

Содержание

От издательства	13
Предисловие	14
Что нового в третьем издании?	16
Глава 1. Зачем исследовать Марс?	17
1.1. Введение	17
1.2. Роботизированная разведка с позиции разработчика	20
1.3. Мнение ученых-скептиков о поисках жизни на Марсе	23
1.4. Зачем отправлять людей на Марс? Точка зрения энтузиастов	26
1.5. Отправка людей на Марс. Точка зрения скептиков	31
Список литературы	32
Глава 2. Планирование космических кампаний и миссий	34
2.1. Архитектуры	34
2.2. Кампании	35
2.3. Планирование космических миссий	35
2.4. Миссия как серия последовательных этапов	37
2.5. Архитектуры миссий на Марс	42
2.6. Системные инженеры	45
Список литературы	46
Глава 3. Более 60 лет проектирования пилотируемых миссий на Марс	47
3.1. Концепция фон Брауна	48
3.2. Самые ранние концепции NASA	50
3.2.1. Первоначальные исследования	50
3.2.2. Исследования начала 1960-х годов	51
3.2.3. Разработка ядерной ракеты	53
3.3. Исследование компании Boeing 1968 года	54
3.4. Первые планы по исследованию Марса вне NASA	59
3.4.1. Планетарное общество и анализ SAIC	60
3.4.2. Обоснование проекта Mars II	61
3.5. NASA в конце 1980-х годов	62
3.5.1. Проект LANL	62
3.5.2. Исследование Салли Райд	62
3.5.3. Корпорация SAIC	62
3.5.4. Кейсы Управления по исследованиям (1988 г.)	63

3.5.5. Кейсы Управления по исследованиям (1989)	64
3.5.6. Инициатива по исследованию космоса и ее продолжение	65
3.5.7. Ливерморская национальной лаборатория имени Лоуренса (LANL)	67
3.6. Независимые исследования 1990-х годов	68
3.6.1. Советский Союз.....	68
3.6.2. Проект Mars Direct	69
3.6.3. Миссия Mars Society.....	74
3.7. Эпоха до создания эталонных миссий (DRM)	78
3.8. Эталонные миссии NASA 1993–2007 гг.....	79
3.8.1. Эталонная миссия-1 (DRM-1).....	79
3.8.2. Эталонная миссия-3 (DRM-3).....	93
3.8.3. Сопоставление массовых показателей: DRM-3 и DRM-1.....	96
3.8.4. Система ISRU для DRM-3	98
3.8.5. Эталонный проект Mission-4 (DRM-4)	101
3.8.6. Миссия с двумя посадочными аппаратами	101
3.8.7. Эталонный проект архитектуры-5 (DRA-5).....	102
3.8.8. Практикум по стратегии исследования (2006)	105
3.9. Другие концепции миссий на Марс	109
3.9.1. Подход TeamVision к исследованию космоса	109
3.9.2. Исследование Массачусетского технологического института.....	110
3.9.3. Исследование ЕКА по программе параллельного проектирования (2003).....	112
3.9.4. Миссия HERRO к Марсу для орбитального исследования поверхности с помощью телероботов	114
3.9.5. Boeing в XXI веке	117
3.9.6. Миссии с баллистическим возвращением.....	119
3.9.7. Краткосрочные и долгосрочные миссии	120
3.9.8. Архитектуры на базе траекторий облета и баллистического возвращения.....	124
3.9.9. Пилотируемая миссия VASIMR® на Марс (2011).....	125
3.9.10. Скоростная ядерная миссия (2013)	126
3.9.11. Марсианский базовый лагерь (2016).....	126
3.9.12. Варианты пилотируемых полетов на Марс на ядерно-электроракетных двигателях	128
3.9.13. Анализ миссий с ЯТП компании Aerojet Rocketdyne	128
3.9.14. Исследование IAA 2011–2015 гг.	129
3.9.15. Миссия Phobos.....	130
3.9.16. Пребывание на поверхности Марса в течение 24 суток	131
3.9.17. Аскетичная пилотируемая миссия на Марс	132
3.10. Проекты NASA в XXI веке	132
3.10.1. Основные направления деятельности NASA в 2009–2015 годах.....	132
3.10.2. Целесообразность полета человека на Марс к 2033 году.....	137
3.10.3. Деятельность команды NASA по изучению Марса в 2017–2018 годах.....	138
3.10.4. Планы NASA по освоению Марса человеком в 2021 году	140
3.10.5. Программа NASA по пилотируемым миссиям на Марс (2022 год) ...	142

3.11. Численность экипажа и его функции.....	146
3.11.1. Численность и состав экипажа	146
Список литературы.....	158

Глава 4. Туда и обратно 162

4.1. Импульсные двигательные установки.....	162
4.1.1. Требования к топливу импульсной ступени для космических перелетов	163
4.1.2. Ракетное уравнение.....	166
4.1.3. Сухая масса ракеты.....	170
4.2. Анализ траекторий импульсного движения	172
4.2.1. Основы ракетной науки.....	173
4.2.2. Продолжительность полета на Марс и требования к двигательной установке.....	190
4.2.3. Более реалистичные модели.....	193
4.3. От Земли к низкой околоземной орбите.....	194
4.4. Отправление с НОО	195
4.4.1. Необходимое значение Δv	195
4.4.2. Отправка массы на Марс	197
4.4.3. Ядерно-тепловая двигательная установка для перехода на траекторию до Марса (ТМД).....	199
4.4.4. Солнечные электрические двигатели для подъема на орбиту	201
4.5. Переход на орбиту Марса.....	204
4.6. Подъем с поверхности Марса.....	208
4.6.1. Масса топлива и масса полезной нагрузки.....	208
4.7. Переход с орбиты Марса на траекторию до Земли	211
4.8. Переход на околоземную орбиту.....	211
4.9. Коэффициенты передачи.....	212
4.9.1. Введение.....	212
4.9.2. Расчеты коэффициентов передачи.....	214
4.9.3. Коэффициент передачи для старта с Земли	215
4.10. Переход с НОО на орбиту Марса.....	215
4.11. От низкой околоземной орбиты до поверхности Марса	219
4.12. Величина Δv для полетов на Марс.....	221
4.12.1. Химическая двигательная установка и аэроассистент	221
4.12.2. Использование ядерной тепловой тяги	222
4.12.3. Использование установок ISRU	223
4.13. Марсианские миссии с использованием ядерно-тепловой тяги.....	225
4.13.1. Ядерная тепловая двигательная установка	225
4.13.2. Работы Боровски и соавторов.....	226
4.13.3. Однолетняя краткосрочная миссия	227
4.13.4. Марсианские миссии Aerojet с использованием ЯТП	229
4.14. Сравнение химических и ядерных двигателей.....	231
4.15. Марсианские миссии с использованием солнечной электрической тяги.....	232
Список литературы.....	233

Глава 5. Критические элементы марсианской миссии	236
5.1. Снабжение средствами для контроля окружающей среды и жизнеобеспечения	236
5.1.1. Потребности в расходуемых ресурсах (без переработки)	236
5.1.2. Использование систем переработки – по состоянию на 2015 год.....	241
5.1.3. Использование систем переработки отходов – обновление 2022 года.....	247
5.1.4. Краткие выводы по системам ECLSS	258
5.2. Радиационное воздействие и требования к защите	260
5.2.1. Источники радиации.....	260
5.2.2. Определения и единицы измерения	262
5.2.3. Радиационное воздействие на человека и допустимые дозы	262
5.2.4. Радиация в космосе	266
5.2.5. Уровни радиации при полетах на Марс	268
5.2.6. Краткие выводы по радиационному воздействию	272
5.3. Эффекты микрогравитации	273
5.3.1. Введение в общую картину воздействия нулевой гравитации	273
5.3.2. Исследования воздействия малой гравитации.....	275
5.3.3. Искусственная гравитация.....	279
5.3.4. Планы NASA в отношении влияния низкой гравитации	285
5.4. Человеческий фактор в замкнутом пространстве	286
5.5. Варианты отмены и безопасность полета	293
5.5.1. Варианты отмены и безопасность полета в лунных миссиях ESAS...	293
5.5.2. Варианты отмены миссий на Марс.....	294
5.5.3. Приемлемые риски.....	300
5.6. Среды обитания	301
5.6.1. Конструкция среды обитания и человеческие факторы.....	301
5.6.2. Земные аналоги марсианских сред обитания.....	303
5.6.3. Среды обитания DRM-1	306
5.6.4. Среды обитания проекта DRM-3	309
5.6.5. Среда обитания проекта Dual Landers	309
5.6.6. Конструкции сред обитания SICSA	312
5.6.7. Другие концепции сред обитания 2022	318
5.6.8. Экспедиционный пилотируемый корабль Orion.....	321
5.7. Вывод на орбиту с аэродинамической поддержкой, вход в атмосферу, спуск и посадка	323
5.7.1. Введение	323
5.7.2. Опыт эксплуатации роботизированных космических аппаратов	327
5.7.3. Требования к спуску и посадке для пилотируемых миссий на Марс...	334
5.7.4. Точная посадка	346
5.7.5. Дорожные карты разработки, испытаний и сертификации.....	348
5.8. Средства передвижения	352
5.8.1. Аппарат для взлета с Марса и процесс взлета с Марса	352
5.8.2. Корабль для перевозки экипажа на Марс и обратно	367
Список литературы	368

Глава 6. Локальное производство из местных ресурсов	375
6.1. Достоинства ISRU	375
6.2. Лунные установки ISRU	377
6.2.1. Введение	377
6.2.2. Топливо для подъема	378
6.2.3. Потребляемые ресурсы жизнеобеспечения	379
6.2.4. Топливо с доставкой на НОО с Луны	380
6.2.5. Топливо с доставкой на лунную орбиту для спуска (и подъема)	381
6.2.6. Реголит для радиационного экранирования	382
6.2.7. Перспективные концепции	382
6.2.8. Лунные ресурсы и процессы	386
6.2.9. Анализ затрат на лунную ISRU	395
6.3. Системы ISRU для Марса	397
6.3.1. Введение	397
6.3.2. Временные рамки для запуска ISRU на Марсе	399
6.3.3. Продукция ISRU на Марсе	401
6.3.4. Процессы ISRU на Марсе	401
6.3.5. Модель полноценной ISRU на Марсе для получения кислорода путем электролиза CO_2	418
6.3.6. Уменьшение IMLEO за счет ISRU в пилотируемой миссии на Марс	428
6.4. Топливо для марсианских кораблей из внеземных ресурсов	430
6.4.1. Лунные ресурсы	430
6.4.2. Ценность лунной воды на НОО	432
6.4.3. Процент добытой на Луне воды с доставкой на НОО	432
6.4.4. Ресурсы околоземных объектов	439
6.5. Лунный паром для лунного топлива на спуске	442
6.6. Создание, сборка и дозаправка в околоземном пространстве	444
6.6.1. Орбитальные хранилища топлива	444
6.6.2. Многоуровневый запуск с орбиты	452
6.7. Водород в космосе или на Марсе	454
6.7.1. Варианты хранения водорода	454
6.7.2. Выкипание на борту корабля	459
6.7.3. Системы с нулевым выкипанием	465
6.7.4. Хранение на Марсе	470
6.7.5. Итоги и выводы	472
Список литературы	472
Глава 7. Почему NASA вряд ли отправит людей на Марс в ближайшие десятилетия	477
7.1. Взаимосвязь Луны и Марса	477
7.1.1. Различия между лунными и марсианскими миссиями	478
7.1.2. Луна как средство снижения рисков для Марса	479
7.1.3. Использование ISRU в качестве ступеньки от Луны к Марсу	482
7.2. Характеристики марсианской кампании	484
7.3. Программы для достижения цели и программы для заинтересованных сторон	487

7.4. Необходимость новых технологий	489
7.5. Технологические планы NASA.....	489
7.6. Космическое научное предприятие (SSE).....	491
7.6.1. Область применения технологий космического научного предприятия	491
7.6.2. Ведущие центры.....	496
7.6.3. Краткий анализ технологий SSE	497
7.7. Технологии исследования и освоения космоса человеком	498
7.7.1. Исследовательские технологии в NASA	498
7.7.2. Радикальные изменения за последнее десятилетие	499
7.8. Будущие перспективы	500
7.8.1. Ограничения	500
7.8.2. Определение вариантов миссии на Марс.....	501
7.8.3. Фундаментальные потребности	503
7.9. Обладает ли комитет по исследованиям NASA необходимым менталитетом?	512
7.10. Выводы	512
Список литературы	515

Приложение А. Солнечная энергия на Луне

A.1. Ориентация Луны в первом приближении	517
A.2. Солнечное облучение на горизонтальной поверхности	519
A.3. Солнечное излучение на вертикальной поверхности	522
A.4. Облучение поверхности, наклоненной под углом широты к экватору ...	522
A.5. Поверхность, которая всегда перпендикулярна солнечным лучам.....	523
A.6. Эффект неидеальной лунной орбиты	526
A.7. Рабочая температура солнечных батарей на Луне	526
A.8. Солнечные энергетические системы на экваторе.....	527
A.8.1. Краткосрочные системы (< 354 ч).....	527
A.8.2. Долгосрочные системы (> 354 ч).....	529
A.9. Влияние пыли	530
A.10. Системы солнечной энергии в полярных районах	532
A.10.1. Полярные объекты	532
A.10.2. Солнечные полярные исследования GRC	539

Приложение В. Солнечная энергия на Марсе

V.1. Солнечная интенсивность на современной орбите Марса	541
V.1.1. Введение	541
V.1.2. Облучение в чистой атмосфере.....	543
V.1.3. Влияние атмосферы.....	545
V.2. Солнечная интенсивность на горизонтальной и наклонной поверхностях	554
V.2.1. Номенклатура	554
V.2.2. Интенсивность солнечного излучения на горизонтальной поверхности.....	556

В.3. Солнечная интенсивность на фиксированной наклонной поверхности.....	556
В.3.1. Рассеянная компонента на наклонной плоскости	558
В.3.2. Отражение от поверхности перед наклонным коллектором	561
В.3.3. Полная интенсивность на наклонной плоскости	561
В.3.4. Вращающиеся наклонные поверхности	562
В.4. Численные оценки солнечной интенсивности на Марсе	562
В.4.1. Солнечная энергия на горизонтальных поверхностях.....	562
В.4.2. Солнечная интенсивность на наклонных поверхностях.....	570
В.4.3. Солнечная энергия на Марсе за последний миллион лет	573
В.5. Влияние пыли на солнечные панели, простые модели	580
В.5.1. Введение	580
В.5.2. Оптическая глубина	581
В.5.3. Распределение частиц по размерам.....	583
В.5.4. Количество пылевых частиц в вертикальном столбе	583
В.5.5. Скорость оседания частиц пыли	584
В.5.6. Начальная скорость образования пыли.....	584
В.5.7. Длительное накопление пыли	584
В.6. Данные Pathfinder и MER по пылевому затемнению	587
В.7. Эоловое удаление пыли с поверхностей	593
В.8. Затемнение из-за пыли на солнечных батареях.....	595
В.8.1. Эксперименты JPL 2001 года	595
В.8.2. Резюме и выводы по пылевому затемнению.....	597
Приложение С. Вода на Марсе	599
С.1. Введение.....	599
С.2. Справочная информация	603
С.2.1. Температура на Марсе	603
С.2.2. Давление на Марсе	607
С.2.3. Концентрация водяного пара на Марсе.....	608
С.3. Равновесные модели для подповерхностного льда	612
С.3.1. Введение	612
С.3.2. Модели стабильного грунтового льда на Марсе – современные условия	614
С.3.3. Долгосрочная эволюция воды на Марсе	621
С.3.4. Влияние изменений орбиты Марса за последний миллион лет.....	622
С.3.5. Эволюция южной полярной шапки.....	628
С.4. Эксперименты по выявлению воды в недрах Марса с орбиты	630
С.4.1. Введение в нейтронную спектроскопию	630
С.4.2. Обработка данных – нейтронная спектроскопия	631
С.4.3. Содержание воды по модели однородного реголита по данным нейтронной спектроскопии	633
С.4.4. Содержание воды по двухслойной модели реголита в экваториальных и средних широтах	634
С.4.5. Интерпретация глубины по данным нейтронных измерений	634
С.4.6. Свидетельства необычно высокого содержания водорода (2022)	636
С.4.7. Вскрытие льда в результате недавних столкновений	637

С.4.8. Лед в высокоширотных северных кратерах	637
С.4.9. Поверхностный лед по данным ИК-измерений	638
С.5. Сопоставление нейтронных данных с физическими свойствами Марса	638
С.5.1. Свойства поверхности и атмосферы	638
С.5.2. Залежи воды в зависимости от топографии на низких и средних широтах	642
С.5.3. Сезонное распределение экваториальной приповерхностной воды	645
С.5.4. Вода на поверхности Марса в ИК-спектре	645
С.5.5. Гидратация минералов и адсорбированная вода	647
С.6. Полярные шапки	647
С.7. Жидкая вода на Марсе	649
С.7.1. Регионы с температурой поверхности выше 273,2 К	649
С.7.2. Жидкая вода под поверхностью	654
С.7.3. Рассолы	656
С.7.4. Изображения признаков недавних потоков поверхностных вод	657
С.8. Свидетельства из кратеров	662
С.8.1. Введение	662
С.8.2. Работа Надин Барлоу (и соавторов)	663
С.8.3. Другие исследования кратеров	669
С.8.4. Комментарии	670
С.9. Заключение	674
Список литературы	676
 Словарь аббревиатур и сокращений	 683
Предметный указатель	691

Предисловие

Запуск пилотируемых миссий на Марс представляет собой кульминационный этап освоения Солнечной системы на ближайшие полвека. Помимо исследования Марса, такие полеты станут вдохновляющим инженерным достижением и откроют новую эру космической экспансии человечества. Ввиду того что реализация марсианских миссий потребует серьезных технологических усилий, а также огромных затрат, на сегодняшний день они остаются лишь футуристическими концепциями, нашедшими свое воплощение в научных работах теоретиков, идейных вдохновителей, энтузиастов и, что особенно важно, инженеров-конструкторов.

Как отмечается в главе 3, Дэвид Портри (David Portree) пишет, что начиная с 1950-х годов «в NASA и за пределами агентства было осуществлено более 1000 исследований по изучению возможностей пилотируемых миссий на Марс». Он также описал 50 наиболее проработанных исследований. Несмотря на значительные усилия, затраченные на концептуальные проекты пилотируемых полетов на Марс, многие из них базировались на таких технологиях, как ядерная тепловая тяга, ядерная энергия реактора, масштабное использование аэродинамических систем спуска и посадки, а также высокоэффективная и долговременная переработка отходов. Все эти технологии получили определенное развитие, однако ни одна из них не достигла стадии технической готовности.

Прошли десятилетия, но NASA, похоже, так и не удалось заполнить пробел между теоретическими исследованиями на бумаге и реальными проектами полета человека на Марс. Одной из проблем является то, что Марс отдален от Земли более чем в 100 раз по сравнению с Луной, что предполагает гораздо более длительное время полета. Вдобавок в большинстве сценариев миссии после прибытия на Марс придется провести на поверхности планеты около полутора лет, пока Марс и Земля не окажутся в благоприятном положении для обратного полета на Землю. При таком раскладе весь путь до Марса и обратно занимает около двух с половиной лет, причем вариантов прерывания полета практически не предусмотрено. Поэтому от всех систем требуется исключительно высокая надежность. В космос придется доставить и собрать огромное количество материалов. Подготовка к пилотируемой миссии на Марс займет не менее двух десятилетий, которые уйдут на создание и проверку технологий для работы в космосе и на Марсе. Стоимость комплексной подготовки и реализации проекта может превысить \$100 млрд.

Несмотря на многочисленные технические сложности на пути к осуществлению пилотируемого полета на Марс, самым серьезным препятствием, по всей видимости, является его стоимость. Бюджет NASA содержит ряд ограничений, которые не предусматривают достаточного финансирования для осуществления полета человека на Марс.

В научно-техническом мире есть место как для мечтателей, так и для скептиков. Визионеры выполняют важную роль провидцев, пытаясь представить картину будущего, и упорно следуют за мечтой, трудно осуществимой, но в конечном итоге достижимой. Скептики указывают на преграды, трудности, подводные камни и непознанные факторы, мешающие осуществлению мечты, и выделяют технические достижения, необходимые для ее реализации. Что касается пилотируемых миссий на Марс, существует множество исследований, проведенных визионерами, фанатами и энтузиастами. Но при этом, скорее всего, скептицизма в этой области как раз не хватает. Эта книга представляет собой первую скептическую работу на тему пилотируемых полетов на Марс и предлагается в качестве альтернативы оптимистическому настрою, который так широко пропагандируется NASA, *Mars Society* и другими организациями.

Дональд Рэнн

Южная Пасадена, Калифорния, США. Июль 2022 г.

Что нового в третьем издании?

Третье издание книги получило значительные дополнения и обновления:

- значительно расширено обсуждение марсохода;
- рассмотрены десять дополнительных проектов миссий на Марс;
- расширено обсуждение вопросов обеспечения экологически чистой жизнедеятельности с акцентом на проблемах надежности;
- расширено исследование миссий с ядерными двигателями;
- добавлен подробный обзор новых планов NASA по изучению Марса на 2019–2022 гг.;
- расширено описание вопросов, связанных со средой обитания и влиянием человеческого фактора;
- расширено освещение вопросов использования ресурсов, произведенных или найденных на месте (In-Situ Resource Utilization, ISRU), в том числе по итогам запуска марсианской миссии MOXIE;
- обновлены все разделы книги;
- добавлены 33 новые иллюстрации;
- добавлено 80 новых источников.

Глава 1

Зачем исследовать Марс?

1.1. Введение

Программа пилотируемых миссий Apollo на Луну может считаться одним из величайших инженерных достижений человечества, особенно с учетом сравнительно примитивной электроники того времени. Несомненно, эти полеты являются апогеем достижений NASA. С тех пор NASA не перестает заниматься проблемами пребывания человека в космосе. Результатом этой работы стало создание космических кораблей Space Shuttle. Разумеется, для любой миссии человека в космосе требуется транспорт. Однако в случае с программой Shuttle возникли определенные проблемы: (i) разработка и эксплуатация Shuttle требовала так много средств, что их не хватало на программы деятельности человека в космосе; (ii) надежность аппаратов со временем ухудшилась настолько, что главной целью поздних полетов, похоже, стало безопасное приземление, и (iii) вывод полезной нагрузки на орбиту можно было осуществить с помощью одноразовых ракетополетителей, значительно менее дорогих, чем Shuttle. После программы Shuttle в NASA занялись проектом космической станции, который оказался бездонным потребителем средств, с отдачей, еще менее выгодной, чем у Shuttle.

Во время работы над первым изданием этой книги (2006–2007 гг.) должность директора NASA занимал Майкл Гриффин (Michael Griffin), и его точка зрения совпадала с тем, что особо подчеркивал Роберт Зубрин (Robert Zubrin): финансирование развития технологий в бюджете NASA происходит исходя из предположения, что при выполнении достаточного объема технических работ появятся строительные компоненты для миссий (Zubrin 2014). Вот что отметил Зубрин:

При таком подходе технологии и компоненты оборудования разрабатываются под запросы различных технических сообществ. Впоследствии подобные раз-

работки оправдывают доводами о возможной их пользе в будущем, когда снова появятся масштабные проекты полетов.

Безусловно, такой подход вполне оправдан при разумном и эффективном воплощении. Однако практика показала, что взаимосвязь между технологическим развитием и потребностями миссий установить и поддерживать не так-то просто.

Гриффин, в отличие от своих предшественников, придерживался концепции, которую Зубрин называл «режимом Apollo»:

Прежде всего выбирается цель полета человека в космос. Затем разрабатывается план достижения цели. После этого создаются технологии и конструкции для реализации этого плана. Далее происходит изготовление этих конструкций, после чего осуществляется полет.

Замысел Гриффина предполагал выбор конкретной цели и выделение значительной части бюджета NASA на создание систем для ее достижения. Его стратегия заключалась в формировании резерва финансирования в рамках NASA. Для реализации этой концепции требовалось быстро свернуть программы Shuttle и Space Station, чтобы перенаправить технологические инвестиции центров NASA на поддержку менее продолжительных работ, непосредственно отвечающих потребностям его целевой концепции миссии.

Своей основной целью Гриффин выбрал возвращение на Луну. Вполне вероятно, что миссию на Марс он отложил из-за элементарной нехватки средств. Некоторое представление о ходе мыслей Гриффина можно извлечь из его интервью (Griffin 2010). Там он отметил, что подход администрации Обамы «не позволяет своевременно и эффективно вывести нас за пределы низкой околоземной орбиты».

Он утверждал, что отправка человека на Луну является важной ступенью на пути к запуску пилотируемого корабля на Марс. Он также считал, что «Луна интересна сама по себе». По его мнению, «овладение навыками жизни на другой планете, находящейся всего в трех днях пути от дома, имеет огромную ценность...».

Однако бюджет NASA не позволил Гриффину реализовать задуманное. В условиях непрерывной поддержки проектов Shuttle и Space Station он не смог добиться необходимой поддержки для реализации своего проекта Constellation («Созвездие»). Помимо этого, ценность возвращения на Луну при дальнейшем рассмотрении выглядела весьма сомнительной. В 2010 г. президент Обама отменил проект Constellation, после чего NASA, судя по всему, снова переключилось на работу с заинтересованными сторонами.

Несмотря на громкие заявления о том, что в 2030-х годах NASA отправит людей на Марс¹, в настоящее время, скорее всего, реального плана осуществления такой миссии не существует. Зато уже в 2022 году началась работа по возвращению на Луну.

В интернете опубликован ряд исследований с весомыми аргументами в пользу отправки людей на Марс.

¹ NASA Announces to send Astronauts to Mars in Mid-2030s, <http://www.iflscience.com/space/nasa-astronauts-will-head-mars-mid-2030s>.

Так, в работе (Anonymous 2014) перечислены плюсы космических исследований для таких направлений, как экономическая эффективность, национальная безопасность, престиж страны и ее международных отношений, привлечение интереса студентов и граждан, научные открытия, выживание человечества, а также совместные цели и тяга к исследованиям.

На сайте Европейского космического агентства (European Space Agency, ESA) на вопрос «Зачем лететь на Марс»? (Why go to Mars?) в качестве основной причины назван поиск жизни, а в качестве второй – изучение поверхности Марса и его эволюции.

В статье (Anonymous 2021) приведены пять причин для исследования Марса. В качестве первой названа необходимость понимания происхождения и повсеместного распространения жизни.

Карберри (Carberry 2017) выпустил серию статей о необходимости освоения Марса человечеством. Поиск жизни занимает в них особое место.

До сих пор остается нерешенным вопрос о том, как, где и когда возникла жизнь из неживой материи. Мы знаем, что жизнь в примитивной форме существовала на Земле более 3 млрд лет назад. Это установлено по ископаемым остаткам ранних форм жизни в отложениях с определением их возраста.

К числу основных вопросов можно отнести следующие:

- где и когда зародилась земная жизнь (на Земле или где-то еще)?
- какой процесс привел к возникновению примитивных форм жизни из неживой материи?
- есть ли жизнь в других уголках Солнечной системы или за ее пределами?
- все эти вопросы в некотором смысле второстепенны по отношению к основному: вероятно ли (или даже предопределено) возникновение жизни из неживой материи при наличии достаточно продолжительного времени, теплого климата, жидкой воды и некоторого количества химических элементов из первых рядов периодической таблицы?

В процессе решения этих вопросов некоторые ученые используют анализ и творческое воображение для создания разнообразных гипотетических моделей зарождения жизни, подкрепляя их лишь скромными доказательствами. По мнению автора этой книги, такие сценарии, как правило, выглядят крайне спорно. Как природа не терпит вакуума, так и наука не терпит отсутствия ответов на жизненно важные вопросы. Поэтому научное сообщество предложило несколько «объяснений» зарождения жизни. Например, в публикациях Стьюкена и др. (Steuken et al. 2013), Мейера (Meyer 2007), Рикардо и Шотака (Ricardo and Szotak 2009).

О наличии обитаемых планет написано немало статей. Безусловно, в различных галактиках наверняка есть много планет, пригодных для жизни. Однако вопрос не в существовании таких планет – они существуют. Вопрос в том, какова вероятность спонтанного зарождения жизни на такой планете? Наиболее распространенным является мнение, что спонтанное зарождение жизни возможно на любом планетарном теле с теплом, водой и некоторым количеством химических элементов. Исходя из этого, Марс можно считать вполне подходящим местом для поиска внеземной жизни. Таким образом,

программы исследования NASA в значительной степени ориентированы на поиск жизни на Марсе в определенный период его истории. Вопрос в том, какова вероятность развития жизни на такой планете? Неужели NASA ведет поиски эфемерной мечты с крайне низкой вероятностью?

1.2. Роботизированная разведка с позиции разработчика

Программа исследования Марса (Mars Exploration Program, MEP) ведется в Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory, JPL) по заданию NASA. В рамках этой программы в течение нескольких лет выполняется серия роботизированных миссий по исследованию Марса. Успешные экспедиции Mars Pathfinder, Mars Exploration Rover, а также Curiosity и Perseverance доказали, что автономные марсоходы способны перемещаться по поверхности Марса и проводить научные наблюдения в пределах ограниченных территорий. Благодаря этому в рамках MEP был разработан амбициозный долгосрочный план проведения полевых исследований, в основу которого лег консенсус мнений ведущих исследователей Марса. Высшим приоритетом программы является поиск жизни на Марсе, в прошлом или настоящем. Так, на сайте JPL можно ознакомиться с темой «Почему нужно исследовать Марс»? (Why Explore Mars?):

В Солнечной системе после Земли Марс является планетой с наиболее благоприятным климатом. Настолько благоприятным, что когда-то там могла существовать жизнь, подобная примитивным бактериям. Наличие проточных каналов и другие геологические особенности свидетельствуют о том, что миллиарды лет назад на поверхности Марса протекали потоки воды. И хотя вода в жидком состоянии все еще может находиться в недрах Марса, сейчас температура слишком низка, а атмосфера слишком разрежена для существования жидкой воды на поверхности.

Что привело к изменению марсианского климата? Имелись ли на Марсе когда-либо условия, необходимые для зарождения жизни? Могут ли сегодня в недрах планеты существовать живые бактерии? Такие вопросы побуждают нас исследовать Марс. Судя по всему, марсианский климат стал значительно более прохладным... Приступая к изучению Вселенной и поиску планет в других солнечных системах, нам прежде всего необходимо ответить на вопросы: была ли жизнь на другой планете в нашей Солнечной системе? Каковы минимальные условия, необходимые для зарождения жизни?

В рамках программы исследования Марса основное внимание уделялось четырем аспектам (McCleese 2005):

- поиски свидетельств существования жизни в прошлом;
- исследование гидротермальных сред обитания (существенно повышаются шансы найти свидетельства существования жизни в прошлом и настоящем);

- поиск современных форм жизни;
- изучение эволюции Марса.

Основной задачей на ближайшую перспективу является поиск доказательств существования жизни в прошлом. Если удастся обнаружить гидротермальные источники (на сегодняшний день еще не обнаружено ни одного), поиски будут сосредоточены на таких объектах. Исследование современных условий существования жизни будет «проводиться после обнаружения предшествующими орбитальными или посадочными миссиями факторов, свидетельствующих о потенциальной возможности существования жизни на современном Марсе».

Тема эволюции Марса будет акцентирована только в том случае, если

... популярные сегодня гипотезы о климатической истории Марса неверны. [Если] будущие миссии подтвердят отсутствие убедительных доказательств существования влажной среды со стоячими водоемами на древнем Марсе, как принято считать по итогам орбитального дистанционного зондирования, то приоритет программы поиска мест обитания форм жизни на поверхности планеты значительно снизится. Если, конечно, вода в жидком состоянии не будет обнаружена на поверхности современного Марса или вблизи нее. Такое интересное открытие приведет к возникновению новой загадки о причинах столь различной эволюции наших планет при их значительном сходстве.

Тем не менее жидкая вода не является стабильной при температурах и давлениях на поверхности Марса. Поэтому стоячие водоемы с жидкой водой не могут встречаться на поверхности планеты или на небольшой глубине. Гипотетически жидкая вода может находиться глубоко под поверхностью, где температура выше. Возможно (но крайне маловероятно), что жидкая вода изредка сможет вытекать на поверхность под давлением в результате какого-либо подземного события, и там она быстро замерзнет.

Вопросы эволюции Марса связаны с процессами утечки и поглощения воды и CO_2 с течением времени, а также со сравнительным анализом общих черт и различий между тремя планетами земного типа = Венерой, Землей и Марсом.

В октябре 2004 г. более 130 планетологов и специалистов в области геонаук собрались в городе Джексон Хоул (Jackson Hole, WY), чтобы обсудить историю раннего Марса¹. Центральной темой конференции стал поиск существования жизни на Марсе. Слово «жизнь» (life) встречается в 26-страничном отчете 119 раз, примерно пять раз на страницу. В предисловии к этому отчету отмечается следующее:

По всей видимости, главной причиной, по которой ученые считают раннюю стадию марсианской геологической истории столь важной, заключается в том, что ее динамичный характер мог привести к возникновению благоприятных условий для развития жизни, созданию пригодной для колонизации среды и сохранению следов этой ранней эпохи в геологических отложениях.

¹ News and Views: "Key Science Questions from the Second Conference on Early Mars: Geologic, Hydrologic, and Climatic Evolution and the Implications for Life," *Astrobiology* 5, Number 6, 2005.

Один из трех «важнейших научных вопросов, связанных с ранним Марсом», был сформулирован так: «Была ли жизнь на раннем Марсе?» Далее в отчете сказано: «Вопрос о жизни на Марсе включает в себя, по сути, три основных аспекта. Первый касается вероятности самостоятельного возникновения жизни на Марсе. Второй связан с предположением о развитии жизни на одной планете с последующим ее переносом на другую в результате столкновения и гравитационного захвата (т. е. панспермия – panspermia). Третий нацелен на изучение потенциала Марса для поддержания и развития жизни после ее изначального появления». Далее в докладе констатируется: «Как зарождается жизнь в любом месте, остается фундаментальной неразгаданной загадкой». Далее признается тот факт, что:

Близость Марса и Земли создает неопределенность в вопросе о том, действительно ли жизнь на Земле и Марсе зародилась независимо друг от друга. В далеком геологическом прошлом удары метеоритов были намного более частым и значительным явлением, в том числе и в период, после которого на Земле зародилась жизнь. Поэтому мы не можем быть уверены, что открытие жизни на Марсе обязательно означало бы факт действительно независимого происхождения жизни.

Поскольку вода в жидком состоянии считается необходимым (но не достаточным) условием возникновения жизни из неживой материи, научное сообщество исследователей Марса уделяет большое внимание поиску свидетельств существования жидкой воды на поверхности планеты в прошлом (при нынешних условиях она присутствовать там не может). Поиск признаков существования условий для существования жизни в прошлом остается одной из центральных тем в изучении Марса.

Как отмечается в материалах программы МЕР:

Определяющим вопросом для исследования Марса является «Есть ли жизнь на Марсе?». Из всех сделанных нами открытий о природе Марса выделяется одно: возможное присутствие на Марсе жидкой воды – либо в его далеком прошлом, либо в современных недрах. Вода играет ключевую роль, поскольку почти всюду, где есть вода на Земле, можно найти жизнь. Если на Марсе когда-то была жидкая вода или она сохранилась до наших дней, возникает вопрос, могли ли на его поверхности возникнуть какие-либо микроскопические формы жизни. Существуют ли какие-либо свидетельства существования жизни в прошлом планеты? Если да, то могут ли эти крошечные организмы существовать и сегодня? Только представьте, насколько потрясающе было бы ответить «Да»!

На сайте NASA написано следующее:

Научная цель номер один: определить, существовала ли когда-либо жизнь на Марсе.

В течение двух ближайших десятилетий NASA выполнит ряд миссий для изучения вопроса о возможном существовании жизни на Марсе.

По аналогии, основным направлением исследований NASA на других космических объектах Солнечной системы и за ее пределами является поиск жизни. Сюда же можно отнести поиск жизни на Титане, луне Сатурна и поиск

внеземного разума (Search for Extraterrestrial Intelligence, SETI) с помощью радиотелескопов.

Упор на поисках жизни в кругах NASA подтолкнул ряд ученых к созданию программ, публикаций и исследований, посвященных анализу, гипотезам и предположениям о вероятности существования жидкой воды и жизни на других планетарных объектах, в первую очередь на Марсе. Однако пресса раздувает эти отдельные предположения до невероятных масштабов. На ученых, изучающих Марс, оказывается негласное давление с целью выявления в их исследованиях перспектив существования воды и жизни на этой планете. В качестве примера можно привести интервью со Стивом Сквайресом (Steve Squyres), научным сотрудником проекта Mars Exploration Rovers. Вот два отрывка из этой публикации:

Сквайрес, как сообщается, выразил надежду, что с помощью марсоходов удастся ответить на два вопроса:

Одиноки ли мы во Вселенной? Как возникает жизнь?

Но самое главное, они нашли свидетельства того, что когда-то на Марсе была вода. А где есть вода, там есть и жизнь.

Что дает основание утверждать, что на планете, где когда-то была жидкая вода, ДОЛЖНА быть жизнь? Неужели не видно разницы между необходимым и достаточным? Вода, может, и необходима, но достаточно ли ее для возникновения жизни? Нет никаких доказательств этого. Как можно вообще думать, что марсоходы MER дадут ответ на вопрос о возникновении жизни?

1.3. Мнение ученых-скептиков о поисках жизни на Марсе

Одной из великих и неразрешимых загадок науки является вопрос о зарождении жизни на Земле. Сегодня среди ученых преобладает версия о высокой вероятности появления жизни на планете при наличии умеренного климата, жидкой воды, углекислого газа, возможно, аммиака, водорода и других основных химических веществ, а также электрических разрядов (молний), расщепляющих молекулы с образованием свободных радикалов, которые могут вступать в реакции друг с другом.

Отчасти ответ на этот вопрос, по-видимому, определяется тем, что «около 4,6 млрд лет назад планета являлась необитаемой каменной глыбой, однако спустя миллиард лет она стала изобиловать ранними формами жизни». Факт сравнительно раннего возникновения жизни на Земле служит одним из основных доводов в пользу легкости и высокой вероятности возникновения жизни.

Этот тезис, по мнению автора, не имеет под собой никаких оснований. Во-первых, мы не знаем, «зародилась» ли жизнь на Земле или была занесена на нее с другого космического объекта. Во-вторых, мы не имеем точного

представления о процессах образования жизни. Как вообще можно с уверенностью утверждать, что относительно раннее возникновение жизни на Земле о чем-то свидетельствует? Нет никаких данных или логических доводов в пользу того, что если бы жизнь возникла, скажем, через 3 млрд лет после образования Земли (а не через 1 млрд), то это означало бы более низкую вероятность возникновения жизни, чем через 1 млрд лет. Но даже если бы эта версия выдерживала критику, а это не так, это всего лишь трехкратный коэффициент, тогда как изначальная вероятность возникновения жизни должна быть выражена очень большой отрицательной экспонентой.

Представим себе миллион планет, вращающихся вокруг звезд в миллиарде галактик, и все они обладают необходимыми условиями (умеренный климат, жидкая вода, углекислый газ и, возможно, аммиак, водород и другие основные неорганические вещества, а также электрические разряды в виде молний). Если жизнь зародится на какой-либо из этих планет, то можно предположить, что эволюция приведет к появлению мыслящих существ, и они будут обладать самосознанием – потому что они существуют. Как говорил Декарт: «Я мыслю, следовательно, существую». Теперь предположим, что естественная вероятность возникновения жизни на такой планете очень мала, и требуется крайне маловероятное стечение химических, электрических и геологических событий, чтобы создать условия для возникновения жизни из природных элементов. Далее предположим, что из 1 000 000 этих планет жизнь возникла лишь однажды на одной из них. Люди, возникшие на этой планете в результате эволюции, будут считать себя типичным примером для других планет и полагать, что во Вселенной жизнь есть повсюду. Мы осознаем жизнь, потому что мы живы. У нас нет никакой информации о том, возникла ли жизнь где-либо еще.

С учетом всех сложностей существования жизни – ведь даже простейшей бактерии для функционирования нужно порядка 2000 сложных органических энзимов – вероятность спонтанной эволюции жизни из простых неорганических молекул представляется крайне низкой.

В работе Хойла (Hoyle 1983) эта вероятность оценивается как крайне ничтожная. Далее Хойл выдвигает версию о том, что жизнь зародилась в другом месте Вселенной и была «занесена» на Землю с помощью частиц межзвездной пыли. Кортхоф (Korthof 2014) подробно критикует многочисленные аргументы из книги Хойла о занесении жизни из внеземных источников. Большинство из этих критических замечаний, очевидно, заслуживают внимания. Однако вопрос о происхождении жизни, будь то на Земле или в других местах, по-прежнему остается открытым. Хойл, поставленный в тупик крайне низкой вероятностью спонтанного возникновения жизни, выдвинул квазирелигиозную идею о существовании во Вселенной «разумного управления». По его мнению, жизнь была создана высшими силами, которые мы не в состоянии осознать.

Шапиро (Shapiro 1987) написал юмористическую аллегорию об искателе правды о происхождении жизни, который отправился к великому гуру в Гималаи. Каждый день гуру рассказывал ему очередную надуманную «научную» теорию, и каждый раз искатель правды был разочарован. Наконец, в последний день гуру прочел ему первую страницу Книги Бытия из Библии

(«В начале...»), и человек пришел к выводу, что такое объяснение ничем не хуже «научных» версий.

Представим Землю примерно 4 млрд лет назад, после завершения процесса первоначального формирования и остывания. Какое время прошло до появления жизни? День? Месяц? Год? Тысячелетие? Миллионы лет? Появилась ли она в одном месте или на всей планете? Если жизнь возникла быстро, то почему она не зарождается и сегодня? Если на это потребовалось несколько сотен миллионов лет, это означает, что здесь имела место крайне маловероятная последовательность событий.

Весь ход исследований может измениться в зависимости от формулировки фундаментальных вопросов. Например, в докладе «Космическая перспектива»¹ Европейского космического агентства один из «четырех важнейших вопросов» сформулирован так: каковы условия формирования планет и возникновения жизни?

Такая постановка вопроса смещает всю концепцию в пользу преобладающего мнения о существовании совокупности (или совокупностей) условий (температура, давление, состав атмосферы, жидкая вода, приток энергии и др.), которые при наличии достаточного времени приведут к детерминированному возникновению жизни из неживой материи просто в силу химического воздействия. Под влиянием этой точки зрения весь проект Mars Exploration Program превратился в безрезультатный поиск жизни на Марсе. Кроме этого, появилось множество спекулятивных публикаций на тему поиска доказательств существования жизни.

Создается впечатление, что по несколько раз за год кто-нибудь объявляет о великом «прорыве» в понимании процесса зарождения жизни из неживой материи. При этом, как правило, с высокой долей вероятности делается вывод о том, что жизнь возникает с легкостью. В качестве примера можно привести сообщение 2014 года (Wolchover 2014), в котором говорилось следующее:

По мнению Джереми Ингланда (Jeremy England), 31-летнего физика из Массачусетского технологического института, ему удалось определить физические механизмы возникновения и эволюции жизни. Как возникла жизнь? В популярных гипотезах фигурируют такие версии, как первичный бульон, удар молнии и огромная удача. Но если новая вызывающая теория верна, удача может оказаться совершенно ни при чем. По мнению физика, предложившего идею, возникновение и последующая эволюция жизни обусловлены фундаментальными законами природы и «должны быть столь же не удивительными, как катящиеся по склону камни».

Однако во всех этих теориях есть один критический недостаток. Если жизнь свободно и предсказуемо формируется из «первичного бульона», то почему она не возникает постоянно на наших глазах? И если для появления жизни из огромного количества «первичного бульона» потребовались многие миллионы лет, что тогда можно сказать о закономерной вероятности образования жизни из «первичного бульона»?

¹ Cosmic Vision: Space Science for Europe 2015–2025, ESA Report BR-247, October 2005.

Так что причины для освоения Марса по-прежнему актуальны. К ним относятся следующие¹:

Кроме вопроса о существовании жизни, важно понимание условий, преобладавших на раннем Марсе. Это также может дать важные знания о формировании современного Марса. В этом плане Марс также может стать критически важным источником сведений о природе ранней Земли. Предположительно около 40 % марсианской поверхности датируются эпохой Ноя (Noachian). Однако в земных геологических записях этот период практически не представлен, поскольку немногие обнаруженные обнажения того времени в значительной степени подверглись метаморфизму (т. е. не сохранили первоначальную текстуру и химический состав). Поскольку Земля и Марс соседствуют в Солнечной системе, они, очевидно, имели общие ранние (до 3,7 млрд лет назад) процессы формирования, поэтому изучение Марса может подсказать важную информацию о нашей родной планете.

1.4. Зачем отправлять людей на Марс? Точка зрения энтузиастов

Типичным мотивом для освоения Луны или Марса считаются три темы: **наука**, **вдохновение** и **ресурсы**. Пол Спудис (Paul Spudis) предложил такое обоснование для освоения Луны², хотя множество тех же аргументов были применены энтузиастами и к Марсу.

В проекте NASA «Контрольная миссия на Марс» (Mars Design Reference Mission, DRM-1) довольно подробно рассмотрены аргументы в пользу освоения Марса человеком (Hoffman and Kaplan 1997). В августе 1992 года в *Лунном и планетарном институте* (Lunar and Planetary Institute) в Хьюстоне, штат Техас, прошел семинар по изучению причин исследования Марса. Участники семинара сформулировали шесть основных компонентов концепции освоения Марса, которые кратко изложены ниже:

- эволюция человека: Марс – наиболее доступное планетарное тело за пределами системы Земля–Луна, на котором длительное пребывание человека считается возможным. Технические цели исследования Марса должны включать в себя выяснение необходимых условий для постоянного присутствия человека за пределами Земли;
- сравнительная планетология: научные задачи исследования Марса должны предусматривать изучение планеты и ее истории для лучшего понимания Земли;
- международное сотрудничество: политическая обстановка в конце периода холодной войны позволяет объединить международные усилия.

¹ News and Views: “Key Science Questions from the Second Conference on Early Mars: Geologic, Hydrologic, and Climatic Evolution and the Implications for Life,” *Astrobiology* 5, Number 6, 2005.

² P. Spudis, “Why We’re Going Back to the Moon,” *Washington Post*, December 27, 2005.

Это целесообразно и может быть даже необходимо для реализации долгосрочной программы;

- технологический прогресс: в настоящее время исследования Марса человеком лежат на грани возможного. Некоторые технологии, необходимые для выполнения такой миссии, уже доступны или находятся на подходе. Другие технологии возникнут благодаря потребностям этой миссии. Новые технологии или новое применение существующих принесет пользу не только исследователям Марса, но также улучшит жизнь людей на Земле;
- вдохновение: цели исследования Марса смелые, грандиозные, они поражают воображение. Подобные цели бросают вызов совокупному опыту человечества, призванному совершить этот великий проект, они мотивируют молодежь, стимулируют развитие технического образования и вызывают восхищение у людей и государств всего мира;
- инвестиции: стоимость программы исследования Марса в сравнении с другими категориями государственных расходов относительно невелика.

Далее в программе DRM-1 сказано следующее: «В долгосрочной перспективе наибольшую пользу от освоения Марса человеком может принести философский и практический аспект заселения другой планеты». В DRM-1 упоминается история человечества, а также примеры массовых миграций, вызванных перенаселением, истощением ресурсов, поиском религиозной или экономической свободы, конкурентных преимуществ и другими причинами.

«В основе интереса к исследованию Марса, выходящего за рамки фундаментальной науки, лежит возможность превращения Марса в дом для человечества. Поселение людей на Марсе, которое должно быть самодостаточным для достижения устойчивого развития, позволило бы человеку бросить вызов пределам своих возможностей, создать потенциал для защиты цивилизации от экологической катастрофы на Земле (например, столкновения с гигантским астероидом или ядерного инцидента) и в перспективе обеспечить появление новых форм деятельности, недоступных на Земле».

В DRM-1 делается акцент на трех важных аспектах проекта:

- демонстрация возможностей самообеспечения;
- демонстрация способности человека выжить и развиваться на Марсе;
- демонстрация того, что факторы опасности для выживания, с которыми столкнутся марсианские поселенцы в повседневной жизни, сопоставимы с получаемыми ими выгодами.

Роберт Зубрин, известный сторонник освоения Марса, является основателем и президентом *Марсианского общества* (Mars Society). В своей работе (Zubrin 2005) он обосновал свое мнение о необходимости изучения Марса человеком. В своем исследовании Зубрин отметил: «из всех планетарных объектов, находящихся в настоящее время в пределах досягаемости, Марс предлагает наибольшие возможности – и в научном, и в социологическом плане, и с точки зрения будущего человечества».

Зубрин разделяет довольно популярную в научном сообществе точку зрения, согласно которой на любой планете с жидкой водой на поверхности в условиях солнечного света рано или поздно произойдет спонтанное зарождение жизни. И поскольку есть множество фотографических и геологических доказательств существования жидкой воды на Марсе, Зубрин пришел к следующему выводу: «Итак, если теория о зарождении жизни как естественном процессе в результате химической “комплексификации” верна везде, где есть жидкая вода, умеренный климат, достаточное количество минералов и достаточно времени, то жизнь на Марсе непременно должна была появиться». Этот вывод основывался на его предположении о существовании «потоков жидкой воды на поверхности Марса в течение миллиарда лет его ранней истории. То есть в пять раз дольше, чем потребовалось для появления жизни на Земле после появления на ней жидкой воды».

Зубрин полагает, что на поверхности Марса удастся найти «окаменелости жизни прошлого». Он также предлагает использовать «буровые установки, чтобы добраться до подземных вод, где, возможно, еще сохраняется марсианская жизнь». По его мнению, вдохновение, порожденное марсианским проектом, несет в себе огромное социальное значение. Напоследок он отметил: «Наиболее важной причиной для полета на Марс является возможность открыть дверь в будущее. Марс по-своему уникален среди других тел внутри Солнечной системы, он обладает всеми необходимыми ресурсами для поддержания не только жизни, но и развития технологической цивилизации... Создав свой первый плацдарм на Марсе, мы положим начало становлению человечества в качестве мультипланетного вида».

Зубрин пользуется широкой поддержкой множества сторонников идеи освоения Марса (цель Марсианского общества заключается в «содействии достижению целей по освоению и колонизации Красной планеты»). Они считают, что уже «через десять лет» можно будет отправить людей на Марс и начать процесс долгосрочного заселения. Ежегодно на *Международной конференции по освоению космоса* (International Space Development Conference) выступают футуристы с подобными планами. Марсианское общество часто описывает заселение Марса как следующий шаг в истории «колонизации» и предостерегает от ошибок, допущенных в процессе колонизации Земли. Так, Орегонское отделение Марсианского общества заявило¹:

На начальном этапе заселения, скорее всего, будет создано несколько групп небольших поселений. Со временем они начнут разрастаться. Чем дальше друг от друга будут находиться поселения, тем выше вероятность формирования в них собственной культуры. На первых порах жизнь поселений будет зависеть от совместного использования ресурсов, таких как пища, вода, топливо и воздух. Как только на Марсе сформируется более стабильная инфраструктура, можно ожидать появления обособленных сообществ. На любой территории, где происходила колонизация или экспансия, нельзя пренебрегать таким важным элементом, как закон. Какая-то законодательная система потребует и на Марсе. Если вспомнить старую западную систему, можно заметить, что исполнителю закона

¹ Erik Carlstrom (1999) “Society and Government: How can we Avoid the Same Mistakes on Mars?” <http://chapters.marssociety.org/or/msoec1.html>.

бывает трудно справляться со своими обязанностями. Марсианские «шерифы» должны быть людьми, заслуживающими доверия, с которыми бы согласилось большинство населения. Их выборы не должны основываться на современной практике выбора политически заинтересованных членов общества – это лишь поощряет коррупцию. Лучше организовать что-то вроде лотереи среди добровольцев. Закон должен гарантировать все основные права каждого человека – от слова до неприкосновенности частной жизни.

Пока подобные энтузиасты заботятся об установлении закона и порядка на Марсе, автор этой скромной книги озабочен лишь вопросом безопасного путешествия туда и обратно.

Иную точку зрения озвучил Райкрофт (Rycroft 2006). Он полагает, что «главной целью освоения космоса в XXI веке должна стать отправка людей на Марс с основной задачей их дальнейшего там нахождения». В основе концепции лежит стремление обеспечить человечеству «вторую базовую площадку в Солнечной системе... поскольку в какой-то момент в будущем Земля может перестать быть пригодной для жизни». Райкрофт отметил, что такое может

произойти в результате катастрофы на Земле. Цивилизация может прийти к самоуничтожению, или произойдет гигантское природное событие, в результате которого Земля станет непригодной для жизни. К таким возможным причинам относятся: перенаселение, глобальный терроризм, ядерная война или авария, война или катастрофа в сфере кибертехнологий, биологическая война или авария, появление супервируса, столкновение с астероидами, геофизические процессы (например, землетрясения, цунами, наводнения, вулканы, ураганы), истощение ресурсов (например, нефти, природного газа), изменение климата, глобальное потепление и повышение уровня моря, разрушение стратосферного озона, а также прочие антропогенные бедствия на Земле.

При этом он процитировал М. Риса (M. Rees), который утверждает: «шансы на то, что наша современная земная цивилизация сможет сохраниться до конца нынешнего столетия, – не более чем 50 на 50». В частности, наиболее злободневными считаются угрозы перенаселения, загрязнения окружающей среды, глобального потепления, истощения ресурсов и всемирное масштабирование исламского терроризма, которое приведет к Третьей мировой войне между Западом и исламом.

Несмотря на серьезность этих факторов, Райкрофт подчеркивает, что предложенная им стратегия «колонизации Марса до конца XXI века» лишь усугубит проблемы человечества, а не избавит от них. Если мы не можем заселить Землю и жить в гармонии, как мы собираемся сделать это на Марсе с его значительно более суровым климатом?

Постоянно появляются новые проекты освоения Марса. Так, например, активную позицию в вопросе отправки людей на Марс занимает сайт *Exploremars.org*. Похоже, основной метод их работы заключается в проведении встреч и приглашении важных персон для выступлений.

В рамках нереализованного частного проекта Mars One¹ было заявлено следующее:

¹ Mars One Human Settlement on Mars, <http://www.mars-one.com/>.

Mars One предполагает создание постоянного поселения людей на Марсе. Экипажи из четырех человек будут отправляться на Марс каждые два года, начиная с 2024 года. Наша первая беспилотная миссия будет запущена в 2018 году. При соединитесь к глобальному сообществу Mars One и участвуйте в нашей миссии на Марс.

В 2014 году в новостях¹ сообщалось следующее:

По мнению группы экспертов, отправка людей на Марс в 2030-х годах вполне возможна, но для этого необходимо внести некоторые ключевые перемены.

Группа экспертов, состоящая из более чем 60 человек, представляющих более 30 правительственных, промышленных, научных и других организаций, пришла к выводу, что пилотируемый полет на Марс под руководством NASA вполне осуществим, если бюджет космического агентства будет восстановлен до объема, который существовал до проведения процедуры секвестра.

В другой новости² утверждалось следующее:

До высадки человека на Марс еще около 20 лет, но, похоже, миссия NASA на Красную планету неуклонно развивается.

Разработка ключевых компонентов ракеты-носителя, спускаемого аппарата и инфраструктуры, необходимых для полета на Марс, по-прежнему идет по графику, что позволит осуществить высадку в 2030-х годах. Об этом комиссии Сената сообщил главный руководитель NASA по пилотируемым проектам.

Вот что сообщается на сайте NASA³:

NASA развивает потенциал, необходимый для отправки людей на астероид к 2025 году и на Марс в 2030-х годах. На Форуме по освоению космоса (Exploration Forum), состоявшемся 29 апреля 2014 г. в штаб-квартире NASA в Вашингтоне, директор агентства Чарльз Болден (Charles Bolden) и официальные представители всех подразделений агентства подробно рассказали о программе NASA «Путь человека к Марсу» (Human Path to Mars). Марсианское общество продолжает выступать в поддержку пилотируемых полетов на Марс⁴.

В интернете существует множество сайтов, заявляющих о возможности высадки человека на Марс уже через десяток-другой лет.

Однако во многих официальных организациях считают, что все эти прогнозы являются фантазиями. Так, *Национальный исследовательский совет* (National Research Council, NRC) провел

...масштабный анализ программы пилотируемых космических полетов NASA и пришел к выводу, что агентство имеет неустойчивую и ненадежную стратегию, которая не позволит США осуществить посадку человека на Марс в обозримом будущем.

¹ Miriam Kramer (2014) "Manned Mission to Mars By 2030s Is Really Possible, Experts Say" <http://www.space.com/24268-manned-mars-mission-nasa-feasibility.html>.

² Ledyard King (2014) "NASA: Human landing on Mars is on track for 2030s" <http://www.usatoday.com/story/news/politics/2014/04/09/mission-to-mars-still-on-track/751901/>.

³ "NASA Exploration Forum Details Human Path to Mars" (2014) <http://www.nasa.gov/content/nasa-exploration-forum-details-human-path-to-mars/#.VGJR59ZvObU>.

⁴ The Mars Society <http://www.marssociety.org/>.

В 286-страничном отчете NRC, который был подготовлен по решению Конгресса в результате 18-месячного исследования стоимостью 3,2 млн долл., отмечается, что продолжение нынешнего курса при финансировании, не успевающим за инфляцией, «приведет к провалу, разочарованию и потере устойчивого международного представления о том, что пилотируемые космические полеты – это именно то, что Соединенные Штаты делают лучше всего»¹.

1.5. Отправка людей на Марс. Точка зрения скептиков

Отрадно знать, что отдельная группа Марсианского общества обеспокоена вопросами основания марсианских поселений с соблюдением закона и порядка. Однако прежде чем мы сможем хотя бы представить себе «поселения» на Марсе, нужно решить более срочные задачи, связанные с отправкой первых людей на Марс для предварительной разведки, ведь затраты и риски очень высоки.

В этой связи следует рассмотреть несколько вопросов:

1. Каковы основные цели освоения Марса?
2. Каково соотношение пользы и затрат при проведении исследований с помощью роботов и с участием людей?
3. Какие риски и проблемы связаны с осуществлением полета человека на Марс?

Как было отмечено ранее, в научных и футуристических кругах доминирует мнение, что основной причиной освоения Марса является поиск жизни. Что, в свою очередь, предполагает поиск жидкой воды (в основном в прошлом). Футуристы и визионеры в своем воображении выходят далеко за пределы этой начальной стадии, мечтая о создании человеческих поселений с «социальной, вдохновляющей и ресурсной пользой».

Даже если согласиться с идеей поиска жизни в качестве основной задачи исследования Марса, возникает вопрос о сопоставлении затрат и предполагаемых результатов при роботизированном и пилотируемом исследованиях Марса. По всей видимости, соотношение пользы и издержек будет гораздо выше для роботизированного варианта.

Поскольку поиски жизни, скорее всего, закончатся провалом, истинная ценность изучения Марса, возможно, заключается в более глубоком понимании того, почему три планеты земного типа – Венера, Земля и Марс – оказались настолько разными, если допустить, что изначально они обладали схожими ресурсами. Венера имеет плотную атмосферу из углекислого газа, в то время как на Марсе ее практически нет. Есть разные теории, объясняющие это, однако для выяснения геологической истории такого развития собы-

¹ Joel Achenbach (2014) “NASA strategy can’t get humans to Mars, says National Research Council spaceflight report” http://www.washingtonpost.com/national/health-science/nrc-humanspaceflight-report-says-nasa-strategy-cant-get-humans-to-mars/2014/06/04/e6e6060c-ebd6-11e3-9f5c-9075d5508f0a_story.html.

тий может потребоваться исследование планет. Отправка человека на Марс в сравнении с роботизированными исследованиями представляется очень дорогостоящей и рискованной затеей.

Если говорить о более широком, перспективном видении, изложенном в DRM-1, стремление к долгосрочному пребыванию людей за пределами Земли представляется преждевременным. По крайней мере, на несколько ближайших столетий. Очевидно, что обитание горстки людей на Марсе не избавит Землю ни от перенаселения, ни от загрязнения, ни от истощения ресурсов. Сравнительная планетология является вполне достойной целью, но не факт, что для ее достижения нужно человеческое присутствие. На Земле достаточно возможностей для международного сотрудничества и без отправки людей на Марс.

Утверждение о «скромных» затратах на отправку человека на Марс следует из сопоставления с более крупными государственными расходами. Но если сравнивать их с типичными расходами на космос, они огромны. С другой стороны, вполне справедливы утверждения о том, что новые технологии или новое использование существующих будет не только полезным для исследователей Марса, но также улучшит жизнь людей на Земле, а дерзкий и грандиозный замысел освоения Марса «будет мотивировать нашу молодежь, стимулировать цели технического образования, воодушевлять народы и страны всего мира». В этом случае все сводится к соотношению пользы и издержек, которое, скорее всего, будет невысоким.

Помимо вопроса о причинах и целесообразности такого проекта, перед нами встает ряд технологических, финансовых и логистических сложностей, связанных с полетом человека на Марс. В главе 7 объясняется, почему высадка человека на Марс в ближайшие десятилетия весьма маловероятна. Тем не менее пилотируемая миссия на Марс станет величайшим инженерным достижением и завершением более чем 60-летней истории ракетостроения и освоения космоса.

Список литературы

- Anonymous. 2014. *Pathways to Exploration: Rationales and Approaches for a U.S. Program of Human Space Exploration*. National Academies Press.
- . 2021. *Five Reasons to Explore Mars*. Brookings Institute. <https://internationalgbc.org/2021/09/29/five-reasons-to-explore-mars/#:~:text=%20Five%20reasons%20to%20explore%20Mars%20%201,likely%20will%20take%20trips%20around%20the...%20More%20>
- Carberry, Chris. 2017. *“Why Mars?” Explore Mars Report*. <https://www.exploremars.org/wpcontent/uploads/2017/05/EM-17-WHY-b-proof.pdf>.
- Griffin, Michael. 2010. *Goodnight Moon: Michael Griffin on the future of NASA*. <http://arstechnica.com/science/2010/04/01/goodnight-moon-michael-griffin-on-the-future-of-nasa/>.