



КУРС НА МАРС

РОБЕРТ ЗУБРИН

РИЧАРД ВАГНЕР

САМЫЙ РЕАЛИСТИЧНЫЙ ПРОЕКТ
ПОЛЕТА К КРАСНОЙ ПЛАНЕТЕ



СИВИЛІЗАЦІЯ

цивілізація

Роберт Зубрин

**Курс на Марс. Самый
реалистичный проект
полета к Красной планете**

«ЭКСМО»

2001

УДК 523.43
ББК 22.654.1

Зубрин Р.

Курс на Марс. Самый реалистичный проект полета
к Красной планете / Р. Зубрин — «Эксмо»,
2001 — (civilization)

ISBN 978-5-699-75295-9

Марс – пустынная, безжизненная планета. Так кажется на первый взгляд, но на самом деле он дарит человечеству прекрасные перспективы переселения с нашей планеты на другую. Роберт Зубрин в своей книге представляет план освоения Марса «Mars Direct». Вполне реалистичный и возможный, надо признаться! С помощью использования местных марсианских ресурсов можно снизить стоимость полета на Марс в разы и превратить программу посещения Марса в программу по его колонизации.

УДК 523.43
ББК 22.654.1

ISBN 978-5-699-75295-9

© Зубрин Р., 2001
© Эксмо, 2001

Содержание

Предисловие к дополненному изданию	6
Без откровения свыше народ необуздан	10
Предисловие	12
Послание на Марс	13
Предисловие	15
Почему именно Марс?	17
Стать местными: быстрый путь на Марс	18
К Марсу на собачьей упряжке	19
Развитие новой идеи	20
Мы можем это сделать	21
Об этой книге	22
Глава 1	23
Август 2020 года	25
Февраль 2021 года	26
Сентябрь 2021 года	28
Октябрь 2022 года	29
Апрель 2023 года	31
Сентябрь 2024 года	34
Май 2033 года	37
Историческая справка. Жизнь за счет местных ресурсов: Амундсен, Франклин и Северо-Западный проход	39
Глава 2	41
Из темноты	42
Путешествия с телескопом	45
«Викинг» ищет жизнь	47
После «Викингов»	53
Миссия «Доставка марсианского грунта»	65
Глава 3	68
Через тернии к Марсу	68
Создание логически последовательной Инициативы исследования космоса	70
Рождение «Марс Директ»	73
Конец ознакомительного фрагмента.	80

Роберт Зубрин, Рихард Вагнер

Курс на Марс. Самый реалистичный проект полета к Красной планете

Посвящается Линде, моей сестре и самому преданному другу

*Отсюда ввысь стремлюсь я, полон веры,
Кристалл небес мне не преграда боле,
Но, вскрывши их, поднимаюсь в бесконечность
И между тем как все в другие сферы
Я проникаю сквозь эфира поле,
Внизу – другим – я оставляю Млечность¹*

*Джордано Бруно. О бесконечности, Вселенной и
мирах, 1584*

Robert Zubrin
The Case for Mars

© 1996, 2001 Robert Zubrin

© Зубарева А. М., перевод на русский язык, 2017

© ООО «Издательство «Эксмо», 2017

Предисловие к дополненному изданию

*Сомнение – предатель:
Из-за него мы многое теряем,
Боясь рискнуть.²*

Уильям Шекспир. Мера за меру

За пятнадцать лет, миновавших с первой публикации «Курса на Марс», произошло множество событий. На Красную планету была запущена серия автоматических станций, включая «Марс Пасфайндер» (Mars Pathfinder) и «Марс Глобал Сервейор» (Mars Global Surveyor) в конце 1996 года, «Марс Полар Лэндер» (Mars Polar Lander) и «Марс Клаймэт Орбитер» (Mars Climate Orbiter) в 1999 году, «Марс Одиссей» (Mars Odyssey) в 2001 году, «Спирит» (Spirit), «Оппортьюнити» (Opportunity) и «Марс Экспресс» (Mars Express) в 2003 году, «Марс Реконнэйсенс Орбитер» (Mars Reconnaissance Orbiter) в 2005 году и «Феникс» (Phoenix) в 2007 году. Все эти миссии, за исключением запущенных в 1999 году, были выполнены или продолжаются очень успешно. В результате наши знания о Марсе многократно приумножились.

Сейчас мы знаем наверняка, что Марс в прошлом был теплой и влажной планетой, на поверхности которой плескались не только озера и реки, но и целые океаны, знаем, что активная гидросфера Марса существовала порядка миллиарда лет – жизнь на Земле зародилась за время в пять раз меньше, если считать от момента появления жидкой воды. Таким образом, если верна теория о том, что жизнь – это естественное явление, со временем возникающее благодаря химическим процессам там, где есть жидкая вода и различные минералы, тогда на Марсе должна была зародиться жизнь.

Более того, мы знаем многое о том, что сейчас вода на Красной планете присутствует в виде льда или замерзшей грязи, а некоторые участки Марса размером с континенты, по оценкам, содержат в себе более 60 % воды, если считать по весу. В дополнение к этому мы узнали, что на Марсе есть жидкая вода, но не на поверхности, а под ней, где влага нагревается теплом из недр планеты и создает среду, подходящую для жизни. Мы нашли места, где грунтовые воды выходили на поверхность и стекали по склонам кратеров в последние десять лет. Над входами в марсианские пещеры мы обнаружили метан, который может быть признаком наличия микробной жизни под поверхностью планеты. Это указывает на существование жизни или по крайней мере среды, пригодной для жизни. Так или иначе, перечисленные находки помогают определить будущие места высадки астронавтов, где можно будет провести бурение и получить образцы воды, которые помогут нам узнать правду о природе, распространении и возможном разнообразии жизни во Вселенной.

Помимо прочего мы составили карту полезных ископаемых и топографическую карту Марса на основе данных с орбитальных аппаратов, сфотографировали его достаточно детально, чтобы у нас была возможность найти наши автоматические роверы и управлять ими, а также чтобы выбрать идеальные места для посадки и разработать маршруты для будущих исследователей.

Теперь мы знаем, почему и куда мы должны двигаться. Но предпринимаем ли мы что-то для этого? Пока нет. На фоне выдающихся успехов автоматической программы исследования Марса, достигнутых за последние пятнадцать лет, поразительно выглядит отсутствие

² Перевод Михаила Зенкевича.

результатов пилотируемой космической программы НАСА. Эту мысль следует подчеркнуть. Если не считать данных, получаемых от автоматических аппаратов, НАСА сегодня готово к отправке астронавтов на Марс так же плохо, как в 1996 году.

Как такое возможно? Чаще всего звучит ответ о недостатке денежных средств. Якобы, если бы НАСА получало такое же щедрое финансирование, как в эпоху программы «Аполлон», то мы бы увидели большие достижения пилотируемой космонавтики. Однако это не оправдание. Дело в том, что в пересчете на сегодняшний курс средний бюджет НАСА между 1961 годом (когда президент Кеннеди в своей речи анонсировал программу «Аполлон») и 1973 годом (когда была запущена миссия «Апполон-Скайлэб») составлял 19 миллиардов долларов в год, то есть почти столько же, сколько выделяют НАСА сейчас, и сохраняется на том же уровне примерно с 1990 года.

Так же неверно и то, что НАСА в эпоху «Аполлона» способно было достичь большего в области пилотируемой космонавтики, поскольку агентство уже добилось значительных результатов в изучении космоса, используя автоматические аппараты. Фактически тогда беспилотная исследовательская программа развивалась динамичнее, чем в последние пятнадцать лет, поскольку было запущено около сорока лунных и планетных зондов. Если мы сопоставим равные по времени периоды – с 1961 по 1975 год и с 1996 по 2010 год, мы обнаружим, что десять ранних запусков марсианских зондов НАСА, восемь из которых оказались успешными, незначительно превосходят недавние девять запусков, из которых успешными оказались семь.

Да, бюджет НАСА и вправду в 1960-е годы составлял значительную часть государственных расходов, но не потому, что НАСА было богаче, а потому что нация была многочисленнее и беднее. В 1960-е годы население Америки составляло 60 % от нынешнего, а валовой национальный продукт страны – 25 % от современного. Вряд ли это были лучшие условия для миссии «Аполлон».

Кроме того, технологии, доступные Америке полвека назад, в значительной степени уступали тем, что мы имеем сегодня. Люди, создававшие «Аполлоны», пользовались для вычислений логарифмическими линейками, позволявшими выполнять одно действие в секунду, а не компьютерами, работающими в миллиард раз быстрее. Однако за восемь лет удалось решить все необходимые задачи, чтобы от запуска беспилотного аппарата дойти до отправки человека на Луну и возвращения его на Землю.

Эта книга подробно объяснит с технологической точки зрения, почему сегодня мы намного лучше подготовлены к отправке людей на Марс, чем были подготовлены к полету на Луну в 1961 году. Но тогда люди достигли цели за восемь лет, а мы топчемся на месте уже тридцать пять.

Поэтому возникает вопрос: что же такое было у НАСА тогда, чего не хватает сейчас?

Ответ – способность выделять главное.

Под способностью выделять главное я подразумеваю способность определить, чего же на самом деле мы собираемся достичь, устремиться к этой цели, разработать план действий и выполнить его.

В эпоху миссии «Аполлон» американская пилотируемая космическая программа выполнялась именно так. Цель была ясна – нужно доставить людей на Луну и вернуть домой *до конца десятилетия*, – и к ней стремились изо всех сил. Соответственно, чтобы достигнуть цели в срок, был разработан план, для выполнения плана был придуман дизайн космических аппаратов, для создания космических аппаратов были усовершенствованы технологические процессы, а затем аппараты были построены, а миссии запущены.

Автоматическая космическая программа в то время выполнялась по тому же принципу и так же продолжается. Именно поэтому она дает беспрецедентные результаты.

Беспилотная исследовательская программа оказалась такой успешной вовсе не потому, что она выполняется роботами. Она обязана своим успехом тому факту, что люди, которые ее проводят, пользуются головой.

В отличие от автоматической пилотируемая космическая программа НАСА проводится абсолютно неразумно. Вместо того чтобы создавать именно то оборудование, которое помогло бы следовать плану, для пилотируемой программы сначала разрабатывают какие-то приборы, а потом ищут им применение. Так, шаттлы были разработаны, когда не было четкого понимания, для чего они нужны, и поэтому космические челноки сыграли столь малую роль в исследовании космоса.

Международная космическая станция (МКС) была задумана, чтобы оправдать использование шаттлов. Но решение строить ее с помощью шаттлов очень увеличило затраты и риски, связанные с этой программой, чрезмерно усложнило конструкцию станции, ограничило ее размеры и привело к появлению громоздкой последовательности запусков для строительства новых модулей в течение двадцати лет. Более простой, но при этом более крупный «Скайлэб» был разработан и построен за четыре года и запущен за один день. Кроме того, сама по себе МКС не имеет разумной цели, сопоставимой с затратами на станцию, рисками и временем, которое тратит НАСА на обслуживание проекта. Такая мрачная оценка, ранее непризнанная, стала очевидной из-за последовавшей 1 февраля 2003 года катастрофы шаттла «Колумбия». Резко критикуя НАСА, председатель комиссии по расследованию несчастного случая адмирал Гарольд Геман объявил, что если американцы должны принять затраты и риски полетов человека в космос, то нужно иметь цели, сопоставимые с этими затратами и рисками. В ответ администрация президента Буша даже не попыталась поискать аргументы в пользу того, что МКС отвечает этому требованию. Вместо этого администрация президента выступила с инициативой, чтобы как-то оправдать пилотируемую программу НАСА, и предложила возвращение на Луну не позднее 2020 года.

Несмотря на то что полет на Луну действительно интереснее, чем экспедиции на станцию на низкой околоземной орбите и производство образцов урины и стула – с помощью которых ученые следят за стремительным ухудшением психологического состояния человека при нулевой силе тяжести (что совершенно необязательно, поскольку любой компетентный разработчик миссии на Марс задействовал бы искусственную гравитацию на борту своего межпланетного корабля, чтобы избежать вреда для человеческого здоровья, – конечно, так, чтобы не перегрузить конструкцию корабля и не повредить исследованиям), все же идея не выдерживает проверку на рациональность. В конце концов, мы были на Луне шесть раз. На Землю доставили более 300 килограммов лунного грунта, а какую-то заинтересованность в нем демонстрируют всего несколько человек. Общее представление о лунной геологии мы уже составили, дело в основном за деталями. Более того, тема эта интересна ограниченному кругу людей, в сущности, она не так значительна в сравнении с вопросами возникновения и принципиальной природы жизни, которые, возможно, позволят решить миссия на Марс. А что до славы и блеска государства, отношения к нему собственных граждан и других народов, повторного подтверждения нашей готовности встретиться с новыми испытаниями, интересно, какое впечатление складывается об Америке, если высочайшая цель нашей космической программы – повтор миссии, успешно завершенной примерно полвека назад.

Несмотря на описанное выше, есть и более значительная проблема: то, что цель эта вовсе не настоящая. По сути это была попытка создать запах мяса, не приготовив бифштекс, поскольку, заявив в 2004-м о планах на 2020-й, НАСА могло не предпринимать никаких действий за то время, пока Буш был у власти, даже если учитывать второй срок. Таким образом, по прошествии дополнительных пяти бушевских лет не было построено никакого оборудования для лунной миссии, после чего мнимая программа была передана администрации Обамы, которая ей и вовсе не занималась.

Предсказуемо, что осиротевшая, не имеющая ни политической защиты, ни какой-нибудь важной и значительной цели программа была отменена. На ее место администрация Обамы сначала выдвинула концепцию «подвижного пути», не имевшую даже претензии на цель. Затем, когда стало понятно, что идея слишком абсурдна для того, чтобы Конгресс ее рассматривал, своевременно обнародовали, а потом забыли псевдоцель по достижению одного из околоземных астероидов к 2025 году (то есть к такому сроку, чтобы нынешним политикам ничего не пришлось предпринимать). Однако раз уж существуют двадцать семь «качающихся» голосов выборщиков из Флориды, администрация Обамы обнародовала причудливый набор новых проектов, включая предложение потратить несколько миллиардов долларов на восстановление стартовых площадок для шаттлов – хотя шаттлы уже не запускают, разработку высокомошного электрического стартового ускорителя, работающего без использования крупного космического ядерного реактора, строительство орбитальной дозаправочной станции для обслуживания межпланетных кораблей, которых пока не существует, и создание космической капсулы, которая поможет астронавтам спускаться с орбиты, но не отправляться на нее.

Ни один из этих странных проектов не служил сколько-нибудь стоящей цели, не только потому что из них невозможно собрать функциональную комбинацию, но и потому что им нечему служить – цели не существует. Без сомнения, все эти проекты будут отменены, не оставив после себя ничего полезного, когда закончится президентский срок Обамы, если не раньше. И мы снова вернемся в отправную точку, потратив от 40 до 80 миллиардов долларов и от четырех до восьми лет.

Без откровения свыше народ необуздан

Американский народ хочет получить и заслуживает космическую программу, которая имеет какую-нибудь достойную цель. Но, чтобы назвать цель настоящей, у нее должны быть не только «логические обоснования», а *причины*.

Существуют реальные и жизненно важные причины, по которым мы должны стремиться на Марс. Это ключ к секрету жизни во Вселенной. Это вызов, который вдохновит миллионы молодых людей заняться наукой и инженерным делом, и, приняв его, мы вновь подтвердим, что миссия нашей нации – быть первопроходцами. Это дверь в будущее, рубеж нового мира, планета, которая может быть обжита, первый шаг для человечества к покорению космического пространства, с неограниченными ресурсами или стремлениями по мере продвижения все дальше и дальше в безграничной Вселенной.

Ради науки, ради вызова, ради будущего – вот ради чего мы должны лететь на Марс.

Единственный значительный аргумент против инициативы по запуску человека на Марс – это утверждение, что мы этого сделать не можем. Однако оно полностью ошибочно.

Нам бы понадобилась тяжелая ракета-носитель, которой у нас нет, сказали бы оппоненты, и на создание одной такой ушла бы огромная сумма денег и большое количество времени – 36 миллиардов долларов и двенадцать лет, по сообщению экспертной комиссии по полетам человека в космос при администрации президента Обамы. Это не лишено смысла. Мы запустили нашу первую тяжелую ракету-носитель «Сатурн-5» в 1967 году, следуя пятилетней программе развития, в рамках которой мы должны были создать ракету-носитель, чтобы программа продолжалась. Сегодня мы точно знаем, что нужно делать. Что касается расходов, президент компании SpaceX Илон Маск торжественно объявил экспертной комиссии, что он хотел бы разработать ТРН для вывода на орбиту около 100 тонн груза, заключив контракт при фиксированной цене в 2,5 миллиарда долларов. Этому заявлению хочется верить, поскольку в SpaceX совсем недавно построили и запустили ракету среднего класса грузоподъемностью 10 тонн стоимостью в 300 миллионов долларов. А у «Локхид Мартин» (Lockheed Martin), аэрокосмического гиганта, ранее возглавляемого председателем экспертной комиссии Норманом Августиним, есть проекты моделей ТРН, работу над которыми оценивают в 4 миллиарда долларов.

Также оппоненты указывают на то, что пилотируемому марсианскому спускаемому аппарату понадобится огромный парашют, гораздо более крупный, чем мы когда-либо раньше использовали. Огромный парашют? Если мы отправили человека на Луну, разумеется, мы можем создать большой парашют. Или если бы мы решили бы обойтись без него, мы бы могли использовать парашют более скромного размера и завершить торможение при посадке с помощью ракетных двигателей.

Недоброжелатели могут сказать, что путь до Марса слишком долг и нам придется отложить старт до тех пор, пока мы не придумаем принципиально более совершенные типы космических двигателей, позволяющие сократить время полета. Это неверно. Используя существующие химические ракетные двигательные установки, мы можем добраться от Земли до Марса за шесть месяцев, фактически аппарат «Марс Одиссей» именно это и сделал в 2001 году. Люди способны выдержать такое путешествие. По сути, это стандартный тур, в котором побывало множество астронавтов и космонавтов во время полетов на станцию «Мир» и МКС.

Нам бы понадобился ядерный реактор, чтобы поддерживать существование базы на поверхности Марса, а у нас такого нет, сказали бы недоброжелатели. Но мы использовали в быту первый ядерный реактор в нашей стране, установленный на подводной лодке «Наутилус», в 1952 году, а законы физики мало изменились с тех пор. Мы использовали ядерную

энергию до того, как появился цветной телевизор, реактивный пассажирский самолет или кнопочный телефон. Ядерные реакторы – это технологии 1940-х годов. Конечно же, мы в состоянии построить маленький реактор, который будет питать марсианскую базу.

Космические лучи, солнечные вспышки, влияние невесомости на здоровье, психологические нагрузки, пылевые бури, системы поддержания жизни, превышение расходов – список предполагаемых препятствий, выдвигаемых скептиками можно продолжать и дальше. Они неправы по каждому пункту.

В этой книге я вам это докажу. Я в деталях изложу план исследования Марса человеком на ближайшее будущее, который развеет или решит каждую из описанных проблем, используя известные нам технологии.

Изучение Марса – задача не для будущих поколений. Это задача для нашего поколения. Как в 1776 году писал Томас Пейн, *в наших силах начать новый мир*.³

Давайте сделаем это.

Голден, Колорадо

9 марта 2011

³ Перевод Михаэля Дорфмана.

Предисловие

Планета Марс – место, где будет развиваться действие в следующем веке. Это единственный мир в Солнечной системе, где высока вероятность обнаружить следы жизни или даже саму жизнь. Также мы можем достичь Марса – и выжить на нем – с доступными сегодня технологиями или теми, что появятся в ближайшем будущем.

Книга Роберта Зубрина, пусть она часто кажется забавной и содержит отступления, нелестные для НАСА, представляется мне самым исчерпывающим описанием прошлого и настоящего Марса, с которым я когда-либо сталкивался. Она объясняет, зачем мы должны лететь на Красную планету, как нам туда добраться и, возможно, самое важное из всего, как мы будем «вести хозяйство», когда долетим туда.

Лично я с восторгом думаю, что – если принять убедительные аргументы доктора Зубрина – первая экспедиция на Марс могла бы стартовать незадолго до моего девяностого дня рождения. А еще прежде, если все пойдет хорошо, российский исследовательский модуль⁴ отправится к Марсу прямо перед моим семьдесят восьмым днем рождения, неся послание, которое я записал на видео для поселенцев следующего века.

⁴ Автоматическая межпланетная станция «Марс-96» запущена в ноябре 1996 года, до Марса не долетела. – *Прим. пер.*

Послание на Марс

Меня зовут Артур Кларк, я говорю с вами с острова Шри-Ланка, когда-то известного как Цейлон, что в Индийском океане, на планете Земля. Сейчас начало весны 1993 года, однако это сообщение предназначается для будущего. Я адресую его мужчинам и женщинам – возможно, некоторые из вас уже родились, – живущим на Марсе и слушающим эти слова.

На пороге нового тысячелетия планета, которая может стать первым настоящим домом для человечества после родного нам мира, кажется очень интересной. За время моей жизни мне посчастливилось наблюдать, как изменялись наши знания о Марсе от почти полного неведения – или обманчивых фантазий – до полного понимания его географии и климата. Конечно, мы еще по-прежнему безграмотны в некоторых областях и не имеем тех сведений, которые вы воспринимаете как должное. Но сейчас у нас есть точные карты вашего чудесного мира, и мы можем представить, как его изменить – терраформировать, – чтобы сделать таким, как мы желаем его видеть. Возможно, вы уже запустили этот многовековой процесс.

Между Марсом и моим нынешним домом есть некая связь – я использовал ее в своем рассказе «Молот Господень», который может оказаться последним. В начале XX века здесь, на Цейлоне, жил любитель астрономии по имени Перси Моулзуорт. Он потратил много времени на наблюдения Марса, и сейчас у вас в южном полушарии есть огромный кратер диаметром в 175 километров, названный в честь него. В моей книге я вообразил, как новый марсианский астроном мог бы однажды оглянуться на мир его предков, чтобы попробовать увидеть тот маленький остров, с которого Моулзуорт – и я – часто пристально смотрел на вашу планету.

Вскоре после первой высадки на Луну в 1969 году некоторое время мы были достаточно оптимистичны, чтобы представить, как мы могли бы добраться на Марс к 1990-м. В еще одном из моих рассказов я описал человека, выжившего после первой неудачной экспедиции и наблюдавшего проход Земли по диску Солнца 11 мая 1984 (!) года. Что ж, тогда на Марсе не было никого, кто мог бы увидеть это событие, но оно повторится снова 10 ноября 2084 года. Я надеюсь, к тому времени множество глаз будет смотреть на Землю, медленно пересекающую солнечный диск, напоминая маленькое, идеально круглое солнечное пятно. И я предложил людям Земли посигналить вам тогда мощными лазерами, чтобы вы увидели на самом лице Солнца звездочку, передающую вам сообщение своим мерцанием.

Я многократно отдаю вам честь сквозь космическую пропасть и шлю приветы и добрые пожелания из последнего десятилетия века, в котором человечество стало первым видом, покорившим космос, и отправилось в путешествие, которое может не иметь конца, пока Вселенная это терпит. Книга доктора Зубрина, где многие факты изложены смело и с уверенностью – как и моя собственная попытка терраформирования Марса, «*Снега Олимпа*», – будет казаться малозначимой на фоне будущих технологических достижений. Однако, вне всяких сомнений, она демонстрирует, что первая поддерживающая свое существование человеческая колония за пределами родной Земли будет создана поколением наших детей.

Ухватятся ли они за эту возможность? Прошло уже почти пятьдесят лет с тех пор, как я закончил мою первую книгу, «Межпланетный полет», в которой есть слова:

«Как однажды сказал Уэллс, или Вселенная, или ничего... Вызов, который бросает нам пропасть между этими словами, может быть пугающим. Но, если не удастся его принять, история нашей гонки быстро подойдет к финалу. Человечество развернется спиной к непокоренным вершинам и начнет затяжной спуск, тянущийся многие миллионы лет, к берегам первобытного моря».

Артур Кларк
1 марта 1996

Предисловие

Мы решили лететь на Луну. Мы решили лететь на Луну в этом десятилетии, а также сделать многое другое не потому, что это легко, но потому, что это трудно, потому, что эта цель поможет собраться и оценить наши силы и умения, потому, что этот вызов мы готовы принять и не готовы откладывать, здесь мы намерены добиться успеха... В некотором смысле это акт веры и предвидения, поскольку мы не знаем, чего мы достигнем... Но космос зовет, и мы собираемся покорить его.

Джон Ф. Кеннеди, 1962

Настало время, когда Америка должна поставить перед собой новую значимую цель в космосе. Недавние празднования двадцать пятой годовщины высадки «Аполлона» на Луну напомнили нам, чего мы однажды достигли как нация, и это достижение ставит новый вопрос: остаемся ли мы до сих пор нацией первопроходцев? Будем ли мы прикладывать все силы, чтобы продолжить движение в авангарде прогресса как люди будущего, или же мы позволим себе быть людьми прошлого, достижения которых увековечены в музеях? Будут ли наши потомки к моменту празднования пятидесятой годовщины чтить этот задел как первый шаг к тому рубежу который бы манил к новым горизонтам? Или они будут воспринимать его так же, как некий римлянин в VII веке мог бы разглядывать акведуки и другие величественные шедевры классической архитектуры, все еще заметные среди руин, восхищенно спрашивая себя: «Это действительно мы такое воздвигли?»

Без цели не может быть развития. Американская космическая программа, начавшаяся с блистательной миссии «Аполлон» и связанных с ней программ, следующие двадцать лет по большей части бесцельно буксовала. Чтобы наша космическая программа двигалась вперед, нам нужна первоочередная задача. На данный момент на эту роль могут претендовать только разведывательные работы и заселение Марса.

Марс – четвертая от Солнца планета, удаленная от него примерно в полтора раза больше, чем Земля, а значит, более холодная. Если дневная температура на Марсе иногда поднимается до 17 °С, то ночью столбик термометра падает до -90 °С. Сейчас жидкой воды на поверхности Марса нет,⁵ так как средняя температура опускается ниже точки ее замерзания. Но так было не всегда. Фотографии высохших русел рек на поверхности Марса, полученные одной из орбитальных станций, показывают, что в далеком прошлом планета была более теплой и более влажной, чем сейчас. Это делает Марс первой в Солнечной системе целью для поисков внеземной жизни, не важно, существует ли она сейчас или существовала раньше. Продолжительность марсианских суток близка к земной – 24 часа 37 минут, угол наклона оси вращения Красной планеты составляет 24°, что почти равно аналогичному значению для Земли, и, таким образом, на Марсе есть четыре умеренно суровых времени года, чем-то напоминающих наши. Поскольку год на Марсе длится 669 местных суток (или 686 земных), каждое из времен года примерно вдвое длиннее аналогичного земного. На Марсе много места. Несмотря на то что диаметр Марса в два раза меньше, чем у Земли, отсутствие океанов на Красной планете означает, что полная площадь поверхности Марса равна площади всех континентов Земли, соединенных вместе. При самом «удачном» расположении Марс находится от Земли всего в 60 миллионах километров, при самом «неудачном» – в 400 миллионах километров. С использованием современных реактивных двигателей полет

⁵ В 2011 году сообщили о возможных потоках воды на склонах марсианских кратеров. Подробнее см., например, <http://astrochemistry.ru/marsbrines.html>. – Прим. пер.

к Марсу в одну сторону занял бы около шести месяцев, то есть значительно больше, чем трехдневные полеты «Аполлонов» к Луне, но к путешествиям такой длительности человечеству не привыкать. В XIX веке переселенцы из Европы тратили примерно столько же времени, чтобы добраться до Австралии. И, как мы увидим, технологии, необходимые для такого путешествия, вполне доступны.

Когда эта книга готовилась к печати, ученые из НАСА объявили о поразительном открытии: найдено надежное косвенное свидетельство существования древней микробной жизни в образцах камней из Антарктики, которые когда-то откололись от Марса из-за падения метеоритов. В камнях обнаружены сложные органические молекулы, магнетит и другие типичные минеральные следы жизни бактерий, а также яйцевидные структуры, соответствующие по форме бактериям. В НАСА называют это свидетельство убедительным, но не окончательным. Если мы действительно обнаружили следы жизни, их могли оставить только самые скромные представители древней марсианской биосферы, самые интересные и сложные проявления которой до сих пор скрыты в залежах окаменелостей на Марсе. Однако, чтобы отыскать их, потребуется больше, чем камеры марсоходов и удаленное управление. Понадобятся человеческие руки и человеческие глаза, которые осмотрят всю Красную планету.

Почему именно Марс?

Выбор Марса как цели межпланетного путешествия – это вопрос не просто аэрокосмических достижений, а того, останемся ли мы обществом первооткрывателей. Марс благодаря своей уникальности среди тел Солнечной системы обладает всеми необходимыми ресурсами не только для поддержания жизни, но и для развития какой-нибудь технологической цивилизации. В отличие от сравнительно пустынной Луны на Марсе есть настоящие океаны, скрытые под почвой в виде вечной мерзлоты, также есть значительные количества углерода, азота, водорода и кислорода в форме соединений, легко доступных тем, кто достаточно находчив, чтобы их извлечь. Из этих четырех элементов можно получить не только еду и воду, но и пластик, дерево, бумагу, одежду и – самое важное – ракетное топливо. Далее, Марс испытал на себе те же вулканические и гидрологические процессы, которые привели к появлению разнообразных руд на Земле. Достоверно известно, что на Красной планете существуют химические элементы, важные для промышленности. Пока мы точно не знаем, существует ли жидкая вода на поверхности планеты, но есть все основания полагать, что источники геотермального нагрева способны поддерживать горячие жидкие водоемы под поверхностью Марса. Такие гидротермальные озера могут быть пристанищем для микробов, сохранившихся со времен существования древней марсианской жизни. Они также могут стать оазисами, которые дадут достаточное количество воды и геотермальной энергии будущим людям-первопроходцам. Марс с его двадцатичетырехчасовым суточным циклом и атмосферой достаточной толщины, чтобы защитить поверхность от солнечных вспышек, – единственная планета, кроме Земли, которая позволяет разбить огромные теплицы, освещенные естественным путем. Даже за тот короткий срок, что прошел с начала исследования Марса, стало известно, что он обладает необходимыми для жизни ресурсами, которые со временем можно будет вывозить в коммерческих целях. Дейтерий, тяжелый изотоп водорода, современная цена которого приближается к 10000 долларов за килограмм, на Марсе встречается в пять раз чаще, чем на Земле.

Марс может быть заселен. Для нашего и многих последующих поколений Марс станет новым миром.

Стать местными: быстрый путь на Марс

Если углубиться в историю, обычно оказывается, что те первые исследователи и колонисты, которые потрудились перенять навыки выживания и путешествий у туземных народов, преуспели там, где никто другой не смог. Что для чужака дикая местность, то для туземцев дом: неудивительно, что именно они лучше всех знают, как найти и использовать ресурсы родной земли.

На взгляд городского жителя, арктический пейзаж кажется пустынным, бедным ресурсами и непроходимым. Однако эскимосу он представляется богатым. Так, в XIX веке британский флот отправил дорогостоящие флотилии военных кораблей на паровой тяге для исследования канадской Арктики и поиска Северо-Западного прохода. Эти экспедиции, груженные углем и продовольствием, противостояли бы ледяным торосам многие годы до тех пор, пока нехватка запасов не вынудила бы их развернуться или даже привела бы к гибели всего экипажа.

Однако в то же время небольшие команды охотников, занятых пушным промыслом, свободно путешествовали по Арктике на собачьих упряжках. Переняв навыки местных жителей, они могли прокормить себя и стаи собак местной дичью и путешествовали налегке. При незначительных затратах они продвинулись в освоении местности куда дальше, чем военно-морской флот.

Из всего этого нужно извлечь урок для исследования космоса. Но марсиан все же не существует. А если бы они все-таки были, давайте зададим себе вопросы. Как бы они путешествовали? Стали бы они импортировать ракетное топливо с Земли? Как насчет их собственного кислорода? Откуда бы они брали воду и еду? Как бы они выживали? На это есть единственный ответ: *когда ты на Марсе, поступай как поступил бы марсианин.*

К Марсу на собачьей упряжке

Многие предложенные концепции пилотируемых миссий на Марс напоминали тяжелый поход Королевского флота в Арктику, описанный выше. Согласно этим планам необходимы огромные корабли, которые доставят к Марсу продовольствие и топливо, чтобы обеспечить всю миссию. Поскольку такие корабли слишком велики для одновременного запуска, требуется долговременное орбитальное хранилище сверххолодного (или *криогенного*) топлива. Следовательно, понадобятся большие орбитальные конструкции. Стоимость подобных проектов чрезмерно велика. Один такой план, известный как «90-дневный отчет», был разработан в 1989 году в ответ на предложение администрации президента Буша-старшего под названием «Инициатива исследования космоса» и оценивался в 450 миллиардов долларов. Сумма шокировала конгрессменов, и в результате программа Буша была обречена, а многие люди с тех пор не воспринимают планы полета человека на Марс всерьез.

Однако, как и в случае с покорением Арктики, есть другой способ подступиться к миссии на Марс – принцип собачьей упряжки, если угодно. Разумно используя ресурсы, доступные в окружающей среде, которую предстоит изучить, можно уменьшить материально-технические требования к запуску миссии до приемлемого уровня.

Это основной смысл проекта «Марс Директ», нового подхода к исследованию Марса, который я предложил в 1990 году, когда был в должности старшего инженера в компании «Мартин Мариетта Астронаутикс» (Martin Marietta Astronautics) и работал над развитием усовершенствованных концепций межпланетных миссий. Этот план не предусматривает использование огромных межпланетных кораблей и поэтому не нуждается в орбитальных космических базах или доках. Вместо этого экипаж вместе со всем необходимым отправляют прямо на Марс в верхней части ракеты-носителя, которая доставляет его на орбиту Земли тем же самым способом, как это делалось на «Аполлонах» и всех других безымянных межпланетных зондах, запускавшихся прежде. Такая схема запуска миссии значительно упрощает и уменьшает количество необходимой аппаратуры и избавляет от нужды тратить десятилетия и сотни миллиардов долларов на разработку и строительство орбитальной инфраструктуры. Ключевая часть плана – возможность использовать в ходе миссии собственными марсианскими ресурсами непосредственно на поверхности планеты для изготовления топлива, которое понадобится для возвращения на Землю, а также для того чтобы обеспечивать астронавтов продовольствием.

Не просто желанной, а достижимой Красную планету делают именно ее богатства.

Пилотируемая марсианская программа нужна не для того, чтобы построить огромные межпланетные лайнеры, а для того, чтобы доставить с поверхности Земли на поверхность Марса полезный груз, который обеспечит выживание небольшого экипажа астронавтов, а затем вернуть тот же или подобный полезный груз назад вместе с экипажем. Если мы будем обеспечены всем необходимым, мы воспользуемся всеми преимуществами местных ресурсов и упростим логистику миссии до приемлемого уровня. Такое задание нам вполне по силам и средствам. Путешествовать налегке и жить за счет доступных ресурсов – вот он, наш билет на Марс.

Развитие новой идеи

В этой книге будет описан план проекта «Марс Директ», включая его разработку и философию миссии, компоненты оборудования и общую структуру, резервные планы и возможности прерывания и, наконец, его эволюционный потенциал. В 1990 году, когда я и мой основной помощник по разработке проекта Дэвид Бейкер предложили первую версию плана, многие работники НАСА посчитали его слишком радикальным для того, чтобы относиться к нему серьезно. Однако некоторые его восприняли с энтузиазмом, и, потратив некоторое время на терпеливые объяснения и отсекаание альтернативных вариантов, я преуспел и добился значительной поддержки. Стали активно подключаться к работе многие новые люди, и с их помощью решения по поводу концепции стали приниматься все быстрее. В 1992 году меня пригласил обсудить проект доктор Майкл Гриффин, бывший в то время заместителем руководителя по исследованиям НАСА, и немедленно решил оказать значительную поддержку. Гриффин тогда обсудил проект с будущим директором НАСА Дэниэлом Голдином, также ставшим сторонником проекта, и пошел дальше: обсуждал проект на нескольких встречах с общественностью, проведенных НАСА в 1992 и 1993 годах.

При поддержке Гриффина и Голдина я получил возможность вернуться в Космический центр имени Джонсона в НАСА и убедить группу, ответственную за разработку пилотируемых марсианских программ, хорошенько присмотреться к моему проекту. Она провела детальное исследование миссии «Сравнение дизайнов»,⁶ созданной на базе проекта «Марс Директ», но примерно вдвое увеличила размер экспедиции по сравнению с тем, что предлагался в первоначальной концепции. Далее группа оценила стоимость программы по изучению Марса, основанной на расширенной версии «Марс Директ». Их оценка – 50 миллиардов долларов на разработку всей необходимой аппаратуры и отправку на Марс трех полноразмерных миссий. Та же группа пришла к выводу, программа НАСА «90-дневный отчет», воплощающая традиционный громоздкий подход, обойдется в 450 миллиардов долларов. По моему мнению, если отказаться от лишнего оборудования и уменьшить экипаж, стоимость миссии Космического центра имени Джонсона «Сравнение дизайнов» можно было бы сократить примерно до половины, то есть до 20–30 миллиардов долларов.

Также коллектив Космического центра имени Джонсона выдал компании «Мартин Мариетта» небольшую сумму денег, если точнее, 47 тысяч долларов, чтобы продемонстрировать, что мое предложение по преобразованию марсианской атмосферы в ракетное топливо сводится к простой технологии из химической инженерии. Для демонстрации за три месяца мы построили натурную установку, которая работала с эффективностью 94 %. Демонстрация получилась более чем убедительной, учитывая, что ни я, ведущий инженер проекта, ни кто-либо еще из команды фактически не был инженером-химиком по образованию. Если мы смогли построить такое устройство, то это не так уж и сложно.

⁶ Design Reference Mission, программа НАСА по изучению проектов миссий, связанных с отправкой человека на Марс. – *Прим. пер.*

Мы можем это сделать

20–30 миллиардов долларов – это немалые деньги, но сумма примерно того же порядка необходима на разовую большую закупку новой системы вооружения; эта сумма примерно сравнима с той, которую правительство США выдало Мексике однажды летом 1995 года. Если распределить эти деньги на двадцать лет, первые десять из которых уйдут на разработку оборудования, а следующие – на полет миссии, необходимая сумма составит от 8 до 12 % нынешнего бюджета НАСА. Это затраты, которые Америка легко может себе позволить ради того, чтобы открыть человеческой цивилизации путь в новый мир.

Разведывание Марса не требует новых чудодейственных технологий, орбитальных космических портов, двигателей на антивеществе или гигантских межпланетных лайнеров. Мы можем установить наш первый форпост на Марсе в течение десятилетия, используя зарекомендовавшие себя инженерные методы, разработанные и отточенные благодаря здравомыслию наших предшественников.

Как мы достигнем этого результата и для чего нам это нужно – вот две темы этой книги.

Об этой книге

Эта книга подводит итог многолетней технической работе над практическими планами по разведыванию Марса. Хотя нетрудно догадаться, что планы пилотируемых марсианских миссий опираются на техническую сторону дела в деталях, но от нее мало зависит принципиальная выполнимость. Это скорее вопрос стратегии, что очевидно любому, кто готов задуматься и владеет основной информацией.

К несчастью, такая информация в нужное время была труднодоступна для общественности. Существующая научно-популярная литература про пилотируемые полеты на Марс страдала туманностью или наивностью, тогда как техническая – сбивчивостью, невразумительностью и зачастую необъективностью. Для образованного читателя, не являющегося специалистом в технике и космонавтике, действительно не было книг удовлетворительного качества по обсуждаемой теме. Отчасти «Курс на Марс» – попытка исправить ситуацию.

В этой книге я попытался соблюсти баланс между техническими подробностями и повествованием. Довольно просто объявить о том, что дизайн одного проекта удачнее другого, но это слегка лицемерно, поскольку решающие аргументы кроются именно в технических подробностях. Некоторые главы в большей степени посвящены им, чем другие (глава 4, что описывает в деталях «Марс Директ», и глава 5, где объясняется, почему аргументы против пилотируемых марсианских программ – не более чем страшные сказки), однако все они будут понятны и новичкам, и знающим читателям. Если по какой-то причине вы перестанете понимать, для чего приведены какие-то из цифр, продолжайте читать – вы довольно быстро освоитесь.

Я – инженер, специализирующийся на космической технике, а раньше преподавал естественнонаучные дисциплины, поэтому я стараюсь излагать ясно и четко. Я (в противовес отдельным моим коллегам-ученым, которые предпочитают острить) придерживаюсь основного принципа, согласно которому Ясность не враг Истины, а ее первейший союзник. Кроме того, я глубоко убежден, что такие волнующие и жизненно важные для нашего будущего вещи, как освоение человечеством новой планеты, не должны быть достоянием технической элиты, но должны быть открыты для рассмотрения каждому желающему. Поэтому к написанию этой книги я привлек в качестве соавтора моего давнего друга Ричарда Вагнера, который как бывший редактор *AdAstra*, популярного журнала о космических исследованиях, издававшегося Национальным космическим обществом, накопил многолетний опыт по донесению научных аргументов до широкой публики. Я полагаю, с его помощью и помощью Митча Горовица, нашего могущественного редактора из The Free Press, «Курс на Марс» может с успехом растолковать широкой общественности настоящие проблемы и задачи исследования Марса астронавтами.

Поскольку в конечном счете на Марс мы полетим благодаря тому, что вы умеете понимать.

Глава 1 «Марс Директ»

Планета Марс – мир, от пейзажей которого захватывает дух: эффектные горы в три раза выше Эвереста, каньоны в три раза глубже и в пять раз длиннее, чем Большой Каньон в США, огромные ледяные поля и высохшие русла рек и ручьев, протянувшиеся на тысячи километров. Его неисследованная поверхность может скрывать невообразимые богатства и ресурсы для людей будущего, так же как и ответы на некоторые глубинные философские вопросы, тысячелетиями мучившие человечество. Более того, Марс однажды может стать домом для энергичной новой ветви нашей цивилизации, новым рубежом, колонизация и рост которого станут двигателем прогресса всего человечества. Но все, чем владеет Марс, навсегда останется за пределами нашего понимания до тех пор, пока люди не ступят на его суровую поверхность.

Кто-то сказал, что человеческий полет на Марс – авантюра для далекого будущего, задача для следующего поколения. Но у нас уже имеются все необходимые технологии для того, чтобы в течение десятилетия начать долгосрочную программу покорения Марса. Мы можем добраться до Красной планеты на относительно небольшом космическом корабле, запущенном прямо к ней ракетой-носителем, и пользуясь теми же технологиями, что помогли доставить астронавтов на Луну более сорока лет назад.

Как такое возможно? Глядя почти на любой план пилотируемой марсианской программы, будь он сделан в 1950-е или 1990-е годы, мы увидим огромные корабли, тянущие к Марсу продовольствие и топливо, необходимое для миссии. Размер космического корабля намекает на то, что загружать его надо на орбите Земли: составные части слишком громоздки, чтобы можно было запустить их с земной поверхности за один раз. Это означает, что на орбите должна размещаться параллельная вселенная с гигантскими кораблями, «сухими доками», ангарами, криогенными заправочными станциями, электростанциями, пунктами технического обслуживания и мастерской по сборке модулей для экипажа, чтобы обеспечить монтаж космических кораблей и хранение огромных объемов топлива. Именно из-за этого представления распространилось мнение, что миссия на Марс обойдется в сотни миллиардов долларов и будет опираться на технологии, которые недостижимы в ближайшие лет тридцать.

Все-таки высадка людей на Марс не требует ни волшебных новых технологий, ни значительных денежных затрат. Нам не нужно строить футуристические космические корабли, похожие на звездный крейсер «Галактика». Скорее всего, нам просто надо помнить о здравом смысле и использовать технологии, которые есть у нас под рукой сейчас, путешествовать налегке и жить за счет местных ресурсов точно так, как это делали в прошлом в большинстве земных разведывательных экспедиций. Жить за счет того, что дает местная природа, – это разумно использовать имеющиеся в округе ресурсы – это не только способ, который помог завоевать Запад; это способ, которым была покорена Земля и может быть покорен Марс. Традиционные проекты по освоению Марса непомерно масштабные и дорогостоящие, поскольку предполагают, что нам придется забрать с собой с Земли все необходимое для двух- или трехлетней миссии и возвращения домой. Но, если необходимые расходные материалы можно вместо этого производить на Марсе, ситуация кардинально меняется.

Начиная с весны 1990 года я возглавил группу инженеров и исследователей в компании «Мартин Мариетта Астронотикс» в Денвере для разработки плана по первой высадке на Марс. План назвали «Марс Директ», и он представляет собой **самый быстрый, самый**

безопасный, наиболее практичный и наименее дорогой способ начать разведку и покорение Марса.

Название «Марс Директ» можно перевести как «Прямо к Марсу», то есть оно говорит само за себя. Проект отбрасывает необязательные, дорогие и затратные по времени этапы: не нужно собирать корабли на низкой околоземной орбите; не нужно перезаправлять их в космосе; не нужны ангары на увеличенной космической станции; не требуется длительная разработка лунных баз в качестве подготовки к разведыванию Марса. Отказ от всего этого позволит совершить высадку на Марс, возможно, на двадцать лет раньше, без раздутых административных затрат, от которых страдают долгосрочные программы правительства.

По грубой оценке, бюджет «Марс Директ» находится в пределах 30 миллиардов долларов, которые пойдут на разработку необходимого оборудования, а каждая отдельная миссия на Марс стоила бы 3 миллиарда долларов, если бы космические корабли и снаряжение находились бы в процессе производства. Несмотря на то что сумма действительно велика, ее можно распределить на десять лет, в таком случае она составит около 7 % объединенных военного и гражданского космических бюджетов. Более того, эти деньги могут продвинуть нашу экономику вперед точно так же, как 100 миллиардов долларов (если перевести на сегодняшние деньги), выделенные на науку и технологии программы «Аполлон» и вложенные при высоком темпе экономического роста в Америке в 1960-х годах.

С позиции житейской мудрости «Марс Директ» выглядит привлекательным из-за его простоты, но также он может показаться невыполнимым – масса горючего и продовольствия, необходимых для полета людей на Марс, слишком огромна для прямого запуска с Земли. Подобные рассуждения верны во всем, за исключением одного пункта: требуемые для полета на Марс топливо и продовольствие не нужно брать на Земле. Их можно «найти» на Марсе.

На сегодня план «Марс Директ» выглядит следующим образом.

Август 2020 года

Новая многоступенчатая ракета, сформированная из зарекомендовавших себя блоков, отдыхает на стартовом столе на мысе Канаверал, от ее тонкой металлической обшивки в лучах восходящего солнца поднимается легкий пар. Конструкция напоминает одну из старых «Сатурн-5», ракету, которая мчала людей к берегам Моря Спокойствия. Грузоподъемность новой ракеты-носителя «Арес» примерно такая же, как у «Сатурна-5» в эпоху «Аполлонов», но внутри помещаются «рабочие лошадки» нескольких последних десятилетий, четыре главных двигателя и два боковых (твердотопливных) ускорителя от шаттла. Двигатели запускаются. Огонь и дым выписывают росчерк новой космической эры, пока «Арес» с грохотом несется в небо. Высоко над атмосферой Земли верхняя ступень «Ареса» отбрасывает отработавшие части, запускает свой единственный двигатель, работающий на горении водорода и кислорода, и толкает к Марсу 45-тонную полезную нагрузку, управляемую автоматикой, – возвращаемый на Землю аппарат.

Название возвращаемого на Землю аппарата говорит само за себя. Это устройство разработано для того, чтобы доставить экипаж астронавтов с поверхности Марса прямо в родные земные воды. Во время путешествия к Марсу ВЗА оснащен маленьким ядерным реактором, закрепленным на легкой тележке, автоматической химической лабораторией с набором компрессоров и несколькими научными роверами-марсоходами. Кабина экипажа ВЗА оснащена системой жизнеобеспечения, там есть еда и все необходимое для пребывания экипажа из четырех человек в течение восьми месяцев по дороге к Земле. Хотя на обратном пути на две стадии ускорения потребуется около 96 тонн двухкомпонентного метаново-кислородного топлива, ВЗА прибывает на Марс с абсолютно пустыми баками, имея в запасе всего 6 тонн жидкого водорода для производства горючего.

Февраль 2021 года

Двигаясь в космосе со средней скоростью примерно 27 километров в секунду, ВЗА долетает до Марса примерно за шесть месяцев. Во время снижения ВЗА использует специальную жесткую оболочку похожую на гриб, чтобы пробраться сквозь верхнюю часть тонкой марсианской атмосферы. Скорость аппарата резко падает, позволяя ему закрепиться на орбите. На ней корабль находится несколько дней для того, чтобы у сотрудников ЦУПа было время проверить все системы. Когда над выбранным местом высадки наступает ясное и почти безветренное утро и тени строго очерчены, аппарат наконец-то готов совершить посадку. Снова используя защитный чехол, ВЗА замедляется до дозвуковых скоростей, пока не раскроется парашют, который помогает совершить плавный спуск к поверхности Марса. В нескольких сотнях метров от поверхности парашют отстреливается, и зажигаются маленькие ракеты, чтобы касание было мягким.

Высадившись на рыжеватую марсианскую почву, ВЗА тут же принимается за дело, добывая топливо для обратной дороги из разреженного воздуха планеты. Дверь приземистого грузового отсека ВЗА отъезжает в сторону, и оттуда выкатывается тележка с маленьким ядерным реактором. Используя установленную на борту маленькую телевизионную камеру вместо глаз, сотрудники ЦУПа в Хьюстоне медленно уводят тележку на несколько сотен метров в сторону от места посадки. По мере движения тележки силовой кабель разматывается, сохраняя соединение химической установки ВЗА и маленького реактора. Когда тележка достигает подходящего места, лебедка поднимает реактор и опускает его в маленький кратер или другое естественное углубление в ландшафте. Реактор включается и начинает питать химическую лабораторию, выдавая 100 кВт. Теперь маленький химический завод начинает производить ракетное топливо, втягивая марсианский воздух несколькими насосами и запуская реакцию с водородом, который был доставлен с Земли на борту ВЗА. Марсианский воздух на 96 % состоит из двуокиси углерода (CO_2). Химическая лаборатория соединяет двуокись углерода с водородом (H_2), производя метан (CH_4), который будет запасен для дальнейшего использования в качестве ракетного топлива, и воду (H_2O). Реакция метанирования – это простой и прямой химический процесс, который применяется в промышленности с 1890-х годов. Пока реакция продолжается, мы избавлены от потенциальной проблемы хранения сверххолодного жидкого водорода на поверхности Марса. Химическая лаборатория продолжает работать, расщепляя полученную воду на составляющие ее водород и кислород. Кислород запасается для ракетного топлива, а водород заново попадает в химическую лабораторию для дальнейшего производства метана и воды. Дополнительный кислород производится еще одним способом: марсианский углекислый газ расщепляется на кислород, который потом запасается, и угарный газ, который выбрасывается как отходы. После шести месяцев работы химический заводик превратит начальный запас из 6 тонн жидкого водорода, привезенный с Земли, в 108 тонн метана и кислорода – этого достаточно для ВЗА – и дополнительные 12 тонн на поддержание аппаратов, работающих от двигателей на поверхности Марса. **Используя марсианский воздух, самый легкодоступный ресурс Красной планеты, мы увеличили количество топлива, привезенного с Земли, в восемнадцать раз.**

Эта цепочка химического синтеза может показаться кому-то довольно сложной, но в действительности это технология эпохи газового освещения, крайне простая по сравнению с любыми другими составляющими успешной космической миссии. Более того, миссия «Марс Директ» возможна именно благодаря концепции использования местных ресурсов. Если бы мы попытались взять с собой на Марс все нужное количество топлива, нам бы действительно понадобились массивные космические корабли, требующие многократ-

ных запусков и сборки на орбите. Стоимость миссии тут же достигла бы заоблачных высот. То обстоятельство, что местные ресурсы играют такую большую роль при подготовке миссии на Марс или к другому далекому миру не должно казаться удивительным. Представьте, чтобы случилось, если бы Льюис и Кларк решили нести с собой через Луизиану к Тихому океану все запасы еды, воды и фуража для путешествия. Для транспортировки продовольствия понадобились бы сотни повозок. Для этих повозок с продовольствием понадобились бы сотни лошадей и кучеров, которым в свою очередь понадобилось еще больше продовольствия. Такая логистическая катастрофа была бы не по карману Америке времен Томаса Джефферсона. Удивительно ли тогда, что без привлечения природных богатств Марса миссия может обойтись в 450 миллиардов долларов?

Сентябрь 2021 года

С момента запуска прошло тринадцать месяцев, полностью заправленный аппарат – ВЗА – ожидает на Марсе прибытия членов экипажа. Инженеры из Космического центра имени Джонсона НАСА следили за каждой стадией химического производственного процесса и, после того как подтвердили его успешное завершение, дали добро начать следующий этап программы «Марс Директ». ВЗА выпускает маленькие автоматические аппараты для исследования и фотографирования районов, находящихся в непосредственной близости от него. Экипаж первой человеческой экспедиции, обученный для выбора места посадки и жизненно заинтересованный в том, чтобы оно было удачным, принимает активное участие в разведывании местности, в которой находится ВЗА, с помощью этих удаленных аппаратов. После нескольких месяцев роботических исследований удастся определить место посадки. Один из роботов ВЗА неторопливо движется по суровой марсианской почве и устанавливает в месте посадки транспондер (приемопередающее устройство), чтобы помочь экипажу совершить мягкую посадку.

Октябрь 2022 года

Ракета-носитель «Арес-3» с космическим аппаратом «Бигль», названным в честь экспедиционного судна, на котором Чарльз Дарвин совершил свое историческое путешествие, величественно возвышается над равнинной местностью мыса Канаверал. До открытия новой эры в человеческой истории остаются считанные мгновения. Всего несколько недель назад похожая ракета, «Арес-2», поднялась в небо над Флоридой. Идентичная первой ракете «Арес» и несущая аналогичный ВЗА, «Арес-2» все еще несет к Марсу, в то время как толпы народа собрались, чтобы посмотреть на запуск «Бигля», который доставит на Марс первых четырех людей.

Основная часть «Бигля» – жилой модуль, слегка напоминающий огромный барабан. Модуль имеет высоту примерно 5 метров и диаметр около 8 метров. Два этажа с габаритной высотой около 2,5 метров и площадью помещений около 100 квадратных метров – это довольно просторное и комфортное жилье для экипажа из четырех человек. «Хаб» (сокращение от англ. habitation module), как его все называют, имеет замкнутую систему обеспечения жизни, способную повторно использовать кислород и воду, натуральные продукты на три года и большой запас аварийных обезвоженных пайков, а также вездеход с герметичной кабиной и метаново-кислородным двигателем внутреннего сгорания (рис. 1.1.).

Четыре члена экипажа – это настоящие люди эпохи Возрождения. Они обучены нескольким смежным специальностям для выполнения своей основной задачи – всестороннего исследования нового мира. Хотя по сути это двое ученых, работающих в полевых условиях, и двое механиков. Биохимик и геолог составят компанию летчику, по совместительству опытному бортмеханику. Последний член экипажа, мастер на все руки, в первую очередь опять же бортмеханик, но он также может оказать медицинскую помощь и в общем разбирается в целях и особенностях проводимых научных исследований. Этот человек способен при необходимости взять на себя работу коллеги и выполняет еще одну функцию – является командиром миссии.

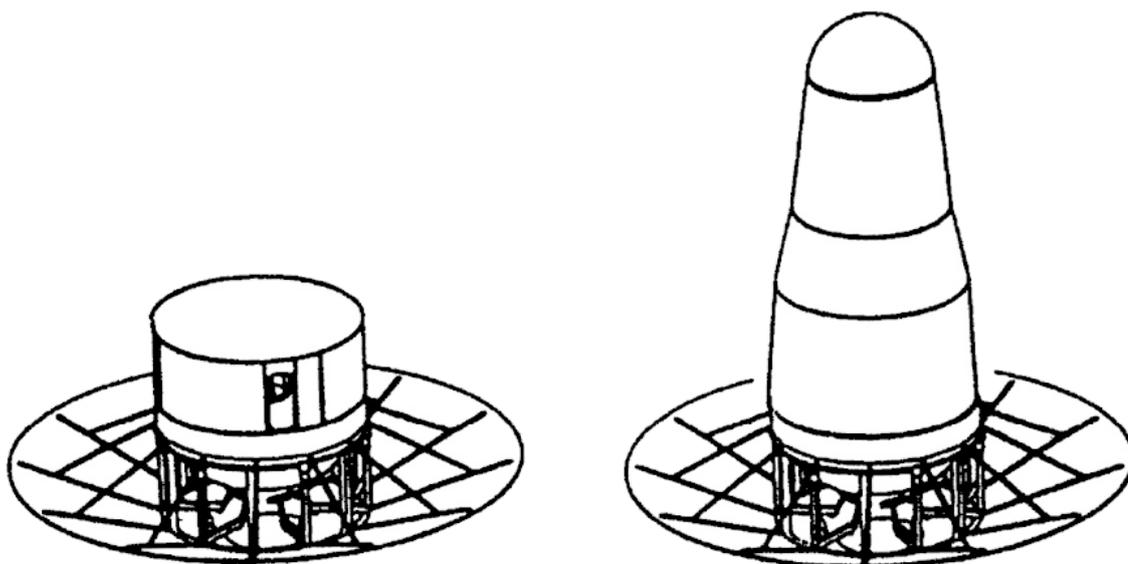


Рис. 1.1. Жилой модуль «Марс Директ» и возвращаемый на Землю аппарат внутри своих защитных аэродинамических тормозов

На борту «Бигля» четверо мужчин и женщин готовят себя к путешествию в другой мир, которое завершится на Земле примерно через два с половиной года – подобное коли-

чество времени уходило у исследователей столетия назад на то, чтобы обогнуть земной шар. В нескольких километрах от их маленького корабля более миллиона человек, собравшихся рядом с мысом Канаверал, с нетерпением ожидают старта. Двигатели нижней ступени ракеты зажигаются, извергая столбы пламени. Громкие радостные крики, каких страна не слышала десятки лет, охватывают толпу, когда «Арес-3» отрывается от стартового стола. Ракета ускоряется, поднимая верхнюю ступень и полезный груз в атмосферу. Верхняя ступень включает собственный двигатель и отделяется, придав жилому модулю необходимую скорость. Теперь четыре человека направляются к Марсу.

Пилот «хаба» направляет его подальше от отработавшей верхней ступени ракеты, вытравливая 330-метровый трос, к которому она прикреплена. Начинает работать небольшой двигатель, заставляя «хаб» и соединенную с ним тросом верхнюю ступень вращаться со скоростью 2 оборота в минуту. Таким образом достигается достаточная центробежная сила, для того чтобы обеспечить астронавтам на борту «хаба» искусственную гравитацию, соответствующую марсианской.

Апрель 2023 года

Через 180 дней полета жилой модуль прилетает на Марс. Аппарат опускает вниз трос с верхней ступенью и начинает замедляться в атмосфере. Экипаж собирается произвести жесткую посадку «Бигля» на выбранное место, используя ВЗА, которые запустили на Марс в 2020 году. Радиомаяк в ВЗА ракеты «Арес-1», детальные фотографии и карты места посадки, транспондер на посадочной площадке и отточенные навыки пилотирования фактически гарантируют точную посадку. В маловероятной ситуации, если «Бигль» промахнется, у экипажа остается три резервных варианта действий. Во-первых, у них на борту есть герметизированный вездеход, способный проехать в одну сторону почти 1000 километров. Пока экипаж находится в зоне досягаемости от места посадки, у них все еще есть возможность добраться до ВЗА по поверхности Марса. Если из-за каких-либо неблагоприятных обстоятельств «Бигль» промахнется больше чем на 1000 километров, следует использовать второй вариант. Это ВЗА, запущенный ракетой «Арес-2», который двигался по более медленной траектории, чем «Бигль», и прибудет на Марс вслед за людьми. Даже если экипаж посадит «хаб» не в том месте планеты, можно провести маневрирование и посадить этот второй ВЗА рядом с ним. И, наконец, третий вариант: экипаж прилетает на Марс с запасами продовольствия на три года – если события будут развиваться самым неприятным образом, четверка сможет это вынести и выжить на Марсе, пока в 2024 году к ним не будут отправлены дополнительное продовольствие и еще один ВЗА.

Впрочем, посадка – дело точное. Несмотря на то что члены экипажа детально изучили место посадки, видели его на снимках, снятых роверами и переданных на Землю, ничто не может подготовить человека к картине марсианского ландшафта, которая перед ним развернется. Почва цвета ржавчины, большие и маленькие хаотично рассыпанные острые камни. Небольшие холмы и дюны в некотором отдалении. **Пейзажи напоминают пустыни юго-запада Америки, но под лососевого цвета небесами.** Сразу после приземления предстоит сделать много всего, но люди не упускают возможность взглянуть на Красную планету, насладиться тем фактом, что за всю историю существования Земли и Марса никто еще не любовался этим видом вживую.

После того как «Бигль» успешно совершил посадку в намеченном месте, ВЗА «Ареса-2» садится примерно в 800 километрах от него, где начинается процесс производства и запасания топлива. И топливо, и ВЗА будут использованы второй экспедицией – она прибудет на это место в «хабе-2» в 2024 году, как и еще один ВЗА, который высадится в третьем по счету районе Марса. По мере продолжения работы отдельных миссий наконец-то появится сеть исследовательских баз, превращая огромные площади Марса в территории, освоенные людьми.

На поверхности Красной планеты экипаж «Бигля» проведет пятьсот дней. В отличие от традиционных планов, марсианских миссий, нуждающихся в «материнском» корабле на орбите Марса, с которого отправляются небольшие разведывательные партии, «Марс Директ» размещает весь экипаж на поверхности, где люди могут исследовать планету и учиться жить в новых условиях. Оставшиеся на орбите подвергались бы вредоносному влиянию космических лучей и нулевой гравитации. А теперь весь экипаж будет находиться под действием естественной силы тяжести, а также, благодаря марсианской атмосфере, под защитой от космических лучей и солнечной радиации, поэтому нет оснований быстро покидать Красную планету. На долю экипажа, который бы оставался на орбите, выпало бы мало дел и много космических лучей, что послужило бы значительным стимулом сократить продолжительность исследовательской программы на поверхности примерно до 30 дней. Это сделало бы миссию в целом исключительно неэффективной. В конце концов, при усло-

вии, что на полет в оба конца уходит где-то полтора года, тридцатидневная вахта на Марсе кажется довольно бессмысленной. Еще хуже то, что стремление быстрее вернуться домой вынудило бы нас вести корабли по более коротким траекториям, тратя гораздо больше топлива. Но и дополнительного запаса топлива недостаточно, чтобы вернуть космический аппарат прямо на Землю. Поскольку Земля и Марс постоянно движутся в пространстве друг относительно друга, плановые траектории по программе «быстрое возвращение» придется проложить мимо Венеры, чтобы ускориться за счет гравитационного маневра. Да и света от Солнца Венере достается вдвое больше, чем Земле.

Даже при значительной протяженности вахты на поверхности Марса каждый день членов экипажа будет заполнен исследованиями, которые сильно увеличат наши знания о Красной планете и проложат дорогу к геологической разведке в будущем и в конце концов к появлению построек и поселений людей. Появится геологическое описание Марса, которое начнет проливать свет на историю марсианского климата, объяснит, как тот перестал быть теплым и влажным, подскажет, как оживить Марс и, возможно, как спасти Землю. Геологические исследования также будут включать в себя поиск полезных ископаемых и других ресурсов. Прежде всего астронавты займутся поиском легкодоступных залежей водяного льда или, еще лучше, подземных геотермальных источников нагретой воды. Обнаружить лед или воду столь важно, потому что это освободит будущие марсианские миссии от необходимости завозить водород с Земли для производства ракетного топлива и позволит разбить крупные теплицы, когда на Марсе появится постоянная обитаемая база. Эксперименты с земледелием – еще один важный пункт в списке приоритетов, для этих целей планируется привезти с собой надувные теплицы. Однако главной задачей, к выполнению которой будет устремлено внимание всего человечества, станет поиск жизни на Марсе.

Изображения Марса, полученные орбитальными аппаратами, демонстрируют высохшие русла рек. Следовательно, по поверхности планеты когда-то текла вода – другими словами, когда-то Марс был местом, потенциально благоприятным для жизни. Геологические свидетельства подтверждают, что теплая и влажная эпоха в истории Марса длилась первый миллиард лет его существования как планеты – гораздо дольше, чем возникала жизнь на Земле. Согласно современным теориям, образование жизни из неживого вещества – это закономерный, естественный процесс, происходящий с высокой вероятностью тогда и там, где складываются подходящие условия. Если это правда, есть шанс на то, что жизнь развивалась и на Марсе. Она может до сих пор скрываться на этой планете, а могла и исчезнуть. Иными словами, открытие марсианской жизни, существующей или ископаемой, фактически докажет, что жизнь во Вселенной представлена в изобилии и что миллиарды звезд, сверкающих в чистом ночном небе, отмечают положения невообразимого количества планетных систем, населенных неисчислимым множеством видов и цивилизаций. С другой стороны, если мы обнаружим, что, несмотря на благоприятный климат, на Марсе никогда не существовало жизни, это будет означать, что она зарождается по воле случая. И тогда мы можем оказаться одни во Вселенной.

Вопрос действительно важный, и поиски жизни или ее следов будут напряженными, поскольку она может обнаружиться во множестве мест. **На Марсе есть сухие русла рек и высохшие озера, которые, возможно, были последними оплотами исчезнувшей марсианской биосферы, что делает их многообещающими местами для поиска окаменелостей.** Ледяные пласты, покрывающие полюса планеты, могут содержать хорошо сохранившиеся останки организмов, если те когда-то существовали. Есть высокая вероятность, что на Марсе обнаружатся грунтовые воды, нагретые теплом недр планеты. В таких условиях еще могли выжить некоторые организмы. Какая бы это была находка! Что, если бы они сильно отличались от всего, что когда-либо существовало на Земле? Изучая эти организмы, мы бы выяснили, что присуще земной жизни и что лежит в основе жизни вообще. Результаты при-

вели бы к прорывам в медицине, генной инженерии и во всех биологических и биохимических дисциплинах.

Поиски жизни и ресурсов обязательно потребуют чуть большего, чем прогулки на несколько метров по марсианским ландшафтам и бурение одной-двух скважин. Первые исследователи Марса будут вынуждены изъездить марсианские равнины вдоль и поперек, временами теряя из виду свою маленькую базу. На вездеходе с герметичной кабиной, который позволяет астронавтам работать без скафандра, можно будет совершать дальние исследовательские вылазки длительностью в неделю. Этот ровер использует то же метаново-кислородное топливо, что и ВЗА. 10 % запаса этого горючего, произведенного химической лабораторией ВЗА, будет отводиться на освоение окрестностей. С таким внушительным запасом топлива у астронавтов будет возможность исследовать значительные площади вокруг базы, и к концу первой миссии одометр вездехода должен показывать пробег по меньшей мере в 24000 километров. Во время путешествий у экипажа ровера будет возможность оставлять на пути следования небольших роботов на удаленном управлении, которые позволят людям на базе и на Земле исследовать огромное количество мест телевизионными методами.

Такая масса исследований обязательно приведет к появлению ошеломляющих объемов информации, сплошь новой, без сомнения уникальной, так что ни один из членов экипажа не сможет ее систематизировать. Каждый астронавт будет регулярно беседовать с советами ведущих мировых экспертов, создавая большой поток информации между Марсом и Землей. Конечно же, члены экипажа будут отправлять и получать личные сообщения, но из-за запаздывания радиосигнала по пути от Марса до Земли им придется мириться с задержкой ответа, составляющей до сорока минут. Ожидание может показаться долгим тому, кто привык к телефонным разговорам, но не тому, кто способен написать добротное письмо.

Сентябрь 2024 года

После одного с половиной года на поверхности Марса астронавты поднимутся на борт ВЗА и улетят на Землю, чтобы примерно через шесть месяцев их встречали как героев. Они оставят Марсианскую Базу-1 и модуль «Бигль», вездеход, теплицу, энергетическую и химическую станции, запас кислородно-метанового топлива и почти все научное оборудование. В мае 2025 года, вскоре после их прибытия на Землю, второй экипаж доберется до Марса в «хабе-2» и высадится рядом с Марсианской Базой-2. Значительную часть времени второй экипаж проведет, исследуя территорию вокруг места посадки, но в какой-то момент астронавты, вероятно, приедут навестить старый «Бигль» на Марсианской Базе-1 не только из сентиментальности, но и чтобы продолжить научные работы в том районе.

Таким образом, каждые два года, как показано на рис. 1.2, две ракеты «Арес» будут стартовать с мыса Канаверал: одна доставит «хаб» на заранее выбранное место, со второй в новый район Марса долетит возвращаемый на Землю аппарат, который будет использован следующей миссией. Две ракеты-носителя за два года: для поддержки продолжающейся и расширяющейся программы освоения Марса людьми нужен именно такой средний темп запусков – один в год, или 12 % от числа возможных запусков ракет тяжелого класса. Разумеется, эта задача нам по средствам и, значит, будет поддержана. В качестве бонуса те же ракеты «Арес», «хабы» и возвращаемые на Землю аппараты (только с одной ступенью ускорения), используемые в программе «Марс Директ», могут быть использованы также для постройки и поддержания лунных баз. Хотя для исследования Марса лунные базы бесполезны, сами по себе они представляют значительный интерес, в первую очередь как превосходные площадки для астрономических обсерваторий. Если задействовать одно и то же транспортное оборудование для лунных и марсианских программ, миссия «Марс Директ» позволит сэкономить десятки миллиардов долларов, которые пошли бы на разработку техники.

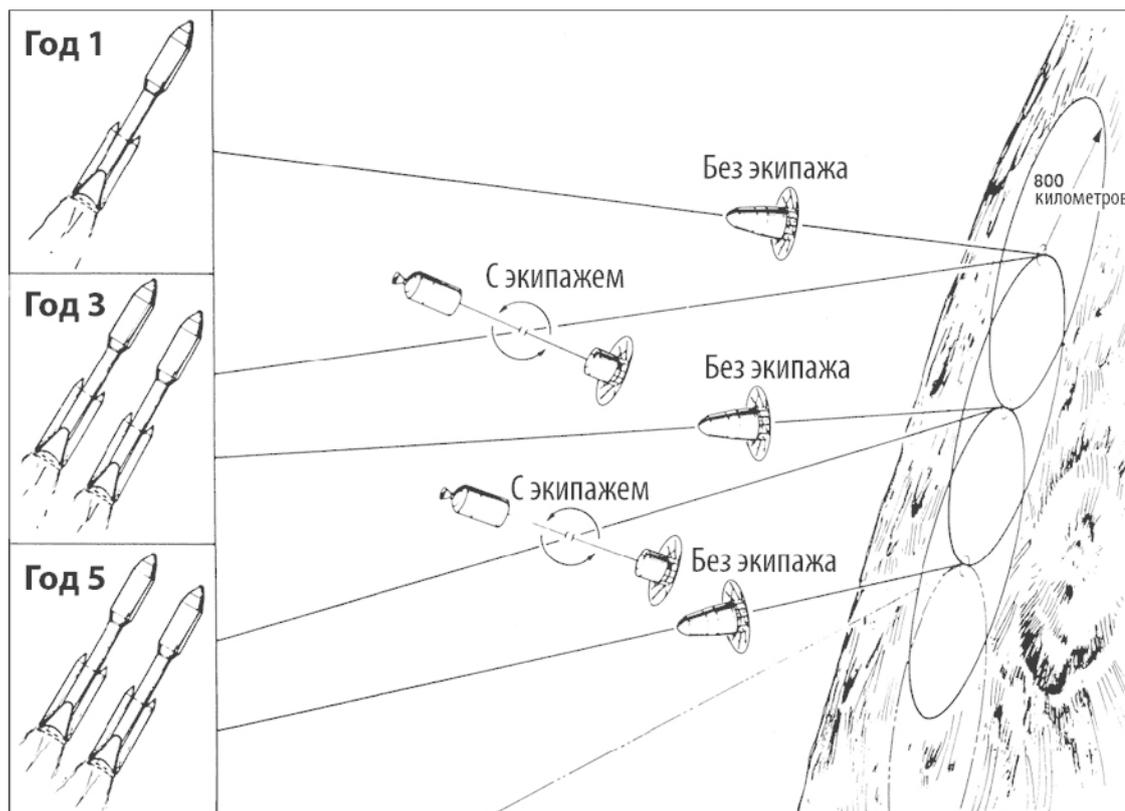


Рис. 1.2. Последовательность миссий «Марс Директ». Последовательность начинается первым беспилотным запуском к Марсу ВЗА, где он сам заправит себя топливом из метана и кислорода, произведенным на Марсе. После этого каждые два года запускаются две ракеты-носителя. Одна направляет ВЗА, чтобы отметить новое место высадки, пока другая посылает пилотируемый жилой модуль навстречу ВЗА на ранее заготовленном месте

«Марс Директ» – задумка не без рисков. Влияние марсианской силы тяжести – 38 % от земной – на организм человека не изучено. Однако исследования показывают, что побочные эффекты от более сильной дезадаптации в случаях, когда люди находятся в условиях микрогравитации на орбите Земли, как правило, бывают временными. Далее, существует космическая радиация. За шесть месяцев полета, продиктованных возможностями ракетостроительных технологий современности или ближайшего будущего, астронавты получат дозы излучения, способные увеличить вероятность впоследствии умереть от рака на 0,5–1 %. В этом нет ничего забавного, но те из нас, кто останется на Земле, так или иначе рискуют умереть от этой болезни с вероятностью в 20 %.

Марсианская среда сама по себе таит много сюрпризов, хотя оба стареньких посадочных модуля «Викинг», запущенных в 1970-х, и более современные марсоходы «Спирит» и «Оппортьюнити», ни один из которых не был рассчитан более чем на девяносто дней работы, годами функционировали на марсианской поверхности без затруднений, не пострадав ни от холода, ни от жары, не от пыли.⁷ Самая большая опасность для миссии кроется в возможных поломках важнейших механических и электрических систем. Многократное резервное копирование информации всех важных систем может сильно уменьшить риск, так же как и присутствие двух первоклассных механиков в составе экипажа. Как ни крути, первый полет

⁷ По состоянию на 2015 год «Оппортьюнити» до сих пор работает. «Спирит» в 2009 году застрял в рыхлом грунте, освободить его не удалось. Последний раз аппарат выходил на связь с Лабораторией реактивного движения НАСА 22 марта 2010-го. 25 мая 2011 года миссия считается завершённой. Еще один марсоход «Кьюриосити» успешно работает на поверхности Красной планеты с 6 августа 2012 года. – *Прим. пер.*

на Марс – в определенной степени рискованное мероприятие. Оно будет рискованным, и если мы запустим «Марс Директ» в 2022 году, и если мы оставим это следующему поколению. Кто не рискует, тот не пьет шампанского. Для великих свершений нужна большая смелость.

Май 2033 года

Со временем на Марсе появятся новые исследовательские базы, но в итоге нужно будет определить, какое место лучше всего подходит для строительства настоящего марсианского поселения. Желательно расположить его над горячим водоемом, скрытым под поверхностью Марса, который позволит щедро снабжать базу водой и электроэнергией. Если это произойдет, новые высадки будут производиться не на новых местах. Вероятнее всего, каждый дополнительный обитаемый модуль будет высаживаться на той же площадке. Спустя какое-то время сформируется набор «хабов», отдаленно напоминающий маленький городок. Высокая стоимость транспортировки грузов по маршруту Земля – Марс создаст сильный финансовый стимул, для того чтобы найти астронавтов, желающих остаться на поверхности Марса дольше обязательных полутора лет. По мере того как накапливается опыт жизни на Красной планете, выращивания еды и производства полезных ресурсов всех видов, астронавты станут удлинять свои вахты до четырех, шести и более лет. С годами стоимость перевозок к Марсу будет неуклонно снижаться из-за внедрения новых технологий и конкуренции со стороны подрядчиков. Солнечные батареи, ветряные мельницы, изготовленные прямо на месте, и геотермальные колодцы помогут обеспечить поселение энергией, а надувные пластиковые конструкции местного производства – увеличить герметизированное жилое пространство города. Чем больше людей постоянно будет прилетать на Марс и оставаться на длительный срок, тем быстрее будет расти население города. **Появление семей и рождение детей на Марсе – первых настоящих колонистов, представляющих новую ветвь человеческой цивилизации, – скоро окажется в привычном порядке вещей.**

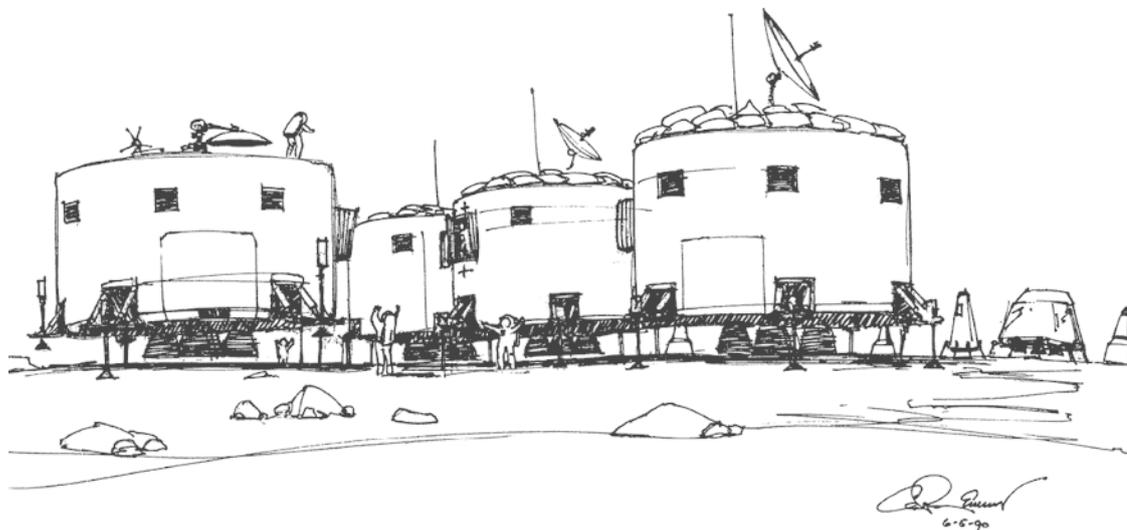


Рис. 1.3. Объединенные жилые модули миссии «Марс Директ», которые положат начало строительству базы на Марсе (рисунок Картера Эммера)

Возможно, когда-нибудь на Марсе будут жить миллионы людей и называть его своим домом. В конечном счете с помощью технологий мы можем преобразовать современный холодный и бесплодный климат Марса и вернуть планете теплый и влажный климат ее далекого прошлого. Этот подвиг, превращение Марса из безжизненной или почти безжизненной планеты в живой, дышащий мир с большим количеством разнообразных и ранее неизвестных экосистем и форм жизни, будет одним из самых благородных и великих дерзновений человеческого духа. Размышляя об этом, нельзя не чувствовать гордость за человечество.

Это дело будущего. Хотя и сегодня у нас есть шанс стать первопроходцами. Мы можем высадить на Марсе четырех астронавтов в ближайшие десять лет и начать исследование и освоение Красной планеты. Мы, а не некое далекое будущее поколение можем прославиться, открыв новый мир для человечества. Для этого потребуются только имеющиеся в нашем распоряжении технологии в сочетании с химической инженерией XIX века, порцией здравого смысла и небольшой долей смелости.

Историческая справка. Жизнь за счет местных ресурсов: Амундсен, Франклин и Северо-Западный проход

История раз за разом показывает, что маленькая группа первопроходцев с очень ограниченными средствами может преуспеть там, где другие не раз проваливались, несмотря на значительную финансовую поддержку. Залогом успеха служит разумное использование местных ресурсов. И горе тем путешественникам, которые не сумели усвоить этот урок.

В полночь 16 июня 1903 года Руаль Амундсен с экипажем из шести человек под проливным дождем вышел из Кристиании, Норвегия, направляясь к северному побережью Канады и Северо-Западному проходу. Проход маячил перед исследователями Арктики как призрачная награда – около трех столетий буквально сотни экспедиций бесплодно пытались преодолеть ненадежные ледяные торосы, каналы и воды Крайнего Севера.

Амундсен гнался за призраком героя его детских лет, сэра Джона Франклина, одного из самых великих и трагических персонажей в истории покорения Арктики. Франклин разыскивал проход примерно на шестьдесят лет раньше. Но если Амундсен плывал на тридцатилетнем зверобойном судне, купленном на деньги, которые были взяты в займы у его брата и других докучливых кредиторов, то Франклин отправился в путь с поддержкой Британского Адмиралтейства. Он командовал двумя кораблями, «Эребусом» и «Террором», оба имели водоизмещение более 300 тонн, экипаж составлял в общей сложности 127 человек. Историк Пьер Бретон написал, что корабли несли «...горы продовольствия и топлива и все атрибуты морского путешествия XIX века: китайский фарфор и хрусталь, тяжелое викторианское серебро, библии и молитвенники, выпуски юмористического журнала «Панч», парадную форму с медными пуговицами и составы для их полировки...» [1]. Говоря короче, Франклин вез с собой все, кроме того, что помогло бы ему и его экипажу выжить.

«Эребус» и «Террор» подняли паруса 19 мая 1845 года, капитан экспедиции стремился открыть Северо-Западный проход и тем самым прославиться, но в итоге обрел лишь забвение. Китобои из Гренландии обнаружили экспедиционные суда Франклина пришвартованными к айсбергу 25 июня. Больше эту экспедицию никто из европейцев не видел. Франклин и его корабли, его люди, все его продовольствие уплыли в глушь Арктики и пропали.

Между 1848 и 1859 годами более пятидесяти экспедиций было организовано, чтобы выяснить судьбу людей Франклина. Из того, что удалось собрать в последующие годы, – из двух оставленных записок, из замерзших, обезображенных останков некоторых членов экипажа, из осколков быта европейской цивилизации, поднятых эскимосами со льда или взятых с кораблей, – стало понятно, что экспедиция окончилась несчастьем, потому что Франклин привез с собой в Арктику ту обстановку, которая его окружала дома.

Затертые во льдах рядом с островом Кинг-Уильям осенью 1846 года, Франклин и его команда пытались выжить, используя запасы солонины. Экспедиция везла очень много мяса, но не в свежем виде, а соленое не могло защитить людей от цинги. Прежние путешественники заметили, что употребление в пищу свежего мяса предотвращает болезнь, но Франклин не обратил на это никакого внимания. Он не был охотником – экспедиция везла с собой ружья, подходящие, пожалуй, для охоты на куропаток в британских низинах, но почти бесполезные в арктических льдах, – и решил вместо мяса использовать против цинги лимонный сок. Один за другим члены экипажа слабели и гибли, сам Франклин, по-видимому, умер на борту одного из кораблей в июне 1847 года. Другие в надежде найти спасательный отряд где-нибудь к югу бросили корабли, но умирали в своих повозках, потому что сами тащили

тяжелые железные и дубовые сани через арктическую пустыню. Никто из членов экипажа не выжил.

Амундсен хотел пойти по следам Франклина, но не собирался повторить его печальную судьбу. Вместо того чтобы воссоздать в пути вокруг себя привычную обстановку он приспособился к окружавшим его условиям и применил стратегию жизни за счет местных ресурсов. Он узнал, что против цинги помогают внутренности канадского северного оленя карибу и сырой китовый или рыбий жир. Он выяснил, как эскимосы путешествуют по Арктике, научился делать собачьи упряжки, которые позволили ему приобрести маневренность при охоте на крупного зверя. Он обучился у эскимосов строительству убежищ из льда и предпочел носить эскимосскую одежду из оленьих шкур вместо шерстяных вещей, на использовании которых настаивали британцы.

Амундсен с экипажем «Йоа» из шести человек тоже были заперты во льдах и в результате провели две зимовки в маленькой гавани юго-восточной части острова Кинг-Уильям, неподалеку от места, где беда настигла экспедицию Франклина. Но команда Амундсена не страдала от голода. Успешно используя собачьи упряжки, члены экипажа преодолели сотни километров по суше, охотясь и разведывая местность, и не просто выжили, но и сделали важное геофизическое открытие: обнаружили движение магнитных полюсов Земли. Экипаж «Йоа» благоденствовал в тех же условиях, что погубили экспедицию Франклина. Наконец-то освободившись из ледяного плена в августе 1905 года, «Йоа» отплыл от острова Кинг-Уильям и неделями двигался по Северо-Западному проходу. Амундсену понадобились еще четыре месяца путешествий, для того чтобы добраться до населенного пункта и телеграфировать об успехе своему главному кредитору в Норвегию, связавшись с ним за его же счет. Через шесть лет Амундсен использовал то, чему научился на Кинг-Уильям, чтобы стать первым человеком, достигшим Южного полюса.

Глава 2

От Кеплера к космической эре

Должны быть созданы корабли и паруса, способные передвигаться по небесному воздуху. Тогда появятся люди, которых не отпугнут мрачные космические просторы.

Иоганн Кеплер в письме Галилео Галилею, 1609

Мы уже бывали на Марсе. Утром 20 июня 1976 года американский космический аппарат «Викинг-1» опустился на марсианскую равнину Хриса – Золотую равнину. Хотя в момент касания, когда «Викинг» находился примерно в сотне миллионов километров от Земли, никто в Лаборатории реактивного движения (ЛРД) НАСА в Пасадене, Калифорния, не знал, удачно ли беспилотный аппарат высадился или же зарылся в грунт. Сотрудники ЛРД стояли с утренними чашками кофе около двадцати минут, прежде чем пришла информация, что «Викинг» совершил мягкую посадку.

Практически сразу после посадки «Викинг» приступил к работе. Всего через двадцать пять секунд, следуя заранее заданной последовательности команд, аппарат сфотографировал с высоким разрешением местность, окружающую одну из его посадочных опор, и передал изображение в режиме реального времени. Данные помчались к Земле со скоростью света, а инженеры и ученые программы «Викинг» считали минуты до момента, когда примут далекий радиосигнал. А потом с возбуждением, восторгом и, несомненно, некоторым изумлением наблюдали, как строка за строкой перед ними появляется изображение марсианской поверхности.

Может показаться, что снимок опоры аппарата несколько скучен, однако та первая фотография принесла сотрудникам ЛРД огромное количество важной информации. Она доказывала, что модуль уцелел, а его съемочная аппаратура работает, и работает хорошо. Изображение получилось четким, маленькие камни резко выделялись на фоне марсианской поверхности, а заклепки «Викинга» были различимы так же хорошо, как пуговицы на белой рубашке инженера. Теперь «Викингу» предстояло выполнить следующее задание – получить панорамы горизонта и окрестностей. Эта картина, вероятно, навсегда останется в памяти тех, кто наблюдал, как поверхность Марса явила себя публике. «Викинг» пристально смотрел на пустынный пейзаж, испещренный острыми камнями всех возможных размеров. В отдалении, по-видимому, располагались песчаные дюны и небольшие, похожие на волны холмы. Это был пустой мир, знакомый, но совершенно чужой.

Люди веками наблюдали Марс и рассуждали о нем. Их исследования и полеты фантазии дали пищу для размышления ученым на десятки лет и помогли понять, что человеческий ум способен покорить космос и постичь сложность Вселенной. Теперь люди любовались пейзажем, осознавая, что человеческие знания о Вселенной снова приумножились и перестали быть лишь умозрительными. Мы шли к этому очень долго, путешествие началось даже не в недавно закончившемся XX веке, а столетия назад, и это путешествие не обошлось без жертв.

Из темноты

Субботним утром 17 февраля 1600 года великого итальянского гуманиста эпохи Возрождения Джордано Бруно вывели из камеры и сняли с него одежду. Голый, с кляпом во рту, связанный Бруно шел по улицам Рима, а насмехающиеся инквизиторы толпой следовали за ним. Процессия остановилась на площади Цветов перед Театром Помпеи, на месте казни. Один из убийц Бруно, стоя с факелом в руке, держал перед осужденным портрет Иисуса Христа и требовал покаяться. Бруно гневно отвернулся. Костер разгорелся, и один из величайших умов в истории человечества был сожжен заживо.

Бруно убили за то, что он заявлял в дискуссиях и сочинениях: Вселенная бесконечна, у других звезд, как и у Солнца, должны быть планеты, причем некоторые из них должны быть обитаемыми, и эти планеты, подобно нашей Земле, обращаются вокруг своих светил. И наблюдатели, живущие в тех других мирах, смотрят в небеса и видят наше Солнце и Землю, обращающуюся вокруг него, и поэтому «мы в небесах».

Это откровение стало шоком для средневекового человека, но почему нужно было убивать для того, чтобы не дать ему распространиться? Почему Галилею, младшему современнику Бруно, грозили смертью и десятилетиями держали его под домашним арестом? Почему астрономия, наука, которая вроде бы не имеет большого практического значения, вызывала такой гнев инквизиции в эпоху Возрождения? Проще говоря, почему небеса были столь недостижимы?

Костры инквизиции взметнулись так высоко, потому что астрономия подвергала сомнению сами основы западной цивилизации, знания, а значит, и власти. Со времен Вавилона небеса вместе с бесчисленными звездами и пятью блуждающими планетами считались священными и непознаваемыми для всех, кроме нескольких избранных: астрологов и жрецов в Вавилоне, церковников во времена Джордано Бруно. Послушайте, как библиотекарь из Александрии Клавдий Птолемей, живший во II веке н. э., защищал астрономическую теорию, согласно которой в центре Вселенной находилась Земля, а Солнце и пять известных планет двигались вокруг нее по *эпициклам*, небольшим окружностям – их центры перемещались с постоянной скоростью по более крупной окружности, центром которой была Земля. Отвечая на возражения по поводу нелогичной системы эпициклов (дополнительные орбиты снова и снова добавлялись в модель, чтобы она могла объяснить наблюдения), Птолемей сказал: «Непозволительно считать, что наши человеческие условия равны условиям бессмертных богов, и рассматривать священные вещи с житейской точки зрения, совершенно для них неподходящей... Поэтому мы должны построить наше суждение о небесных событиях не на основе того, что происходит на Земле, а скорее должны положиться на их внутреннюю сущность и неизменный курс всех небесных движений». Птолемей считал, что законы небес полностью отличаются от законов, господствующих на Земле. Вселенная была непознаваема, неизменна и неподконтрольна человеку. И пока божественный замысел оставался чем-то недоступным пониманию, только правящее духовенство, имеющее исключительный доступ к мистическому и сверхъестественному, могло говорить людям, что правильно и как поступать.

Так продолжалось веками, пока не настало время, когда несколько мыслителей решились опровергнуть представление о том, что Вселенная всегда будет за пределами понимания человечества. Изменения начались с работ Николая Коперника, который между 1510 и 1514 годами вновь развил давно забытую *гелиоцентрическую* теорию строения Вселенной (с Солнцем в центре мироздания), впервые постулированную греческим философом Аристархом Самосским, жившим в III веке до н. э. В гелиоцентрической системе мира планеты движутся вокруг Солнца по круговым орбитам. Эта идея была революционной, даже ере-

тической и не могла точно описать наблюдаемые движения планет, хотя некоторые ученые того времени находили привлекательной ее фундаментальную простоту. Главным из них был Иоганн Кеплер.

Иоганн Кеплер родился в 1571 году, рос набожным лютеранином, хотя одновременно был убежденным платонистом и стремился познать истинную природу Вселенной, используя строгие законы геометрии. Позже он напишет: «Геометрия едина и вечна, она блистает в Божьем духе. Наша причастность к ней служит одним из оснований, по которым человек должен быть образом Божиим».

Эта цитата является ключевой не только для всей деятельности Кеплера. Если человеческий разум способен постичь Вселенную, это значит, что он подобен божественному разуму. А если так, то система, согласно которой Бог строил Вселенную, ее «геометрия», должна быть доступна человеческому пониманию, и, таким образом, если мы ищем и размышляем достаточно усердно, *мы можем найти разумное объяснение для чего угодно*. Это основополагающая задача науки. Это дело, за которое умер Бруно. Это утверждение, которое стремился доказать Кеплер и тем самым рассеять тьму в умах западной цивилизации. И сделал он это в значительной мере благодаря планете Марс.

В феврале 1600 года, в том же месяце, когда казнили Джордано Бруно, Кеплер пошел работать к Тихо Браге, без сомнения, великому астроному-наблюдателю своего времени. У Браге была своя теория устройства Вселенной, и он поручил двадцативосьмилетнему Кеплеру вычислить орбиту Марса, разумеется, чтобы найти подтверждение своим расчетам. Когда в октябре 1601 года ученый умер, император Священной Римской империи Рудольф II повелел Кеплеру сменить Браге в должности придворного математика и продолжить его исследования. Теперь у Кеплера было все необходимое, чтобы заняться Марсом в полную силу.

Со времен Аристотеля астрономы незатейливо полагали, что планеты движутся по неизменным круговым орбитам, поскольку, как утверждал сам Аристотель, круг – идеальная форма и только круговое движение может быть бесконечным. Как Кеплер ни старался, он не мог подобрать такую круговую орбиту, которая бы соответствовала наблюдениям Тихо Браге. Он мог бы прибегнуть к эпициклам, однако отказывался это делать. Система эпициклов выглядела тут совершенно неприменимой, но где же тогда решение? Что это могло быть, если не круговые орбиты? Кеплеру понадобились восемь лет напряженной работы, чтобы осознать, что показывают наблюдения: Марс движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится Солнце. Сейчас мы знаем, что орбита Марса наиболее эллиптическая во всей Солнечной системе,⁸ если не считать орбиту Плутона,⁹ который был открыт только в XX веке, став лакмусовой бумажкой для любой астрономической теории. Действительно, если бы орбита Марса была круговой, теория Аристарха и Коперника, вероятно, быстро прошла бы проверку, и никто бы не обратил внимания на детали.

Кеплер опубликовал результаты своих трудов в 1609 году в работе, озаглавленной как *«Новая астрономия, причинно обоснованная, или небесная физика, следующая из исследований движений звезды Марса, опирающихся на наблюдения достопочтенного Тихо Браге»*. В отличие от многих предшественников, астрономов и философов, Кеплер объявил свою новую астрономию не просто математической концепцией, которая объясняет движение небесных тел. Напротив, это был трактат об «истинной реальности» небес, грандиозная работа, которая ниспровергала догму, существовавшую две тысячи лет, – на ее место пришла астрономия, основанная на причинах и доказательствах. В этой работе ученый изложил

⁸ Утверждение ошибочно. Наибольший эксцентриситет $e = 0,206$ – у Меркурия. Эксцентриситет Марса $e = 0,093$. – Прим. пер.

⁹ С 24 августа 2006 года по решению Международного Астрономического Союза считается не девятой планетой Солнечной системы, а карликовой планетой. – Прим. пер.

то, что мы сейчас знаем как первый и второй закон Кеплера о движении планет. Согласно этим законам, каждая планета движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится Солнце, а радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, за равное количество времени описывает равные площади. Эти законы верны, и их можно найти в любом современном учебном пособии по астрономии и звездной динамике. Однако не менее важна и ошибочная гипотеза Кеплера о том, что планеты движутся вокруг Солнца за счет исходящей от него «магнитной» силы, распространяющейся «подобно свету». Когда оппоненты обвинили его в смешении физики и астрономии, Кеплер ответил: «По моему мнению, обе науки так тесно связаны, что одна не сможет достичь совершенства без другой». Другими словами, **Кеплер не описывал модель Вселенной, чья геометрия совершенна по умолчанию, он изучал Вселенную, в которой причинно-следственные связи могут быть понятны человеку.** Тем самым Кеплер резко изменил статус человечества во Вселенной. Хотя люди перестали быть центром мироздания, у них появилась возможность его постичь. Поэтому, согласно словам Кеплера, адресованным Галилею и ставшим эпиграфом для этой главы, Вселенная была доступна не только человеческой мысли, но и для непосредственного изучения.

Труды последующих десяти лет позволили Кеплеру опубликовать его важнейшее сочинение «Гармония мира». В нем он изложил свое последнее великое открытие – третий закон движения планет: квадрат периодов обращения планет пропорционален кубу расстояния от планет до Солнца. Применяя этот закон, достаточно просто математически вывести выражение, которое сейчас известно как закон всемирного тяготения Ньютона. Законы Ньютона легли в основу классической физики, новой мощной науки, которая сделала возможной промышленную революцию XVIII–XIX веков. Исследования Кеплера ознаменовали окончание Темных веков, и начались научная и промышленная революции – первая встреча с Марсом принесла богатые плоды.

Путешествия с телескопом

Кеплер использовал Марс, чтобы доказать что Земля – тоже планета. Следовательно, планеты, те маленькие движущиеся огоньки в небе, на самом деле были огромными мирами, похожими на Землю. Но как исследовать эти невероятные небесные тела? Вскоре инструмент оказался под рукой. Меньше чем через год после того, как Кеплер опубликовал свою *«Новую астрономию»*, Галилей обратил в небо новый инструмент – телескоп. Открытые им за несколько недель наблюдений горы на Луне и «три маленькие звездочки», танцующие вокруг Юпитера, стали дополнительным подтверждением кеплеровой модели мира. Довольно скоро линзы множества телескопов были устремлены к Марсу.

Итальянский астроном Франческо Фонтана в 1636 году сделал первый набросок Марса, видимого в телескоп, хотя сегодня узнаваемые детали на этом рисунке найти не удастся. В 1659 году нидерландский астроном Христиан Гюйгенс создал первое изображение Марса, где такая деталь была: похожее на треугольник темное пятно, которое выделяется на диске планеты, сейчас известно как Большой Сирт. Тщательно наблюдая Сирт и другие детали, астрономы прошлого определили, что марсианский день, или сол, близок по продолжительности к земному. В 1666 году итальянец Джованни Кассини измерил продолжительность марсианских суток, которая оказалась равна 24 часам, 37 минутам и 22 секундам. Хотя Кассини, по-видимому, также был первым, кто заметил полярные шапки Марса, первый набросок одной из шапок в 1672 году сделал Гюйгенс. Используя наблюдения, сделанные в 1770–1783 годах, Уильям Гершель, открыватель Урана, заметил, что на Марсе должны меняться времена года, так как его полярная ось имеет наклон в 30 градусов (современное значение – 24 градуса).

Наблюдения Марса продолжались десятилетиями, особенно в периоды противостояний, когда Марс (строго говоря, любая планета, находящаяся дальше от Солнца, чем наша) находится предельно близко к Земле, формируя линию «Марс – Земля – Солнце». В такое время Марс светит в небе особенно ярко. К началу XIX века астрономы накопили множество сведений о Марсе: орбитальный период, продолжительность суток, массу и плотность планеты, расстояние до Солнца и силу тяжести на поверхности. Но больше всего исследователей сбивал с толку изменчивый вид марсианского диска. Годами в окуляры телескопов можно было видеть, как на нем со временем то появляются, то исчезают небольшие темные пятна, похожие на рябь. Точно так же яркие белые пятна, которые были замечены наблюдателями у полюсов планеты, меняли форму, расширяясь и уменьшаясь в течение марсианского года. **По всей видимости, у Марса была атмосфера, поскольку некоторые наблюдатели заметили смутные намеки на облака.**

Противостояние 1877 года оказалось особенно удачным для наблюдателей и исследователей Марса. Асаф Холл из старой военно-морской обсерватории США открыл два маленьких спутника Марса и в скором времени назвал их Фобосом и Деймосом – страхом и ужасом. Подобающая свита для планеты, названной в честь бога войны. Но, если задуматься, 1877 год, вероятно, больше всего запомнился благодаря серии наблюдений, которые послужили отправной точкой для одного беспокойного эпизода в истории изучения Марса и одной из самых странных глав в истории астрономии.

Среди тех, кто обратил вооруженный глаз к Марсу в 1877 году, был итальянский астроном Джованни Скиапарелли, директор Брерской обсерватории в Милане. В сообщениях Скиапарелли о его наблюдениях фигурировали более шестидесяти объектов, обнаруженных на диске Красной планеты. Но помимо прочего среди них были линейные отметины, пересекающие диск Марса крест-накрест. Скиапарелли назвал их в честь земных рек – Инда, Ганга, – но в своих письмах именовал «canali», что по-итальянски означает каналы или

ручьи. Он был не первым, кто обратил внимание на эти странные отметины, но первым идентифицировал их как обширную сеть «каналов». Через десять с небольшим лет воодушевление Персиваля Лоуэлла сделает Марс и его «каналы» самой популярной темой для обсуждения во всем мире.

Лоуэлл родился в Новой Англии в семье известных поэтов, просветителей, государственных деятелей и промышленников (великая поэтесса Эми Лоуэлл была его сестрой, а его брат Эббот стал президентом Гарвардского университета), а Марсом заинтересовался ближе к сорока годам, особенно его привлекли наблюдения Скиапарелли. Для Лоуэлла существовала только одна интерпретация: в «canali» он видел не русла рек или природные углубления, а дороги или искусственно созданные каналы. А значит, они должны были служить отражением коллективной работы ума, жизни. По непонятным причинам Лоуэлл решил, что Марс требует его внимания, и он посвятил себя Марсу с такой страстью и финансовой щедростью, на какие способны немногие.

Для своих исследований Лоуэлл построил обсерваторию в аризонском Флагстаффе, которая открылась в апреле 1894 года, то есть за несколько недель до очередного противостояния Марса. Лоуэлл и его подчиненные провели на Марсианском холме во Флагстаффе более десяти лет, изучая и картографируя Красную планету. Лоуэлл вместе с ассистентами нанес на карту сотни каналов. В их нумерации и структуре Персиваль Лоуэлл видел историю инопланетной расы, пытающейся выжить в засушливом, обреченном на смерть мире.

Этой гипнотической картиной Лоуэлл захватил людское воображение. Эффект, произведенный его трудами, был в дальнейшем усилен писателями-фантастами, в том числе Эдгаром Райсом Берроузом – он использовал лоуэлловский Марс как декорации, в которых разворачивалась романтическая история выдающейся цивилизации, называющей свою планету Барсумом. Новеллы Берроуза о Марсе рассказывали о лихих героях, спасающих отважных и прекрасных принцесс, которым угрожают чудовища, дикари и одержимые жаждой власти марсианские тираны. Лоуэлловский Марс, приняв облик Барсума, очаровал миллионы читателей.

Однако ни красноречие Лоуэлла как писателя и докладчика, ни его энергия и энтузиазм не могли защитить его теории от претензий астрономического сообщества. Шквал критики против Лоуэлла поднялся, когда другие наблюдатели, используя более мощные инструменты, не увидели на Марсе ничего похожего на каналы. Сейчас известно, что Лоуэлл заблуждался, но он действительно оставил после себя внушительное наследие: он подстегнул воображение людей, помог им представить марсианский мир. Пусть эти представления и оказались ошибочными, но они воодушевили хотя бы ту публику, которая через три столетия после Кеплера придерживалась и в значительной степени до сих пор придерживается античного геоцентрического мировоззрения, где планета Земля является единственным миром в окружении звезд. Лоуэлл сделал Марс обитаемым, пусть только в воображении, но именно силами воображения создается реальность. Именно работы Лоуэлла вдохновили пионеров ракетостроения, включая Роберта Годдарда и Германа Оберта, на начало работы над устройствами, которые позволят человеку путешествовать по Солнечной системе, а не только рассматривать ее. Именно дух Лоуэлла прикоснулся к поверхности Марса, когда на нее высадился «Викинг».

«ВИКИНГ» ИЩЕТ ЖИЗНЬ

Жизнь привела «Викинг» на Марс. Хотя мечты Лоуэлла давно канули в Лету, сама идея того, что на Марсе может существовать жизнь, никогда не забывалась. Пролетев мимо планеты в июле 1965 года, американский аппарат «Маринер-4», который должен был посетить Марс, разумеется, навсегда развеял лоуэлловские представления о Красной планете, показав пустынную, покрытую кратерами поверхность, больше напоминающую о Луне, чем о Барсуме. Те, кто надеялся получить открытку из далекого мира, где есть жизнь, вместо этого получил траурные изображения старой, мертвой планеты, космической окаменелости по выражению писателя-фантаста Артура Кларка. Летом 1969 года «Маринер-6» и «Маринер-7» подтвердили то, что увидел их предшественник. Научные эксперименты показали: давление в атмосфере, богатой углекислым газом, составляет всего 6–8 миллибар (1 миллибар – одна тысячная доля атмосферного давления на уровне моря на Земле). Температуры вблизи южного полюса говорили о том, что полярные шапки сформированы замороженным углекислым газом – сухим льдом. Марс, согласно результатам пролетов «Маринеров», был холодной, мертвой, покрытой кратерами планетой, местом, где не хочется задерживаться. А потом полетел «Маринер-9».

В отличие от предыдущего американского аппарата, он должен был выйти на околомарсианскую орбиту. Там, где предыдущие станции серии «Маринер» фотографировали Красную планету и собирали всю информацию, какую только было возможно, «Маринер-9» и вспомогательный космический аппарат в течение 60 дней должны были картографировать марсианскую поверхность и изучить динамику планеты. К сожалению, тот вспомогательный космический аппарат, «Маринер-8», упал в Атлантический океан вскоре после запуска весной 1971 года. А «Маринер-9» безупречно стартовал 30 мая и долетел до Марса. Несколькими днями ранее Советский Союз запустил «Марс-2» и «Марс-3», комбинированные станции из орбитального аппарата и посадочного модуля. После запуска по мере приближения к цели на кораблях все проходило в штатном режиме. А вот на Марсе было беспокойно.

22 сентября, примерно за два месяца до предполагаемого прибытия зондов «Марс» и станции «Марс-2», астрономы заметили, что над Марсом в области земли Ноя начало формироваться белое яркое облако. Оно разрасталось быстро, в пределах часа. За несколько дней облако, превратившееся в пылевую бурю, охватило всю планету. Пока к Марсу спешила фотографическая техника, он окутал себя завесой. Фотографии, сделанные с большого расстояния «Маринером-9» 12 и 13 ноября, позволили заметить чистый диск планеты, на котором виднелись лишь небольшое поярчание рядом с южным полюсом и нескольких темных пятнышек над экватором. 14 ноября станция вышла на орбиту вокруг Марса. «Маринер-9» летал над планетой, на которой почти ничего нельзя было разглядеть. Систему управления зонда перепрограммировали в соответствии с новым планом: аппарат мог производить некоторые научные эксперименты и фотосъемку, но, по сути, должен был дожидаться окончания бури.

У станций «Марс-2» и «Марс-3» такой возможности не имелось. В отличие от «Маринеров», советские аппараты не были рассчитаны на дистанционную корректировку заданий. После выхода на орбиту они отправили посадочные модули в самое сердце крупнейшей зарегистрированной марсианской бури. Слепую спускаясь на парашютах в атмосферу, перемешанную ветрами, дующими со скоростью до 160 километров в час, оба зонда совершили очень жесткую посадку, так что системы торможения на воздушных подушках не смогли уберечь их. «Марс-2» врезался в грунт, а «Марс-3» успел в течение 20 секунд передать некоторое количество данных, а затем перестал работать.

Советские станции едва ли оказались успешнее предыдущих зондов. Почти все данные станций «Марс-2» были потеряны из-за плохой телеметрии, а «Марс-3» вышел на сильно вытянутую эллиптическую орбиту вокруг Марса, передав на Землю всего одно изображение.

Пока бушевал шторм, а советские аппараты один за другим встречали уготованную им судьбу, «Маринер-9» спокойно обращался вокруг Марса, ожидая, пока в буквальном и переносном смысле утихнет буря. В период с конца декабря 1971 года по начало января 1972 года марсианское небо стало проясняться, и «Маринер-9» начал передавать на Землю поразительно четкие снимки невиданного мира.

Теперь стало ясно, что темные пятнышки, снятые «Маринером» с большого расстояния, оказались гигантскими горами, вершины которых аппарат разглядел во время пылевой бури. Веком ранее астрономы, наблюдавшие Марс в телескопы, заметили яркую область, расположенную вблизи самого крупного из этих горных массивов, и окрестили ее *Nix Olympica*, Снега Олимпа. Название оказалось подходящим, так как область Снега Олимпа – самая высокая гора в Солнечной системе, возвышающаяся примерно на 24 километра над поверхностью планеты и сравнимая по площади со штатом Миссури. Еще один регион Марса, хорошо известный астрономам, каньон Копрат, тоже преподнес сюрприз. В телескоп Копрат кажется хорошо различимым темным, коротким и широким, похожим на облако отрезком. Когда небо расчистилось, ученые, получавшие информацию от «Маринера», обнаружили, что они смотрят на пылевое облако, которое оседает на дно равнины, по размерам сходной с горой Олимп. Этот неровный шрам, который теперь называют *долинами Маринера* (в честь «Маринера-9»), тянется через планету примерно на 4000 километров. Имея ширину до 200 километров и глубину около 6 километров, эта система каньонов затмевает любой земной аналог (если поставить с одного края долины Маринера Скалистые горы, то никто их не заметит).

С каждым витком вокруг планеты «Маринер» передавал на Землю все более удивительные изображения. Но самым большим потрясением оказались снимки извилистых каналов (да, как не вспомнить про *canali!*), будто проложенных когда-то бежавшей водой, – это были марсианские русла рек.

Ту романтику, которую ранее убили «Маринеры», вернул к жизни «Маринер-9». Станция подтвердила многие из предыдущих открытий «Маринеров», но опровергла другие, включая представление о том, что Марс был просто двойником Луны. Представьте глобус Марса, поделенный пополам линией, бегущей от пятидесятой параллели к экватору. К югу вниз от этой линии простирается сильно кратерированная древняя местность, открытая и сфотографированная «Маринерами»-4, -6 и -7. К северу от этой линии кратеров значительно меньше, из-за того что район был очень геологически активен. Так сложилось, что «Маринеры» посетили только южное полушарие планеты, не дав ни намека на то, как выглядят другие области планеты. **Данные и более 7000 изображений, полученные «Маринером-9», позволили отказаться от представлений о Марсе как о космической окаменелости и рассказали историю планеты из огня и пламени.** В далеком прошлом поверхность Марса была геологически активна. Вулканы извергались и изменяли рельеф огромных участков планеты, какие-то внутренние процессы привели к разломам и дроблению пород, на километры подняв над поверхностью Марса регион Фарсида (где располагается гора Олимп), а еще по планете текла вода, причем в достаточном количестве и достаточно долго, для того чтобы выточить некоторые детали рельефа. Когда-то Марс был теплым, влажным и геологически активным. Поэтому снова встает вопрос: есть или была ли на Марсе биологическая активность, теплилась ли жизнь?

Чтобы ответить на этот вопрос, астрономы и биологи вернулись от понятия жизни на Марсе к более простому, но все равно сложному понятию самой жизни. Что это такое? Если мы не можем определить, что такое жизнь, если мы не можем отличить живое от неживого

вого здесь на Земле, то нам придется слишком долго приглядываться к красной точке, удаленной от нас на расстояние в 400 миллионов километров. Итак, поиск жизни на Марсе начался с ревизии единственного известного образца жизни во Вселенной, земной жизни. Поскольку земная жизнь представлена во всевозможных видах, формах и размерах, ее существование заведомо приводит к изменению среды вокруг нее. Эти изменения могут быть малыми, даже еле заметными, если речь идет о крошечных формах жизни. Но независимо от размера жизнь будет влиять на окружающую среду просто потому, что в ней задействованы механизмы обмена веществ и дыхания, сложные физические и химические процессы. Герметично закройте непроницаемую емкость, и смесь газов (если предположить, что стенки емкости сами газ не выделяют) останется неизменной. Если вы поместите в ту же емкость кошку, то исследуемая смесь довольно быстро изменится (как и состояние кошки в емкости). То есть, если вы ищете признаки жизни, создайте контрольный образец среды, поместите туда имеющийся у вас образец живого организма, а затем наблюдайте за физическими и химическими изменениями в емкости. Велики шансы, что значительные изменения можно будет сопоставить с биологическими процессами. По сути, ученые проекта «Викинг» решили проделать нечто подобное.

Программа проекта «Викинг» была довольно прямолинейной в описании – два орбитальных и два посадочных модуля, которые должны были полететь к Марсу в 1973 году для поисков жизни, – но неожиданно сложной в исполнении. Из-за урезанного бюджета пришлось отложить запуск на 1975 год, что оказалось к лучшему, так как космический аппарат просто не успели бы изготовить в 1973 году без «компромисса между техническими возможностями и надежностью», по словам одного из членов команды, создававшей «Викинг».

Состоящий из четырех частей космический аппарат был оснащен инструментами для фотосъемки, картирования водяного пара, температуры, сейсмологии, метеорологии и так далее, но сердцем миссии было оборудование для биологических исследований. Инженеры, обслуживавшие «Викинг», упаковали три биологические лаборатории общим весом около 9 килограммов в объем, который можно уместить на книжной полке.

Три эксперимента в биологическом блоке строились на одном базовом принципе: нужно закрыть в контейнере с питательной средой небольшое количество марсианского грунта, выдержать в различных условиях, а затем измерить количество выделившихся или поглощенных газов. Эти эксперименты отличались друг от друга подходом к выдерживанию образцов и результатами, которые аппаратура должна была зафиксировать и измерить в качестве доказательств жизни. Посадочные модули «Викинг» также были оснащены рентгеновскими инструментами, способными провести химический анализ почвы, и газовыми хроматографами и масс-спектрографами (ГХМС), которые могли обнаружить и идентифицировать органические компоненты почвы.

Поиски жизни начались на восьмой марсианский день аппарата «Викинг-1» – восьмой сол в местной часовой зоне, 28 июля 1976 года на Земле, – когда посадочный модуль вытянул манипулятор для сбора образцов, пронес его над поверхностью Марса и доставил грунт в контейнер для исследований. Три эксперимента получили свои маленькие доли и приступили к работе. В течение следующих трех дней все три эксперимента дали невероятные результаты. Аппаратура зафиксировала мощное выделение газов – в некоторых случаях практически сразу после помещения марсианского грунта в питательную среду.

Биологи из команды «Викинга» были ошеломлены. Три эксперимента, три положительных результата, три указания на существование жизни... возможных указания. Сигналы о выделении газа были уверенные, но внезапность и их возникновение, и их исчезновение говорила о том, что это скорее звено цепочки химических реакций, а не свидетельство биологического роста. Пришлось проявить осторожность. Открытие жизни где-либо в Солнечной системе имело бы далеко идущие последствия не только для науки, но и для челове-

ского сообщества в целом. Снова, как и во времена Кеплера, оно могло бы узнать правду о своем месте во Вселенной. Мы бы обнаружили, что раз мы не центр Вселенной, мы – часть явления, общего для всей Вселенной. Мы бы узнали, что жизнь охватывает ее всю. Разумеется, это было бы очень важным открытием.

Никто из команды ученых не хотел торопиться с такими заявлениями. К тому же многие биологи в группе подозревали, что зафиксированные реакции были небиологическими по своей природе. Один из ведущих исследователей команды, Норман Горовиц, довольно четко обозначил свою позицию во время пресс-конференции, посвященной первым положительным результатам его собственного эксперимента. «Я хочу подчеркнуть, – сказал он нетерпеливой группе журналистов, – нет, мы не открыли жизнь на Марсе».

На 23-й сол газовый хроматограф и масс-спектрометр проанализировали образец марсианского грунта и не обнаружили там ни следа органических углеродных соединений. После реакций, проведенных тремя биологическими установками, новый результат поразили исследователей и оживил дискуссию. Ученые ожидали, что ГХМС обнаружит хотя бы какие-то следы органических соединений небиологической природы, таких как включения в метеоритном веществе. Исследователей главным образом заботило, как отличить биологическую органику от небиологической. А теперь, когда ГХМС зарегистрировал полное отсутствие органических соединений в марсианском грунте, поиски жизни на Марсе для некоторых ученых свелись к поиску процессов, которые могли бы примирить столь противоречивые результаты.

3 сентября «Викинг-2» высадился на равнину Утопия, примерно в половине окружности планеты, в 6400 километрах, от места посадки «Викинга-1» и на 25 градусов севернее. Биологические лаборатории и ГХМС вскоре включились и начали работать, исследуя почвы, которые казались слегка более сырыми, чем на равнине Хриса. Результаты биологических экспериментов снова дали положительные результаты, которые снова выглядели последствием химических процессов, а ГХМС не показал никаких следов органического углерода. Опять поднялась шумиха, в которой одни ученые поддерживали биологическое объяснение, другие – химическое. Результаты окончательно обрисовали основную проблему: «Викинги» могли провести четыре и только четыре эксперимента, три из которых указывали на возможное существование жизни, в то время как четвертый – на большую сомнительность первых трех. Если бы образцы грунта находились в земной лаборатории, можно было бы провести десятки дополнительных экспериментов, которые помогли бы разрешить спор. На Земле даже можно было бы непосредственно изучить под микроскопом результаты взаимодействия марсианских почв с питательной средой. Но не на Марсе. По сути, у нас были только противоречивые результаты. Как выразился писатель Леонард Дэвид, **«Викинг» полетел на Марс и спросил, есть ли на нем жизнь, а Марс в ответ сказал: «Пожалуйста, переформулируйте вопрос».**

Сегодня большинство исследователей – но определенно не все – понимают, что «Викинг» не обнаружил следов жизни. Ученые пришли к выводу, что марсианский грунт богат пероксидами и окислами. Согласно этой теории, результаты как минимум двух экспериментов «Викингов» свидетельствуют о химических реакциях, в которых эти пероксиды участвовали. Неудачи ГХМС в попытке обнаружить углерод на обеих площадках примерно согласуются с пероксидно-окисловой теорией, поскольку пероксиды легко разрушают органические соединения. Но не все разделяют эти взгляды, некоторые предполагают, что, возможно, ГХМС оказался недостаточно чувствительным, чтобы зафиксировать исчезающе малые количества органического вещества, то есть жизнь. Вполне вероятно, что во время экспериментов на «Викинге» такое малое количество спор могло быстро разрастись, превратиться в довольно большую популяцию и дать положительный результат. Внезапное исчезновение положительных сигналов, поданных биологическими лабораториями,

может объясняться как исчерпанием имевшегося количества пероксидов, так и чрезмерным ростом популяции организмов, отравляющих себя продуктами собственной жизнедеятельности. Гилберт Левин, ведущий исследователь и разработчик биологического эксперимента, названного «Маркированный выпуск» (Labeled Release), по сей день страстно верит, что его оборудование зарегистрировало проявления марсианской жизни. Через десять лет после высадок «Викингов» Левин напишет: «...после многолетних лабораторных попыток воспроизвести результаты с Марса, используя небиологические способы, мы обнаружили, что выводы научного анализа позволяют заявлять с большей уверенностью: в нашем эксперименте на Марсе были зафиксированы следы жизнедеятельности каких-то организмов. Я выражаю не мнение, а позицию, продиктованную объективной оценкой всех научных данных, имеющих отношение к рассматриваемому вопросу» [2]. Всего на двадцать страниц раньше в том же издании член другой группы биологов Норман Горовиц пишет: «Для некоторых Марс всегда будет необитаемым независимо от доказательств... Не нужно долго искать тех, кто считает, что на Марсе условия как в райском саду: во влажном и теплом климате процветает марсианская жизнь. Однако это все мечты» [3].

Я склоняюсь к тому, что Горовиц слишком суров в своих оценках, а Левин излишне оптимистичен. Разумней всего считать, что «Викинг» не обнаружил *жизнь в поверхностных слоях марсианского грунта*. Причиной тому отсутствие жидкой воды и как следствие – отсутствие органики, поэтому, несмотря на некоторые аргументы в пользу редко встречающихся спор, кажется, что создать логичную теорию, объясняющую жизненный цикл гипотетических организмов на поверхности Марса, практически невозможно. Более того, поскольку озоновый слой марсианской атмосферы очень тонкий, планета купается в ультрафиолетовом излучении, значительная интенсивность которого позволяет очень эффективно стерилизовать поверхность – уничтожить микроорганизмы. Однако, вопреки мнению Горовица, это не исключает возможность существования микробного «райского сада» *под* поверхностью Марса. Фактически, если земная жизнь нас чему-то и научила, так это тому, что она процветает не только в райских, но и в адских условиях. Действительно, существуют семейства бактерий, известных как хемотрофы, которые получают энергию из различных неорганических химических соединений, а не из солнечного света (как растения) или из органических питательных веществ (как мы). Маленькая группа, адаптированная к температурам от 70 до 90 °С и счастливо живущая благодаря энергии, выработанной в реакции окисления серы, вероятно, чувствовала себя как дома в суровых условиях подземелья, которые, как показали самые недавние исследования, почти наверняка имеются на Марсе. По всей нашей планете в самых экстремальных условиях, которые только можно представить, ученые обнаружили очень выносливые формы жизни, существующие при очень скудных ресурсах. В Антарктике колонии лишайников процветают внутри лежащих на снегу камней, защищенные от суровых условий слоем пористого песчаника толщиной около сантиметра. Обширные колонии микроорганизмов успешно живут вокруг глубоководных гидротермальных источников, известных как «черные курильщики» и извергающих потоки богатой минералами кипящей воды. Одни организмы процветают только в тепле, другие – только в холоде; некоторые растут только в щелочной среде, иные – только в кислотной; есть такие, которые питаются серой, или железом, или водородом. Жизнь может не только поддерживать себя в экстремальных условиях, но и сохраняться невообразимо долго. В конце 1980-х годов исследовательская группа из Великобритании обнаружила, что колонии устойчивых к соли организмов под названием *галобактерии* обитают в каменной соли и выживают там месяцами в своих маленьких минеральных домиках. Заинтригованные ученые поехали собирать образцы из естественного подземного солевого отложения, которое образовалось в пермском периоде более 230 миллионов лет назад. Они снова обнаружили маленькие, заполненные жидкостью полости в каменной соли, а в малой части этих поло-

стей (в 6 из 350) нашли жизнеспособные галобактерии, которые можно выращивать в лаборатории после перерыва примерно в 200 миллионов лет [4].

Все создания, большие и маленькие, выживающие в экстремальных условиях, имеют кое-что общее: в их среде есть источник воды, пусть даже и скромный. Тот факт, что на Марсе найдены многие признаки существования воды в далеком прошлом, как на поверхности, так и под ней, позволяет задуматься о существовании на планете жизни, в прошлом или даже сейчас – в каком-нибудь «райском саду», пока скрытом от нас. Условия для такой жизни могут быть найдены в термальных источниках на поверхности (что-то вроде родников), под ней, в зонах подповерхностной вечной мерзлоты, подземных соленых озерах или даже в областях, где происходило испарение воды и остались солевые отложения, подобные земным, служившим домом для бактерий миллионы лет. Многие геологи полагают, что на Марсе как минимум в некоторых местах есть водоносный слой. Его глубина залегания, вероятно, близка к километру. Возможно, жизнь, которая эволюционировала на поверхности планеты в далеком прошлом, когда Марс был теплым и влажным, потом ушла под поверхность. Недавно исследователи из штата Вашингтон открыли вид бактерий, живущих глубоко под землей и существующих за счет энергии, получаемой из реакции между холодной грунтовой водой и базальтом. Кажется, нет причин полагать, что подобные организмы не могли бы так же успешно выживать марсианских глубинах. Дело в том, что живое умеет приспосабливаться к внешним условиям, даже если они такие тяжелые, как на Марсе. Никто не ожидает обнаружить стада восьминогих барсумских коней, скачущих через марсианские дюны. Но жизнь в виде микроорганизмов, прячущаяся в скрытых уголках, – совсем другое дело. Она может существовать сейчас, она могла существовать в прошлом. Чтобы обнаружить ее, придется использовать не только автоматические зонды с их ограниченной подвижностью, ловкостью и чувствительностью.

После «Викингов»

Орбитальные и разведывательные модули программы «Викинг» еще долго продолжали свои научные эксперименты, после того как была завершена биологическая часть программы. Последний сигнал от орбитального модуля «Викинг-2» пришел 25 июля 1978 года, а за ним 11 апреля 1980 года, почти через два года, отключился посадочный модуль второго аппарата. Орбитальный модуль «Викинг-1» послал свой последний сигнал 17 августа 1980 года, а посадочный модуль перестал работать 5 ноября 1982 года.

В рамках советской космической программы в 1988 году были проведены два запуска аппаратов для исследований Марса и его спутника Фобоса. Оба закончились неудачей. Неудачи преследовали каждую советскую или российскую миссию, связанную с Марсом (всего более 16 попыток). Американская космическая программа тоже столкнулась с трудностями. Аппарат «Марс Обсервер» с семью инструментами на борту должен был исследовать планету в течение марсианского года. Миссия позволила бы перевернуть наши представления о Марсе, по крайней мере исследователи надеялись на это. Но за несколько дней до выхода на околомарсианскую орбиту аппарат замолчал. Пытаясь воссоздать обстоятельства случившегося, инженеры предположили, что была повреждена топливная магистраль, когда аппарат приготовился включить двигатели для выхода на орбиту вокруг Марса. Какой бы ни была причина, после семнадцатилетнего перерыва американские исследования Марса, кажется, собирались уйти в глубокую спячку.

К счастью, вместо того чтобы использовать неудачу «Марс Обсервер» как предлог и урезать бюджет марсианской исследовательской программы НАСА, члены Конгресса благосклонно отнеслись к новым исследованиям, основанным на опыте «Викингов». Руководствуясь принципом «быстрее, лучше, дешевле», НАСА изменило структуру многолетней программы изучения Марса из-за провала миссии «Марс Обсервер». Вместо одного крупного космического аппарата Америка планировала запустить к Марсу серию маленьких аппаратов, включающих орбитальные и посадочные модули. Эта программа началась в конце 1996 года с запуска спутника «Марс Глобал Сервейор» (МГС) и миссии «Марс Пасфайндер». «Сервейор», по размеру примерно вдвое меньший, чем «Марс Обсервер», начал картирование Красной планеты с полярной орбиты в марте 1999 года и успешно продолжал это дело до ноября 2006 года. Благодаря данным альтиметрии «Сервейору» удалось обнаружить бассейн, представляющий собой углубленную и относительно некратерированную часть марсианского северного полушария. Эта часть оказалась приблизительно столь же плоской, как земное морское дно, а значит, могла быть дном марсианского океана [5]. Еще более поразительны две фотографии одного и того же кратера (рис. 2.1), которые МГС сделал в 2001 и 2005 годах. На снимках можно увидеть появление нового водяного протока как раз в период между съемками [6]. Такое могло произойти только из-за временного стекания воды по стенке кратера где-то между 2001 и 2005 годами, что доказывает существование на Марсе подповерхностных водоемов с жидкой водой. «Марс Пасфайндер» высадился на Марс 4 июля 1997 года с помощью парашютов, тормозных ракет и воздушных подушек. Пережив несколько скачков со скоростью от 60 до 90 километров в час, «Пасфайндер» выпустил на поверхность Марса маленький ровер, получивший имя «Соджорнер» в честь Соджорнер Трут, борющейся за отмену рабства. «Соджорнер» два месяца двигался по долине Ареса, которая, вероятнее всего, была прорезана водой, собирал геологические данные и раз за разом обнаруживал скругленные булыжники и группы камней, указывающие на существование здесь в прошлом воды.

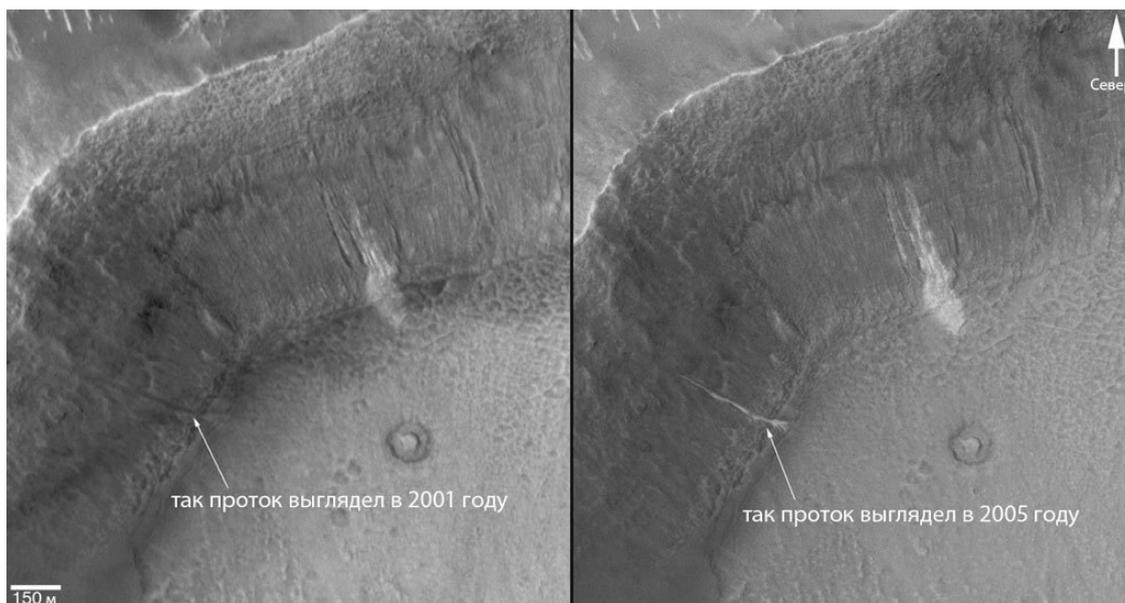


Рис. 2.1. Фотографии одного и того же кратера, сделанные орбитальным аппаратом «Марс Глобал Сервейор» (МГС) в 2001 и 2005 годах, демонстрируют водяные подтеки, появившиеся за время между съемками. Подтеки указывают на существование под поверхностью Марса водоносного слоя (фото – Космические научные системы Малин/НАСА)

Американская автоматическая программа по изучению Марса ускорилась, дважды удалось успешно провести запуски в 1996–1997 годах. Тем временем финансовые трудности и злой рок повергли в хаос российскую программу. Попытка русских запустить миссию «Марс-96», в ходе которой планировалось сделать аппарат спутником Марса, а также задействовать две малые научные станции и два прибора для бурения марсианской поверхности, была сорвана из-за аварии ракеты-носителя осенью 1996 года. Это привело к тому, что вторую миссию, «Марс-98», которая должна была доставить на Марс орбитальный аппарат, ровер и аэростат, отложили на неопределенный срок. Русский «Марсоход» превышал бы по размеру американский аппарат «Пасфайндер» и, вместо того чтобы пройти 10 метров от места посадки, мог бы преодолеть около 50 километров. Аэростат, тянущий за собой вереницу инструментов, был разработан французским Национальным центром космических исследований, для того чтобы днем подниматься в марсианскую атмосферу на высоту до 4 километров, а ночью опускаться на поверхность. Аэростат, рассчитанный на десятидневный полет, должен был преодолеть несколько сотен километров. Поскольку российская экономика в следующем десятилетии переживала тяжелые времена, надежда на осуществление миссии таяла, и сейчас ее будущее неизвестно.



Рис. 2.2. Марсианский исследовательский ровер «Спирит», работающий на поверхности Марса (иллюстрация НАСА/ЛРД)

Американская программа исследования Марса также сильно пострадала: осенью 1999 года были потеряны сразу и «Марс Полар Лэндер», и «Марс Клаймэт Орбитер». Первый – из-за проблем с выходом на околомарсианскую орбиту а второй – при маневрировании перед посадкой. НАСА продолжило ускорять работу над десятилетним планом, и в октябре 2001 года удалось успешно вывести на орбиту вокруг Марса «Марс Одиссей». Успешно работающий до сих пор аппарат с помощью системы инфракрасных камер и спектрометр-гамма-лучей составил карту минеральных соединений на марсианской поверхности, при этом среди прочего открыл высокоширотные области размером с континент, где почвы содержат более 60 % воды по весу [7].

После этого успеха НАСА запланировало в середине 2003 года запустить на Красную планету два аппарата среднего размера – марсианские исследовательские роверы. Прибыв на Марс через шесть месяцев, оба марсохода совершили посадку на воздушных подушках в двух сильно удаленных друг от друга точках планеты. Марсоход «Спирит» высадился 3 января 2004 года в кратер Гусева – образование размером со штат Коннектикут в 15 градусах к югу от марсианского экватора. Кратер Гусева привлек внимание ученых, поскольку в его край врезается 900-километровая извилистая долина. Скорее всего, эта долина была проложена руслом реки в далеком прошлом, и однажды через нее кратер мог заполниться водой. «Спириту» предстояло поискать свидетельства этих событий. В итоге «Спириту» пришлось проделать нелегкий путь от места посадки, чтобы отыскать доказательства. Второй ровер, «Оппортьюнити», высадился на три недели позже примерно на противоположной стороне Марса в области плато Меридиана, одного из самых гладких и плоских мест на планете. Разработчики миссии опять ориентировались на свидетельства существования воды, выби-

рая место посадки. Инструменты на борту «Марс Глобал Сервейор» обнаружили, что эта область богата редким серым гематитом. Оксид железа в форме гематита встречается на Земле и обычно образуется во влажной среде. Когда «Оппортьюнити» стал передавать первые изображения, команда исследователей одновременно была удивлена и восхищена тем, что ровер совершил посадку, заехал в маленький кратер и сел на поверхность напротив обнажения слоистого камня. Более удачное место посадки трудно было и представить.



Рис. 2.3. «Спирит» отбрасывает тень на поверхность Марса (фотографии: Космические научные системы Малин/НАСА)

Миссии каждого из роверов были запланированы на 90 суток. До того как закончилось номинальное время работы, оба аппарата нашли веские доказательства существования жидкой воды в марсианском прошлом. В марте 2004 года научная команда программы марсианских исследовательских роверов объявила, что «Оппортьюнити» нашел убедительные свидетельства тому и в составе, и в морфологии изученных камней. Через несколько дней команда объявила, что «Спирит» открыл отложения соли, остатки древней береговой линии в кратере Гусева. С таким заделом оба ровера активно продолжили работу.

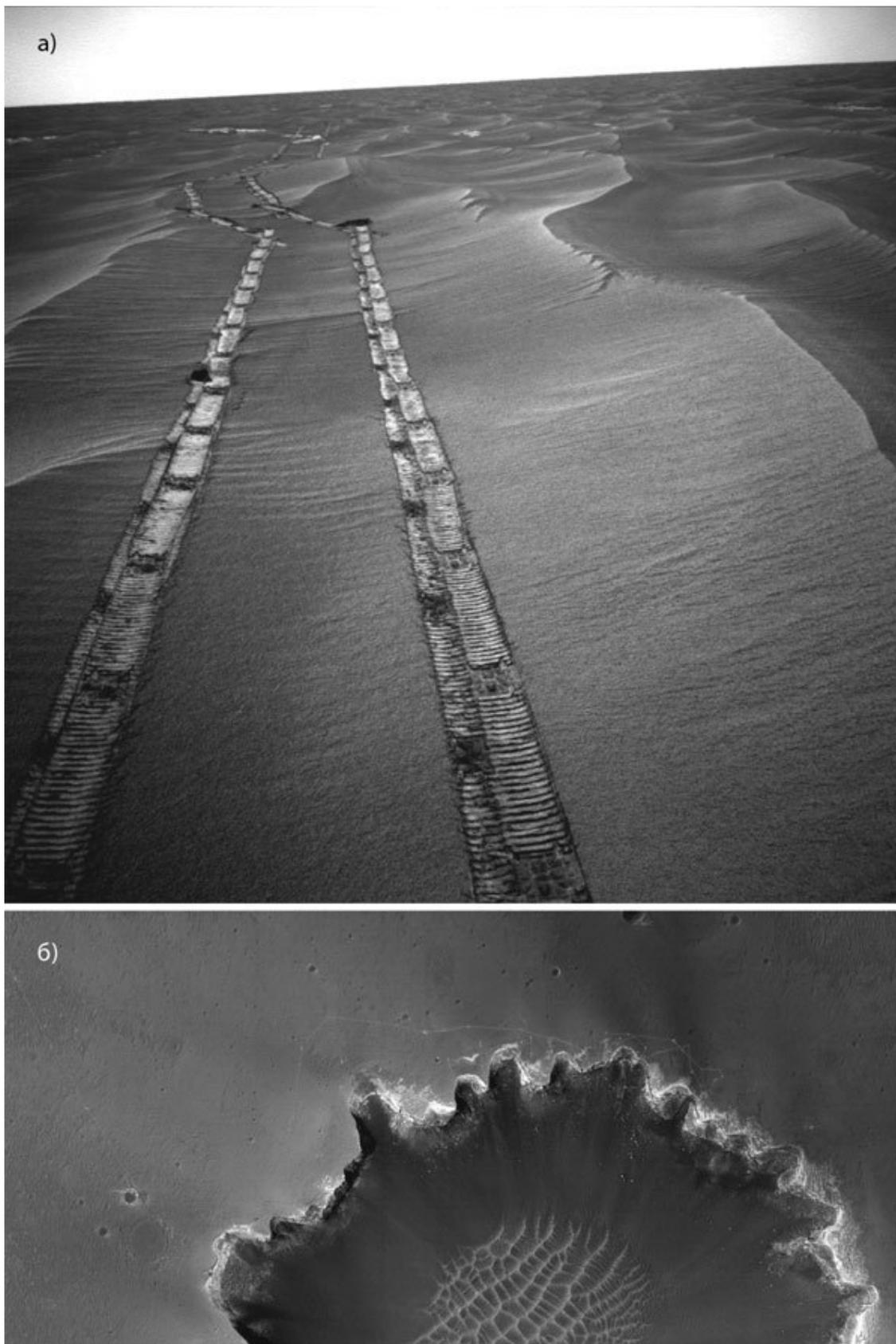


Рис. 2.4. Следы гусениц марсохода «Оппортьюнити» на Марсе: а) вид с марсохода; б) вид с аппарата «Марс Реконнэйсенс Орбитер» (МРО) (фото: Космические научные системы Малин/НАСА)

В течение шести с лишним лет марсоходы продолжали научные исследования, осторожно передвигаясь по поверхности Марса во время марсианских зим, пылевых бурь, невзирая на механические неисправности и временные приступы амнезии. **«Спирит» оправдал свое название (в переводе с английского – «дух»), преодолев многочисленные сложности, включая проблемы с правым передним колесом, которое стало плохо работать в июне 2004 года.** Роверу приказали дать задний ход, при этом неисправное колесо подрагивало, передвигаясь по гладким участкам поверхности. Инженеры заставляли марсоход очищать камни от пыли и насакивать на крупные булыжники, исследовали почвы в мельчайших деталях, наблюдали прохождение Фобоса по диску Солнца, запечатлели пылевые смерчи, мчащиеся по поверхности Марса, и даже видели метеоры в небе над планетой. Библиотека необработанных изображений с марсоходов включает невероятное множество снимков: от изумительных панорамных пейзажей до крупных планов мельчайших песчинок. Все кадры можно посмотреть в Интернете, если у вас есть время пролистать более четверти миллиона фотографий [8].

В мае 2009 года колеса «Спирита» проломили корку поверхностного слоя грунта и увязли в рыхлом песке. Из песка марсоход выволить не удалось, и НАСА объявило «Спирит» стационарной научной платформой. За время, проведенное на Марсе, аппарат преодолел 7730 метров пути. Сотрудники команды изучили грунт, в котором застрял «Спирит», и детальный анализ разрытых слоев снова указал на то, что в прошлом на Марсе могла существовать вода. Чуть меньше чем через год ровер замолчал, последняя передача сигнала состоялась в марте 2010 года. Тем временем «Оппортьюнити» продолжал работать. Жизнестойкий двойник «Спирита» годами колесит от одного удивительного объекта к другому. На конец 2010 года он проделал больше половины пятнадцатикилометрового пути к кратеру Индевор. Если он переживет еще одну зиму и если марсианские ветра сдуют пыль с его солнечных батарей, «Оппортьюнити» продолжит поездку.¹⁰ Несмотря на те впечатляющие достижения роверов, самым большим успехом все же нужно считать тот факт, что благодаря этим открытиям НАСА смогло в чем-то убедить Конгресс США. В марте 2009 года он единогласно выразил одобрение работе марсоходов, признавая «...успешность и значимый научный вклад марсианских исследовательских роверов НАСА».

В 2004 году поверхности Марса достиг первый европейский зонд. В рамках амбициозной миссии «Марс Экспресс» на Красную планету были отправлены французско-итальянский орбитальный аппарат и английский посадочный модуль «Бигль II». Хотя «Бигль II» разбился при посадке, орбитальный модуль функционировал успешно, передавая на Землю огромное количество данных, включая информацию об обнаружении следовых количеств метана в марсианской атмосфере [9]. Сначала они казались спорными, но теперь их достоверность окончательно подтверждена. В 2009 году команда исследователей из центра полетов имени Годдарда НАСА объявила, что удалось не только подтвердить наличие метана в атмосфере Марса на основании наблюдений, сделанных на поверхности планеты, но и обнаружить многочисленные «плотные шлейфы» газа, которые появляются при потеплении весной и летом. Эти струи газа, обнаруженные в северном полушарии Красной планеты, были видны над областями, которые имеют отметины, характерные для древнего подпочвенного льда или текущей воды [10].

¹⁰ По состоянию на 4 октября 2016 года «Оппортьюнити» преодолел 43,44 километра и продолжает работать. – Прим. пер.

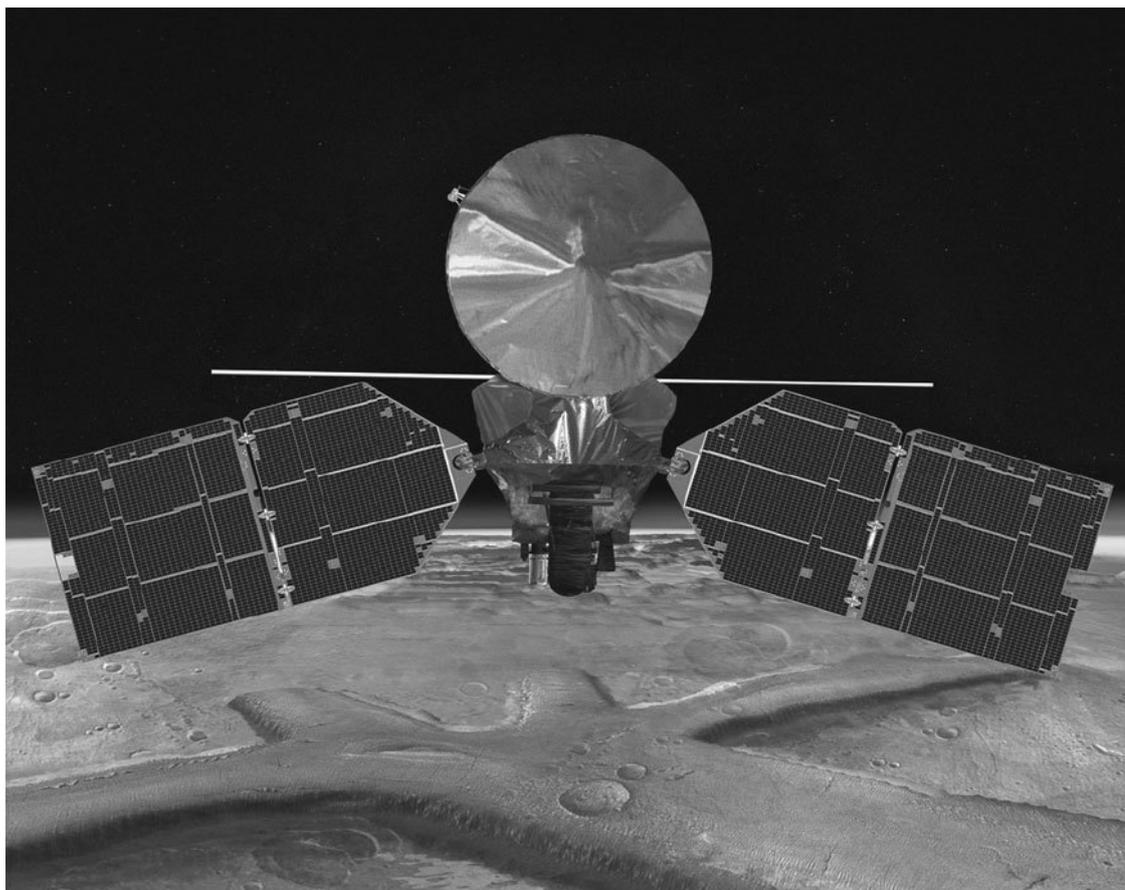


Рис. 2.5. «Марс Реконнэйсенс Орбитер» (рисунок предоставлен НАСА/ЛРД)

Была и еще более интригующая новость: исследовательская группа узнала, что на Марсе действует некий механизм, который удаляет метан из атмосферы с такой высокой скоростью, какую нельзя объяснить только фотохимическим разрушением под действием ультрафиолета. Что-то разрушает газ не за столетия, а всего за четыре земных года или даже за шесть месяцев. То есть наличие метана в современной марсианской атмосфере показывает, что где-то на Марсе должен быть источник, где вырабатывается метан, и этот источник действует *сейчас*. Такое явление может объясняться биологическими или гидротермальными геологическими процессами, а значит, либо на Марсе есть жизнь, либо как минимум под поверхностью есть условия, подходящие для жизни. Таким образом, **если бы исследователи пробурили породы и взяли образец среды, в которой выделяется метан, они, с высокой вероятностью, нашли бы там живые организмы.** Изучая их в своей лаборатории, астрономы смогли бы определить, подчиняется ли марсианская жизнь тем же биохимическим процессам, что земная, или развивалась совсем иначе. Вся жизнь на Земле – будь то грибы, люди, крокодилы или бактерии – существует благодаря сходным биохимическим процессам, в которых задействованы одни и те же аминокислоты, и методу передачи структурной информации от поколения к поколению через РНК и ДНК. Но должна ли жизнь подчиняться тем же правилам во всех уголках Вселенной? Или же мы – один из примеров среди огромного множества возможностей? Эти вопросы ключевые для понимания жизни вообще. Открытие метана станцией «Марс Экспресс» подсказывает, что ответы могут ожидать нас на Красной планете.

Аппарат НАСА «Марс Реконнэйсенс Орбитер» (МРО) был выведен на орбиту в 2006 году. Он начал картировать Марс, используя камеру, которая позволяла непосредственно видеть «Спирит» и «Оппортьюнити» из космоса и управлять ими на маршруте. С помо-

щью фотографий, сделанных МРО, мы можем отобрать для высадки аппаратов места, где нет булыжников, чтобы обеспечить безопасность будущих исследователей, автоматических или живых. В 2008 году «Феникс», названный так потому, что его построили из запасных частей, оставшихся после неудачной программы «Марс Поляр Лэндер» 1999 года, сумел все-таки успешно высадиться на северный полюс Марса. С тех пор как Кристиан Гюйгенс открыл яркие полярные шапки Марса в 1672 году, их состав был предметом научных споров. «Феникс» обнаружил чистый водяной лед, решив вопрос раз и навсегда, по крайней мере для северного полюса Марса.

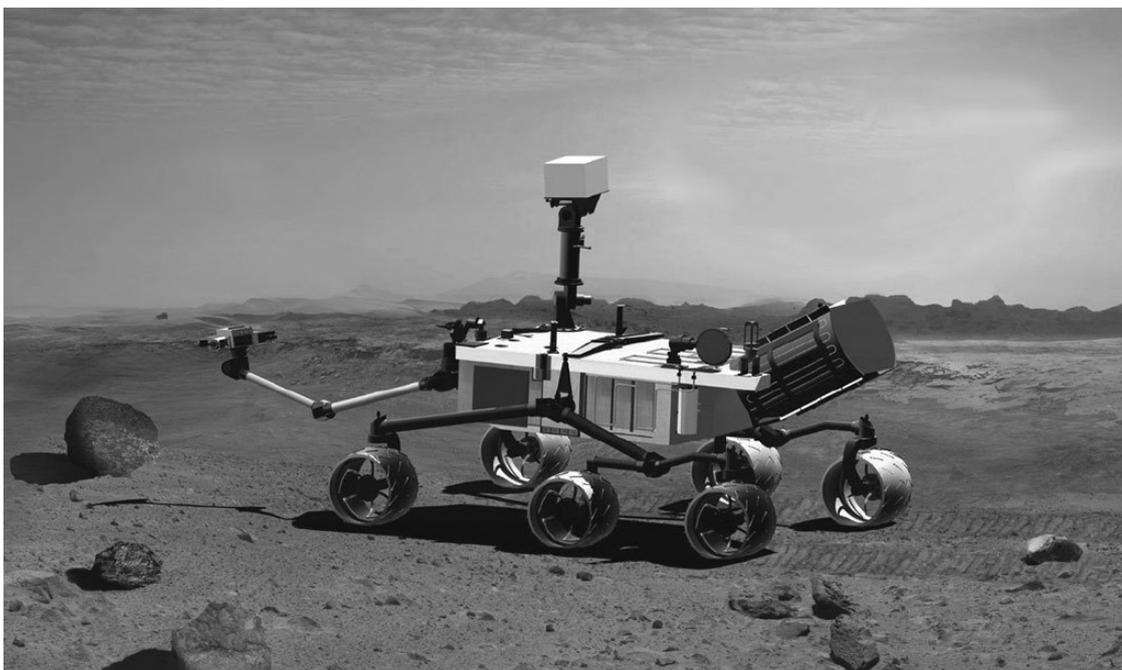


Рис. 2.6. Марсианская научная лаборатория «Кьюриосити» (рисунок предоставлен НАСА/ЛРД)

Следующей миссией НАСА, которую собирались отправить на Марс, была «Марсианская научная лаборатория» («Mars Science Laboratory»). Сейчас она переименована в «Кьюриосити» (по-русски «любопытство») по предложению двенадцатилетней жительницы Канзаса Клары Ма, запуск запланирован на ноябрь 2011 года, а высадка на Марс – на август 2012 года.¹¹ «Кьюриосити», питаемый радиоизотопным генератором, который позволит ему работать вне зависимости от количества солнечного света или времени года, будет нагружен научной аппаратурой в 11 раз больше, чем «Спирит» или «Оппортьюнити», и сможет путешествовать намного дальше и быстрее. Уровень технической оснащённости (и финансовых вложений) можно оценить по данным из табл. 2.1, в которой сравниваются «Кьюриосити» и его предшественники – марсианские исследовательские роверы.

Таблица 2.1. Сравнение «Кьюриосити» с марсианскими исследовательскими роверами «Спирит» и Оппортьюнити»

¹¹ В реальности «Кьюриосити» стартовал с Земли 26 ноября 2011 года, прибыл на Марс 6 августа 2012 года. – *Прим. пер.*

Характеристика	Роверы	«Кьюриосити»
Длина аппарата	1,57 м	2,7 м
Масса аппарата	174 кг	900 кг
Масса оборудования	6,8 кг	80 кг
Источник питания	солнечные батареи	радиоизотопный генератор
Средняя мощность	24 Вт	125 Вт
Средняя скорость аппарата	100 м/день	300 м/день
Память	256 Мб	1 Гб
Быстродействие компьютера	35 MIPS	400 MIPS
Посадочная система	аэроторможение	ракетные двигатели
Стоимость	400 миллионов долларов каждый	2300 миллионов долларов

«Кьюриосити» будет оснащен комплексом камер, позволяющих создавать полноцветные трехмерные фотографии и фильмы. Камеры были разработаны специалистами по изображениям из космического научного центра Малин при участии создателя «Аватара» Джеймса Кэмерона. Роботизированная рука «Кьюриосити» будет оснащена микроскопом, который позволит увидеть останки микроорганизмов, если они обнаружатся в исследуемых камнях и почвах. Также на марсоходе будет установлен лазер от лаборатории Лос-Аламос, способный испарять камни на расстоянии до 7 метров, и французский спектрометр для изучения химического состава полученного пара. Дополнительные инструменты для определения элементного и минералогического состава образцов грунта включают канадский рентгеновский спектрометр на α -частицах, российский нейтронный спектрометр и американский прибор, использующий в своей работе рентгеновскую дифракцию и флуоресценцию, для изучения химического и минералогического состава образцов. Также «Кьюриосити» будет оборудован газовым анализатором, разработанным совместно с Французским космическим агентством (CNRS), который будет не только искать в марсианской атмосфере следы органических газов, таких как метан, но и определять на основании изотопного состава, имеет ли газ геохимическое или биологическое происхождение. Испанский метеорологический блок позволит измерять атмосферную влажность, давление, скорость ветра и его направление, температуру воздуха и почвы, а также уровень ультрафиолетового излучения. И кроме того, «Кьюриосити» оборудован американо-германским прибором RAD, который будет измерять и давать характеристику спектру излучения марсианской поверхности для подготовки к появлению людей-исследователей.

Таким образом, «Кьюриосити» обещает быть значимой, но рискованной миссией, поскольку НАСА пренебрегло стратегией использования множества маленьких зондов вместо одного большого после неудачного запуска «Марс Обсервер». Действительно, в 2008 году, еще задолго до запуска «Кьюриосити», когда программа марсианских исследований уже была близка к провалу, научный руководитель НАСА смалодушничал и попытался поставить на миссии крест, основываясь на прогнозе о 20 %-ном перерасходе средств (после того как 80 % суммы уже израсходовали).

Дело спасли только бурная ответная реакция защитников миссии, среди которых был и я, и решительный настрой строгого руководителя НАСА Майкла Гриффина, готового взять всю ответственность на себя. Итак, нам всем остается ждать, затаив дыхание, когда «Кьюриосити» будет проходить взлетное и посадочное испытания огнем.



Рис. 2.7. Копии трех поколений марсианских роверов выставлены в Лаборатории реактивного движения. В центре – маленький «Соджорнер», который высадился на Марс в 1997 году. Слева – один из марсианских исследовательских роверов («Спирит» или «Оппортьюнити»), которые оказались на Марсе в 2004 году. Справа – «Кьюриосити», прибывший на Марс в 2012 году (рисунок предоставлен НАСА/ЛРД)

Также в расписании полетов на 2011 год стоял запуск совместной российско-китайско-финской миссии «Фобос-Грунт».¹² Запуск был произведен с космодрома Байконур с использованием украинской ракеты-носителя «Зенит». Планировалось, что в миссии будут задействованы первый китайский межпланетный орбитальный зонд «Инхо-1» (созданный для изучения ионосферы и магнитосферы Марса), два финских метеорологических посадоч-

¹² Миссия оказалась неудачной. Запуск осуществлен 9 ноября 2011 года. Не сработала маршевая двигательная установка, поэтому аппарат не смог выйти на расчетную траекторию по направлению к Марсу. 15 января 2012 года сгорел в верхних слоях земной атмосферы. Миссия «Фобос-Грунт-2» запланирована на 2025 год. – *Прим. пер.*

ных модуля «Метнет» (так-то, страны, не стремящиеся быть космическими державами!),¹³ а также российский модуль, который должен был высадиться на Фобос, изучить его с помощью российско-китайского набора инструментов, собрать образцы грунта и вернуться с ними на Землю. Если бы миссия оказалась успешной, она стала бы первой межпланетной кампанией по сбору образцов грунта, которая могла бы проторить дорогу для последующих российских проектов по сбору проб с астероидов, комет и спутников далеких планет.

В ближайшие годы планируется еще некоторое количество автоматизированных миссий, в том числе миссия НАСА под названием MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile EvolutioN – «Эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе») для изучения ионосферы и атмосферы Марса, запланированная на 2013 год,¹⁴ и запуск аппарата «Марс Сайенс Орбитер» (Mars Science Orbiter) 2016 года – его задачей будет поиск метановых шахт, которые могут привести нас к местам под поверхностью Марса, где теплится жизнь. Также на 2016 год запланировано появление роверов-близнецов EхоMars («Экзомарс»)¹⁵. Их совместно разрабатывают НАСА и Европейское космическое агентство (ЕКА) как часть их общей инициативы по исследованию Марса. Эти аппараты будут искать следы прошлой или настоящей жизни на поверхности Красной планеты.¹⁶ В стадии обсуждения находится множество дополнительных будущих миссий, включая Mars Aerial Platform («Марс Эриал Платформ», МЭП), которая разработана мной и моими коллегами по «Мартин Мариетта».¹⁷ МЭП – проектный вариант малобюджетной миссии, которая передаст на Землю десятки тысяч фотографий марсианской поверхности в высоком разрешении, проанализирует и проведет картографирование глобальной циркуляции атмосферы, а также изучит поверхность и подповерхностные слои Марса с помощью методов дистанционного зондирования. В основе миссии лежит высокотехнологичный вариант очень простой идеи – использования воздушных шаров. МЭП будет работать следующим образом: одна ракета-носитель серии «Дельта» доставит полезную нагрузку МЭП на траекторию, ведущую к Марсу. Полезная нагрузка будет состоять из космического аппарата с восемью капсулами, в каждую из которых упакованы воздушный шар, оборудование для развертывания и корзина, несущая научную аппаратуру. За десять дней до прибытия на Марс космический аппарат, вращаясь как волчок, выпустит капсулы в направлениях, которые гарантировали бы их посадку на больших расстояниях друг от друга. По мере того как каждая капсула начнет снижаться, проходя через атмосферу, раскроется парашют, который замедлит капсулу для подхода к точке, в которой можно надуть шар. Каждый из них будет изготовлен из широкодоступного материала – капрона, толщиной всего 12 микрон – одна треть толщины стандартного пластикового мешка для мусора. Несмотря на кажущуюся легкость, эти шары окажутся удивительно прочными. В таком нейлоне отсутствуют поры, а значит, шары из него не будут пропускать наружу заполняющий их газ и смогут сохранять форму не в течение нескольких дней, а хотя бы несколько месяцев. После надувания шаров парашют, капсула и вспомогательное снаряжение отстреливаются, обеспечивая метеорологическому оборудованию мягкую посадку на марсианской поверхности. Теперь свободные от постороннего оборудования шары начинают странствие над Марсом, которое может продлиться сотни дней.

¹³ Из-за ограничений по весу спутники «Метнет» на борт аппарата «Фобос-Грунт» не взяли. – *Прим. пер.*

¹⁴ Запущена 18 ноября 2013 года, 20 сентября 2014 года вышла на эллиптическую орбиту вокруг Марса. Основная программа рассчитана на один земной год. – *Прим. пер.*

¹⁵ Миссия запущена с космодрома Байконур 14 марта 2016 года. Ориентировочное время прибытия на Марс – октябрь 2016 года. – *Прим. пер.*

¹⁶ «Марс Сайенс Орбитер» переименован в «Трейс Гас Орбитер», сейчас стал частью программы «Экзомарс», разработанной ЕКА и Роскосмосом. НАСА покинуло проект. – *Прим. пер.*

¹⁷ МЭП входит в обширный список проектов в рамках программы НАСА «Дискавери», однако в число реализованных не попал. – *Прим. пер.*

Шары диаметром 18 метров будут парить над Марсом на высоте 7–8,5 километра и, в отличие от французского воздушного шара, который проектировался для аппарата «Марс-98», смогут оставаться на этой высоте и днем, и ночью. Такую возможность обеспечивают новый материал и компактные размеры (благодаря очень легкой корзине). Воздушные шары получатся достаточно крепкими, поэтому, когда давление газа внутри шаров будет возрастать из-за дневного нагрева, они смогут удерживать газ, не стравливая его. А если не нужно спускать газ днем, то нет никакой необходимости сбрасывать балласт в ночное время, поэтому такие шары могут почти вечно находиться на постоянной высоте. Согласно современной модели движения марсианской атмосферы предполагается, что ветры будут сносить воздушные шары в первую очередь по направлению запад-восток примерно на 50–100 километров за час. При таких скоростях каждый шар может облетать Марс кругом каждые десять-двадцать дней, и, предполагая, что среднее время жизни шара составляет сто дней (если считать с запасом), мы вправе ожидать, что шар обогнет Марс по меньшей мере четыре раза. Каждый шар будет нести 8 килограммов инструментов: научную аппаратуру для исследования атмосферы, приборы для записи и передачи данных, аккумулятор, панель солнечной батареи и самый ценный груз – фотоаппаратуру. Фотографическая система будет состоять из двух наборов оптики: для изображений высокого и среднего разрешения. Сделанные с их помощью снимки в значительной степени расширят наши представления о марсианской геологии, кроме того, они позволят нам выбрать посадочные площадки для будущих миссий и области для поиска прошлой или настоящей марсианской жизни. Лучшие изображения, полученные с орбитального модуля «Викинг», позволяли различить на поверхности Марса детали размером с бейсбольную площадку, изображения с «Марс Глобал Сервейор» – детали размером с большой автомобиль, качество изображений с МРО позволяет найти ровер «Оппортюнити», а камеры МЭП позволяют обнаружить детали размером с кошку (но это не означает, что мы увидим марсианских кошек). Каждые пятнадцать минут в дневное время камеры на каждом шаре одновременно будут делать два снимка: один черно-белый высокого разрешения, а другой цветной умеренного разрешения с центром в той же области (последняя фотография поможет определить местоположение участка, снятого камерой высокого разрешения, на карте планеты). МЭП передаст на Землю ошеломительное количество фотографий. Каждые сто дней флот из восьми шаров будет облетать Марс, а МЭП будет пересылать 32 тысячи фотографий высокого разрешения и столько же снимков общих планов с разрешением выше, чем у лучших изображений, переданных «Викингом».

МЭП обрушит на нас лавину научных данных, которые изменят наши представления о марсианской геологии и метеорологии, геоморфологии и поведении атмосферы. Инженеры и ученые получают данные, которые помогут им разрабатывать новые миссии, определять места для биологических исследований и вероятные источники воды. Но наибольшая польза от МЭП будет наименее осязаема: я говорю о влиянии на интеллектуальную деятельность человечества в целом.

Сегодня, почти через пятьсот лет после Коперника и Кеплера, Браге и Галилея, большинство людей до сих пор считают, что Земля – единственный мир во Вселенной. Другие планеты остаются всего лишь светящимися точками, чьи перемещения по ночному небу интересны немногим избранным, абстракциями из школьного учебника. Камеры миссии МЭП предлагают человечеству взглянуть на другую планету так, как никогда не смотрели раньше. С их помощью мы увидим Марс в эффектной разнообразии: его огромные каньоны, исполинские горы, его высохшие озера и русла рек, его каменистые равнины и ледяные поля. Мы увидим, что Марс – действительно другой мир, уже не абстрактное понятие, а возможная цель путешествия. И точно так же, как Новый Свет привлекал и очаровывал моряков здесь, на Земле, Марс поманит новое поколение путешественников, поколение, готовое построить корабли, паруса которых наполнит космический ветер.

Миссия «Доставка марсианского грунта»

Священный Грааль автоматических программ по исследованию Марса – это миссия по доставке марсианского грунта (ДМГ). Если бы образцы, полученные «Викингом», оказались в одной из наших лабораторий, мы бы подвергли их серии тестов и испытаний, которые бы развеяли все сомнения. Что ж, почему бы не привезти образцы марсианского грунта? Сравнительно недавно при обсуждении планов по исследованию Солнечной системы НАСА запланировало именно такую миссию на 2020 год. Есть три способа реализовать этот проект. Первым и самым простым в идейном плане является метод грубой силы. В этом случае будет использована тяжелая ракета-носитель, способная доставить на орбиту 30 тонн груза, которая отправит на поверхность Марса очень большую полезную нагрузку, в том числе миниатюрную ракету массой около 500 килограммов, с достаточным количеством топлива для взлета с Марса и возвращения на Землю. Также на борту посадочного модуля будет автоматический ровер, который отправится исследовать окрестности (при помощи дистанционного управления) и собирать геологические образцы. Затем образцы погрузят в капсулу на борту ракеты. Когда примерно через год-полтора после прибытия откроется окно для запуска с Марса, ракета отправится обратно на Землю. Спустя восемь месяцев при полете к Земле капсула отделится от остальной части корабля и на высокой скорости войдет в плотные слои атмосферы, во многом напоминая пилотируемые капсулы «Аполлона», а затем приземлится в намеченном пустынном районе. В зависимости от конструкции торможение капсулы будет происходить с помощью парашюта или сминающегося материала, наподобие пробкового дерева или пенопласта, чтобы смягчить удар. Идея этой миссии довольно проста, но проблема заключается в том, что, вероятнее всего, она будет очень дорогой, как обычные беспилотные исследовательские миссии. Потребуется ракета-носитель, превосходящая по возможностям существующие тяжелые ракеты класса «Атлас-V». Разработка и ракеты, и большого взлетно-посадочного модуля, необходимого для доставки такого тяжелого груза на поверхность Марса, вероятно, обойдутся очень дорого. Таким образом, метод грубой силы всегда приводил к оценкам стоимости, которые обрекали миссию на провал. В надежде снизить затраты также были рассмотрены некоторые другие методы. Один из самых популярных вариантов – проект марсианского орбитального рандеву (МОР). В этой схеме на Марс отправляют два космических аппарата, каждый запускается с помощью сравнительно недорогой (55 миллионов долларов каждая) ракеты-носителя «Дельта-2». Одна из ракет доставляет на околомарсианскую орбиту возвращаемый на Землю аппарат и спускаемую капсулу, а другая доставляет на поверхность Красной планеты полностью запрограммированный марсианский взлетный модуль (МВМ), в котором будет ровер и контейнер для образцов грунта. Ровер приступит к сбору образцов, которые поместит в контейнер. Когда задание будет выполнено, МВМ стартует с поверхности Марса на орбиту, где он в автоматическом режиме пристыкуется к ВЗА. Контейнер с образцами будет перемещен из МВМ в спускаемую капсулу на борту ВЗА. Затем два корабля расстыкуются, МВМ больше нужен не будет, а ВЗА останется ждать на марсианской орбите, пока не откроется окно для возвращения на Землю, а в нужный момент запустит свой двигатель и возьмет курс на Землю. Остальная часть миссии выполняется так же, как было описано выше.

Следует отметить, что план МОР обойдется значительно дешевле по сравнению со методом грубой силы. Так как МВМ должен только долететь до Марса, а его возвращение на Землю не предусмотрено, и его задача – поднять на орбиту только контейнер с образцами, а не многоразовый спускаемый аппарат, он может иметь сравнительно скромные размеры. То есть посадочный модуль, который доставит МВМ на Красную планету, можно сделать меньше, легче и дешевле и для запуска на Марс использовать менее мощную ракету-носи-

тель. Тем не менее существуют серьезные проблемы, связанные с планом МОР. В первую очередь нужны две ракеты-носителя, что удваивает риск неудачного запуска и, значит, провала миссии. Кроме того, нужны два полноценных космических аппарата, каждый из которых должен быть спроектирован, построен, проверен на стадии сборки, а также потребуются предполетная подготовка (при запуске космический корабль подвергается сильным вибрациям и акустическим нагрузкам, которые до запуска воссоздаются в дорогостоящих установках), и каждый аппарат должен быть встроен в ракету-носитель. По сути, все эти работы удваивают стоимость миссии. Далее, стыковочные детали двух космических аппаратов должны сохранять идеальную точность после запуска и многих лет космического полета, несмотря на перепады температур в космосе и на поверхности Марса. Изготовители не могут этого гарантировать, поскольку такие нагрузки нельзя воссоздать при испытаниях. Наконец, технологии для стыковки в автономном режиме и передачи образцов на орбите Марса еще не разработаны, поэтому обойдутся очень дорого и также не могут быть проверены до начала миссии. Это еще больше увеличивает риск провала и без того почти неосуществимой миссии.

В попытке сделать план МОР более привлекательным его сторонники прибегли к оригинальным методикам, позаимствованным в бухгалтерском учете, например распределению стоимости двух необходимых запусков на отдельные миссии. В более экзотических вариантах ровер доставляет на Марс некая предшествующая миссия, так что расходы на его отправку и обслуживание можно списать на других исполнителей. В этом случае посадочный модуль, несущий МВМ, должен выполнить посадку в непосредственной близости от ровера. Возможность этого, опять же, нельзя проверить заранее, а в настоящее время мы умеем сажать беспилотные спускаемые аппараты на поверхность Марса только с погрешностью до 100 километров. Видимо, чтобы привнести элемент новизны, сторонники орбитального рандеву также предложили перенести место встречи с марсианской орбиты в межпланетное пространство. Это сэкономит топливо для ВЗА, потому что теперь ему не нужно будет выходить на орбиту Марса или сходиться с нее. Однако потребуется больше топлива для МВМ, к тому же он должен будет взлететь в строго определенное время (что также невозможно заранее протестировать), чтобы успеть произвести стыковку с ВЗА в глубоком космосе. При этом ВЗА будет удаляться от Марса со скоростью 5 километров в секунду. Такую точность тяжело гарантировать с учетом работы инженерных систем одного только МВМ, не говоря уже о возможных плохих погодных условиях в назначенный день взлета.

Так что же остается, если план грубой силы слишком дорогостоящ, а схема МОР слишком рискованна?

Есть третий план, который я и мои коллеги-инженеры: Джим Френч, Кумар Рамохалли, Роберт Эш, Дайан Линн и еще несколько человек – развиваем уже несколько лет. Он называется «Доставка марсианского грунта с использованием топлива, произведенного на Марсе» (ДМГ).

В плане ДМГ используется одна ракета-носитель «Дельта-2», которая доставит на Красную планету один незаправленный марсианский взлетный модуль вместе с ровером. Пока ровер будет собирать образцы грунта, МВМ запустит у себя на борту небольшой химический завод, чтобы перерабатывать газ, закачиваемый из марсианской атмосферы в ракетное топливо (я предпочитаю комбинацию метан/кислород, хотя также возможен вариант угарный газ/кислород), и заполнить баки МВМ. Ко времени открытия стартового окна для полета обратно на Землю будет заготовлено необходимое количество топлива, и МВМ с образцами взлетит с Марса и направится прямо к Земле – так же, как в плане грубой силы. Непосредственное возвращение на Землю можно осуществить с помощью спускаемого модуля, использованного при запуске ракеты «Дельта», потому что «Дельта» и ее спускаемый аппарат должны будут всего лишь доставить на поверхность Марса незаправленный

МВМ (предположительно массой порядка 70 килограммов) вместо гораздо более тяжелого заправленного МВМ.

Миссия ДМГ на сегодняшний день является самой дешевой из обсуждаемых планов такого типа, потому что вместо использования новой ракеты-носителя, способной доставить на орбиту 30 тонн и несущей один большой космический аппарат, или двух ракет «Дельта» с двумя маленькими космическими аппаратами можно запустить одну «Дельту» с одним небольшим космическим кораблем. Риск этой миссии значительно ниже, чем у плана МОР, потому что необходимое технологическое новшество – завод по производству ракетного топлива на Марсе (ЗПТМ) – *может быть полностью протестировано заблаговременно* на Земле в камере, где смоделированы марсианские условия. В дополнение к этому завод представляет собой не самый сложный прибор (основанный на идеях химической инженерии XIX века) по сравнению с бортовой электроникой, необходимой для автономной стыковки аппаратов во время рандеву на орбите Марса, не говоря уже о стыковке в космическом пространстве. Как отмечалось ранее (и как будет детально описано позже), в «Мартин Мариетта» мы построили и продемонстрировали успешную работу полномасштабной копии ЗПТМ, производящей метан и кислород. Она обошлась в 47000 долларов – незначительная сумма на фоне остальных затрат на миссию ДМГ. Разумеется, аппарат для производства топлива, изготовленный в «Мартин Мариетта», был экспериментальным образцом, не готовым к полету, но нужно понимать, что риски связаны не с готовностью оборудования, а с возможностью его протестировать. Поскольку технологию производства топлива на Марсе можно отработать и проверить заранее, связанный с ней риск будет заметно ниже, чем в случае с технологиями, необходимыми для космического рандеву. Кроме того, если НАСА примет решение реализовать план ДМГ с использованием двух космических кораблей, они будут одинаковыми (и, следовательно, обойдутся дешевле, чем два разных космических аппарата в случае миссии МОР), и если хотя бы один вернется на Землю, то миссия окажется успешной. И наоборот, если в миссии МОР хотя бы один космический аппарат потерпит неудачу, неудачной будет признана миссия целиком.

Как мы увидим, **использование топлива, произведенного на Марсе, – единственная возможность для человечества исследовать Красную планету.** Когда речь идет о планировании миссии ДМГ, следует продумать убедительную стратегию. Ценность миссии ДМГ резко возрастет, если с ее помощью продемонстрировать ключевые технологии, необходимые для полетов людей на Марс. Посудите сами: миссия ДМГ позволит доставить лишь приблизительно один килограмм образцов грунта с поверхности Марса, которые при удачном стечении обстоятельств будут собраны в нескольких километрах от места посадки аппарата. Поскольку маловероятно, что сейчас на поверхности Марса существует жизнь, поиски биологической активности на Марсе в значительной степени сведутся к поиску окаменелостей. Роботизированные роверы с их ограниченной подвижностью при большой временной задержке (до 40 минут из-за скорости распространения радиосигналов) при передаче команд с Земли на Марс будут очень плохим подспорьем в таких поисках. Если вы в этом сомневаетесь, представьте, что ровер вроде «Спирита» или «Кьюриосити» отправили в Скалистые горы. Скорее наступит следующий ледниковый период, чем ровер найдет останки динозавра. Поиск ископаемых требует мобильности, проворства и развитой интуиции, чтобы немедленно уловить даже еле заметные подсказки. Другими словами, нужны исследователи-геологи и старатели. Охота за ныне существующей жизнью повлечет за собой установку и запуск буровых машин, рытье шахт глубиной до сотни метров, сбор образцов, а затем проращивание культур в питательной среде, фотографирование и анализ результатов в лаборатории. На все это роверы не способны. Если Марс создан, для того чтобы открыть нам свои секреты, «люди, которых не отпугнут однообразные мрачные просторы космоса», должны отправиться туда сами.

Глава 3 Разработка плана

Через тернии к Марсу

20 июля 1989 года президент Джордж Буш-старший стоял на ступеньках Национального музея авиации и космонавтики в Вашингтоне. Позади него в прохладных залах музея располагались артефакты величайших космических достижений Америки. Среди них были напоминающий формой железную конфету космический аппарат «Колумбия» и командный модуль «Аполлона-11». Люди, которые добирались на «Колумбии» домой с лунной орбиты, – Нил Армстронг, Майкл Коллинз и Базз Олдрин, экипаж «Аполлона-11» – стояли рядом с президентом, который готовился по случаю двадцатой годовщины первой высадки человечества на Луне объявить о смелой космической кампании.

Буш говорил о проблемах и пользе освоения космоса, о том, что нации следует взять на себя обязательство – осуществить длительную программу освоения человеком Солнечной системы, и даже о том, чтобы заселить космическое пространство. Это были слишком громкие слова, пусть они и прозвучали через двадцать лет после того, как астронавты США впервые ступили на поверхность другого мира. Президент продолжал речь, говоря о необходимости выработать план на срок более 10 лет, о долгосрочных обязательствах по исследованию космоса. Затем Буш озвучил свою программу: «Во-первых, в следующем десятилетии – в 1990-е годы – орбитальная станция «Фридом»... И потом – в новом веке – возвращение на Луну... После него – в более далеком будущем – путешествие на другую планету – пилотируемый полет на Марс».

Так родилась программа, которая стала известна как «Инициатива исследования космоса» (ИИК). Начало было хорошее, но потом все пошло под откос.

Обширная команда, представляющая все подразделения НАСА, которую поддержали все крупные аэрокосмические подрядчики, начала выяснять, как можно осуществить программу Буша. Через три месяца команда представила документ под названием «Отчет о 90-дневном изучении возможностей исследования Луны и Марса человеком», который вскоре стали просто называть «90-дневный отчет» [11]. В отчете говорилось, что перед тем, как человечество сможет отправиться на Марс, американцам потребуется тридцать лет на разработку космической инфраструктуры и это будет самая большая и самая дорогостоящая программа правительства США со времен Второй мировой войны.

НАСА собиралось построить спроектированную ранее космическую станцию, но теперь планируемый размер хотели увеличить втрое, добавив «сдвоенные кили» с большими ангарами для строительства межпланетных космических кораблей. Также требовалось построить множество дополнительных орбитальных объектов: отдельные криогенные хранилища топлива, доки для технического обслуживания, подсобные помещения для экипажа и так далее. Такой огромный и сложный комплекс вспомогательных сооружений был необходим для создания и обслуживания кораблей для полета на Луну (для доставки каждого из них на орбиту Земли потребуются три ракеты-носителя тяжелого класса и один шаттл). Те, кто помнит, что для каждого из «Аполлонов» требовался всего один запуск, почешут в затылке и подумают: «В прошлый раз долететь до Луны было не так тяжело...» В течение десяти лет эти лунные корабли должны были переместить на Луну все необходимые материалы и оборудование, чтобы создать обширную лунную базу. Вместе с орбитальными сооружениями она стала бы основой для строительства серии действительно громадных кораб-

лей – тяжелее 1000 тонн – как «Звездный крейсер "Галактика"» – для полетов на Марс. Эти корабли работали бы на реактивной тяге и за счет других технологий, совершенно отличных от тех, использовались бы в лунных кораблях и, следовательно, потребовали бы больших затрат на разработку и на дополнительную инфраструктуру. В первых миссиях на Марс дорога заняла бы около полутора лет, причем на орбите Марса экипаж мог бы провести около одного месяца. Затем на поверхность планеты должен был спуститься маленький космический аппарат, способный поддерживать жизнь и работу небольшой команды исследователей в течение примерно двух недель, тем самым давая возможность астронавтам установить флаг США и совершить некоторые другие действия. Космические корабли вылетали бы к Марсу тяжело нагруженными и возвращались на орбиту Земли совсем легкими, сбросив все лишнее после каждой миссии (пустые топливные баки, марсианские роверы, подушки аэроторможения), таким образом навязывая дополнительные расходы на каждую последующую операцию вроде установки флага на Марсе. **«90-дневный отчет» не включал оценки стоимости программы, однако в итоге эта информация просочилась в прессу. Минимальная оценка составляла 450 миллиардов долларов.**

Вряд ли при такой стоимости программу можно было воспринимать всерьез. Длительность получалась большой, а разрекламированные преимущества колонизации космоса не вызывали энтузиазма у публики, заинтересованной в космических исследованиях. Предложения, озвученные в «90-дневном отчете», также были восприняты скептически. До тех пор пока предложенную стоимость программы в 450 миллиардов долларов не удалось бы значительно уменьшить, ИИК была нежизнеспособна. Это стало очевидно в последующие месяцы и годы, когда Конгресс продолжал отклонять каждый финансовый проект НИК, который попадал на рассмотрение.

На самом деле в «90-дневном отчете» не было ни внутренней логики, ни по-настоящему новых идей. Скорее, это был пересказ навязчивых идей, перекликавшийся с Die Marsprojekt – шестидесятилетней давности проектом пилотируемых миссий на Марс, который немецкий конструктор ракет Вернер фон Браун и его коллеги начали разрабатывать в конце 1940-х годов. Его техническая часть легла в основу программы пилотируемого полета к Марсу в рамках миссии «Аполлон», которая была предложена НАСА, но отклонена в 1969 году. Для фон Брауна и его сотрудников пилотируемая межпланетная миссия была поводом для самых смелых конструкторских фантазий: огромный межпланетный космический корабль (или еще лучше флот из огромных межпланетных космических кораблей), собранный на космической станции и запущенный с околоземной орбиты. Что происходило бы потом на поверхности Марса, было делом второстепенной важности. На базе этой навязчивой идеи – гигантские космические станции для сборки гигантских космических кораблей – обширный коллектив, работавший над «90-дневным отчетом», продолжал предлагать технологии, которые или уже существовали, или планировались в рамках программы технологического развития НАСА. Чтобы привлечь к процессу как можно больше людей, совет разработал самые сложные варианты архитектуры миссии, какие только можно было придумать, – вот пример того, как не нужно заниматься проектированием.

Создание логически последовательной Инициативы исследования космоса

К концу 1989 года для многих стало очевидно, что архитектура миссии, описанная в «90-дневном отчете», была внутренне противоречивой. В попытке разработать систематизированный критический анализ я написал следующий меморандум, который я впоследствии использовал в качестве введения к каждой большой серии статей о плане «Марс Директ» (см., например, [12]). По сути, этот меморандум обобщает рассуждения, которые привели к разработке миссии «Марс Директ», и я привожу его здесь в полном объеме.

В настоящее время существует необходимость разработать для Инициативы исследования космоса логически последовательную архитектуру. Под логически последовательной архитектурой следует понимать прозрачный и логичный набор целей и простой, четкий и экономически оправданный план их реализации. Выбранные цели должны вести к максимальному результату и возможности достигнуть еще более амбициозных целей в будущем. Чтобы упростить план, сделать его более надежным и дешевым, нужно отказаться от создания взаимозависимых миссий (то есть лунных, марсианских и околоземных орбитальных), поскольку в такой зависимости нет необходимости. В то же время план должен опираться на использование довольно разнообразных технологий, которые позволят достичь большого количества целей, – таким образом можно снизить расходы за счет многофункциональности оборудования. И, наконец, самое главное – следует выбрать технологии, которые повысят эффективность миссий. Недостаточно просто слетать на Марс, важно сделать что-то полезное, когда мы там окажемся. Миссии, не дающие весомых результатов, не имеют никакой ценности.

Несмотря на то что вышеизложенные принципы могут показаться очевидными, от них отступали много раз при разработке деталей ИИК (то есть «90-дневного отчета»), и, в результате ИИК стала такой дорогой и непривлекательной, что финансирование программы Конгрессом оказалось под сомнением. Высокая стоимость объясняется тем, что в плане предлагалось использовать совершенно разные ракеты-носители для полетов к Луне и к Марсу и принципиально разные

устройства для передвижения по поверхности Луны и Марса. Кроме того, план навязывал полностью искусственную зависимость полетов на Марс от лунных миссий и требование связать лунные миссии с огромным орбитальным комплексом космической станции «Фридом», где производилась бы сборка и заправка космических кораблей. Более того, обе исследовательские миссии, и лунная, и марсианская, имели бы близкую к нулевой научную значимость, не было сделано серьезных попыток обеспечить мобильность аппаратуры на поверхности небесных тел, а исследователи Марса должны были провести на Красной планете меньше 5 % времени всего путешествия.

Чтобы сделать план внутренне согласованным, достаточно изменить структуру ИИК в нескольких строго определенных направлениях.

1. Простота и четкость требуют, чтобы лунные и марсианские миссии не зависели от любого рода инфраструктуры на низкой опорной орбите

Земли. Помимо того что такую инфраструктуру чрезвычайно дорого проектировать, строить и обслуживать, она еще и крайне ненадежна, и ее трудно ремонтировать, а ее использование увеличивает риски для всех связанных с такой станцией межпланетных миссий, поскольку качество любой космической конструкции сложно проверить. Отказ от инфраструктуры на НОО приведет к использованию усовершенствованных разгонных блоков и/ или топлива, произведенного на планете назначения. Оба варианта позволят сократить массу миссии до такого значения, при котором сборка корабля на орбите вообще не требуется.

2. Низкая стоимость требует, чтобы для миссий к Луне, Марсу или даже другим планетам использовались одинаковые ракеты-носители, разгонные технологии и (по возможности) транспортные средства для исследования поверхности выбранного небесного тела. Также необходимо отказаться от инфраструктуры на земной НОО, так как запуск с ее помощью многоразовых ракет-носителей позволит сэкономить недостаточно средств, чтобы оправдать стоимость самой инфраструктуры. По текущим оценкам, она обойдется примерно в тысячу раз дороже, чем элементы будущего космического аппарата (двигатели, бортовая электроника) – то есть все то, на чем ремонт на орбите позволил бы сэкономить. Другими словами, потребуется подготовить к полету около тысячи миссий, прежде чем такой план окупится. Также, чтобы уменьшить расходы, мы всегда должны использовать наиболее экономичные траектории – то есть проводить запуски в те моменты времени, когда Марс находится в соединении с Землей (что означает экономию топлива и длительную экспедицию на поверхности Марса), – и отказаться от первоначально запланированных миссий с запуском во время противостояния Марса и Земли (большие затраты топлива, краткосрочное пребывание экипажа на поверхности Марса). Последние к тому же требуют принципиально иного оборудования.

3. Чтобы добиться высокой эффективности, астронавты должны получить три основных ресурса, как только достигнут места назначения. Эти ресурсы следующие.

А. Время.

В. Мобильность.

С. Энергия.

Само собой, время потребуется, если астронавтам предстоит выполнять какие-либо полезные исследования, что-то строить или экспериментировать с использованием ресурсов на поверхности планеты назначения. Это означает, что семейство марсианских миссий в противостоянии (полтора года полета и 20-дневное пребывание на поверхности Марса) не представляет интереса. Это также означает, что архитектура миссии с использованием лунного или марсианского орбитального рандеву (ЛОР, МОР) очень нежелательна по простой причине: если время пребывания на поверхности будет большим, то таким же будет время пребывания на орбите. Возникает затруднительное положение: или кого-то из членов экипажа придется оставить без дела в основном корабле на орбите на время длительной высадки на поверхность, подвергая воздействию космических лучей и суровых условий невесомости; или оставить основной корабль беспилотным на долгое время и надеяться на то, что он сохранит свою функциональность к возвращению экипажа. Если

корабль окажется хотя бы частично поврежден, положение астронавтов безнадежно.

Альтернативой ЛОР и МОР являются такие варианты, где предусмотрено прямое возвращение с Марса на Землю. Это возможно, если речь идет о полете на Луну с использованием топлива земного производства, однако содержательную часть такой миссии можно было бы значительно расширить, если использовать для возвращения на Землю жидкий кислород, произведенный на Луне. Непосредственное возвращение астронавтов на Землю с поверхности Марса возможно только при использовании топлива марсианского производства.

Мобильность абсолютно необходима, если на небесном теле размером с Марс или даже Луну запланирована любая полезная исследовательская деятельность. Мобильность также требуется для транспортировки природных ресурсов из отдаленных мест на базу, где их можно переработать, и для того чтобы экипаж мог посетить удаленные объекты, такие как группа оптических и радиотелескопов на Луне. Ключ к мобильности как на Луне, так и на Марсе – производство топлива из местных ресурсов для заправки энергоемких роверов и реактивных летательных аппаратов. **Самый важный ресурс для топлива на Луне – жидкий кислород, который может быть сожжен с земными компонентами топлива вроде водорода или метана.** На Марсе комбинации химического топлива и окислителя, такие как смесь метана и кислорода или угарного газа и кислорода, можно производить как для устройств, передвигающихся по поверхности, так и для летательных аппаратов, и, кроме того, можно использовать реактивные аппараты, работающие за счет «сырого» топлива – углекислого газа, нагретого тепловым ядерным двигателем.

В больших количествах энергию, необходимую для производства ракетного топлива из местных компонентов и на Луне, и на Марсе, можно генерировать только с помощью ядерных реакторов. Когда нужное количество топлива на Марсе будет заготовлено, реакторы станут очень удобным подспорьем для запасания ядерной энергии, тем самым обеспечивая исследователей ее мобильными источниками, например генераторами на 100 кВт, работающими независимо от двигателя внутреннего сгорания лунохода или марсохода. Наличие больших запасов энергии и на базе, и на удаленных объектах имеет принципиально важное значение для астронавтов, поскольку дает им возможность проводить широкий спектр научных исследований и использовать природные ресурсы. Таким образом, мы видим, что требования простоты, четкости, низкой стоимости и высокой эффективности приводят ИИК к варианту, который предполагает непосредственный запуск на Луну или Марс с помощью существующих средств запуска и передвижения в космосе, а также прямой возврат на Землю с поверхности планеты за счет топлива «местного» производства, которое также используется для передвижения по поверхности и служит мобильным источником энергии [12].

Такова цепочка рассуждений, которая привела к разработке принципиально нового плана миссии, известной как «Марс Директ».

Рождение «Марс Директ»

К январю 1990 года стало ясно, что «90-дневный отчет» с треском провалился. Чтобы обсудить действия в сложившейся ситуации, в отеле «Бродмур» в Колорадо Спрингс было устроено выездное совещание избранных членов правления «Мартин Мариетта». Доктор Бен Кларк, менеджер нижнего звена «Мартин Мариетта», который был одним из четырех ведущих разработчиков миссии «Викинг» в 1976 году (он разработал эксперимент по рентгеновской флуоресценции), и я, тогда только старший инженер, тоже были приглашены. Оба мы имели в компании репутацию «идейных людей», но занимали там самое скромное положение по сравнению с другими присутствовавшими.

Мы с Беном поразили собравшееся руководство смелым замыслом: подобрать в «Мартин Мариетта» небольшую команду специалистов и разработать собственный идеализированный проект полета на Марс, свободный от предрассудков НАСА. Было бы достаточно сложно создать здоровый, экономически выгодный и выполнимый в ближайшем будущем проект пилотируемой марсианской миссии, не привлекая кучу торговых агентов, которые придут и скажут, что мы должны в первую очередь угодить какому-то менеджеру или группе менеджеров из космического центра Джонсона или Маршалла НАСА. Наша команда должна быть свободной от таких влияний. В конце концов, именно попытка угодить всем привела к тому, что «90-дневный отчет» получился провальным.

Это предложение было очень радикальным. Основное негласное правило в управленческой среде аэрокосмической промышленности: всегда говорить покупателям (НАСА или ВВС США) только то, что они хотят услышать, другими словами, следовать линии партии. Очевидно, это самый простой способ продать товар. Мы предлагали противоположный подход: продумать несколько достойных вариантов, а затем сообщить покупателю то, что он должен услышать, причем не важно, понравится ему это или нет.

Самой значительной, хотя и не самой высокопоставленной, фигурой на встрече был Эл Шалленмюллер, недавно назначенный вице-президентом гражданских космических систем «Мартин Мариетта» в подразделение, отвечающее за ИИК. Шалленмюллер набрался опыта как инженер, работая на Келли Джонсон в легендарном «Сканк уоркс» – исследовательском подразделении «Локхида». Он знал, что большие и сложные программы можно создавать дешево и быстро, если взяться за дело с нужного конца. В 1976 году он работал одним из ключевых инженеров в программе «Викинг». Он раз за разом мог рассказывать, как захватывающе было изучать первую фотографию поверхности Марса, полученную «Викингом». Шалленмюллер действительно хотел «вернуться» на Марс. Он знал, что, если не появится что-то лучше, чем «90-дневный отчет», программы покорения Марса не будет вообще. Он поддержал наше предложение.

А в феврале 1990 года в «Мартин Мариетта» сформировали команду из двенадцати человек под руководством Эла Шалленмюллера и предоставили ей полномочия разработать «новые масштабные стратегии» освоения космического пространства человеком. Большинство членов команды, например Бен, я и Дэвид Бейкер, специалист в области систем управления космическими кораблями, были инженерами широкого профиля. Но среди нас было и несколько узких специалистов, например Билл Уилкоксон из «Мартин Мариетта», занимавшийся торможением аппаратов в атмосферах планет (Биллу предстояло сыграть ключевую роль в успешном торможении космического аппарата «Магеллан» в атмосфере Венеры), Эл Томпсон, лидер области в искусственной гравитации, а также Стив Прайс, специалист «Мартин Мариетта» по проектированию роверов.

Больше всего идей по проекту внешнего вида аппаратов миссии на Марс было у меня и Бена, но мы соглашались друг с другом далеко не во всем. Мы сходились в том, что нужно

экономить топливо (то есть стоит ориентироваться на старт, близкий к моменту, когда Марс будет в соединении с Землей), что можно обойтись без лунной базы как пересадочной станции по пути на Марс и что использование орбитальной инфраструктуры для строительства кораблей на орбите было бы очевидной ошибкой. А в остальном наши представления расходились. Бен считал, что роботизированной технике и бортовым манипуляторам можно доверить сборку корабля из деталей, доставленных на орбиту Земли. Поскольку Бен очень хотел собрать свой космический корабль на орбите, он, в отличие от меня, не стремился уменьшить массу миссии. Несмотря на то что он годами продолжал активно интересоваться возможностями изготовления ракетного топлива на Марсе, он не видел необходимости встраивать эту стратегию в свой план полета. Бен также не считал нужным увеличивать время, которое экипаж проведет на поверхности Марса, – достаточно полутора лет. Значительную часть этого срока астронавты должны были находиться на орбите, выбираясь на поверхность лишь на тридцать дней на небольшом посадочном корабле. Бен предлагал использовать химические реактивные двигатели, которые можно приобрести у уже существующих производителей. Результатом таких размышлений была относительно традиционная миссия (если вообще можно называть «90-дневный отчет» и подобные ему планы традиционными), предусматривающая создание 700-тонного орбитального космического аппарата. Однако в этом проекте отсутствовали развитые в «90-дневном отчете» дорогостоящие идеи по строительству инфраструктуры на Луне и орбите Земли. Первоначально Бен называл свой план «Концепция б», но позже изменил название на «Подход прямолетающей стрелы».

Я с рассуждениями Бена не согласился, так как не доверял схеме роботизированной самосборки. Кроме того, при требовании каждый раз запускать 700 тонн на низкую опорную орбиту Земли к Марсу отправят не так уж много миссий, а тридцать дней на поверхности не позволят детально исследовать планету. Насколько я понимаю, **мы стремимся на Марс не ради нового рекорда, мы хотим изучить и начать обживать Красную планету.**

Длительное присутствие на Марсе требует большого количества повторных миссий, а это возможно, только если масса и, следовательно, стоимость миссии будут снижены. Лучший способ добиться этого – использовать для возвращения на Землю топливо марсианского производства. В 1989 году я уже провел исследования, показывающие, что, если объединить такую стратегию с использованием ядерного реактивного двигателя при возвращении миссии с Марса на Землю, осуществить пилотируемый полет к Марсу можно с помощью одной ракеты-носителя «Сатурн-5» времен миссии «Аполлон». Если рассчитывать на одну ракету-носитель, все компоненты миссии можно собрать на мысе Канаверал, и вопрос о сборке армады межпланетных кораблей на орбите будет неактуален. Далее, используя топливо местного производства, можно высадить на Марсе всю необходимую технику, ничего не оставляя на орбите. Это позволит организовать длительные экспедиции на поверхность, которые я считаю абсолютно необходимыми, если мы хотим получить во время пребывания на Марсе какой-то результат. Прямой запуск одной ракеты-носителя тяжелого класса, использование ядерного реактивного двигателя при возвращении с Марса на Землю и старт напрямую с поверхности Марса за счет топлива местного производства – это лучший способ реализации миссии на Марс.

Теперь о варианте, предложенном Дэвидом Бейкером. Бейкер был высококлассным инженером во времена, когда системы космических кораблей и их внешний вид создавали, вдохновляясь программой разработки транспортного средства для лунной миссии в «Мартин Мариетта». Когда Бейкер трудился над этим проектом, его выводили из себя взбалмошные требования НАСА. Например, чтобы проектируемый модуль был в состоянии высадиться на Луне даже в случае отказа любых двух двигателей. (Лунный посадочный модуль «Аполлона» имел только один двигатель.) Тогда, чтобы соблюсти симметрию силы тяги, требовалось спроектировать модуль с пятью двигателями, хотя было достаточно, чтобы работал

только один. При этом сила тяги стала бы слишком большой, и пришлось бы снизить мощность двигателей на 10 %, а значит, появлялась необходимость в новой дорогостоящей программе разработки. Кроме того, НАСА требовало, чтобы двигатели были многоразовыми. Другими словами, по пути к Луне и обратно пришлось бы нести пять тяжелых двигателей – что означало дополнительную нагрузку и серьезное увеличение стоимости миссии, – а потом проводить технический осмотр и встраивать их в следующую конструкцию стоимостью в многие миллиарды долларов. И все это для того, чтобы выполнить работу, с которой легко справится один двигатель «Пратт энд Уитни RL-10» стоимостью в 2 миллиона долларов. Бейкер сделал все, что мог, работая в проекте лунного транспортного модуля, но однажды признался мне: «Ничего из этого не имеет смысла».

Бейкер участвовал в более ранних исследованиях для других марсианских миссий, стиль работы над которыми заставлял вспомнить «90-дневный отчет», но было ясно, что логика проектов (или ее отсутствие) оставляла ощущение дискомфорта. Я высказал ему свои идеи, с некоторыми он сразу согласился, а в разумности других, например замысла использовать изготовленное на Марсе топливо для возвращения астронавтов на Землю, я смог убедить Бейкера постепенно. Однако с другими моими предложениями он согласен не был. В частности, он не считал нужным использовать ядерные реактивные двигатели для первых миссий к Марсу. Он утверждал, что разработка таких миссий будет слишком дорогой и поэтому общественность не поддержит эту идею. Я с его аргументами не согласился: затраты на разработку ядерного ракетного двигателя окупятся благодаря удешевлению запусков уже после двух или трех миссий, и если общественности нужна долгосрочная программа исследования Марса, придется смириться с тем, что для нее необходимы ядерные ракетные двигатели. Бейкер возразил, что, если настаивать на их использовании с самой первой миссии, придется задержать всю программу и задержка может оказаться фатальной.

Этот аргумент задел меня за живое. Я понимал, что отправлять людей на Марс нужно с минимальными промежутками. Оперативные запуски уменьшают расходы на программу, поскольку затраты – это количество людей, умноженное на время. К тому же каждый год любой крупный проект должен заново рассматриваться в Конгрессе, чтобы получить финансирование, и всегда существует риск отказа – причем дело может быть в межличностных разногласиях, которые не имеют никакого отношения к программе. Каждое рассмотрение – игра в русскую рулетку. Остается только надеяться, что повезет много раз подряд.

В 1961 году Джон Кеннеди призвал нацию добраться до Луны к 1970 году. К 1968 году президент и его администрация сменились, и, когда астронавты программы «Аполлон» высадились на Луне, президент Ричард Никсон собирался прекратить программу. Если бы Кеннеди призывал граждан Америки добраться до Луны за двадцать лет, а не за десятилетие, в 1969 году НАСА только-только завершало бы программу «Меркурий», Луна по-прежнему оставалась бы далекой целью. Программу могли бы отменить, и сегодня высадка на Луну казалась бы несбыточной мечтой. Если мы хотим отправить людей на Марс, нельзя растягивать программу на тридцать лет, даже двадцать – это слишком большой срок. Десять лет – это все, на что можно рассчитывать.

Я допускал, что ядерные ракетные двигатели могли бы подождать, но миссия на Марс ждать не могла. Следовало использовать ядерные ракетные двигатели во что бы то ни стало, как только они появятся, поскольку они позволяют увеличить грузоподъемность ракеты и сократить затраты на запуск (примерно в два раза). Но не следует откладывать миссию, пока она еще не разработана. Надо лететь на Марс как можно быстрее, используя то, что имеется под рукой. Улучшить миссию можно позже. Когда мы с Бейкером начали проводить больше времени за обсуждениями, говоря об особенностях транспортных средств и дизайне миссии, как с технической, так и с философской сторон, мы все более сходились во мнениях. Мы решили сотрудничать.

Во многих отношениях мы были сильно непохожи. Я ниже среднего роста, Бейкер – очень высокий. Я – холерик, он – флегматик. Я – оптимист, он – пессимист. Я – романтик, он – экзистенциалист. Мой любимый фильм – «Касабланка», его – «Бразилия». Мои мысли скачут, его – движутся по прямой. Мое кредо согласуется со словами Гегеля: «Ничто великое в мире не совершается без страсти». Когда однажды я сказал это Бейкеру, он с отвращением вышел из комнаты. Для Бейкера страсть и инженерное дело несовместимы. По-видимому, ему достаточно отлично выполнять свою работу и хорошо жить. А я хочу изменить мир.

Тем не менее мы работали вместе, и в течение некоторого времени в 1990 году – чрезвычайно эффективно. Мы дополняли друг друга. У меня было очень хорошее академическое образование в широких областях математики, естественных наук и инженерии, а он обладал огромным инженерным опытом и блестяще ориентировался в своей области знаний. Я обеспечивал креативность и задор, он – дисциплину. Мы так и не стали близкими друзьями, но как команда сработались.

Как уже упоминалось выше, в 1989 году я показал в ряде работ, что, если бы были доступны ядерные ракетные двигатели, а для взлета с Марса и возвращения на Землю мы сумели бы использовать произведенное на Марсе топливо, пилотируемую миссию к Марсу можно было бы запустить с помощью одной ракеты-носителя класса «Сатурн-5». Бейкер разработал такую тяжелую ракету-носитель для НАСА. Он назвал ее «Шаттл Зет» в честь «Кода Зет», подразделения НАСА, которое отвечало в то время за разработку планов по пилотируемому освоению космоса. «Шаттл Зет» был создан на основе предварительного проекта аппарата НАСА «Шаттл Си», у которого орбитальный аппарат заменили на увеличенный грузовой отсек. «Шаттл Си» может доставить на НОО около 70 тонн груза. Добавив мощную верхнюю ступень, работающую на смеси водорода и кислорода, внутрь увеличенного бокового грузового отсека, Бейкер создал «Шаттл Зет» и увеличил грузоподъемность ракеты до 130 тонн (на НОО), это всего на 10 тонн меньше, чем способен поднять «Сатурн-5». Поскольку все ключевые компоненты «Шаттла Зет» были взяты из запаса деталей для шаттла, мы могли бы разработать транспортное средство быстро и недорого, а это ключевое требование для программы, рассчитанной на десятилетие.

Итак, у нас была ракета-носитель, но не было ядерного ракетного двигателя, для того чтобы хотя бы долететь с Земли на Марс или наоборот. Если отправлять наше оборудование к Марсу, не пользуясь ядерными двигателями, то потребуются два запуска. Само по себе это не было препятствием, но делало архитектуру нашей миссии по меньшей мере неизящной. В нашем проекте возвращаемый на Землю аппарат располагался над обитаемым модулем, который, в свою очередь, находился над частично заполненной верхней ступенью «Шаттла Зет», которая крепилась над еще одной почти заполненной ступенью. Эта цепочка была бы собрана на орбите с помощью стыковки и маневрирования в доках, причем первые три элемента (ВЗА, обитаемый модуль и одна частично заполненная ступень) были бы доставлены одним «Шаттлом Зет», а четвертый элемент (еще одна почти заполненная ступень) – вторым «Шаттлом Зет».

По ряду причин этот вариант показался нам не слишком привлекательным. Для начала, длинная цепочка устройств неудобна в использовании, и какая бы ракета ни доставляла первой полезную нагрузку на НОО, за несколько месяцев значительное количество топлива в верхней ступени испарится. По прибытии на Марс ВЗА и обитаемый модуль будут располагаться позади тормозной подушки – оболочки в форме гриба или тупого конуса, – и их станет замедлять марсианская атмосфера. Вес ВЗА и обитаемого модуля получился бы настолько большим, что было бы сложно изготовить парашют достаточного размера, который уместился внутри головного обтекателя «Шаттла Зет». Но на Марсе возникли бы еще более серьезные проблемы.

Когда стало понятно, что без ядерного реактивного двигателя не обойтись, я разработал реактивную установку, которая бы просто сжимала и запасала марсианский углекислый газ, а затем нагревала его в ядерном реакторе для получения высокотемпературного ракетного выхлопа. **Марсианская атмосфера почти на 95 % состоит из диоксида углерода, который сжигается при марсианских температурах, если приложить давление около 6,8 атмосферы.** Механически такая система производства топлива очень проста. Фактически нужен насос. В рамках такого плана было бы разумно предположить, что астронавты начнут добывать топливо для своего возвращения, после того как высадятся на Марс. Однако без ядерного реактивного двигателя любое топливо, произведенное на Марсе, пришлось бы изготавливать с помощью какой-то иной формы химического синтеза. Это было бы значительно сложнее, чем просто сжатие и хранение двуокиси углерода. Несомненно, НАСА вполне резонно настаивало на том, чтобы все ракетное топливо, необходимое для возвращения на Землю, было бы изготовлено до того, как экипаж займется исследованием Марса; в противном астронавты могут оказаться в безвыходном положении, если процесс производства сорвется.

В 1989 году Джим Френч, независимый технический консультант, опубликовал в журнале Британского межпланетного общества статью, содержащую некоторые из этих рассуждений. Френч предложил отправить на Марс завод по производству ракетного топлива до прибытия экипажа. Завод будет производить и накапливать топливо для возвращения экипажа. Но оставалась проблема: как посадить космический корабль на таком расстоянии от топливного склада, которое не превышало бы длины шланга? Задача казалась настолько трудной, что Френч в завершении статьи признавал: использование марсианского топлива останется непрактичным до тех пор, пока на Марсе не будут обустроены база для астронавтов и местная инфраструктура, которая обеспечит защиту от любого рода непредвиденных обстоятельств.

Дела обстояли следующим образом: отказавшись от ядерного ракетного двигателя, мы получили возможность сократить время подготовки миссии, но вместе с тем получили целый ворох проблем. Наиболее сложным был вопрос транспортировки топлива, произведенного нашим заводом, из «складских» баков в ВЗА. Зависеть от заранее доставленного на Марс роботизированного бензовоза? Слишком рискованно. Разыскивая решение, я придумал новый вариант архитектуры миссии, который сейчас кажется очевидным. *Не нужно посылать команду вместе с ВЗА – сначала нужно отправить ВЗА, совмещенный с топливным заводом.* Эта идея разом решала практически все проблемы. Обитаемый модуль и ВЗА сами по себе достаточно легкие, чтобы запустить каждый из них *непосредственно на Марс* одним «Шаттлом Зет». Нам по-прежнему потребуются два запуска, но теперь один «Шаттл Зет» может нести ВЗА, а другой – экипаж и жилой модуль. Чтобы объединить полезную нагрузку из ВЗА и обитаемого модуля, потребовалась бы огромная система торможения, что стало бы серьезной проблемой ее разработчиков. Но для отдельных запусков можно изготовить отдельные удобные в управлении системы торможения, которые соответствуют размерам головного обтекателя «Шаттла Зет». Чтобы гарантировать, что наш марсианский экипаж не окажется в затруднительной ситуации из-за отсутствия топлива, ВЗА полетит на Марс во время стартового окна, предшествующего запуску астронавтов, то есть за двадцать шесть месяцев до них. Таким образом, все топливо будет изготовлено даже до того, как экипаж покинет Землю, и так как завод для производства ракетного топлива будет отправлен на Марс совместно с ВЗА, не придется переживать из-за места посадки. Трубопровод, который доставит изготовленное на Марсе топливо из модуля химического синтеза в топливные баки ВЗА, будет смонтирован еще на Земле.

Лучше всего, если ни на одном этапе миссии не требуется сборка на орбите или любого рода рандеву на ней. Единственное необходимое рандеву состоится на поверхности Марса, и

оно легко выполнимо. Во время программы «Аполлон» мы высадили экипаж в пределах 200 метров от корабля «Сервейор», который прибыл на Луну несколькими годами ранее, а имеющаяся в нашем распоряжении современная бортовая техника намного точнее. Если во время орбитального рандеву промахнуться на 10 метров, стыковки не произойдет. А при встрече на поверхности можно высадиться в 10 километрах от цели, а затем просто дойти или доехать до нужного места. Кроме того, в качестве части полезной нагрузки жилого модуля мы предусмотрели герметизированный ровер, который может проехать до 1000 километров; нужно *очень плохое* пилотирование, чтобы высадиться от ВЗА на большем расстоянии. И что бы ни говорили о бюрократии НАСА, в штате астронавтов НАСА состоят одни из лучших в мире пилотов. Несомненно, встреча на поверхности Марса окажется удачной.

Хотя отправка экипажа на Марс отдельно от ВЗА кажется отчаянной мыслью, на самом деле она будет гораздо безопаснее, чем высадка экипажа вместе с транспортным средством, которое отправит людей обратно на орбиту Марса. Причина проста: если ВЗА высадится первым, астронавты еще до своего старта будут знать, что их ждет полностью работоспособная система для взлета с Марса и возврата на Землю, которая уже выдержала испытание посадкой на Марс. Для сравнения, если экипаж высаживается с системой возвращения на Землю, можно только догадываться, в какой состоянии взлетный модуль будет после того, как они переживут удар о поверхность Марса. Кроме того, согласно нашему плану экипаж отправится на Марс одновременно с еще одним ВЗА, который приземлится в пределах досягаемости герметизированного ровера. Этот второй ВЗА начнет производить топливо для второго пилотируемого полета на Марс, но в случае возникновения чрезвычайной ситуации он может служить резервным жилым модулем для экипажа первой миссии.

К тому же два ВЗА на поверхности Марса и собственный жилой модуль первого экипажа дают нам в общей сложности три жилых объекта, которые могут обеспечить астронавтам комфортное существование. Что касается безопасности марсианских миссий, это лучшее, что можно придумать.

Чем дальше мы продумывали новую архитектуру миссии, тем лучше она становилась. Мы продолжали прорабатывать необходимые подсистемы и конструкции оборудования. Я сосредоточился на синтезе марсианского ракетного топлива. Основным направлением работ в этой области в 1990 году было исследование нового способа расщепления диоксида углерода (CO) на угарный газ (CO) и кислород (O₂), которые затем можно сжечь вместе как ракетное топливо. Единственный ингредиент для этого процесса – CO₂ – на Марсе так же доступен, как воздух на Земле.

Однако существовало и множество недостатков. Процесс был изучен недостаточно. Чтобы сделать реактор, способный обеспечить энергией пилотируемую марсианскую миссию, потребовались бы десятки тысяч маленьких хрупких керамических трубок с высокотемпературными (около 1000 °C) заслонками на концах. Кроме того, двухкомпонентное ракетное топливо из угарного газа и кислорода, производимое таким способом, имело бы низкое качество и удельный импульс лишь около 270 секунд. (Удельный импульс – это время, за которое производится фунт, то есть около 450 граммов, ракетного топлива, чтобы создать тягу в 1 фунт.¹⁸ Чем выше это число, тем лучше. Удельный импульс двигателей немецких ракет «Фау-2», использовавшихся во время Второй мировой войны, составлял около 230 секунд, а современные двигатели «Пратт энд Уитни RL-10», работающие на смеси водорода и кислорода, имеют удельный импульс в 450 секунд. Ядерный ракетный двигатель на водороде может иметь удельный импульс в 900 секунд.) Не самые удачные показатели смеси угарного газа и кислорода привели бы к тому, что для осуществления полета с Марса на Землю на Красную планету пришлось бы везти очень большие и тяжелые топливные баки.

¹⁸ 1 фунт (или фунт-сила, lbf) = 4,44822 ньютона, 1Н = 1 (кг-м)/с² = 0,10197 килограмм-силы (кгс). – Прим. пер.

Кроме того, температура пламени при горении этой смеси очень высока, и до сих пор не существует двигателя, который мог бы работать при таких условиях. Разработка такого двигателя обойдется недешево и будет грозить отставанием от графика полетов миссии.

Существует альтернатива: использовать смесь метана и кислорода (CH_4/O_2). Главное ее преимущество заключается в том, что смесь метан/кислород обладает высочайшим значением удельного импульса (380 секунд) среди химических соединений, ее легко запастись на длительный срок прямо на поверхности Марса. Поскольку двигатели CH_4/O_2 не выпускаются в промышленных масштабах, эта комбинация была успешно испытана в двигателях RL-10 на тестовом стенде, и производители двигателей «Пратт энд Уитни» опубликовали данные, показывающие, что модификация RL-10 для CH_4/O_2 будет работать без затруднений и обойдется недорого. Но есть одна проблема: чтобы произвести метан, потребуется водород, который сложно найти на Марсе. Так где же на Марсе раздобыть водород? В 1976 году профессор Роберт Эш, сейчас работающий в Университете Старого Доминиона, и некоторые его единомышленники из ЛРД опубликовали статью с изложением некоторых чрезвычайно простых, надежных и хорошо проверенных (еще в газовую эру) идей химической инженерии, которые позволяют получить двухкомпонентное топливо из метана и кислорода на Марсе при условии, что будет найден какой-то источник воды. Вода – вот в чем главная сложность. Добыча воды из марсианской вечной мерзлоты не самый эффективный вариант для первой автоматической миссии, а конденсация воды из крайне сухой атмосферы Марса крайне сложна. Поэтому Эш принялся исследовать производство смеси угарного газа и кислорода. Рассматривая предложение Эша, я понял, что единственная проблема его группы – чрезмерный пуризм, то есть упор на то, что все компоненты топлива должны иметь марсианское происхождение. На самом же деле для поддержания предложенного ими химического процесса нужно использовать водород, масса которого составит всего 5 % от общей массы произведенного топлива. Так почему бы просто не привезти относительно небольшое количество водорода с Земли? Я проконсультировался с экспертами по хранению криогенных (сверххолодных) жидкостей из «Мартин Мариетта», и они были единодушны во мнении, что с хранением примерно 6 тонн водорода для восьмимесячного полета с Земли на Марс вполне можно справиться при условии, что мы начнем с количества примерно на 15 % больше, чтобы компенсировать потери на испарение в пути (на Марсе испаряющийся водород можно направлять непосредственно в метановый реактор и тем самым избежать потерь). В теории это решит проблему производства подходящего для марсианских условий ракетного топлива.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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