неожиданные явления в мире с такой тонкой атмосферой.

А почему она настолько тонкая? Потому что Тритон находится очень далеко от Солнца. Если бы можно было как-нибудь подхватить этот мир и перебросить его в район Сатурна, то метановые и азотные льды быстро бы растаяли, сформировалась бы гораздо более плотная атмосфера из газообразного азота и метана, а под действием излучения образовалась бы непрозрачная толиновая дымка. Этот мир стал бы очень похож

на Титан. Наоборот, если поместить Титан на орбиту Нептуна, то практически вся его атмосфера замерзла бы, превратилась в снег и лед. Толины выпали бы на поверхность, а очистившаяся от них атмосфера стала бы прозрачной. Поверхность спутника можно было бы наблюдать в обычном свете. Получился бы мир, очень похожий на Тритон.

Два этих спутника не идентичны. По-видимому, в недрах Титана гораздо больше льда, чем в глубине Тритона, и при этом меньше скальных пород. По диаметру Титан почти вдвое больше Тритона. Тем не менее на одинаковом расстоянии от Солнца эти спутники были бы похожи как два брата. Алан Стерн из Юго-Западного исследовательского института полагает, что оба они относятся к обширному семейству небольших миров, богатых азотом и метаном, формировавшихся в молодой Солнечной системе. Возможно, к этой группе также принадлежит Плутон, куда еще не добрались наши зонды*. За Плутоном предстоит открыть еще множество подобных объектов. Тонкие атмосферы и льдистые ландшафты подвергаются воздействию как минимум космических лучей, и на них образуются богатые азотом органические соединения. По всей видимости, первокирпичики жизни имеются не только на Титане, но и повсюду на холодных сумеречных окраинах нашей Солнечной системы.

Недавно был обнаружен еще один класс небольших объектов, которые — как минимум на некоторое время — уносятся по своим орбитам за Нептун и Плутон. Иногда их называют «малыми планетами» или астероидами, но они больше похожи на неактивные кометы (у которых, разумеется, нет хвостов; на таком расстоянии от Солнца их льды не испаряются). Но эти тела гораздо крупнее, чем известные нам обычные кометы. Возможно, они — авангард огромного массива маленьких миров, простирающегося от орбиты Плутона и примерно

* Миссия «Новые горизонты» достигла Плутона в июле 2015 г. и передала на Землю его фотографии. — *Прим. пер.*

на половину расстояния до ближайшей звезды. Самый близкий к Солнцу регион этого кометного облака Оорта, к которому могут относиться эти новые объекты, называется поясом Койпера, в честь моего учителя Джерарда Койпера, впервые выдвинувшего гипотезу о его существовании. Короткопериодические кометы — в частности, комета Галлея — прилетают из пояса Койпера, притягиваются гравитацией Солнца, проникают во внутреннюю область Солнечной системы, отращивают хвосты и украшают наши небеса.

Еще в конце XIX в. такие зачатки миров — тогда всего лишь гипотетические — были названы «планетезималями». Думаю, это слово образовано по аналогии с английским *infinitesimal* — «мельчайший». Конечно, планетезимали «крошечными» не назовешь, но на формирование планеты уходит довольно много таких объектов. Например, для образования планеты размером с Землю должны слиться триллионы тел с поперечником примерно километр каждое. Когда-то в планетной части Солнечной системы было гораздо больше таких «мирков». В настоящее время большинства из них уже нет — какие-то были выброшены в межзвездное пространство либо пошли на великое строительство спутников и планет. Но далеко за Нептуном и Плутоном нас могут ожидать остатки, так и не вошедшие в состав крупных объектов. Среди них могут быть довольно крупные, диаметром около 100 км*, а также ошеломительное количество километровых и более мелких объектов, которыми нашпигованы окраины Солнечной системы на всем пространстве облака Оорта.

Поэтому можно сказать, что за Нептуном и Плутоном еще есть планеты — но они несравнимы по размеру с газовыми гигантами и даже с Плутоном. Во тьме за Плутоном могут таиться и крупные миры, которые вполне заслуживают назы-

* Предчувствие автора оправдалось. В поясе Койпера уже обнаружено более тысячи объектов, среди которых несколько планет-карликов диаметром более 1000 км. — *Прим. ред.*

ваться планетами. Чем дальше они расположены, тем маловероятнее, что мы их обнаружим. Однако они могут находиться за самым Нептуном; тогда их гравитация должна заметно влиять на орбиты Нептуна и Плутона и на траектории космических зондов «Пионер-10», «Пионер-11», «Вояджер-1» и «Вояджер-2».

Недавно открытые кометные тела (типа 1992QB и 1993FW) не являются планетами такого рода. Порог обнаружения наших приборов позволил их выявить, но еще ближе к краю Солнечной системы, вероятно, ждут открытия и многие другие подобные объекты (которые сложно увидеть с Земли) настолько далекие, что добираться до них придется еще очень долго. Но в наших силах послать маленькие быстрые зонды к Плутону и далее. Было бы целесообразно направить такой аппарат к Плутону и его спутнику Харону, а затем, если получится, вывести его на близкий контакт с одним из «обитателей» пояса Койпера.

По-видимому, скалистые ядра Урана и Нептуна, напоминающие Землю, сначала сформировались сами, а затем притянули на себя значительные количества водорода и гелия из древнего протопланетного облака. Изначально вокруг них бушевала настоящая буря с градом. Гравитации планет как раз хватало на то, чтобы отбрасывать ледяные глыбы, подлетавшие слишком близко; постепенно такие глыбы скапливались в облаке Оорта. Юпитер и Сатурн стали газовыми гигантами в ходе аналогичных процессов. Но их слишком сильная гравитация не позволила поучаствовать в наполнении облака Оорта: приближающиеся к ним ледяные миры Юпитер и Сатурн просто выбрасывали за пределы Солнечной системы, после чего этим телам оставалось лишь блуждать в великой межзвездной тьме.

Итак, прекрасные кометы, порой пробуждающие в нас удивление и благоговение, бомбардирующие внутренние планеты и внешние спутники, а также время от времени угрожающие жизни на Земле, не летали бы так близко от нас, если бы

Уран и Нептун не превратились в газовые гиганты 4,5 млрд лет назад.

ЗДЕСЬ Я СДЕЛАЮ НЕБОЛЬШОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ и скажу о планетах, находящихся далеко за Нептуном и Плутоном — в других звездных системах.

Вокруг многих близлежащих звезд замечены тонкие вращающиеся газово-пылевые диски, порой простирающиеся на сотни астрономических единиц* (а. е.) от своей звезды (Нептун и Плутон, самые далекие наши планеты, отстоят от Солнца примерно на 40 а. е.). Чем моложе звезда, похожая на Солнце, тем с большей вероятностью у нее окажется такой диск. Иногда в центрах таких систем наблюдается «отверстие», как в пластинке для фонографа. Эта свободная область занимает пространство 30–40 а. е. вокруг звезды. Именно таковы газово-пылевые диски, окружающие Вега и Эпсилон Эридана. «Отверстие» в газово-пылевом диске у Беты Живописца распространяется только на 15 а. е. вокруг своей звезды. Вполне возможно, что эти внутренние, свободные от пыли зоны были вычищены планетами, которые недавно там образовались. Действительно, считается, что такое выметание имело место и в ранней истории нашей планетной системы. По мере того как качество наблюдений будет улучшаться, мы можем обнаружить характерные детали в конфигурации пыли и свободные от нее зоны — что укажет на присутствие планет, слишком мелких и темных для непосредственного наблюдения. Данные спектроскопии свидетельствуют, что такой диск перемешивается и вещество выпадает на центральную звезду. Возможно, оно берется с комет, которые образуются в газово-пылевом диске, отклоняются невидимыми планетами и испаряются, приближаясь к своему солнцу.

Поскольку планеты очень маленькие и отбрасывают отраженный свет, они должны совершенно теряться в сиянии своей

* Земля находится на расстоянии 1 а.е. от Солнца. — *Прим. авт.*

звезды. Тем не менее ведется активная работа по поиску полноценных планет вокруг близлежащих звезд — путем регистрации краткого, едва различимого затмения звезды, когда темная планета оказывается между светилом и наблюдателем на Земле. Другой способ — подмечать слабые колебания во вращении звезды, когда ее немного потягивает то в одну, то в другую сторону планета, больше никак себя не проявляющая. Подобные наблюдения будут гораздо эффективнее, если проводить их из космоса. Планета юпитерианского типа, обращающаяся вокруг звезды, примерно в миллиард раз уступает ей по яркости; тем не менее наземные телескопы нового поколения позволяют компенсировать мерцание земной атмосферы и обнаруживать такие планеты всего за несколько часов наблюдений. Планета земного типа у ближней звезды будет еще в сто раз тусклее; но уже сейчас представляется, что сравнительно дешевый космический аппарат, выведенный на околоземную орбиту, позволит обнаруживать новые «Земли». Такие поиски пока не принесли результата, но мы явно вот-вот откроем у ближайших звезд первые планеты, сопоставимые по размеру с Юпитером, — если они там найдутся*.

Одним из важнейших и многообещающих новейших открытий является обнаружение полноценной планетной системы у совершенно непримечательной звезды, удаленной от нас примерно на 1300 световых лет. Этот результат был получен, и весьма неожиданным методом. Пульсар под номером B1257+12 — это стремительно вращающаяся нейтронная звезда, невероятно плотное солнце, представляющее собой остаток массивной звезды, претерпевшей взрыв сверхновой. Периодичность его импульсов измерена впечатляюще точно — один импульс за 0,0062185319388187 с. Пульсар совершает 10 000 об./мин.

* Интуиция не подвела автора. В 1995 г. вторым из указанных методов — по колебанию звезды — была обнаружена первая внесолнечная планета (экзопланета). А оба метода — регистрация колебаний звезды и ее затмений — позволили к 2016 г. открыть около 2000 экзопланет. — *Прим. ред.*

Заряженные частицы, попадающие в его интенсивное магнитное поле, генерируют радиоволны, достигающие Земли, — примерно 160 сигналов в секунду. Небольшие, но различимые изменения этой частоты в 1991 г. были гипотетически интерпретированы Александром Вольщаном, в настоящее время работающим в Университете штата Пенсильвания, как слабейшее ответное движение звезды под влиянием обращающейся вокруг нее планеты. В 1994 г. Вольщан подтвердил теоретически спрогнозированные гравитационные взаимодействия этих планет, исследовав погрешность хронометрирования на уровне микросекунд за период с 1991 по 1994 г. Тот факт, что перед нами действительно новые планеты, а не толчки на поверхности нейтронной звезды (или нечто подобное), в настоящее время ошеломляет; сам Вольщан назвал его «неопровержимым». Мы «однозначно идентифицировали» новую солнечную систему. В отличие от других способов, метод хронометрирования пульсара более удобен для обнаружения землеподобных планет, чем для поиска планет-гигантов.

Планета С, примерно в 2,8 раза массивнее Земли, обращается вокруг пульсара за 98 дней и находится на расстоянии 0,47 а. е. от него. Планета В, около 3,7 массы Земли, отстоит от звезды на 0,36 а. е., год на ней составляет 67 земных дней. Масса планеты А, которая еще ближе к звезде, равна примерно 0,015 от массы Земли, а ее расстояние до пульсара — 0,19 а. е. Грубо говоря, планета В находится от звезды примерно на таком расстоянии, как Меркурий от Солнца, планета В вращается по орбите, которая могла бы находиться примерно на полпути от Меркурия до Венеры. Орбита планеты А является внутренней относительно орбит двух других планет, сама планета по массе напоминает Луну и обращается вдвое ближе от звезды, чем Меркурий от Солнца. Мы не знаем, являются ли эти планеты остатками более древней планетной системы, каким-то образом уцелевшей после взрыва сверхновой, на месте которого образовался пульсар, либо они сформиро-

вались в ходе аккреции из околозвездного диска, возникшего в результате такого взрыва. Но в любом случае мы узнали о существовании иных «Земель».

Энергия, выдаваемая B1257+12, примерно в 4,7 раза больше солнечной. Но в отличие от солнечной она большей частью представляет собой не видимый свет, а бурный вихрь электрически заряженных частиц. Предположим, что эти частицы бомбардируют планеты и разогревают их. Тогда даже на планете, которая отстояла бы от звезды на 1 а. е., температура была бы примерно на 280 °C выше точки кипения воды — то есть больше, чем на Венере.

Эти темные раскаленные планеты явно непригодны для жизни. Но могут быть и другие, расположенные дальше от B1257+12, более гостеприимные. (Обнаружены признаки существования как минимум одного более прохладного мира в системе B1257+12.) Разумеется, мы даже не знаем, сохранились ли вокруг таких планет атмосферы; возможно, всякая атмосфера улетучилась при взрыве сверхновой, даже если существовала ранее. Но нам, по-видимому, удалось открыть самую настоящую планетную систему. Вероятно, в ближайшие десятилетия будет обнаружено еще множество таких систем — как вокруг обычных звезд, похожих на Солнце, так и вокруг белых карликов, пульсаров и звезд, находящихся на других этапах жизненного цикла.

В конце концов у нас будет список планетных систем, в каждой из которых, вероятно, найдутся землеподобные миры и газовые гиганты, а возможно, и новые классы планет. Мы будем исследовать эти миры при помощи спектроскопа и другими способами. Будем искать новые Земли и жизнь на них.

НИ НА ОДНОЙ ИЗ ПЛАНЕТ Солнечной системы «Вояджеры» не нашли признаков жизни, тем более — разума. Удалось обнаружить только огромное количество органических веществ — сырье для жизни, ее предвестник, но, насколько мы можем

судить, никакой настоящей жизни там нет. В атмосферах этих миров нет кислорода, а также каких-либо газов, которые явно выбивались бы из химического равновесия — как метан на фоне земного кислорода. Многие планеты причудливо окрашены, но ни одна из них не проявляет таких выраженных поглощающих свойств, как хлорофилл, покрывающий значительную часть поверхности Земли. В очень немногих мирах «Вояджеры» позволили различить детали около километра в поперечнике. В таком случае они бы обнаружили даже следы нашей технологической цивилизации, если бы она распространилась во внешние области Солнечной системы. Но, самое главное, мы не нашли никаких правильных узоров, геометризаций, никакой «склонности» к кругам, треугольникам, квадратам или прямоугольникам. В ночных полушариях не обнаружено никаких стабильных скоплений источников света. Отсутствуют признаки технологических цивилизаций, связанных с модификацией поверхности этих миров.

Газовые гиганты испускают мощные потоки радиоволн, которые генерируются отчасти под действием частиц, захваченных их магнитными полями и образующих пучки, отчасти молниями, отчасти — горячими недрами этих планет. Но нигде такое излучение не указывает на деятельность разумной жизни — по крайней мере насколько могут судить наши радиоинженеры.

Разумеется, мы можем мыслить слишком узко. Можем что-то упускать. Например, в атмосфере Титана очень мало углекислого газа, что выводит эту азотно-метановую атмосферу из химического равновесия. Думаю, CO_2 там накапливается из-за постоянной бомбардировки кометами, попадающими на Титан, но не уверен в этом. Может быть, на поверхности есть какой-то неучтенный источник CO_2 на фоне всего этого метана.

Ландшафты Миранды и Тритона не похожи на что-либо виденное нами. Там есть огромные V-образные формы рельефа

и пересекающиеся прямые линии, которые даже рассудительные геологи-планетологи в свое время провокационно сравнивали с шоссе. Мы полагаем, что (более-менее) способны понять этот рельеф как результат сбросов и столкновений, но, разумеется, мы можем ошибаться.

Поверхностные пятна органики — иногда, как на Титане, причудливо окрашенные — связываются с заряженными частицами, запускающими химические реакции во льдах из простых углеводов, в результате образуются более сложные соединения, и все это никак не связано с вмешательством жизни. Но и в этом, конечно, мы можем ошибаться.

Сложные паттерны статического электричества, всплесков и свистящих атмосфериков, которые мы наблюдаем на газовых гигантах, в целом объяснимы на языке физики плазмы и теплового излучения (многие детали этих процессов еще предстоит понять). Однако и здесь возможны ошибки.

В десятках миров мы и близко не нашли таких четких и убедительных признаков жизни, как те, которые обнаружил аппарат «Галилео» при облетах Земли. Жизнь — это гипотеза на самый крайний случай; она рассматривается, только если вы не можете объяснить наблюдаемые явления никакими иными способами. На мой взгляд, жизни нет ни в одном из изученных нами миров, если не считать, конечно, нашего собственного. Но я могу ошибаться, и независимо от верности или ложности моего суждения оно касается только нашей Солнечной системы. Возможно, какая-нибудь новая экспедиция обнаружит что-то иное, поразительное, совершенно необъяснимое на уровне обычного инструментария планетологии — тогда мы с трепетом и осторожностью начнем двигаться к биологической гипотезе. Однако на данный момент нет никакой необходимости избирать этот путь. До сих пор вся жизнь, существующая в Солнечной системе, имеет земное происхождение. В системах Урана и Нептуна единственным признаком жизни был сам «Вояджер».

По мере того как мы будем открывать планеты у других звезд, находить другие миры, сравнимые по размеру и по массе с Землей, мы будем тщательно искать на них жизнь. Плотная кислородная атмосфера может быть обнаружена даже в таком мире, который мы не могли себе представить. Если исходить из примера Земли, наличие кислорода само по себе может быть признаком жизни. Кислородная атмосфера с заметной примесью метана — это практически бесспорный признак жизни, точно как и модулированное радиоизлучение. Рано или поздно наблюдения нашей или другой планетной системы позволят открыть внеземную жизнь, и эта новость вполне может застать нас за утренним кофе.

ДВА АППАРАТА «ВОЯДЖЕР» направляются к звездам. Они уносятся из Солнечной системы по траектории покидания, преодолевая более миллиона километров в день. Гравитационные поля Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна сообщили им такие огромные скорости, что зонды преодолели связь, ранее удерживавшую их в пределах солнечной досягаемости.

Покинули ли они уже Солнечную систему? Ответ зависит от того, как мы установим ее пределы. Если принять за такую границу орбиту самой далекой крупной планеты, то «Вояджеры» уже давно преодолели ее; вероятно, неоткрытых «Нептунов» больше не осталось. Если говорить о самой далекой планете любого размера, то могут существовать и другие — пожалуй, размером примерно с Тритон — далеко за орбитами Нептуна и Плутона; в таком случае «Вояджер-1» и «Вояджер-2» все еще остаются в Солнечной системе. Если провести внешнюю границу Солнечной системы по гелиопаузе — той области, где межпланетные частицы и магнитные поля уступают место межзвездным, — то ни один из «Вояджеров» пока не миновал Солнечную систему, хотя они и могут сделать это в течение нескольких ближайших десятилетий*. Но если мы будем считать пре-

* Считается, что радиосигналы, зафиксированные «Вояджерами» в 1992 г., возникают из-за столкновения сильных порывов солнечного ветра с разреженным

делом Солнечной системы то расстояние, на котором наша звезда больше не может удерживать на орбитах какие-либо тела, то «Вояджеры» проведут в ней еще десятки тысяч лет.

Слабая солнечная гравитация, распространяющаяся во всех направлениях, удерживает целую тучу комет — триллионы или даже больше. Эта совокупность тел называется «облаком Оорта». Два наших космических аппарата завершат свой путь через облако Оорта примерно через 20 000 лет. Тогда они наконец-то попрощаются с Солнечной системой, освободятся от гравитационных оков, когда-то связывавших их с Солнцем, и отправятся в открытое море межзвездного пространства. Лишь тогда начнется второй этап их миссии.

Космические корабли с давно умолкшими радиопередатчиками будут вечно странствовать в спокойной и холодной межзвездной черноте — там не будет практически ничего, что могло бы их повредить. Покинув Солнечную систему, они останутся нетронутыми на протяжении миллиарда лет или более, огибая по кругу центр галактики Млечный Путь.

Мы не знаем, есть ли в нашей галактике другие космические цивилизации. Если они существуют, то мы не знаем, насколько они распространены, тем более — где они. Но, по крайней мере есть шанс, что когда-нибудь в отдаленном будущем один из «Вояджеров» будет обнаружен и исследован инопланетной экспедицией.

Поэтому на каждом из «Вояджеров», отправившихся с Земли к другим планетам и звездам, установлена позолоченная грам-

межзвездным газом. По исключительной мощности сигнала (более 10 трлн Вт) можно оценить пределы гелиопаузы: примерно 100 а.е. При сохранении текущей скорости покидания Солнечной системы «Вояджер-1» может проскочить гелиопаузу и выйти в межзвездное пространство около 2010 г. Если его ядерный источник энергии по-прежнему работает, то новости о выходе из гелиопаузы будут переданы нам, оставшимся на Земле. Энергия, выделяющаяся от столкновения этой ударной волны с гелиопаузой, делает ее самым мощным источником радиоизлучения в Солнечной системе. Приходится задуматься, можно ли обнаружить при помощи наших радиотелескопов еще более мощные подобные фронты на границах других планетных систем. — *Прим. авт.*

мофонная пластинка, заключенная в полированный позолоченный футляр. На пластинке, в частности, записаны приветствия на 59 человеческих языках и одном языке китов, 12-минутная подборка звуков, в которой: поцелуй, плач ребенка, ЭЭГ, снятая во время медитации молодой влюбленной женщины; 116 закодированных картинок, рассказывающих о нашей науке, цивилизации и о нас самих. Также на ней записано 90 минут земной музыки — западной и восточной, классической и народной. Здесь есть и колыбельная навахо, японская пьеса для флейты сякухати, песня, которую поют при инициации пигмейской девочки, перуанская свадебная песня, а также композиция «Текущие реки» для китайского инструмента цисяньцин, которой 2500 лет. Здесь же — музыка Баха, Бетховена, Моцарта, Стравинского, Луи Армстронга, Слепого Вилли Джонса и композиция Чака Берри «Джонни Би Гуд».

Космос почти пуст. Мало шансов, что один из «Вояджеров» когда-либо попадет в другую звездную систему, даже если допустить, что у любой звезды есть планеты. Информация на футлярах пластинок записана такими научными символами, смысл которых, на наш взгляд, очевиден. Но наши послания могут быть прочитаны и поняты лишь при условии, что когда-нибудь в отдаленном будущем инопланетяне смогут найти «Вояджер» в глубинах межзвездного пространства. Поскольку оба «Вояджера» будут курсировать вокруг центра Млечного Пути практически вечно, есть масса времени, чтобы кто-нибудь обнаружил эти записи — если их вообще есть кому искать.

Мы не можем предположить, какая часть этих записей окажется постижима. Разумеется, перевести наши приветствия никто не сможет, но о смысле этих фраз можно догадаться. (Нам кажется, что было бы невежливо не поздороваться.) Гипотетические инопланетяне неизбежно будут очень отличаться от нас — ведь они должны были независимо развиваться в совсем другом мире. Можем ли мы рассчитывать, что они вообще поймут что-нибудь из нашего послания? Но всякий раз,

когда меня начинают одолевать такие сомнения, я сам себя подбадриваю. При всей возможной непостижимости записей «Вояджера» экипаж любого инопланетного корабля, который найдет его, будет судить о нас по собственным стандартам. Однако в силу явного исследовательского назначения, высоких целей, при полном отсутствии враждебности, непревзойденном техническом совершенстве и работоспособности эти роботы красноречиво нас характеризуют.

Но, будучи гораздо более высокоразвитыми учеными и инженерами, чем мы (в противном случае они просто не смогли бы найти и выловить маленький и бесшумный космический аппарат в межзвездном пространстве), инопланетяне, вероятно, без труда расшифруют ту информацию, которую мы записали на этих золотых пластинках. Возможно, они распознают деликатность нашего общества, несоответствие между нашей технологией и искушенностью. «Могли ли они самоуничтожиться с тех пор, как запустили “Вояджер”, — вправе подумать инопланетяне, — либо достигли еще больших высот?»

Возможно, наши послания и никогда не будут найдены. Не исключено, что за пять миллиардов лет никто на них не наткнется. Пять миллиардов лет — долгое время. За такой срок все люди либо исчезнут, либо эволюционируют в других существ, ни один из наших артефактов не сохранится на Земле, континенты неузнаваемо изменятся или разрушатся, а Солнце в ходе своего жизненного цикла сожжет Землю, превратив ее либо в головешку, либо в вихрь атомов. «Вояджеры» же, давно покинувшие дом и не затронутые этими далекими событиями, полетят дальше, неся с собой память об уже не существующем мире.

СВЯЩЕННАЯ ЧЕРНОТА

Из всего, что доступно взору,
бездонное небо наиболее располагает к интимному чувству.
Сэмюэл Тейлор Кольридж. Заметки (1805 г.)

Синева безоблачного майского утра либо красно-оранжевые тона заката над морем заставляли людей удивляться, вдохновляли их на поэзию и науку. Независимо от того, в какой части Земли мы живем, каков наш язык, наши обычаи и политика, у всех нас общее небо. Большинство принимают эту лазурь как *должное* и по понятной причине были бы ошеломлены, проснувшись однажды на рассвете и обнаружив за окном желтое, или зеленое, или черное безоблачное небо. (Обитатели Лос-Анджелеса или Мехико привыкли к бурому небу, а жители Лондона или Сиэтла — к серому, но даже они считают, что небо на нашей планете должно быть голубым.)

Однако *есть* миры с черными или желтыми небесами, а возможно — даже с зелеными. Цвет неба характеризует тот или иной мир. Забросьте меня на любую планету Солнечной системы и, не дав мне ощутить гравитацию или посмотреть под ноги, позвольте лишь мельком взглянуть на небо и солнце. Думаю, в таком случае я смогу довольно уверенно определить, где нахожусь. Такой знакомый голубоватый оттенок, кое-где перемежающийся с пушистыми белыми облаками, — визитная карточка Земли. Во французском языке есть выражение «*sacre-bleu!*», которое можно перевести примерно как «Славные небеса!»*. Буквально эта фраза означает «священная синева».

* Изначально эта формулировка служила эвфемизмом для фразы «Господь святейший», поскольку такую клятву считали слишком страшной, а вторая из десяти заповедей запрещает упоминать Бога всуе. — *Прим. авт.*

Действительно, если у Земли когда-нибудь появится настоящий флаг, то он должен быть голубого цвета.

Птицы летают по небу, облака висят на нем, люди восхищаются небом и как ни в чем не бывало путешествуют по нему. Свет от Солнца и звезд свободно проникает сквозь небо. Но что оно собой представляет? Из чего состоит? Откуда берется вся эта синева? Если небо одинаково для всех, если оно характеризует наш мир, наверняка мы должны что-то знать о небе. Итак, что же это такое?

В августе 1957 г. человек впервые проник за пределы синевы и осмотрелся. Это был Дэвид Симонс, бывший офицер ВВС и врач, оказавшийся на максимальной высоте за всю предыдущую историю человечества. Управляя аэростатом, он в одиночку поднялся до 30-километровой высоты и сквозь толстые иллюминаторы увидел иное небо. Доктор Симонс, впоследствии ставший профессором Медицинской школы Калифорнийского университета в Ирвайне, вспоминал, что над ним открылось темное, насыщенно-фиолетовое небо. Он достиг переходной зоны, где синева приповерхностной атмосферы постепенно уступает место идеальной космической черноте.

Со времен полузабытого полета Симонса представители многих наций побывали за пределами атмосферы. Сегодня по результатам многократных наблюдений, выполненных пилотируемыми (и автоматическими) экспедициями, известно, что дневное небо в космосе черное. Солнце ярко освещает ваш корабль. Земля под вами искрится огнями. Но небо черно как ночью.

Вот знаменитое описание, сделанное Юрием Гагариным — первым человеком, оказавшимся в космосе и рассказавшим, что он увидел с борта корабля «Восток-1» 12 апреля 1961 г.:

Небо совершенно черное. Величина звезд и их яркость немножко четче на этом черном фоне. Виден очень красивый горизонт, видна окружность Земли, горизонт имеет красивый голубой цвет.

У самой поверхности Земли нежно-голубой цвет, постепенно темнеющий и переходящий в фиолетовый оттенок, который плавно переходит в черный цвет.

Естественно, цвет дневного неба — вся эта синева — как-то связан с атмосферой. Но если вы посмотрите на человека, сидящего за столом напротив вас, он (скорее всего) не покажется вам синеватым. Соответственно, цвет неба возникает не просто в силу наличия воздуха, а из-за того, что атмосфера очень мощная. Если присмотреться к Земле из космоса, то можно различить, что она окружена тонкой голубой лентой, по толщине примерно такой, как нижние слои атмосферы. Действительно, это и есть нижняя часть атмосферы. Выше этой зоны заметно, как голубое небо постепенно сменяется черным космосом. Именно в этой переходной зоне впервые оказался Симонс, ее же первым наблюдал сверху Гагарин. Обычный космический полет начинается в нижней голубой части атмосферы, эта зона преодолевается в течение нескольких минут после старта. Затем вы оказываетесь в беспредельном пространстве, где нельзя даже сделать вдох без помощи сложной системы жизнеобеспечения. Человеческая жизнь напрямую зависит от существования этого голубого неба. Мы вправе считать его ласковым и священным.

Днем небо кажется нам голубым, поскольку солнечный свет рассеивается в воздухе вокруг нас и над нами. В безоблачную ночь небо черное, так как отсутствует достаточно интенсивный источник света и рассеиваться нечему. Почему-то в воздухе рассеивается преимущественно голубой свет. В чем дело?

Видимый свет, прилетающий от Солнца, окрашен в разные цвета — фиолетовый, синий, зеленый, желтый, оранжевый — в зависимости от длины световой волны. (Длина волны — это расстояние между ее соседними гребнями во время перемещения волны по воздуху или по космосу.) Фиолетовые и синие волны самые короткие, оранжевые и красные — самые длин-

ные. Мы различаем цвета в зависимости от того, как именно наши глаза и мозг воспринимают свет с разной длиной волны. Мы с тем же успехом могли бы слышать волны света как звуки разной высоты, но наши органы чувств развивались иначе.

Если смешать вместе все цвета радуги, как в солнечном свете, то получится почти белый оттенок. Эти волны все вместе за восемь минут преодолевают 150 млн км пространства, отделяющих Землю от Солнца. Попадают в земную атмосферу, состоящую в основном из молекул азота и кислорода. Некоторые волны отражаются обратно в космос. Другие отскакивают от молекулы к молекуле, и в это время их можно увидеть. Кроме того, некоторые волны отражаются в космос от облаков и поверхности Земли. Подобное отскакивание волн света в атмосфере и называется «рассеяние».

Но молекулы воздуха по-разному рассеивают свет в зависимости от длины волны. Если длина волны больше, чем размер молекулы, то такие волны рассеиваются хуже; они обтекают молекулы, практически «не замечая» их. Те волны, длина которых сопоставима с поперечником молекулы, рассеиваются сильнее. Кроме того, волнам сложно обтекать препятствия, сравнимые с ними по размеру. Вспомните, как расходятся морские волны от свай пирса или волны в ванне от резиновой уточки. Короткие волны света, которые мы воспринимаем как синие и фиолетовые, рассеиваются эффективнее, чем более длинные — красный и оранжевый свет. Когда в безоблачный день мы смотрим в ясное небо и восхищаемся его синевой, мы убеждаемся, что в воздухе рассеиваются преимущественно короткие волны солнечного света. Это явление называется «рэлеевское рассеяние» — в честь английского физика, который впервые дал ему правильное объяснение. Сигаретный дым имеет голубой оттенок по той же причине: частицы, из которых он состоит, в поперечнике сопоставимы с длиной волны голубого света.

Итак, почему же закат красный? Дело в том, что, когда вся синяя часть спектра рассеется в воздухе, от солнечного света

остаётся именно красная составляющая. Поскольку атмосфера — это тонкая газовая оболочка, окутывающая твердый земной шар и удерживаемая его гравитацией, солнечный свет на закате (или на восходе) должен пройти по более длинной наклонной траектории, чем в полдень. Поскольку фиолетовые и синие волны рассеиваются ещё активнее, когда этот путь увеличивается (по сравнению с полуднем, когда солнце у нас над головой), мы, глядя на закатное солнце, видим остаток спектра — те волны, которые почти не рассеиваются, в частности, красные и оранжевые. В голубом небе получается красный закат. Полуденное солнце кажется желтоватым отчасти потому, что излучает желтый свет активнее, чем остальные цвета спектра, а также потому, что даже в полдень часть голубого света все-таки рассеивается в земной атмосфере.

Иногда говорят, что ученые не романтичны, что их стремление все разложить по полочкам лишает мир красоты и волшебства. Но разве не волнительно понимать, как именно устроен мир — знать, что белый свет состоит из всех цветов радуги, что воспринимаемые нами цвета соответствуют длинам волн, что прозрачный воздух отражает свет, что различные волны света отражаются по-разному и что небо голубое именно по той причине, по которой закат — красный? Солнечный закат не становится менее романтичным оттого, что мы знаем о нем чуть больше.

Поскольку размеры большинства простых молекул примерно одинаковы (около стомиллионной доли сантиметра), голубой цвет земного неба не слишком зависит от состава воздуха, так как воздух не *поглощает* свет. Молекулы кислорода и азота не поглощают видимый свет; они просто отражают его под углом от источника. Однако другие молекулы могут впитывать свет. Оксиды азота (соединения азота с кислородом), образующиеся в автомобильных двигателях и в промышленных факелах, окрашивают смог в угрюмые бурые оттенки. Оксиды азота поглощают свет; это, как и рассеяние, может влиять на цвет неба.

ИНЫЕ МИРЫ, ИНЫЕ НЕБЕСА. Меркурий, Луна и большинство спутников других планет — маленькие миры. Поскольку их гравитация ничтожна, они не удержали своих атмосфер, которые постепенно утекли в космос. Поэтому даже на поверхности этих тел — практически вакуум. Солнечный свет беспрепятственно падает на грунт, по пути не рассеивается и не поглощается. Небеса этих миров черные даже в полдень. До сих пор в этом смогли на собственном опыте убедиться лишь 12 человек — участники первых пилотируемых экспедиций на Луну, экипажи кораблей 11, 12 и 14–17 из серии «Аполлон».

Полный список спутников, открытых в Солнечной системе на момент написания этой книги, приведен в следующей таблице. Добрую половину из них открыл «Вояджер». На всех этих телах, а также на всех астероидах черные небеса, если не считать Титана, спутника Сатурна и, возможно, Тритона, спутника Нептуна, которые достаточно велики и имеют собственные атмосферы.

Атмосфера Венеры примерно на 90% больше, чем у Земли. Но основную ее часть составляет не кислород и азот, как у нас, а углекислый газ. Однако и углекислый газ не поглощает видимого света. Как выглядело бы небо с поверхности Венеры, если бы на этой планете не было облаков? В такой мощной атмосфере рассеивались бы не только синие и фиолетовые волны, но и все остальные — зеленые, желтые, оранжевые, красные. Атмосфера настолько плотная, что до поверхности планеты голубой свет практически не долетает; он почти полностью отражается в космос после многочисленных отскоков в верхних слоях атмосферы. Соответственно, тот свет, который достигает венерианских ландшафтов, должен иметь выраженную красно-оранжевую гамму — как на закате у нас, но по всему небу. Кроме того, сера, содержащаяся в высотных облаках, придает небу желтый оттенок. Фотографии, сделанные советскими спускаемыми аппаратами «Венера», подтверждают, что небо на Венере желто-оранжевое.

ШЕСТЬДЕСЯТ ДВА МИРА К НАЧАЛУ ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ:
ИЗВЕСТНЫЕ СПУТНИКИ ПЛАНЕТ (И ОДИН СПУТНИК АСТЕРОИДА)
ПЕРЕЧИСЛЕННЫ В ПОРЯДКЕ УВЕЛИЧЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ОТ СВОЕЙ
ПЛАНЕТЫ

ЗЕМЛЯ 1	МАРС 2	ИДА 1	ЮПИТЕР 16	САТУРН 18	УРАН 15	НЕПТУН 8	ПЛУТОН 1
Луна	Фобос	Дак- тиль	Метида	Пан	Корделия	Наяда	Харон
	Дей- мос		Адрастея	Атлант	Офелия	Таласса	
			Амальтея	Прометей	Бианка	Деспина	
			Фива	Пандора	Крессида	Галатея	
			Ио	Эпиметей	Дезде- мона	Ларисса	
			Европа	Янус	Джульет- та	Протей	
			Ганимед	Мимас	Порция	Тритон	
			Каллисто	Энцелад	Роза- линда	Нереида	
			Леда	Тетис	Белинда		
			Гималия	Телесто	Пак		
			Лиситея	Калипсо	Миранда		
			Элара	Диана	Ариэль		
			Ананке	Елена	Умбри- эль		
			Карме	Рея	Титания		
			Пасифе	Титан	Оберон		
			Синоп	Гиперион			
				Япет			
				Феба			

С Марсом все иначе. Он меньше Земли и обладает гораздо более тонкой атмосферой. Фактически давление на поверхности Марса примерно такое же, как в земной стратосфере на той высоте, куда поднялся Симонс. Поэтому логично было бы пред-

положить, что марсианское небо будет черным или черно-фиолетовым. Первый цветной снимок с поверхности Марса был сделан в июле 1976 г. американским посадочным модулем «Викинг-1». Это был первый космический зонд, успешно опустившийся на поверхность Красной планеты. Цифровые данные были исправно переданы по радио с Марса на Землю, а цветная картинка собрана на компьютере. К всеобщему удивлению ученых (и никого более), на этом первом изображении, попавшем в печать, марсианское небо оказалось по-домашнему уютным, голубым — это невозможно для планеты со столь скудной атмосферой. Что-то явно пошло не так.

Изображение в вашем цветном телевизоре является суммой трех монохромных картинок, каждая из которых выдержана в одном из трех цветов — красном, синем или зеленом. Такой метод смешения цветов также встречается в видеопроекторах, которые испускают отдельные лучи света — красного, зеленого и синего — для получения полноцветной картинки (в том числе с оттенками желтого). Чтобы получить нужный цвет, ваш телевизор должен правильно смешать (сбалансировать) три этих монохромных изображения. Если поднять интенсивность, скажем, для голубого, то картинка покажется слишком синей. Любая фотография, получаемая из космоса, требует подобного баланса цветов. Иногда такой баланс подбирается во многом по усмотрению компьютерщиков-аналитиков. Аналитики из проекта «Викинг» не были астрономами-планетологами, поэтому, приняв первое цветное изображение с Марса, они просто смешивали цвета до тех пор, пока у них не получилась «правильная» картинка. Мы так привыкли к нашему повседневному земному опыту, что «правильное» небо — конечно же, голубое. Вскоре цвета снимка изменили, воспользовавшись калибровочными стандартами, которые именно для этой цели были изображены на борту зонда. На получившемся составном изображении небо оказалось ничуть не голубым, а охристо-розоватым. Не голубым, но и никак не фиолетово-черным.

Именно таков цвет марсианского неба. Большая часть поверхности Марса представляет собой пустыню. Она красноватая, так как марсианские пески — это ржавчина. Время от времени на Марсе происходят пылевые бури, при которых легкие песчинки поднимаются очень высоко в атмосферу. Прежде чем они снова оседут и небо прояснится от них, проходит немало времени — за этот период непременно случается следующая песчаная буря. Глобальные или крупные песчаные бури происходят на Марсе почти каждый год. Поскольку небо этой планеты постоянно наполнено частицами ржавчины, будущие поколения людей, которым предстоит родиться и прожить всю жизнь на Марсе, будут считать такое оранжево-розовое небо не менее обычным и естественным, чем мы — голубое. Вероятно, им будет достаточно лишь мельком взглянуть на небо, чтобы понять, как давно утихла последняя крупная песчаная буря.

Внешние планеты Солнечной системы — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — совершенно иные. Это колоссальные миры с огромными атмосферами, состоящими в основном из водорода и гелия. Их твердые поверхности скрыты так глубоко, что туда не попадает никакого солнечного света. Там внизу небо черное, нет ни малейшего шанса увидеть восход — никогда. Вероятно, эту вечную беззвездную ночь иногда озаряют вспышки молний. Но в более высоких слоях атмосферы, куда проникает солнечный свет, открываются гораздо более живописные виды.

На Юпитере над слоем высотной дымки, состоящей из частиц аммиачного (а не водяного) льда, небо почти черное. Ниже, в голубой области неба, плывут разноцветные облака, окрашенные в различные желто-коричневые оттенки. Состав их неизвестен, но, вероятно, там присутствуют сера, фосфор и сложные органические молекулы. Еще ниже небо будет красно-коричневым, не считая облаков различной толщины. Там, где облака окажутся особенно тонкими, можно будет заметить голубое пятнышко. Далее мы постепенно возвращаемся в край

вечной ночи. Что-то подобное наблюдается и на Сатурне, но краски там более тусклые.

Уран и в особенности Нептун окрашены в загадочные строгие голубоватые оттенки. В этих небесах заметны облака, некоторые из которых чуть белее; их несут стремительные ветры. Солнечный свет попадает в сравнительно чистую атмосферу, которая состоит в основном из водорода и гелия, но также богата метаном. Пока свет успевает проделать длинный путь через метан, этот газ активно поглощает желтые и в особенности красные оттенки, а зеленый и синий свет через него свободно проходит. Тонкая углеводородная дымка забирает немного голубого. Возможно, на определенных глубинах небо этих планет зеленое.

По распространенному мнению, Уран и Нептун выглядят синими из-за поглощения света метаном и рэлеевского рассеяния в толще атмосферы. Но анализ данных «Вояджера», выполненный Кевином Бейнсом из ЛРД, позволяет предположить, что этих факторов недостаточно. По-видимому, на большой глубине — может быть, вблизи от гипотетических облаков сероводорода — в избытке имеется какая-то голубая субстанция. Никто до сих пор не смог предположить, что это может быть такое. Голубое вещество встречается в природе очень редко. Как это всегда бывает в науке, стоит только развеять старые тайны, как им на место приходят новые. Рано или поздно мы найдем ответ и на этот вопрос.

ВО ВСЕХ МИРАХ, ГДЕ НЕБО НЕ ЧЕРНОЕ, есть атмосферы. Если вы стоите на поверхности и над вами расстилается настолько плотная атмосфера, что ее можно заметить, то значит, через нее можно и пролететь. В настоящее время мы уже посылаем наши зонды летать в разноцветных небесах других миров. Когда-нибудь мы отправимся туда сами.

Параюты уже использовались в атмосферах Венеры и Марса, подобные проекты также планируются для исследования Юпи-

тера и Титана. В 1985 г. два франко-советских аэростата прошли по желтым небесам Венеры. Аэростат «Вега-1», имевший около 4 м в поперечнике, нес контейнер с аппаратурой на 13-метровом тросе. Аэростат наполнился в ночном полушарии, пролетел на высоте около 54 км над поверхностью Венеры и транслировал данные на протяжении почти двух земных суток, пока его батареи не отказали. За это время он преодолел 11 600 км над поверхностью Венеры, лежавшей далеко внизу. Параметры аэростата «Вега-2» были практически такими же. Атмосфера Венеры также использовалась для аэродинамического торможения — при этом орбита космического зонда «Магеллан» была изменена под влиянием трения в плотной атмосфере. В будущем эта технология сыграет ключевую роль для орбитальных и посадочных модулей, прибывающих на Марс.

Экспедиция к Марсу намечена на 1998 г. под руководством России. В рамках этого проекта предполагается использовать гигантский французский аэростат, наполненный горячим воздухом; внешне он немного напоминает исполинскую медузу вида португальский кораблик. Аэростат спроектирован так, чтобы в каждые морозные сумерки он погружался в атмосферу, приближаясь к марсианской поверхности, а днем вновь поднимался, когда его нагреет солнечный свет. Ветры там настолько быстрые, что если все пойдет нормально, то аэростат будет покрывать сотни километров в день, двигаясь такими «прыжками» и огибая планету через Северный полюс. Ранним утром, будучи у самой поверхности, он будет делать снимки в высоком разрешении и собирать другую информацию. Аэростат предполагалось оснастить направляющим канатом (гайдропом), необходимым для обеспечения стабильности. Проектированием и разработкой гайдропа занималась частная некоммерческая организация «Планетное общество», расположенная в Пасадене, Калифорния.

Поскольку давление у поверхности Марса примерно такое же, как на высоте 30 000 м на Земле, уже известно,

что там можно летать на самолетах. Например, U-2 или SR-71 («Блэкбёрд») вполне приспособлены для такого низкого давления. Для работы на Марсе проектировались самолеты с еще большим размахом крыльев.

Мечты о полете и о космических путешествиях идут рука об руку. Они продумывались инженерами-единомышленниками, основаны на смежных технологиях и развивались в связке друг с другом. Вместе с тем как полеты на Земле достигают определенных практических и экономических пределов, открываются возможности летать в разноцветных небесах других миров.

СЕЙЧАС УЖЕ ПРАКТИЧЕСКИ ВОЗМОЖНО определить для каждой планеты Солнечной системы свою цветовую гамму, в зависимости от окраски ее неба и облаков. Спектр будет варьироваться от сернистых небес Венеры и ржавой атмосферы Марса до аквамарина Урана и завораживающей неземной синевы Нептуна. «Священный желтый», «священный розовый», «священный зеленый». Возможно, в будущем эти цвета станут украшать флаги дальних человеческих форпостов в Солнечной системе, когда мы уже будем осваивать новые рубежи, прокладывая путь от Солнца к звездам. При этом наши исследователи будут двигаться сквозь беспредельную черноту космоса. Священную черноту.

ВЕЧЕРНЯЯ И УТРЕННЯЯ ЗВЕЗДА

Это иной мир, он не для людей.
Ли Бо. Вопрос и ответ в горах,
Китай, династия Тан (ок. 730 г.)

Можно увидеть, как она блистает в сумерках и преследует закатное солнце. Заметив ее, люди стали загадывать желание. Иногда оно сбывалось.

Еще ее можно разглядеть на востоке на самой заре, ускользающую от восходящего солнца. В этих двух ипостасях, будучи ярче всех остальных небесных светил, кроме Солнца и Луны, она была известна как вечерняя и утренняя звезда. Наши предки не догадывались, что это планета, причем одна и та же, никогда не удаляющаяся от Солнца, поскольку ее орбита ближе к Солнцу, чем земная. Перед самым закатом или сразу после восхода ее иногда можно заметить рядом с каким-нибудь пушистым белым облачком, а затем, сравнив Венеру и это облако, обнаружить, что планета окрашена в бледный лимонно-желтый цвет.

Разглядывая эту планету в телескоп — даже в большой, даже в самый крупный оптический телескоп на Земле, — совершенно невозможно различить на ней какие-либо детали. Целыми месяцами вы будете наблюдать безликий диск, методично переходящий из фазы в фазу, подобно Луне: молодая Венера, полная Венера, серповидная Венера, новая Венера. Вы не увидите ни намека на континенты или океаны.

Первые астрономы, рассматривавшие Венеру в телескоп, сразу распознали, что исследуют мир, окутанный облаками.

Эти облака, как мы сегодня знаем, состоят из капель концентрированной серной кислоты, а их желтоватый оттенок обусловлен небольшими примесями чистой серы. Они расположены высоко над поверхностью. В обычном свете совершенно невозможно рассмотреть этот ландшафт, лежащий примерно в 50 км под верхушками облаков. На протяжении веков нам оставалось только строить об этом догадки.

Можно предположить, что при гораздо более высоком разрешении удалось бы заметить просветы в облаках и день за днем мелкими фрагментами рассматривать этот таинственный мир, обычно скрытый от нашего взора. Тогда с догадками было бы покончено. Земля обычно покрыта облаками примерно наполовину. На ранних этапах исследования Венеры не было никаких причин полагать, что на ней 100%-ная облачность. Если бы облака покрывали ее на 90% или даже на 99%, то мы бы многое узнали, всматриваясь в такие движущиеся просветы.

В 1960 и 1961 гг. были снаряжены «Маринер-1» и «Маринер-2» — первые американские космические аппараты для посещения Венеры. Некоторые ученые, и я в том числе, полагали, что на зонды можно будет установить видеокамеры, при помощи которых удастся передать изображения по радио на Землю. Именно такая технология использовалась несколько лет спустя, когда аппараты «Рейнджер-7, 8 и 9» сфотографировали Луну, прежде чем разбиться при посадке. Последние кадры запечатлели уже практически прямое попадание в кратер Альфонс. Но время на миссию к Венере было ограничено, а видеокамеры оказались тяжелыми. Некоторые специалисты настаивали, что эти камеры — не полноценные научные приборы, а халтура, показуха, игра на публику, что они не позволят ответить даже на единственный четко поставленный научный вопрос. Про себя я думал, не является ли таким вопросом поиск просвета в облаках. Я настаивал, что видеокамеры могли бы дать ответы и на такие вопросы, которые

кажутся слишком тупыми, чтобы их ставить. Аргументировал, что картинки — единственный способ донести до общества, которое, в конце концов, оплачивает наши расходы, насколько захватывающими могут быть автоматические миссии. Как бы то ни было, от видеокамер отказались, и последующие экспедиции как минимум отчасти подтвердили для данной конкретной планеты следующее утверждение: даже при фотографировании в видимом световом спектре с высоким разрешением при близких пролетах мимо Венеры в ее тучах не удастся обнаружить никаких просветов, как и на Титане*. В этих мирах постоянно сохраняется сплошная облачность.

В ультрафиолетовом спектре детали просматриваются, но только благодаря небольшим просветам в высотных облаках, которые расположены гораздо выше основного облачного слоя. Высотные облака несутся вокруг планеты гораздо быстрее, чем вращается она сама: это так называемая суперротация. В ультрафиолетовом спектре увидеть поверхность оказывается еще сложнее.

Когда выяснилось, что венерианская атмосфера гораздо толще, чем земная (насколько сейчас известно, давление на поверхности Венеры в 90 раз выше, чем на Земле), немедленно стало очевидно, что в обычном видимом спектре мы, вероятно, не сможем увидеть поверхность, даже если в облаках и будут просветы. Да, те крупницы света, которым, возможно, удастся пробиться через плотную атмосферу и достичь венерианского грунта, должны отражаться обратно; но фотоны будут настолько перемешаны из-за многократного рассеяния молекул в нижних слоях атмосферы, что никакого изображения

* При фотографировании Титана, спутник Сатурна удалось обнаружить ряд отдельных уровней дымки над основным слоем аэрозолей. Итак, Венера оказывается единственным миром в Солнечной системе, у которого фотоаппараты космических зондов, работающие в обычном видимом спектре, не выявили ничего интересного. К счастью, теперь мы располагаем изображениями практически из всех миров, которые посетили (зонд НАСА «Международный исследователь комет», пронесшийся в 1985 г. через хвост кометы Джакобини-Циннера, был «слепой», поскольку изучал заряженные частицы и магнитные поля). — *Прим. авт.*

деталей поверхности не сохранится. Эффект можно сравнить с «белой мглой» во время полярной бури. Однако это явление, заключающееся в интенсивном рэлеевском рассеянии, быстро сходит на нет с увеличением длины волны. Удалось легко рассчитать, что в ближнем инфракрасном спектре поверхность будет видна, если в облаках найдутся просветы или если облака окажутся прозрачными.

Итак, в 1970 г. мы с Джимом Поллаком и Дэйвом Моррисоном отправились в обсерваторию Макдональд Техасского университета и попытались рассмотреть Венеру в ближнем инфракрасном спектре. Мы «гиперсенсibiliзировали» наши эмульсии: обработали старые добрые стеклянные фотопластинки* аммиаком, иногда нагревали их или кратко засвечивали, а затем устанавливали в телескоп и ловили на эти пластинки отраженный свет Венеры. Через некоторое время подвалы обсерватории Макдональд провоняли аммиаком. Мы сделали много снимков. Ни на одном из них детали не просматривались. Мы решили, что либо не продвинулись достаточно глубоко в инфракрасный спектр, либо облака Венеры оказались матовыми и непроницаемы для ближнего ИК.

Более 20 лет спустя зонд «Галилео» во время близкого пролета мимо Венеры исследовал ее с высоким разрешением и чувствительностью, причем в несколько более длинных инфракрасных волнах, чем мы могли получить при помощи наших грубых эмульсионных пластинок. «Галилео» сфотографировал огромные горные хребты. Но мы уже знали об их существовании; ранее они были обнаружены при помощи мощной технологии — радара. Радиоволны беспрепятственно проникают через облака и плотную атмосферу Венеры, отражаются от поверхности, а затем возвращаются на Землю, где их улав-

* Сегодня для получения многих телескопических изображений используют такие электронные изыски, как приборы с зарядовой связью и диодные матрицы, после чего такие изображения обрабатываются на компьютере. В 1970-х астрономы еще не располагали всеми этими технологиями. — *Прим. авт.*

ливают и собирают из них картинку. Первый проект был реализован прежде всего при помощи наземного радара на станции слежения Голдстоун в пустыне Мохаве (этот радар принадлежит ЛРД), а также в обсерватории Аресибо на острове Пуэрто-Рико (ее эксплуатирует Корнеллский университет).

Затем американский аппарат «Пионер-12», советские «Венера-15» и «Венера-16», а также американская миссия «Магеллан» вывели радиотелескопы на околотоварианские орбиты и картографировали планету от полюса до полюса. Каждый из зондов отправлял на поверхность сигнал радара, а затем улавливал его отражение. Путем проверки отражательной способности каждого участка и того, сколько времени уходило на возвращение сигнала (от гор — меньше, от долин — больше), медленно и кропотливо вычерчивалась подробная карта всей поверхности.

Нам открылся мир, чей уникальный рельеф сформировался в основном под действием лавовых потоков (в меньшей степени — ветра); об этом пойдет речь в следующей главе. Облака и атмосфера Венеры теперь стали для нас прозрачны, а затем и в этот мир проникли отважные роботы-исследователи с Земли. Опыт, приобретенный на Венере, теперь применяется и в других экспедициях — в особенности к Титану, чья загадочная поверхность укрыта некогда непроницаемыми для нас облаками. Радар же помогает нам догадаться, что может находиться под ними.

ДОЛГО СЧИТАЛОСЬ, ЧТО ВЕНЕРА И ЗЕМЛЯ ПОХОЖИ как две сестры. Венера — ближайшая к Земле планета. Их массы, размеры, плотность и гравитация почти одинаковы. Венера несколько ближе к Солнцу, чем Земля, но ее яркие облака отражают больше солнечного света, чем наши. В качестве первых гипотез легко было предположить, что под непроницаемыми облаками Венера очень напоминает Землю. В ранних научных теориях на Венере ожидалось найти, в частности: зловонные

болота, кишашие чудовищными амфибиями, напоминающими фауну земного каменноугольного периода; мир-пустыню; планетарный нефтяной океан; океан минеральной воды, из которого кое-где выступают известняковые острова. Пусть в основе этих «моделей» Венеры и лежали определенные научные данные (первая версия относится к началу XX в., вторая — к 1930-м гг., последние две — к середине 1950-х гг.), их можно было считать в лучшем случае научными фантазиями, жестко ограниченными из-за скудости имеющихся данных.

Затем в 1956 г. появился доклад, опубликованный в *The Astrophysical Journal* Корнеллом Майером и его коллегами. Они исследовали Венеру при помощи только что изготовленного радиотелескопа, сконструированного в рамках засекреченного проекта. Телескоп был установлен на крыше здания Научно-исследовательской лаборатории ВМФ США в Вашингтоне, округ Колумбия. Затем они измерили поток радиоволн, попадающих с Венеры на Землю. Это был не радар: речь не шла об отражении радиоволн от Венеры. Ученые просто слушали радиоволны, которые сама Венера испускает в космическое пространство. Оказалось, что Венера гораздо ярче, чем далекие звезды и галактики, на фоне которых она расположена. Само по себе это было неудивительно: любой объект, температура которого выше абсолютного нуля (-273°C), испускает излучение в электромагнитном спектре, в том числе в радиодиапазоне. Например, человек излучает радиоволны, фактическая или «яркостная» температура которых равна около 35°C . Если бы вы находились в среде холоднее вашего тела, то чувствительный радиотелескоп мог бы уловить слабые радиоволны, которые вы испускаете во всех направлениях. Каждый из нас — источник радиопомех.

Настоящий сюрприз, открытый Майером, заключался в том, что яркостная температура Венеры превышает 300°C , что гораздо выше температуры поверхности Земли или температуры венерианских облаков, измеренной в инфракрасном

спектре. В некоторых районах Венеры температура казалась как минимум на 200 °С выше точки кипения воды. Что бы это могло значить?

Вскоре появилась масса объяснений. Я отстаивал точку зрения, что высокая яркостная температура в радиодиапазоне прямо свидетельствует, что у Венеры горячая поверхность и что причина высоких температур заключается в мощном парниковом эффекте, возникающем под действием углекислого газа и паров воды. При этом часть солнечного света проникает через облака и разогревает поверхность, но планете крайне сложно излучать это тепло обратно в космос, поскольку и углекислый газ, и водяной пар сильно задерживают инфракрасные лучи. Углекислый газ поглощает излучение в инфракрасном спектре и на уровне более длинных волн, но, по-видимому, в его спектре существуют «окна» между полосами поглощения, и через эти «окна» поверхность вполне могла бы сбрасывать излишки тепла в космос. Однако водяной пар поглощает излучение на тех участках инфракрасного спектра, которые частично перекрывают «окна» в спектре поглощения двуокиси углерода. Мне казалось, что два эти газа вместе вполне могут захватывать практически все инфракрасное излучение, даже если водяного пара там очень мало. Представьте себе две изгороди из штакетника, установленные так, что доски одной случайно перекрывают щели в другой.

Существует и другая, принципиально иная категория объяснений, согласно которым высокая яркостная температура Венеры никак не связана с ее поверхностью. Условия на поверхности все-таки могли быть умеренными, щадящими, пригодными для жизни. Предполагалось, что в атмосфере Венеры или в окружающей ее магнитосфере может быть область, активно излучающая радиоволны в пространство. Считалось, что между каплями воды в облаках Венеры могут возникать электрические разряды. Обсуждалась гипотеза о тлеющих разрядах, в ходе которых на восходе и закате про-

исходит рекомбинация ионов и электронов в верхних слоях атмосферы. Некоторые ученые высказывались и в пользу очень плотной ионосферы, где радиоволны могли возникать под действием взаимного ускорения свободных электронов — так называемого «свободно-свободного излучения». (Один из сторонников этой идеи даже предположил, что требуемая для этого высокая ионизация вызвана в 10 000 раз большей радиоактивностью на Венере, чем на Земле, возможно, из-за недавно происходившей там ядерной войны.) Причем в свете открытия излучения, испускаемого магнитосферой Юпитера, было естественно предположить, что радиоволны возникают в огромном облаке заряженных частиц, которые могли быть захвачены неким гипотетическим и очень сильным магнитным полем Венеры.

В серии научных работ, которые я опубликовал в середине 1960-х гг. (многие из них — совместно с Джимом Поллаком*), были критически проанализированы эти симбиотические модели, допускающие сосуществование горячей области интенсивного излучения и прохладной поверхности. К тому времени у нас появились еще две новые важные подсказки: радиоспектр Венеры и данные «Маринера-2», согласно которым радиоизлучение в центре венерианского диска было более выраженным, чем по краям. К 1967 г. мы могли с определенной уверенностью исключить альтернативные модели и прийти к выводу, что на поверхности Венеры царит палящая жара и температура далека от земной — там более 400 °С. Но наши аргументы строились на основе умозаключений и содержали множество промежуточных этапов. Очень хотелось получить непосредственные измерения.

* Джеймс Поллак внес важный вклад во все сферы планетологии. Он был моим первым аспирантом, и с тех пор мы стали коллегами. Он превратил Исследовательский центр им. Эймса при НАСА в ведущую мировую организацию, занимающуюся исследованиями планет и постдокторской подготовкой ученых-планетологов. Джеймс был добрейшим человеком, обладавшим выдающимися научными талантами. Он умер в 1994 г. в расцвете сил. — *Прим. авт.*

В октябре 1967 г. — в десятилетнюю годовщину запуска первого спутника — советская станция «Венера-4» сбросила в облака Венеры спускаемый аппарат. Он передал данные из горячих верхних слоев атмосферы, но до поверхности не добрался. Днем позже мимо Венеры пролетел американский аппарат «Маринер-5», прозондировавший планету в радиодиапазоне на постепенно увеличивающейся глубине и передавший эту информацию на Землю. Темпы затухания сигнала позволили судить о температуре атмосферы. Хотя между данными двух аппаратов наблюдалось некоторое разногласие (позже его удалось разрешить), обе экспедиции не оставляли сомнений, что поверхность Венеры очень горячая.

С тех пор ряд советских зондов серии «Венера» и группа американских аппаратов «Пионер» («Пионер-12» и далее) входили в глубокие слои венерианской атмосферы, садились на саму планету и непосредственно измеряли ее поверхностные и приповерхностные температуры — как правило, просто выдвигая термометр. Оказалось, что эта температура составляет около 470 °С. С поправкой на такие факторы, как погрешности калибровки наземных радиотелескопов и излучательная способность поверхности, старые радиоастрономические наблюдения хорошо согласовывались с непосредственными измерениями, выполненными космическими аппаратами.

Первые советские посадочные модули были рассчитаны на атмосферу, подобную земной. Они просто расплющились под огромным давлением, как жестяная банка в руке рестлера-чемпиона или субмарина времен Второй мировой войны в желобе Тонга. Впоследствии советские спускаемые аппараты из серии «Венера» были значительно укреплены, как современные подводные лодки, и успешно садились на раскаленный грунт. Когда стало ясно, какова глубина венерианской атмосферы и толщина облаков, советские конструкторы предположили, что поверхность Венеры может быть угольно-черной. Аппараты «Венера-9» и «Венера-10» были оснащены прожекто-

рами. Оказалось, в них не было нужды. До поверхности планеты доходит несколько процентов солнечного света, заливающего облака, и на Венере примерно такая видимость, как в облачный день на Земле.

Думаю, наше долгое неприятие идеи о том, что поверхность Венеры раскалена, можно объяснить нежеланием отказаться от мысли, что ближайшая планета пригодна для жизни, будущих исследований, а в долгосрочной перспективе, пожалуй, даже может быть заселена людьми. Оказывается, там нет никаких палеозойских болот, никакого океана нефти или минеральной воды. В действительности Венера — это душное мрачное пекло. На ней встречаются пустыни, но в основном это мир застывших озер лавы. Наши надежды не оправдались. Сегодня этот мир влечет нас гораздо слабее, чем на заре космической эры, когда практически все казалось возможным и могли подтвердиться даже самые романтические наши представления о Венере.

МНОГИЕ КОСМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ внесли вклад в наши нынешние представления о Венере. Но первым был «Маринер-2». «Маринер-1» отказал на старте и, как скаковая лошадь, сломавшая ногу, был пущен в расход. «Маринер-2» сработал отлично и предоставил важнейшие предварительные радиоданные о венерианском климате. Он исследовал в инфракрасном спектре свойства облаков. На пути от Земли к Венере он открыл и измерил солнечный ветер — поток заряженных частиц, летящих от Солнца. Солнечный ветер наполняет магнитосферы всех планет, встречающихся на его пути, под его действием вырастают хвосты у комет и образуется далекая гелиопауза. «Маринер-2» был первым успешно сработавшим межпланетным зондом, открывшим эру планетных исследований.

Он по-прежнему обращается вокруг Солнца, раз в несколько сотен суток приближаясь к орбите Венеры по более или менее касательной траектории. Всякий раз в этот момент Венера

далеко. Но если как следует подождать, то однажды «Маринер-2» вновь пройдет поблизости от Венеры, и гравитация планеты забросит его на какую-то другую орбиту. В конечном итоге «Маринер-2», как какая-нибудь планетезималь далекого прошлого, будет подхвачен другой планетой, или упадет на Солнце, или будет выброшен из Солнечной системы.

До тех пор этот предвестник всех планетных исследований, крошечная искусственная планета, продолжит тихо обращаться вокруг Солнца. Немного напоминает, как если бы «Санта-Мария» — флагманский корабль Колумба с командой призраков на борту, до сих пор продолжал регулярно курсировать по Атлантике между Кадисом и Эспаньолой. В межпланетном вакууме «Маринер-2» должен отлично сохраниться в течение жизни еще многих поколений.

Вот какое желание я бы загадал, глядя на вечернюю и утреннюю звезду: пусть в конце XXI столетия какой-нибудь огромный корабль, идущий на стабильной гравитационной тяге к границам Солнечной системы, захватит этот реликтовый аппарат и поднимет его на борт, чтобы затем «Маринер» занял место в музее ранних космических технологий — на Марсе, а возможно, на Европе или Япете.

КОГДА ЗЕМЛЯ ГОРИТ ПОД НОГАМИ

На полпути между Ферой и Ферасией из моря внезапно вырвалось пламя и держалось в течение четырех дней, так что все море вокруг кипело и пылало; пламя извергло остров (постепенно, словно рычагами поднимаемый из воды)...

После извержения первыми осмелились подплыть к этому месту родосцы (во время их господства на море), которые и воздвигли на острове святилище.

Страбон. География (ок. 7 г. до н. э.)

Повсюду на Земле можно встретить горы с одной поразительной и необычной особенностью. Любой ребенок ее распознает: вершина такой горы кажется срезанной или обтесанной. Если вы подниметесь на такую вершину или пролетите над ней, то увидите, что на вершине горы — отверстие, так называемый «кратер». У некоторых гор такого рода кратеры маленькие, у других — почти такие же огромные, как сама гора. Иногда кратер бывает заполнен водой. Иногда там находится жидкость поинтереснее: осторожно подходишь к краю кратера и видишь внизу огромное сияющее красно-желтое озеро, из которого бьют фонтаны огня. Такие отверстия на вершинах гор называются «кальдеры» (от испанского слова *caldera*, означающего «большой котел»). Как вы уже догадались, горы, увенчанные кальдерами, называются вулканами — в честь Вулкана, древнеримского бога огня. На Земле известно около 600 действующих вулканов. Некоторые, расположенные на дне океанов, еще только предстоит открыть.

Типичная вулканическая гора выглядит вполне миролюбиво. Ее склоны покрыты растительностью. По ним спускаются тер-

расные поля. У подножья вулкана теснятся деревушки и монастыри. Но все-таки гора может внезапно взорваться после многовекового сна. Гора извергает град валунов и тучи пепла, словно падающие с неба. Реки расплавленных пород текут по склонам. Повсюду на Земле люди верили, что действующий вулкан — это заточенный гигант или демон, стремящийся вырваться на свободу.

Еще свежи в памяти извержения Сент-Хеленса и Пинатубо, но подобные события встречаются на протяжении всей истории человечества. В 1902 г. горячая пылающая вулканическая туча скатилась по склонам горы Пеле и погубила 35 000 человек в городе Сен-Пьер на французском острове Мартиника в Карибском море. Мощные грязевые потоки, возникшие в 1985 г. при извержении вулкана Руис, унесли жизни более 25 000 колумбийцев. Вулкан Везувий, извержение которого произошло в I в., похоронил под слоем пепла несчастных жителей Помпей и Геркуланума. Среди погибших был и храбрый естествоиспытатель Плиний Старший, взобравшийся на склон вулкана и попытавшийся подробнее выяснить, как он устроен. Плиний оказался отнюдь не последним: только в период с 1979 по 1993 г. 15 вулканологов погибли при различных извержениях. Средиземноморский остров Санторин (другое название — Тира) в сущности представляет собой возвышающийся над водой край затопленного вулкана*. По мнению некоторых историков, извержение вулкана Санторин в 1623 г. до н. э. могло ускорить закат великой минойской цивилизации, существовавшей на расположенном поблизости острове Крит, и изменить соотношение сил в ранней античности. Эта катастрофа может быть источником легенды об Атлантиде в изложении Платона, который рассказывает, что целая цивилизация погибла «всего за один злополучный день и ночь».

* Извержение близлежащего подводного вулкана и стремительное возникновение нового острова в 197 г. до н.э., описанное Страбоном, упоминается в эпиграфе к этой главе. — *Прим. авт.*

Когда земля горит под ногами

В те времена вполне можно было объяснить такие события, как божественный гнев.

Естественно, вулканы вызывали у людей страх и трепет. Когда средневековые христиане наблюдали извержение вулкана Гекла в Исландии и видели клокочущие потоки мягкой лавы, скапливающиеся на вершине, они полагали, что видят души грешников, ожидающие погружение в ад. При этом были добросовестно зафиксированы «жуткие завывания, стенания и скрежет зубовный». Считалось, что сияющие красные озера и серные газы в кальдере Геклы — самый настоящий уголок подземного мира, полностью подтверждающий расхожие представления об аде и, соответственно, о рае.

На самом деле вулкан — это лазейка в подземный мир, гораздо более обширный, чем населенная людьми земная поверхность, и значительно более враждебный. Лава, извергающаяся из вулкана, — это жидкие горные породы, то есть разогретые выше точки плавления, которая обычно составляет около 1000 °С. Лава вытекает из расщелин в земле; остывая и затвердевая, она формирует, а затем и видоизменяет склоны вулкана.

Регионы, отличающиеся наибольшей вулканической активностью, на Земле вытянуты вдоль срединно-океанических хребтов и островных дуг, то есть на стыках океанической коры двух больших плит. При этом плиты либо отделяются друг от друга, либо одна из них заходит под другую. На дне океана существуют протяженные зоны вулканических извержений, где также случаются многочисленные землетрясения, поднимаются клубы глубоководного дыма и горячей воды. Мы только начинаем исследовать такие области в ходе роботизированных экспедиций и на специальных подводных аппаратах с экипажем на борту.

Извержения лавы, очевидно, означают, что недра Земли очень горячие. Действительно, по данным сейсмологов, всего в нескольких сотнях километров под поверхностью планеты

практически весь земной шар слегка расплавлен. Недра Земли такие горячие отчасти потому, что там содержатся радиоактивные элементы (например, уран), при распаде которых выделяется тепло. Кроме того, Земля сохраняет часть того первичного тепла, которое выделилось при ее образовании, когда планета сформировалась в результате слияния множества мелких тел под действием их взаимного притяжения, а железо опустилось вниз, и из него возникло земное ядро.

Расплавленные породы (магма) поднимаются по трещинам в окружении более тяжелой и твердой земной коры. Можно представить себе обширные подземные полости, наполненные сияющей красной клокочущей вязкой жидкостью, которая фонтаном вырывается на поверхность, если только представится возможность и обнаружится подходящий канал. Магма, которая называется лавой, если вытекает из кальдеры на вершине вулкана, действительно поступает из-под земли. Души грешников в ней пока не обнаружены.

Когда вулкан полностью сформируется в результате последовательных излияний лавы и она больше не будет скапливаться в кальдере, вулкан становится похож на самую обычную гору — он медленно разрушается под действием ветра и воды, а также в конечном итоге под влиянием дрейфа тектонических плит. «Сколько может простоять гора, прежде чем ее смоем море?» — спрашивал Боб Дилан в своей балладе «В дуновении ветра». Ответ зависит от того, о какой планете мы говорим. Для Земли срок жизни горы обычно составляет около 10 млн лет. Поэтому горы, как вулканические, так и обычные, должны формироваться примерно за такое же время; в противном случае Земля повсюду была бы такой же плоской, как Канзас*. При извержениях вулканов в стратосферу могут выбрасы-

* Наша планета удивительно плоская, даже с учетом всех ее горных хребтов и океанических впадин. Если бы Земля была размером с бильярдный шар, то самые крупные неровности на ней составляли десятые доли миллиметра, то есть оставались бы не только невидимыми, но и неощутимыми. — *Прим. авт.*

ваться огромные массы вещества — преимущественно в форме мелких капелек серной кислоты. После этого в течение одного-двух лет они отражают в космос солнечный свет и остужают Землю. Такое явление недавно произошло после извержения филиппинского вулкана Пинатубо, а в 1815–1816 гг. достигло катастрофических масштабов в результате извержения индонезийского вулкана Тамбора. Наступил «год без лета», обернувшийся массовым голодом. Извержение вулкана Таупо в Новой Зеландии, случившееся в 177 г., вызвало похолодание на другом конце планеты — в Средиземноморском регионе. Частицы пыли от этого извержения выпали даже во льдах Гренландии. Извержение вулкана Мазама в Орегоне (от которого осталась кальдера, ныне именуемая «озеро Крейтер») в 4803 г. до н. э. вызвало изменения климата во всем Северном полушарии. Именно при изучении влияния вулканических извержений на климат в итоге был открыт эффект ядерной зимы. Такие извержения очень важны для проверки наших компьютерных моделей, выстраиваемых для прогнозирования будущих климатических изменений. Частицы вулканической пыли, попадающие в верхние слои атмосферы, являются одной из причин истончения озонового слоя.

Итак, крупное извержение в каком-нибудь затерянном и малоизвестном уголке мира может оказать глобальное воздействие на окружающую среду. Своим происхождением и эффектами вулканы напоминают, как мы уязвимы даже перед незначительными «чихами» глубинного земного метаболизма и насколько важно для нас понимать, как работает эта подземная топка.

СЧИТАЕТСЯ, ЧТО НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ формирования Земли — а также Луны, Марса и Венеры — под ударами мелких небесных тел возникали глобальные океаны магмы. Расплавленные породы заливали существовавшие ранее ландшафты. Это были великие лавовые потоки, когда настоящие

цунами текучей красной горячей магмы достигали нескольких километров в высоту. Они вздымались из недр Земли и топили под собой все, что попадалось на пути: горы, каналы, кратеры, может быть, даже последние свидетельства гораздо более ранних и благоприятных времен. Геологический одометр обнулелся. Все имеющиеся свидетельства о поверхностной геологии отсчитываются лишь с момента последнего глобального магматического потопа. Прежде чем остыть и затвердеть, океаны лавы могли достигать глубины в сотни или даже тысячи километров. В наше время, наступившее миллиарды лет спустя, поверхность подобного мира может быть спокойной, неактивной, без малейших признаков современного вулканизма. Либо — как на Земле — могут сохраняться небольшие, но активные отголоски той эпохи, когда вся планета была залита жидкими горными породами.

На заре астрогеологии мы располагали только теми данными, которые можно было получить при помощи наземных телескопов. Полвека шли яростные дебаты о том, какое происхождение имеют лунные кратеры — ударное или вулканическое. Было обнаружено несколько низких холмов с кальдерами на вершинах — практически наверняка это были лунные вулканы. Но большие кратеры, напоминавшие по форме чашу или сковороду и расположенные прямо на поверхности, а не на вершинах гор, явно имели иную природу. Некоторые геологи усматривали в них сходство с сильно разрушенными земными вулканами. Другие — нет. Наилучший контраргумент таков: нам известны астероиды и кометы, пролетающие мимо Луны; иногда они должны попадать в Луну, и на месте столкновений будут образовываться вмятины. За всю историю Луны было выбито множество подобных лунок. Итак, если те кратеры, которые мы видим, — не ударные, то где же ударные кратеры? В настоящее время непосредственные лабораторные исследования лунных кратеров позволяют заключить, что практически все они имеют ударное происхождение.

Но четыре миллиарда лет назад этот маленький мир, сегодня почти мертвый, пузырился и клокотал под действием первозданного вулканизма, подогреваемый давно истраченным внутренним жаром.

В ноябре 1971 г. аппарат НАСА «Маринер-9» прибыл к Марсу и обнаружил, что планета охвачена глобальной пылевой бурей. Практически единственными деталями, которые удавалось различить, были четыре круглых пятна, выступавших из красноватой пелены. Но у них была странная особенность: в вершинах просматривались отверстия. Когда буря стала стихать, не осталось никаких сомнений, что мы видим четыре гигантских вулканических конуса, возвышающихся над облаками пыли, и каждый из них увенчан большой кальдерой.

После бури стали понятны истинные размеры этих вулканов. Самый крупный из них, заслуженно названный Олимпом в честь горы, на которой обитали древнегреческие боги, достигает в высоту 25 км. По сравнению с ним кажутся карликами не только крупнейшие земные вулканы, но даже высочайший пик Эверест, возвышающийся на 9 км над тибетским плато. На Марсе около 20 больших вулканов, но ни один из них не сравнится по масштабам с Олимпом, который примерно в 100 раз превосходит по объему крупнейший земной вулкан Мауна-Лоа, расположенный на Гавайях.

Подсчитав накопившиеся на склонах вулканов мелкие ударные кратеры (они образуются от попаданий мелких астероидов и значительно отличаются от кальдер на вершинах), можно оценить возраст этих гор. Некоторые марсианские вулканы возникли несколько миллиардов лет назад, хотя ни один из них не сравнится по возрасту с самой планетой, которой около 4,5 млрд лет. Отдельные вулканы, в том числе Олимп, сравнительно молоды — возможно, им всего лишь несколько сотен миллионов лет. Ясно, что в ранней марсианской истории происходили мощные вулканические извержения и Марс должен был обладать гораздо более плотной атмосферой, чем сегодня.

Как могла выглядеть эта планета, если бы мы посетили ее в те времена?

Некоторые вулканические потоки на Марсе (например, в районе борозд Цербера) сформировались не более 200 млн лет назад. Поэтому я даже не исключаю — хотя это пока все равно недоказуемо, — что гора Олимп, высочайший из настоящих вулканов, открытых в Солнечной системе, когда-нибудь вновь может проснуться. Вулканологи, люди терпеливые, наверняка будут только рады такому событию.

В 1990–1993 гг. зонд «Магеллан» отправил на Землю удивительные данные о ландшафтах Венеры. Планетологи смогли вычертить карты почти всей планеты с разрешением примерно до 100 м — таково расстояние между воротами на поле для американского футбола. «Магеллан» передал в ЦУП больше информации, чем все остальные планетные миссии вместе взятые. Поскольку большая часть океанского дна на Земле остается неисследованной (если не считать до сих пор засекреченных данных, собранных ВМФ США и СССР), сегодня о топографии поверхности Венеры известно больше, чем о рельефе какой-либо другой планеты, в том числе Земли. Геология Венеры во многом не имеет аналогов ни на Земле, ни где-либо еще. Астрогеологи дали этим элементам ландшафта названия, но это не означает, что мы полностью понимаем механизмы их формирования.

Поскольку температура на поверхности Венеры составляет почти 470 °С, горные породы там гораздо ближе к точке плавления, чем на Земле. Породы начинают размягчаться и текут на гораздо меньшей глубине, чем это происходит на Земле. Вероятно, именно поэтому многие геологические образования на Венере кажутся пластичными и деформированными.

Планета покрыта вулканическими равнинами и высокогорными плато. В рельефе встречаются такие формы, как вулканические конусы, вероятно, щитовые вулканы и кальдеры. Во многих местах заметно, что там изливались огромные потоки лавы.

На равнинах выделяются детали рельефа размером 200 и более километров, которые с легкой руки были названы «клещами» и «арахноидами» (то есть «паутиноподобными формами»), так как они представляют собой круглые впадины, окруженные концентрическими кольцами, а во все стороны от них радиально расходятся длинные и тонкие поверхностные трещины. Странные приплюснутые «плосковершинные купола» — такие формы рельефа на Земле отсутствуют, но, возможно, это разновидность вулканов — могли образоваться из густой и вязкой лавы, равномерно растекающейся во всех направлениях. Во множестве встречаются и лавовые потоки с более неправильными очертаниями. Любопытные кольцевидные структуры, названные «венцами», могут достигать до 2000 км в поперечнике. Хорошо заметные потоки лавы на душной и жаркой Венере хранят целый букет геологических тайн.

Самыми неожиданными и странными формами рельефа являются извилистые русла с меандрами и излучинами, очень напоминающие земные речные долины. Самые длинные из этих русел протяженнее величайших рек Земли. Но на Венере слишком жарко, чтобы там могла существовать жидкая вода. По отсутствию ударных кратеров можно заключить, что атмосфера была очень плотной и вызывала такой грандиозный парниковый эффект на протяжении всего существования современной венерианской поверхности. (Если бы она была гораздо тоньше, то астероиды средних размеров не сгорали бы при входе в атмосферу и оставляли бы на Венере заметные вмятины.) Лава, стекающая в низины, действительно прокладывает извилистые русла (иногда подземные, что приводит к обрушению кровли над руслом). Но даже при венерианских температурах лава постепенно отдает тепло, остывает, замедляется, густеет и останавливается. Затем затвердевает. Лавовые русла не могут достичь и 10% длины от наблюдаемой протяженности венерианских каналов прежде, чем поток лавы затвердеет. Некоторые астрогеологи полагают, что на Венере могут обра-

зовываться особые жидкие, водянистые, невязкие виды лавы. Но эта гипотеза, не подкреплённая никакими данными, в сущности — наше признание в собственном невежестве.

Густая атмосфера медленно движется и из-за высокой плотности, в ней очень легко подхватываются и переносятся мелкие частицы. На Венере существуют ветровые полосы, в основном исходящие из ударных кратеров, где господствующие ветры надели целые барханы песка и пыли, в результате чего на поверхности отпечатались своеобразная роза ветров. Кое-где, по-видимому, встречаются поля песчаных дюн и такие регионы, где вулканические формы рельефа видоизменились под действием выветривания. Эти эоловые процессы протекают медленно, как будто на дне моря. На поверхности Венеры ветры слабые. Чтобы поднять облако мелкой пыли может хватить малейшего дуновения, но в таком душном аду и подобный ветерок бывает редко.

На Венере немало ударных кратеров, однако гораздо меньше, чем на Луне или Марсе. Как ни странно, кратеры менее нескольких километров в поперечнике отсутствуют. Это объяснимо: небольшие астероиды и кометы разрушаются при входе в атмосферу прежде, чем врезаются в грунт. Наблюдаемые предельные размеры кратеров хорошо согласуются с современной плотностью венерианской атмосферы. Некоторые пятна неправильной формы, заметные на снимках «Магеллана», считаются остатками таких «снарядов», которые развалились в полете и не успели выбить кратер.

Большинство ударных кратеров имеют правильную форму и удивительно хорошо сохранились; лишь несколько процентов из них оказались залиты лавовыми потоками. Поверхность Венеры, показанная «Магелланом», очень молода. Ударных кратеров так мало, что среди них, пожалуй, не осталось ни одного старше 500 млн лет* — тогда как возраст планеты прак-

* Возраст поверхности Венеры, определенный по радарным снимкам с «Магеллана», — это очередной гвоздь в гроб идеи Иммануила Великовского, который в 1950 г. (снискав удивительно лестные отзывы в СМИ) предположил, что

тически наверняка составляет около 4,5 млрд лет. Существует всего один эродирующий фактор, позволяющий объяснить такие наблюдения: это вулканизм. На всей планете кратеры, горы и другие геологические объекты были затоплены морями лавы, которые некогда выплескивались из недр, широко растекались и застывали.

Рассмотрев такую молодую поверхность, покрытую загустевшей магмой, можно заинтересоваться: а остались ли на Венере действующие вулканы? Пока на этот вопрос нет определенного ответа, однако существует несколько гор — одна из них называется Маат, — которые, вероятно, окружены свежей лавой и действительно могут бурлить и извергаться. Существуют доказательства в пользу того, что содержание соединений серы в верхних слоях атмосферы изменяется со временем, как если бы вулканы на поверхности эпизодически подпитывали ее такими веществами. Когда вулканы дремлют, соединения серы просто выпадают в виде осадков. Кроме того, существуют спорные свидетельства о молниях, бьющих у вершин венерианских гор, — аналогичное явление иногда наблюдается и на Земле вблизи от действующих вулканов. Но мы не знаем с определенностью, есть ли на Венере современный вулканизм. Это предстоит выяснить новым экспедициям.

Некоторые ученые полагают, что около 500 млн лет назад на Венере вообще не было никаких форм рельефа. Реки и океаны расплавленных пород неудержимо изливались из недр, заполняя и покрывая любые неровности, которые успевали образоваться. Если бы в те далекие времена вы очутились под облаками, то поверхность планеты показалась бы вам практически однородной — глазу не за что зацепиться. Ночью

около 3500 лет назад Юпитер изверг огромную комету. Затем эта комета якобы несколько раз по скользящей траектории столкнулась с Землей и вызвала различные события, зафиксированные в древних книгах многих народов (например, эпизод, когда Иисус Навин своим велением остановил Солнце), после чего превратилась в планету Венеру. До сих пор есть люди, всерьез воспринимающие такие фантазии. — *Прим. авт.*

от такого ландшафта исходило бы адское сияние расплавленной лавы. Согласно данной версии, великая глубинная топка Венеры, которая полмиллиарда лет назад выносила на поверхность планеты изрядное количество магмы, уже не действует. Планетарное горнило наконец-то успокоилось.

По другой провокационной теоретической модели, предложенной геофизиком Дональдом Тёркоттом, на Венере, как и на Земле, существует тектоника плит, но этот процесс периодически то прекращается, то возобновляется. В настоящее время, полагает Тёркотт, тектоника плит остановилась; «континенты» не движутся по поверхности, не сталкиваются друг с другом и, соответственно, не вздымаются горные хребты, которые затем могли бы опуститься в недра в результате субдукции. Но спустя сотни миллионов лет такого спокойствия тектоника плит непременно начинается вновь, рельеф залива лавой, разрушается в ходе горообразования, субдукции, стирается с лица Венеры иным образом. Тёркотт полагает, что последняя такая ломка завершилась около 500 млн лет назад и с тех пор на Венере сравнительно тихо. Однако наличие венцов может означать, что — в недалеком по геологическим меркам будущем — на Венере грядет масштабная перестройка рельефа.

ЕЩЕ БОЛЕЕ УДИВИТЕЛЬНЫЕ ВЕЩИ, чем великие марсианские вулканы или залитая лавой поверхность Венеры, открылись нам, когда в марте 1979 г. «Вояджер-1» вышел к Ио — одному из четырех больших галилеевых спутников, который ближе всего расположен к Юпитеру. Там мы увидели странный, маленький, разноцветный мир, просто усеянный вулканами. Оставалось зачарованно наблюдать, как восемь активных вулканов извергали в небо газ и мельчайшую пыль. Крупнейший из них, названный Пеле — в честь гавайской богини вулканов, — выбрасывал фонтан на 250 км в космос, то есть даже выше, чем некоторые астронавты поднимались над поверх-

ностью Земли. К тому времени, как «Вояджер-2» спустя четыре месяца достиг Ио, Пеле успокоился, но шесть других по-прежнему оставались активны, и был открыт как минимум один новый. А цвет одной из кальдер, которую называли Сурт*, разительно изменился.

Хотя краски Ио и кажутся кричащими на снимках НАСА с усиленным цветовым контрастом, в Солнечной системе действительно больше нигде не встречаются такие оттенки. В настоящее время господствует версия, что вулканы Ио подпитываются не напирющими снизу расплавленными породами, как на Земле, Луне, Венере и Марсе, а поступающим из недр спутника диоксидом серы и жидкой серой. Спутник покрыт вулканическими конусами, кальдерами, жерлами и серными озерами. На поверхности Ио, а также в окружающем космическом пространстве были обнаружены различные формы и соединения серы — часть серы вулканы вообще извергают в открытый космос**. Эти открытия позволили некоторым ученым предположить, что под поверхностью Ио находится целое море жидкой серы, которое выплескивается наверх там, где кора спутника непрочная. Возникает пологий вулканический купол, по которому сера стекает вниз и застывает. Окончательный цвет серы зависит от того, какова была ее температура при извержении.

На Луне и Марсе немало мест, которые почти не изменились за миллиард лет. На Ио всего за век большая часть поверхности, вероятно, в очередной раз затапливается, заполняется или сносится новыми потоками лавы. Карты Ио быстро устаревают, поэтому картографическое дело на этом спутнике могло бы стать там доходным бизнесом.

* Сурт — великан из скандинавской мифологии, который участвует в последней битве богов, а затем сжигает мир. — *Прим. ред.*

** Вулканы Ио — это еще и обильный источник электрически заряженных атомов (например, кислорода и серы), наполняющих зыбкую струю вещества, окружающую Юпитер и по форме напоминающую бублик. — *Прим. авт.*

Все эти выводы можно с уверенностью сделать по снимкам «Вояджера». Скорость, с которой поверхность Ио в настоящее время заливается вулканическими потоками, предполагает крупные изменения ландшафта с периодичностью раз в 50 или 100 лет — к счастью, этот прогноз легко проверить. Снимки «Вояджера» можно сравнить с гораздо менее четкими изображениями, полученными 50 годами ранее при помощи наземных телескопов, а также с фотографиями, сделанными через 13 лет после пролета «Вояджера» космическим телескопом «Хаббл». Результаты такого сравнения удивительны: крупные объекты на поверхности Ио с виду практически не изменились. Мы явно что-то упускаем.

ВУЛКАН в определенном смысле — своеобразная брешь, из которой вырываются соки планеты, рана, которая рано или поздно остывает и заживает, а на смену ей появляются новые стигматы. Когда на Ио был открыт вулканизм, основным компонентом которого является жидкая сера, эта находка была не менее удивительной, как если бы вы обнаружили, что ранка у старого знакомого кровоточит зеленым. Вы ума не можете приложить, откуда такая диковина. Он же казался совсем обычным.

Конечно, нам не терпится найти признаки вулканизма в других мирах. На Европе, втором из галилеевых спутников Юпитера, соседке Ио, вообще нет вулканических конусов. Но талый лед — то есть жидкая вода — по-видимому, вырывается на поверхность через многочисленные пересекающиеся темные борозды, а затем замерзает. Более того, на спутниках Сатурна есть признаки, что из их недр фонтанирует жидкая вода и полностью сглаживает ударные кратеры. Все-таки мы до сих пор не нашли в системах Юпитера и Сатурна ничего похожего на ледяные вулканы. Возможно, на Тритоне мы наблюдали азотный и метановый вулканизм.

Вулканы других миров — это волнующее зрелище. Они подогревают нашу тягу к чудесам, заставляют восторгаться

красотой и разнообразием космоса. Но эти экзотические вулканы приносят и иную пользу: они помогают нам лучше понять вулканы нашего родного мира. Возможно, когда-нибудь они даже научат нас прогнозировать извержения. Если мы не сможем понять, что происходит в других условиях, где физические параметры отличаются, не значит ли это, что мы не разбираемся и в законах нашей планеты, актуальность которых для всех нас просто неоценима? Общая теория вулканизма должна описывать все случаи. Когда мы встречаем крупные вулканические конусы на геологически неактивном Марсе, когда открываем, что рельеф Венеры практически вчера был начисто сметен потоками лавы, когда обнаруживаем мир, расплавившийся не из-за радиоактивного распада, как недра Земли, а под влиянием приливных воздействий, оказываемых соседними небесными телами, когда сталкиваемся с серным, а не с силикатным вулканизмом и когда при наблюдении за спутниками других планет начинаем задумываться, а нет ли там водного, аммиачного, азотного или метанового вулканизма, тогда мы узнаем, какие еще чудеса бывают на этом свете.

ДАР АПОЛЛОНА

Ворота небес широко распахнулись,
Ты едешь на черной клубящейся туче.

Чу Цу (приписывается Цюй Юаню).

Девять песен. Песнь V «Великому повелителю жизни». |

Китай (ок. III в. до н. э.)

Стоит знойная июльская ночь. Вы заснули в кресле. Вдруг внезапно просыпаетесь и в первый миг не можете сориентироваться. Телевизор включен, но звука нет. Вы пытаетесь понять, что именно видите. Две призрачно-белые фигуры в скафандрах и шлемах изящно танцуют под пронзительно черным небом. Они совершают странные невысокие прыжки, ненадолго взлетая среди едва видимых облачков пыли. Но что-то не так. Они слишком медленно приземляются. При всей неуклюжести они словно порхают. Вы протираете глаза, но сюрреалистическая сцена никуда не исчезает.

Из всех событий, связанных с полетом «Аполлона-11», я лучше всего запомнил посадку на Луну, которая произошла 20 июля 1969 г., — она до сих пор в невероятных деталях стоит у меня перед глазами. Нил Армстронг и Базз Олдрин шагают по пыльному серому лунному грунту, в небе ярко сияет Земля, а Майкл Коллинз, на время ставший спутником Луны, обращаясь на орбите, несет вахту на корабле. Да, это было ошеломляющее техническое достижение, триумф США. Да,astronautы совершили подвиг, просто поглумившись над смертью. Да, как сказал Армстронг, как только ступил на Луну, «это маленький шаг для человека и огромный скачок для человечества». Но если бы вы выключили звуковую дорожку с переговорами, разворачивавшимися между ЦУ и экипажем в Море Спокойствия (кстати,

эти переговоры выдержаны в подчеркнуто будничном и спокойном тоне) и просто уставились в экран черно-белого телевизора, то могли бы заметить, что люди вступили в пределы мифов и легенд.

Люди знали о Луне еще на самой заре своего существования. Она была на небе, когда наши предки спустились с деревьев в саванну, освоили прямохождение, изобрели первые каменные орудия, приручили огонь, научились земледелию, возвели города и принялись покорять планету. В фольклоре и популярной музыке прославляется таинственная связь между Луной и любовью. Словом «месяц» называется как лунный серп, так и часть года. Луна растет и исчезает — от молодого месяца до полнолуния и далее до новолуния. Во всем мире этот процесс воспринимали как небесную имитацию смерти и возрождения. Фазы Луны увязывались с женской овуляцией, так как период созревания яйцеклетки составляет около месяца. Об этом напоминают слова «менструация» и «месячные» (*mensis* — «месяц» в переводе с латыни). Считалось, что те, кто спит при полной луне, сходят с ума; эта связь сохранилась в слове «лунатик». Есть старинная персидская легенда. Визиря, прославившегося своей мудростью, спрашивают, что важнее — солнце или луна. «Луна, — отвечает визирь. — Ведь солнце сияет днем, когда и так светло». Особенно когда мы проводили жизнь на открытом воздухе, Луна играла важнейшую роль в нашей жизни — пусть и была до странности недостижима.

Луна олицетворяла недоступное. Есть поговорка: «Тебе до него как до Луны». Или «Все равно что достать Луну с неба». На протяжении большей части человеческой истории мы понятия не имели, что представляет собой Луна. Это дух? Бог? Предмет? Она выглядела не как что-то большое и далекое, а как нечто близкое и маленькое — висит в небе что-то размером с тарелку, прямо у нас над головой. Древнегреческие философы обсуждали тезис о том, что «Луна ровно такой величины, как кажется» (чем выдавали безнадежное непонимание

разницы между линейным и угловым размером). Прогулки по Луне казались сумасбродной идеей: легче было вообразить, как кто-нибудь взбирается на небо по лестнице или летит туда на большой птице, хватая луну и приносит ее на землю. Никому это так и не удалось, хотя существует масса мифов о героях, предпринимавших такие попытки.

Лишь несколько веков назад широко распространилась идея о Луне как о месте, удаленном от нас на четверть миллиона километров. За этот краткий промежуток времени мы продвинулись от первых шагов в познании Луны до ходьбы и поездок на электромобиле по ее поверхности. Мы вычислили, как объекты движутся в пространстве, выделили из воздуха сжиженный кислород, изобрели большие ракеты, телеметрию, надежную электронику, инерциальную навигацию и многое другое. Затем отправились в небо.

Мне посчастливилось участвовать в программе «Аполлон», но я не виню людей, которые считают, что все это — постановка, разыгранная в голливудской студии. В поздней Римской империи языческие философы критиковали христианскую доктрину по поводу вознесения Христа на небо и относительно обещаний телесного воскресения из мертвых — поскольку сила тяжести влечет вниз все «земные тела». Августин Блаженный парировал: «Если человеческое искусство производит то, что сосуды из металлов, которые (металлы), будучи опущены в воду, тотчас же погружаются вниз, когда бывают устроены известным образом, могут даже плавать, то во сколько вероятнее и действительнее некоторый таинственный способ действия Бога... который может дать земным массам способность не увлекаться никакой тяжестью вниз?» То, что люди однажды смогут открыть такой «таинственный способ», невозможно было даже вообразить. Пятнадцать столетий спустя мы освободились от земного тяготения.

Это достижение было воспринято со смешанным чувством трепета и озабоченности. Некоторые вспоминали историю

о Вавилонской башне. Другие, в том числе ортодоксальные мусульмане, считали, что топтание по поверхности Луны есть дерзость и кощунство. Многие приветствовали это событие как вековой исторический момент.

Луна перестала быть недостижимой. Десятки людей (все — американцы) совершали эти странные скачущие движения, прозванные «лунной походкой», на крошащейся, изрытой кратерами древней серой лаве — после того июльского дня в 1969 г. Но начиная с 1972 г. никто из представителей земных наций там больше не побывал. На самом деле никто из нас с тех славных «аполлоновских» времен не забирался дальше земной орбиты. Мы похожи на малыша, который сделал несколько несмелых шагов в сторону, а затем, задыхаясь от страха, вновь отступил под защиту маминой юбки.

Когда-то мы уже вырвались в Солнечную систему. На несколько лет. Затем поспешили обратно. Почему? Что случилось? В чем вообще заключался смысл «Аполлона»?

Меня поразили размах и смелость того послания, с которым Джон Кеннеди 25 мая 1961 г. выступил перед объединенной сессией конгресса, посвященной неотложным нуждам нации. Мы будем использовать ракеты, которые еще не спроектированы, сплавы, которые пока не получены, еще не разработанные навигационные и стыковочные схемы, чтобы отправить человека в неизвестный мир — мир пока не исследованный, даже предварительно, даже при помощи роботов. Причем мы в целости доставим экипаж обратно и сделаем это до конца текущего десятилетия. Этот уверенный прогноз был сделан еще до того, как первый американец оказался на орбите.

Я, только что защитивший диссертацию по астрономии, всерьез полагал, что весь этот проект организуется прежде всего в научных целях. Но президент ничего не говорил ни об исследовании происхождения Луны, ни даже о доставке образцов для изучения. Казалось, всех интересовало только то, как отправить туда человека и невредимым вернуть

его на Землю. Это был своеобразный жест. Джером Уизнер, научный советник Кеннеди, позже рассказывал мне, что они с президентом условились: *если* Кеннеди не будет заявлять, что «Аполлон» — научный проект, то он, Уизнер, его поддержит. И так, *если* не наука, то что?

На самом деле программа «Аполлон» — политическая, говорили мне другие. Это казалось более вероятным. Внеблоковые государства тяготели бы к Советскому Союзу, если бы он лидировал в космических исследованиях, если бы США не продемонстрировали достаточной «национальной силы». Я не улавливал. Вот США, опережающие СССР практически во всех технологических сферах, глобальный экономический, военный, в отдельных случаях — моральный лидер, а Индонезия станет социалистической, поскольку Юрий Гагарин совершил орбитальный полет раньше Джона Гленна? Что же особенного в космических технологиях? Вдруг я понял.

Для отправки человека на околоземную орбиту — или роботов на околосоляную — нужны ракеты. Большие, надежные, мощные ракеты. Те самые, которые могут быть использованы в ядерной войне. Технологии, обеспечивающие доставку человека на Луну, позволяют нести ядерные боеголовки на другой конец света. Та технология, при помощи которой астроном с телескопом можно вывести на околоземную орбиту, не менее успешно забросит на орбиту лазерную «боевую станцию». Даже в те времена в военных кругах на Востоке и на Западе шли безответственные разговоры о космосе как о новом «плацдарме», о том, что нация, «контролирующая» космос, «контролирует» Землю. Разумеется, стратегические ракеты уже испытывались на Земле. Но если поразить баллистической ракетой с «условной» боеголовкой какую-нибудь цель в центре Тихого океана, много славы не снискать. А вот пилотируемые космические экспедиции привлекают всеобщее внимание и производят впечатление.

Конечно, одной этой причины недостаточно, чтобы тратить на отправку астронавтов в космос, но из всех спосо-

бов демонстрации ракетной мощи этот — наиболее эффективный. Это был ритуал национального мужества. Контуры ракет-носителей говорили сами за себя, их назначение было понятно с первого взгляда без всяких объяснений. Казалось, что этой идеей люди обмениваются на уровне бессознательного, без использования ментальных способностей, улавливая малейший намек на то, что происходит.

Сегодня мои коллеги, вынужденные бороться за каждый доллар на космонавтику, возможно, уже и забыли, как легко было получить деньги «под космос» в славные дни «Аполлона» и незадолго до этого. Из множества примеров достаточно привести следующую беседу, состоявшуюся на заседании подкомитета палаты представителей по военным ассигнованиям в 1958 г., всего через несколько месяцев после того, как был запущен «Спутник-1». Выступает заместитель секретаря сената по ВВС Ричард Хорнер; вопросы задает Дэниэл Флуд (представитель Демократической партии от штата Пенсильвания):

ХОРНЕР: Почему пилотируемый полет на Луну желателен с военной точки зрения? Отчасти, по определению, потому что есть Луна. Отчасти — в силу наших опасений, что СССР может оказаться на Луне раньше нас и получить определенные преимущества, о которых мы пока даже не подозреваем...

ФЛУД: Если мы выделим вам сумму, которую вы считаете необходимой, независимо от ее величины, способны ли ВВС попасть в Луну любым «снарядом», чем угодно, до Рождества текущего года?

ХОРНЕР: Думаю, мы сможем. Разумеется, такое предприятие сопряжено с определенными рисками, но мы полагаем, что могли бы это сделать, так точно.

ФЛУД: Вы уже обращались к кому-либо в ВВС или в министерстве обороны по поводу выделения финансирования, оборудования и человеческих ресурсов, чтобы отщип-

нуть кусочек от этой сырной головы и преподнести его в подарок на Рождество дядюшке Сэму? Обращались?

ХОРНЕР: Да, мы направили такой проект на имя министра обороны. Сейчас он находится на рассмотрении.

ФЛУД: Господин председатель, я за то, чтобы предоставить все необходимое немедленно, не дожидаясь, пока кто-нибудь из руководства удосужится нас об этом попросить. Если этот человек имеет в виду именно то, что говорит, и знает, о чем говорит (думаю, так и есть), то комитет не может позволить себе и пятиминутного промедления. Выделите ему деньги, оборудование и специалистов сколько потребуется, пусть без лишних разговоров принимается за работу.

Когда президент Кеннеди сформулировал концепцию программы «Аполлон», в министерстве обороны уже было в разработке множество космических проектов — варианты доставки личного состава в космос, пилотируемых орбитальных полетов, роботизированное оружие на орбитальных платформах, предназначенное для уничтожения спутников и баллистических ракет других стран. Все эти программы пришлось отложить ради «Аполлона». Они так и не перешли в стадию практической реализации. В таком случае можно утверждать, что проект «Аполлон» послужил иной цели — позволил перевести советско-американское космическое соперничество из военной в гражданскую сферу. Некоторые полагают, что Кеннеди задумывал «Аполлон» как замену космической гонке вооружений. Может быть.

На мой взгляд, самая большая ирония, сопутствующая этому историческому моменту, связана с табличкой, подписанной президентом Ричардом Никсоном и доставленной на Луну кораблем «Аполлон-11». На ней было выбито: «Мы пришли с миром от имени всего человечества». В то самое время как США сбросили 7,5 Мт неядерных взрывчатых веществ

на небольшие государства Юго-Восточной Азии, мы сами себя прославляли за наш гуманизм. Мы никому не могли повредить на безжизненном куске камня. Табличка по-прежнему там, прикреплена к основанию лунного модуля «Аполлона-11», в пустынном и безвоздушном Море Спокойствия. Если никто ее не тронет, то прочитать ее можно будет и через миллион лет.

За «Аполлоном-11» последовало еще шесть миссий, все они, кроме одной, успешно прилунились. В экипаже «Аполлона-17» впервые был ученый. Сразу после этой экспедиции программа была закрыта. Оказалось, что первый ученый, ступивший на Луну, стал последним человеком, который там побывал. Программа оправдала себя уже той июльской ночью 1969 г. Остальные шесть экспедиций были выполнены лишь по инерции.

Проект «Аполлон» затевался в основном не ради науки. Даже не ради космонавтики. Смысл «Аполлона» заключался в идеологической конфронтации и ядерной войне, зачастую описываемой такими эвфемизмами, как глобальное «лидерство» и национальный «престиж». Тем не менее это была хорошая космонавтика. Теперь мы гораздо больше знаем о составе, возрасте, истории Луны, о происхождении лунного рельефа. Мы гораздо точнее представляем, как образовалась Луна. Некоторые ученые использовали статистику по лунным кратерам, чтобы лучше понять, какова была Земля в период зарождения жизни. Но гораздо важнее всего перечисленного стало то, что «Аполлон» послужил своеобразной эгидой, зонтиком, обеспечившим отправку блестяще сработанных космических зондов во все уголки Солнечной системы. Так удалось выполнить предварительную разведку десятков миров. Потомки «Аполлона» достигли рубежей нашей планетной системы.

Если бы не «Аполлон» — и, следовательно, не те политические цели, во имя которых он состоялся, — то сомневаюсь, могли ли вообще свершиться исторические американские экспедиции по Солнечной системе, полные исследований

и открытий. Дары Аполлона — это, в частности, «Маринеры», «Викинги», «Пионеры», «Вояджеры» и «Галилео». «Магеллан» и «Кассини» — более отдаленные его потомки. То же справедливо и для первопроходческих советских проектов по исследованию Солнечной системы и касается, в частности, первых мягких посадок космических аппаратов («Луна-9», «Марс-3», «Венера-8») в других мирах.

«Аполлон» дал нам уверенность, энергию и широту кругозора, привлекая внимание всего мира. Это также было одной из его целей. Он внушал технологический оптимизм, энтузиазм при взгляде в будущее. Многие задавались вопросом: «Если мы можем полететь на Луну, то что еще нам под силу?» Даже те, кто критически относился к политике и действиям США, — даже те, кто видел нас в наихудшем свете, — признали гениальность и героизм программы «Аполлон». Благодаря «Аполлону» США прикоснулись к величию.

Когда вы пакуете чемоданы перед дальней дорогой, никогда не знаете, что вам предстоит. Астронавты «Аполлона» на пути к Луне и обратно фотографировали родную планету. Это было естественно, но мало кто предвидел, каков будет резонанс этих снимков. Впервые обитатели Земли смогли увидеть свой мир сверху — всю Землю в цвете, Землю, представляющую собой изысканный вращающийся бело-голубой шар на фоне бескрайней темноты пространства. Эти изображения помогли разбудить наше дремлющее планетарное сознание. Они неоспоримо доказывают, что все мы живем на одной и той же уязвимой планете. Напоминают нам, что важно, а что нет. Они были предтечами бледно-голубого пятнышка, сфотографированного «Вояджером».

Возможно, эта перспектива открылась нам как раз вовремя, именно в тот период, когда технологии угрожают жизни в нашем мире. Какова бы ни была причина, по которой изначально закладывалась программа «Аполлон», как ни запятнана она была национализмом холодной войны и разработкой смер-

тельного оружия, ее очевидный и блестящий итог заключается в неотвратимом признании единства и хрупкости Земли. Это неожиданный последний дар «Аполлона». События, которые начались в рамках смертельной гонки, помогли нам увидеть, что глобальное сотрудничество — неперенное условие нашего выживания.

Нас ждут новые дороги.

Что ж, идем дальше.

ИССЛЕДОВАТЬ ДРУГИЕ МИРЫ И ЗАЩИЩАТЬ ЭТОТ

Планеты на различных этапах своего развития подвергаются воздействию тех же самых формообразующих сил, которые влияют и на Землю. Следовательно, они имеют сопоставимый геологический состав, а возможно, и жизнь, подобную существовавшей на Земле в прошлом и, возможно, той, что разовьется в будущем. Но, более того, эти силы в некоторых случаях действуют в принципиально иных условиях, нежели на Земле, поэтому должны порождать организмы, не похожие на что-либо, виденное человеком. Ценность подобных материалов для сравнительного анализа слишком очевидна, чтобы ее обсуждать.

Роберт Годдард.

Заметки (1907)

Впервые в жизни я увидел горизонт как кривую линию.

Его контур подчеркивал тонкий темно-синий край — наша атмосфера. Конечно, это был никакой не «океан», с которым так часто сравнивают атмосферу. Мне было страшно от того, каким хрупким он выглядит.

Ульф Мербольд,

*астронавт немецкого происхождения,
участник программы «Спейс шаттл», 1988 г.*

Когда смотришь на Землю с орбиты, видишь милый и хрупкий мир, плывущий в черном вакууме. Но рассматривание клочка Земли через иллюминатор космического корабля не идет ни в какое сравнение с восторгом от вида всего земного шара целиком на черном фоне. Еще лучше, если земной шар проносится у вас перед глазами, когда вы сами плаваете в космосе и стенки космического корабля

не мешают обзору. Первым человеком, испытавшим подобное, был Алексей Леонов, 18 марта 1963 г. вышедший из корабля «Восход-2» в открытый космос. «Я смотрел на Землю, — вспоминает он, — и первая мысль была: “А Земля-то ведь круглая!” Я видел сразу все — от Гибралтара до Каспийского моря... ощущал себя как птица — у меня крылья, я могу летать».

Когда рассматриваешь Землю с большего расстояния, как астронавты с «Аполлона», она визуально уменьшается, и не видно уже почти ничего, только угадывается что-то из географии. Поражаешься, насколько Земля самодостаточна. Иногда ее покинет какой-нибудь атом водорода, в другой раз прилетит горсть космической пыли. Фотоны, рождающиеся в бездонной и беззвучной термоядерной печи глубоко в недрах Солнца, льются во всех направлениях, и Земля получает их в достаточном количестве, чтобы у нас было немного тепла и света на наши скромные нужды. В остальном этот маленький мир существует сам по себе.

Землю видно с Луны, иногда как полумесяц, пусть континенты оттуда и не рассмотреть. Если же смотреть на Землю с самой дальней из планет, то она покажется лишь бледной светящейся точкой.

Будучи на орбите, поражаешься при виде нежной синей дуги горизонта — это тонкая атмосфера Земли, которая отсюда просматривается по касательной. Тогда понимаешь, почему больше не существует «локальных экологических проблем». Что взять с молекул. Промышленные токсины, парниковые газы и вещества, разъедающие защитный озоновый слой, в силу своего крайнего невежества не признают границ. Им нет дела до государственного суверенитета. Поэтому из-за почти сказочной мощи наших технологий (а также из-за недалековидного мышления) мы превращаемся в угрозу для себя самих, в континентальных и глобальных масштабах. Проще говоря, если такие проблемы придется решать, то для этого потребуются согласованные действия многих государств в течение долгих лет.

Я не устаю удивляться той иронии судьбы, из-за которой космические полеты, задуманные в пылу националистических раздоров и ненависти, открыли перед нами ошеломляющие интернациональные перспективы. Достаточно провести совсем немного времени на орбите, рассматривая Землю, и даже самый закоренелый национализм начнет проходить. Покажется стычкой клещей на сливе.

Если мы влюбимся в единственный мир, то замкнемся на этом единственном случае, не узнаем, что еще возможно. Тогда — словно ценитель искусства лишь росписи Файюмских гробниц, стоматолог, ориентирующийся только в коренных зубах, философ, поднаторевший лишь в неоплатонизме, лингвист, изучавший только китайский, либо физик, знающий законы тяготения только для тел, падающих на землю, — мы будем довольствоваться близоруким мировоззрением, узколобыми суждениями, ограниченными прогностическими возможностями. Напротив, стоит нам исследовать другие миры — и мы осознаем, что устройство планеты, когда-то казавшееся «единственно возможным», на самом деле может оказаться где-то в середине спектра самых разнообразных вариантов. Рассматривая эти миры, мы начинаем понимать, что происходит, когда одного ингредиента очень много, а другого не хватает. Мы узнаем, каким образом планета может «сломаться». Мы приобретаем новое понимание, которое предвидел один из пионеров космонавтики Роберт Годдард и назвал это «сравнительной планетологией».

Исследование других миров открыло нам глаза на природу вулканов, землетрясений и погоды. Однажды такие исследования могут коренным образом повлиять на биологию, поскольку вся жизнь на Земле построена по одним и тем же биохимическим чертежам. Если будет открыт хотя бы единственный внеземной организм — даже такой примитивный, как бактерия, — то произойдет революция в нашем представлении о живых существах. Но связь между исследованием других

миров и защитой нашего наиболее очевидна при изучении земного климата и растущих угроз, которые представляют для него наши технологии. Другие миры дают нам жизненно важные подсказки о том, каких глупостей не стоит творить на Земле.

Недавно были выявлены три потенциальные экологические катастрофы глобальных масштабов: истончение озонового слоя, парниковый эффект и ядерная зима. Выяснилось, что все три открытия тесно связаны с планетологией.

1. Было очень неприятно узнать, что инертное вещество с широчайшей сферой применения (рабочая жидкость в холодильниках и кондиционерах, аэрозольный пропеллент в дезодорантах), также входящее в состав других материалов, в частности, легкой пузырчатой упаковки для фастфуда и служащее в качестве чистящего агента в микроэлектронике, — список далеко не полон — может угрожать жизни на Земле. Кто же знал?

Речь шла о веществах, которые называются «хлорфторуглероды». С химической точки зрения они крайне инертны, то есть неразрушимы, пока не достигнут озонового слоя, где эти вещества расщепляются под действием солнечного ультрафиолета. Высвобождающиеся при этом атомы хлора реагируют с защитным озоном, разрывая его молекулы. В результате к Земле устремляется все больше ультрафиолета. Такая повышенная интенсивность ультрафиолетового излучения дает целую серию жутких последствий, не только вызывая рак кожи и катаракту, но и ослабляя иммунитет. Наиболее опасно то, что ультрафиолет может вредить сельскому хозяйству и фотосинтезирующим организмам, находящимся у основания пищевой цепочки, от которых зависит существование большинства биологических видов на Земле.

Кто же открыл пагубность хлорфторуглеродов для озонового слоя? Может быть, это было сделано в компании «Дюпон»,

которая была их основным производителем и проявила корпоративную ответственность? Или в Агентстве США по охране окружающей среды, которое нас защищает? В министерстве обороны? Нет, это сделали двое непубличных научных сотрудников в белых халатах, работавших над совершенно другой проблемой, — Шервуд Роуланд и Марио Молина из Калифорнийского университета в Ирвайне. Этот университет даже не относится к Лиге плюща*. Никто не обязывал этих ученых присматриваться к экологическим угрозам. Они занимались фундаментальными исследованиями, имели собственные научные интересы. Их имена должен знать каждый школьник.

В исходных расчетах Роуланд и Молина использовали константы скорости реакций, в которых участвует хлор и другие галогены. Измерение этих значений велось, в частности, при поддержке НАСА. Почему НАСА? Дело в том, что в атмосфере Венеры присутствуют молекулы хлора и фтора, поэтому астрономы-планетологи хотели понять, что там происходит.

Теоретическая работа, подтверждающая роль хлорфторуглеродов в истончении озонового слоя, вскоре была выполнена в Гарварде группой исследователей под руководством Марка Макэлроя. Как вышло, что у них в компьютерах оказались в готовом виде все эти разветвленные сети, описывающие химическую кинетику галогенов? Просто они изучали химию хлора и фтора в атмосфере Венеры. Венера помогла не только открыть, что земной озоновый слой в опасности, но и подтвердить это. Обнаружилась совершенно неожиданная связь между фотохимическими реакциями в атмосферах двух планет. Результат, важный для каждого жителя Земли, был получен от, казалось бы, самой отвлеченной, абстрактной, непрacticной работы — исследования химии мелких примесей верхних слоев атмосферы другой планеты.

* Ассоциация восьми частных, самых престижных университетов США. — Прим. пер.

Здесь прослеживается связь и с Марсом. Благодаря «Викингу» было обнаружено, что поверхность Марса явно безжизненна и, что примечательно, на ней нет даже простейших органических молекул. Но простая органика должна была там присутствовать, так как Марс бомбардируют насыщенные органикой метеориты из расположенного неподалеку пояса астероидов. Распространено мнение, что органики на Марсе нет именно потому, что там нет и озонового слоя. Микробиологические опыты «Викинга» позволили установить, что органические вещества, доставленные на Марс с Земли и разбрызгиваемые в поверхностном слое пыли, быстро окисляются и разрушаются. Разложение органики происходит из-за присутствия в марсианской пыли веществ, несколько напоминающих перекись водорода. Перекись водорода используется в качестве антисептика, так как проявляет окислительные свойства, убивая при этом микробов. Солнечный ультрафиолет беспрепятственно льется на поверхность Марса, поэтому если бы там и имела какая-либо органика, то она должна была быстро разрушиться под действием как самого ультрафиолета, так и продуктов окисления. Соответственно, стерильность верхнего слоя марсианского грунта отчасти объясняется тем, что на Марсе существует озоновая дыра планетарного масштаба. Сама по себе эта история служит предостережением нам, так беспечно истощающим и протыкающим земной озоновый слой.

2. Было теоретически предсказано, что глобальное потепление возникает в результате нарастающего парникового эффекта, обусловленного в основном диоксидом углерода, выделяющимся при сгорании ископаемого топлива, но также связанного с накоплением других газов, поглощающих инфракрасное излучение (это оксиды азота, метан, все те же хлорфторуглероды и другие молекулы).

Допустим, у нас есть трехмерная компьютерная модель общей циркуляции для земного климата. Программисты, раз-

работавшие эту модель, заявляют, что могут спрогнозировать, как выглядела бы Земля, если бы содержание того или иного компонента в ее атмосфере повысилось или, наоборот, понизилось. Модель очень хороша в «прогнозировании» современного климата. Но нам не дает покоя одна навязчивая мысль: ведь модель была «отрегулирована», поэтому она и получается правильной — то есть были выбраны определенные значения параметров настройки, и сделано это было не исходя из основных физических закономерностей, а с расчетом на получение верного результата. Нельзя назвать это жульничеством, но если применить ту же самую компьютерную модель к совершенно иным климатическим условиям — например, к сильно-му глобальному потеплению, — то «регулировка» может оказаться неподходящей. Модель может быть адекватна для современного климата, но не может экстраполироваться на другие.

Один из способов протестировать такую программу — испытать ее в совершенно иных климатических условиях других планет. Позволит ли она спрогнозировать состав марсианской атмосферы и климат на этой планете? Погоду? А что насчет Венеры? Если в этих тестовых случаях программа не сработает, то мы сможем с полным правом не доверять ее прогнозам и относительно нашей родной планеты. На самом деле используемые сегодня климатические модели довольно хорошо описывают климат Венеры и Марса, исходя из основных физических принципов.

На Земле известны колоссальные излияния расплавленной лавы. Их происхождение связывается с суперплюмами, которые в ходе конвекции поднимаются из глубин мантии и образуют обширные плато застывшего базальта. Около 100 млн лет назад произошел особо масштабный случай такого рода — возможно, тот суперплюм выбросил в атмосферу до 10% ее нынешних запасов диоксида углерода и спровоцировал существенное глобальное потепление. Считается, что такие плюмы эпизодически возникают в истории Земли. Вероятно, подобные подъемы

мантии происходили и на Марсе, и на Венере. Существуют веские основания, по которым нам требуется понять, как могут неожиданно происходить масштабные изменения рельефа и климата Земли, причины которых локализованы на глубине сотни километров.

Некоторые наиболее важные новейшие исследования глобального потепления климата были выполнены Джеймсом Хансеном и его коллегами в Институте космических исследований им. Годдарда (это подразделение НАСА, расположенное в штате Нью-Йорк). Хансен разработал одну из главных компьютерных моделей климата и с ее помощью попробовал спрогнозировать, что произойдет с земным климатом, если в атмосфере планеты продолжится накопление парниковых газов. Хансен был одним из первых, кто тестировал эти модели, сравнивая их с различными климатическими условиями, существовавшими в древности на Земле. (Интересно отметить, что во время последних ледниковых периодов повышенное содержание диоксида углерода и метана поразительно точно сочетается со сравнительно высокими температурами.) Хансен собрал большой массив метеорологических данных за XIX и XX вв., чтобы проверить, как именно изменялись глобальные температуры, а затем сравнить их с компьютерной моделью и узнать, что *должно было* происходить. Данные и модель согласовывались в пределах погрешности измерения и расчетов соответственно. Хансен отважно выступил перед конгрессом наперекор политически мотивированному распоряжению кабинета Белого дома по вопросам управления и бюджета (дело было в годы правления Рейгана), чтобы подчеркнуть неопределенности и минимизировать опасности. Его расчеты относительно извержения филиппинского вулкана Пинатубо и прогноз спровоцированного стихией временного снижения температуры на Земле (примерно на полградуса по Цельсию) попали в самую точку. Ему удалось убедить правящие круги во всем мире, что глобальное потепление — проблема, к которой следует отнестись серьезно.

Как Хансен вообще заинтересовался парниковым эффектом? Его докторская диссертация (защищенная в университете штата Айова в 1967 г.) была посвящена Венере. Хансен соглашался, что большая радиояркость Венеры обусловлена очень высокой температурой ее поверхности, соглашался, что парниковые газы блокируют теплоотдачу, но предполагал, что основным источником тепла на Венере являются горячие недра, а не солнечный свет. В ходе миссии «Пионер-12», отправленной к Венере в 1978 г., в атмосферу планеты были сброшены спускаемые зонды; они прямо показали, что в действительности парниковый эффект возникает именно из-за того, что планета разогревается Солнцем и тепло удерживается толщей атмосферы. Но именно Венера натолкнула Хансена на размышления о парниковом эффекте.

Вы обращаете внимание, что радиоастрономы признали Венеру интенсивным источником радиоволн. Другие объяснения такого радиоизлучения отпадают. Вы делаете вывод, что поверхность планеты должна быть до нелепости горячей. Пытаетесь понять, чем обусловлены такие высокие температуры, эти рассуждения неизбежно наводят вас на тот или иной вариант парникового эффекта. Спустя десятилетия вы обнаруживаете, что эти упражнения помогли вам понять, а затем и спрогнозировать неожиданную угрозу, нависшую над нашей глобальной цивилизацией. Мне известно множество других случаев, в которых ученые сначала пытались разобраться в устройстве атмосфер других миров, а затем совершали важные и исключительно прикладные открытия о нашем. Другие планеты — великолепный полигон для тех, кто изучает Землю. Они требуют как широты, так и глубины знаний, а также хорошего воображения.

Тем, кто скептически относится к идее глобального потепления, вызванного диоксидом углерода, было бы полезно обратить внимание на грандиозный парниковый эффект Венеры. Никто не предполагает, что он случился по вине неблагораз-

умных венерианцев, сжигавших слишком много угля, ездивших на автомобилях с избыточным расходом топлива и сводивших леса. Я говорю о другом. Следует обдумать климатическую историю нашей планеты-соседки, во многом похожей на Землю, но раскалившейся настолько, что у нее на поверхности течет свинец. Это особенно касается тех, кто утверждает, что нарастающий на Земле парниковый эффект скорректируется сам собой, что не стоит о нем беспокоиться (подобные утверждения встречаются в публикациях некоторых групп, позиционирующих себя как «консерваторы»), что парниковый эффект как таковой — не более чем «утка».

3. Ядерная зима — это гипотетическое потемнение и остывание Земли, которое может наступить после глобальной термоядерной войны. Ядерная зима обусловлена в основном огромным количеством мельчайших частиц дыма, заполняющих атмосферу в результате выгорания городов, нефтеперерабатывающих заводов и нефтехранилищ. Ведутся активные научные споры относительно того, насколько серьезной может оказаться ядерная зима. В настоящее время различные мнения сходятся к одному. Все трехмерные компьютерные модели общей циркуляции показывают, что температуры, которые установятся после глобальной термоядерной войны, должны быть еще ниже, чем в плейстоценовые ледниковые периоды. Последствия такой зимы для нашей планетарной цивилизации — особенно вызванные коллапсом земледелия — будут очень тяжелыми. Именно последствия ядерной зимы почему-то не учитывались гражданскими и военными властями США, СССР, Великобритании, Франции и Китая, когда эти державы накапливали ядерные боеголовки, пока общее количество зарядов серьезно не превысило 60 000. Хотя и нельзя с уверенностью судить о таких вещах, вполне возможно, что концепция ядерной зимы сыграла конструктивную роль (наряду с другими причинами), чтобы убедить ядерные дер-

жавы, и в особенности СССР, в бесперспективности атомной войны.

Термин «ядерная зима», а также расчеты этого явления впервые появились в 1982–1983 гг. Работа была выполнена группой из пяти ученых, среди которых был и я, чем очень горжусь. Группа получила наименование TTAPS (по инициалам Ричарда Тёрко, Оуэна Туна, Томаса Акермана, Джеймса Поллака и меня). Из пятерых членов группы TTAPS двое были планетологами, а трое других опубликовали много статей по планетологии. Первые подозрения о возможности ядерной зимы возникли в ходе той самой экспедиции «Маринера-9» к Марсу, когда вся планета была охвачена пылевой бурей и мы не могли видеть марсианскую поверхность; тогда установленный на корабле инфракрасный спектрометр показал, что верхние слои атмосферы теплее, а поверхность — холоднее, чем следовало ожидать. Мы с Джеймсом Поллаком сели и попытались рассчитать, чем это может объясняться. В течение следующих 12 лет исследования в этом направлении привели нас от марсианских пылевых бурь к земным вулканическим аэрозолям и далее к вымиранию динозавров — из-за аналога ядерной зимы, который мог возникнуть из-за той пыли, что попала в атмосферу после столкновения Земли с астероидом. Никогда не знаешь, куда тебя заведет наука.

ПЛАНЕТОЛОГИЯ способствует широкому междисциплинарному видению проблемы, которое оказывается исключительно полезным, чтобы открывать и пытаться предотвращать такие надвигающиеся экологические катастрофы. Когда поднатореешь в исследовании других миров, особенно хорошо понимаешь, как уязвима планетарная окружающая среда, и осознаешь, что такие среды могут быть очень разными. Может быть, существуют потенциальные глобальные катастрофы, которые еще только предстоит открыть. Если они есть, то могу поспорить, что ключевую роль в их понимании сыграют ученые-планетологи.

Из всех математических, технических и естественнонаучных дисциплин максимального международного сотрудничества требует область «наук о Земле и космосе» (если судить по признаку соавторства исследовательских статей, написанных учеными из двух и более стран). Изучение Земли и других планет по определению противоречит местечковости, национализму, шовинизму. Люди очень редко идут в эти науки *из-за своего* интернационализма. Почти всегда они вступают на этот путь по другим причинам, а затем обнаруживают, что превосходная работа, дополняющая их исследования, была выполнена представителями других наций либо что для решения задачи требуется информация или точка обзора (например, для наблюдений южного полушария неба), которых нет в родной стране. Стоит ощутить такое сотрудничество — люди из разных уголков планеты работают на взаимно понятном научном языке и совместно решают проблемы, касающиеся каждого, — и уже сложно себе представить, почему подобного не происходит в других областях, не связанных с наукой. Лично я считаю этот аспект наук о Земле и космосе исцелительным и объединяющим фактором мировой политики; но, полезно такое сотрудничество или нет, оно все равно неизбежно.

Когда я изучаю факты, мне кажется, что исследование планет — одно из самых практичных и неотложных занятий для жителей Земли. Даже если бы нас не воодушевляла перспектива исследования других миров, если бы в нас полностью отсутствовал дух авантюризма, даже если бы мы заботились о себе в самом узком смысле, исследования планет все равно оправдали бы любые усилия.

ПУТЬ, ВЕДУЩИЙ В МИР ЧУДЕС, ОТКРЫТ

Великие шлюзы, ведущие в мир чудес,
раскрылись настезь.

Герман Мелвилл. Моби Дик (1851)

Когда-нибудь, возможно совсем скоро, появится такая нация — а скорее, содружество наций, — что сможет совершить следующий большой шаг на пути человечества в космос. Возможно, это произойдет, когда удастся обойти бюрократов и эффективно использовать современные технологии. Может быть, потребуются новые технологии, более совершенные, чем огромные бесхитростные ракеты на жидком топливе. Экипажи этих кораблей ступят на поверхность новых миров. Когда-нибудь на одной из этих планет родится первый ребенок. Будут сделаны первые шаги к жизни за пределами Земли. Мы пойдем своим путем. Будущее этого не забудет.

МАНЯЩИЙ И ВЕЛИЧЕСТВЕННЫЙ МАРС расположен буквально у нас под боком. Это ближайшая планета, на которой могут безопасно приземлиться астронавты или космонавты. Хотя там иногда бывает столь же тепло, как в Новой Англии в октябре, вообще Марс — студеное место, настолько холодное, что на зимнем полюсе часть углекислого газа из его тонкой атмосферы выпадает в виде сухого льда.

Это ближайшая планета, поверхность которой можно рассмотреть в небольшой телескоп. Во всей Солнечной системе именно эта планета больше всего напоминает Землю. Если не считать пролетов, пока удалось совершить всего две полностью успешные экспедиции к Марсу: «Маринер-9» в 1971 г. и «Викинги-1, 2»

в 1976 г. Они открыли глубокую рифтовую долину, которая протянулась бы от Нью-Йорка до Сан-Франциско; колоссальные вулканы, высочайший из которых поднимается более чем на 21 км над средним уровнем марсианской поверхности, то есть втрое превосходит по высоте Эверест. Были открыты затейливые слоистые структуры в полярных шапках Марса и среди его льдов, напоминающие по форме пирамидки из покерных фишек и, возможно, свидетельствующие о древних климатических изменениях; темные и светлые прожилки, вычерченные на поверхности пылевыми вихрями, — готовые карты стремительных марсианских ветров за последние десятилетия и века; обширные всепланетные песчаные бури и загадочные формы рельефа.

На Марсе можно найти сотни каналов и целые сети долин, сформировавшиеся несколько миллиардов лет назад; многие из них расположены на южных возвышенностях, изрытых кратерами. Они позволяют предположить, что раньше условия на Марсе были более мягкими и напоминали земные — очень отличались от тех, что мы сегодня видим под разреженной и морозной марсианской атмосферой. Кажется, что некоторые древние каналы оформились в результате ливней, другие — в ходе иссушения подземных пород и их последующего обвала, третьи — из-за грандиозных потоков, хлынувших из-под земли. Реки врывались в огромные ударные кратеры диаметром не одну тысячу километров и заполняли их — а сегодня эти чаши сухи как пыль. Марсианские водопады, по сравнению с которыми любые их земные аналоги кажутся миниатюрными, срывались в озера. Обширные океаны глубиной сотни метров, а возможно, и километр, могли омыwać плавно изгибающиеся побережья, очертания которых сегодня едва различимы. Этот мир можно было бы исследовать. Мы опоздали на 4 млрд лет*.

* Хотя в некоторых местах, например на склонах Альба Патера, заметны сильно разветвленные сети долин, которые образовались гораздо позже. Каким-то образом, даже в последние миллиарды лет, кое-где время от времени по пустыням Марса текла жидкая вода. — *Прим. авт.*

Примерно в тот же период на Земле возникли и начали развиваться первые микроорганизмы. По самым основополагающим причинам земная жизнь тесно связана с жидкой водой. Мы, люди, сами на три четверти *состоим* из воды. Те же разновидности органических молекул, которые выпадали с неба и образовывались в атмосфере и морях древней Земли, должны были накапливаться и на древнем Марсе. Возможно ли, что жизнь быстро сформировалась в водах первозданной Земли, но оказалась каким-то образом ограничена и угнетена в водах молодого Марса? Или же марсианские моря могли изобиловать организмами — плавающими, плодящимися, развивающимися? Какие диковинные твари когда-то могли там плескаться?

Какие бы драматичные события ни разворачивались в те далекие времена, все вдруг нарушилось около 3,8 млрд лет назад. Мы видим, что примерно в тот период эрозия древних кратеров начинает разительно замедляться. По мере того как истончалась атмосфера, пересыхали реки, а за ними и океаны. Температуры снижались, организмам оставалось ретироваться в последние благоприятные экосистемы, возможно, ютиться на дне заледеневших озер. Затем и эта жизнь исчезла, а мертвые тела и окаменелости экзотических организмов — возможно, они сформировались по законам, очень отличающимся от земных, — оказались заморожены и до сих пор ждут исследователей, которые когда-нибудь в далеком будущем могут прибыть на Марс.

МЕТЕОРИТЫ — ЭТО ОСКОЛКИ ДРУГИХ МИРОВ, которые можно найти на Земле. Большинство из них образуется при столкновениях многочисленных астероидов, обращающихся вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Но некоторые возникают, когда крупный метеорит на высокой скорости врывается в планету или астероид, высекает кратер и выбрасывает в космос поднятые при ударе фрагменты

пород. Единицы из этих камней миллионы лет спустя могут быть захвачены другой планетой.

Кое-где во льдах антарктических пустошей встречаются метеориты, которые хорошо сохраняются при низких температурах и вплоть до недавнего времени не попадались на глаза человеку. У некоторых метеоритов, относимых к категории SNC (произносится «сник»)*, есть одно свойство, которое поначалу казалось просто невероятным. Выяснилось, что глубоко внутри их минеральных и стекловидных структур заключены пузырьки газа, надежно защищенные от смешивания с земной атмосферой. Анализ этого газа показал, что его химический состав и соотношение изотопов точно такие же, как в атмосфере Марса. Мы знаем об атмосфере Марса не только по косвенным данным спектрометров, но и по непосредственным измерениям, выполненным прямо на поверхности Красной планеты спускаемыми аппаратами «Викинг». К всеобщему удивлению, метеориты SNC оказались камнями с Марса.

Изначально это были куски породы, которые расплавились и вновь затвердели. Радиоизотопная датировка всех таких метеоритов свидетельствует, что их материнские породы сформировались из лавы в период от 180 млн до 1,3 млрд лет назад. Затем они были выброшены с планеты после падения космических объектов. В зависимости от того, как долго они подвергались воздействию космических лучей в ходе межпланетного путешествия от Марса к Земле, мы можем определить их возраст — как давно они были отколоты от планеты. Таким образом, возраст этих метеоритов может варьироваться от 10 млн до 700 000 лет. Они представляют собой образцы 0,1% современной истории Марса.

Некоторые содержащиеся в них минералы явно свидетельствуют, что когда-то эта порода находилась в воде, жидкой теплой воде. Такие гидротермальные минералы подсказывают,

* По географическим названиям Шерготти, Нахла, Шасиньи. — *Прим. авт.*

что каким-то образом, возможно, по всему Марсу, еще недавно имелась жидкая вода. Возможно, она образовалась, когда жар марсианских недр растапливал подземный лед. Но если подобное происходило, то естественно задать вопрос: а вдруг не вся жизнь исчезла, что, если она каким-то образом сохранилась до наших дней в периодически пересыхающих подземных озерах или в пленке воды, увлажняющей подповерхностные зернистые минералы?

Геохимики Эверетт Гибсон и Хэл Карлссон из Космического центра им. Линдона Джонсона в составе НАСА извлекли из одного SNC-метеорита каплю воды. Изотопные соотношения содержащихся в ней атомов кислорода и водорода буквально являются неземными. Я смотрел на эту воду из другого мира и видел в ней стимул для будущих исследователей и поселенцев.

Вообразите, что мы могли бы найти, если бы удалось доставить на Землю большую партию образцов из различных районов Марса, отобранных в зависимости от научной ценности тех или иных минералов, — в том числе никогда не таявший грунт и камни. Мы очень близки к этому — такая задача решается даже при помощи небольших роботизированных марсоходов.

Межпланетная транспортировка подповерхностного материала подводит нас к еще одному животрепещущему вопросу: 4 млрд лет назад по соседству существовали две планеты, обе теплые и влажные. На заключительном этапе аккреции две эти планеты сталкивались с астероидами гораздо чаще, чем сейчас. Образцы из обоих миров выбрасывались в космос. Мы уверены, что как минимум на одной из двух планет в те времена существовала жизнь. Мы знаем, что некоторые из выбрасываемых обломков остаются холодными в процессе столкновения с астероидом, собственно выброса и попадания на другую планету. Итак, могли ли некоторые из первых земных организмов в целостности и сохранности попасть на Марс 4 млрд лет назад и дать толчок к развитию жизни на этой планете? Либо — еще более гипотетически — могла ли жизнь таким образом

быть занесена на Землю с Марса? Возможно, такую версию удастся проверить. Если мы откроем жизнь на Марсе и обнаружим, что она очень похожа на земную (и если вдобавок будем совершенно уверены, что речь не идет о попадании на Марс тех земных бактерий, которые мы могли сами занести туда в ходе наших исследований), то гипотезу о том, что жизнь издавна передается с планеты на планету через космическое пространство, потребуется воспринимать серьезно.

КОГДА-ТО СЧИТАЛОСЬ, что Марс изобилует жизнью. Даже суровый и скептически настроенный астроном Саймон Ньюком в своей книге «Астрономия для всех», выдержавшей в начале XX в. множество изданий, которую и я обожал в детстве, заключал: «Вероятно, на планете Марс есть жизнь. Несколько лет назад это утверждение обычно воспринималось как фантастика. Теперь оно является общепризнанным». Но он сразу оговаривался, что речь идет не о «разумной гуманоидной жизни», а о зеленых растениях. Правда, теперь мы уже побывали на Марсе и искали там растения — а также животных, микробов и разумных существ. Даже если бы другие формы отсутствовали, мы могли бы представить на Марсе бурную бактериальную жизнь, как в нынешних земных пустынях — на самом деле бактерий на Земле хватало практически в любую ее эпоху.

Эксперименты по поиску жизни, выполненные «Викингом», были рассчитаны лишь на определенное подмножество мыслимых вариантов биологии; то есть они были ориентированы на поиск именно такой жизни, какая известна нам. Было бы глупо отправлять на Марс приборы, которые не могли бы обнаружить жизнь даже на Земле. Они отличались исключительной чувствительностью, с их помощью удавалось обнаружить бактерии на нашей планете даже в самых неблагоприятных условиях — среди аридных пустынь и пустошей.

В одном из экспериментов исследовался газообмен между марсианским грунтом и атмосферой на предмет присутствия

земной органики. Второй заключался во внедрении в марсианский грунт разнообразных органических питательных веществ, помеченных радиоактивными изотопами: предполагалось проверить, есть ли в этом грунте организмы, которые поглощали бы эту пищу и окисляли ее с выделением радиоактивного диоксида углерода. В третьем эксперименте в марсианский грунт заносили радиоактивный диоксид (и монооксид) углерода и проверяли, будут ли эти вещества поглощаться марсианскими микробами. К первоначальному изумлению, полагаю, всех причастных ученых все три эксперимента дали, казалось бы, положительные результаты. Газообмен происходил, органика окислялась, диоксид углерода впитывался в грунт.

Однако были причины и поостеречься. Обычно эти провокационные результаты не считаются достаточными доказательствами существования жизни на Марсе. Гипотетические процессы обмена веществ с участием марсианских микробов протекали в самых разнообразных условиях внутри модулей «Викинг» — во влаге (в жидкой воде, доставленной с Земли) и сухости, на свету и в темноте, на холоде (чуть выше точки замерзания) и при жаре (практически на точке кипения воды в нормальных условиях). Многие микробиологи считают маловероятным, что марсианские микробы оказались столь жизнеспособны в таких разных условиях. Другое веское основание для скептицизма дал четвертый эксперимент: поиск органических веществ в марсианском грунте давал строго отрицательные результаты, независимо от степени чувствительности. Мы ожидаем, что в основе марсианской жизни, как и в основе земной, будут лежать углеродные молекулы. Тот факт, что найти этих молекул не удалось, был с удручением воспринят даже оптимистичными экзобиологами.

В настоящее время явно положительные результаты экспериментов по поиску жизни обычно связывают с веществами, окисляющимися в грунте. В конечном итоге это происходит под действием солнечного ультрафиолета (о чем мы гово-

рили в предыдущей главе). Еще остались некоторые ученые из проекта «Викинг», размышляющие о том, могут ли на Марсе существовать крайне неприхотливые и крепкие организмы, очень тонкой пленкой распределенные по марсианскому грунту — так, что их органическую химию обнаружить не удастся и их выдает только обмен веществ. Эти ученые не отрицают, что в марсианском грунте есть окислы, образовавшиеся под действием ультрафиолета, но подчеркивают, что невозможно дать какое-либо исчерпывающее объяснение «условно-положительному» результату экспериментов по поиску жизни. Предлагались гипотезы о наличии органики в SNC-метеоритах, но на самом деле эти вещества кажутся примесями, попавшими в метеорит уже после того, как он оказался в нашем мире. До сих пор никто не заявлял о наличии марсианских микробов в этих небесных камнях.

Возможно, поскольку здесь отдает потворством массовому интересу, НАСА и большинство ученых из проекта «Викинг» крайне неохотно развивают биологическую гипотезу. Даже сейчас можно было бы добиться очень многого, если пересмотреть старые данные и исследовать при помощи инструментов «Викинга» грунт в Антарктике и в других почвах, где микробов очень мало. Можно было бы смоделировать в лабораторных условиях роль окислителей в марсианском грунте, спроектировать эксперименты, которые помогли бы прояснить эти вопросы — не отказываясь от поисков жизни, — когда на Марс отправятся новые посадочные модули.

Если мы действительно не сможем обнаружить никаких признаков жизни в ходе серии высокочувствительных экспериментов, которые будут поставлены в двух точках Марса на расстоянии 5000 км друг от друга — притом что на этой планете мельчайшие частицы грунта очень активно переносятся глобальными потоками ветра, — то можно будет с достаточной уверенностью утверждать, что Марс является мертвой планетой, по крайней мере сейчас. Но если жизни на Марсе нет,

то мы имеем две планеты практически одинакового возраста и с почти идентичными условиями на ранних этапах существования, развивавшихся бок о бок в одной Солнечной системе. На одной планете жизнь развивается и изобилует, на другой — нет. Почему?

Возможно, химические следы или окаменелые останки древней марсианской жизни все-таки удастся обнаружить — под грунтом, в сохранности от ультрафиолетового излучения и окисленных им веществ, которые сегодня стерилизуют поверхность планеты. Может быть, в скале, обнажившейся после оползня, либо в берегах древней реки, в сухом озерном ложе или в стратифицированном полярном ландшафте нас ожидают важные доказательства в пользу внеземной жизни.

Несмотря на отсутствие жизни на поверхности Марса, два спутника планеты — Фобос и Деймос, по-видимому, богаты сложными органическими молекулами, которые формировались еще на заре существования Солнечной системы. Советский аппарат «Фобос-2» обнаружил следы водяного пара, отделяющегося от Фобоса, как будто у спутника льдистые недра, подогреваемые радиоактивным распадом. Возможно, Марс давным-давно подхватил свои спутники где-нибудь у границ Солнечной системы; не исключено, что они относятся к ближайшим от Земли образцам такого вещества, которое в нетронutom виде сохранилось с первых дней существования нашей системы. Фобос и Деймос очень маленькие, каждый около 10 км в поперечнике; их гравитация практически пренебрежима. Поэтому к ним сравнительно легко подлететь, приземлиться там, исследовать, разбить базовый лагерь для изучения Марса, а затем отправиться домой.

Марс зовет, он — сокровищница научной информации. Он важен не только сам по себе, но и потому, что позволяет в новом свете взглянуть на экологию нашей планеты. Еще предстоит разгадать тайны его недр, происхождение, природу вулканов на планете, где отсутствует тектоника плит, причудливые формы

рельефа на планете, чьи песчаные бури не идут ни в какое сравнение с земными, ледники и полярные ландшафты, понять утрату планетарной атмосферы и захват спутников — вот более или менее произвольная выборка научных проблем, связанных с Марсом. Если когда-то на Марсе было много жидкой воды и преобладал мягкий климат, что же с ним случилось? Как мир, похожий на Землю, стал таким засушливым, холодным и почти безвоздушным? Может ли Марс сообщить нам нечто такое, что мы должны знать и о нашей планете?

Мы, люди, уже вступали на такой путь. Древние первопроходцы уловили бы призыв Марса. Но обычные научные исследования не требуют присутствия человека. Мы всегда можем отправить в экспедицию умных роботов. Они гораздо дешевле, не возражают, их можно послать в гораздо более опасные районы, чем человека, а учитывая, что любая экспедиция может потерпеть фиаско, мы еще и не рискуем ничьей жизнью.

«ТЫ МЕНЯ ВИДЕЛ?» — вопрошал малыш с молочного пакета*. — «Я Марс Обсервер, $2 \times 1,5 \times 1$ м, 2500 кг. В последний раз я выходил на связь 21 августа 1993 г., в 627 000 км от Марса».

«М. О., позвони домой» — этот жалобный призыв появился на транспаранте, вывешенном у ЦУП Лаборатории реактивного движения в конце августа 1993 г. Незадолго до этого американскому космическому аппарату «Марс Обсервер», к огромному разочарованию, не удалось выйти на околомарсианскую орбиту. Это был первый за 26 лет послестартовый срыв американской межпланетной миссии (с учетом лунных экспедиций). Множество ученых и инженеров посвятили целое десятилетие своей карьеры М. О. Это была первая американская экспедиция к Марсу за 17 лет — с тех пор, как в 1976 г. туда наведались два орбитальных и два посадочных модуля «Викинг». Кроме того,

* В 1980-х гг. в США проходила кампания по поиску пропавших детей «Have you seen me?», в ходе которой фото ребенка публиковалось на пакетах молока. — *Прим. пер.*

это был первый серьезный космический аппарат, запущенный после окончания холодной войны: в некоторых исследовательских группах участвовали российские ученые, а сам «Марс Обсервер», в сущности, должен был работать в качестве радиопередатчика-ретранслятора для спускаемых аппаратов планировавшейся российской экспедиции «Марс-94», а также для амбициозной миссии «Марс-96» — в ней предполагалось задействовать аэростаты и марсоходы.

Научные приборы, установленные на «Марс Обсервер», должны были картировать геохимию планеты и проторить путь для следующих миссий, помочь в выборе мест для посадки. Они могли дать новую информацию о грандиозных изменениях климата, которые, по-видимому, случились на ранних этапах марсианской истории. Аппарат мог бы сфотографировать некоторые детали поверхности Марса с детализацией меньше двух метров в поперечнике. Разумеется, мы не знаем, каких диковин *не открыл* «Марс Обсервер». Но всякий раз, когда мы исследуем тот или иной мир при помощи новых приборов и с сильно улучшенной детализацией, перед нами предстает ослепительная россыпь открытий — точно как перед Галилеем, впервые обратившим телескоп к небесам и положившим начало современной астрономии.

По заключению экспертной комиссии причиной аварии, вероятно, стало протекание топливного бака под избыточным давлением, разбрызгивание жидкостей и утечка газов, в результате чего поврежденный аппарат перешел в неконтролируемое вращение. Возможно, катастрофы удалось бы избежать. Может быть, это был просто несчастный случай. Но чтобы рассмотреть ситуацию в контексте, давайте сделаем обзор всех тех разнообразных экспедиций к Луне и планетам, которые предпринимались США и бывшим СССР.

В самом начале наши достижения были скудны. Космические зонды взрывались на старте, проскакивали мимо цели либо, добравшись к месту назначения, отказывались работать.

Время шло, люди становились все искушеннее в межпланетных полетах. Всему требуется учиться. И мы учились очень хорошо, о чем свидетельствуют сухие цифры (по данным НАСА, на основании принятых в НАСА критериев успешности). Наши нынешние возможности технической поддержки зондов прямо в полете наглядно характеризуются миссией «Вояджер», описанной выше.

Мы видим, что лишь примерно к тридцать пятой межпланетной экспедиции (с учетом лунных) суммарный процент успешности американских запусков достиг 50. Русским на достижение такого результата потребовалось 50 запусков. Если считать, что наши последние успехи нивелируют первые небезупречные старты, то оказывается, что общий коэффициент успешного выполнения пусков у СССР и США составляет около 80%. Но общий коэффициент успешного выполнения задач у США по-прежнему ниже 70%, а у СССР/России — ниже 60%. Аналогично процент невыполнения лунных или планетных проектов составляет 30 и 40 соответственно.

Экспедиции к другим мирам с самого начала выполнялись с применением самых ультрасовременных технологий. Такова ситуация и сегодня. Экспедиции проектируются с избыточными подсистемами и ведутся опытными инженерами, но и они несовершенны. Самое интересное, что мы справлялись не так уж плохо, скорее даже, справлялись хорошо.

Мы не знаем, вызвана ли авария «Марс Обсервер» некомпетентностью или это просто статистика. Но мы должны иметь в виду, что при исследовании других миров нас будет постоянно сопровождать череда проваленных миссий. Если мы теряем беспилотный аппарат, то не рискуем ничьей жизнью. Даже если бы мы могли существенно повысить коэффициент успешности, то цена пилотируемых полетов все равно была бы слишком высока. Гораздо лучше пойти на более высокие риски, но запускать больше аппаратов.

Зная о неустрашимых рисках, почему же сегодня мы отправляем в рамках миссии всего один зонд? В 1962 г. «Маринер-1»,

запущенный к Венере, упал в Атлантический океан; практически идентичный ему «Маринер-2» стал первой успешной межпланетной миссией в истории человечества. «Маринер-3» отказал, а его близнец «Маринер-4» в 1964 г. стал первым космическим аппаратом, сфотографировавшим Марс крупным планом. Давайте рассмотрим двойной запуск «Маринер-8»/«Маринер-9» — оба зонда отправились к Марсу. «Маринеру-8» предстояло составить карту планеты. «Маринер-9» должен был изучить таинственные сезонные и вековые изменения поверхностных образований. В остальном два зонда были идентичны. «Маринер-8» упал в океан. «Маринер-9» долетел до Марса; это был первый в человеческой истории космический аппарат, ставший искусственным спутником другой планеты. Он открыл вулканы, слоистые регионы в полярных шапках, древние речные долины, а также выявил, что изменения на поверхности планеты обусловлены потоками ветра. Он опроверг гипотезу о «каналах». Аппарат составил карту планеты от полюса до полюса и открыл все основные геологические объекты на Марсе, известные нам сегодня. Он дал первые крупные планы представителей целого класса малых миров (наведя объектив на Фобос и Деймос, спутники Марса). Если бы мы запустили только «Маринер-8», то все предприятие превратилось бы в абсолютный провал. Двойной запуск обеспечил блестящий исторический успех.

Также было два «Викинга», два «Вояджера», две «Веги», несколько пар «Венер». Почему же запустили всего один «Марс Обсервер»? Обычно говорят: дело в стоимости. Однако проект получился дорогим отчасти из-за того, что аппарат запускали на космическом челноке; такой носитель до абсурда дорогой, если речь идет о межпланетных миссиях, — по крайней мере слишком дорогой для запуска М.О. После множества задержек, связанных с шаттлами, и увеличения бюджета специалисты НАСА передумали и решили запустить «Марс Обсервер» на ракете «Титан». Это потребовало бы задержать мис-

сию еще на два года, а также сконструировать адаптер, чтобы аппарат можно было установить в новую ракету-носитель. Если бы НАСА не пыталось так упорно обеспечить работой все более неэкономичные шаттлы, экспедицию можно было бы запустить на два года раньше, а то и задействовать два аппарата вместо одного.

Но независимо от того, идет ли речь о парных запусках или об одиночных, космические державы явно решили, что настало время для отправки роботизированных экспедиций на Марс. Проекты миссий меняются, в космонавтику приходят новые государства; некоторые страны обнаруживают, что уже не имеют достаточных ресурсов. Даже в тех программах, которые уже профинансированы, нельзя быть уверенным. Но текущие планы позволяют судить об интенсивности работ и о серьезности намерений.

Когда я пишу эту книгу, ориентировочные планы по совместному исследованию Марса при помощи роботизированных аппаратов существуют в США, России, Франции, Германии, Японии, Австрии, Финляндии, Италии, Канаде, Европейском космическом агентстве и других организациях. За семь лет, в период с 1996 по 2003 г., планируется отправить на Марс целую флотилию космических зондов — от 20 до 25, причем большинство из этих аппаратов будут сравнительно компактными и недорогими. Среди этих проектов не предусмотрено пролетов мимо планеты; все они — долгосрочные орбитальные и посадочные экспедиции. США повторно запустят в космос все научные приборы, которые были утрачены вместе с «Марс Обсервер». В российском проекте запланированы особенно амбициозные эксперименты, в реализации которых будут участвовать около 20 государств. Благодаря телекоммуникационным спутникам экспериментальные станции, развернутые в любых точках Марса, смогут передавать информацию на Землю. Аппараты-лазутчики, со скрежетом спускающиеся с орбиты, зароются в марсианский грунт и будут передавать информа-

цию из-под него. Аэростаты с приборами на борту и марсоходы-лаборатории пустятся в путь по марсианским пескам. Некоторые микророботы будут весить всего пару килограммов. Места посадки подбираются и согласовываются. Приборы будут проходить перекрестную калибровку. Предполагается свободный обмен данными. Есть все основания полагать, что в ближайшие годы Марс и его тайны станут для землян значительно понятнее.

В ЦЕНТРЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТАМИ на Земле есть специальное помещение, где вы облачаетесь в шлем и перчатки. Вы поворачиваете голову влево — и камеры на марсоходе обращаются влево. Вы видите то, что снимают камеры, перед вами цветная картинка в очень высоком разрешении. Вы делаете шаг вперед — и марсоход движется вперед. Вы протягиваете руку, чтобы поднять с грунта что-то блестящее, — и манипулятор марсохода делает то же самое. Марсианский песок течет сквозь ваши пальцы. Единственная сложность, связанная с такой технологией удаленной реальности, в том, что все это происходит в страшно замедленном темпе. Время, требуемое на обмен исходящими командами с Земли и откликами марсохода, может составлять полчаса и более. Но можно освоить специальную технику. Мы учимся сдерживать наше исследовательское нетерпение, если такова цена изучения Марса. Марсоход можно сделать достаточно интеллектуальным, чтобы он сам справлялся с текущими сложностями. Что-нибудь более нетривиальное — и робот останавливается как вкопанный, переходит в безопасный режим и радирует терпеливому оператору-человеку, чтобы тот взял управление на себя.

Представьте себе умных роботов-вездеходов, каждый — миниатюрная научная лаборатория. Роботы приземляются в безопасных, но неинтересных местах, а затем отправляются в путь, чтобы заснять крупным планом некоторые из неисчислимых марсианских чудес. Возможно, каждый день робот будет доби-

раться до своего горизонта; каждое утро мы увидим вблизи то, что вчера казалось лишь далекой возвышенностью. Длительное путешествие по Марсу будет освещаться в выпусках новостей и изучаться в школе. Люди будут гадать, что еще предстоит обнаружить. Ночные сводки с другой планеты поведают об исследовании новых территорий, о свежих научных находках, и с ними каждый землянин будет причастен к этому приключению.

Кроме того, появится марсианская виртуальная реальность. Данные, поступающие с Марса, хранятся в современном компьютере и подаются вам на шлем, перчатки и ботинки. Вы ходите по пустой комнате на Земле, но ощущаете себя на Марсе: перед вами розовые небеса, россыпи валунов, песчаные дюны, простирающиеся до горизонта, где высится колоссальный вулкан. Вы слышите, как песок хрустит у вас под ногами. Вы переворачиваете камни, выкапываете ямку, берете пробы разреженной атмосферы, заворачиваете за угол и лицом к лицу сталкиваетесь со... всевозможными новыми открытиями, которые ожидают вас на Марсе. Все это в точности копирует Марс и постигается в полной безопасности; все это время вы находитесь в салоне виртуальной реальности в родном городе. Мы исследуем Марс не ради этого, но нам определенно потребуются роботы для съемки реальной реальности, прежде чем мы сможем преобразовать ее в виртуальную.

Особенно с учетом неослабевающих вложений в робототехнику и искусственный интеллект отправка людей на Марс (с чисто научной точки зрения) представляется неоправданной. Людей, которые смогут «ощутить» виртуальный Марс, будет гораздо больше, чем тех, кто мог бы отправиться туда в реальности. Для исследований нам вполне достаточно роботов. Если мы решим снарядить на Марс людей, то для этого нам потребуются более веские причины, чем научно-исследовательская работа.

Мне казалось, что в 1980-е гг. я видел разумное основание для пилотируемых экспедиций на Марс. Я представлял,

что СССР и США, два противника в холодной войне, подвергнувшие риску всю нашу цивилизацию, объединятся в дальновидном и высокотехнологичном начинании, которое подарит надежду людям во всем мире. Я воображал своеобразную программу «Аполлон наоборот», движущей силой которой стало бы сотрудничество, а не соперничество, и две ведущие космические державы вместе заложили бы основы для крупнейшего прорыва в человеческой истории — мы наконец-то поселились бы на другой планете.

Символизм казался столь удачным. Те самые технологии, которые позволяют перестреливаться апокалиптическим оружием с континента на континент, обеспечат первую экспедицию человека на другую планету. Это был выбор, отличающийся поразительной мистической силой: отправиться на планету, названную в честь бога войны, а не совершить безумие, угодное этому богу.

Нам удалось заинтересовать советских ученых и инженеров в таком совместном проекте. Роальд Сагдеев, в те годы работавший директором Института космических исследований АН СССР в Москве, уже активно участвовал в международном сотрудничестве, связанном с советскими роботизированными миссиями к Венере, Марсу и комете Галлея, задолго до того, как эта идея стала модной. Прорабатывалось совместное использование советской космической станции «Мир» и ракеты-носителя «Энергия», соответствующей классу «Сатурн-5» по американским стандартам. Такая кооперация была привлекательна для советских КБ, разрабатывавших такое оборудование; в противном случае им было бы сложно обосновать необходимость своей продукции. Выдвинув ряд аргументов (основным из которых было прекращение холодной войны), удалось заручиться поддержкой советского лидера М. С. Горбачева. В ходе вашингтонского саммита, состоявшегося в декабре 1987 г., господин Горбачев на вопрос о том, каков самый важный совместный проект, в рамках которого две страны могли

бы символически наладить отношения, без колебаний ответил: «Давайте вместе полетим на Марс».

Но администрация Рейгана не была в этом заинтересована. Сотрудничество с СССР, признание того, что некоторые советские технологии были совершеннее американских аналогов, предоставление СССР доступа к определенным американским разработкам, взаимодоверие, предложение альтернативы для предприятий ВПК — все это не устраивало администрацию. Предложение отклонили. Марсу оставалось ждать.

Всего за несколько лет ситуация изменилась. Холодная война закончилась. СССР распался. Польза от сотрудничества между двумя нациями перестала быть столь очевидной. Другие государства (в частности, Япония и страны — учредители ЕКА) организовали собственные межпланетные экспедиции. Многие срочные и неотложные проблемы предлагается решать за счет факультативной части государственных бюджетов.

Но тяжелая ракета-носитель «Энергия» по-прежнему ожидает своей миссии. Существует основная ракета-носитель «Протон». Космическая станция «Мир», на борту которой практически постоянно работают посменные экипажи, по-прежнему находится на орбите, совершая оборот вокруг планеты за полтора часа. Несмотря на внутренние пертурбации, российская космическая программа активно развивается. Нарастает сотрудничество между Россией и США в космосе. Российский космонавт Сергей Крикалев 1994 г. полетел на шаттле «Дискавери» (это была обычная недельная миссия в рамках программы «Шаттл»; к тому времени Крикалев уже провел на борту станции «Мир» 464 дня). Американские астронавты должны полететь на «Мир». Американские приборы — в том числе предназначенные для исследования тех окислителей, которые, как предполагается, расщепляют органические молекулы в марсианском грунте, — будут доставляться на Марс советскими ракетами-носителями. Планировалось, что «Марс Обсервер» послужит ретранслирующей радиостанцией для посадоч-

ных модулей из советских марсианских экспедиций. Русские предлагали включить американский орбитальный аппарат в планируемую миссию к Марсу, в рамках которой на ракете «Протон» предполагается вывести в космос многоцелевую полезную нагрузку.

Американские и российские возможности в области космических технологий пересекаются и переплетаются. Российские недоработки компенсируются нашими технологиями, и наоборот. Говорят, что браки заключаются на небесах, но путь к этому союзу оказался удивительно сложен.

2 сентября 1993 г. вице-президент Альберт Гор и премьер-министр Виктор Черномырдин подписали в Вашингтоне соглашение о всестороннем сотрудничестве. Администрация Клинтона поручила НАСА переработать проект американской космической станции (которая в годы правления Рейгана называлась Freedom — «Свобода»), чтобы она располагалась на той же орбите, что и станция «Мир» и могла стыковаться с ней; к «Свободе» также предполагалось подсоединять японские и европейские модули и канадский роботизированный манипулятор. В настоящее время эти проекты эволюционировали до так называемой «Космической станции “Альфа”», в создании которой участвуют практически все космические державы (наиболее заметное исключение — Китай).

В ответ на американское сотрудничество в космосе и подпитку твердой валютой Россия фактически согласилась приостановить продажу компонентов баллистических ракет другим государствам и в принципе обеспечивать строгий контроль над экспортом технологий для производства стратегических вооружений. Таким образом, космос вновь становится инструментом национальной стратегической политики, каким был в апогее холодной войны.

Однако новая тенденция поставила в крайне непростое положение как целые отрасли американской аэрокосмической индустрии, так и некоторых членов конгресса. Какова моти-

вация таких амбициозных разработок в отсутствие международного соперничества? Означает ли, что всякий раз, прибегая к использованию российской ракеты-носителя, мы все меньше поддерживаем собственную космонавтику? Могут ли американцы рассчитывать на стабильную поддержку и долгосрочность совместных проектов с русскими (разумеется, русские задают те же вопросы американцам)? Но в долгосрочной перспективе кооперативные программы позволяют экономить время, опираться на таланты выдающихся ученых и инженеров, живущих в разных уголках планеты, а также с оптимизмом смотреть в глобальное будущее. Государственные альянсы могут меняться. Вероятно, мы будем совершать шаги как вперед, так и назад. Но общая тенденция вырисовывается достаточно четко.

Несмотря на растущие проблемы, космические программы двух бывших соперников начинают объединяться. В настоящее время уже можно полагать, что будет сконструирована международная космическая станция — плод усилий не одного государства, а всей Земли, — которая будет собрана под наклоном к экватору в 51° , в нескольких сотнях километров над Землей. Обсуждается захватывающая совместная миссия под названием «Огонь и лед», в рамках которой планируется быстрый пролет мимо Плутона, последней неисследованной планеты. Но чтобы добраться туда, зонд должен будет осуществить гравитационный разгон, в процессе которого он, в сущности, войдет в атмосферу Солнца. Кроме того, мы, по-видимому, на пороге создания всемирного консорциума по научному исследованию Марса. Есть все основания полагать, что такие проекты будут осуществляться совместными усилиями либо не состоятся вообще.

СУЩЕСТВУЮТ ЛИ ВЕСКИЕ, финансово целесообразные, пользующиеся широкой поддержкой причины для отправки людей на Марс — вопрос остается открытым. Определенно, единой

точки зрения не существует. Мы обсудим эту тему в следующей главе.

Берусь утверждать, что если мы не собираемся в конечном итоге посылать людей в миры, удаленные от нас хотя бы на такое расстояние, как Марс, то мы теряем основную причину поддержки космической станции — постоянного (или вахтового) человеческого форпоста на земной орбите. Космическая станция далеко не идеальна ни для занятий наукой, ни для наблюдений за Землей сверху, ни для наблюдения космоса, ни для использования микрогравитации (из-за присутствия астронавтов она нарушается). Для целей военной разведки космическая станция гораздо менее удобна, чем автоматические космические аппараты. У нее нет ярко выраженных достоинств с экономической или производственной точек зрения. Она дорогая по сравнению с беспилотными аппаратами. Разумеется, с ней связан определенный риск человеческих жертв. При запуске каждого шаттла для монтажа или снабжения космической станции риск крушения составляет примерно 1–2%. В ходе всех выполненных гражданских и военных работ в космосе мы захлामी нижнюю околоземную орбиту различным быстролетающим мусором — рано или поздно какой-то из этих предметов столкнется с космической станцией (хотя станция «Мир» до сих пор не получала повреждений такого рода). Космическая станция также не требуется для исследования Луны человеком. «Аполлон» вполне успешно туда добрался, когда космической станции еще не существовало. Имея ракеты-носители класса «Сатурн-5» или «Энергия», нам, возможно, удастся достичь околоземных астероидов или даже Марса, не собирая для этого межпланетного корабля на орбитальной космической станции.

Космическая станция могла бы служить в мотивирующих и образовательных целях, а также определенно позволила бы укрепить отношения между космическими державами — в частности, между США и Россией. Но единственная серьез-

ная функция космической станции, насколько я могу судить, заключается в долговременных космических полетах. Как чувствует себя человек в условиях микрогравитации? Как противодействовать прогрессирующим изменениям в химическом составе крови и примерно 6%-ному разрушению костной ткани в год при нулевой гравитации (при трех- или четырехлетнем полете к Марсу этот эффект будет накапливаться, если путешественникам придется все время находиться при нулевом g)?

Едва ли станция поможет прояснить какие-то вопросы из общей биологии — например, касающиеся ДНК или эволюционного процесса; напротив, речь идет о проблемах прикладной биологии человека. Важно знать ответы, но только если мы собираемся отправиться далеко в космос и на путь к цели нам потребуется много времени. Единственная реальная и разнообразная цель космической станции — в конечном итоге обеспечить пилотируемые миссии к околоземным астероидам, Марсу и дальше. Исторически в НАСА остерегались четко озвучивать этот факт, вероятно, опасаясь, что конгрессмены с отвращением забракуят космическую станцию как первый шаг на пути к очень дорогостоящим проектам и объявят, что государство не готово отправлять людей на Марс. Фактически после этого в НАСА помалкивали о том, зачем действительно нужна космическая станция. Но все-таки, если у нас будет космическая станция, ничто не обязывает нас лететь прямо на Марс. Мы можем использовать ее для накопления и уточнения важных знаний и потратить на это столько времени, сколько сочтем нужным, — так что, когда придет время, когда мы будем готовы отправиться к другим планетам, у нас будет нужный опыт и наработки, чтобы сделать это без риска.

Авария «Марс Обсервер» и катастрофическая утрата космического челнока «Челленджер» в 1986 г. напоминают нам, что при будущих пилотируемых полетах к Марсу и куда угодно всегда будет определенная неустраняемая вероятность кру-

шения. Миссия «Аполлон-13», которой не удалось прилуниться и пришлось просто возвращаться на Землю, подчеркивает, насколько нам повезло. Мы не умеем конструировать абсолютно безопасные автомобили и поезда, хотя и занимаемся этим уже более века. Спустя сотни тысяч лет после приручения огня в каждом городе мира существует пожарная служба, сотрудники которой ожидают вызова, чтобы в очередной раз что-нибудь тушить. На протяжении четырех путешествий в Новый Свет Колумб то и дело терял корабли, в том числе один из тех трех, что составили его флотилию, отправившуюся в путь в 1492 г.

Если мы собираемся куда-либо отправлять людей, у нас должны быть на это очень веские причины, а также мы обязаны четко понимать, что при этом практически наверняка не обойдется без жертв. Астронавты и космонавты всегда об этом знали. Тем не менее нет и не будет недостатка в добровольцах.

Но почему Марс? Почему бы не вернуться на Луну? Она близко, и мы доказали, что знаем, как отправить туда людей. Я беспокоюсь, что Луна при всей ее близости — это просто большой крюк, если не тупик. Мы там были. Мы даже доставили на Землю лунное вещество. Люди видели лунные камни, и по причинам, которые кажутся мне совершенно оправданными, Луна им уже наскучила. Это застывший безвоздушный, безводный, мертвый мир с черным небом. Наиболее интересным аспектом Луны являются, пожалуй, ее кратеры — следы древних катастрофических столкновений, которые претерпевала не только Луна, но и Земля.

На Марсе, напротив, есть погода, песчаные бури, собственные спутники, вулканы, полярные ледяные шапки, причудливые формы рельефа, древние речные долины и свидетельства масштабных климатических изменений, до которых этот мир напоминал Землю. Сохраняются некоторые перспективы найти на Марсе следы вымершей жизни или даже жизнь, сохранив-

шуюся до наших дней. Кроме того, эта планета наиболее благоприятна для новой жизни — для переселения землян, которые смогли бы обеспечить себя всем необходимым прямо на Марсе. Все это не касается Луны. Кроме того, история Марса легко читается по его кратерам. Если бы ближайшим небесным телом в пределах нашей досягаемости был Марс, а не Луна, мы бы не отказывались от пилотируемой экспедиции на эту планету.

Кроме того, Луна не является ни особенно удобным испытательным полигоном для путешествия на Марс, ни перевалочным пунктом на пути к нему. Марсианская и лунная окружающая среда очень различается, кроме того, Луна и Земля примерно одинаково удалены от Марса. Оборудование для исследований Марса можно испытать на орбите Земли, на околоземных астероидах или на самой Земле — например, в Антарктике — как минимум с тем же успехом, что и на Луне.

Япония известна своим скептическим отношением к стремлению США и других государств планировать и реализовывать крупные совместные космические проекты. Есть как минимум одна причина, по которой Япония, в отличие от других космических держав, предпочитает стоять особняком. Японское «Лунно-планетное общество» — это организация, представляющая энтузиастов космонавтики в правительстве страны, университетах и основных промышленных отраслях. На момент написания этой книги общество предлагает сконструировать и обеспечить лунную базу исключительно при помощи роботов. Считается, что такая работа продлится около 30 лет и будет стоить порядка \$30 млрд в год (что составляет 7% от текущего американского бюджета на гражданскую космонавтику). Люди придут на базу только после того, как она будет полностью готова. Предполагается, что использование роботизированных строительных бригад, управляемых по радио с Земли, вдесятеро удешевит проект. Единственная проблема с этой программой, согласно отчетам, заключается в том, что другие

японские ученые спрашивают: «А зачем»? Это хороший вопрос для любой нации.

Вероятно, в настоящее время первая пилотируемая миссия на Марс слишком затратна для любого государства, которое попыталось бы реализовать ее самостоятельно. Кроме того, неуместно, чтобы такой исторический шаг совершали представители лишь одной небольшой части всего человечества. Но проект, в котором бы приняли участие США, Россия, Япония, Европейское космическое агентство и другие государства (возможно, Китай), кажется делом не такого уж далекого будущего. Международная космическая станция поможет проверить, насколько мы готовы вместе выполнять крупные инженерные проекты в космосе.

Стоимость отправки килограмма чего угодно хотя бы на ближнюю околоземную орбиту на сегодняшний день практически равна стоимости килограмма золота. Определенно это основная причина, по которой нам еще только предстоит добраться до древних берегов Марса. Многоступенчатые ракеты на жидком топливе стали тем транспортом, который впервые вывел нас в космос, и мы пользуемся ими до сих пор. Мы стремимся их оптимизировать, сделать безопаснее, надежнее, проще, дешевле. Но этого пока не произошло, а если произойдет, то далеко не так скоро, как многие надеялись.

Поэтому, возможно, лучше поступать иначе: одноступенчатые ракеты могут выводить свою полезную нагрузку прямо на орбиту; может быть, лучше забрасывать на орбиту мелкие партии полезной нагрузки, выстреливая их из пушек либо выпуская на ракетах с самолетов. Может быть, подойдут сверхзвуковые аппараты с прямоточным воздушно-реактивным двигателем. Возможно, есть и еще более рациональные способы, до которых мы пока не додумались. Если нам удастся изготавливать топливо для обратного пути из атмосферы и грунта того мира, куда мы направляемся, то космические путешествия значительно упростятся.

Как только мы окажемся в космосе и отправимся к планетам, ракетная техника уже не обязательно будет наилучшим средством для перемещения значительной полезной нагрузки, даже с гравитационным ускорением. Сегодня мы выполняем несколько ракетных выхлопов на старте, затем следуют коррекции на маршевых участках траектории, а в течение остального пути корабль просто идет по инерции. Но существуют многообещающие ионные и ядерно-электрические реактивные системы, способные обеспечить небольшое и постоянное ускорение. Либо, как впервые предположил еще родоначальник русской космонавтики Константин Циолковский, можно было бы использовать солнечный парус — обширную, но очень тонкую пленку, захватывающую солнечный свет и солнечный ветер. На нем каравелла шириной несколько километров будет скользить в межпланетной пустоте. Такие методы гораздо лучше ракет подходят для полетов к Марсу и более далеких экспедиций.

Как и в случае с большинством наших технологий, когда что-либо хоть как-то работает, является первым устройством в своем роде, мы, естественно, стараемся улучшать эту машину, развивать ее, эксплуатировать. Вскоре в первичную технологию независимо от ее совершенства потребуются такие институциональные инвестиции, что доработать ее до чего-то более качественного будет очень сложно. У НАСА практически нет ресурсов для проработки альтернативных моделей двигателей. Деньги приходится тратить на миссии, запланированные в ближайшей перспективе, которые могут дать конкретный результат и улучшить послужной список НАСА. Инвестирование в альтернативные технологии окупается лишь спустя одно-два десятилетия. Мы не очень склонны заглядывать в будущее на такой срок. Это одна из причин, по которой начальный успех может в итоге привести к катастрофе; он очень напоминает процессы, протекающие в биологической эволюции. Но рано или поздно какая-нибудь нация — возможно, та, которая и не будет делать

огромных вложений в минимально работоспособную технологию, — создаст эффективные альтернативы.

Еще до этого, если мы пойдем по пути кооперации, наступит время — возможно, в первые десятилетия нового века и тысячелетия, — когда сборка межпланетного корабля будет происходить на орбите и весь этот процесс покажут подробно в вечерних новостях. Астронавты и космонавты, роящиеся как мошки, направят и сочленят заранее изготовленные детали. В конце концов на борт готового и испытанного корабля поднимется международный экипаж, после чего корабль разгонится до второй космической скорости. На протяжении всей экспедиции к Марсу и обратно жизнь членов экипажа будет зависеть от всех и каждого на борту, от микросоциума, нюансы которого свойственны нам и на Земле. Возможно, первая международная экспедиция к другой планете ограничится лишь пролетом мимо Марса или выходом на орбиту вокруг него. Еще раньше автоматические аппараты, оснащенные аэродинамическими тормозами, парашютами и тормозными ракетными двигателями, аккуратно спустятся на поверхность Марса, соберут образцы и доставят их на Землю, а также оставят на Марсе все необходимое для будущих исследователей. Но независимо от того, будут ли у нас убедительные и веские причины, я уверен (если мы прежде не самоуничтожимся), что однажды на Марс ступит нога человека. Вопрос лишь в том, когда это произойдет.

Согласно официальному договору, подписанному Вашингтоном и Москвой 27 января 1967 г., ни одна страна не может претендовать на отдельные районы другой планеты или всю планету целиком. Тем не менее — по историческим причинам, которые хорошо понимал Колумб, — некоторым людям небезразлично, кто первым окажется на Марсе. Если это действительно нас волнует, можно заранее предусмотреть, чтобы в момент схода на поверхность Марса с его слабой гравитацией все члены экипажа привязались друг к другу за лодыжки.

Путешественники заберут новые и предварительно отобранные образцы — отчасти для поиска жизни, отчасти для того, чтобы понять прошлое и будущее Марса и Земли. Для пользы следующих экспедиций они поставят эксперименты по получению воды, кислорода и азота и марсианских пород, а также попробуют добыть воздух из вечной мерзлоты — чтобы пить, дышать, питать машины и, что касается ракетного топлива и окислителя, вернуться домой. Они испытают марсианские материалы, чтобы в итоге изготовить из них базы и поселения.

Они начнут исследования. Когда я представляю себе человеческих первопроходцев на Марсе, мне всегда видится вездеход, немного напоминающий джип, идущий по одной из пересекающихся долин. Экипаж держит наготове геологические пробоотборные молотки, фотоаппараты и аналитические инструменты. Люди ищут древние камни, признаки бывших катаклизмов, разгадки климатических изменений, исследуют странную химию, окаменелости или — самое захватывающее и маловероятное — что-нибудь живое. Их открытия передаются на Землю по видеосвязи со скоростью света. Вы, устроившись на диване вместе с детьми, рассматриваете древние марсианские речные русла.

ВОЗНЕСЕНИЕ НА НЕБЕСА

Кто, мой друг, вознесся на небеса?

Эпос о Гильгамеше.

Шумер (III тыс. до н. э.)

«**К**ак?! — иногда спрашиваю я сам себя с удивлением. — Наши предки пешком добрались из Восточной Африки до Новой Земли, скалы Айерс-Рок и Патагонии; вооружившись копьями с каменными наконечниками, охотились на слонов; 7000 лет назад пересекли полярные моря в открытых лодках, совершили кругосветные путешествия, движимые силой одного лишь ветра, гуляли по Луне всего через десять лет после выхода в космос — и мы не решаемся отправиться на Марс?» Но затем я вспоминаю о человеческих страданиях на Земле, о том, как несколько долларов позволяют спасти жизнь ребенку, умирающему от обезвоживания, сколько детских жизней можно было бы сберечь за сумму, в которую обойдется полет к Марсу, — и на какой-то миг передумываю. Стоит ли нам оставаться дома или же отправляться в путь? Быть может, я формулирую ложную дихотомию? Разве невозможно и обеспечить более счастливую жизнь для всех землян, и достичь звезд?

В 1960-е и 1970-е гг. был период стремительной экспансии. В те годы можно было подумать — я так и думал, — что человек окажется на Марсе еще до конца века. Но мы отступили. Если не считать автоматических аппаратов, мы отложили путешествия к планетам и звездам. Я не перестаю спрашивать себя: это нервный срыв или признак зрелости?

Может быть, это максимум, на который мы были вправе рассчитывать. В каком-то смысле удивительно, что это вообще оказалось осуществимым: послать десятки людей в недельные лунные туры. У нас хватило ресурсов, чтобы выполнить предварительную разведку всей Солнечной системы, во всяком случае до Нептуна, — наши зонды добыли массу данных, но не принесли ровно никакой краткосрочной, прикладной, насущной практической пользы. Конечно, они нас воодушевили. Помогли нам понять наше место во Вселенной. Легко вообразить хитросплетения альтернативной истории, в которой не было бы ни лунной гонки, ни программы планетных исследований.

Но в то же время можно себе представить, что мы могли гораздо серьезнее посвятить себя исследованиям, и сегодня у нас уже были бы космические зонды, исследующие атмосферы всех планет юпитерианской группы, и десятки спутников, комет и астероидов; на Марсе была бы развернута сеть автоматических научных станций, которые ежедневно сообщали бы о своих открытиях; образцы из многих миров исследовались бы в земных лабораториях. Мы бы изучали геологию, химию, а возможно, и биологию этих пород. Человеческие форпосты уже могли быть обустроены на околоземных астероидах, Луне и Марсе.

Существует множество исторических путей. Тот вариант истории, что случился с нами, привел к серии скромных и первичных, хотя и во многом героических, исследований. Но они меркнут перед тем, что могло бы быть — или, возможно, еще будет.

«ЗАНЕСТИ ЗЕЛЕНУЮ ПРОМЕТЕЕВСКУЮ ИСКРУ ЖИЗНИ в стерильную пустоту и возжечь там целый вихрь одушевленной материи — истинная судьба нашей расы» — читаем в буклете организации «Фонд первого тысячелетия»*. За \$120

* Теперь это Living Universe Foundation — Фонд живой Вселенной. — *Прим. пер.*

в год она обещает «гражданство» в «космических колониях — когда придет время». «Бенефакторы», которые жертвуют больше, также получают «нескончаемую благодарность звездной цивилизации, а имена их будут высечены на монолите, который предстоит воздвигнуть на Луне». Это — крайность в ряду усилий энтузиастов, мечтающих об освоении космоса человеком. Другая крайность, которая чаще встречается в конгрессе, ставит под вопрос само наше присутствие в космосе, особенно — зачем мы посылаем туда людей, а не одних лишь роботов. Амитай Этциони, критик-социолог, однажды назвал всю программу «Аполлон» словом «moondogle», которое можно перевести как «луноблудие»; сторонники этой точки зрения считают, что, раз холодная война окончена, расходы неоправданны, никаких доводов в пользу пилотируемых космических экспедиций нет. Где же в этом спектре суждений нам следует остановиться?

С тех пор, как США опередили СССР в лунной гонке, казалось бы, исчезло непротиворечивое, пользующееся широкой поддержкой обоснование для отправки людей в космос. Президенты и комитеты конгресса ломают голову, что делать с программой пилотируемой космонавтики. Зачем она нам нужна? Но работа астронавтов и прилунения вызвали — по праву — всеобщее восхищение. Свертывание пилотируемой космонавтики означало бы отказ от этого ошеломляющего достижения Америки — убеждают себя политические деятели. Какой президент, какой созыв конгресса решится взять ответственность за завершение американской космической программы? В бывшем СССР также разворачиваются подобные споры: должны ли мы, спрашивают себя русские, отказаться от сохранившихся высоких технологий, в которых мы по-прежнему мировые лидеры? Должны ли мы оставаться верными последователями Константина Циолковского, Сергея Королева и Юрия Гагарина?

Первый закон бюрократии — она гарантированно самоподдерживается. НАСА, пущенное на самотек, не получая четких

инструкций сверху, постепенно скатилось к программе, которая позволяла бы сохранять прибыли, рабочие места и льготы. Политика лоббирования интересов, ведущую роль в которой играет конгресс, становится все более мощным фактором при проектировании и осуществлении миссий и достижении долгосрочных целей. Бюрократия закоснела. НАСА сбилось с пути.

20 июля 1989 г., в двадцатую годовщину посадки «Аполлона-11» на Луну, президент Джордж Буш-старший огласил долгосрочную перспективу развития американской космической программы. Эта программа, названная «Инициатива по исследованию космического пространства» (SEI), предусматривает ряд целей, в частности, создание американской космической станции, возвращение людей на Луну, первую высадку на Марсе. Позже господин Буш заявил, что человек должен впервые ступить на поверхность Марса в 2019 г.

Но все-таки программа угасла, несмотря на четкое указание сверху. Спустя четыре года после того, как она декларирована, в НАСА нет даже специальной штаб-квартиры для этого проекта. Небольшие и дешевые роботизированные миссии на Луну, которые вполне могли бы быть одобрены, оказались заброшены конгрессом, так как ассоциировались с SEI. Что же не заладилось?

Во-первых, появилась проблема временных рамок. Сроки SEI запланированы на пять с лишним президентских сроков вперед (если предположить, что каждый президент проводит на посту в среднем полтора срока). Таким образом, президенту становится удобно положиться на своих последователей, но всегда остаются сомнения в том, насколько можно на них рассчитывать. SEI радикально отличалась от программы «Аполлон», которая, как предполагалось на момент ее запуска, могла привести к триумфу непосредственно во время президентства Кеннеди или его прямого политического наследника.

Во-вторых, существовали сомнения в том, что НАСА, незадолго до того столкнувшееся с огромными трудностями

при необходимости запустить несколько астронавтов на 400 км над Землей, не рискуя их жизнью, в силах запустить экипаж по дугообразной траектории к цели, удаленной на 150 млн км, чтобы после многолетнего пути астронавты еще и в целости вернулись на Землю.

В-третьих, программа задумывалась исключительно в националистическом ключе. Сотрудничество с другими государствами не играло существенной роли ни на этапе проектирования, ни при выполнении программы. Вице-президент Дэн Куэйл, номинально отвечавший за космос, обосновал строительство космической станции как демонстрацию того, что США «являются единственной сверхдержавой в мире». Но поскольку СССР обзавелся рабочей космической станцией на десять лет раньше США, понять аргументацию мистера Куэйла оказалось непросто.

Наконец, оставался вопрос: где взять деньги в условиях реальной политики? Стоимость доставки первых людей на Марс по разным оценкам отличалась, но могла достигать \$500 млрд.

Разумеется, невозможно запланировать расходы, пока не разработан проект миссии. А сам проект зависит от таких факторов, как численность экипажа, предполагаемая степень защиты экипажа от солнечной и космической радиации и невесомости, а также от других рисков, которым вы готовы подвергнуть людей на борту. Если каждый из членов экипажа обладает необходимой специализацией, что будет, если кто-либо из астронавтов заболеет? Чем больше экипаж, тем надежнее дублиры. Вы практически наверняка обойдетесь без бортового стоматолога, но что делать, если вам потребуется прочистить канал зуба, а до ближайшего дантиста — 100 млн км? Или с работой сможет справиться эндодонтист с Земли, который даст дистанционную консультацию?

Вернер фон Браун, германо-американский инженер, сделал больше, чем кто бы то ни было, чтобы мы попали в кос-

мос. В 1953 г. вышла его книга «Марсианский проект» (Das Marsprojekt), в которой фон Браун описал первую марсианскую экспедицию; в ней он предполагал задействовать 10 межпланетных кораблей, 70 членов экипажа и 3 «посадочные шлюпки». Он придавал огромное значение избыточности. Логистические требования, по мнению Брауна, были «немногим больше, чем для небольшой боевой операции на ограниченном театре военных действий». Он собирался «раз и навсегда опровергнуть теорию об одиночной космической ракете и ее небольшой команде отважных межпланетных путешественников», напоминая о трех кораблях Колумба, без которых «по законам истории он вполне мог никогда не вернуться к берегам Испании». В современных проектах марсианских экспедиций этот совет игнорируется. Их разработчики имеют гораздо более скромные амбиции, чем Браун, обычно призывая отправить один или два корабля с экипажами по три-восемь астронавтов плюс еще один-два роботизированных грузовых корабля. Мы так и не ушли от одинокой ракеты с горсткой отважных искателей приключений на борту.

Есть и другие неопределенные аспекты, влияющие на проект миссии и ее стоимость: будем ли мы сначала забрасывать на Марс припасы и, лишь когда они будут доставлены, отправим туда людей; можно ли добывать кислород для дыхания, воду для питья и ракетное топливо для возвращения домой прямо из материалов, найденных на Марсе; возможно ли при посадке использовать марсианскую атмосферу для аэроторможения; какую степень избыточности оборудования считать целесообразной; насколько активно использовать закрытые экосистемы или просто пользоваться той пищей, водой и системами утилизации отходов, привезенными с Земли; конструкция вездеходов, на которых экипаж будет исследовать марсианский ландшафт; сколько оборудования вы готовы с собой взять, чтобы проверить, насколько сможете в последующих экспедициях обходиться местными ресурсами.

Пока не получены ответы на такие вопросы, абсурдно говорить о каких-либо оценках стоимости экспедиции. С другой стороны, сразу было ясно, что проект SEI будет дорогим. По всем этим причинам программа была обречена на провал, она была мертворожденной. Администрация Буша не предпринимала никаких эффективных попыток инвестировать политический капитал в запуск SEI.

Мне вполне понятен этот урок: вероятно, у нас не будет возможности отправить людей на Марс в обозримом будущем, несмотря на то что с технической точки зрения нам это определено под силу. Власти не готовы тратить астрономические суммы на чистую науку либо на обычные исследования. Им нужны иные цели, которые будут иметь явный политический смысл.

Может быть, мы не в силах отправиться туда прямо сейчас, но когда такая возможность появится, то, полагаю, эта миссия с самого начала должна быть международной, затраты и зоны ответственности по ней должны быть распределены по справедливости, а при подготовке экспедиции нужно опираться на опыт многих наций. Цена экспедиции должна быть разумной, время от одобрения проекта до запуска должно укладываться в реалистичные сроки (с политической точки зрения); космические агентства, занятые в миссии, должны продемонстрировать собственную способность осуществлять первопроходческие пилотируемые миссии безопасно, в рамках установленных сроков и бюджетов. Если удастся представить такую миссию стоимостью менее \$100 млрд, причем срок от одобрения до запуска не будет превышать 15 лет, то, возможно, она будет осуществима. (Если говорить о стоимости, такая сумма представляет собой лишь часть годового гражданского аэрокосмического бюджета современной космической державы.) Если задействовать аэроторможение и добывать топливо и кислород на обратный путь прямо из марсианской атмосферы, то такой бюджет и такие временные рамки уже начинают казаться реалистичными.

Чем краткосрочнее и дешевле экспедиция, тем выше неизбежный риск, которому мы будем вынуждены подвергать астронавтов и космонавтов на борту. Но существует немало примеров, показанных средневековыми японскими самураями, позволяющих убедиться: всегда найдутся бывалые добровольцы для исключительно опасных миссий, если эти миссии предпринимаются ради великого дела. Никакие бюджеты и сроки не гарантируют успеха, если мы пытаемся совершить нечто столь грандиозное, что не делалось никогда ранее. Чем большей свободы действий мы просим, тем дороже нам это обойдется и тем больше времени потребуется на достижение цели. Возможно, будет непросто найти верный компромисс между политикой и успехом миссии.

МЫ НЕ МОЖЕМ ОТПРАВИТЬСЯ НА МАРС лишь потому, что кто-то из нас мечтал об этом с детства, либо потому, что такое путешествие кажется нам очевидной долгосрочной исследовательской целью для всего человеческого рода. Если мы собираемся потратить столько денег, то эти расходы должны быть оправданны.

Сегодня есть другие проблемы — очевидные, вопиющие государственные нужды, — которые не удовлетворить без крупных финансовых вложений. В то же время факультативная часть федерального бюджета донельзя урезана. Утилизация химических и радиоактивных токсинов, энергоэффективность, альтернативы ископаемому топливу, замедление технологических инноваций, стагнирующая городская инфраструктура, эпидемия СПИДа, гремучая смесь онкологии, бездомности, плохого питания, детской смертности, проблем образования, занятости, здравоохранения — список удручающе длинный. Игнорируя эти проблемы, мы ставим под угрозу благосостояние нации. С подобной дилеммой сталкиваются все космические державы.

Для решения практически всех этих проблем могут потребоваться сотни миллиардов долларов и даже больше. На ремонт

инфраструктуры нужны триллионы долларов. Для внедрения альтернативной экономики, не зависящей от сжигания ископаемого топлива, явно потребуются многотриллионные инвестиции в мировых масштабах, если это вообще окажется нам под силу. Нам иногда говорят, что мы не в состоянии оплатить эти проекты. Как же в таком случае мы можем позволить себе полет на Марс?

Если бы в федеральном бюджете США (или в бюджетах других космических держав) было бы на 20% больше свободных средств, то я бы, вероятно, не чувствовал такого смущения, выступая за пилотируемую экспедицию на Марс. Если бы этих средств было на 20% меньше, то, полагаю, даже самый завзятый энтузиаст космонавтики не призывал бы к такой миссии. Разумеется, национальная экономика может находиться в таком плачевном состоянии, что отправка космонавтов на Марс для этого государства будет немыслимой. Вопрос в том, где провести такую линию, но эта линия просто существует, и каждый участник подобных споров должен предусмотреть, где она пролегает, трата какой доли ВВП на космос является неприемлемой. Думаю, то же самое касается и расходов на «оборону».

Опросы общественного мнения свидетельствуют, что, на взгляд многих американцев, бюджет НАСА примерно равен оборонному бюджету. На самом же деле весь бюджет НАСА, включая беспилотные и пилотируемые миссии, а также аэронавтику, составляет около 5% от оборонного. Какие затраты на «оборонку» фактически начинают ослаблять государство? Если вообще закрыть НАСА, то позволят ли высвобожденные средства решить проблемы США?

ПИЛОТИРУЕМЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ в принципе (не говоря уж о полетах на Марс) встретили бы гораздо более активную поддержку, если бы, как и в XV в., во времена споров Колумба с Энрике Мореплавателем, экспедиция сулила

прибыль*. Появились новые аргументы. Говорят, что высокий вакуум, низкая гравитация или интенсивное излучение в околоземном космосе могут иметь коммерческую пользу. Все подобные предложения следует проверять таким вопросом: можно ли изготовить похожие или более качественные изделия здесь, на Земле, если на разработку будут выделены деньги, сравнимые с бюджетом космической программы? Судя по тому, какие скромные суммы компании готовы инвестировать в такие технологии, — если не считать организаций, которые сами заняты сборкой ракет или космических кораблей, — перспективы, как минимум на настоящий момент, не кажутся такими уж многообещающими.

Считается, что где-то за пределами Земли можно добыть редкие вещества, однако из-за высокой стоимости их транспортировки оптимизм приходится умерить. Насколько мы знаем, на Титане могут быть целые океаны нефти, но доставлять ее на Землю будет дорого. На некоторых астероидах могут в изобилии встречаться металлы платиновой группы. Если бы удалось переместить эти астероиды на околоземную орбиту, то, возможно, там можно было бы спокойно рыть шахты. Но как минимум в обозримом будущем это кажется угрожающе безответственным, и к этому вопросу я еще вернусь ниже.

В своей классической повести «Человек, который продал Луну» Роберт Хайнлайн описал космические путешествия, основным мотивом которых является выгода. Он не предполагал, что холодная война приведет к продаже Луны. Но действительно признавал, что будет сложно абстрагироваться от искренних меркантильных аргументов. Таким образом, Хайнлайн выдумал аферу, заставляющую поверить, что лунная

* Даже тогда это было непросто. Португальский хронист Ианиш ди Зурара сообщает о таком мнении инфанта Энрике Мореплавателя: «Господину инфанту казалось, что если он или какой-нибудь другой властитель не решится отправиться за такими знаниями, то никакие моряки или купцы тем более не попытаются этого сделать, поскольку совершенно ясно, что никто из них не станет пускаться в плавание туда, где не сможет с достаточной уверенностью рассчитывать на выгоду». — *Прим. ред.*

поверхность просто усыпана алмазами, поэтому те исследователи, которым предстоит оказаться на Луне, ошеломленно откроют эти сокровища — и начнется бриллиантовая лихорадка. Правда, с тех пор мы уже получили образцы лунного грунта, и там нет каких-либо алмазов, которые представляли бы коммерческий интерес.

Однако Киёси Курамото и Такафуми Мацуи из Токийского университета изучали механизмы формирования металлических ядер Земли, Венеры и Марса и обнаружили, что марсианская мантия (между корой и ядром) должна быть насыщена углеродом — гораздо сильнее, чем мантия Луны, Земли или Венеры. На глубине более 300 км углерод под действием высокого давления должен трансформироваться в алмазы. Мы знаем, что в истории Марса были периоды геологической активности. Вещества с большой глубины могли иногда извергаться на поверхность, причем не только из больших вулканов. Итак, существование алмазов в других мирах кажется вероятным — но на Марсе, а не на Луне. В каких количествах, какого качества и размера, в каких местах — мы пока не знаем.

Если на Землю вернется космический корабль, набитый роскошными многокаратными бриллиантами, то цены на них, бесспорно, упадут (что огорчит владельцев корпораций de Beers и General Electric). Но поскольку алмазы применяются в ювелирном деле и промышленности, найдется минимальная цена, ниже которой они стоить не будут. Вполне возможно, что промышленные предприятия, нуждающиеся в таком сырье, могут поспособствовать первым исследованиям Марса.

Идея о том, что исследования Марса будут оплачены марсианскими алмазами, в лучшем случае является делом далекого будущего, но этот пример демонстрирует, как можно открывать редкие и ценные вещества в других мирах. Однако было бы глупо рассчитывать на такие оказии. Если мы стремимся обосновать необходимость экспедиции к другим планетам, то должны найти иные доводы.

НЕ СЧИТАЯ ДИСКУССИЙ О ПРИБЫЛИ и расходах, даже о сниженных расходах, следует рассказывать и о пользе, если она существует. Сторонники пилотируемых миссий на Марс должны выяснить, позволяют ли такие экспедиции, пусть даже в долгосрочной перспективе, минимизировать какие-либо проблемы, существующие здесь. Теперь вновь рассмотрите стандартный набор доводов и определите, какие из них кажутся вам состоятельными, какие несостоятельными, а какие неопределенными.

Пилотируемые миссии на Марс кардинально расширят наши знания о планете, в том числе о древней и современной марсианской жизни. Вероятно, такая программа прояснит представления о нашей собственной планете, чему уже начали способствовать роботизированные миссии. История нашей цивилизации свидетельствует, что стремление к базовым знаниям приводит к самым значительным практическим достижениям. Опросы общественного мнения демонстрируют, что в качестве причины для «исследования космоса» чаще всего указывают «расширение знаний». Но насколько важно для достижения этих целей отправлять людей в космос? Мне кажется, что если роботизированные миссии получают высокий национальный приоритет и будут оснащены усовершенствованным искусственным интеллектом, то они не хуже астронавтов добудут ответы на все вопросы, которые мы должны поставить, причем, возможно, вдесятеро дешевле, чем при пилотируемых полетах.

Предполагается, что возникнут «побочные продукты» — огромные технологические достижения, которые иначе не удалось бы воплотить, и тем самым улучшится международная конкурентоспособность и внутренняя экономика США. Но это старинный спор: потратьте \$80 млрд, чтобы отправить астронавтов «Аполлона» на Луну, а мы воспользуемся этим и изобретем антипригарную сковороду. Ведь если мы работаем над сковородами, не проще ли инвестировать

деньги непосредственно в это производство и почти полностью сэкономить \$80 млрд?

Спор щекотлив и по другим причинам, в частности, потому, что компания «Дюпон» изобрела тефлон задолго до полета «Аполлона». То же касается и кардиостимуляторов, шариковых ручек, застежек-липучек и других якобы «побочных» продуктов проекта «Аполлон». (Однажды мне выпала возможность лично побеседовать с изобретателем кардиостимулятора, которого едва не хватил инфаркт, когда он описывал собственное возмущение из-за несправедливых попыток НАСА присвоить авторство на его устройство.) Если существуют технологии, в которых мы остро нуждаемся, то давайте займемся их развитием и будем тратить на них деньги. Зачем для этого лететь на Марс?

Учитывая, сколько новых технологий разрабатывается в НАСА, нет ничего удивительного, что некоторые из них просачиваются в общую экономику и находят бытовое применение. Например, порошкообразный суррогат апельсинового сока Tang был создан в рамках подготовки пилотируемой космической программы, а среди других побочных продуктов этой программы достаточно назвать хотя бы беспроводные инструменты, имплантируемые сердечные дефибрилляторы, скафандры с жидкостным охлаждением и цифровые фотокамеры. Но они едва ли оправдывают пилотируемые экспедиции на Марс или существование НАСА.

Мы могли наблюдать, как эта старая фабрика побочных продуктов пыхла и свистела на излете рейгановского проекта «Звездные войны». Рентгеновские лазеры, работающие на энергии водородной бомбы и предназначенные для установки на орбитальных боевых станциях, пригодились бы в высококлассной лазерной хирургии — рассказывали нам. Но если мы нуждаемся в лазерной хирургии, если она является национальным приоритетом, то давайте во что бы то ни стало изыщем средства на ее развитие. Достаточно отказаться от «Звездных войн». Выгораживание программы через ее побочные про-

дукты выдает допущение, что программа не самодостаточна, не может быть оправдана теми целями, ради которых изначально затевалась.

Когда-то на основе эконометрических моделей считалось, что на каждый доллар, вложенный в НАСА, в экономику США вкачивается гораздо больше долларов. Если такой мультипликативный эффект более выражен для НАСА, чем для других государственных агентств, то у космической программы появилось бы мощное фискальное и социальное обоснование. Сторонники НАСА не стеснялись прибегать к этому аргументу. Но исследование, проведенное Управлением конгресса США по бюджету в 1994 г., выявило ошибочность данного утверждения. Хотя вложения в НАСА положительно отражаются на некоторых производящих сегментах американской экономики — особенно на аэрокосмической индустрии, никакой особый мультипликативный эффект не заметен. Аналогично, хотя инвестирование в НАСА и помогает сохранять рабочие места и прибыли, НАСА решает эти задачи не эффективнее, чем другие государственные организации.

Еще есть аргумент об образовании, который время от времени становится в Белом доме очень привлекательным. Пик защиты докторских диссертаций по точным наукам примерно совпал со временем программы «Аполлон», может быть, даже с ожидаемым фазовым запаздыванием после ее запуска. Пожалуй, причинно-следственные связи в данном случае не выражены, хотя их и нельзя отрицать. Так что? Если мы заинтересованы в поддержке образования, то на самом ли деле его лучше всего стимулировать экспедицией на Марс? Представьте себе, чего можно было бы достичь, вложив \$100 млрд в обучение преподавателей, зарплаты, школьные лаборатории и библиотеки, стипендии для социально не защищенных студентов, исследовательские комплексы и академические гранты. На самом ли деле путешествие на Марс — наилучший способ поддержки естественнонаучного образования?

Следующий аргумент связан с тем, что пилотируемые миссии на Марс загружают военно-промышленный комплекс, уменьшая соблазн использовать его значительную политическую силу для преувеличения внешних угроз и закачивания денег в «оборонку». Другая сторона именно этой медали заключается в том, что, отправляясь на Марс, мы держим наготове технологические мощности, которые в будущем могут пригодиться для решения военных задач. Разумеется, мы можем предложить этим ребятам просто заняться чем-нибудь, что приносило бы реальную пользу для гражданской экономики. Но, как мы могли убедиться в 1970-е гг. на примере автобусов «Грумман»* и электричек «Боинг/Вертол», аэрокосмическая индустрия с большим трудом может производить конкурентоспособную гражданскую продукцию. И это естественно: танк может пройти 1000 км в год, а автобус — 1000 км в неделю, поэтому их базовые конструкции должны различаться. Но как минимум по части надежности министерство обороны вне конкуренции.

Как я уже упоминал выше, кооперация в космосе становится инструментом международного сотрудничества — в частности, препятствует расширению «ядерного клуба». Ракеты, снятые с дежурства, поскольку холодная война завершилась, можно плодотворно использовать для экспедиций на околоземную орбиту, к Луне, планетам, астероидам и кометам. Но все это достижимо и без пилотируемых миссий на Марс.

Предлагаются и другие обоснования. Утверждают, что для окончательного решения мировых энергетических проблем нужно перелопатить Луну, доставить оттуда на Землю гелий-3, накопившийся на Луне под действием солнечного ветра, и использовать это топливо в термоядерных реакторах. Какие термоядерные реакторы? Даже если бы это было возможно, даже если бы они были экономически эффективны, до этой

* Имеются в виду военные самолеты компании Grumman Aerospace Corporation. — Прим. ред.

технологии еще 50–100 лет. Наши энергетические проблемы придется решать в менее вальяжном темпе.

Еще более странным кажется аргумент, согласно которому мы должны отправлять людей в космос, чтобы решить мировой демографический кризис. Каждый день рождается примерно на 250 000 человек больше, чем умирает, — это означает, что мы должны ежедневно снаряжать в космос 250 000 человек, чтобы население Земли оставалось на нынешнем уровне. Это явно выходит за пределы наших современных возможностей.

Я ПРОСМАТРИВАЮ ЭТОТ СПИСОК и стараюсь взвесить все за и против, учитывая при этом другие безотлагательные расходные статьи федерального бюджета. Я считаю, что до сих пор все споры сводятся к следующему вопросу: может ли совокупность отдельных обоснований, каждое из которых по отдельности не выдерживает критики, сложиться в действительно разумное обоснование?

Не думаю, что какие-либо пункты из моего списка предполагаемых обоснований явно тянут на \$500 млрд или даже \$100 млрд — по крайней мере не в краткосрочной перспективе. Однако каждый из этих доводов чего-то стоит, и если у меня найдется пять элементов стоимостью по \$20 млрд, то, может быть, вместе они и дадут сотню. Если мы сможем рационально сократить расходы и добиться истинного международного партнерства, то доводы станут более убедительными.

Пока не состоятся национальные дебаты по этой проблеме, пока у нас не будет более четкого обоснования и оценки расходов и прибыли для пилотируемой миссии на Марс, что нам делать? Я предлагаю продолжать научные исследования и разработки, которые могут быть оправданы сами по себе либо по их значимости для достижения других целей, но в то же время пригодятся и в пилотируемой миссии на Марс, если мы позже решим туда отправиться. Возможен такой план действий:

- Американские астронавты работают на российской космической станции «Мир» в ходе совместных полетов, длительность которых постепенно увеличивается до одного, а затем до двух лет — времени, необходимого для полета к Марсу.
- Строится международная космическая станция, причем таким образом, чтобы ее основная функция заключалась в изучении долгосрочных воздействий, которые человек испытывает в космосе.
- Первый опыт развертывания вращающегося или привязного модуля «искусственной гравитации» на международной космической станции, сначала для животных, а затем и для человека.
- Углубленные исследования Солнца, в частности, вывод распределенного набора роботизированных зондов на околосолнечную орбиту для отслеживания солнечной активности и максимально оперативного предупреждения астронавтов об опасных «солнечных вспышках» — мощных выбросах электронов и протонов из солнечной короны.
- Американо-российская и многосторонняя разработка ракетных технологий «Энергия» и «Протон» для США, международные космические программы. Хотя на первый взгляд США не зависят от российских ракет-носителей, «Энергия» сравнима по подъемной силе с ракетой «Сатурн-5», отправившей астронавтов «Аполлона» на Луну. США забросили сборочную линию «Сатурн-5», и оперативно возродить ее не удастся. «Протон» — наиболее надежная крупная ракета-носитель, находящаяся сейчас в эксплуатации. Россия стремится продавать эту технологию за твердую валюту.
- Совместные проекты с NASDA (японским космическим агентством) и Токийским университетом, Европейским космическим агентством, Роскосмосом, а также с Кана-

дой и другими странами. В большинстве случаев это должно быть равноправное партнерство, а не попытки США перетянуть одеяло на себя. Что касается беспилотных экспедиций к Марсу, такие программы уже реализуются. В области пилотируемых полетов, основная деятельность такого рода связана с Международной космической станцией. В конечном итоге мы можем освоить совместные межпланетные миссии, смоделированные на низкой околоземной орбите. Одна из основных целей таких программ должна заключаться в наработке традиции совместных технических свершений.

- Технологические разработки — с использованием ультрасовременных роботов и искусственного интеллекта — на вездеходах, аэростатах и летательных аппаратах для исследований Марса, выполнение первой международной миссии по доставке марсианских образцов на Землю. Автоматические аппараты, позволяющие привезти с Марса такие образцы, могут быть испытаны на околоземных астероидах и на Луне. Можно определить возраст тех проб, которые будут взяты в тщательно подобранных регионах Луны, что значительно поможет нам понять раннюю историю Земли.
- Дальнейшее совершенствование технологий по производству топлива и окислителя из марсианской атмосферы. Согласно одной оценке, сделанной на основании пилотной модели прибора, изготовленного Робертом Зубрином и его коллегами из корпорации «Мартин и Мариэтта», несколько килограммов марсианского грунта можно автоматически доставить на Землю при помощи экономичной и надежной ракеты-носителя «Дельта», то есть практически даром.
- Моделирование длительных полетов к Марсу прямо на Земле, при этом особое внимание должно уделяться потенциальным социальным и психологическим проблемам.

- Активная разработка новых технологий, таких как реактивное движение с постоянной тягой, позволяющих быстро добраться до Марса; это может быть важно, если нахождение под действием космической радиации и микрогравитации на протяжении года (или более) окажется слишком рискованным.
- Интенсивное изучение околоземных астероидов, которые могут оказаться более приоритетными среднесрочными целями для исследования человеком, чем Луна.
- Более выраженный акцент на точных науках, в том числе на фундаментальной науке, лежащей в основе космонавтики; тщательный анализ тех данных, которые уже собраны НАСА и другими космическими агентствами.

Стоимость выполнения всех этих рекомендаций составляет лишь часть общих затрат на пилотируемую миссию к Марсу и — если распределить их на десять и более лет, при совместной международной реализации — лишь малую долю современных бюджетов на космонавтику. Но если бы эти шаги удалось выполнить, они помогли бы нам точно оценить стоимость экспедиции, лучше понять связанные с ней опасности и ее пользу. Они поспособствовали бы активной подготовке к пилотируемым экспедициям на Марс без преждевременной привязки к аппаратному обеспечению конкретной миссии. Большинство (или все) из этих рекомендаций ценны сами по себе, даже если мы будем уверены, что не сможем послать людей на какие-либо планеты или спутники в ближайшие несколько десятилетий. Непрерывающаяся череда достижений, каждое из которых повышает осуществимость пилотируемой экспедиции на Марс, могла бы помочь — многим, если не всем, — справиться с распространенными пессимистическими взглядами на будущее.

ЭТО ЕЩЕ НЕ ВСЕ. Существует ряд менее существенных доводов, многие из которых, честно признаться, я нахожу привле-

кательными и весомыми. Космические полеты затрагивают что-то очень глубокое — у многих из нас, если не у каждого. Открывающиеся межпланетные перспективы, более четкое понимание нашего места во Вселенной, исключительно наглядная программа, влияющая на наши представления о себе самих, помогут ясно осознать хрупкость нашей планеты, общие риски и ответственность всех наций и людей на Земле. Пилотируемые миссии на Марс могли бы открыть перед нами многообещающие перспективы, посулить большие приключения тем из нас (особенно молодым), кто готов к путешествиям. Даже теоретические исследования полезны для общества.

Я снова и снова замечая, что, когда выступаю с лекциями о перспективах космической программы — в университетах, перед бизнесменами, военными, представителями профсоюзов, — моя аудитория гораздо менее терпелива, чем я, относитесь к практическим, политическим и экономическим препятствиям. Люди хотят поскорее отместить все препоны, вновь пережить славные дни «Востока» и «Аполлона», продолжить начатое ими и шагнуть в другие миры. Они говорят: «Мы уже делали это раньше — сможем и снова». Но я сам себя предупреждаю, что посетители таких лекций — энтузиасты космоса.

В 1969 г. менее половины американцев полагали, что программа «Аполлон» стоит своих денег. Но к 25-летию посадки человека на Луну это количество выросло до двух третей. Несмотря на все проблемы, 63% американцев считают, что НАСА справляется со своей работой хорошо или отлично. По данным опроса, проведенного CBS News, если не принимать во внимание расходы на миссию, 75% американцев высказались за то, что «США должны послать астронавтов исследовать Марс». В молодежной аудитории этот показатель составлял 68%. Полагаю, «исследовать» — ключевое слово.

Неслучайно, что, несмотря на всяческие человеческие недостатки и на то, как угасает в последнее время пилотируемая

космонавтика (возможно, переломить эту тенденцию поможет пилотируемая миссия, участники которой должны отремонтировать телескоп «Хаббл»), астронавты и космонавты по-прежнему широко воспринимаются как герои нашего времени. Одна моя коллега-ученый рассказывала о том, как недавно съездила в высокогорную часть Новой Гвинеи, где посетила племя, до сих пор существующее «в каменном веке» и почти не контактирующее с западной цивилизацией. Эти люди не слышали о наручных часах, газированных напитках и замороженной пище. Но они знали об «Аполлоне-11». Знали, что люди ходили по Луне. Знали фамилии Армстронга, Олдрина и Коллинза. Хотели знать, кто летает на Луну в наши дни.

Проекты, ориентированные на будущее, которые, несмотря на их политические различия, могут быть завершены лишь в достаточно отдаленном десятилетии, постоянно напоминают нам о том, что будущее наступит. Когда мы захватываем плацдарм в другом мире, внутренний голос нашептывает нам, что мы не просто пикты, сербы или тонганцы. Мы люди.

Исследовательские космические полеты привлекают общественное внимание к научным идеям, научному мышлению и научной терминологии. Повышают общий уровень интеллектуальной заинтересованности. Мысль о том, что теперь мы понимаем нечто, не поддававшееся никому из наших предков, — этот восторг, особенно остро переживаемый учеными, причастными к работе, но ощутимый практически всеми — распространяется в обществе, отражается от стен и возвращается к нам. Это вдохновляет нас обращаться к проблемам из других областей, о разрешении которых раньше также не было и речи. Повышает в социуме всеобщее чувство оптимизма. Распространяет критическое мышление именно такого рода, которое совершенно необходимо, если мы пытаемся решать прежде непреодолимые социальные проблемы. Помогает мотивировать новое поколение ученых. Чем больше в СМИ науки — особенно если речь идет об описании мето-

дов, а также выводов и взаимосвязей — тем здоровее, на мой взгляд, все общество. Люди во всем мире жаждут знаний.

В ДЕТСТВЕ мои самые яркие сны были связаны с полетом, причем я летал не на какой-нибудь машине, а сам. Я словно подпрыгивал, а затем брал курс все выше и выше. На то, чтобы приземлиться, требовалось все больше времени. Вскоре я летел по такой высокой дуге, что вообще не опускался на землю. Я мог примоститься вверху, подобно горгулье, в нише рядом с башенкой небоскреба либо аккуратно присесть на облако. Во сне — который я, должно быть, видел во множестве вариаций как минимум раз сто, — чтобы взлететь, требовалось достичь определенного настроения. Это невозможно описать словами, но я помню, как это было. Делаешь что-то у себя в голове и глубоко в животе — и можешь просто взлететь одним усилием воли, при этом руки и ноги расслаблены. Ты паришь.

Знаю, у многих были подобные сны. Может быть, у большинства людей. Или у всех. Возможно, такие сны появились еще около 10 млн лет назад или ранее, когда наши предки изящно перемахивали с ветки на ветку в девственном лесу. Желание парить как птицы вдохновляло многих пионеров воздухоплавания, в том числе Леонардо да Винчи и братьев Райт. Может быть, отчасти именно поэтому нас так влекут космические полеты.

На орбите вокруг любой планеты или в межпланетном полете вы практически невесомы. Вы можете взлететь к потолку отсека, слегка оттолкнувшись от пола. Можете лететь, кувыркаясь, вдоль продольной оси корабля. Человеку радостно ощущать невесомость: об этом говорят почти все астронавты и космонавты. Но поскольку космические корабли по-прежнему такие маленькие и космические «прогулки» всегда требовали крайней осторожности, никто из людей пока не ощущал такого чуда и триумфа: разгоняться от почти

неощутимого толчка, без всяких механизмов, пут, взлететь высоко в небо, в черное межпланетное пространство. Вы превращаетесь в живой спутник Земли или в одушевленную околосолнечную планетку.

Космические исследования удовлетворяют человеческую тягу к великим предприятиям, путешествиям и поискам приключений, сопровождавшим нас с тех самых пор, как мы, будучи охотниками и собирателями, начали свой путь по восточно-африканским саваннам миллион лет назад. По стечению обстоятельств — думаю, можно представить себе множество вариантов развития истории, при которых этого бы не произошло, — в нашу эпоху мы вновь сможем возобновить такие путешествия.

Исследование других миров требует как раз таких качеств, как риск, планирование, взаимопомощь и отвага, которые свойственны лучшим представителям военной профессии. Даже не стоит вспоминать о ночном старте «Аполлона» к другому миру. В таком случае вывод очевиден. Представьте себе обычные F-14, поднимающиеся с авианосных палуб, грациозно показывающихся влево-вправо, их форсажные камеры пылают, а вас при этом словно что-то уносит — по крайней мере уносит меня. Причем глубина этого чувства ничуть не уменьшается, сколько бы мы ни знали о том, какое зло могут причинять эскадрильи боевых самолетов. Их старт просто затрагивает во мне другие струны. Это никак не связано со встречными обвинениями или с политикой. Это просто желание летать.

«Я... хотел не просто зайти дальше, чем кто-либо до меня, — писал капитан Джеймс Кук, исследовавший в XVIII в. Тихий океан, — я хотел отправиться так далеко, насколько это под силу человеку». Двести лет спустя Юрий Романенко, возвращаясь на Землю после космического полета, который на тот момент стал самым продолжительным в истории человечества, сказал: «Космос как магнит... побывав там однажды, вы только о том и можете думать, как вернуться туда».

Даже Жан-Жак Руссо, относившийся к технике без энтузиазма, чувствовал это:

Звезды расположены далеко в вышине над нами; нам нужны предварительные пояснения, инструменты и машины, подобные множеству огромных лестниц, которые помогли бы нам добраться до звезд и познать их.

Философ Бертран Рассел писал в 1959 г.:

Будущие возможности космических путешествий, которые сегодня относятся преимущественно к области беспочвенных фантазий, могут рассматриваться более трезво, но при этом не становиться менее интересными, а также продемонстрировать даже самым авантурным молодым людям, что мир без войны — это не обязательно мир без приключений и рискованной славы*. Подобные устремления беспредельны. Каждая победа — лишь прелюдия к новой, и никакие границы не могут быть установлены для разумной надежды.

В долгосрочной перспективе эти причины — более, чем какие-либо «практические» обоснования, упомянутые выше, — могли бы сподвигнуть нас на полеты к Марсу и другим мирам. Пока этого не произошло, самый важный шаг, который мы можем сделать на пути к Марсу, — добиться существенного прогресса на Земле. Даже умеренные подвижки в решении социальных, экономических и политических проблем, с которыми сейчас сталкивается наша глобальная цивилизация, позволили бы высвободить на другие цели колоссальные ресурсы — как материальные, так и человеческие.

* Обратите внимание на слова Рассела «приключения и рискованная слава». Даже если бы мы могли обезопасить пилотируемые космические полеты — чего, разумеется, сделать не в силах, — то это могло бы быть контрпродуктивно. Опасность — неотъемлемая составляющая славы. — *Прим. авт.*

Здесь, на Земле, нам остается завершить множество домашней работы, и мы должны непрестанно стремиться к этому. Но так уж мы устроены, что нуждаемся в движении к новым рубежам — по фундаментальным биологическим причинам. Всякий раз, когда человечество вырастает над собой и совершает новый поворот, мы получаем импульс продуктивной жизненной силы, который может веками нас подпитывать.

Прямо за дверью — новый мир. И мы знаем, как попасть туда.

ОБЫЧНОЕ МЕЖПЛАНЕТНОЕ НАСИЛИЕ

И земля, и каждое из прочих тел
по необходимости пребывают в свойственных
им местах и удаляются оттуда насильственным путем.
Аристотель. Физика (384–322 гг. до н. э.)

Сатурном была связана одна забавная история. Когда в 1610 г. Галилей наблюдал эту планету в первый астрономический телескоп (в те времена это был самый далекий из известных миров), он обнаружил по обе стороны от нее два каких-то придатка. Галилей сравнил их с ручками амфоры или вазы. Другие астрономы называли их «ушками». Космос таит много чудес, но лопоухая планета выглядит обескураживающе. Галилей до конца жизни так и не разобрался с этим удивительным явлением.

Шли годы, и астрономы обнаружили, что эти уши... так сказать, росли и таяли. В конечном итоге стало ясно, что Галилей открыл исключительно тонкое кольцо, опоясывающее Сатурн по экватору, но нигде не прикасающееся к нему. В некоторые годы, в зависимости от того, как изменялось положение Земли и Сатурна на их орбитах, кольцо было обращено к нам ребром и, будучи столь тонким, словно исчезало. В другие годы оно располагалось к нам «плашмя», и «уши» вырастали. Но как понять наличие кольца у Сатурна? Тонкой, плоской, твердой пластины, с отверстием ровно такого диаметра, чтобы в нем умещалась планета? *Откуда оно взялось?*

Такие рассуждения вскоре приведут нас к мыслям об апокалиптическом столкновении, двум весьма разным порокам нашего вида и к причине — существующей наряду с уже описанными, — по которой мы должны ради нашего выживания как такового побывать там, среди планет.

В настоящее время мы знаем, что кольца Сатурна (да, их много) — это громадный сонм крошечных ледяных мирков, каждый из которых обращается по отдельной орбите и каждый удерживается гравитацией планеты-гиганта. Размеры этих микропланеток очень различаются: среди них есть и мельчайшая пыль, и булыжники величиной с дом, но нет настолько крупных тел, чтобы их можно было сфотографировать даже при близких пролетах. Кольца, распределенные в пространстве в виде изысканного набора тонких правильных окружностей, немного напоминающих бороздки на грампластинке (но на самом деле они, разумеется, образуют спираль), впервые были засняты в своем истинном величии двумя космическими аппаратами «Вояджер», пролетавшими мимо Сатурна в 1980 и 1981 гг. В наше время кольца Сатурна, выполненные словно в стиле ар-деко, стали символом будущего.

На одном научном заседании, состоявшемся в конце 1960-х гг., меня попросили кратко перечислить актуальные проблемы планетологии. Среди них я упомянул такую: почему из всех планет только Сатурн обладает кольцами? «Вояджер» обнаружил, что этот вопрос можно забыть: на самом деле кольца есть у *всех четырех* планет-гигантов Солнечной системы — Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Но тогда об этом никто еще не знал.

У каждой системы колец свои особенности. Кольца Юпитера разреженные и содержат в основном темные, очень мелкие частицы. Яркие кольца Сатурна состоят преимущественно из замерзшей воды. Здесь тысячи отдельных колец, некоторые из них искривлены и имеют странные туманные стреловидные отметины, которые периодически рассеиваются. Темные кольца Урана, по-видимому, состоят из элементарного углерода и орга-

нических молекул, немного напоминающих древесный уголь или печную сажу. Уран имеет девять главных колец, некоторые из которых словно «дышат» — расширяются и сжимаются. Кольца Нептуна — самые тонкие из всех, причем участки каждого кольца настолько отличаются по плотности, что при наблюдении с Земли кажутся просто дугами или разомкнутыми окружностями. Количество колец, по-видимому, остается постоянным благодаря гравитационным воздействиям двух спутников-пастухов, один из которых расположен к планете немного ближе, чем кольца, другой — немного дальше. Каждая система колец обладает собственной, в буквальном смысле, неземной красотой.

Как образуются кольца? Возможное объяснение — приливные силы. Если блуждающий спутник проходит близко от планеты, то обращенная к планете сторона «гостя» испытывает более сильное притяжение, чем его тыльная сторона. Если контакт получается достаточно тесным, а внутреннее сцепление спутника невелико, то он может быть буквально разорван в клочья. Иногда мы наблюдаем, как это происходит с кометами, проходящими слишком близко от Юпитера или от Солнца. Другая версия, подсказанная изысканиями «Вояджера» на окраинах Солнечной системы, такова: кольца образуются, когда миры сталкиваются, а их спутники разбиваются в пыль. Возможно, определенную роль играют оба эти механизма.

По межпланетному пространству проносятся «разношерстные» блуждающие тела, каждое из которых находится на своей околосолнечной орбите. Некоторые из них можно сравнить по размеру с графством или целым штатом США; гораздо больше таких, поверхность которых сопоставима с площадью деревни или городка. Мелкие блуждающие миры встречаются чаще крупных, причем мельчайшие такие тела — это практически пыль. Некоторые из них движутся по длинным вытянутым эллиптическим траекториям, поэтому периодически пересекают орбиты одной или нескольких планет.

К сожалению, иногда у них на пути оказывается другое небесное тело. При столкновении могут рассыпаться в прах как блуждающая планетка, так и тот спутник, в который она врезалась (или как минимум регион вокруг эпицентра столкновения). Образующиеся при столкновении осколки разлетаются от спутника, но их скорость может быть слишком мала, чтобы преодолеть притяжение планеты. В таком случае из них могут время от времени возникать новые кольца. Они состоят в основном из тех же веществ, что и столкнувшиеся небесные тела, однако большая часть обломков обычно принадлежит расколотому спутнику, а не блуждающему «снаряду». Если столкнувшиеся тела были ледяными, то в результате получится кольцо из льдинок; если они состояли из органических молекул, то возникнет кольцо из органических молекул (которое под действием излучения будет постепенно превращаться в углерод). Вся масса колец Сатурна вполне могла образоваться от полного ударного распыления единственного ледяного спутника. Разрушение мелких спутников вполне может объяснять наличие систем колец и у остальных трех планет-гигантов.

Если только разрушенный спутник не находится совсем близко от планеты, то после столкновения он постепенно собирается воедино (как минимум большей частью). Крупные и мелкие фрагменты по-прежнему остаются примерно на той же орбите, по которой обращался сам спутник до столкновения, причем собираются они как попало. То, что раньше находилось в ядре спутника, оказывается у него на поверхности, и наоборот. Получающиеся в результате беспорядочные ландшафты могут казаться очень странными. Миранда, один из спутников Урана, выглядит грубо перекроенной и могла сформироваться именно таким образом.

Американский геолог-планетолог Юджин Шумейкер полагает, что многие спутники во внешней части Солнечной системы уничтожались, а затем пересобирались — причем не однажды, а многократно на протяжении более 4,5 млрд лет, которые

прошли со времени образования Солнца и планет из межзвездного газа и пыли. Картинка, складывающаяся на основании данных, добытых «Вояджером» во внешней части Солнечной системы, такова: движущиеся там миры несут спокойную и уединенную вахту, которую время от времени внезапно нарушают космические гости; происходят апокалиптические столкновения, и спутники пересобираются из обломков, возрождаясь как фениксы из пепла.

Но спутник, вращавшийся слишком близко от планеты и разнесенный в пыль, не может пересобраться — мешают гравитационные приливы именно этой планеты, расположенной по соседству. Возникающие обломки, однажды распределившись в виде системы колец, могут быть очень долговечными — по крайней мере в сравнении с человеческой жизнью. Возможно, многие из мелких неприметных спутников, которые сегодня обращаются вокруг планет-гигантов, однажды расцветут огромными восхитительными кольцами.

В пользу этих идей говорит внешний вид многих спутников в Солнечной системе. На Фобосе, ближнем спутнике Марса, есть большой кратер под названием Стикни. На Мимасе, одном из ближних спутников Сатурна, также есть большой кратер Гершель. Эти кратеры — как лунные, так и встречающиеся по всей Солнечной системе — возникли при столкновениях. Блуждающее тело врежется в более крупный мир, в точке удара происходит грандиозный взрыв. Образуется чашевидный кратер, мелкий объект уничтожается. Если те тела, которые высекли кратеры Стикни и Гершель, были бы чуть крупнее, то их энергии хватило бы, чтобы разнести Фобос и Мимас в пыль. Эти спутники едва уцелели после встречи с космическим шаровым тараном. Многие другие — нет.

Всякий раз после такого столкновения одной блуждающей планетой становится меньше. Ситуация напоминает гонку на выживание в масштабах Солнечной системы, войну на истощение. Сам факт множества таких столкновений озна-

чает, что большинство блуждающих планет уже пошло в расход. Те из них, которые обращаются вокруг Солнца по концентрическим траекториям и не пересекают орбит других планет, вряд ли врежутся во что-нибудь. Те же, у кого сильно вытянутые эллиптические траектории, пересекающие орбиты нескольких планет, рано или поздно столкнутся с большой планетой или, едва разминувшись с ней, будут выброшены за пределы Солнечной системы под действием планетной гравитации.

Планеты практически наверняка сформировались из планетезималей, которые, в свою очередь, сконденсировались из гигантского плоского газово-пылевого облака, окружавшего Солнце. Именно такие облака в настоящее время заметны вокруг ближних молодых звезд. Итак, на раннем этапе истории Солнечной системы, пока после многих столкновений там не стало чище, в ней могло быть гораздо больше мелких небесных тел, чем мы видим сегодня.

Действительно, четкое доказательство этого факта можно найти прямо у нас «на задворках»: если подсчитать количество блуждающих миров поблизости от Земли, то можно вычислить, как часто они сталкиваются с Луной. Сделаем очень осторожное предположение, что раньше такие тела были многочисленнее, чем сейчас. В таком случае можно подсчитать, сколько кратеров должно быть на Луне. Получится гораздо меньше кратеров, чем мы видим сегодня на перепаханной лунной поверхности. Неожиданное изобилие кратеров на Луне напоминает нам о древней эпохе, когда в Солнечной системе царил страшная сутолока, многочисленные тела сновали по пересекающимся траекториям. Это очень логично, поскольку они сформировались в результате аккреции гораздо более мелких тел, которые, в свою очередь, образовались из межзвездной пыли. Ранее Луна испытывала столкновения в сотни раз чаще, чем сегодня, а 4,5 млрд лет назад, когда формирование планет еще не закончилось, соударения случались, пожалуй, в миллиард раз чаще, чем в нашу спокойную эпоху.

Возможно, этот хаос скрашивали гораздо более живописные системы колец, чем те, что опоясывают планеты сегодня. Если в те времена у планет были маленькие спутники, то и Земля, и Марс, и другие мелкие планеты могли быть украшены кольцами.

Самое вероятное объяснение происхождения нашей Луны, основанное на ее химии (определенной по анализу образцов, доставленных в ходе экспедиций «Аполлон»), таково: Луна образовалась почти 4,5 млрд лет назад, когда Земля столкнулась с телом размером с Марс. Значительная часть каменной мантии нашей планеты превратилась в пыль и раскаленный газ и была выброшена в космос. Затем часть осколков на орбите Земли вновь постепенно собралась воедино — атом за атомом, валун за валуном. Если бы эта неизвестная планета-таран была хотя бы немного крупнее, она уничтожила бы Землю. Возможно, раньше в нашей Солнечной системе были и другие планеты, причем даже такие, на которых уже теплилась жизнь, — и они погибли от ударов таких летающих демонов, превратились в прах, и сегодня от них не осталось и следа.

Вырисовывающаяся картина ранней Солнечной системы отнюдь не свидетельствует о постепенном развитии событий, задуманных ради формирования Земли. Напротив, все указывает на то, что наша планета возникла и уцелела по чистой случайности* среди невероятных потрясений. Не похоже, чтобы наш мир был высечен искусным ваятелем. Вновь никакого намека на то, что Вселенная была создана для нас.

УЦЕЛЕВШИЕ МЕЛКИЕ МИРЫ сегодня называются по-разному: астероиды, кометы, спутники. Но это произвольные категории: реальные космические объекты не вписыва-

* Если бы она не сохранилась, то, вероятно, была бы другая планета, расположенная чуть дальше от Солнца или немного ближе к нему, и уже ее обитатели, весьма непохожие на нас, пытались бы докопаться до своего происхождения. — *Прим. авт.*

ются в такую человеческую классификацию. Некоторые астероиды (это слово означает «звездоподобный», хотя на звезды они не похожи) каменные, другие металлические, третьи богаты органическими веществами. Ни один из них не превышает 1000 км. Большинство из них образуют пояс, пролегающий между орбитами Марса и Юпитера. Некогда астрономы полагали, что «главный пояс» астероидов — это остатки разрушенной планеты, но, как я уже описал, более вероятна другая идея. В свое время Солнечная система изобиловала телами, напоминающими астероиды, часть из них стала строительным материалом для планет. Только в поясе астероидов вблизи от Юпитера гравитационные приливные воздействия крупнейшей из планет не позволяют всему этому мусору собраться и образовать новую планету. По-видимому, эти астероиды представляют собой не некогда существовавший мир, а строительный материал для планеты, которой не суждено сформироваться.

Там может быть несколько миллионов астероидов размером до километра, но в огромной пустоте межпланетного пространства и этого слишком мало, чтобы астероиды представляли какую-либо серьезную опасность для корабля, направляющегося к границам Солнечной системы. Гаспра и Ида — первые астероиды из Главного пояса, которые были сфотографированы в 1991 и 1993 гг. соответственно. Это удалось сделать при помощи зонда «Галилео», прокладывавшего свой непростой путь к Юпитеру.

Большинство астероидов Главного пояса — домоседы. Чтобы исследовать их, мы должны просто отправиться к ним, как это сделал «Галилео». Кометы, напротив, сами иногда нас навещают — например, комета Галлея нанесла нам два последних визита в 1910 и 1986 гг. Кометы в основном состоят из льда, а также из небольшого количества камней и органических веществ. При нагревании лед испаряется, у комет образуются длинные красивые хвосты, сдуваемые солнечным ветром

и давлением солнечного света. После того как комета многократно обогнет Солнце, весь ее лед испарится, и от нее останется мертвый мир, состоящий из камня и органики. Иногда оставшиеся частицы, которые ранее скреплял лед, теперь испарившийся, распространяются по орбите кометы, образуя околосолнечный пылевой шлейф.

Всякий раз, когда частицы кометного вещества размером примерно с зерно на высокой скорости входят в земную атмосферу, они сгорают, оставляя яркий след, который земляне привыкли называть «спорадическим метеором» или «падающей звездой». Орбиты некоторых распадающихся комет пересекают земную. Поэтому каждый год Земля, совершающая оборот вокруг Солнца, пролетает через пояса кометных частиц, движущихся по своим орбитам. В таких случаях мы можем наблюдать метеорные потоки и даже метеорные дожди, когда небо сверкает сгорающими остатками кометы. Например, метеорный поток Персеиды, ежегодно наблюдаемый около 12 августа, — это след умирающей кометы Свифта — Тутля. Но красота метеорного дождя не должна нас обманывать: эти сверкающие гости земного неба непосредственно связаны с разрушением миров.

Некоторые астероиды время от времени выпускают облачка газа, иногда у них даже образуется временный хвост, что позволяет предположить — тела эволюционируют из кометы в астероид. Некоторые небольшие спутники планет — захваченные астероиды или кометы. К этой категории могут относиться спутники Марса и некоторые спутники Юпитера.

Гравитация сглаживает любые заметные неровности. Но только большие небесные тела обладают достаточно сильной гравитацией, чтобы образующиеся на них горы и другие «выросты» обрушивались под собственным весом и мир округлялся. Действительно, обратив внимание на контуры небесных тел, мы почти всегда замечаем, что небольшие миры

бугорчатые, неправильные, напоминают по форме картофелины.

АСТРОНОМЫ — это люди, которые предпочитают холодной безлунной ночью бодрствовать до утра и фотографировать небо, хотя это же самое небо они уже снимали год назад... и два года назад. «Если в прошлый раз у астронома все получилось, — можете спросить вы, — то зачем он все переделывает?» Ответ таков: небо меняется. В любой момент там могут появиться совершенно неизвестные тела, которых никто раньше не видел, приближающиеся к Земле и высматриваемые этими увлеченными наблюдателями.

25 марта 1993 г. группа искателей комет и астероидов рассматривала фотоматериал, отснятый в одну из ночей с переменной облачностью на горе Паломар в Калифорнии. Астрономы обнаружили на своих пленках бледное продолговатое пятно. Оно находилось рядом с очень ярким объектом — планетой Юпитер. Кэролайн и Юджин Шумейкеры и Дэвид Леви затем показали эти снимки другим наблюдателям. Оказалось, что пятно — это нечто поразительное: около 20 мелких ярких объектов, обращающихся вокруг Юпитера, один за другим, как жемчужины в ожерелье. Все вместе они получили название «комета Шумейкеров–Леви 9» (номер означает, что эта тройца совместно открыла уже девятую периодическую комету).

Но, называя эти объекты кометой, мы допускаем путаницу. Их было много — возможно, это были фрагменты некогда целостной, ранее не открытой кометы. Она тихо обращалась вокруг Солнца на протяжении 4 млрд лет, пока не прошла слишком близко от Юпитера и не была несколько десятилетий назад захвачена притяжением крупнейшей планеты Солнечной системы. 7 июля 1992 г. она была разорвана на куски юпитерианскими гравитационными приливами.

Вы уже понимаете, что часть такой кометы, которая ближе к Юпитеру, должна была притягиваться немного сильнее,

чем внешняя. Разница притяжений, разумеется, мала. Наши ступни немного ближе к центру Земли, чем голова, но земная гравитация нас не разрывает. Чтобы такое приливное разрушение могло произойти, погибшая комета должна была быть очень непрочной. Мы полагаем, что до фрагментации она представляла собой рыхлую массу из льда, камней и органического вещества, возможно, около 10 км в поперечнике.

Затем орбита разрушенной кометы была определена с высокой точностью. Между 16 и 22 июля 1994 г. все фрагменты кометы один за другим столкнулись с Юпитером. Вероятно, крупнейшие из них имели в поперечнике по несколько километров. Зрелище было роскошное.

Никто заранее не знал, как подействуют такие множественные попадания на атмосферу и облака Юпитера. Возможно, обломки кометы, окруженные пылевыми гало, были гораздо мельче, чем казались. Или же они вообще не являлись целостными телами, а едва держались вместе — примерно как камни в куче гравия, перемещающиеся в пространстве по почти идентичным орбитам. Если хотя бы одно из этих предположений было верным, то Юпитер мог поглотить кометы без остатка. Другие астрономы полагали, что в ходе этих столкновений должны были наблюдаться как минимум яркие болиды и гигантские факелы, когда куски кометы врезались в атмосферу. Третьи считали, что плотное облако мелких частиц, сопровождавшее фрагменты кометы Шумейкеров–Леви 9, могло уничтожить магнитосферу Юпитера или образовать новое кольцо.

Было вычислено, что кометы такого размера должны попадать в Юпитер всего раз в тысячу лет. Такое событие происходит лишь однажды не просто за человеческую жизнь, а за жизнь десяти поколений. Событие подобного масштаба не происходило ни разу с момента изобретения телескопа. Итак, в середине июля 1994 г. в ходе прекрасно скоординированного научного исследования телескопы на всей Земле и в космосе обратились к Юпитеру.

У астрономов было больше года на подготовку. Были примерно определены орбитальные траектории фрагментов на орбите Юпитера. Выяснилось, что все они упадут на него. Было уточнено, когда это случится. Как ни жаль, расчеты показали, что все столкновения произойдут на ночной стороне Юпитера, которая невидима с Земли (хотя и просматривается с корабля «Галилео», а также с аппарата «Вояджер», ушедшего далеко к границам Солнечной системы). Но, к счастью, все столкновения должны были произойти незадолго до юпитерианской зари, вскоре после этого благодаря вращению Юпитера точки попадания обломков стали бы просматриваться с Земли.

Наступил и минул рассчитанный момент попадания первого куска — фрагмента А. Никаких данных с наземных телескопов не поступало. Планетологи, все больше впадая в уныние, глядели на монитор, отображавший данные, передаваемые с космического телескопа «Хаббл» в Научный институт космического телескопа в Балтимор. Ничего необычного не происходило. Астронавты, работавшие на шаттле, отвлекшись от разведения плодовых мушек, рыб и тритонов, стали смотреть на Юпитер в бинокли. Столкновение тысячелетия все сильнее напоминало пшик.

Затем поступил сигнал с наземного оптического телескопа на острове Ла-Пальма (Канарские острова), вскоре после него — оповещения с радиотелескопа в Японии, из Европейской южной обсерватории на территории Чили и с телескопа Чикагского университета, установленного в морозной пустоши близ Южного полюса. В Балтиморе молодые ученые, столпившиеся вокруг монитора, сами будучи под объективами камер канала CNN, начали что-то замечать, причем именно в той точке Юпитера, где должны были начаться события. Можно было своими глазами увидеть, как их оцепенение сменяется озадаченностью, а затем перерастает в восторг. Они ликовали, кричали, прыгали. Комната наполнилась улыбками. Открыли шампанское. Это были молодые американские ученые, почти треть

из них — девушки, в том числе руководительница группы Хайди Хаммел. Можете себе представить, как подростки во всем мире воображали, насколько, должно быть, интересно быть ученым, какая это хорошая, надежная работа, а возможно, и способ духовного совершенствования.

Наблюдатели на Земле заметили, что многие из фрагментов превращались в сияющие болиды, летевшие так быстро и высоко, что их было хорошо видно, хотя место столкновения внизу так и оставалось в юпитерианской тьме. Поднимались факелы, которые постепенно уплощались и становились похожи на блинчики. Мы могли наблюдать, как от точки удара распространяются звуковые и тяжелые (поверхностные) волны, проступают блеклые отметины — в местах попадания крупнейших обломков такие пятна были сравнимы по размеру с Землей.

Крупные фрагменты врезались в Юпитер на скорости 60 км/с (216 000 км/ч), их кинетическая энергия преобразовывалась отчасти в ударные волны, отчасти в тепло. Температура болида оценивалась в тысячи градусов. Некоторые болиды и факелы были гораздо ярче, чем весь остальной Юпитер.

Почему на месте столкновений остались темные пятна? Возможно, это было вещество из нижних облаков Юпитера — из той области, которая обычно остается невидимой при наблюдениях с Земли. Это вещество могло вскипеть и растечься. Однако маловероятно, что осколки проникли на такую глубину. Может быть, молекулы, вызвавшие окрашивание, присутствовали преимущественно во фрагментах кометы. По данным советских зондов «Вега-1» и «Вега-2», а также по результатам миссии «Джотто», организованной Европейским космическим агентством, — все эти аппараты приближались к комете Галлея — вплоть до четверти кометы может состоять из сложных органических молекул. Именно поэтому ядро кометы Галлея угольно-черное. Если какая-то часть кометной органики уцелела при столкновениях, то именно она могла дать такой цвет. Либо, наконец, окрашивание могло быть обусловлено той органикой, которая не попала

на Юпитер вместе с кусками кометы, а образовалась под действием ударных волн прямо в атмосфере планеты.

Столкновение фрагментов кометы Шумейкеров–Леви 9 с Юпитером зафиксировали с семи континентов. Даже астроном-любитель мог наблюдать в небольшой телескоп факелы и последовавшее обесцвечивание юпитерианских облаков. В то время как разворачивающиеся события под всевозможными углами запечатлевались телекамерами на Земле, а также управляемыми аппаратами в атмосфере, шесть космических лабораторий НАСА в различных частях Солнечной системы, каждая со своими выигрышными наблюдательными свойствами, записывали это новое чудо. Это были: космический телескоп «Хаббл», Международный ультрафиолетовый исследователь (International Ultraviolet Explorer) и Исследователь далекого ультрафиолета (Extreme Ultraviolet Explorer) — все три на околоземной орбите; «Улисс», на время прервавший исследование южного полюса Солнца, «Галилео», сам направлявшийся к Юпитеру, и «Вояджер-2», давно миновавший Нептун и летевший к звездам. По мере сбора и анализа данных наши знания о кометах, Юпитере и о жестоких столкновениях миров должны существенно улучшиться.

Многие ученые — но в особенности Кэрлайн и Юджин Шумейкеры и Дэвид Леви — испытывали щемящее чувство, когда фрагменты кометы один за другим таранили Юпитер и исчезали. Ученые, можно сказать, сроднились с этой кометой за 16 месяцев, наблюдая, как она раскалывается, как ее куски, окутанные облаками пыли, «играли в прятки» и рассредоточивались по орбитам. В каком-то смысле каждый осколок обладал своей индивидуальностью. Теперь все они сгнули, распались на молекулы и атомы в верхних слоях атмосферы крупнейшей планеты Солнечной системы. Мы их почти оплакиваем. Но их феерическая гибель чему-то нас научила. Пожалуй, утешает тот факт, что в солнечной сокровищнице миров в сотни триллионов раз больше таких тел.

НАСЧИТЫВАЕТСЯ ОКОЛО 200 известных астероидов, чьи траектории проходят поблизости от Земли*. Логично, что такие астероиды называются «околоземными». Всем своим видом (как и их собратья из Главного пояса астероидов) они сразу напоминают, что претерпели немало жестоких столкновений. Многие из них могут быть осколками и реликтами гораздо более крупных тел.

За некоторыми исключениями околоземные астероиды имеют в поперечнике по несколько километров или менее и тратят на оборот вокруг Солнца от года до нескольких лет. Около 20% из них рано или поздно обязательно попадут в Землю — с катастрофическими последствиями. (Правда, по астрономическим меркам «рано или поздно» может растянуться на миллиарды лет.) Заверение Цицерона о том, что «нет ничего случайного, ничего произвольного, ничего неправильного, ничего беспорядочного» в абсолютно упорядоченных и правильных небесах, — глубокое заблуждение. Даже сегодня, как напоминает нам встреча Юпитера с кометой Шумейкеров–Леви 9, существует межпланетное насилие, правда, уже не в таких масштабах, как на ранних этапах существования Солнечной системы.

Многие околоземные астероиды каменные, как и астероиды Главного пояса. Некоторые состоят преимущественно из металла, и предполагается, что если удастся переместить такой астероид на околоземную орбиту, а затем организовать там горнодобывающую промышленность, то дивиденды будут огромны. В нескольких сотнях километров над головой — целая гора отборной руды. Стоимость одних только металлов платиновой группы в таком астероиде может исчисляться триллионами долларов — правда, и розничная цена таких ископаемых значительно упадет, если они станут товаром широкого потребления. Методы извлечения металлов и минералов из подходя-

* К 2016 г. их обнаружено около 14 000. Из них 1640 представляют потенциальную опасность столкновения с Землей. — *Прим. ред.*

щих астероидов уже изучаются — в частности, этим занимается Джон Льюис, планетолог из Аризонского университета.

Некоторые околоземные астероиды богаты органическими веществами, которые, по всей видимости, сохранились там с древнейших времен существования Солнечной системы. Как обнаружил Стивен Остро из ЛРД, некоторые из них двойные — два небесных тела в тесной связке. Возможно, в таких случаях более крупное тело было разорвано надвое, когда проходило через зону сильных гравитационных приливов планеты вроде Юпитера; более интересен другой вариант: два мира на схожих орбитах могли войти в клинч и остаться вместе. Этот процесс мог играть ключевую роль при формировании планет, в частности Земли. Как минимум один астероид (Ида, рассмотренный с «Галилео») имеет свой маленький спутник. Можно предположить, что два контактирующих астероида и пара астероидов, в которой один обращается вокруг другого, имеют схожее происхождение.

Иногда говорят, что астероид и Земля «едва разминулись» (при этом имеется в виду «чуть не столкнулись»). Но если разобратся немного подробнее, то оказывается, что в максимальном приближении между астероидом и Землей были сотни миллионов километров. Это не считается слишком близко — даже дальше Луны. Если бы у нас был перечень всех околоземных астероидов, в том числе и таких, которые имеют значительно меньше километра в поперечнике, то можно было бы рассчитать их орбиты на будущее и определить, какие из этих астероидов потенциально опасны. Существует примерно 2000 околоземных астероидов, имеющих больше километра в поперечнике, из них мы наблюдали всего несколько процентов. И должно быть около 200 000 астероидов диаметром более 100 м.

Околоземные астероиды носят выразительные мифологические имена: Орфей, Хатхор, Икар, Адонис, Аполлон, Цербер, Хуфу, Амур, Тантал, Атон, Мидас, Ра-Шалом, Фазтон, Тевтат, Кецалькоатль. Некоторые из них потенциально интересны для исследований — например, Нерей. В принципе, высадиться

на околоземных астероидах и улететь оттуда гораздо проще, чем на Луне. Нерей — крошечный мир около километра в поперечнике, одна из самых простых целей*. Это было бы настоящее исследование поистине нового мира.

Некоторые люди (все из бывшего СССР) уже проводили в космосе вчетверо больше времени, чем требуется для полета на Нерей и возвращения обратно. Ракетные технологии для попадания туда уже существуют. Это гораздо более скромный шаг, чем полет к Марсу и даже, в некотором отношении, возвращение на Луну. Однако, если что-либо пойдет не так, мы не сможем вернуться домой за несколько дней. В этом отношении такая экспедиция имеет примерно промежуточный уровень сложности по сравнению с полетами к Марсу и к Луне.

Из множества возможных миссий к Нерее возможна такая, при которой мы 10 месяцев летим туда, проводим на астероиде 30 дней, а на обратный путь тратим уже всего 3 недели. Можно было бы послать на Нерей роботов или даже — если мы будем к этому готовы — людей. Мы могли бы изучить форму этого маленького мира, его состав, недра, историю, органическую химию, космическую эволюцию и возможную связь с кометами. Мы могли бы доставить пробы оттуда и спокойно исследовать их в земных лабораториях. Могли бы проверить, есть ли там коммерчески ценные ресурсы — металлы или минералы. Если мы собираемся когда-либо отправить людей на Марс, то околоземные астероиды представляют собой удобную и адекватную промежуточную цель, которая помогла бы испытать наше оборудование и обкатать протоколы исследований при изучении практически неизвестного маленького мира. Таким образом, мы можем «помочить ноги в прибое», прежде чем возвращаться в космический океан.

* Орбита астероида 1991JW очень напоминает земную, попасть на него даже проще, чем на 4660 Нерей. Но эта орбита отличается слишком большим сходством с земной, поэтому возникают сомнения в естественном происхождении объекта. Возможно, это какая-то потерянная верхняя ступень ракеты «Сатурн-5», выведившей в космос один из «Аполлонов». — *Прим. авт.*

БОЛОТА КАМАРИНЫ

Но теперь уже поздно вносить усовершенствования.

Вселенная уже возведена,
ключевой камень свода уложен, и щебень
вывезен на телегах миллион лет тому назад.
Герман Мелвилл. Моби Дик (1851)

Город Камарина находился на юге Сицилии, его основали колонисты из Сиракуз в 586 г. до н. э. Спустя пару поколений он оказался под угрозой мора — говорили, что город отравляют поветрия с близлежащего прибрежного болота. В то время как микробная теория заболеваний явно не пользовалась в античности широкой поддержкой, о ней уже догадывались. Например, Марк Варрон в I в. до н. э. категорически не рекомендовал строить города вблизи болот, так как «в болотистых местах вырастают мельчайшие животные, невидимые глазу, но свободно распространяющиеся в воздухе. Проникая в тело человека через рот или нос, они вызывают тяжелые болезни». Камарина подвергалась огромной опасности. Были разработаны планы по осушению болота. Однако, когда люди обратились к оракулу, он запретил так поступать, посоветовав проявить терпение. Но речь шла о жизни и смерти, поэтому болото все-таки решили осушить. Мор быстро сошел на нет. Но горожане слишком поздно осознали, что болото защищало Камарину от врагов, среди которых теперь числились и собратья-сиракузцы. Колонисты вступили в конфликт с метрополией, как и в Америке 2300 лет спустя. В 552 г. до н. э. сиракузские войска прошли по суше, где прежде было болото, истребили в городе всех мужчин, женщин и детей, а сам город разграбили. Благодаря этой истории появилась метафора — «из огня да в полымя».

МЕЛ-ПАЛЕОГЕНОВОЕ СТОЛКНОВЕНИЕ (или столкновения — возможно, их было более одного) показывает, какую угрозу представляют астероиды и кометы. После него весь мир был охвачен пожарами, дотла спалившими растительность на планете. Из-за пыли, поднявшейся в стратосферу, небо настолько потемнело, что растениям для фотосинтеза уже не хватало света. По всему миру стояли морозы, шли едкие кислотные ливни, резко истончился озоновый слой. В довершение всего, когда Земля исцелилась от этих бедствий, наступил долговременный парниковый эффект (так как при столкновении, по-видимому, перешли в летучую форму глубокие слои осадочных карбонатов, и атмосфера приняла огромные количества углекислого газа). Это была не одна катастрофа, а целая череда напастей, нескончаемый ужас. Организмы, ослабленные одним бедствием, уже не выдерживали следующего. Весьма сомнительно, смогла бы наша цивилизация пережить даже менее мощное столкновение.

Поскольку мелких астероидов гораздо больше, чем крупных, они гораздо чаще бомбардируют Землю. Но чем дольше приходится ждать, тем более катастрофический удар становится возможен. В среднем раз в несколько столетий в Землю попадает объект диаметром около 70 м. Высвобождающаяся в результате энергия сопоставима с силой взрыва крупнейшей из испытанных ядерных бомб. Каждые 10 000 лет мы сталкиваемся с 200-метровым объектом, это событие может вызвать региональные климатические эффекты. Каждый миллион лет на Землю падает тело диаметром более километра, такой удар эквивалентен миллиону мегатонн в тротиловом эквиваленте — взрыв, который обернется глобальной катастрофой и истребит (если не предпринять беспрецедентных мер предосторожности) значительную часть человеческого вида. Миллион мегатонн в тротиловом эквиваленте — это величина, примерно в 100 раз превышающая общую взрывную мощность всех ядерных арсеналов на планете. Примерно раз в 100 млн

лет случается событие, по сравнению с которым и вышеописанное кажется незначительным — оно сопоставимо с мел-палеогеновым столкновением, при этом в Землю врежется тело диаметром 10 км или более. Разрушительная энергия, таящаяся в крупном околоземном астероиде, несравнимо превосходит по мощности любые орудия, имеющиеся в распоряжении человечества.

Как впервые доказали американский планетолог Кристофер Чибб и его коллеги, небольшие астероиды или кометы диаметром несколько метров распадаются и сгорают при входе в земную атмосферу. Они прилетают сравнительно часто, но не наносят существенного вреда. Представление о том, насколько часто они входят в атмосферу, можно составить по рассекреченным данным министерства обороны, полученным при помощи специальных спутников, отслеживающих, не проводятся ли на Земле тайные ядерные испытания. Вероятно, за последние 20 лет наша планета приняла сотни мелких тел и как минимум одно крупное. Они не нанесли вреда. Но мы должны быть совершенно уверены, что сможем отличить небольшую залетную комету или астероид от атмосферного ядерного взрыва.

Событие, угрожающее существованию цивилизации, — это столкновение с объектом диаметром несколько сотен метров или более. Такие тела прилетают примерно раз в 200 000 лет. Нашей цивилизации всего около 10 000 лет, поэтому мы явно не должны обладать коллективной памятью о таком ударе — и не обладаем.

Комета Шумейкеров–Леви 9, упокоившаяся на Юпитере в июле 1994 г., превратившись в череду огненных болидов, напоминает нам, что такие столкновения действительно происходят и в наше время — и что при встрече с объектом, имеющим несколько километров в поперечнике, его осколки могут накрыть всю поверхность Земли. Это было своеобразное предзнаменование.

В ту самую неделю, когда комета Шумейкеров–Леви столкнулась с Юпитером, Комитет по науке и космонавтике палаты представителей в парламенте США подготовил законопроект, обязывающий НАСА «совместно с министерством обороны и космическими агентствами иных государств» идентифицировать и определять орбитальные характеристики всех приближающихся к Земле «комет и астероидов, имеющих более 1 км в диаметре». Эту работу предполагалось завершить к 2005 г. В пользу такой поисковой программы выступали многие ученые-планетологи. Но лишь после того, как мы увидели агонию кометы, удалось перейти к ее практической реализации.

Учитывая, насколько сильно ожидание столкновения с астероидом растянуто во времени, эта опасность не кажется актуальной. Но если крупное столкновение случится, то это будет беспрецедентная катастрофа. Существует вероятность примерно 1 : 2000, что подобное событие придется на годы жизни любого новорожденного младенца. Большинство из нас не полетели бы на самолете, если бы вероятность разбиться составляла бы 1 : 2000 (на самом деле для большинства коммерческих рейсов такая вероятность равна 1 : 2 000 000. Но и такой показатель люди считают достаточным для беспокойства и даже оформляют страховку). Когда на кону наша жизнь, мы зачастую начинаем вести себя иначе, чтобы изменить ситуацию в свою пользу. Те, кто этого не делал, как правило, уже не с нами.

Вероятно, мы должны освоить путешествия к этим небесным телам и научиться отклонять их орбиты, если такая необходимость когда-либо возникнет. Что бы ни говорил Мелвилл, еще не весь щебень «вывезен на телегах», поэтому работа в данном направлении явно необходима. Решая параллельные и лишь слабо связанные задачи, сообщество планетологов, а также американские и российские ядерные НИИ, осведомленные о вышеизложенных сценариях, пытаются ответить на следующие вопросы: как отслеживать все крупные околоземные межпланетные объекты, как прогнозировать, какой

из них в будущем может выйти на траекторию столкновения с Землей, и, наконец, как предотвратить такое столкновение.

Российский пионер космонавтики Константин Циолковский еще в прошлом веке указывал, что должны существовать тела, средние по размеру между наблюдаемыми крупными астероидами и теми фрагментами астероидов — метеоритами, — которые иногда падают на Землю. Он писал о жизни на маленьких астероидах в межпланетном пространстве. Не строил никаких военных планов. Однако в 1980-е гг. некоторые американские военные структуры продвигали идею, что СССР может применить околоземные астероиды в качестве оружия первого удара; этот гипотетический план называли «Молот Ивана». Требовались контрмеры. Но в то же время предполагалось, что и самим США не мешало бы освоить использование небольших небесных тел в качестве снарядов. Управление по противоракетной обороне в составе министерства обороны, организация — правопреемник кабинета «Звездных войн», действовавшего в 1980-е гг., запустило на лунную орбиту новейший зонд под названием «Клементина», который должен был пролететь мимо околоземного астероида Географ. Превосходно справившись со сбором информации о Луне, в мае 1994 г. этот аппарат отказал, так и не долетев до Географа.

В принципе, можно применить крупные ракетные двигатели, либо ударный снаряд, либо оснастить астероид большими отражательными панелями и оттолкнуть его силой солнечного света или мощных наземных лазеров. Но современные технологии допускают лишь два способа. Во-первых, одна или несколько мощных ядерных боеголовок могут разнести астероид на множество фрагментов, которые сгорят в земной атмосфере, развалившись на атомы. Если представляющее угрозу тело рыхлое, то может хватить нескольких сотен мегатонн. Поскольку теоретически не существует максимального предела мощности взрыва для термоядерного заряда, конструирование все более крупных бомб такого типа в ядерных НИИ воспринимается некоторыми их сотрудниками не про-

сто как интересный вызов, но и как способ приглушить голоса назойливых экологов и зарезервировать для ядерных зарядов место в экстренной аптечке для нашей планеты.

Также серьезно обсуждается менее пафосный, но все-таки эффективный способ поддержки атомных оружейных комплексов. Планируется скорректировать орбиту любого блуждающего небесного тела, подорвав ядерные заряды около него. Взрывы (обычно в той точке, где орбита астероида ближе всего подходит к Солнцу) призваны отклонить глыбу от Земли*. Град маломощных ядерных боеголовок, взрыв каждой из которых сообщает астероиду импульс в нужном направлении, вполне может отвести в сторону средний астероид, обнаруженный всего за несколько недель до столкновения. Существует надежда, что такой метод также позволит справиться с внезапно обнаруженной долгопериодической кометой, которая окажется на траектории неизбежного столкновения с Землей. Комету можно перехватить при помощи небольшого астероида. Излишне говорить, что такой небесный бильярд является еще более сложным и неопределенным делом (поэтому тем менее реализуемым в ближайшем будущем), чем перевод астероида на известную безопасную орбиту за те месяцы или годы, которые будут у нас в распоряжении.

Мы не знаем, что сделает с астероидом отклоняющий ядерный взрыв. Возможно, ответ зависит от конкретного астероида. Некоторые маленькие миры могут оказаться очень прочными; другие могут представлять собой не что иное, как само-

* Договор по космосу, ратифицированный как США, так и Россией, запрещает использовать оружие массового поражения в космосе. Технология уничтожения астероидов требует именно таких средств — действительно, мощнейшего когда-либо созданного оружия массового уничтожения. Те, кто заинтересован в разработке такой технологии, должны добиваться пересмотра этого договора. Но даже если подобного пересмотра не произойдет и будет обнаружен большой астероид, движущийся по траектории столкновения с Землей, то, вероятно, никто не станет вдаваться в тонкости международной дипломатии. В то же время существует опасность, что при либерализации ограничений на использование такого оружия в космосе ослабнет наше внимание к выводу боеголовок в космос, которые затем могут быть использованы и в агрессивных целях. — *Прим. авт.*

гравитирующие кучи гравия. Если взрыв разобьет, допустим, 10-километровый астероид на сотни километровых фрагментов, то вероятность попадания хотя бы одного из них в Землю, пожалуй, возрастет, а последствия будут почти столь же апокалиптическими. С другой стороны, если взрыв разнесет астероид на рой объектов диаметром по 100 м или менее, то все они могут сгореть при входе в земную атмосферу как гигантские метеоры. В таком случае ущерб от столкновения будет невелик. Однако даже если астероид полностью превратится в пыль, то образовавшийся в верхних слоях атмосферы пылевой слой может оказаться настолько плотным, что затмит Солнце и изменит климат. Что может произойти, мы пока не знаем.

Уже напрашивается образ десятков или сотен ракет с ядерными боеголовками, стоящими наготове, чтобы справиться с опасными астероидами или кометами. Каким бы незрелым ни казался такой вариант их применения, он очень знаком: просто враг изменился. Но и он кажется очень грозным.

Я и Стивен Остро из ЛРД видим проблему в том, что если вы можете уверенно отклонить опасное небесное тело от столкновения с Землей, то с тем же успехом можно отклонить и безвредный астероид — так, чтобы он *столкнулся* с Землей. Допустим, у нас есть полный перечень всех околоземных астероидов размером крупнее 100 м (которых около 300 000), а также данные об их орбитах. Каждый из них достаточно велик, чтобы при столкновении с Землей нанести серьезный вред. Затем оказывается, у вас есть и огромный список неопасных астероидов, орбиты которых можно изменить при помощи ядерных боеголовок — чтобы такая глыба вскоре попала в Землю.

Предположим, мы решим отслеживать всего лишь примерно 2000 околоземных астероидов, имеющих в поперечнике километр или более — то есть те, которые могут с наибольшей вероятностью учинить глобальную катастрофу. Сегодня каталогизировано всего около 100 таких объектов, понадобится приблизительно один век, чтобы выловить такой астероид, который

легко отклонить в сторону Земли и изменить его орбиту. Думаем, что мы уже нашли один такой астероид, пока безымянный* и обозначаемый просто 1991OA. В 2070 г. это тело, имеющее около километра в диаметре, пройдет на расстоянии 4,5 млн км от земной орбиты — это всего в 15 раз дальше, чем до Луны. Чтобы отклонить орбиту 1991OA и спровоцировать его попадание в Землю, достаточно будет правильно взорвать всего лишь около 60 Мт в тротиловом эквиваленте — это небольшой процент от имеющихся сегодня ядерных арсеналов.

Теперь представьте себе время, до которого еще несколько десятилетий, когда будут каталогизированы все околоземные астероиды и рассчитаны их орбиты. Тогда, как продемонстрировали Алан Харрис из ЛРД, Грег Ханаван из Национальной лаборатории Лос-Аламоса, Остро и я, будет достаточно одного года, чтобы выбрать подходящий объект, изменить его орбиту и врезать им по Земле, вызвав настоящий катаклизм.

Необходимые технологии — большие оптические телескопы, чувствительные детекторы, реактивные ракетные системы, позволяющие выводить в космос несколько тонн полезной нагрузки и «осуществлять рандеву» в заданной точке, а также термоядерное оружие — уже существуют. Во всех этих технологиях, кроме, пожалуй, последней, можно смело ожидать усовершенствований. Если не проявить осторожности, то в ближайшие десятилетия такими технологиями могут обзавестись многие страны. Каким тогда станет наш мир?

Мы привыкли преуменьшать опасность новых технологий. За год до чернобыльской аварии заместитель министра СССР по вопросам ядерной индустрии, говоря о надежности советских реакторов, назвал Чернобыль исключительно безопасным местом. Он уверенно оценил среднее время, через кото-

* Как следовало бы окрестить этот мир? Назвать его в честь одной из греческих мойр, эриний или в честь Немезиды неправильно, поскольку это от нас зависит, столкнется ли он с Землей. Если мы не будем его трогать, то он с нами разминется. Если аккуратно, продуманно подтолкнем — ударит по нам. Может быть, его следовало бы назвать «Пул-8». — *Прим. авт.*

рое можно ожидать аварию на станции, в 100 000 лет. Менее чем через год... катастрофа. Аналогичные заверения давали подрядчики НАСА за год до крушения «Челленджера». Они оценили, что катастрофического отказа шаттла можно ждать 10 000 лет. Год спустя... жестокое разочарование.

Хлорфторуглероды специально разрабатывались как совершенно безопасный хладагент — для замены аммиака и других охладителей, которые при утечках могли вызвать отравление и даже смерть. Химически инертные, нетоксичные (в обычной концентрации), не имеющие запаха и вкуса, не вызывающие аллергии, негорючие хлорфторуглероды казались блестящим техническим решением хорошо поставленной практической задачи. Они нашли применение и во многих других областях кроме холодильной промышленности и кондиционирования. Но, как я рассказывал выше, химики, разрабатывавшие хлорфторуглероды, не учли существенный факт: именно благодаря своей инертности такая молекула гарантированно поднимается в стратосферу, где ее расщепляет солнечный свет, высвобождаются атомы хлора, которые затем разъедают защитный озоновый слой. Благодаря работе некоторых ученых такие опасности удастся распознать и что-то предпринять. Сегодня производство хлорфторуглеродов практически прекращено. На самом деле нам понадобится еще примерно век, чтобы понять, избежали ли мы этой опасности; именно столько времени требуется на нейтрализацию ущерба, нанесенного хлорфторуглеродами. Как и древние камаринцы, мы ошибаемся*. Мы не то что часто игнорируем предупреждения оракулов, но, как правило, и не советуемся с ними.

* Разумеется, существует и множество других проблем, вызываемых мощными новыми технологиями. Но обычно речь не идет о том, что при их применении возникнет камаринская катастрофа, а при отказе от них — не возникнет. Вместо этого они ставят нас перед выбором между мудрым решением и сиюминутной выгодой — например, ошибочный выбор хладагента или процесса охлаждения из множества возможных альтернатив. — *Прим. авт.*

Идея о доставке астероидов на околоземную орбиту показала привлекательной некоторым ученым-планетологам и тем, кто занимается долгосрочным планированием. Они предвидят, что из этих небесных тел можно было бы извлекать минералы и драгоценные металлы либо заготавливать ресурсы для выстраивания космической инфраструктуры без необходимости доставлять их на орбиту с Земли, преодолевая гравитацию. Публиковались статьи о том, как достигать таких целей и какую пользу это принесет. В современных обсуждениях астероид предлагается выводить на околоземную орбиту, предварительно проведя его через земную атмосферу, чтобы затормозить; допустимая погрешность при таком маневре очень невелика. Думаю, в ближайшем будущем мы можем считать такую затею необычайно опасной и авантюрной, особенно если речь идет о металлических телах размером более нескольких десятков метров в поперечнике. Именно в подобном проекте ошибки навигации, реактивного движения или всей концепции миссии могут повлечь самые широкомасштабные и катастрофические последствия.

Выше приведены примеры, связанные с неосмотрительностью. Но существуют и беды иного рода: нам иногда говорят, что то или иное изобретение определено не будут использовать неосмотрительно. Ни один человек не поступит так безрассудно. Это аргумент «к безумию». Всякий раз, когда я его слышу (а он часто всплывает в дебатах), я напоминаю себе, что безумцы существуют. Иногда они выбиваются на высочайшие политические позиции в современных индустриальных государствах. Мы живем в век Гитлера и Сталина, тиранов, подвергших огромной опасности все народы мира, включая свои собственные. Зимой и весной 1945 г. Гитлер приказал уничтожить Германию — даже «средства для элементарного выживания», — поскольку уцелевшие немцы «предали» его и в любом случае были «второсортными» по сравнению с теми, кто уже погиб. Если бы у Гитлера было ядерное оружие, то даже угроза

ядерного контрудара со стороны союзников вряд ли бы его остановила. Возможно, только подстегнула бы.

Можем ли мы, люди, спокойно оперировать технологиями, представляющими угрозу для цивилизации? Если существует вероятность практически один на тысячу, что в течение следующего века большая часть человечества погибнет после удара астероида, не более ли вероятно, что в том же веке технология отклонения астероидов может попасть в грязные руки какого-нибудь мизантропа-социопата, желающего всех поубивать, подобно Гитлеру или Сталину, мегаломану, жаждущему «величия» или «славы», человеку, пострадавшему от этнического насилия и желающему отомстить, лицу, пережившему тяжелейшее отравление тестостероном, религиозному фанатику, приближающему Судный день, либо просто технически некомпетентным или недостаточно осторожным инженерам или охранникам? Такие люди существуют. Риски значительно перевешивают пользу, лекарство оказывается страшнее болезни. Облако околосемных астероидов, через которое плывет Земля, напоминает современное болото Камарины.

Легко подумать, что все это крайне маловероятно, просто буйная фантазия. Разумеется, трезвомыслящих людей всегда будет больше. Вообразите, сколько человек вовлечено в подготовку и запуск боеголовок, занимается космической навигацией, проверкой орбитальных возмущений, которые может вызвать каждый ядерный взрыв, корректировкой орбиты астероида, вышедшего на траекторию столкновения с Землей, и т.д. Разве не показательно, что, когда Гитлер приказал отступающим нацистским частям сжечь Париж и собирался опустошить саму Германию, его приказы остались невыполненными? Разумеется, кто-то, ответственный за операцию по отклонению астероида, распознает опасность. Даже заверения в том, что проект разрабатывается для уничтожения какого-то злодейского вражеского государства, будут восприняты скептически, поскольку эффект от столкновения затронет всю планету

(в любом случае будет сложно обеспечить, чтобы чудовищный ударный кратер от астероида оказался на территории страны, которая явно этого заслужила).

Но теперь давайте представим тоталитарное государство, землю которого не топчут вражеские войска, а процветающее и уверенное в себе. Представим традицию, в которой приказы выполняются без обсуждения. Допустим, люди, участвующие в операции, получают легенду: якобы астероид должен врезаться в Землю, и задача этих специалистов — отклонить его. Но чтобы без нужды не беспокоить народ, вся операция должна быть секретной. В военных кругах с четкой иерархией командования, дроблением знаний между ведомствами, общей секретностью и при наличии такой легенды разве можно рассчитывать на неподчинение даже апокалиптическим приказам? Можем ли мы быть на самом деле уверены, что в следующие десятилетия, века и тысячелетия ничего подобного не произойдет? Насколько уверены?

Не стоит упоминать, что любая технология может быть использована как во благо, так и во зло. Это, разумеется, верно, но, когда «зло» достигает апокалиптических масштабов, нужно установить те границы, до которых можно развивать технологии. В какой-то степени мы постоянно этим занимаемся, так как не можем позволить себе разработку всех технологий. Некоторые из них приоритетны, другие — нет. Либо можно обязать международное сообщество ограничивать действия сумасшедших, автократов или фанатиков.

Слежение за астероидами и кометами — разумная хорошая наука, которая не так дорого стоит. Но, сознавая наши слабости, должны ли мы сейчас в принципе задумываться о разработке технологии по отклонению небольших небесных тел? Можем ли мы ради безопасности представить эту технологию как достояние многих наций, которые могли бы взаимно контролировать друг друга и страховаться от того, чтобы одна из стран не попыталась использовать такую возмож-

ность во зло? Ситуация совсем не напоминает старый ядерный паритет, замешенный на страхе. Намерение какого-нибудь безумца устроить глобальную катастрофу подогреется, если он будет знать, что стоит ему промедлить — и его опередит какой-нибудь соперник. Насколько мы можем быть уверены, что международное сообщество вовремя распознает умело спланированную тайную операцию по отклонению астероида и успеет что-нибудь предпринять? Если бы такие технологии были разработаны, можно ли предусмотреть какие-либо международные защитные механизмы, надежность которых была бы соизмерима с подобным риском?

Даже если ограничиться простым отслеживанием, риск существует. Предположим, что за срок жизни одного поколения будут описаны орбиты 30 000 объектов диаметром 100 м или более и эта информация будет опубликована — разумеется, так и должно быть. Будут обнародованы карты, на которых через черный околоземной космос пролегают орбиты астероидов и комет, 30 000 дамокловых мечей, висящих у нас над головой, — это больше, чем общее число звезд, видимых невооруженным глазом при оптимальных атмосферных условиях. В период такой информированности общественная обеспокоенность может быть гораздо сильнее, чем в наш век неведения. Может возникнуть чрезвычайно сильное общественное давление, связанное с требованием разрабатывать средства для устранения даже несущественных угроз, что, в свою очередь, будет повышать вероятность злоупотребления технологиями отклонения астероидов. Поэтому обнаружение и отслеживание астероидов может стать не просто нейтральным инструментом политики будущего, но своеобразной миной замедленного действия. Думаю, единственное просматривающееся решение такой проблемы — комбинация точного расчета орбиты, реалистичной оценки угрозы и эффективного общественного просвещения, чтобы как минимум граждане демократических стран могли самосто-

тельно принимать информированные решения. Это задача для НАСА.

Околоземные астероиды и средства для изменения их орбит привлекают пристальное внимание. По-видимому, чиновники из министерства обороны и оружейных НИИ начинают понимать, что планы по расталкиванию астероидов могут быть сопряжены с реальной опасностью. Гражданские и военные ученые уже собирались для обсуждения этой темы. Впервые услышав об астероидной угрозе, многие люди воспринимают ее на уровне сказки про цыпленка Цыпу, который прибегает и с огромным волнением сообщает всем срочную новость: небо падает. Склонность отвергать возможность любой катастрофы, которую нам лично не приходилось наблюдать, в долгосрочной перспективе довольно нелепа. Но в данном случае она может способствовать благоразумию.

ТЕМ ВРЕМЕНЕМ ДИЛЕММА, связанная с отклонением астероидов, никуда не исчезает. Если мы разработаем и развернем такую технологию, она может нас прикончить. Если не сделаем этого — то можем погибнуть от кометы или астероида. Я считаю, что решение этой дилеммы упирается в тот факт, что временные масштабы двух этих угроз очень различаются: первая актуальна в краткосрочной перспективе, вторая — в долгосрочной.

Хочется думать, что в будущем наша работа с околоземными астероидами будет строиться таким образом: из наземных обсерваторий мы откроем все крупные астероиды, вычертим их орбиты и станем их отслеживать, определим скорость вращения и состав этих тел. Ученые добросовестно описывают опасности — ни преувеличивая, ни преуменьшая перспективы. Мы отправим роботизированные аппараты для пролета мимо нескольких специально отобранных миров, закрепимся на их орбитах, приземлимся на них и доставим образцы с их поверхности в земные лаборатории. В конце концов мы

отправим туда людей. Поскольку гравитация там очень мала, человек на таком астероиде сможет с места прыгнуть в длину на 10 км, а в небо — даже выше либо забросить бейсбольный мяч прямо на околоастероидную орбиту. Полностью сознавая опасности, мы не будем пытаться менять траектории до тех пор, пока потенциальные возможности злоупотребления такими технологиями не будут в основном исключены. На это может потребоваться время.

Если мы слишком быстро разработаем технологию перемещения миров, то можем сами себя уничтожить; если слишком промедлим с ней, то наш конец неизбежен. Надежность международных политических институтов и внушаемое ими доверие должны существенно повыситься, прежде чем им можно будет позволить заниматься столь серьезной проблемой. В то же время приемлемого решения на уровне одного государства не просматривается. Кто будет чувствовать себя спокойно, если средства планетарных разрушений окажутся в руках явного (или даже потенциального) государства-противника, независимо от того, обладает ли твое отечество сопоставимыми силами? Когда факт угрозы межпланетного столкновения получит широкий общественный отклик, это поможет сплотить человечество. Оказываясь перед лицом общей опасности, мы, люди, порой достигали высот, в иные времена считавшихся невозможными. Мы забывали о наших различиях — по крайней мере пока опасность не минует.

Но *эта* опасность никогда не минует. Астероиды в гравитационной чехарде постепенно изменяют орбиты; из транс-плутоновой тьмы внезапно прилетают новые кометы. Всегда будет необходимо справляться с ними таким способом, который нам не угрожает. Представляя две разнотипные опасности — естественную и антропогенную, небольшие околоземные миры дают новый мощный стимул для создания эффективных международных институтов и объединения человечества. Сложно найти какую-либо удовлетворительную альтернативу.

Мы так или иначе движемся к единству в нашем обычном тревожном темпе, по принципу «два шага вперед, один назад». Мы испытываем колоссальное воздействие современных телекоммуникационных и транспортных технологий, взаимосвязанной глобальной экономики и мирового экологического кризиса. Опасность космического удара лишь подстегивает нас.

Думаю, что рано или поздно аккуратно, предельно тщательно, стараясь не трогать те астероиды, которые могли бы спровоцировать глобальную катастрофу, мы научимся менять орбиты мелких неметаллических тел, не превышающих 100 м в поперечнике. Мы начнем с небольших взрывов и постепенно будем совершенствоваться. Приобретем опыт изменения орбит различных комет и астероидов, имеющих разный состав и прочность. Попытаемся определить, какие тела удастся перемещать, а какие — нет. Вероятно, к XXII в. мы научимся двигать небольшие тела по Солнечной системе, используя при этом (см. в следующей главе) не атомные взрывы, а термоядерные двигатели или их аналоги. Мы будем выводить на околоземную орбиту малые миры, состоящие из драгоценных или промышленно важных металлов. Постепенно разработаем защитную технологию, позволяющую отклонить крупный астероид или комету, которые в обозримом будущем могут столкнуться с Землей. В то же время мы будем максимально тщательно создавать многоуровневую защиту от злоупотреблений.

Поскольку опасность злоупотребления такими технологиями представляется гораздо более актуальной, чем опасность скорого столкновения, мы можем позволить себе подождать, перестраховаться, перестроить политические институты — потратить на это как минимум десятилетия, возможно, и века. Если мы правильно распорядимся теми картами, что у нас на руках, и нам повезет, то сможем наверстать небесные дела за счет работы здесь, на Земле. Две этих сферы так или иначе тесно связаны.

Астероидная угроза не оставляет нам выбора. В конце концов мы должны создать внушительную колонию во внутренней части Солнечной системы. Учитывая всю важность этой проблемы, не думаю, что для ее устранения мы удовлетворимся применением одних лишь роботов. Чтобы обезопасить себя, мы должны будем изменить политические и международные системы. Хотя наше будущее и видится в основном туманным, этот вывод кажется несколько более обоснованным и не зависящим от превратностей человеческого общества.

В долгосрочной перспективе, даже если бы мы не были потомками профессиональных путешественников, если бы тяга к странствиям не была у нас в крови, некоторым людям все равно пришлось бы покинуть Землю — просто чтобы обеспечить выживание для всех остальных. Когда мы отправимся в путь, нам потребуются базы, инфраструктура. Довольно скоро некоторые из нас будут жить в технобиосферах, в других мирах. Это первый из двух аргументов в нашей запутанной дискуссии о марсианских экспедициях, касающийся постоянного человеческого присутствия в космосе.

В ДРУГИХ ПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМАХ также должна существовать опасность космических столкновений, поскольку небольшие первозданные миры, реликтами которых являются кометы и астероиды, есть та самая материя, из которой получаются планеты. Когда планеты сформированы, остается еще множество планетезималей. Столкновения, представляющие угрозу для цивилизации, на Земле, вероятно, случаются примерно раз в 200 000 лет — этот срок в 20 раз превышает возраст нашей цивилизации. Внеземные цивилизации, если они существуют, могут иметь дело с совсем иной подобной периодичностью: это зависит от таких факторов, как физико-химические параметры планеты и ее биосферы, биологическая и социальная природа цивилизации и, разумеется, сама частота столкновений. Планеты с атмосферным давлением выше земного будут

защищены от более крупных «таранов», чем наша планета, хотя даже при умеренном увеличении давления парниковый эффект и другие последствия приведут к невозможности существования жизни. Если сила тяжести будет слабее, чем на Земле, то и столкновения получатся менее мощными — тем самым опасность уменьшится. Хотя она не уменьшится принципиально, если планета будет в состоянии удерживать собственную атмосферу.

Частота столкновений в других планетных системах — неопределенная величина. В нашей системе есть два основных множества мелких объектов, пополняющих ряды тех тел, которые выходят на встречные с Землей орбиты и потенциально могут с ней столкнуться. Как существование этих множеств, так и механизмы сохранения частоты столкновений с ними зависят от распределения небесных тел. Например, облако Оорта, по-видимому, наполнено ледяными телами, выброшенными туда под действием гравитации Урана и Нептуна. Если в других системах нет таких планет, которые бы играли в них роль Урана и Нептуна, то в них аналоги облака Оорта могут быть гораздо более разреженными. Звезды в рассеянных и шаровых скоплениях, светила из двойных или кратных звездных систем, звезды, расположенные ближе к центру Галактики либо чаще контактирующие с гигантскими молекулярными облаками в межзвездном пространстве, могут претерпевать более активный приток ударных тел, что отразится на их землеподобных планетах. Приток комет мог быть в сотни или тысячи раз сильнее, если бы не сформировался Юпитер — согласно расчетам Джорджа Уэзерхилла из Института Карнеги в Вашингтоне. В системах без юпитерианских планет ослаблена гравитационная защита и столкновения, угрожающие существованию цивилизации, происходят гораздо чаще.

В определенной степени сравнительно активный «межпланетный трафик» может ускорять эволюцию — ведь млекопитающие размножились и пережили расцвет после мел-

палеогенового столкновения, истребившего динозавров. Но должна существовать точка «убывающей отдачи»: при определенной активности такой поток будет слишком силен для продолжительного существования какой-либо цивилизации.

Одно из следствий данной цепочки аргументов заключается в том, что даже если возникновение цивилизаций на планетах в нашей Галактике — обычное явление, то лишь немногие из них могут быть одновременно долговечными и нетехнологическими. Поскольку столкновения с астероидами и кометами представляют опасность для обитаемых планет по всей Галактике, если таковые существуют, разумные существа где бы то ни было должны добиваться политического объединения своих миров, покидать родные планеты и перемещать вращающиеся поблизости небольшие небесные тела. В конечном итоге они окажутся перед той же альтернативой, что и мы: космические полеты или истребление.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПЛАНЕТ

Кто мог бы отрицать, что человек способен преобразовать и небеса, будь только у него средства для этого и небесный материал?

Марсилио Фичино. Душа человека,
(ок. 1474 г.)

В разгар Второй мировой войны молодой американский писатель по имени Джек Уильямсон представлял себе заселенную Солнечную систему. В XXII в., воображал он, Венера будет обжита Китаем*, Японией и Индонезией, Марс — Германией, а спутники Юпитера — Россией. Народы, говорящие на английском — том самом, на котором писал Уильямсон, — должны были довольствоваться астероидами и, конечно, остаться на Земле.

Эта история, опубликованная в журнале *Astounding Science Fiction* в июле 1942 г., называлась «Траектория столкновения» (Collision Orbit) и была написана под псевдонимом Уилл Стюарт. Фабула ее заключалась в надвигающемся столкновении необитаемого астероида с колонизированным, а также описывала поиск метода для изменения траекторий малых миров. Хотя никому на Земле опасность не угрожала, это, возможно, было первое упоминание (не считая газетных комиксов)

* В реальности китайское космическое агентство планирует модуль с экипажем из двух человек на околоземную орбиту к началу XXI в. Выводить его в космос будет модифицированная ракета «Великий поход – 2Е», которую планируется запустить из пустыни Гоби. Если в китайской экономике далее продолжится хотя бы умеренный рост — значительно более скромный, чем экспоненциальный рост, наблюдавшийся в начале и середине 1990-х, — Китай может стать одной из ведущих космических держав к середине XXI в. Или ранее. — *Прим. авт.*

о столкновениях с астероидом как об угрозе для людей. (Традиционно в таком качестве рассматривались *кометы*, попадающие в Землю.)

В начале 1940-х гг. мы плохо представляли себе климат Марса и Венеры; считалось вполне вероятным, что люди могли бы существовать там без изошренных систем жизнеобеспечения. Но астероиды воспринимались иначе. Даже тогда было хорошо известно, что астероиды — мелкие сухие безвоздушные миры. Если их планировалось заселить, причем значительным количеством людей, эти маленькие миры потребовалось бы как-то переделать.

В «Траектории столкновения» Уильямсон описывает группу «космоинженеров», способных создать благоприятные условия на таких безжизненных мирах. Описывая превращение небесного тела в мир, напоминающий Землю, Уильямсон придумал название для такого процесса — «терраформирование». Он знал, что, поскольку сила тяжести на астероиде мала, любая атмосфера, доставленная туда или полученная на месте, быстро улетучится в космос. Поэтому основная технология терраформирования у него называлась «парагравитация» — искусственная гравитация, позволяющая удерживать плотную атмосферу.

Насколько известно сегодня, парагравитация физически невозможна. Но можно представить себе на поверхности астероидов куполообразные прозрачные жилища, описанные Константином Циолковским, либо поселения *внутри* астероидов, о которых еще в 1920-е гг. говорил известный британский исследователь Джон Бернал. Поскольку астероиды невелики и гравитация на них слабая, было бы сравнительно легко возвести даже массивные подповерхностные конструкции. Если бы туннель был прорыт через астероид насквозь, то можно было бы запрыгнуть в него, появиться с другой стороны примерно через 45 минут и сколь угодно долго болтаться вверх-вниз сквозь астероид. Если бы вы находились внутри подходя-

щего астероида, например углеродистого, то могли бы найти там сырье для возведения каменных, металлических и пластиковых сооружений, а также не испытывали бы недостатка в воде — все, что требуется для создания замкнутой подповерхностной экосистемы, подземного сада. Для воплощения такого проекта потребовался бы значительный прогресс по сравнению с сегодняшним днем, однако — в отличие от «парагравитации» — ничто из вышеизложенного не кажется невозможным. Все его элементы присутствуют в современных технологиях. При наличии веской причины к XXII в. значительное количество людей могло бы обитать на астероидах (или внутри них).

Разумеется, им бы потребовался источник энергии не только для самообеспечения, но и, как указывал Бернал, для перемещения домов-астероидов в пространстве. (Это не кажется принципиально более сложным, чем взрывная коррекция астероидных орбит, которая спустя столетие может развиваться в более филигранные реактивные технологии.) Если бы кислородная атмосфера синтезировалась из химически связанной воды, то для получения энергии можно было бы сжигать органику, точно как сегодня на Земле жгут ископаемое топливо. Вполне реально рассмотреть солнечную энергетику, хотя астероиды из Главного пояса получают лишь около 10% солнечного света по сравнению с тем, что достается Земле. Тем не менее можно представить себе огромные площади солнечных панелей, покрывающих поверхность обитаемых астероидов и преобразующих солнечный свет в электричество. Фотоэлектрические технологии уже обычны на кораблях, обращающихся на околоземных орбитах, а также все активнее применяются на поверхности Земли. Но, хотя этого и может хватить для обогрева и освещения жилищ наших потомков, вряд ли полученной энергии будет достаточно для изменения орбит астероидов.

Для этой цели Уильямсон предлагал использовать антивещество. Оно очень похоже на обычное вещество, но между ними существует одно важное различие. Возьмем, к примеру,

водород. Обычный атом водорода состоит из положительно заряженного протона и отрицательно заряженного электрона. Атом антиводорода состоит из отрицательно заряженного протона и положительно заряженного электрона (также называемого «позитрон»). Протоны, независимо от знака их заряда, обладают одинаковой массой, то же касается и электронов. Частицы с противоположными зарядами притягиваются. Атом водорода, равно как и атом антиводорода, стабилен, поскольку в обоих случаях положительные и отрицательные электрические заряды полностью уравниваются.

Антивещество не какой-то гипотетический конструкт, родившийся в буйном воображении писателей-фантастов или физиков-теоретиков. Оно существует. Физики получают антивещество в ядерных ускорителях, оно присутствует в высокоэнергетических космических лучах. Почему же о нем почти ничего не слышно? Почему никто не преподнес нам сгусток антивещества, чтобы мы его исследовали? Дело в том, что, когда вещество и антивещество вступают в контакт, они бурно аннигилируют, исчезая и оставляя после себя интенсивный всплеск гамма-излучения. Мы не можем определить, состоит ли предмет из вещества или из антивещества, просто взглянув на него. Например, спектроскопические свойства водорода и антиводорода идентичны.

На вопрос о том, почему вокруг мы наблюдаем одно только вещество и ни следа антивещества, Эйнштейн отвечал: «Вещество победило». Он имел в виду, что как минимум в нашей части Вселенной почти все вещество и антивещество давным-давно провзаимодействовали друг с другом и аннигилировали, а осталось лишь то, что мы называем обычным веществом*. Насколько мы можем судить сегодня по данным гамма-астро-

* Если бы получилось наоборот, то мы и все остальное в этой части Вселенной состояли бы из антивещества. Разумеется, мы бы называли его веществом — и представление о мирах и жизни, состоящей из принципиально иной субстанции с противоположными электрическими зарядами, казалось бы нам безумной гипотезой. — *Прим. авт.*

номии и других источников, Вселенная практически полностью состоит из вещества. Причина этого связана с глубочайшими космологическими проблемами, в которые мы не будем здесь углубляться. Однако если в начале времен существовал избыток вещества над антивеществом, составлявший хотя бы одну частицу на миллиард, то и этого было бы достаточно, чтобы объяснить наблюдаемую сегодня Вселенную.

Уильямсон представлял, что в XXII в. люди будут перемещать астероиды при помощи управляемой взаимной аннигиляции вещества и антивещества. Возникающие в результате гамма-лучи в сумме давали бы мощный реактивный импульс. Антивещество предполагалось добывать в Главном поясе астероидов (между орбитами Марса и Юпитера), поскольку именно через антивещество Уильямсон объяснял само *существование* пояса астероидов. В далеком прошлом, полагал он, в Солнечную систему из глубин космоса вторглось чужеродное тело, состоявшее из антивещества. Оно врезалось в планету земной группы, которая тогда была пятой от Солнца, и аннигилировало с ней. Осколки от этого мощного столкновения и есть астероиды, причем некоторые из них до сих пор состоят из антивещества. Стоит захватить антиастероид — Уильямсон признавал, что это может быть непросто, — и можно перемещать миры по собственному усмотрению.

На тот момент идеи Уильямсона были футуристическими, но далеко не глупыми. Кое-что из «Траектории столкновения» можно считать провидческим. Однако сегодня у нас есть веские основания полагать, что в Солнечной системе отсутствуют существенные количества антивещества и что пояс астероидов вовсе не состоит из осколков землеподобной планеты, а представляет собой колоссальный массив мелких тел, которые как раз не смогли собраться в единую планету, поскольку этому мешает гравитация Юпитера.

Однако сегодня мы действительно получаем (очень) малые объемы антивещества в ядерных ускорителях и в XXII в., вероятно,

сможем синтезировать его в значительно больших количествах. Поскольку оно так эффективно (вся материя превращается в энергию по уравнению $E = mc^2$, КПД 100%), возможно, к тому времени антивещественные двигатели будут прикладной технологией, и Уильямсон окажется прав. В противном случае на какие источники энергии мы можем рассчитывать, если соберемся заниматься модифицированием астероидов, их освещением, обогревом и перемещением?

Солнце светит, сталкивая отдельные протоны и синтезируя из них ядра гелия. При этом выделяется энергия, однако КПД данного процесса составляет менее 1% по сравнению с аннигиляцией вещества и антивещества. Но даже протон-протонные реакции далеко выходят за пределы возможностей, которые с какой-либо реальной вероятностью появятся у нас в ближайшем будущем. Для такой реакции понадобились бы слишком высокие температуры. Однако вместо вышеописанного слияния протонов можно было бы воспользоваться более тяжелыми изотопами водорода. Это уже делается в термоядерных зарядах. Дейтерий — это атом, в котором протон связан ядерными силами с нейтроном. В атоме трития ядерные силы связывают с протоном не один, а два нейтрона. Кажется вероятным, что в XXI в. у нас будут рабочие энергетические модели, связанные с управляемым синтезом из дейтерия и трития, а также дейтерия и гелия. Незначительные количества дейтерия и трития присутствуют в воде (на Земле и в других мирах). Изотоп гелия, необходимый для синтеза, ^3He (его ядро состоит из двух протонов и одного нейтрона) миллиарды лет откладывался на поверхности астероидов, обдуваемых солнечным ветром. Эти процессы и близко не сравнимы по эффективности с протон-протонными реакциями на Солнце, но они позволяют получить достаточно энергии, чтобы в течение года запитывать небольшой город от ледяного пласта мощностью всего несколько метров.

Реакторы для ядерного синтеза кажутся слишком медленными, чтобы сыграть существенную роль в решении проблемы

глобального потепления или даже значительно ее сгладить. Но к XXII в. эта технология должна широко распространиться. Имея ракетные двигатели, работающие на реакциях синтеза, будет возможно перемещать астероиды и кометы во внутренней части Солнечной системы — например, взять астероид из Главного пояса и поставить его на околоземную орбиту. Чтобы доставить тело, имеющее 10 км в поперечнике, от Сатурна, скажем, к Марсу, достаточно было бы сжечь в реакторе синтеза весь водород из ледяной кометы диаметром всего 1 км. Опять же, я предполагаю, что к тому времени в мире будет царить гораздо большая политическая стабильность и безопасность.

ДАВАЙТЕ НА ВРЕМЯ АБСТРАГИРУЕМСЯ от любых сомнений, которые могут быть связаны с этикой перемещения миров или с тем, сможем ли мы заниматься этим без катастрофических последствий. Представляется, что нам удастся разрабатывать недра других миров, адаптировать их для обитания человека и перегонять с одного места Солнечной системы в другое уже в ближайшие 100–200 лет. Возможно, к тому времени у нас будут и адекватные международные гарантии безопасности. Что же насчет преобразования окружающей среды не на астероидах и кометах, а на планетах? Смогли бы мы жить на Марсе?

Если бы мы хотели обустроить быт на Марсе, то несложно понять, что в принципе нам это под силу. Там светло. Там много воды в породах, в подземных и полярных льдах. Атмосфера состоит в основном из углекислого газа. Представляется вероятным, что при наличии автономных жилищ — например, герметичных куполов — мы могли бы выращивать злаки, добывать кислород из воды, перерабатывать отходы.

На первых порах мы бы зависели от товаров, доставляемых с Земли, но со временем могли бы все больше производить сами. Мы бы становились все более самодостаточными. Даже если герметичные купола изготовить из обычного стекла,

то они пропускали бы видимый солнечный свет и поглощали ультрафиолет. Надевая кислородные маски и защитные костюмы — далеко не такие громоздкие и неудобные, как скафандры, мы могли бы покидать наши жилища и отправляться в экспедиции либо строить новые купола, а под ними — деревни или фермы.

Все это очень напоминает опыт американских первопроходцев, но в данном случае существует как минимум одно важное отличие: на ранних этапах потребуются большие субсидии. Необходимые технологии слишком дорого стоят для какой-нибудь бедной семьи — такой, как мои дедушка с бабушкой, жившие в начале XX в., — и эти люди не смогли бы оплатить собственный перелет на Марс. Первых поселенцев на Марс будет отправлять государство, эти люди будут обладать очень специализированными навыками. Но спустя одно-два поколения, когда на Марсе родятся дети и внуки — и особенно когда уже будет близок выход на самообеспечение, ситуация начнет меняться. Молодые люди, рожденные на Марсе, будут специально обучаться технологиям, необходимым для выживания в этой новой среде. Поселенцы станут не столь героическими и исключительными. Начнут проявляться человеческие достоинства и недостатки во всем своем разнообразии. Постепенно, именно в силу сложности путешествия с Земли на Марс, начнет формироваться уникальная марсианская культура — иные устремления и страхи, связанные с той средой, в которой приходится жить, иные технологии, свои социальные проблемы и свои решения для них. Точно как это происходило в любых подобных обстоятельствах на протяжении всей человеческой истории, марсиане постепенно станут чувствовать культурное и политическое отчуждение от метрополии.

С Земли будут прибывать огромные корабли, доставляя важнейшие технологии, семьи новых переселенцев, недостающие ресурсы. Пока наши знания о Марсе ограничены, поэтому сложно судить, будут ли эти корабли возвращаться домой

порожняком либо повезут какие-то грузы, имеющиеся только на Марсе, что-то, что будет считаться на Земле очень ценным. Первоначально все основные научные исследования образцов марсианского грунта будут проводиться на Земле. Но со временем изучение Марса (а также его спутников Фобоса и Деймоса) будет осуществляться уже с поверхности этой планеты.

Наконец — как происходило практически с любыми человеческими транспортными технологиями — межпланетные путешествия станут доступны самым обычным людям. Среди них будут ученые, ведущие собственные исследовательские проекты, колонисты, которым наскучила Земля, и даже экстремальные туристы. Разумеется, среди них будут и путешественники.

Если когда-либо настанет время, когда марсианская окружающая среда станет гораздо сильнее походить на земную — так, что там можно будет обойтись без защитных костюмов, кислородных масок, сельхозугодий и городов под куполами, — то притягательность и доступность Марса должна многократно возрасти. Разумеется, это касается и любого другого мира, который удалось бы преобразовать настолько, чтобы люди могли бы существовать там без изощренных приспособлений, позволяющих оградиться от местной окружающей среды. Мы бы чувствовали себя в новом доме гораздо уютнее, если бы цельный купол или герметичный костюм не были той прослойкой, что отделяет нас от смерти. Правда, возможно, я преувеличиваю опасности. Жители Нидерландов кажутся как минимум столь же приспособленными к жизни и беззаботными, как другие жители Северной Европы; просто они ремонтируют свои дамбы, которые остаются единственной защитой от моря.

Учитывая спекулятивность самого вопроса и ограниченность наших знаний, возможно ли все-таки представить себе терраформирование планет?

Достаточно присмотреться к нашему родному миру, чтобы убедиться, что в настоящее время люди способны очень сильно изменять планетарную окружающую среду. Разрушение озо-

нового слоя, глобальное потепление, вызванное усилившимся парниковым эффектом, а также глобальное похолодание как следствие ядерной войны — все эти значительные изменения окружающей среды нашего мира технологичны, причем все описанные явления являются непредусмотренными последствиями какой-то другой деятельности. Если бы мы *намеревались* изменить нашу планетарную экосистему, то вполне могли бы обеспечить еще более значительные модификации. Чем мощнее становятся наши технологии, тем более глубокие вмешательства такого рода нам под силу.

Но точно как (при параллельной парковке) легче выехать с парковочного места, чем найти свободное, проще разрушить планетарную экосистему, чем вписаться в жестко заданный диапазон с нужными температурами, давлением, химическим составом и т. д. Нам уже известно множество пустынных и необитаемых миров, а также один зеленый и благоприятный для жизни — с очень тонко настроенными параметрами. Это основной вывод, который можно сделать по итогам первого этапа космических исследований Солнечной системы. Изменяя Землю или любой другой мир и его атмосферу, мы должны очень внимательно отслеживать положительную обратную связь, когда мы немного подталкиваем природу, а она продолжает изменяться сама. Небольшое охлаждение приводит к неконтролируемому оледенению, что, возможно, произошло на Марсе, а небольшое потепление — к лавинообразному парниковому эффекту, что произошло на Венере. Совсем не ясно, достаточно ли наших знаний для осуществления такой цели.

Насколько мне известно, первое упоминание о терраформировании планет в научной литературе появилось в моей статье от 1961 г., где я писал о Венере. Было вполне очевидно, что температура на поверхности Венеры гораздо выше точки кипения воды при нормальных условиях, что вызвано парниковым эффектом, возникающим под действием углекислого газа и водяного пара. Я предположил, что в высоких облаках Венеры

можно было бы рассеять генетически модифицированные микроорганизмы, которые поглощали бы из атмосферы углекислый газ, азот и воду, а затем преобразовывали бы их в органические молекулы. Чем больше углекислого газа удалось бы убрать, тем слабее был бы парниковый эффект и прохладнее поверхность. Микробы опускались бы в атмосфере все ниже к поверхности, где поджаривались бы. В таком случае водяной пар возвращался бы в атмосферу, но углерод из углекислого газа при высоких температурах необратимо превращался бы в графит или другую нелетучую форму. В конце концов температура упала бы ниже точки кипения воды, и поверхность Венеры стала бы пригодной для обитания. По всей планете встречались бы лужи и озера теплой воды.

Эту идею вскоре подхватили многие писатели, не прекращающие лавировать между наукой и научной фантастикой, где наука стимулирует фантастику, а фантастика воспитывает новые поколения ученых. Польза получается обоюдной. Но уже понятно, что следующий этап — заселение Венеры специальными фотосинтезирующими организмами — не наступит. После 1961 г. мы открыли, что облака Венеры представляют собой концентрированный раствор серной кислоты, генетическая инженерия для такой среды становится гораздо более нетривиальной. Но эта ошибка как таковая не является критической. Существуют микроорганизмы, которые проводят всю жизнь в концентрированных растворах серной кислоты. Вот в чем фатальный просчет: в 1961 г. я думал, что атмосферное давление на поверхности Венеры составляет несколько бар, то есть в несколько раз выше атмосферного давления у поверхности Земли. Сейчас известно, что оно равно 90 бар, поэтому если бы описанная схема сработала, то вся поверхность планеты оказалась бы покрыта тончайшим графитом, слой которого имел бы толщину в несколько сотен метров. Полученная атмосфера почти полностью состояла бы из чистого молекулярного кислорода, оказывая давление 65 бар. Что случилось бы рань-

ше — мы взорвались бы в условиях такого атмосферного давления или воспламенились в этом кислороде, вопрос остается открытым. Однако задолго до того, как на Венере успели бы накопиться такие объемы кислорода, графит спонтанно выиграл бы до углекислого газа, и процесс замыкался бы. В лучшем случае такая схема допускает лишь частичное терраформирование Венеры.

Допустим, что к началу XXII в. у нас будут сравнительно недорогие грузоподъемные ракеты-носители, на которых можно было бы доставлять к другим мирам много полезного груза; многочисленные мощные термоядерные реакторы; развитая генная инженерия. Учитывая современные тенденции, все три эти предположения обоснованны. Могли бы мы терраформировать планеты? * Джеймс Поллак из Исследовательского центра Эймса в составе НАСА и я исследовали эту проблему. Вот краткое содержание того, что нам удалось обнаружить.

ВЕНЕРА. Определенно, основная проблема с Венерой — мощный парниковый эффект. Если бы мы могли снизить его почти до нуля, климат на планете стал бы мягким и влажным. Но атмосфера из углекислого газа, оказывающая давление 90 бар, удушающе плотная. На каждый участок поверхности, сравнимый по площади с почтовой маркой, давит столб атмосферы, сопоставимый с шестью футболистами, уложенными друг на друга. Чтобы избавиться от такой атмосферы, потребовалось бы немало времени.

Допустим, мы бы бомбардировали Венеру астероидами и кометами. При каждом столкновении планета теряла бы

* Уильямсон, будучи почетным профессором английского языка в Восточном университете Нью-Мексико, уже в возрасте 85 лет писал мне, что он «с удивлением наблюдает, как далеко продвинулась настоящая наука», поскольку именно он впервые предложил терраформировать другие миры. Мы накапливаем технологии, которые однажды сделают терраформирование возможным, но в настоящее время у нас есть только версии, в целом гораздо менее революционные, чем оригинальные идеи Уильямсона. — *Прим. авт.*

часть атмосферы. Однако, чтобы утилизировать ее почти полностью, потребовалось бы больше крупных астероидов и комет, чем есть в наличии — как минимум в планетной части Солнечной системы. Даже если бы существовало такое множество потенциальных «бомб», даже если бы нам удалось столкнуть их все с Венерой (это исчерпывающее решение проблемы межпланетных столкновений), подумайте, что бы мы потеряли. Кто знает, какие чудеса, какие практичные сведения скрывают эти тела? При этом мы бы также уничтожили большую часть роскошной поверхностной геологии Венеры, которую мы только начали понимать и которая могла бы многое поведать нам о Земле. Это пример грубого терраформирования. Думаю, нам следует решительно отказаться от таких методов, даже если когда-нибудь они станут для нас осуществимы (в чем я очень сомневаюсь). Мы хотим чего-нибудь более красивого, тонкого, бережного по отношению к окружающей среде других миров. Некоторые подобные достоинства есть у подхода с использованием бактерий, но он, как мы уже убедились, не позволяет справиться с задачей.

Можно представить себе такой вариант: измельчить темный астероид до состояния пыли и распределить этот порошок в верхних слоях венерианской атмосферы либо поднять такую пыль с поверхности планеты. Получился бы физический эквивалент той ядерной зимы, которая определила земной климат после мел-палеогенового столкновения. Если существенно ослабить поток солнечного света, попадающего на планету, поверхностная температура должна снизиться. Но по определению при таком подходе Венера погружается в глубокую тьму, днем там должно быть не светлее, чем в лунную ночь на Земле. Душная сокрушительная 90-барная атмосфера никуда бы не делась. Поскольку поднятая таким образом пыль будет осаждаться с периодичностью в несколько лет, ее уровень придется с такой же периодичностью обновлять. Возможно, такая практика будет приемлема при кратких исследовательских экспеди-

циях, но получаемая в результате окружающая среда кажется слишком суровой для существования самодостаточного человеческого общества на Венере.

Мы могли бы расположить на орбите Венеры гигантский искусственный солнцезащитный экран, чтобы охладить поверхность; но этот проект был бы невероятно дорогим, а также имел бы многие недостатки, присущие пылевому слою. Однако если бы температуру атмосферы удалось существенно снизить, то углекислый газ мог бы выпасть в виде осадков. На Венере настал бы переходный период, в который бы появились углекислотные океаны. Если бы эти океаны удалось накрыть, чтобы предотвратить повторное испарение — например, налить сверху океаны воды, растопив большой ледяной спутник, доставленный из внешней части Солнечной системы, — то углекислый газ вполне можно было бы вывести из атмосферы, и Венера превратилась бы в водный (или слабогазированный) мир. Также предлагались способы преобразования углекислого газа в карбонатные породы.

Все эти предложения по терраформированию Венеры по-прежнему грубые, некрасивые и абсурдно дорогие. Желаемые метаморфозы этой планеты могут оказаться за пределами наших возможностей еще очень долго, даже если мы сочтем такое начинание правильным и ответственным. Азиатская колонизация Венеры, которую представлял себе Джек Уильямсон, должна развернуться где-нибудь в другом месте.

МАРС. На Марсе мы сталкиваемся с прямо противоположной проблемой. Там *не хватает* парникового эффекта. Эта планета — замерзшая пустыня. Но тот факт, что 4 млрд лет назад на Марсе, по-видимому, были полноводные реки, озера и, возможно, даже океаны — когда Солнце сияло не так ярко, как сегодня, — заставляет задуматься, присуща ли марсианскому климату какая-то естественная нестабильность, что-то висящее на волоске, что может сработать от малейшего

толчка и естественным образом вернуть планету в ее древнее благоприятное состояние. Сразу необходимо отметить, что при этом будут уничтожены марсианские формы рельефа, содержащие важнейшую информацию о прошлом, — в особенности это касается слоистого полярного ландшафта.

Насколько нам известно на примере Земли и Венеры, диоксид углерода — парниковый газ. На Марсе найдены минералы-карбонаты, а в одной из полярных шапок — сухой лед. Из них можно выделить углекислый газ. Но чтобы добиться такого парникового эффекта, который позволил бы установить на всем Марсе комфортные температуры, потребовалось бы вспахать всю поверхность планеты и обработать ее на глубину нескольких километров. Кроме ошеломительных инженерных сложностей, которые возникнут при этом на практике — независимо от того, будет ли задействоваться энергия ядерного синтеза, — и неудобств, с которыми придется столкнуться любым закрытым экосистемам, каковые земляне уже успеют оборудовать на планете, такой проект будет означать безответственное уничтожение уникального научного ресурса и базы данных — марсианской поверхности.

Что насчет других парниковых газов? В качестве альтернативы можно было бы взять на Марс хлорфторуглероды, предварительно синтезированные на Земле. Насколько нам известно, эти искусственные вещества не встречаются больше нигде в Солнечной системе. Вполне реально произвести хлорфторуглероды на Земле в достаточном количестве для обогрева Марса, поскольку *случайно*, пользуясь современными технологиями, мы умудрились синтезировать их столько, что поспособствовали глобальному потеплению на нашей планете. Однако доставка этих веществ на Марс будет дорогостоящей. Даже при применении ракет-носителей класса «Сатурн-5» или «Энергия» потребовалось бы выполнять по одному запуску в день на протяжении столетия. Однако, возможно, их удалось бы синтезировать из фторсодержащих минералов на Марсе.

Кроме того, у этой технологии есть серьезный недостаток. Как и на Земле, хлорфторуглероды на Марсе будут мешать формированию озонового слоя. При помощи хлорфторуглеродов на Марсе можно достичь комфортных температур, но при этом интенсивность солнечного ультрафиолета гарантированно останется крайне опасной. Возможно, солнечное ультрафиолетовое излучение удалось бы абсорбировать, оставив в атмосфере слой тончайшей астероидной пыли (или поднять такую пыль с поверхности), внедрив строго отмеренные дозы такого материала в атмосферу выше хлорфторуглеродного слоя. Но тогда мы оказываемся в сложном положении и должны бороться с распространением побочных эффектов, причем для устранения каждого эффекта потребуется отдельное масштабное технологическое решение.

Третий возможный парниковый газ для обогрева Марса — аммиак (NH_3). Даже небольшого количества аммиака будет достаточно, чтобы температура на поверхности Марса поднялась выше точки замерзания воды. В принципе, это можно сделать при помощи специально полученных микроорганизмов, которые синтезировали бы из марсианского атмосферного азота (N_2) аммиак (NH_3), как это делают некоторые микробы на Земле, — но уже в марсианских условиях. Либо такую же реакцию можно было бы запустить на специальных фабриках. В качестве альтернативы необходимый азот можно было бы доставить на Марс из какого-нибудь другого мира Солнечной системы. Азот — основной компонент атмосферы, как на Земле, так и на Титане. Ультрафиолет будет вновь разлагать аммиак до азота примерно за 30 лет, поэтому запасы аммиака потребуются постоянно пополнять.

Разумно скомбинировав на Марсе парниковые эффекты, оказываемые углекислым газом, хлорфторуглеродами и аммиаком, удалось бы довести поверхностные температуры довольно близко к точке замерзания воды, после чего можно было бы перейти ко второму этапу терраформирования Марса. Темпе-

ратуры будут расти благодаря существенному давлению водяного пара в атмосфере, генетически модифицированные растения будут выделять кислород, а поверхностная окружающая среда — подвергаться тонкой настройке. Можно будет заселить Марс бактериями, сравнительно крупными растениями и животными до того, как вся окружающая среда станет пригодна для существования поселенцев без специальной защиты.

Терраформировать Марс по определению гораздо проще, чем Венеру. Но по нынешним стандартам это по-прежнему очень дорого и разрушительно для окружающей среды. Однако при наличии достаточного обоснования, возможно, терраформирование Марса будет запущено в течение XXII в.

СПУТНИКИ ЮПИТЕРА И САТУРНА. Терраформирование спутников планет юпитерианской группы — это задачи разной степени сложности. Возможно, проще всего было бы взяться за Титан. Там уже есть атмосфера, состоящая в основном из азота — как и земная; атмосферное давление там гораздо ближе к земному, чем на Венере или на Марсе. Более того, важные парниковые газы — NH_3 и H_2O — практически наверняка присутствуют у него на поверхности в замороженном виде. Производство первичных парниковых газов, которые не замерзают при нынешних температурах Титана, плюс непосредственный разогрев поверхности при помощи ядерного синтеза — таковы, по-видимому, будут важнейшие шаги, с которых однажды начнется терраформирование Титана.

ПРИ НАЛИЧИИ ВЕСКОЙ ПРИЧИНЫ для терраформирования других миров такие величайшие инженерные проекты могут быть осуществимы в тех временных рамках, о которых мы здесь говорим; это определенно справедливо для астероидов, возможно для Марса, Титана и других спутников внешних планет, а для Венеры — пожалуй, нет. Мы с Поллаком признаем, что существуют люди, испытывающие сильнейшую тягу

к адаптации других миров Солнечной системы для человеческого обитания — обустроить там обсерватории, исследовательские базы, поселения и усадьбы. Именно в США, в истории которых был период первопроходчества, эта идея может показаться особенно естественной и привлекательной.

В любом случае радикальное, но при этом компетентное и разумное изменение экосистем других миров возможно лишь тогда, когда мы будем понимать эти миры значительно лучше, чем сегодня. Сторонники терраформирования сначала должны поддержать долгосрочные и тщательные научные исследования других миров.

Пожалуй, когда мы по-настоящему поймем сложности терраформирования, цена экологических издержек покажется слишком высокой, и мы умерим наши запросы к другим мирам, ограничившись городами под куполами или под землей либо иными локальными закрытыми экосистемами — значительно усовершенствованными вариантами «Биосферы-2»*. Может быть, мы откажемся от мечты преобразовать поверхность планет и спутников и придать им какое-то сходство с Землей. А возможно, что найдутся гораздо более экономичные, красивые и экологически щадящие способы терраформирования, которых мы пока себе не представляем.

Но если мы решим всерьез взяться за это дело, то следует задать себе определенные вопросы. Учитывая, что любой вариант терраформирования подразумевает компромис между пользой и издержками, насколько мы можем быть уверены, что при преобразовании планеты важнейшая научная информация не будет уничтожена? Насколько подробно мы должны будем изучить конкретный мир, прежде чем можно будет рассчитывать, что его преобразование даст желаемый резуль-

* «Биосфера-2» — эксперимент по моделированию замкнутой экологической системы, проводившийся в США в 1991–1993 гг. В герметичном помещении из стали и стекла площадью 1,3 га и объемом 200 000 куб. м было создано несколько биомов (тропический лес, болото, мини-океан, пустыня и др.), населенных животными и микроорганизмами. Восемь человек жили там около двух лет. — *Прим. ред.*

тат? Сможем ли мы гарантировать в долгосрочной перспективе, что человеческое сообщество будет поддерживать и обновлять измененный мир, если наши политические институты так недолговечны? Если мир хотя бы теоретически можно заселить — пусть даже микроорганизмами, вправе ли человек изменять его? Какова наша ответственность за сохранение миров Солнечной системы в девственном состоянии для будущих поколений, представители которых могут счесть наши сегодняшние планы по использованию небесных тел слишком недалекими? Все эти вопросы, пожалуй, можно свести к одному итоговому: можно ли доверить другие миры нам, устроившим такой хаос у себя дома?

Вполне можно себе представить, что некоторые технологии, пригодные в перспективе для терраформирования других миров, могут быть использованы для смягчения ущерба, который мы уже нанесли Земле. Учитывая безотлагательные проблемы, важным признаком готовности человека серьезно присматриваться к терраформированию станет наша способность привести в порядок собственный мир. Можно считать это экзаменом на глубину нашего понимания проблемы и готовность за нее браться. Первый шаг преобразования Солнечной системы — гарантировать, что Земля останется пригодной для обитания.

Тогда мы будем готовы отправиться к кометам, астероидам, Марсу, спутникам из внешней части Солнечной системы и далее. Прогноз Джека Уильямсона, что это произойдет к XXII в., возможно, не так далек от истины.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О НАШИХ ПОТОМКАХ, живущих и работающих в других мирах и даже перемещающих некоторые из них по собственному усмотрению, кажется крайне вычурной научной фантастикой. «Будь реалистом», — подсказывает мне внутренний голос. Но это реалистично. Мы на пороге новых технологий, где-то на полпути между невозможным и обыденным,

но испытываем противоречивые чувства. В будущем столетии терраформирование может показаться не более невозможным, чем сегодня, — постоянно обитаемая космическая станция, если прежде мы сами не натворим чего-нибудь ужасного.

Я думаю, что опыт жизни в других мирах обязательно нас изменит. Наши потомки, рожденные и выросшие где-нибудь в другом месте, естественно, будут тянуться прежде всего к своим мирам, несмотря на всю привязанность, которую могут сохранить к Земле. Их физические потребности, методы удовлетворения этих потребностей, их технологии и общественное устройство — все это должно быть иным.

Стебель травы на Земле — обыденность, а на Марсе он будет казаться чудом. Наши потомки с Марса будут уметь ценить зеленое пятнышко. А если стебель травы ничего не стоит, то какова цена человека? Американский революционер Том Пэйн, размышляя в подобном духе, так описывал своих соотечественников:

Желания, обычно сопутствующие возделыванию девственных земель, породили, в частности, такое состояние общества, которое не могли по достоинству оценить в других странах, раздраемых распрями и интригами власть имущих. В такой ситуации человек становится тем, кем должен быть. Он видит свой род... как родных.

Для наших потомков, которые будут путешествовать в космосе и сами увидят череду бесплодных и пустынных миров, станет естественным бережное отношение к жизни. Научившись чему-нибудь из истории существования нашего вида на Земле, они, возможно, захотят применить эту науку в других мирах — чтобы избавить будущие поколения от страданий, которые были вынуждены переносить их предки, чтобы опираться на наш опыт и наши ошибки, когда ничем не ограниченная эволюция человека продолжится в космосе.

ТЕМНОТА

Вдали, сокрыты от очей дневного света

Есть стражи в небесах.

Еврипид. Вакханки (ок. 406 г. до н. э.)

В детстве мы боимся темноты. Там может быть что угодно. Неизвестное нас тревожит. По иронии судьбы нам суждено жить в темноте. Это неожиданное научное открытие было сделано всего около 300 лет назад. Оторвитесь от Земли, направьтесь куда вам вздумается и — после краткого голубого проблеска, подождав, пока Солнце не исчезнет из виду, — вы окажетесь в темноте, которую лишь кое-где нарушает мерцание далеких звезд.

Даже когда мы повзрослеем, темнота по-прежнему может нас напугать. Некоторые советуют не слишком задумываться, кто еще может жить в этой темноте. «Лучше не знать», — говорят нам.

В галактике Млечный Путь 400 млрд звезд. Возможно ли, чтобы во всем этом неисчислимом множестве лишь у нашего не приметного Солнца была обитаемая планета? Возможно. Может быть, возникновение жизни и разума — событие исключительно маловероятное. Также возможно, что цивилизации постоянно возникают, но самоуничтожаются, как только становятся способны на это.

Либо кое-где, разбросанные в космосе, вокруг иных солнц обращаются другие миры, похожие на нас. Их обитатели глядят в небеса и задумываются подобно нам, кто еще живет в этой темноте. Может ли Млечный Путь пульсировать жизнью и разумом — одни миры взывают к другим, — тем временем как мы

на Земле дожили до важнейшего момента и впервые решили их послушать?

Наш вид обнаружил способ связи через тьму, позволяющий преодолевать огромные расстояния. Нет более быстрого, дешевого и дальнего способа связи. Речь о радио.

Спустя миллиарды лет биологической эволюции — на их планете или на нашей — внеземная цивилизация не может находиться на одном технологическом уровне с нами. Люди существуют примерно 20 000 веков, но радио у нас появилось всего около ста лет назад. Если инопланетная цивилизация от нас отстает, то, вероятно, слишком значительно, чтобы обладать радио. Если обгоняет, вероятно, очень сильно. Подумайте, какой технологический прогресс достигнут в нашем мире всего за несколько последних веков. То, что для нас технически сложно или невозможно и может восприниматься как волшебство, для них может оказаться тривиальным. Они могут использовать иные, очень продвинутые способы коммуникации с собратьями, но при этом будут знать о радио — средстве связи неоперившихся цивилизаций. Если отправитель и получатель будут обладать даже таким уровнем телекоммуникаций, каким располагаем мы, то мы сможем общаться через большую часть Галактики. Инопланетяне, вероятно, значительно превзошли бы нас в этом.

Если они существуют.

Но восстает наша боязнь тьмы. Мысли об инопланетянах нас беспокоят. Мы придумываем возражения:

«*Это слишком дорого*». Но даже если оборудовать такую связь по последнему слову техники, то ее годовое обслуживание обойдется дешевле, чем один штурмовой вертолет.

«*Мы никогда их не поймем*». Но поскольку сообщения передаются по радио, инопланетяне, как и мы, должны знать радиопфизику, радиоастрономию, у нас должны быть общие технологии радиопередачи. Законы природы повсюду одинаковы; поэтому сама наука оказывается общим языком и средством

общения даже между очень несхожими существами — при условии, что и те и другие обладают научными знаниями. Если нам когда-либо посчастливится получить инопланетное сообщение, то расшифровать его, вероятно, будет гораздо проще, чем поймать.

«Будет уничтожительно узнать, что наша наука примитивна». Но по меркам нескольких следующих веков как минимум часть современной науки будет расцениваться как примитивная — идет ли речь о землянах или об инопланетянах. То же отчасти касается современной политики, этики, экономики и религии. Превзойти современную науку — одна из основных целей науки. Серьезные студенты не впадают в уныние, если листают учебник и обнаруживают, что одна из следующих тем понятна автору, а читателю — пока нет. Обычно студент немного попотеет, усвоит новые знания и по древней человеческой традиции станет листать дальше.

«На протяжении всей истории развитие цивилизации уничтожали другие, которые были хотя бы чуть более отсталыми». Конечно. Но если агрессивные цивилизации и существуют, то, просто слушая, мы себя не выдадим. Программы поиска работают только на прием, а не на передачу*.

В НАСТОЯЩИЙ МОМЕНТ ЭТИ СПОРЫ чисто теоретические. Сейчас мы в беспрецедентных масштабах слушаем радиосигналы, которые могут исходить от других цивилизаций из глубин космоса. Сегодня живет первое поколение ученых, вопрошающих темноту. Вполне возможно, что и последнее поколение ученых,

* Удивительно, как много людей (среди них — редакторы газеты *The New York Times*) обеспокоены тем, что инопланетяне узнают, где мы, прилетят и съедят нас. Не будем даже упоминать о принципиальных биологических отличиях, которые могут существовать между нами и гипотетическими инопланетянами; допустим, что мы — космический деликатес. Зачем перевозить множество людей в инопланетные рестораны? Транспортировка будет баснословно дорогой. Не лучше бы просто похитить несколько человек, секвенировать наши аминокислоты или любой другой компонент, по которому нас обнаружили, а затем с нуля приготовить идентичную пищу? — *Прим. авт.*

живущее перед тем, как состоится контакт и наступит тот самый момент, в который мы обнаружим: кто-то зовет нас из темноты.

Этот проект называется «Поиск внеземного разума» (Search for Extraterrestrial Intelligence — SETI). Позвольте я опишу, насколько мы продвинулись.

Первую программу SETI выполнял Фрэнк Дрейк в Национальной радиоастрономической обсерватории в местечке Гринбэнк, штат Западная Виргиния, в 1960 г. В течение двух недель он на одной радиочастоте прослушивал две близлежащие звезды, похожие на Солнце. («Близлежащие» — понятие относительное. Ближняя из этих звезд удалена от нас на 12 световых лет, примерно на 114 трлн км.)

Как только Дрейк направил радиотелескоп в небо и включил систему, он почти сразу поймал очень сильный сигнал. Было ли это послание от инопланетян? Затем сигнал исчез. Если сигнал исчезает, то подробно изучить его невозможно. Вы не можете проследить, перемещается ли он вместе с небом по ходу вращения Земли. Если сигнал не повторяется, то вы практически ничего из него не узнаете — это может быть и интерференция земных радиоволн, и ошибка вашего усилителя или детектора... и инопланетный сигнал. Если данные не повторяются, то, как бы красочно ни описывал их ученый, они почти ничего не стоят.

Спустя несколько недель сигнал вновь был зафиксирован. Оказалось, что его источник — военный самолет, передающий информацию на несанкционированной частоте. Дрейк зафиксировал отрицательный результат. Но в науке отрицательный результат совсем не равен неудаче. Огромное достижение Дрейка заключалось в том, что ему удалось доказать: современные технологии вполне позволяют прослушать сигналы от гипотетических цивилизаций с других планет или из других звездных систем.

С тех пор предпринималось немало таких попыток, зачастую во время, выкраиваемое от других астрономических

наблюдений, проводимых при помощи радиотелескопов. Практически ни одна из них не продолжалась более нескольких месяцев. Было еще несколько «ложных тревог», зафиксированных в штате Огайо, в Аресибо (Пуэрто-Рико), во Франции, в России и в других местах, но ни одна из них не выдержала критики мирового научного сообщества.

Тем временем технология обнаружения удешевляется; повышается чувствительность, научный авторитет SETI продолжает расти, и даже НАСА и конгресс уже не столь опасаются поддерживать эту программу. Можно и необходимо применять различные стратегии поиска, дополняющие друг друга. Много лет назад стало ясно, что если такая тенденция сохранится, то технология для полноценной SETI-активности станет доступна даже частным организациям (или отдельным богатым людям) и что рано или поздно правительство решится на поддержку масштабной программы. Прошло 30 лет, для некоторых из нас это скорее «поздно», чем «рано». Но все-таки наконец время пришло.

«ПЛАНЕТНОЕ ОБЩЕСТВО» — некоммерческая членская организация, которую в 1980 г. основали я и Брюс Мюррей, в ту пору работавший директором ЛРД, — занимается исследованием планет и поиском внеземной жизни. Пол Горовиц, физик из Гарвардского университета, внес ряд важных нововведений в программу SETI и жаждал их опробовать. Если бы он смог найти финансирование начала работы, поддержку организации можно было бы продолжить за счет пожертвований ее членов.

В 1983 г. мы с Энн Дрюян подсказали кинорежиссеру Стивену Спилбергу, что это просто идеальный проект, который он мог бы поддержать. Нарушая традиции Голливуда, Спилберг снял два неслыханно успешных фильма, в которых развивал идею, что инопланетянам совсем необязательно быть враждебными и опасными. Спилберг согласился. Благодаря его

поддержке силами «Планетного общества» был запущен проект МЕТА.

Аббревиатура МЕТА означает «Поиск внеземных цивилизаций с помощью многоканальных приемников» (Megachannel ExtraTerrestrial Assay). Первый приемник Дрейка работал всего на одной частоте, а здесь количество частот увеличилось до 8,4 млн. Но каждый канал, каждая настраиваемая нами «станция» охватывает исключительно узкий диапазон частот. Среди звезд и галактик нет никаких известных процессов, которые могли бы давать такие четкие «радиолинии». Если мы зафиксируем передачу, укладываемую в столь узкий канал, то, на наш взгляд, это должно быть признаком ее разумного и технологического происхождения.

Более того, Земля вращается — это означает, что для любого далекого радиоисточника будет характерно отчетливое видимое движение, напоминающее восход и закат звезд. Подобно тому, как частота сигнала автомобильного клаксона понижается, когда машина удаляется от вас, так и частота подлинного инопланетного радиоисточника будет постоянно изменяться по мере вращения Земли. Напротив, любой земной радиоисточник, вызывающий радиопомеху, будет вращаться с той же скоростью, что и приемник МЕТА. Частоты приема МЕТА постоянно изменяются с поправкой на вращение Земли, поэтому любые узкополосные сигналы из космоса всегда будут попадать в один и тот же канал. При этом любая радиопомеха, возникающая здесь, на Земле, сразу же «вскроется», прокатываясь по смежным каналам.

Диаметр телескопа МЕТА, расположенного в Гарварде, штат Массачусетс, равен 26 м. Каждый день, когда телескоп вращается под небом вместе с Землей, он прочесывает и проверяет участок неба, по площади чуть меньше диска полной Луны. На следующий день — соседний участок. За год удастся просмотреть все северное полушарие неба и часть южного. Идентичная система, также спонсируемая «Планетным обществом»,

действует близ Буэнос-Айреса в Аргентине и проверяет южную часть неба. Так, вместе две системы МЕТА исследуют все небо.

Радиотелескоп, прикованный к вращающейся Земле гравитацией, «отсматривает» каждую конкретную звезду в течение примерно двух минут. Затем переходит к следующей. Кажется, что 8,4 млн каналов — это много, но не забывайте, что каждый канал очень узок. Все они в сумме составляют лишь несколько единиц на 100 000 в доступном радиоспектре. Итак, нам придется пристроить наши 8,4 млн каналов в той или иной части радиоспектра в каждый год наблюдений поблизости от такой частоты, на которой инопланетная цивилизация, ничего о нас не знающая, все-таки может рассчитывать, что именно здесь мы будем ее слушать.

Водород с отрывом лидирует среди всех элементов по распространенности во Вселенной. Он находится в межзвездном пространстве в виде облаков и диффузного газа. Получая энергию, атом водорода излучает часть ее, испуская радиоволны на частоте ровно 1420,405751768 МГц. Один герц означает, что пик и впадина волны поступают в детектор раз в секунду. Таким образом, 1420 МГц означает 1420 миллионов волн, попадающих в детектор каждую секунду. Поскольку длина световой волны — это отношение скорости света к частоте волны, 1420 МГц соответствуют волне длиной 21 см. Радиоастрономы из любой части Галактики будут изучать Вселенную на частоте 1420 МГц и могут рассчитывать, что другие астрономы, как бы диковинно они ни выглядели, поступят так же.

Все равно как если бы вам сказали, что в частотном диапазоне вашего домашнего приемника вещает всего одна радиостанция, но никто не знает, на какой именно частоте. Другая ситуация: шкала частот вашего радиоприемника снабжена стрелкой, положение которой вы регулируете, вращая ручку. Эта шкала простирается от Земли до Луны. Чтобы систематически прочесать весь этот спектр, терпеливо поворачивая ручку, потребовалось бы очень много времени. Ваша

задача — правильно установить стрелку на шкале с самого начала, выбрать правильную частоту. Если удастся угадать те «волшебные» частоты, на которых инопланетяне попробуют с нами связаться, то мы сможем сэкономить массу времени и избавиться от многочисленных сложностей. Именно по таким причинам мы (и Дрейк в частности) начали слушать около 1420 МГц, «волшебной» частоты водорода.

Мы с Горовицем опубликовали подробные результаты за пятилетний период полномасштабных поисков в рамках проекта МЕТА и за двухлетний период последующих наблюдений. Нет, мы не получили сигналов от инопланетян. Но мы обнаружили кое-что удивительное, нечто, из-за чего у меня в минуты покоя иногда пробегают мурашки.

Разумеется, мы зафиксировали фоновый радиошум Земли — от радиостанций и телебашен, самолетов, мобильных телефонов, ближних и более далеких космических аппаратов. Кроме того, как и в случае с любыми радиоприемниками, чем дольше вы ждете, тем выше вероятность каких-нибудь случайных флуктуаций электроники, настолько сильных, что в результате возникает какой-нибудь подозрительный сигнал. Итак, мы игнорировали все, что было не намного громче радиошума.

Любой сильный узкополосный сигнал, остающийся в отдельном канале, мы рассматривали очень серьезно. В процессе записи данных МЕТА автоматически подсказывает оператору, чтобы он обратил внимание на определенные сигналы. За пять лет мы произвели около 60 трлн наблюдений на разных частотах, исследовав всю доступную область неба. После отсева осталось несколько десятков сигналов. Их мы изучали более тщательно, и практически все пришлось отвергнуть — например, ошибку могли обнаружить проверочные микропроцессоры, контролирующие те микропроцессоры, что заняты регистрацией сигналов.

Остались самые многообещающие потенциальные сигналы, полученные после трех обзоров неба. Всего 11 «событий». Они

отвечают всем критериям подлинного инопланетного сигнала, кроме одного — повторяемости. Мы ни разу не смогли зафиксировать ни один из этих сигналов повторно. Мы возвращались к обзору той самой области неба спустя три минуты и ничего там не находили. Слушали через три дня — ничего. Проверяли спустя год или через семь лет — по-прежнему ничего.

Кажется маловероятным, что любой сигнал, который мы получаем от инопланетной цивилизации, прекратится через пару минут после начала приема и ни разу не повторится. (Как инопланетяне узнают, что мы обратили внимание на сигнал?) Но, вполне возможно, такой эффект вызван мерцанием. Звезды мерцают, поскольку турбулентные потоки воздуха пересекают луч зрения, направленный от нас к звезде. Иногда небольшой объем воздуха срабатывает в качестве линзы и приводит к слабой фокусировке лучей конкретной звезды, из-за чего звезда на миг становится ярче. Аналогично могут мерцать и астрономические радиоисточники — причиной тому облака электрически заряженного (ионизированного) газа, присутствующие в великом межзвездном «почти-вакууме». Как правило, именно это мы фиксируем при наблюдении пульсаров.

Представим себе радиосигнал чуть слабее такого, какой мы могли бы уловить на Земле. Иногда такой сигнал ненадолго может оказаться сфокусированным, усиленным и попадет в пределы обнаружения наших радиотелескопов. Самое интересное, что срок существования подобных вспышек, диктуемый физикой межзвездного газа, составляет несколько минут — и шанс повторно поймать такой сигнал очень мал. Мы должны в самом деле неотрывно наблюдать в небе точку с такими координатами на протяжении нескольких месяцев.

Несмотря на то что ни один из этих сигналов не повторяется, с ними связан еще один факт. Как только я задумываюсь о нем, холодок пробегает по спине: 8 из 11 самых многообещающих сигналов такого рода лежат в плоскости галактики Млеч-

ный Путь или поблизости от этой плоскости. По одному из пяти наиболее сильных сигналов получены из созвездий Кассиопея, Единорог и Гидра и два — из созвездия Стрелец, что примерно в районе центра Галактики. Млечный Путь — это плоское скопление звезд, пыли и межзвездного газа, по форме напоминающее колесо. Именно из-за такой уплощенности мы видим его как полосу рассеянного света, протянувшуюся по ночному небу. Именно там находятся почти все звезды нашей Галактики. Если бы наши многообещающие сигналы на самом деле были радиопомехами с Земли или вызваны каким-то трудноуловимым сбоем в электронных детекторах, мы не должны были бы улавливать их преимущественно тогда, когда направляли телескоп прямо на Млечный Путь.

Но, может быть, мы столкнулись с исключительно неудачным статистическим совпадением, которое просто путает нас. Вероятность того, что такая корреляция с плоскостью Галактики возникла совершенно случайно, составляет менее полпроцента. Представьте себе карту звездного неба на целую стену. В самом верху расположена Полярная звезда, в самом низу — более тусклые звезды, находящиеся близ южного полюса неба. По этой карте змеятся неровные контуры Млечного Пути. Теперь предположим, что у вас завязаны глаза и при этом вас попросили наугад метнуть в эту карту пять дротиков (причем большая часть южного неба, невидимая из Массачусетса, объявляется «молоком»). Вам придется метнуть пятерку дротиков более 200 раз, прежде чем вы сможете случайно уложить их в окрестностях Млечного Пути настолько плотно, как расположились пять сильнейших сигналов, зафиксированных МЕТА. Однако при отсутствии повторяющихся сигналов мы никак не сможем заключить, что действительно обнаружили внеземной разум.

Может быть, зафиксированные нами явления были вызваны каким-то совершенно новым астрофизическим феноменом, таким, о котором никто еще не задумывался, причина

которого — не цивилизации, а звезды или газовые облака (или что-то еще), действительно находящиеся в плоскости Млечного Пути и выдающие сильные сигналы в обескураживающе узких диапазонах частот.

Однако давайте ненадолго позволим себе экстравагантное допущение. Предположим, что *все* события, оказавшиеся в нашем сухом остатке, — это действительно радиомаяки других цивилизаций. В таком случае мы можем оценить — учитывая, как недолго мы наблюдали каждый фрагмент неба, — сколько таких передатчиков разбросано по Млечному Пути. Получится около миллиона. Если они распределены в космосе случайным образом, то ближайший источник окажется в нескольких сотнях световых лет от нас — на таком расстоянии инопланетяне еще не успели бы уловить наши телевизионные и радарные сигналы. Еще несколько столетий они не будут знать, что на Земле возникла технологическая цивилизация. Галактика может изобиловать жизнью и разумом, но — если кто-то усердно не занимается исследованием неисчислимых тусклых звездных систем — инопланетяне могут совершенно не подозревать, что тут у нас недавно произошло. Через несколько сотен лет, когда нас услышат, все может стать гораздо интереснее. К счастью, речь идет о жизни еще нескольких поколений, и у нас есть время подготовиться.

Если, напротив, *ни один* из этих многообещающих сигналов в действительности не является маячком инопланетян, то мы вынуждены заключить, что лишь немногие цивилизации вещают в космос, а возможно, их и нет — как минимум на наших «волшебных» частотах нет настолько сильных сигналов, которые мы могли бы услышать.

Представьте себе цивилизацию вроде нашей, которая употребила всю доступную ей энергию (около 10 трлн Вт) на передачу сигнала-маячка по одной из «волшебных» частот сразу во всех направлениях в пространстве. В этом случае результаты МЕТА показывают, что таких цивилизаций нет в радиусе

25 световых лет от нас. В этом пространстве найдется, пожалуй, с десятков звезд, похожих на Солнце. Граница не очень строгая. Если же, напротив, такая цивилизация должна была вещать именно в ту точку пространства, где находимся мы, пользуясь не более сложной антенной, чем в обсерватории Аресибо, и при этом проект МЕТА ничего бы не обнаружил, то пришлось бы заключить, что таких цивилизаций нет во всей галактике Млечный Путь — ни у одной из 400 млрд звезд. Но даже если предположить, что инопланетяне хотели бы с нами связаться — как бы они узнали, где именно нас найдет их сигнал?

Теперь рассмотрим противоположную технологическую крайность: очень высокоразвитая цивилизация вещает во всех направлениях, причем сила сигнала еще в 10 трлн раз выше (10^{26} Вт, это полная энергия излучения такой звезды, как Солнце). В этом случае, если МЕТА ничего не находит, напрашивается вывод, что таких цивилизаций нет не только в Млечном Пути, но и в радиусе 70 млрд световых лет — ни в М31, ближайшей галактике, похожей на нашу, ни в М33, ни в карликовой системе в созвездии Печь, ни в М81, ни в галактике Водоворот (М51), ни в Кентавре-А, ни в скоплении галактик в созвездии Дева, ни в ближайших сейфертовских галактиках — ни у одной из сотен триллионов звезд в тысячах близлежащих галактик. Вновь пробуждается геоцентризм, с которым, казалось бы, покончено раз и навсегда.

Разумеется, стремление тратить такое количество энергии на межзвездную (или межгалактическую) связь может свидетельствовать не об интеллекте, а о тупости. Возможно, у инопланетян есть веские причины не приветствовать кого ни попадя. Может быть, их не интересуют такие примитивные цивилизации, как наша. Но все-таки — почему ни одна цивилизация из сотен триллионов звездных систем не вещает с такой мощностью на такой частоте? Если результаты МЕТА отрицательны, то мы установили важный факт, но не можем узнать, касается ли он количества очень высокоразвитых

цивилизаций или описывает их коммуникативные стратегии. Даже если МЕТА ничего не находит, остается широкий «промежуточный диапазон» — многочисленные цивилизации, более развитые, чем мы, и передающие сигнал во всех направлениях на «волшебных» частотах. Нам еще предстоит их услышать.

12 ОКТЯБРЯ 1992 г. — просто по счастливому совпадению или по случаю 500-летней годовщины открытия Америки Христофором Колумбом — НАСА запустило *свою* новую программу SETI. На радиотелескопе в пустыне Мохаве приступили к поиску, который должен был систематически охватить все небо — как в МЕТА, без попыток угадать самые «выигрышные» звезды, зато сильно расширив частотный диапазон. В обсерватории Аресибо НАСА приступило к еще более высокочувствительному исследованию, затрагивавшему только многообещающие ближайшие звездные системы. Когда эти поиски НАСА выйдут на полную мощность, они позволят улавливать гораздо более слабые сигналы, чем в проекте МЕТА, а также искать такие сигналы, которые недоступны МЕТА.

Проект МЕТА выявил целый рой фоновых шумов и радиопомех. Чтобы уверенно судить о природе подобных сигналов, их нужно быстро фиксировать и подтверждать на других, независимых радиотелескопах. Мы с Горовицем дали ученым НАСА координаты наших мимолетных загадочных явлений. Возможно, им удастся подтвердить и прояснить наши результаты. В программе НАСА также разрабатываются новые технологии, развиваются идеи, агентство пытается заинтересовать школьников. Многие считают, что было бы вполне целесообразно тратить на эти цели \$10 млн в год. Но спустя практически год после одобрения программы SETI в НАСА конгресс свернул ее. Сказали, что она слишком дорого стоит. Оборонный бюджет США даже после окончания холодной войны примерно в 30 000 раз больше.

Основной аргумент главного противника существовавшей в НАСА программы SETI — сенатора Ричарда Брайана от штата Невада — был таким [цитируется по протоколу заседания конгресса от 22 сентября 1993 г.]:

До сих пор программа SETI агентства НАСА ничего не обнаружила. На самом деле за все десятилетия исследований SETI не было найдено никаких подтверждаемых признаков внеземной жизни.

Я считаю, что даже с той программой SETI, которая есть в НАСА сейчас, не многие ее участники готовы были бы гарантировать какие-либо заметные результаты в [обозримом] будущем...

Научные исследования редко (или вообще никогда) не предполагают гарантий успеха — и я это понимаю, — а вся польза такого исследования зачастую остается неизвестной вплоть до поздних его этапов. Это я также признаю.

Однако в случае SETI шансы на успех столь отдаленные, а вероятная выгода от программы настолько ограничена, что вряд ли оправданно потратить на эту программу \$12 млн налогоплательщиков.

Но как мы можем «гарантировать», что найдем внеземной разум, если пока не нашли его? В то же время откуда мы знаем, что шансы на успех «отдаленные»? А если мы найдем внеземной разум, окажется ли польза от этого «такой ограниченной»? Как и во всех великих исследовательских начинаниях, мы не знаем, что найдем, равно как и не знаем, какова при этом вероятность успеха. Если бы мы нашли, то и искать бы больше не требовалось.

SETI — такая программа, которая особенно раздражает людей, стремящихся к четко определенным приходно-расходным соотношениям. Удастся ли найти внеземной разум, сколько времени на это потребуется, сколько это будет стоить — сплошная неопределенность. Выгода может быть колоссальной, но и в этом мы не можем по-настоящему быть уверены.

Разумеется, было бы глупо тратить значительную часть государственных активов на такие затеи, но я задумываюсь, можно ли судить о цивилизации по тому, готова ли она уделять *какое-то* внимание решению великих проблем.

Несмотря на эти препятствия, группа самоотверженных ученых и инженеров, собравшихся в институте SETI в городе Пало-Альто, штат Калифорния, решила идти вперед — с государственной поддержкой или без нее. НАСА позволило им использовать уже оплаченное оборудование; лидеры электронной промышленности пожертвовали несколько миллионов долларов; в распоряжении ученых есть как минимум один подходящий радиотелескоп; эта величайшая программа SETI встала на ноги. Если ей удастся продемонстрировать, что возможен результативный обзор неба, позволяющий не увязнуть в фоновом шуме, — и особенно, как можно с большой уверенностью судить по опыту МЕТА, существуют необъясненные интригующие сигналы, — возможно, конгресс вновь изменит мнение и возобновит финансирование проекта.

Тем временем Пол Горовиц разработал новую программу под названием ВЕТА, отличающуюся как от МЕТА, так и от той, которой занимается НАСА. ВЕТА означает «Миллиардноканальный поиск внеземного разума» (Billion-channel ExtraTerrestrial Assay). В нем комбинируется и чувствительность к узкополосным каналам, и широкое покрытие частотного диапазона, и умные методы проверки обнаруженных сигналов. Если «Планетное общество» сможет получить дополнительную поддержку, то эта система — гораздо дешевле прошлой программы НАСА — вскоре должна заработать.

ХОТЕЛ БЫ Я ПОВЕРИТЬ, что при помощи МЕТА мы зафиксировали сигналы других цивилизаций, существующих там, в темноте, рассеянных по огромной галактике Млечный Путь? Еще бы. После десятилетий обдумывания и изучения этого вопроса, конечно, хотел бы. Мне такое открытие показалось бы захватыва-

ющим. Оно бы все изменило. Мы узнали бы о других существах, развивавшихся независимо от нас на протяжении миллиардов лет и, возможно, воспринимающих Вселенную совсем иначе. Они могли бы оказаться гораздо умнее нас, совсем не похожими на людей. Сколько всего они могут знать, чего не знаем мы?

Мне кажется, что отсутствие сигналов, отсутствие кого-либо, вызывающего к нам, — мрачная перспектива. «Полная тишина», о которой Жан-Жак Руссо говорил в совсем ином контексте, «вызывает меланхолию; это образ смерти». Но я согласен с Генри Дэвидом Торо: «Отчего бы мне чувствовать себя одиноким? Разве наша планета не находится на Млечном Пути?»

Осознание того, что такие существа есть и они, как того требует эволюционный процесс, должны очень отличаться от нас, наводит на поразительную мысль, а именно: любые несхожести, разделяющие нас здесь, на Земле, показались бы пустяковыми по сравнению с разницей между нами и инопланетянами. Может быть, это очень смелое предположение, но, возможно, открытие внеземного разума помогло бы сплотить жителей нашей планеты, раздираемой конфликтами. Это было бы последнее из Великих развенчаний, обряд перехода и поворотный момент в поисках своего места во Вселенной, которыми издревле занимается человек.

Очарование SETI могло бы подбить нас поверить в это даже без достаточных доказательств, но это было бы глупое самоутешение. Мы должны оставить скепсис, лишь получив абсолютно неопровержимые доказательства. Наука требует стойко переносить неопределенность. Не обладая знанием, мы не позволяем себе верить. Как бы ни раздражала эта неизвестность, она служит высокой цели: стимулирует нас накапливать все более качественные данные. Именно такая установка отличает науку от всего остального. Наука почти не дает дешевых сенсаций. Требования к доказательствам очень строги. Но, придерживаясь их, нам удастся видеть далеко и проникать даже сквозь великую тьму.

К НЕБУ!

Лестница с неба спустилась для него, чтобы
 Мог по ней он взойти на небеса.
 О боги, подхватите царя на руки,
 поднимите его к небу.
 К небу! К небу!

*Гимн умершему фараону.
 Египет (ок. 2600 г. до н. э.)*

Когда мои дедушка и бабушка были маленькими, электрический свет, автомобиль, самолет и радио — все это казалось изумительными техническими достижениями, чудесами своего времени. Об этих новшествах можно было услышать удивительные истории, но ни одной такой диковины было не сыскать в той маленькой австро-венгерской деревушке на берегу Западного Буга. В то же самое время на рубеже XIX–XX вв. жили два человека, предвидевшие гораздо более амбициозные изобретения. Первым был Константин Циолковский, теоретик, почти глухой школьный учитель из провинциального российского города Калуги. Вторым — Роберт Годдард, профессор заштатного американского колледжа в Массачусетсе. Они мечтали о том, как ракеты будут совершать межпланетные и межзвездные путешествия. Шаг за шагом они разрабатывали фундаментальную физику и ее приложения. Постепенно их машины обретали форму. В конечном итоге их мечты оказались заразительными.

В их время сама подобная идея считалась постыдной, а то и расценивалась как симптом какого-то умственного расстройства. Годдард осознал, что за одно упоминание о путешествиях к другим мирам его поднимают на смех, поэтому

не осмелился не только публиковать, но и открыто обсуждать свои опережающие время представления о полетах к звездам. В юности и Годдард, и Циолковский переживали мистические видения, связанные с космическими полетами, — эти впечатления остались у них на всю жизнь. «Мне по-прежнему снится, как я лечу к звездам в моей машине, — писал Циолковский в зрелости. — Тяжело работать в одиночку многие годы при неблагоприятных условиях и не видеть ниоткуда просвета и содействия». Многие современники считали его поистине сумасшедшим. Те, кто разбирался в физике лучше Циолковского и Годдарда, — в том числе сотрудники *The New York Times*, где в редакторской колонке была опубликована разгромная статья, отозванная лишь в канун полета «Аполлона-11», — настаивали, что ракеты не могут работать в вакууме, что Луна и другие планеты всегда останутся вне человеческой досягаемости.

Вернер фон Браун, представитель следующего поколения, вдохновленный Циолковским и Годдардом, сконструировал первую ракету, способную выйти на границу атмосферы и космоса, — «Фау-2». Но из-за превратностей судьбы, которыми изобилует весь XX в., фон Браун строил ее для нацистов, в качестве орудия для неизбирательного убийства мирных жителей, как «оружие возмездия» для Гитлера. На ракетных заводах использовался рабский труд, изготовление каждой ракеты было сопряжено с неслыханными человеческими страданиями, а сам фон Браун получил офицерский чин в СС. Он беззастенчиво шутил, что целится в Луну, а попадает в Лондон.

Спустя еще одно поколение, опираясь на работы Циолковского и Годдарда и развивая технический гений Брауна, мы вышли в космос, спокойно обогнули Землю, прошли по древней нетронутой лунной поверхности. Наши машины, все более умные и самодостаточные, рассредоточились по Солнечной системе, открыли новые миры, внимательно их рассмотрели, разыскивая там жизнь и сравнивая их с Землей.

Это одна из причин, по которой в нашем времени есть нечто поистине эпохальное, если рассматривать его в долгосрочной астрономической перспективе. Можно сказать, что многовековая работа достигает апогея в тот самый год, когда вы читаете эту книгу. Есть и другая причина: впервые в истории нашей планеты биологический вид своими собственными сознательными действиями стал угрожать сам себе — а также огромному множеству других видов. Позвольте перечислить, как именно:

- Мы сотни тысяч лет сжигаем ископаемое топливо. К 1960 г. столь многие люди жгли древесину, уголь, нефть и природный газ, причем в таких количествах, что ученых стал беспокоить нарастающий парниковый эффект. Опасность глобального потепления постепенно стала проникать в общественное сознание.
- Хлорфторуглероды были синтезированы в 1920-е и 1930-е гг. В 1974 г. удалось открыть, что они разрушают защитный озоновый слой. Спустя еще 15 лет начал действовать глобальный запрет на их производство.
- Ядерное оружие было изобретено в 1945 г. Только в 1983 г. удалось понять глобальные последствия термоядерной войны. К 1992 г. значительное количество ядерных боеголовок было демонтировано.
- Первый астероид был открыт в 1801 г. Относительно серьезные идеи о перемещении астероидов стали предлагаться в начале 1980-х гг. Понимание потенциальных угроз, связанных с технологией отклонения астероидов, появилось чуть позже.
- Биологическое оружие известно уже много веков, но его убийственный союз с молекулярной биологией возник совсем недавно.
- Мы, люди, уже спровоцировали вымирание видов, сравнимое по величине только с тем, что пришлось на конец мелового периода. Но лишь в течение последнего десяти-

летия стали понятны масштабы этих вымираний и возможность того, что непонимание биологических взаимосвязей на Земле может угрожать нашему будущему.

Посмотрите на даты из этого списка и оцените, сколько новых технологий сейчас находится в разработке. Не логично ли, что нам предстоит открыть и другие опасности, среди которых найдутся и более серьезные?

Из множества дискредитированных проявлений самодовольного шовинизма лишь одно пока не сдает позиций, единственное человеческое качество, кажущееся уникальным: по причине наших собственных действий или бездействия, а также злоупотребления технологиями мы живем в экстраординарное время — по крайней мере в масштабах Земли: впервые биологический вид способен сам себя уничтожить. Но в это самое время, могли бы отметить вы, наш вид оказался в силах отправиться к другим планетам и звездам. Две эпохи, наступившие благодаря одним и тем же технологиям, совпали: несколько веков в 4,5 млрд истории планеты. Если бы вас случайным образом забросили на Землю в любой момент прошлого (или будущего), шансы оказаться именно в этой эпохе составили бы менее одного на десять миллионов. Наш долг перед будущим высок именно сейчас.

Возможно, это типичная последовательность, через которую проходят многие миры. Молодая планета безмятежно обращается вокруг своей звезды; медленно развивается жизнь; на планете появляются, калейдоскопически сменяя друг друга, разнообразные существа; возникает разум, который, как минимум до определенного момента, крайне способствует выживанию; затем совершенствуются технологии. Разумных существ осеняет, что существуют законы природы, что эти законы можно открыть путем эксперимента и что знание этих законов позволяет как спасать, так и отнимать жизнь, причем в беспрецедентных масштабах. Наука — осознают эти существа — дает

К небу!

невероятное могущество. Они мигом создают инструменты для изменения миров. Некоторые планетарные цивилизации способны спланировать будущее, определиться с тем, что можно сделать и чего делать нельзя, поэтому спокойно проходят период невзгод. Другие, менее благоразумные или менее везучие, исчезают.

Поскольку в долгосрочной перспективе любому планетарному сообществу угрожают удары из космоса, любая уцелевшая цивилизация обязана стать космической — не из исследовательского или романтического фанатизма, а по самой что ни на есть веской причине: чтобы выжить. Если же вы провели в космосе века или тысячелетия, перемещаете небольшие миры и корректируете планеты, то ваш вид уже выбрался из колыбели. Если другие цивилизации существуют, то многие из них в конце концов отправятся далеко от дома*.

ПРЕДЛАГАЛИСЬ СРЕДСТВА для оценки того, насколько небезопасно наше нынешнее положение; примечательно, что при этом никоим образом не рассматривалась природа таких опасностей. Джон Ричард Готт III — астрофизик из Принстонского университета предлагает нам принять обобщенный «принцип Коперника». Подобный феномен я описывал в дру-

* Может ли планетарная цивилизация, пережившая собственную юность, попытаться вдохновить другие цивилизации, которые пока сражаются со своими нарождающимися технологиями? Возможно, ее представители специально постараются поведать всем о своем существовании, триумфально объявить, что избежать самоуничтожения возможно. Или они на первых порах будут очень осторожны? Избежав рукотворных катастроф, они, возможно, побоятся признаваться в собственном существовании, чтобы их не нашла какая-нибудь другая неизвестная враждебная цивилизация из космической тьмы, стремящаяся к расширению жизненного пространства или рабовладельчеству. Так можно было бы исключить потенциальный конфликт. Возможно, именно по этой причине мы должны исследовать соседние звездные системы, но аккуратно.

Может быть, они молчат по другой причине: если нарождающиеся цивилизации получают известия о существовании высокоразвитой, то могут не приложить максимальных усилий, чтобы обезопасить собственное будущее, а вместо этого будут надеяться, что «к нам кто-нибудь прилетит и спасет нас от самих себя». — *Прим. авт.*

гой работе, называя его «принципом заурядности». Вполне вероятно, что наше время не является по-настоящему экстраординарным. Как и любое другое. Высока вероятность, что мы рождаемся, проживаем свои дни и умираем где-то в обширном отрезке «среднего возраста» нашего вида (или государства, или цивилизации). Готт считает, что мы практически наверняка не живем в первые или последние времена. Итак, если наш вид очень молод, из этого следует, что он вряд ли просуществует долго, поскольку если бы ему это было *суждено*, то ваша жизнь (и жизнь всех наших современников) была бы уникальна уже потому, как близко от зарождения всего вида она протекает (в пропорциональном отношении).

Каков ожидаемый срок жизни нашего вида? Готт приходит к выводу, что с вероятностью 97,5% люди просуществуют еще не более 8 млн лет. Это верхний предел, примерно столько в среднем существовали другие виды млекопитающих. В таком случае наши технологии ни навредят, ни помогут. Но нижний предел, указываемый Готтом с такой же вероятностью, составляет всего 12 лет. Он не гарантирует и вероятности 40 к 1, что люди по-прежнему будут существовать на Земле, когда нынешним младенцам предстоит стать подростками. В повседневной жизни мы очень стараемся не идти на столь высокие риски, скажем, не летать на самолетах, вероятность крушения которых — 1 к 40. Мы согласимся на хирургическую операцию, после которой выживает 95% пациентов, если только вероятность смертельного исхода при нашей болезни — не более 5%. Вероятность того, что наш вид просуществует еще 12 лет, — всего 40 к 1. Если эта оценка верна, то она вызывает крайнее беспокойство. Если Готт прав, то мы можем не просто никогда не долететь до звезд — вполне возможно, что мы не продержимся и до первого футбольного матча на другой планете.

Мне кажется, что в этом утверждении есть странные истерические нотки. Ничего не зная о нашем виде кроме его воз-

К небу!

раста, мы делаем количественные оценки, касающиеся человеческого будущего, заявляем об их высокой достоверности. Как? Мы остаемся с победителями. Те, кто существовал долго, вероятно, просуществуют еще немалое время. Новички обычно быстро исчезают. Единственное довольно вероятное допущение состоит в том, что нет ничего особенного в том моменте, в который мы задаемся этими вопросами. Почему же этот аргумент неудовлетворителен? Лишь потому, что нас уязвляют его следствия?

Нечто наподобие принципа заурядности должно применяться очень широко. Но мы не столь невежественны, чтобы считать заурядным все вокруг. В нашем времени есть что-то особенное — и дело не только в хронологическом шовинизме, который, бесспорно, ощущают жители каждой эпохи, но и в описанных выше уникальных и крайне важных для нашего вида шансах на будущее. Впервые в истории а) наши экспоненциально развивающиеся технологии достигли порога, за которым — самоуничтожение, но в то же время б) мы можем избежать гибели или отсрочить ее, если отправимся куда-нибудь еще, покинем Землю.

Два этих набора возможностей, а) и б), придают нашему времени экстраординарность прямо противоположным образом. Они одновременно а) подкрепляют и б) ослабляют тезис Готта. Я не в состоянии спрогнозировать, приблизят ли новые разрушительные технологии гибель человечества либо, наоборот, новые космические технологии ее отдалят. Но поскольку никогда ранее мы не создавали средств для самоуничтожения, равно как не разрабатывали технологий для заселения других миров, я полагаю, что тем самым убедительно доказывается экстраординарность нашего времени, именно в контексте утверждения Готта. Если это так, то значительно расширяется предел допустимой погрешности таких оценок будущего. Плохое становится хуже, хорошее — лучше: наши краткосрочные перспективы оказываются еще непри-

гляднее и если мы сможем пережить этот период, то в долгосрочной перспективе наши шансы становятся еще радужнее, чем описывает Готт.

Но первое более не является причиной для отчаяния, а второе — для самоуспокоения. Ничто не вынуждает нас оставаться пассивными наблюдателями, уныло стенать, пока наша судьба рано или поздно не разрешится. Если мы не сможем буквально схватить судьбу за горло, то, пожалуй, сможем поменять ее курс, смягчить или избежать ее.

Разумеется, мы должны сохранить нашу планету обитаемой — причем заниматься этим нужно не неторопливо, в течение веков или тысячелетий, а срочно, в ближайшие десятилетия или даже годы. Для этого потребуются изменения на уровне государства, промышленности, этики, экономики и религии. Мы никогда не делали подобного ранее, как минимум — в глобальном масштабе. Это может оказаться для нас слишком сложным. Опасные технологии могут излишне распространиться. Коррупция может оказаться всепроникающей. Слишком многие лидеры могут мыслить в краткосрочной, а не в долгосрочной перспективе. Возможно, будет слишком много конфликтующих этнических групп, национальных государств и идеологий, что не позволит реализовать правильные глобальные изменения. Мы можем оказаться настолько недалекими, что не распознаем даже реальных опасностей либо будем получать большую часть информации о них от тех людей, которые лично заинтересованы в минимизации фундаментальных перемен.

Правда, в истории человечества также были случаи долгосрочных социальных изменений, которые почти всем казались невозможными. С первых дней мы трудились не только ради собственной выгоды, но и для наших детей и внуков. Мои родители, дедушка и бабушка делали это для меня. Зачастую, несмотря на наши различия, несмотря на застарелую ненависть, мы объединялись перед лицом общего врага. По-видимому, сей-

час мы гораздо лучше готовы признавать стоящие перед нами опасности, чем еще десять лет назад. Недавно обнаруженные опасности в равной мере угрожают всем нам. Никто не может сказать, чем они обернутся в итоге.

СОГЛАСНО КИТАЙСКОЙ МИФОЛОГИИ, дерево бессмертия росло на Луне. Дерево долговечности, пусть и не бессмертия, по-видимому, действительно растет в других мирах. Если бы мы вышли на другие планеты, если бы во многих мирах сложились самодостаточные человеческие общества, то наш вид защитился бы от катастрофы. Истощение защитного озонового слоя на одной планете так или иначе должно послужить предупреждением о том, как следует заботиться о таком озоновом щите на другой. Если на одной планете случится апокалиптический удар из космоса, то, вероятно, остальные планеты его избегут. Чем больше людей будут жить за пределами Земли, тем разнообразнее будут населенные нами миры, планетарная инженерия, тем шире окажется разброс социальных стандартов и ценностей — тем защищеннее будет человеческий вид.

Если вы выросли в глубокой пещере маленького мира, где гравитация в сотню раз слабее земной, а через порталы видно черное небо, то у вас будут совершенно иные представления, интересы, предубеждения и предрасположенности, чем у тех, кто живет на поверхности родной планеты. То же касается жизни на Марсе, Венере или Титане в разгар терраформирования. Такая стратегия — дробление на множество более мелких самостоятельно распространяющихся групп, каждая из которых обладает немного иными достоинствами и проблемами, но все испытывают местечковую гордость — широко распространена в эволюции жизни на Земле и наших предков в частности. Возможно, этот факт является ключевым для понимания того, почему люди устроены так, а не иначе*. Это второе

* См.: *Shadows of Forgotten Ancestors: A Search for Who We Are*, by Carl Sagan and Ann Druyan (New York: Random House, 1992). — *Прим. авт.*

из недостающих обоснований для постоянного присутствия человека в космосе: повысить шансы на выживание, уберечься не только от тех катастроф, которые мы можем предвидеть, но и от пока не известных. Готт также полагает, что создание человеческих поселений в других мирах может дать нам наивысшие шансы обмануть статистику.

Подобные страховочные меры обойдутся не слишком дорого — по крайней мере дешевле многих дел, которыми мы занимаемся на Земле. Для этого даже не потребуется удваивать бюджеты на космонавтику современных космических держав (в любом случае известно, что они составляют лишь малую долю от военных бюджетов и многих других необязательных расходов, которые могут показаться сомнительными и даже легкомысленными). Вскоре мы могли бы отправить людей на околоземные астероиды и оборудовать базы на Марсе. Мы знаем, как сделать это даже при помощи современных технологий за срок, не превышающий человеческой жизни. А технологии будут быстро совершенствоваться. Мы будем выходить в космос все увереннее.

Серьезные работы по отправке людей на другие планеты относительно недороги при расчете на ежегодной основе, причем настолько, что не могут всерьез конкурировать с безотлагательными социальными проблемами на Земле. Если бы мы вступили на этот путь, то потоки изображений из других миров лились бы на Землю со скоростью света. Благодаря виртуальной реальности космические приключения оказались бы доступны миллионам тех, кто остался на Земле. Косвенное участие стало бы гораздо реальнее, чем в любую другую эпоху исследований и открытий. Чем больше представителей разных культур вдохновит и зажжет такая перспектива, тем вероятнее, что она наступит.

Но по какому праву, можем мы спросить себя, человек собирается обживать, изменять и завоевывать другие миры? Если в Солнечной системе живет кто-либо еще, то этот вопрос ста-

новится важен. Если же в этой системе нет никого, кроме нас, разве мы не вольны ее заселить?

Разумеется, наши исследования и колонизация должны предполагать уважение к планетарным экосистемам и к тем научным знаниям, которые они таят. Это простое благоразумие. Конечно же, исследования и заселение должны быть равноправными и международными, ими должны заниматься представители всего человеческого рода. Наша колониальная история в этом отношении не слишком вдохновляет; но на этот раз мы идем не за золотом, пряностями или рабами, не в стремлении обратить небеса в единую истинную веру, как поступали европейские исследователи в XV–XVI вв. На самом деле это одна из основных причин, по которым мы наблюдаем такой неравномерный прогресс, такую нерегулярность пилотируемых космических программ разных государств.

Несмотря на все проявления провинциализма, о которых я сетовал в начале этой книги, в данном случае я считаю себя беззастенчивым прочеловеческим шовинистом. Если в Солнечной системе существует другая жизнь, то с приходом человека она окажется в непосредственной опасности. В таком случае я, возможно, даже соглашусь, что обеспечение безопасности нашего вида путем заселения других миров как минимум частично отягощается той угрозой, которую мы можем представлять для кого-либо еще. Но, насколько мы можем судить (по крайней мере пока), в нашей системе нет никакой другой жизни, ни единого микроба. Только земная.

В таком случае от имени земной жизни я настаиваю, что с полным пониманием ограниченности наших возможностей мы значительно расширим наши знания о Солнечной системе, а затем приступим к заселению других миров.

Это и есть недостающие практические аргументы: защита Земли от катастрофических космических столкновений, иначе неизбежных, перестраховка на случай других опасностей, известных и неизвестных, угрожающих той среде, которая

нам жизненно необходима. Без этих аргументов вполне могут отсутствовать веские причины для отправки людей на Марс и куда-либо еще. Но с ними — а также с дополнительными аргументами, касающимися науки, образования, перспектив и надежды, — думаю, можно сделать убедительное обоснование. Если на кону наше выживание в долгосрочной перспективе, то мы должны отправиться к другим мирам просто из ответственности перед собственным видом.

Как моряки в полный штиль, мы чувствуем усиливающийся бриз.

КРАДУЧИСЬ ПО МЛЕЧНОМУ ПУТИ

Клянусь местами заката звезд!

Если бы вы только знали,
что это — клятва великая.

Коран, Сура 56, VII в.

Разумеется, странно покинуть привычную землю,
Обычаев не соблюдать, усвоенных нами едва ли.

Райнер Мария Рильке. Первая элегия (1923)

Перспективы подняться в небеса и изменять другие миры по нашему разумению — независимо от того, какими благими намерениями мы при этом руководствуемся, — сами по себе тревожны. Мы помним о человеческой склонности к гордыне; припоминаем нашу слабость к новейшим технологиям и то, как ошибочно их оцениваем. Мы знаем историю о Вавилонской башне, верхушка которой могла достать до небес, и опасения Бога, что люди «не отстают от того, что задумали делать».

Открываем псалом 113, где высказывается точка зрения на другие миры: «Небо — небо Господу, а землю Он дал сынам человеческим». Платон также излагает греческий миф, аналогичный сюжету о Вавилонской башне, — об Оте и Эфиальте. Это были смертные, «осмелившиеся взойти на небеса». Боги оказались перед выбором. Должны ли они умертвить дерзких людей и «истребить их род молниями»? С одной стороны, в таком случае «не стало бы жертв и поклонений, возносимых людьми», а боги и богини очень в них нуждались. Но с другой — «боги не могут не пресечь такое высокомерие».

Однако если в долгосрочной перспективе у нас на самом деле не останется альтернативы, если нам придется выбирать — один мир или несколько, то нам придется вдохновляться иными мифами. Они существуют. Многие религии, от индуизма до гностического христианства и мормонизма, учат, что — как бы неблагоприятно это ни звучало — цель людей заключается в том, чтобы стать богами. Можно обратиться и к сюжету из иудейского Талмуда. (Он подозрительно перекликается с рассказом о яблоке, древе познания, грехопадении и изгнании из Эдема.) В земном раю Бог говорит Еве и Адаму, что Он специально оставил Вселенную незавершенной. Долг людей — в течение бесчисленных поколений поучаствовать вместе с Богом в «славном» эксперименте — «завершить Творение». Бремя такой ответственности тягостно, особенно для столь слабых и несовершенных существ, как мы, с такой горестной историей. Не стоит замахиваться ни на что, даже отдаленно напоминающее «завершение», не имея гораздо более обширных знаний, чем есть у нас сегодня. Но, возможно, если на кону окажется наше существование, мы найдем в себе силы вырасти до этой величайшей задачи.

ПУСТЬ И ПОЧТИ НЕ ПРИБЕГАЯ к аргументам, изложенным в предыдущей главе, именно Роберт Годдард интуитивно предположил, что «плавание в межпланетном пространстве должно быть освоено, чтобы обеспечить сохранение человечества». Константин Циолковский высказывал схожее суждение:

Бесчисленные планеты — земли — есть острова беспредельного эфирного океана. Человек занимает один из них. Но почему он не может пользоваться и другими, а также и могуществом бесчисленных солнц?.. Когда истощится энергия Солнца, разумное начало оставит его, чтобы направиться к другому светилу, недавно загоревшемуся, еще во цвете силы*.

* Циолковский К. Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами // Научное обозрение. Ежемесячный научно-философский и литератур-

Он предполагал, что это может быть сделано и ранее, задолго до угасания Солнца, «отважными душами, стремящимися покорить новые миры».

Но, обдумывая все эти высказывания, я беспокоюсь. Не слишком ли напоминает Бака Роджерса?* Предполагают ли они абсурдную уверенность в технологиях будущего? Игнорируют ли мои собственные замечания о человеческом несовершенстве? Разумеется, в краткосрочной перспективе они содержат предубеждение против технологически слабо развитых государств. Существуют ли практические альтернативы, чтобы избежать этих подводных камней?

Все те экологические проблемы, которые мы навлекли на себя сами, все наше оружие массового поражения — это результат нашей науки и технологий. «Хорошо, — можете сказать вы, — давайте просто откажемся от науки и технологий. Давайте признаем, что эти средства небезопасны. Попробуем создать более простое общество, где, независимо от нашей ответственности или неадекватности, мы не сможем воздействовать на экологию в глобальном или даже в региональном масштабе. Откатимся назад к минимальным, в первую очередь аграрным технологиям, введем строгий контроль над новыми знаниями. Проверенный и действенный способ обеспечения такого контроля — авторитарная теократия».

Однако такая глобальная культура будет неустойчива в долгосрочной перспективе, а то и в краткосрочной — из-за темпов технического прогресса. Все время будут тлеть человеческие склонности к самообогащению, зависти и соперничеству; рано или поздно мы ухватимся за возможности краткосрочных локальных выигрышей. Если не ввести строгие ограничения на интеллектуальную и практическую деятельность, мы мигом

ный журнал/Под ред. М. Филиппова. №5. Май. СПб.: Типография Э.Л. Пороховщиковой, 1903.

* Герой американских фантастических комиксов про освоение космоса. — Прим. ред.

вернемся к сегодняшнему состоянию. Общество с такой степенью контроля должно наделить огромной властью элиты, осуществляющие контроль, что приведет к грубым злоупотреблениям и, наконец, мятежу. После того как мы обладали богатствами, комфортом и всесильными лекарствами, которые дала нам технология, очень сложно подавить человеческую изобретательность и стяжательство. Хотя подобная деволуция глобальной цивилизации, будь она возможна, вполне могла бы решить проблему рукотворных технологических катастроф, она также оставила бы нас беззащитными перед столкновением с кометой или астероидом, которое бы рано или поздно произошло.

Можно представить себе еще более глубокий откат, к обществу охотников и собирателей, когда мы обеспечивали себя лишь дарами природы, отказаться даже от земледелия. Дротик, палка-копалка, лук, стрелы, огонь — таких технологий было бы достаточно. Но Земля способна обеспечить в лучшем случае несколько десятков миллионов охотников и собирателей. Как бы мы снизили население Земли до такого уровня, не учиняя тех самых катастроф, которых стремимся избежать? Кроме того, мы едва ли вспомним, как жить охотой и собирательством: мы забыли культуры этих людей, их навыки, оружие. Мы почти полностью их перебили, разрушили большую часть экосистем, поддерживавших их существование. Даже если бы мы взялись за это со всей серьезностью, то не могли бы вернуться назад — может быть, за исключением считанных единиц. Опять же, если бы мы могли вернуться, то были бы беспомощны перед катастрофическим ударом из космоса, который бы неизбежно произошел.

Альтернативы — не просто зло, они к тому же неэффективны. Большинство угроз, с которыми мы сталкиваемся, действительно обусловлены наукой и технологиями, но на более фундаментальном уровне они вызваны тем, что мы стали могущественнее, при этом не став соизмеримо мудрей. Средства изменения миров, полученные нами благодаря технологии,

требуют такой осмотрительности и дальновидности, которые не требовались нам никогда ранее.

Разумеется, наука — как палка о двух концах: ее достижения могут быть использованы как во благо, так и во зло. Но откреститься от науки нельзя. Ранние предупреждения о техногенных угрозах также дает наука. Возможно, для решения проблем от нас потребуется нечто большее, чем простые технологические коррективы. Многим придется повысить свой образовательный уровень. Возможно, нам потребуется изменить наши общественные институты и поведение. Но наши проблемы, каковы бы ни были их источники, нельзя решить в отрыве от науки. Угрожающие нам технологии и нейтрализация этих угроз проистекают из одного источника. Они идут ноздря в ноздрю.

Напротив, если бы человеческие общества существовали в нескольких мирах, то наши перспективы были бы гораздо более радужными. Мы бы смогли разнообразить наши активы. Практически буквально разложили бы все яйца в несколько корзин. Каждое общество могло бы гордиться благами собственного мира, своей планетарной инженерией, социальным укладом, наследственной предрасположенностью. Культурные различия неизбежно оберегались бы и подчеркивались. Такое разнообразие стало бы средством выживания.

Когда внеземные колонии стали бы лучше себя обеспечивать, в них назрели бы все условия для поддержки технологического прогресса, свободы духа и авантюризма — даже если бы оставшиеся на Земле стали ценить осмотрительность, опасаться новых знаний и ввели в обществе драконовский контроль. После того как в других мирах состоятся первые самодостаточные общества, земляне также смогут упростить свой социум и расслабиться. Космические колонисты обеспечили бы тем, кто остался на Земле, реальную защиту от редких, но катастрофических столкновений с кометами и астероидами, движущимися по опасным траекториям. Разумеется, именно по этим

причинам люди из космоса всегда имели бы хороший козырь при разрешении любых серьезных споров с землянами.

Перспективы наступления такого времени разительно контрастируют с прогнозами о том, что научный и технологический прогресс в настоящее время приближается к какому-то асимптотическому пределу; что искусство, литература и музыка никогда не приблизятся к тем высотам, которых человеку уже приходилось достигать, тем более — не превзойдут их. Маловероятно и то, что политическая жизнь на Земле вот-вот достигнет некой незыблемой стабильности, когда в мире установится глобальная либерально-демократическая власть и наступит «конец истории», описанный Гегелем. Такая космическая экспансия также контрастирует с иной тенденцией, которая вырисовывается сегодня и ведет к авторитаризму, цензуре, этнической ненависти и глубоко подозрительно-му восприятию любознательности и обучения. Действительно, я полагаю, что с учетом некоторых корректив заселение Солнечной системы предвещает бесконечную эру ослепительных достижений в науке и технологии, культурный расцвет и разнообразные эксперименты в области политического и общественного устройства, которые развернутся там, в небе. Во многих отношениях исследование Солнечной системы и колонизация других миров — это скорее не конец, а начало истории.

ЗАГЛЯНУТЬ В БУДУЩЕЕ НЕВОЗМОЖНО, как минимум для человека, особенно — на несколько веков. Никому до сих пор не удавалось предсказать будущее достаточно последовательно и подробно. Определенно я не думаю, что справился бы с этим. С некоторым трепетом я дописал книгу до этого места, поскольку мы только начинаем осознавать поистине беспрецедентные вызовы, которые бросают нам наши технологии. Думаю, эти вызовы подразумевают очевидные последствия, некоторые из них я постарался кратко здесь изложить. Есть и не столь очевидные, гораздо более долгосрочные

последствия, в которых я уверен гораздо меньше. Тем не менее хотел бы представить их вашему вниманию.

Даже когда наши потомки обживут околоземные астероиды, Марс и спутники во внешней части Солнечной системы, а также в поясе Койпера, они все равно не будут в безопасности. В долгосрочной перспективе Солнце может извергать колоссальные вспышки рентгеновского и ультрафиолетового излучения; Солнечная система войдет в одно из огромных межзвездных облаков, таящихся поблизости, и на планетах станет темно и холодно; град убийственных комет и далее будет сыпаться из облака Оорта, угрожая цивилизациям во множестве соседних миров; мы узнаем, что одна из ближних звезд вот-вот превратится в сверхновую. В очень отдаленной перспективе Солнце (которому предстоит эволюционировать в красный гигант) станет крупнее и ярче, вода и воздух с Земли начнут утекать в космос, почва обуглится, океаны вскипят и испарятся, горные породы улетучатся, и наша планета в итоге утонет в недрах Солнца.

Солнечная система, отнюдь не сотворенная для нас, в итоге станет слишком опасной. В долгосрочной перспективе может быть не очень разумно складывать все яйца в одну звездную корзинку, несмотря на то, какой уютной еще недавно была Солнечная система. Циолковский и Годдард также сознавали, что когда-нибудь нам придется ее покинуть.

«Если это касается нас, — могли бы спросить вы, — то почему не касается остальных? А если *касается* — то почему они еще не здесь?» На этот вопрос есть много возможных ответов, в том числе и такой: они *были* здесь, хотя доказательства этого удручающе скудны. Возможно, никого здесь и не было, так как все они практически без исключений успели самоуничтожиться, прежде чем освоили межзвездные путешествия, либо во всех 400 млрд звездных систем в Галактике есть только одна технологическая цивилизация — наша.

Более вероятное объяснение, на мой взгляд, проистекает из того простого факта, что космос огромен и звезды рас-

положены далеко друг от друга. Даже если бы существовали цивилизации, значительно более древние и высокоразвитые, чем наша, — которые расселялись бы из родных миров, видоизменяли другие, а затем отправлялись дальше, к звездам, — они вряд ли бы попали сюда согласно расчетам, выполненным мною и Уильямом Ньюменом из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Пока. А поскольку скорость света конечна, до них еще не дошла теле- и радиоинформация о том, что на одной из околосолнечных планет возникла технологическая цивилизация. Пока.

Если оправдаются оптимистические оценки, согласно которым примерно у одной звезды на миллион развивается технологическая цивилизация и эти цивилизации равномерно распределены по Млечному Пути, то со всеми этими оговорками, как мы помним, ближайшая такая цивилизация может оказаться в нескольких сотнях световых лет от нас, как минимум в 100 световых годах, но, вероятнее, примерно в 1000 световых лет. Впрочем, ее вообще может не оказаться на любом расстоянии. Предположим, ближайшая цивилизация, расположенная на внесолнечной планете, удалена от нас на 200 световых лет. Тогда примерно через 150 лет после сегодняшнего дня они могут поймать наши примитивные послевоенные телепередачи и сигналы радаров. Какой вывод они сделают? Год от года сигналы будут становиться громче, интереснее, возможно, тревожнее. В конце концов они могут откликнуться по радио или прилететь сами. В любом случае скорость отклика, вероятно, будет ограничена конечной скоростью света. При всех этих крайне неопределенных оценках ответ на наш призыв, посланный в глубины космоса в середине прошлого века, не придет ранее 2350 г. Если инопланетяне обитают дальше, то и времени потребуется много, а если намного дальше — гораздо больше. Возникает интересная возможность: мы впервые можем поймать сообщение от инопланетной цивилизации, причем сообщение, адресованное именно нам (а не своеобразную

анонимную рассылку), когда уже обоснуемся во многих мирах нашей Солнечной системы, готовясь двигаться дальше.

Однако, будет такое сообщение или нет, у нас есть резон идти дальше и искать другие солнечные системы. Или — что даже надежнее в этом непредсказуемом и бурном секторе Галактики — переселить часть людей в автономные жилища, расположенные в межзвездном пространстве, подальше от тех угроз, что исходят от звезд. Думаю, такой мир будущего постепенно разовьется естественным образом, даже в отсутствие какой-либо грандиозной цели для межзвездных путешествий.

Возможно, ради безопасности некоторые сообщества пожелают разорвать связи с остальным человечеством и освободиться от влияния других социумов, других этических кодексов и технологических императивов. В то время, когда буксировка комет и астероидов станет обыденностью, мы сможем заселить небольшой мир, а затем отпустить его в свободное плавание. В течение жизни сменяющих друг друга поколений, пока астероид будет улетать вдаль, Земля превратится сначала в яркую звезду, затем в бледное пятнышко и, наконец, исчезнет из виду. Солнце также будет тускнеть, пока не превратится в желтоватую сияющую точку и не затеряется среди тысяч других таких точек. Путешественники отправятся в межзвездную ночь. Возможно, некоторые подобные сообщества удовлетворятся эпизодическими сеансами связи с родной планетой по радио или при помощи лазера. Другие, уверенные, что их шансы на выживание выше, чем у землян, а также опасющиеся вмешательства, попытаются исчезнуть. Может быть, все контакты с ними в итоге будут утрачены и даже об их существовании забудут.

Однако даже на крупном астероиде или массивной комете ресурсы ограничены, и в итоге потребуются искать дополнительные источники существования где-нибудь еще — особенно это касается питьевой воды, атмосферы, пригодной для дыхания, а также водорода — топлива для термоядерных реакторов. Поэто-

му в долгосрочной перспективе такие сообщества могут мигрировать из одного мира в другой, не ностальгируя ни по одному из них. Возможно, это будет называться «первопроходчеством» или «обживанием». Менее сочувственный наблюдатель сказал бы, что это «полное высасывание» одного мира за другим. Но в кометном облаке Оорта триллионы малых миров.

Живя малой группой на неприглядной «мачехе-земле» далеко от Солнца, мы будем знать, что для добычи каждой крошки пищи и капли воды требуется безупречно владеть перспективными технологиями; однако эти условия не будут радикально отличаться от тех, что привычны нам сегодня. Добыча ископаемых из скал, погоня за теми ресурсами, которые быстро расходуются, — все это кажется до странности знакомым, как полузабытые детские воспоминания. Это возврат к той самой деятельности, которой занимались наши предки, охотники и собиратели, — но с некоторыми важными коррективами. В течение 99,9% существования человечества на Земле мы жили именно так. Судя по последним сохранившимся охотникам и собирателям, которых вот-вот поглотит глобальная цивилизация, жаловаться нам особенно не на что. Именно такой образ жизни нас сформировал. Итак, после короткого, лишь отчасти успешного опыта оседлости мы можем вновь стать странниками — уже более подкованными технологически, чем ранее. Правда, ведь и в древности нашей единственной защитой от вымирания были технологии — каменные орудия и огонь.

Если безопасность заключается в изоляции и дальней миграции, то некоторые наши потомки в итоге отселятся на внешние кометы облака Оорта. Там, где между триллионами кометных ядер пролегают такие расстояния, как между Землей и Марсом, нам будет чем заняться*.

* Даже если мы не будем особенно спешить, к тому времени мы, возможно, научимся летать на малых мирах быстрее, чем сегодня — на космических кораблях. В таком случае наши потомки когда-нибудь нагонят два аппарата «Вояджер» — запущенных в далеком XX в. — прежде, чем те выйдут за пределы облака Оорта и направятся в межзвездное пространство. Возможно, они сохраняют эти реликтовые зонды из незапамятных времен. А может быть, отпустят их дальше. — *Прим. авт.*

Дальние окраины околосолнечного облака Оорта, вероятно, находятся на полпути к ближайшей звезде. Не у всякой звезды есть подобные облака, но, вероятно, у многих. По мере того как Солнце движется мимо соседних звезд, наше облако Оорта будет встречать другие кометные облака и частично смешиваться с ними — подобно двум роям мошкары, которые, однако, не сталкиваются. В таком случае заселить комету другой звезды будет не сложнее, чем околосолнечную. С границ какой-нибудь другой солнечной системы дети голубого пятнышка могут вожаденно рассматривать далекие движущиеся яркие точки — крупные (и хорошо освещенные) планеты. Некоторые сообщества, испытывающие многовековую человеческую любовь к океанам и играющим на волнах солнечным бликам, могут пуститься в долгий путь к ярким, теплым и гостеприимным планетам нового солнца.

Другие группы могут счесть такую стратегию слабостью. Планеты — места естественных катастроф. На планетах уже может существовать собственная жизнь, в том числе разумная. Иные существа вполне могут найти планету. Лучше оставаться во тьме. Лучше расселяться по множеству мелких сумрачных миров. Скрываться.

КОГДА МЫ СМОЖЕМ ПОСЛАТЬ далеко от дома наши аппараты и сами отправиться вслед за ними, вдаль от планет — когда действительно выйдем на просторы Вселенной, — нам предстоит столкнуться с феноменами, не сравнимыми с чем-либо виденным ранее. Вот три возможных примера.

Во-первых, на расстоянии около 500 а. е. от Солнца — что примерно в 10 раз дальше Юпитера и, соответственно, гораздо ближе, чем облако Оорта, — начинается что-то экстраординарное. Гравитация там действует точно как линза, фокусирующая отдаленные изображения. В настоящее время фиксируется гравитационное линзирование, вызываемое отдаленными звездами и галактиками. В 550 а. е. от Солнца —

куда можно добраться всего за год, если развить скорость в 1% скорости света, — начинается такая фокусировка (хотя, если учитывать воздействие солнечной короны, светящегося облака ионизированного газа, окружающего Солнце, фокус может начинаться значительно дальше). Там далекие радиосигналы напоминают резко усиленный шепот. Увеличение далеких изображений позволит нам (даже при помощи среднего радиотелескопа) рассмотреть континент на планете у ближайшей звезды либо внутреннюю часть звездной системы в ближайшей спиральной галактике. Если вы сможете свободно перемещаться по воображаемой сферической оболочке на нужном фокусном расстоянии, оставаясь на одинаковом расстоянии от Солнца, это позволит вам свободно исследовать Вселенную с невероятным увеличением, разглядывать ее с беспрецедентной четкостью, прослушивать радиосигналы далеких цивилизаций, если таковые существуют, а также рассмотреть события, происходившие на заре существования Вселенной. Линзу можно было бы использовать и иным образом — усиливать наш сигнал, даже сравнительно умеренный, чтобы он был слышен на невероятных расстояниях. Именно эти причины влекут нас за сотни и тысячи астрономических единиц. Другие цивилизации будут знать о собственных областях гравитационного линзирования, зависящих от массы и радиуса конкретной звезды. В некоторых случаях такая область будет начинаться немного ближе, чем у нас, в других — немного дальше. Гравитационное линзирование может служить общим стимулом, подталкивающим цивилизации к исследованию регионов, начинающихся прямо за планетной частью их звездных систем.

Во-вторых, задумайтесь о коричневых карликах. Это гипотетические звезды, имеющие очень низкие температуры. Они значительно массивнее Юпитера, но гораздо меньше Солнца. Не известно, существуют ли они. Некоторые эксперты, пользуясь ближними звездами в качестве гравитационных линз и рассматривающие более далекие светила, заявляют, что уже

обнаружили коричневых карликов. В крошечной части неба, которая уже отсмотрена с помощью такой техники, предполагается существование огромного количества коричневых карликов. Другие не соглашаются. В 1950-е гг. астроном Харлоу Шепли из Гарварда, называвший коричневые карлики «звездами-лилипутами», предполагал, что они обитаемы. Он писал, что на их поверхности должно быть столь же тепло, как в июньский день в Кембридже, и при этом очень просторно. Люди могли бы выжить на таких звездах и исследовать их.

В-третьих: физики Б. Карр и Стивен Хокинг из Кембриджского университета показали, что флуктуации плотности вещества на самых ранних стадиях развития Вселенной могли породить самые разнообразные мелкие черные дыры. Первичные черные дыры (если они существуют) должны распадаться, испуская в космос излучение, что диктуется законами квантовой механики. Чем мельче черная дыра, тем быстрее она развивается. Любая первичная черная дыра на заключительной стадии распада сегодня должна была бы весить как целая гора. Все более мелкие уже исчезли. Поскольку распространенность — не говоря уж о существовании — первичных черных дыр зависит от того, что происходило в первые мгновения после Большого взрыва, никто не может утверждать, что они когда-либо будут найдены, и тем более мы не можем быть уверены, что они есть где-то неподалеку. Приблизительные верхние пределы их распространения были установлены после того, как не удалось найти короткие импульсы гамма-лучей, входящих в состав хокинговского излучения.

В отдельном исследовании Дж. Браун из Калифорнийского технологического института и Ханс Бете, один из пионеров ядерной физики, работавший в Корнеллском университете, предположили, что в Галактике разбросано около миллиарда непервичных черных дыр, возникших в ходе эволюции звезд. В таком случае ближайшая из них может находиться всего в 10 или 20 световых годах от нас.

Если в пределах нашей досягаемости есть черные дыры — сопоставимые по массе с горой либо со звездой — то мы сможем на собственном опыте изучить удивительную физику, а также получим новый гигантский источник энергии. Я ни в коем случае не утверждаю, что коричневые карлики или первичные черные дыры могут оказаться как в радиусе нескольких световых лет, так и где бы то ни было. Но когда мы выйдем в межзвездное пространство, мы неизбежно столкнемся с абсолютно новыми категориями чудес и интересностей, некоторые из которых сможем найти и практическое применение.

Я не знаю, где окончится моя цепочка аргументов. С течением времени нас будут увлекать вдаль все новые притягательные обитатели космического зверинца, будут случаться все более невероятные и губительные катастрофы. Вероятности кумулятивны. Но со временем вид, овладевший технологиями, также становится все более могучим, силы его превзойдут что угодно, о чем мы сегодня можем только помыслить. Пожалуй, если мы будем достаточно умелы (думаю, достаточно удачливым не станешь никогда), то в итоге заберемся очень далеко от дома, проплывем через звездные архипелаги обширной галактики Млечный Путь. Если мы встретим кого-либо еще — или, что более вероятно, они повстречают нас — между нами возникнет гармоничный контакт. Поскольку другие космические цивилизации, вероятно, будут гораздо совершеннее нас, вряд ли неуживчивые существа долго продержатся в межзвездном пространстве.

В конце концов, наше будущее может оказаться таким, какое Вольтер представлял для всего человечества:

И вот, то с помощью солнечных лучей, то на попутной комете он вместе со своими слугами перелетал с планеты на планету, подобно тому как перепархивает с ветки на ветку птица. Таким способом он за недолгий срок облетел весь Млечный Путь*.

* Вольтер. Философская повесть Микромегас из собрания сочинений в 3-х томах. — М.: Книжный клуб «Книгобек», 2015.

Даже сейчас мы открываем огромное количество газово-пылевых дисков, окружающих молодые звезды, — это те самые образования, из которых в нашей Солнечной системе 4,5 млрд лет назад сформировались Земля и другие планеты. Мы начинаем понимать, как тончайшие пылинки постепенно вырастают в планеты, как происходит аккреция больших землеподобных планет, которые быстро окутываются водородом и гелием и превращаются в скрытые ядра газовых гигантов; как мелкие планеты земной группы остаются со сравнительно тонкой атмосферой. Мы реконструируем историю миров — сколько льда и органики группируется в небесные тела на холодных задворках Солнечной системы, сколько камня и металлов собирают миры во внутренней части системы, согретой юным Солнцем. Мы начали осознавать определяющую роль первичных столкновений при переворачивании миров, высечении гигантских кратеров и бассейнов на их поверхности, а также внутри них, в закручивании планет, создании и уничтожении спутников, рождении колец. Возможно, при столкновениях с небес изливаются целые океаны, а затем планета покрывается слоем органических отложений — своеобразный последний штрих в создании миров. Мы начинаем применять эти знания к другим звездным системам.

В ближайшие несколько десятилетий у нас будет реальный шанс исследовать структуру, а отчасти — и состав многих других зрелых планетных систем, расположенных вокруг близлежащих звезд. Мы начнем понимать, какие черты нашей системы — норма, а какие — исключение. Какие планеты более распространены — похожие на Юпитер, на Нептун, на Землю? Либо в каждой звездной системе есть свои юпитеры, нептуны, земли? Какие еще существуют категории миров, пока нам не известные? Все ли солнечные системы окутаны обширными сферическими кометными облаками? Большинство звезд на небе — не одиночные, а двойные или кратные, где звезды обращаются по орбитам вокруг друг друга. Есть ли планеты

в таких системах?* Если да, то как они выглядят? Если, как мы сейчас полагаем, образование планетной системы есть обычное следствие эволюции звезды, возможно ли, что эволюция таких систем в других местах отличается? Как выглядят старые планетные системы, развивавшиеся на миллиарды лет дольше нашей? В ближайшие несколько столетий наши знания о других системах постоянно будут дополняться. Мы начнем понимать, какие из них посетить, какие засеять, а какие заселить.

Предположим, мы сможем постоянно двигаться с ускорением g — к которому привыкли на нашей старой доброй *терраферме*** — до середины нашего путешествия, а затем постоянно замедляться со значением g , пока не прибудем к месту назначения. В таком случае путь до Марса займет один день, до Плутона — полторы недели, до облака Оорта — год, а до ближайших звезд — несколько лет.

Даже скромная экстраполяция наших последних достижений в области транспорта позволяет предположить, что в ближайшие несколько веков мы сможем летать с околосветовой скоростью. Может быть, это безнадежно оптимистично. Может быть, на самом деле на это потребуются тысячелетия или более. Но если мы прежде не самоуничтожимся, то изобретем новые технологии, которые сегодня показались бы нам не менее удивительными, чем «Вояджер» нашим предкам, охотникам и собирателям. Даже сегодня можно представить себе способы — нескладные, отчаянно дорогие, честно говоря, неэффективные, — позволяющие сконструировать звездолет, развивающий околосветовую скорость. Со временем модели станут более удачными, доступными, эффективными. Придет время, когда мы избавимся от необходимости перепрыгивать с кометы на комету. Мы помчимся сквозь световые года и нач-

* Теперь мы знаем, что планеты есть и у двойных, и у кратных звезд. — *Прим. ред.*

** Так называли материковые территории Венецианской республики в Северной Италии. — *Прим. ред.*

нем колонизировать небо, как древнегреческие и древнеримские боги в книгах Августина Блаженного.

Возможно, эти потомки родятся на десятки или сотни поколений позже кого-либо, жившего на Земле. Культуры будут иными, технологии — гораздо более продвинутыми, языки изменятся, связь с искусственным интеллектом станет гораздо более тесной. Может быть, даже внешне эти существа будут заметно отличаться от своих почти мифических предков, которые в конце XX в. сделали первые осторожные шаги в космический океан. Но это будут люди — как минимум большей частью; они будут использовать высокие технологии и иметь историческую память. Несмотря на замечание Августина Блаженного о жене Лота, что «на пути спасения никто не должен желать прошлого», они не забудут Землю.

«Но мы и близко к этому не готовы», — может подуматься вам. Как написал Вольтер в своем «Мемноне», «наш маленький шар как раз и есть тот сумасшедший дом Вселенной между ста тысячами миллионов* миров». Мы, неспособные навести порядок даже на родной планете, раздираемые враждой и ненавистью, загрязняющие окружающую среду, убивающие друг друга из-за несдержанности, небрежности или даже умышленно — более того, будучи существами, еще недавно убежденными, что Вселенная была создана исключительно ради нашего удобства, — можем ли мы отправиться в космос, перемещать миры, переделывать планеты, расселяться в соседние звездные системы?

Я не думаю, что там окажемся именно мы с нашими нынешними обычаями и социальными установками. Если мы и далее будем накапливать лишь силу, а не мудрость, то, несомненно, самоуничтожимся. Для самого нашего существования в те далекие времена требуется, чтобы мы изменили наши институты и изменились сами. Как я берусь гадать о людях далекого

* Это значение практически совпадает с современными оценками количества планет, обращающихся вокруг звезд в галактике Млечный Путь. — *Прим. авт.*

будущего? Думаю, все дело здесь только в естественном отборе. Если мы станем хотя бы чуть более жестокими, недалекновидными, невежественными и эгоистичными, чем сейчас, то практически наверняка у нас нет будущего.

Если вы молоды, то, вполне возможно, застанете первые экспедиции человека на околоземные астероиды и на Марс. До освоения спутников газовых гигантов и кометного пояса Койпера нас отделяет еще множество поколений. Путешествий к облаку Оорта придется ждать еще дольше. К тому времени, как мы будем готовы заселить даже ближайшие планетные системы, люди изменятся. Это произойдет просто из-за смены многих поколений. Нас изменят и иные обстоятельства, в которых нам предстоит жить. Протезирование и генная инженерия. Необходимость. Наш вид умеет приспосабливаться.

Это не мы достигнем альфы Центавра и других соседних звезд. Это будет вид, очень напоминающий наш, но сохранивший больше наших достоинств и меньше недостатков; вид, чей образ жизни будет сильнее напоминать тот, который нас сформировал. Это будут более уверенные, дальновидные, умелые и благоразумные существа — такие, которых мы бы с удовольствием видели нашими посланниками во Вселенной. Ведь, насколько мы знаем, она изобилует гораздо более древними и могущественными существами, которые очень непохожи на нас.

Нам повезло, что звезды расположены так далеко друг от друга. Существа и миры изолированы друг от друга. Этот «карантин» ослабляется лишь для тех, кто обладает достаточным самосознанием и рассудительностью, чтобы путешествовать от звезды к звезде.

В НЕВООБРАЗИМЫХ ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБАХ, от сотен миллионов до миллиардов лет, центры галактик взрываются. В глубоком космосе мы повсюду наблюдаем галактики с «активными ядрами», квазары, галактики, деформированные

при столкновениях, с разорванными спиральными рукавами. Мы видим звездные системы, опаленные радиацией или поглощаемые черными дырами, и понимаем, что такие огромные периоды времени могут быть небезопасны даже для межзвездного пространства и галактик.

Млечный Путь окружает гало темной материи, простирающееся, возможно, на половину пути до ближайшей спиральной галактики (это М31 в созвездии Андромеда, в ней также содержатся сотни миллиардов звезд). Мы не знаем, ни что из себя представляет эта материя, ни как она структурирована, но частично* она может состоять из миров, не связанных с конкретными звездами. В таком случае наши потомки, жители далекого будущего, смогут спустя невероятное время закрепиться в межгалактическом пространстве и проникнуть в другие галактики.

Но за время, необходимое для заселения нашей Галактики, если не гораздо раньше, перед нами должен встать вопрос: насколько прочна эта тяга к безопасности, влекущая нас вдаль? Удовлетворимся ли мы однажды теми временами, которые выпали нашему виду, нашими успехами, а затем по доброй воле завершим космический этап? Через миллионы лет — а может быть, намного раньше — мы станем иными существами. Даже если мы не будем делать ничего специально, естественный отбор и мутации приведут либо к нашему вымиранию, либо к тому, что мы превратимся в какой-то другой вид примерно за такой период (насколько можно судить по другим млекопитающим). За время существования, типичное для вида млекопитающих, даже если бы мы были способны летать с околосветовой скоростью и ничем более не занимались, все равно, полагаю, мы бы не успели исследовать даже существенную

* В основном это может быть «небарионная» материя, состоящая не из знакомых нам протонов и нейтронов, равно как и не из антивещества. По-видимому, около 90% массы Вселенной приходится на это темное основное загадочное вещество, совершенно неизвестное на Земле. Возможно, однажды мы не только поймем темную материю, но и найдем для нее применение. — *Прим. авт.*

часть галактики Млечный Путь. Она просто слишком велика. А ведь кроме нее есть еще сто миллиардов галактик. Останутся ли наши нынешние мотивы неизменными в течение геологических, а тем более космологических отрезков времени, когда даже мы сами преобразимся? В такие отдаленные эпохи мы можем найти гораздо более грандиозные и стоящие варианты реализации наших амбиций, чем простое заселение неограниченного количества миров.

Некоторые ученые предполагали, что однажды мы сможем создать новые формы жизни, телепатически общаться, колонизировать звезды, перестраивать галактики или, как минимум в ближайшей области Вселенной, предотвратить ее расширение. В 1993 г. физик Андрей Линде — вероятно, в игривом настроении — опубликовал в журнале *Nuclear Physics* статью, в которой предложил лабораторные эксперименты (надо сказать, большая получится лаборатория) по созданию отдельных замкнутых расширяющихся вселенных, считая, что в конечном итоге и такие эксперименты будут возможны. «Однако, — писал он мне, — я и сам не знаю, в шутку [говорю это] или всерьез». В таком списке проектов на отдаленное будущее без труда узнаются постоянные человеческие посягательства на силы, когда-то считавшиеся божественными. Более вдохновляющая метафора в данном случае говорит о «завершении Творения».

УЖЕ МНОГО СТРАНИЦ НАЗАД мы покинули область мыслимых гипотез и окунулись в пьянящие, почти ничем не ограниченные фантазии. Время вернуться в нашу эпоху.

Мой дедушка родился еще до того, как радиоволны стали лабораторной диковиной. Но он почти дожил до тех времен, когда искусственный спутник Земли стал сигнализировать нам из космоса. Были люди, родившиеся еще до изобретения самолета, а в старости заставшие запуск четырех кораблей к звездам. При всех наших неудачах, несмотря на нашу ограниченность и слабости, мы, люди, способны на великие дела. Это

справедливо для нашей науки и некоторых сфер наших технологий, касается нашей музыки, живописи, литературы, альтруизма и сострадания, а в редких случаях — и государственного строительства. Какие новые чудеса, немыслимые в наше время, будут воплощаться в следующем поколении? А через следующее? Как далеко заберется наш странствующий вид к концу XXI в.? А к концу третьего тысячелетия?

Два миллиарда лет назад наши предки были микробами, полмиллиарда лет назад — рыбами, сто миллионов лет назад немного напоминали мышей. Десять миллионов лет назад это были человекообразные обезьяны, а миллион лет назад — перволюди, ломавшие голову над укрощением огня. Наше эволюционное наследие отмечено умением меняться. В нынешние времена темп изменений только ускоряется.

Когда мы впервые отправимся к околоземному астероиду, мы вступим в пределы, которые могут увлечь наш вид навсегда. Первая экспедиция людей на Марс — ключевой шаг на пути к превращению в межпланетный вид. Эти события столь же знаковые, как и выход на сушу наших предков-амфибий, и спуск с деревьев наших предков-приматов.

Вероятно, рыбы с зачаточными легкими и плавниками, кое-как приспособленными для ходьбы, гибли в больших количествах прежде, чем смогли закрепиться на суше. По мере того как медленно отступали леса, наши прямоходящие обезьяноподобные пращуры часто ретировались обратно на деревья, спасаясь от рыскавших по саваннам хищников. Изменения давались с огромным трудом, занимали миллионы лет и были неощутимы для тех, кто эволюционировал. В нашем случае переход занимает всего несколько поколений, с минимальными жертвами. Мы движемся столь стремительно, что едва осознаем происходящее.

Когда-нибудь вне Земли родятся первые дети; когда-нибудь у нас будут базы и хозяйства на астероидах, кометах, спутниках и планетах; мы будем жить вне Земли и поднимать моло-

дые поколения в других мирах. На каком-то этапе человеческой истории мы навсегда изменимся. Но обживание других миров не означает отказ от этого, точно как эволюция амфибий не привела к вымиранию рыб. Спустя очень долгое время совсем небольшая часть людей по-прежнему будет жить здесь.

«В современном западном обществе, — пишет ученый Чарльз Линдхолм, — размывание традиций и крах общепринятых религиозных верований оставляет нас без *телоса* [цели, к которой следует стремиться], сакрализованного представления о человеческом потенциале. Лишившись священного предназначения, мы получили лишь неприукрашенный образ брэнного и несовершенного человечества, уже не способного уподобиться богам».

Я думаю, что разумно — в сущности, жизненно важно — четко помнить о нашей брэнности и несовершенстве. Меня тревожат люди, стремящиеся «уподобиться богам». Но если говорить о долгосрочной цели и священном предназначении, то они у нас есть. От них прямо зависит выживание нашего вида. Если мы окажемся заточены в темницу собственного «Я», то из нее есть спасительный лаз — нечто стоящее, несравнимо более масштабное, чем мы, важнейший акт, вверенный человечеству. Заселение других миров объединяет нации и этнические группы, связывает поколения, требует от нас одновременно и энергии, и мудрости. Это освобождает нашу природу и отчасти возвращает нас к истокам. Даже сейчас такой *телос* — в пределах наших возможностей.

Уильям Джемс, один из родоначальников психологии, говорил, что религия — это «чувствовать себя как дома во Вселенной». Как я писал в предыдущих главах этой книги, мы всегда склонны были представлять Вселенную такой, какой хотели бы видеть наш дом, а не пересмотреть наши представления о «домашности» так, чтобы они охватили всю Вселенную. Если, учитывая мнение Джемса, взглянуть на реальную Вселенную, то у нас еще нет истинной религии. Она появится много позже,

когда мы оставим далеко позади жало Великих развенчаний, когда приспособимся к другим мирам, а они — к нам, когда отправимся к звездам.

Космос практически вечен. После краткого оседлого «привала» мы возвращаемся к древнему кочевому образу жизни. Наши далекие потомки, спокойно расположившись во многих мирах в Солнечной системе и за ее пределами, будут объединены общим наследием, общим уважением к родной планете и знанием того, что, какова бы ни была иная жизнь во Вселенной, все люди во всей Вселенной происходят с Земли.

Они будут смотреть в свои небеса и стараться отыскать в них бледно-голубое пятнышко. Они не менее нас будут любить его за тусклость и хрупкость. Они будут удивляться, как уязвим в свое время был зародыш всего нашего потенциала, какой порочной была наша юность, каким скромным — наше начало, сколько рек нам пришлось перейти, прежде чем найти свой путь.

ОБ АВТОРЕ

КАРЛ САГАН был профессором астрономии и космических исследований и директором лаборатории по изучению планет Корнеллского университета. Он играл одну из ведущих ролей в космической программе США с момента ее принятия. Он был консультантом НАСА с 1950-х гг., инструктировал астронавтов «Аполлона» перед полетами на Луну, участвовал в подготовке экспериментов, которые осуществлялись аппаратами «Маринер», «Викинг», «Вояджер» и «Галилео», выполнявших миссии к планетам. Он объяснил причину высоких температур на Венере (мощный парниковый эффект), сезонных изменений на Марсе (пылевые бури) и оранжево-коричневой дымки, окутывающей Титан (сложные органические молекулы).

За свою работу Саган был награжден медалью НАСА «За исключительные достижения» и (дважды) «За выдающуюся общественную работу», а также получил премию достижений проекта «Аполлон» (НАСА). В его честь назван астероид 2709 Саган. Он также является обладателем награды Джона Кеннеди по астронавтике от Американского астрономического общества, награды к 75-й годовщине Клуба исследователей, медали Константина Циолковского от Федерации космонавтики СССР и награды Мазурского от Американского астрономического общества («За выдающийся вклад в развитие науки о планетах ...Как специалист в области астрономии и биологии, профессор Саган внес фундаментальный вклад в изучение атмосфер и поверхностей планет, истории формирования Земли, а также в развитие экзобиологии. Многие выдающиеся

современные планетологи — его нынешние или бывшие студенты и коллеги».)

Он также был удостоен медали «За общественное благосостояние» — высшей награды Национальной академии наук США «за выдающийся вклад в превращение науки в общественное достояние...» Карлу Сагану успешно удалось раскрыть широкой общественности чудо и значимость науки. Величайшим достижением является его способность захватывать воображение миллионов людей и объяснять сложные понятия простыми словами.

Профессор Саган возглавлял подразделение планетных наук Американского астрономического общества, планетологическое подразделение Американского геофизического союза, а также астрономическое подразделение Американской ассоциации содействия развитию науки. На протяжении 12 лет Саган был главным редактором издания *Icarus* — ведущего научного журнала по планетологии. Он был основателем и президентом «Планетного общества», крупнейшей в мире (более 100 000 членов) организации, занимающейся проектами исследования космоса, почетным ученым-гостем Лаборатории реактивного движения НАСА и Калифорнийского технологического университета.

Профессор Саган, лауреат Пулитцеровской премии по литературе (книга «Драконы Эдема» 1978 г.), был автором многочисленных книг-бестселлеров, в том числе книги «Космос» — самой продаваемой научно-популярной книги, когда-либо изданной на английском языке. Познавательный сериал «Космос» по сценарию одноименной книги, удостоенный наград «Эмми» и «Пибоди», посмотрели 500 млн человек в 60 странах мира. Сагану присвоено 22 почетных звания различных американских колледжей и университетов за выдающийся вклад в науку, литературу, образование, охрану окружающей среды, а также за исследования последствий ядерной войны и возможностей использования гонки ядерных вооружений в мир-

ных целях. Его научно-фантастический роман «Контакт» был успешно экранизирован в 1997 г.

Присваивая посмертную награду профессору Сагану, представители Национального научного фонда США заявили, что «его исследования перевернули науку о планетах... а его дар человечеству бесценен».

У Карла Сагана остались жена Энн Друян, которая на протяжении 20 лет была его коллегой и единомышленником, и пятеро детей: Дорион, Джереми, Николас, Саша и Сэм, а также внук Тонио.

БЛАГОДАРНОСТИ

Большая часть материалов для данной книги ранее нигде не публиковалась. Некоторые главы выросли из статей еженедельника *Parade*, который насчитывает около 80 млн читателей и является, возможно, самым читаемым журналом в мире. Я глубоко признателен Уолтеру Андерсону, главному редактору, и Дэвиду Куррье, ответственному редактору, за поддержку и редакторский опыт, а также читателям *Parade*, чьи письма помогли мне понять, какие мои статьи были ясны, а какие — не очень, и как читатели принимают мои аргументы. Фрагменты некоторых других глав выросли из статей, опубликованных в изданиях *Issues in Science and Technology*, *Discover*, *The Planetary Report*, *Scientific American* и *Popular Mechanics*.

Некоторые вопросы, отраженные в книге, обсуждались с моими многочисленными друзьями и коллегами, чьи замечания помогли мне значительно улучшить ее. Если перечислять всех поименно, получится очень длинный список. А я бы хотел поблагодарить каждого. Тем не менее я выражаю особую благодарность Норману Августину, Роджеру Боннету, Фримену Дайсону, Луису Фридману, Эверетту Гибсону, Дэниэлу Голдину, Дж. Ричарду Готту III, Андрею Линде, Джону Ломбергу, Дэвиду Моррисону, Роальду Сагдееву, Стивену Сотеру, Кипу Торну и Фредерику Тёрнеру за их комментарии ко всей рукописи или ее фрагментам.

Я глубоко признателен Андреа Барнетт, Лорел Паркер, Дженнифер Блэнд, Лорен Муни, Карен Гобрехт, Деборе Пёрлстайн и покойной Эленор Йорк за неоценимую техническую помощь, а также Гарри Эвансу, Уолтеру Уайнтцу, Энн Годофф, Кэти Розенблум. Энди Карпентеру, Марте Шварц и Алану Макробрерту за то,

какой эта книга получилась на выходе из типографии. За оформление страниц и дизайн книги отвечала Бет Тондро, которой я также выражаю искреннюю благодарность.

Я извлек неоценимую пользу из дискуссий о политике в области космических исследований с другими членами совета директоров «Планетного общества», особенно с Брюсом Мюрреем, Луисом Фридманом, Норманом Августинном, Джо Райаном и покойным Томасом Пэйном. «Планетное общество», занимающееся исследованиями Солнечной системы, поиском внеземных цивилизаций и подготовкой международных миссий Земли к другим мирам, является той организацией, которая воплощает идеи, отраженные в данной книге, в конкретные программы действий. Читатели, заинтересовавшиеся этой крупнейшей некоммерческой организацией, занимающейся исследованиями космоса, могут получить дополнительную информацию по этому адресу:

The Planetary Society
65 N. Catalina Avenue
Pasadena, CA 91106
Тел. 1-800-9 WORLDS

За все книги, которые были написаны мной с 1977 г., включая эту, я безмерно благодарен Энн Дрюан за конструктивную критику и неоценимый вклад как в содержание книги, так и в стиль изложения. В необъятном космическом пространстве и в бесконечности времени я счастлив, что живу на одной планете и в одно время с Энни.

БИБЛИОГРАФИЯ

(цитируемые источники и издания,
рекомендованные как дополнительные)

ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

J. Kelly Beatty and Andrew Chaikin, editors, *The New Solar System*, third edition (Cambridge: Cambridge University Press, 1990).

Eric Chaisson and Steve McMillan, *Astronomy Today* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993).

Esther C. Goddard, editor, *The Papers of Robert H. Goddard* (New York: McGraw-Hill, 1970) (three volumes).

Ronald Greeley, *Planetary Landscapes*, second edition (New York: Chapman and Hall, 1994).

William J. Kaufmann III, *Universe*, fourth edition (New York: W. H. Freeman, 1993).

Harry Y. McSween, Jr., *Stardust to Planets* (New York: St. Martin's, 1994).

Ron Miller and William K. Hartmann, *The Grand Tour: A Traveler's Guide to the Solar System*, revised edition (New York: Workman, 1993).

David Morrison, *Exploring Planetary Worlds* (New York: Scientific American Books, 1993).

Bruce C. Murray, *Journey to the Planets* (New York: W. W. Norton, 1989).

Jay M. Pasachoff, *Astronomy: From Earth to the Universe* (New York: Saunders, 1993).

Саган К. Космос. — СПб.: Амфора, 2008.

Konstantin Tsiolkovsky, *The Call of the Cosmos* (Moscow: Foreign Languages Publishing House, 1960) (английский перевод).

ГЛАВА 3. ВЕЛИКИЕ РАЗВЕНЧАНИЯ

John D. Barron and Frank J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle* (New York: Oxford University Press, 1986).

Линде А. Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. — М.: Наука, 1990.

В. Stewart, «Science or Animism?», *Creation/Evolution*, vol. 12, no. 1 (1992), pp. 18–19.

Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. — М.: URSS, 2004.

ГЛАВА 4. ВСЕЛЕННАЯ, НЕ СОТВОРЕННАЯ ДЛЯ НАС

Brian Appleyard, *Understanding the Present: Science and the Soul of Modern Man* (London: Picador/Pan Books Ltd., 1992). Цитаты в хронологическом порядке в данной книге на страницах: 232, 27, 32, 19, 19, 27, 9, xiv, 137, 112–113, 206, 10, 239, 8, 8.

J. B. Bury, *History of the Papacy in the 19th Century* (New York: Schocken, 1964). Здесь, как и во многих других источниках, «Список заблуждений», изданный Пием IX в 1864 г., рассматривается как издание с «положительным» влиянием («Божественное откровение совершенно»), а не как список осуждаемых заблуждений («Божественное откровение несовершенно»).

ГЛАВА 5. СУЩЕСТВУЕТ ЛИ РАЗУМНАЯ ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ?

Carl Sagan, W. R. Thompson, Robert Carlsson, Donald Gurnett, and Charles Hord, «A Search for Life on Earth from the Galileo Spacecraft», *Nature*, vol. 365 (1993), pp. 715–721.

ГЛАВА 7. СРЕДИ СПУТНИКОВ САТУРНА

Jonathan Lunine, «Does Titan Have Oceans?», *American Scientist*, vol. 82 (1994), pp. 134–144.

Carl Sagan, W. Reid Thompson, and Bishun N. Khare, «Titan: A Laboratory for Prebiological Organic Chemistry», *Accounts of Chemical Research*, vol. 25 (1992), pp. 286–292.

J. William Schopf, *Major Events in the History of Life* (Boston: Jones and Bartlett, 1992).

ГЛАВА 8. ПЕРВАЯ НОВАЯ ПЛАНЕТА

Bernard Cohen, «G. D. Cassini and the Number of the Planets,» in *Nature, Experiment and the Sciences*, Trevor Levere and W. R. Shea, editors (Dordrecht: Kluwer, 1990).

ГЛАВА 9. АМЕРИКАНСКИЙ ЗОНДУ КРАЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

«Шорохи Земли», CD-диск записей «Вояджера», вводное слово Карла Сагана и Энн Дрюян (Лос-Анджелес: Warner New Media, 1992), WNM 14022.

Alexander Wolszczan, «Confirmation of Earth-Mass Planets Orbiting the Millisecond Pulsar PSR B1257+12,» *Science*, vol. 264 (1994), pp. 538–542.

ГЛАВА 12. КОГДА ЗЕМЛЯ ГОРИТ ПОД НОГАМИ

Peter Cattermole, *Venus: The Geological Survey* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994).

Peter Francis, *Volcanoes: A Planetary Perspective* (Oxford: Oxford University Press, 1993).

ГЛАВА 13. ДАР АПОЛЛОНА

Andrew Chaikin, *A Man on the Moon* (New York: Viking, 1994).

Michael Collins, *Liftoff* (New York: Grove Press, 1988).

Daniel Deudney, «Forging Missiles into Spaceships,» *World Policy Journal*, vol. 2, no. 2 (Spring 1985), pp. 271–303.

Harry Hurt, *For All Mankind* (New York: Atlantic Monthly Press, 1988).

Richard S. Lewis, *The Voyages of Apollo: The Exploration of the Moon* (New York: Quadrangle, 1974).

Walter A. McDougall, *The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age* (New York: Basic Books, 1985).

Alan Shepherd, Deke Slayton et al., *Moonshot* (Atlanta: Hyperion, 1994).

Don E. Wilhelms, *To a Rocky Moon: A Geologist's History of Lunar Exploration* (Tucson: University of Arizona Press, 1993).

ГЛАВА 14. ИССЛЕДОВАТЬ ДРУГИЕ МИРЫ И ЗАЩИЩАТЬ ЭТОТ

Kevin W. Kelley, editor, *The Home Planet* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1988).

Carl Sagan and Richard Turco, *A Path Where No Man Thought: Nuclear Winter and the End of the Arms Race* (New York: Random House, 1990).

Richard Turco, *Earth Under Siege: Air Pollution and Global Change* (New York: Oxford University Press, в печати).

ГЛАВА 15. ПУТЬ, ВЕДУЩИЙ В МИР ЧУДЕС, ОТКРЫТ

Victor R. Baker, *The Channels of Mars* (Austin: University of Texas Press, 1982).

Michael H. Carr, *The Surface of Mars* (New Haven: Yale University Press, 1981).

H. H. Kieffer, B. M. Jakosky, C. W. Snyder, and M. S. Matthews, editors, *Mars* (Tucson: University of Arizona Press, 1992).

John Noble Wilford, *Mars Beckons: The Mysteries, the Challenges, the Expectations of Our Next Great Adventure in Space* (New York: Knopf, 1990).

ГЛАВА 18. БОЛОТА КАМАРИНЫ

Clark R. Chapman and David Morrison, «Impacts on the Earth by Asteroids and Comets: Assessing the Hazard,» *Nature*, vol. 367 (1994), pp. 3340.

A. W. Harris, G. Canavan, C. Sagan, and S. J. Ostro, «The Deflection Dilemma: Use vs. Misuse of Technologies for Avoiding Interplanetary Collision Hazards,» in *Hazards Due to Asteroids and Comets*, T. Gehrels. editor (Tucson: University of Arizona Press, 1994).

John S. Lewis and Ruth A. Lewis, *Space Resources: Breaking the Bonds of Earth* (New York: Columbia University Press, 1987).

C. Sagan and S.J. Ostro, «Long-Range Consequences of Interplanetary Collision Hazards,» *Issues in Science and Technology* (Summer 1994), pp. 67–72.

ГЛАВА 19. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПЛАНЕТ

J.D. Bernal, *The World, the Flesh, and the Devil* (Bloomington, IN: Indiana University Press, 1969; first edition, 1929).

James B. Pollack and Carl Sagan, «Planetary Engineering,» in J. Lewis and M. Matthews, editors, *Near-Earth Resources* (Tucson: University of Arizona Press, 1992).

ГЛАВА 20. ТЕМНОТА

Frank Drake and Dava Sobel, *Is Anyone Out There?* (New York: Delacorte, 1992).

Paul Horowitz and Carl Sagan, «Project META: A Five-Year All-Sky Narrowband Radio Search for Extraterrestrial Intelligence,» *Astrophysical Journal*, vol. 415 (1992), pp. 218–235.

Thomas R. McDonough, *The Search for Extraterrestrial Intelligence* (New York: John Wiley and Sons, 1987).

Саган К. Контакт. — М.: Мир, 1985.

ГЛАВА 21. К НЕБУ!

J. Richard Gott III, «Implications of the Copernican Principle for Our Future Prospects,» *Nature*, vol. 263 (1993), pp. 315–319.

ГЛАВА 22. КРАДУЧИСЬ ПО МЛЕЧНОМУ ПУТИ

I. A. Crawford, «Interstellar Travel: A Review for Astronomers,» *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, vol. 31 (1990), p. 377.

I. A. Crawford, «Space, World Government, and 'The End of History'» *Journal of the British Interplanetary Society*, vol. 46 (1993), pp. 415–420.

Freeman J. Dyson, *The World, the Flesh, and the Devil* (London: Birkbeck College, 1972).

Ben R. Finney and Eric M. Jones, editors, *Interstellar Migration and the Human Experience* (Berkeley: University of California Press, 1985).

Фукуяма Ф. *Конец истории и последний человек*. — М.: Ермак; АСТ, 2005.

Charles Lindholm, *Charisma* (Oxford: Blackwell, 1990).
В данной книге цитируется отрывок о необходимости *телоса*.

Eugene F. Mallove and Gregory L. Matloff, *The Starflight Handbook* (New York: John Wiley and Sons, 1989).

Carl Sagan and Ann Druyan, *Comet* (New York: Random House, 1985).

ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

- Августин Блаженный, епископ
Гиппонский 32, 50, 130,
199, 375
- Агентство по охране окружающей
среды (США) 211
- Администрация Рейгана 214, 236,
237
- Азот (N₂) 116–118, 134, 140, 141,
143, 144, 160–162, 195, 246,
321, 326, 327
- Акерман, Томас 217
- алмазы 50, 257
- «Альфа», космическая станция
237
- Аминокислоты 112, 120
- Аммиак (NH₃) 133, 172, 299, 326
- Аммиан Марцеллин 21
- Амфибии 174, 379, 380
- Аннигиляция вещества и
антивещества 315, 316
- Антарктика 226, 242
- Антивещество 313–316
- Антропный принцип 52, 53, 57, 59
- Антропоцентризм 39, 52, 57, 74,
75, 93
- «Аполлон», программа 7, 23, 24, 162,
197, 199–206, 208, 235, 239,
241, 249, 250, 258–260, 263,
266, 269, 279, 288, 348, 383
- Аракава, Эдвард 119
- «Арахноиды» 189
- Аресибо, обсерватория 173, 335,
342, 343
- Аристотель 32, 273
- Ариэль, спутник Урана 136, 138,
163
- Армстронг, Нил 155, 197, 267
- Арнольд, Мэтью 61
- Астероиды 8, 50, 92, 96, 105, 112,
120, 133, 144, 186, 187, 189,
190, 212, 221, 223, 239, 248,
256, 265, 279–282, 287–289,
292–298, 300–304, 306, 307,
309, 311–313, 315–317, 322,
323, 326, 327, 349, 356, 363,
365, 367, 376, 383
- Астронавты 23, 96, 192, 197, 201,
205, 207, 208, 219, 236, 239,
241, 245, 249, 251, 252, 254,
258, 263, 266–268, 284, 383
- Астрономическая единица (а.е.)
147, 370
- Астрономия 27, 42, 52, 127, 200,
229, 315, 383
- «Астрономия для всех» (С.
Ньюком) 224
- Атлантида (легенда) 182
- Атмосфера 9, 17, 26, 41, 83–85, 87,
91, 93, 101, 111–121, 125,
127, 133–135, 137, 140, 141,
143, 144, 148, 150, 151, 153,
158–163, 165–168, 171–173,
175, 177, 185, 187, 189–191,
207, 208, 211, 213–217,
219–222, 224, 228, 234, 238,
243, 248, 252, 253, 264, 281,
283, 286, 292, 293, 295, 297,
300, 308, 312, 313, 320–324,
326, 327, 348, 367, 373, 383
- Атмосферное давление 293, 321,
326, 327
- Аэрокосмическая индустрия 261

Б

Бейнс, Кевин 166
 Белки 112, 120
 Беллармин, Роберто (кардинал) 35
 Бернал, Дж. 312, 313
 Бета Живописца, звезда 147
 Бете, Ханс 371
 Библия 46, 65, 66
 Биологическое оружие 349
 «Биосфера-2» 328
 Бог 29, 31, 33, 34, 36, 39, 51, 66, 71, 73, 78, 130, 198, 199, 359, 360
 Боги 34, 128, 187, 347, 359, 375
 Большой взрыв 42, 46, 54, 75, 78, 96, 371
 Брайан, Ричард 344
 Братья Райт, Орвилл и Уилбур 268
 Браун, Вернер фон 251, 348
 Браун, Дж. 371
 Брэдли, Джеймс 37
 «Буря» (Шекспир) 136
 Буш, Джордж 250, 253
 Бэкон, Фрэнсис 29

В

Вавилонская башня 200, 359
 Варбург, Аби 78
 Варрон, Марк Терренций 291
 Веверка, Джозеф 115
 «Вега», миссии 9, 167, 285
 Везувий, вулкан 182
 Великобритания 133, 216
 Венера 7–9, 22, 36, 39, 85, 92, 96, 124, 129, 131, 133, 149, 150, 162, 166, 168–178, 185, 188–193, 195, 205, 211, 213–215, 231, 235, 257, 311, 312, 320–325, 327, 355, 383
 «Венера», миссии на Венеру 8, 9, 173, 177, 205

«Викинг», миссии на Марс 7, 17, 164, 205, 212, 219, 222, 224–226, 228, 231, 383
 Внеземной разум 59, 227, 335, 340, 344
 Внеземные цивилизации 154, 307, 339, 351, 366, 370, 372
 Водород 17, 83, 113, 116, 117, 133, 140, 146, 165, 166, 208, 212, 223, 314, 316, 317, 337, 338, 367, 373
 Воздушная обсерватория им. Койпера 135
 Вольтер (Франсуа Мари Аруэ) 41, 54, 81, 372, 375
 Вольщан, Александр 149
 «Восток-1», космический корабль 8, 158
 «Восход-2», космический корабль 9, 208
 «Вояджер», космические миссии 8, 22, 24, 39, 98–110, 117–119, 136, 137, 139, 140, 146, 150, 151, 153–156, 166, 192–194, 205, 231, 275, 277, 286, 391
 Вселенные 59

Г

Гагарин, Юрий Алексеевич 158, 159, 201, 249
 Галактика М31 45, 342
 Галактики 30, 31, 42, 43, 45, 58, 96, 154, 174, 331, 336, 339, 342, 345, 369, 372, 376–378
 Галилео Галилей 36, 38, 39, 41, 62–65, 114, 131, 273
 «Галилео», зонд 8, 22, 92, 93, 99, 152, 172, 205, 280, 284, 286, 288, 383
 Галлея комета 9, 145, 235, 280, 285
 Гамма-излучение 314

Гарнетт, Дональд 93
 Гаспра, астероид 280
 Гегель, Георг Вильгельм Фридрих 364
 Геи гипотеза 50
 Гекла, вулкан 183
 Гелий 133, 146, 165, 166, 261, 316
 Гелиопауза 8, 101, 153, 178
 Гелиоцентризм 38, 61
 Генетическая инженерия 321
 Географ, астероид 295
 Геоцентрическая гипотеза 33
 Германия 232, 300, 301
 Гершель, Вильям 133, 136, 277
 Гибсон, Эверетт 223, 387
 Гидра, созвездие 340
 Гитлер, Адольф 300, 301, 348
 Гленн, Джон 201
 Годдард, Роберт 207, 209, 347, 348, 360, 365
 Голдстоун, станция слежения 173
 Гор, Альберт 237
 Горбачев, Михаил Сергеевич 235
 Горовиц, Пол 335, 338, 343, 345
 Готорн, Натаниэль 73
 Готт, Дж. Ричард III 351–353, 356, 387
 Гравитация 16, 17, 23, 38, 54, 56, 57, 92, 108, 115, 136, 142, 145, 146, 154, 161, 162, 173, 179, 227, 240, 245, 256, 263, 274, 278, 281, 283, 305, 308, 312, 315, 337, 355
 Грубер, Лейб 14
 Грубер, Хая 15, 18
 Группа TTAPS 217
 «Гюйгенс», посадочный модуль миссия на Титан 114, 125, 131
 Гюйгенс, Христиан 114–116, 125, 131

Д

Дарвин, Чарльз 48, 112
 Деймос, спутник Марса 163, 227, 231, 319

Дейтерий 316
 «Дельта», ракета-носитель 264
 Демокрит 34
 Демосфен 67
 Дермотт, Стэнли 122
 Джакобини-Циннера, комета 8
 «Джотто», миссия 285
 Дилан, Боб 184
 Динозавры 49, 86, 217, 309
 Диоксид серы 193
 Диоксид углерода (CO₂) 90, 116, 212–215, 225, 325
 «Дискавери», шаттл 236
 Дни недели, названия 129
 ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) 120, 240
 Доктрина о непогрешимости Папы Римского 63
 Донн, Джон 33
 Древнегреческая философия 34, 51, 133, 187, 375
 Древнеримская философия 21, 34, 181, 375
 Дрейк, Фрэнк 334, 336, 338
 Друян, Энн 29, 49, 67, 335, 385, 388, 391
 «Дуврский берег» (Арнольд) 61
 «Душа человека» (Фичино) 311
 «Дюпон», корпорация 210, 259

Е

Еврипид 139, 331
 Европа, спутник Юпитера 94, 101, 179
 Европейское космическое агентство (ESA) 121, 124
 Единорог, созвездие 340

З

Закон всемирного тяготения 54–56, 209
 «Заметки» (Кольридж) 157, 207

«Звездные войны»
 (Стратегическая оборонная
 инициатива) 259
 Зубрин, Роберт 264

И

Ида, астероид 8, 280, 288
 Индуистско-буддийско-
 джайнистские религии 46
 «Инициатива по исследованию
 космического
 пространства» (SEI) 250,
 253
 Институт космических
 исследований им. Годдарда
 214
 Инфракрасное излучение 82, 101,
 103, 117, 124, 125, 136, 172,
 174, 175, 178, 212
 Иоанн Павел II 64
 «Ион» (Еврипид) 139
 Ионосфера 86, 176
 Ио, спутник Юпитера 101, 163,
 192–194
 Ископаемое топливо 212, 254,
 255, 313, 349
 Искусственные спутники 8, 231,
 378
 Искусственный интеллект 234,
 258, 375
 Исчезновение видов 349

К

Кальдеры 181, 184, 188
 Камарина, болота 291
 Кант, Иммануил 59
 Кардиостимулятор 259
 Карлсон, Роберт 93
 Карлссон, Хэл 223
 Карр, Б. Дж. 371
 Кассини, Джованни Доменико
 (Жан-Доменик) 131, 132
 «Кассини», космический аппарат

124, 125, 131, 132, 205
 Кассиопея, созвездие 340
 Квазары 45, 376
 Кеннеди, Дж. 200, 201, 203, 250, 383
 Кеплер, Иоганн 76
 Кислород (O₂) 83–87, 93, 113, 117,
 134, 151, 153, 160–162, 199,
 223, 246, 252, 253, 317, 321,
 327
 «Клементина», космический зонд
 295
 Климат 12, 14, 91, 178, 185, 210,
 212–214, 216, 220, 228,
 229, 241, 246, 292, 297, 312,
 322–324
 Клинтона администрация 237
 Койпер, Джерард 115, 117, 136,
 145
 Коллинз, Майкл 197, 267
 Колумб, Христофор 13, 100, 179,
 241, 245, 252, 255, 343
 Кольридж, Сэмюэл Тейлор 157
 Кольца планет 100, 101, 106, 119,
 135–137, 140, 189, 273–277,
 279
 Комас Сола, Х. 114
 Кометы 8, 9, 92, 112, 120, 123,
 133, 144, 146, 147, 151, 154,
 178, 186, 190, 235, 248,
 275, 279–283, 285–287, 289,
 292–294, 296, 297, 302–309,
 312, 317, 322, 362, 363, 365,
 367–369, 372–374, 376, 379
 Конгресс США 200, 214, 237, 249,
 250, 335, 343–345
 Коперника система 35, 36, 39,
 114, 131
 Коперник, Николай 36, 61, 62, 65,
 66, 351
 Коран 46, 359
 Коричневые карлики 371, 372
 Корнелльский университет
 обсерватория Аресибо 173, 335,
 342, 343

Королев, Сергей Павлович 249
Космология 57, 59, 66, 315, 378, 390
Коэн, И. 131, 132
Кратеры 36, 41, 45, 87, 120, 124, 138, 141, 181, 186, 187, 189, 190, 194, 200, 204, 220, 221, 241, 242, 277, 278, 373
Крейтер, озеро 185
Крикалев, Сергей Константинович 236
Ксенофан 39
Кук, Джейм 269
Курамото, Киёси 257
Куэйл, Дэн 251

Л

Лаборатория реактивного движения (ЛРД) 25, 93, 105–107, 109, 166, 173, 288, 297, 298, 335
Лавовые потоки 185, 189
Леви, Дэвид 282, 286
Ледниковые периоды 214, 216
Леонардо да Винчи 26, 268
Леонов, Алексей Архипович 208
Линде, Андрей 58, 59, 378, 387
Линде теория 57
Линдхолм, Чарльз 380
Линзы гравитационные 369
Лукреций 34
Луна 7–9, 23, 31–33, 36, 41, 69, 87, 102, 111, 115, 116, 128–131, 133, 142, 149, 162, 163, 169, 170, 185, 186, 190, 193, 197–205, 208, 229, 239, 241, 242, 247–250, 256–258, 261, 263–267, 278, 279, 288, 289, 295, 298, 336, 337, 348, 355, 383
«Лунно-планетарное общество» 242
Льюис, Джон 288

Людовик XIV (король Франции) 132

М

«Магеллан», миссия на Венеру 22, 167, 173, 188, 205
Магма 184, 185, 191, 192
Мадагаскар 13, 91
Мазама, гора 185
Майер, Корнелл 174
«Маринер», космический аппарат 7, 170, 177–179, 187, 205, 219, 230, 231, 383
Марк Аврелий (римский император) 21
Марс 7–9, 17, 18, 25, 38, 85, 94, 96, 111, 115, 128–131, 133, 163–168, 179, 185, 187, 188, 190, 193, 195, 205, 212–214, 217, 219–236, 238–248, 250–253, 255, 257–266, 270, 277, 279, 280, 281, 289, 311, 312, 315, 317–320, 324–327, 329, 330, 355, 356, 358, 365, 368, 374, 376, 379, 383
«Марс-94» и «Марс-96», миссии 229
«Марсианский проект» (фон Браун) 252
«Марс Обсервер», космический аппарат 228–232, 236, 240
«Мартин и Маризтта», корпорация 264
Мауна-Лоа, вулкан 187
Мацуи, Такафуми 257
«Международный исследователь комет», зонд 8
Мелвилл, Герман 12, 73, 111, 219, 291, 294
Мел-палеогеновое вымирание, последствия 292
«Мемнон» (Вольтер) 375
Мербольд, Ульф 207

- Меркурий 7, 16, 25, 36, 128, 129, 131, 133, 149, 162
 Метан (CH₄) 84, 85, 87, 91, 115–118, 121, 125, 133, 140–144, 151, 153, 166, 194, 195, 212, 214
 Метеориты 212, 221, 222, 226, 295
 Метеориты SNC 222, 223, 226
 Метеорные потоки 281, 297
 Метеорный поток Персеиды 281
 Микробная теория заболеваний 291
 «Микромегас» (Вольтер) 41, 81
 Мимас, спутник Сатурна 163, 277
 Министерство обороны США 261
 Минойская цивилизация 182
 Миранда, спутник Урана 136, 138, 151, 163, 276
 «Мир», космическая станция 9, 235–237, 239, 263, 393
 Млекопитающие 308, 352, 377
 Млечный Путь, галактика 16, 42, 45, 154, 155, 331, 340–342, 345, 346, 366, 372, 377, 378
 «Моби Дик» (Мелвилл) 12, 111, 219, 291
 Молекулы 17, 30, 83, 85, 91, 112–118, 120, 142, 143, 160, 161, 165, 171, 208, 210–212, 221, 225, 227, 236, 275, 276, 285, 286, 321, 383
 Молекулярная биология 48, 349
 Молина, Марио 211
 «Молот Ивана» 295
 Моррисон, Дэвид 172, 387
 Мулеман, Дуэйн 121, 123, 125
 Мюррей, Брюс 335
- ## Н
- НАСА 24, 92, 93, 95, 96, 98, 100, 124, 135, 187, 193, 211, 214, 223, 226, 230, 231, 237, 240, 244, 249, 250, 255, 259, 260, 265, 266, 286, 294, 299, 304, 322, 335, 343–345, 383, 384, 388
 Научная революция 76
 Научно-исследовательская лаборатория ВМФ США 174
 Национализм 23, 31, 205, 209, 218
 Национальная радиоастрономическая обсерватория 334
 Невесомость 251, 268
 Нептун 8, 18, 22, 24–26, 96, 99–104, 106–108, 110, 133, 134, 136, 137, 139–142, 144–147, 152, 153, 162, 165, 166, 168, 248, 274, 275, 286, 308, 373
 Нерей, астероид 288, 289
 Никсон, Ричард 203
 Нуклеиновые кислоты 112
 Нуклеотидные основания 112, 120
 Нумерология 131, 132
 Ньюком, Саймон 224
 Ньюмен, Уильям 366
 Ньютон 38, 47, 56, 76
 Ньютон, Исаак 37, 47
- ## О
- Оберон, спутник Урана 136
 Облака 17, 26, 41, 44, 82, 83, 93, 101, 111, 116, 117, 119, 121, 122, 125, 133, 137–140, 142, 145, 146, 157, 158, 160, 162, 165, 166, 168–175, 177, 178, 187, 191, 278, 283, 285, 286, 308, 320, 321, 337, 339, 341, 365, 368–370, 373, 374
 Облака Оорта 145, 146, 154, 308, 365, 368, 369, 374
 Обсерватория Макдональд 172
 Обсерватория на горе Паломар 282
 «Огонь и лед», миссия 238

- Озоновый слой 91, 208, 211, 212, 292, 299, 349
- Океаны 11–16, 18, 23, 26, 82, 84, 89–91, 93, 97, 101, 111, 112, 114, 121–124, 134, 135, 137, 169, 174, 178, 181, 183, 185, 191, 207, 220, 221, 231, 256, 269, 289, 324, 360, 365, 373, 375
- Окружающая среда 91, 97, 185, 217, 242, 317, 319, 323, 324, 327, 375, 384
- Оксиды азота 161, 212
- Олдрин-мл., Эдвин (Базз) 197, 267
- Олимп, вулкан на Марсе 187
- Органические молекулы и вещества 113, 114, 116, 117, 123, 143, 144, 165, 212, 236, 321, 383
- Ориген 50
- Остро, Стивен 288, 297, 298
- Относительность
общая теория 56
специальная теория 47
- П**
- Парагравитация 312
- Параллакс, звездный 36, 37, 65
- Парниковые газы 91, 208, 214, 215, 325, 327
- Парниковый эффект 85, 91, 97, 189, 210, 215, 292, 308, 321, 322, 326, 349, 383
- Пеле, вулкан 182, 192
- «Первая элегия» (Рильке) 359
- Пий IX, папа римский 63
- Пинатубо, гора 182, 185, 214
- «Пионер», космический аппарат 7, 8, 146, 173, 177, 215
- Планетезимали 145, 278, 307
- «Планетное общество» 167, 345, 388
- Платон 32, 33, 359
- Плиний Старший 182
- Плоскость эклиптики 21, 22
- Плутон 24, 25, 133, 139, 142, 144–147, 153, 238, 374
- Поиск внеземного разума» (SETI) 334, 335, 343–346
- Поиск внеземных цивилизаций с помощью многоканальных приемников» (META) 336–338, 340–343, 345, 393
- Покрытия 135
- Поллак, Джеймс 172, 176, 217, 322, 327
- Порко, Кэролин 25
- Поуп, Александр 136
- Пояс Койпера 145, 146, 365, 376
- Представления о хрустальных сферах 33, 38
- Приливы 14, 32, 43, 122–124, 142, 195, 277, 282, 283, 288
- «Приливы в морях Титана» (Дермотт, Саган) 122
- Принцип заурядности 352, 353
- Промышленная революция 76
- «Протон», ракета-носитель 236, 237, 263, 314
- Птолемей (Клавдий Птолемей) 32
- Пульсары 44, 148–150, 339
- Пэйн, Том 330
- «Пятая элегия» (Рильке) 11
- Р**
- Радияция космическая 251, 265
- Радиоактивные элементы 184, 225, 227, 254
- Радиоволны 86, 92, 101, 121–123, 137, 149, 151, 172, 174, 175, 215, 334, 337, 378
- Радиометрическая датировка 45
- «Размышления» (Марк Аврелий) 21

Райд, Салли 93
 Рассел, Бертран 270
 «Рейнджер», миссии на Луну 170
 Религия 26, 34, 36, 46, 48, 49, 64,
 65, 69–73, 333, 354, 360,
 380
 Рея, спутник Сатурна 131
 Рильке, Райнер Мария 11, 359
 «Римская история» (Аммиан
 Марцеллин) 21
 Римско-католическая церковь 64
 РНК (рибонуклеиновая кислота)
 120
 Романенко, Юрий Викторович
 269
 Россия 8, 97, 167, 230, 232, 236,
 237, 239, 243, 263, 311, 335
 Роуланд, Шервуд 211
 Руис, вулкан 182
 Руссо, Жан-Жак 73, 270, 346
 Рэлееское рассеяние 160, 172

С

Сагдеев, Роальд 235, 387
 Санторин, остров 182
 Сатурн 7, 16, 22, 24, 38, 41, 99,
 100, 102, 106–108, 113, 114,
 117–120, 122, 124, 128, 129,
 131, 133–135, 137, 140, 143,
 146, 153, 162, 165, 166, 194,
 235, 239, 263, 273, 274, 276,
 277, 317, 325
 «Сатурн-5», ракета-носитель 235,
 239, 263, 325
 Св. Амвросий 50
 Световой год 45
 Свифта-Тутля комета 281
 «Свобода», космическая станция
 35, 237
 «Святая Иоанна» (Шоу Б.) 69
 Сент-Хеленс, гора 182
 Сера 162, 165, 170, 191, 193, 194
 Серная кислота 170, 185, 321

Симонс, Дэвид 158, 159, 163
 Смог 161
 Солнечная система 17–19, 22,
 24–26, 37, 39, 43, 68, 82–84,
 92, 93, 98, 100, 101, 103,
 109, 113, 114, 122, 132, 139,
 141, 142, 144–146, 150,
 152–154, 157, 162, 165, 168,
 179, 188, 193, 200, 204, 219,
 227, 248, 274–280, 282, 284,
 286–288, 306, 307, 311, 315,
 317, 320, 323–326, 328, 329,
 348, 356, 357, 364, 365, 367,
 373, 381, 388
 Солнечный ветер 101, 178, 244
 Солнце 16, 17, 21, 24–26, 30–33,
 35–39, 42, 43, 50, 55, 61–63,
 69, 76, 83, 84, 99, 101, 103,
 111, 113–115, 128–134,
 137–139, 143, 144, 147, 149,
 150, 154, 156, 158–160, 168,
 169, 173, 178, 179, 198, 208,
 215, 221, 238, 263, 275, 277,
 278, 281, 282, 286, 287, 296,
 297, 315, 316, 324, 331, 334,
 342, 360, 361, 365, 367–370,
 373
 «Сон в летнюю ночь» (Шекспир)
 136
 Спилберг, Стивен 335
 «Список заблуждений» (Пий IX)
 63, 390
 Сталин, Иосиф 300
 Стерн, Алан 144
 Страбон 181
 Стрелец, созвездие 340
 Стюарт, Уилл см. Уильямсон, Джек
 311

Т

Талмуд 360
 Тамбора, вулкан 185
 Тектоника плит 192, 227

Телескоп «Хаббл» 96, 194, 267,
284, 286
Телескопы 25, 30, 36, 41, 87, 95,
96, 98, 114–116, 119, 132,
148, 169, 172, 174, 186, 194,
219, 229, 267, 273, 283, 284,
286, 298, 336, 340
Темная материя 377
Тёрко, Ричард 217
Тёркотт, Дональд 192
Термоядерные реакторы 261, 322
Терраформирование 312, 319,
320, 322–324, 326–330, 355
Тертуллиан 36
Тефлон 259
«Тимей» (Платон) 33
Титания, спутник Урана 136, 163
«Титан», ракета-носитель 18, 103,
107, 113, 115, 116, 118, 119,
122–124, 131, 144, 151, 163,
231, 327, 383
Титан, спутник Сатурна 18, 22,
103, 107, 113–125, 131, 133,
141, 144, 151, 152, 162, 163,
167, 171, 173, 231, 256, 326,
327, 355, 383
Токийский университет 257, 263
Толин на Титане 116, 118–121,
124, 142, 144
Толстой, Лев 74
Томпсон, В. 93, 118, 120
Торо, Генри Дэвид 346
«Траектория столкновения»
(Стюарт) 311
Тритий 316
Тритон, спутник Нептуна 141–
144, 151, 153, 162, 163, 194
Трули, Ричард 24
Тун, Оуэн Б. 217

У

Углерод 91, 112, 116–118, 175,
212, 225, 257, 274, 276, 321

Уизнер, Джером 201
Уильямсон, Джек (псевд. Уилл
Стюарт) 311–313, 315, 316,
324, 329
«Улисс», космический аппарат 286
Ультрафиолет 83, 101, 103, 116–
118, 137, 142, 171, 210, 212,
225, 227, 286, 318, 326, 365
Умбриэль, спутник Урана 136, 163
Управление по противоракетной
обороне 295
Уран 8, 22, 24, 25, 96, 99–103,
106–108, 133–138, 140, 146,
147, 152, 153, 165, 166, 168,
274, 276, 308
Ускорители ядерных частиц 314, 315
Уэзерхилл, Джордж 308

Ф

«Физика» (Аристотель) 273, 390
Фичино, Марсилио 311
Флуд, Дэниэл 202
«Фобос-2», космический аппарат
227
Фобос, спутник Марса 163, 227,
231, 277, 319
Фома Аквинский св. 32, 50, 67
«Фонд первого тысячелетия» 248
Франция 132, 216, 232, 335

Х

Хайнлайн, Роберт 256
Хаммел, Хайди 285
Ханаван, Грег 298
Хансен, Джеймс 214, 215
Хансен, Кэнди 25
Харе, Бишун 116
Харрис, Алан 298
Харрис, Дэниэл 115
Хлорофилл 84, 86, 151
Хлорофуглероды 210–212, 299,
325, 326, 349
Хокинговское излучение 371

Хокинг, Стивен 371
 Холодная война 236, 249, 256, 261
 Хорд, Чарльз 93
 Хорнер, Ричард 202
 Хрисипп 51

Ц

Циановодород (HCN) 117
 Цивилизация 23, 26, 34, 64, 66,
 67, 94, 97, 127, 151, 155,
 182, 215, 216, 235, 249,
 258, 267, 270, 292, 293, 301,
 307–309, 331–334, 336, 337,
 341, 342, 345, 351, 352, 362,
 365, 366, 368, 370, 388
 Циолковский, Константин
 Эдуардович 244, 249, 295,
 312, 347, 348, 360, 365, 383
 Цицерон, Марк Туллий 50, 287

Ч

«Челленджер», космический
 челнок 240
 «Человек, который продал Луну»
 (Хайнлайн) 256
 Чернобыльский ядерный реактор
 298
 Черномырдин, Виктор Степанович
 237
 Черные дыры 371, 372, 377
 Чибя, Кристофер 293
 Чу Цу 197

Ш

Шекспир, Уильям 136
 Шепли, Харлоу 371
 Шимпанзе 49, 67
 Шоу, Джордж Бернард 69
 Шумейкеров-Леви комета 282,
 283, 287, 293
 Шумейкеры, Кэрлайн и Юджин
 276, 282, 286

Э

Эверест, гора 14, 187, 220
 Эволюция 44, 45, 51, 52, 67, 111,
 121, 240, 244, 289, 308, 330,
 332, 355, 371, 374, 380
 Эйнштейн, Альберт 47, 48, 54, 314
 Эллиот, Джеймс 135
 «Энергия», ракета-носитель 150,
 235, 236, 239, 263, 325
 Энрике Мореплаватель, инфант
 Португалии 255
 Эпикур 34
 Эпос о Гильгамеше 247
 Эпплъярд, Брайан 70, 71, 72
 Эпсилон Эридана, звезда 147
 Этан (C₂H₆) 121, 123
 Этноцентризм 67
 Этциони, Амитай 249

Ю

Юпитер 7, 22, 35, 36, 38, 43, 92,
 94, 96, 99, 100, 102, 103,
 106–108, 114, 124, 128, 129,
 131, 133, 134, 137, 140, 146,
 148, 153, 165, 167, 176, 192,
 194, 221, 274, 275, 280–288,
 293, 294, 308, 311, 315, 369,
 370, 373

Я

Ядерная зима 210, 216, 217
 Япет, спутник Сатурна 131, 163

А

Astounding Science Fiction,
 издательство 311

М

МЕТА, проект 336, 338, 340–343,
 345, 393

Предметно-именной указатель

N

NASDA, космическое агентство
263

Nuclear Physics, журнал 378

S

«SR-71», самолет Блэкбёрд 168

T

The Astrophysical Journal, журнал
174, 393

The New York Times, газета 348

The Spectator, журнал 68

U

«U-2», самолет 168

Саган Карл

ГОЛУБАЯ ТОЧКА

Космическое будущее человечества

Руководитель проекта *И. Серёгина*
Корректоры *М. Миловидова, Е. Аксёнова*
Компьютерная верстка *А. Фоминов*
Дизайн обложки *Ю. Буга*

Иллюстрация на обложке Shutterstock

Подписано в печать 11.05.2016. Формат 60×90/16.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.
Объем 26 печ. л. Тираж 5000 экз. Заказ № .

ООО «Альпина нон-фикшн»
123060, г. Москва
ул. Расплетина, д. 19, офис 2
Тел. +7 (495) 980-5354
www.nonfiction.ru

Знак информационной продукции
(Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.)

12+