



# Что нам Марс?

Кандидат физико-математических наук  
**С.М.Комаров**

«50 лет космической эры. Пора на Марс?» Так называлось очередное научное кафе, организованное агентством «ИнформНаука» при поддержке фонда «Династия», которое проходило 2 октября в московском кафе-клубе «Петрович». На нем-то и разгорелась дискуссия о пилотируемой экспедиции к Марсу. В этой статье мы постарались рассказать о том разнообразии мнений, которое обнаружилось среди специалистов, причастных к организации полета.

— Долетит?  
— Вот то-то, что долетит. Вот в Европе они тогда взовьются.  
— Кто взовьется?  
— Как, кто взовьется? На, теперь, выкуси, — Марс-то чей? — советский.

А.Н.Толстой. «Аэлита»

## Марс приближается

Каждые пятнадцать — семнадцать лет Марс и Земля в силу особенностей орбитального движения сближаются на минимальное расстояние. Эти события называются Великими противостояниями Марса. В XX веке Великие противостояния случались в 1909, 1924, 1939, 1956, 1971 и 1988 годах. В XXI



## ДИСКУССИИ

веке первое из них было в 2003-м, следующие — в 2018 и 2035, когда расстояние между планетами составит около 57 млн. км. Именно в это время разумнее всего организовывать полет человека к Марсу: меньше топлива, меньше еды, легче корабль, меньше доза облучения. И не случайно приближение очередного Великого противостояния порождает всплеск дискуссии о том, надо ли человеку лететь на Марс.

«Лететь на Марс не надо. По крайней мере, в ближайшем будущем. Во-первых, мы с большой вероятностью погубим космонавтов во время двухлетнего перелета. В лучшем случае на Землю вернутся смертельно больные люди. Причина — в высоком уровне облучения за пределами радиационных поясов Земли. Во-вторых, человек не сможет перемещаться по поверхности Марса. В-третьих, для человека на Марсе нет научной задачи, а пилотируемая экспедиция стоит очень дорого. Вместо нее можно было бы организовать несколько прекрасных беспилотных экспедиций и получить множество научных результатов», — считает кандидат физико-математических наук В.Г.Сурдин из Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга.

«На Марс лететь надо. Только так начинается освоение планет. Марс более других соседних планет похож на Землю. Значит, именно на нем человечество может обустроить для себя дополнительный космический дом. Ведь на Земле каждые 30 миллионов лет случается глобальная катастрофа. Сейчас мнение научной общественности склоняется к тому, что причиной служит столкновение с космическим телом. Реализация проекта под условным названием «Ковчег» позволит сохранить человечество, если появится угроза такой катастрофы», — говорит доктор физико-математических наук В.М.Линкин из Института космических исследований РАН.

«Пилотируемая экспедиция на Марс позволит нам загрузить космическую промышленность заказами и в результате не только сохранить эту отрасль, но и обеспечить новую технологическую революцию», — считает Игорь Маринин, главный редактор журнала «Новости космонавтики».

«На Марс лететь не надо. Однако надо постоянно к этому полету готовиться, постоянно о нем рассказывать и держать публику в напряжении», — предлагает компромиссный вариант кандидат физико-математических наук В.Н.Решетов, редактор научного отдела журнала «Вокруг света».

«На Марс надо лететь тогда, когда созреют запросы общества. Иначе может получиться как с лунной программой американцев, когда были затрачены большие деньги, однако созданным при этом заделом воспользоваться не удалось», — говорит Б.Максимов, обозреватель сайта «Грани.ру».

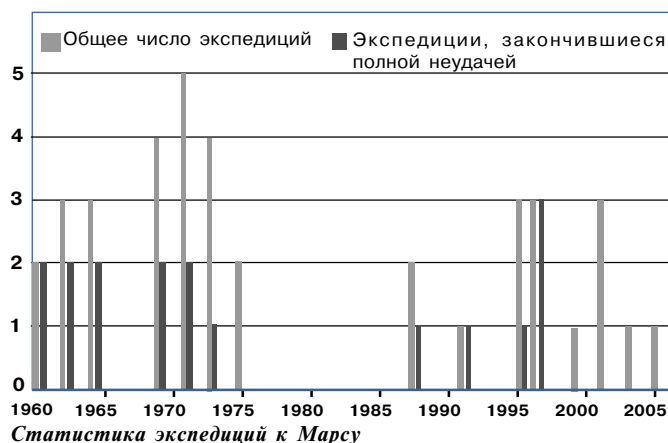
Как видим, аргументация сторон серьезная, и принять правильное решение весьма нелегко. Чтобы разобраться в проблеме, обратимся к истории исследований Марса.

## Как летали к Марсу

История полетов к Марсу состоит из двух периодов бурной деятельности, разделенных периодом затишья. Первый закончился в 1975 году экспедицией «Викингов», которая принесла неоднозначный результат исследований биологической активности марсианского грунта (см. «Химию и жизнь»,

1977, № 4; 1998, № 7). Советские ученые планировали исследовать марсианский грунт на Земле, доставив его в возвращаемой капсуле, однако этот проект был заморожен. По слухам, одной из причин послужили неофициальные угрозы американцев сбить корабль со столь опасным грузом.

После доставки грунта и его тщательного исследования на предмет наличия инопланетной жизни и ее угроз для здоровья человека как раз и должен был последовать следующий этап, как в случае с лунной программой — полет человека на Марс. Более того, начатый в середине 60-х годов по инициативе С.П.Королева проект «Н1-Л3» предполагал создание такой ракеты-носителя, которая позволила бы вывести на орбиту не только лунный, но и марсианский корабль. Сделать лунную ракету советским ученым не удалось (как говорят, во многом из-за конфликта, возникшего между генеральными конструкторами после первых успехов), а внезапная смерть С.П.Королева, который мог бы заручиться поддержкой в руководстве страны, сделала проект межпланетного перелета невозможным на долгое время. В США отношение к полетам человека в космос всегда было негативным: руководителям НАСА никак не удавалось объяснить конгрессменам, зачем нужен человек в космосе, если проводить иссле-



Статистика экспедиций к Марсу

дования с помощью приборов гораздо дешевле и безопаснее. Так наступил большой перерыв в межпланетных полетах человека.

## Что намерили

После полетов американских «Маринеров» и советских «Марсов» в шестидесятые годы было окончательно установлено, что, в сущности, на Марсе атмосферы нет: ее плотность такая же, как земная на высоте более 20 км. То есть — в стратосфере. В таких условиях земные существа жить не могут. Состоит атмосфера Марса из углекислого газа с небольшими добавками аргона, кислорода, водяного пара и метана в некоторых районах над экватором. Поскольку и вода, и метан подвержены фотолизу, а облучение, которому ничто не препятствует, весьма жесткое, должны существовать поверхностные источники поступления этих газов в атмосферу. Сегодня планетологи считают, что водяной пар испаряется с полярных ледяных шапок, прежде всего северной, а также из ледников, скрытых под слоем грунта. Происхождение метана до сих пор непонятно. Самое же печальное обстоятельство, угрожающее сорвать планы посадки яблонь на этой планете, — отсутствие в атмосфере азота, без которого жизнь растений так же невозможна, как без кислорода.

На Марсе холодно, средняя температура  $-40^{\circ}\text{C}$ . На экваторе, впрочем, бывают теплые дни с повышением температуры до  $27^{\circ}\text{C}$ . Ночью, правда, все равно  $50^{\circ}\text{C}$  — тонкая атмосфера не в состоянии удерживать уходящее с поверхности тепло. Это довольно близко к

параметрам более или менее привычной людям Антарктиды. Кроме того, здесь, на экваторе, редко выпадают осадки в виде снега из  $\text{CO}_2$  или воды.

К настоящему времени целая флотилия аппаратов, побывавшая на марсианской орбите за последние десять лет, провела подробнейшую картографическую съемку планеты. «Сейчас мы знаем рельеф поверхности на Марсе даже лучше, чем на Земле, ведь на нем нет растительного покрова», — говорит В.Г.Сурдин. Многие участки отсняты со шпионским разрешением в десяток-другой сантиметров на пиксель. На этих кадрах можно даже разглядеть марсоходы. Спектрометры установили химический состав минералов на поверхности планеты. Радар «Марсис» заглянул в глубь нее на несколько километров и построил разрезы профиля пород. Так были обнаружены незаметные с поверхности древние кратеры, засыпанные более поздними породами.

Особняком стоят поиски жизни на Марсе, о которых мы подробно рассказывали в 1998 году. Вывод из этих работ следует такой: нельзя однозначно утверждать, что жизни на Марсе нет. Во-первых, результаты экспериментов «Викингов» можно трактовать двояко. Во-вторых, доказанное наличие жидкой воды в недрах планеты позволяет предположить, что существуют резервуары с древней жизнью. В-третьих, нельзя упускать из виду и возможность того, что земные микроорганизмы, попав на Марс с первыми советскими экспедициями, когда никому не приходило в голову стерилизовать космические аппараты перед полетом, могли каким-то образом приспособиться к жизни на негостеприимной планете. Конечно, вероятность этого крайне мала, однако на Земле мы знаем удивительные примеры жизни в, казалось бы, невыносимых условиях.

Может показаться, что вопрос о жизни на Марсе представляет интерес скорее для исследователей-романтиков, чем для космонавтов-практиков. Это совсем не так. Потому что при наличии жизни нужно предпринимать тщательные меры для защиты от нее экипажа, марсианской базы, а также и возвращаемого на Землю модуля. А это дополнительные и весьма серьезные трудности и затраты. Да и не всякий метод стерилизации подойдет для борьбы с организмами, приспособленными к весьма жестким условиям. Доказав же отсутствие на поверхности Марса микроорганизмов, можно этих затрат избежать. Значит, поиски жизни на Марсе — необходимый этап в подготовке пилотируемой экспедиции.

## Земля — орбита

Энтузиасты пилотируемого полета к Марсу считают, что марсианский корабль соберут на орбите из модулей по той же методике, которая отработана при сборке орбитальных станций «Мир» и Международной космической. Потом на него загрузят необходимое оборудование. Поскольку объем корабля сопоставим с размерами МКС, вспоминая историю ее монтажа, можно быть уверенным, что стройка займет несколько лет. Затем туда прилетят члены экипажа, заработает двигатель, и корабль выйдет на орбиту межпланетного перелета.

Чтобы осуществить перелет многотонного корабля, требуется двигатель, который позволит сначала его разогнать, а потом и затормозить. Поскольку все топливо придется везти с собой, есть лишь два нефантастических способа передвижения. Это ядерный реактивный двигатель и электрореактивный двигатель. В первом случае водород нагревается за счет энергии ядерного деления, приобретает огромную скорость и, покидая корабль, придает ему необходимый импульс. Во втором случае солнечная или ядерная энергия превращается в электрическую и затрачивается на ускорение ионов тяжелого газа — ксенона. Те опять-таки приобретают большую скорость и создают реактивный импульс.

При всей привлекательности, идея использования ядерного топлива на борту приводит к нескольким проблемам. Во-первых, реактор надо охлаждать. На Земле это делают

водой, а в космосе для охлаждения послужит сам рабочий газ. С учетом низкой теплоемкости и теплопроводности такое решение требует от инженеров-проектировщиков немалой фантазии. Во-вторых, экипажу нужна будет защита от облучения, которая увеличивает вес корабля. В-третьих, чрезвычайно опасна сама по себе доставка концентрированных радиоактивных материалов на борт космического корабля, ведь нет никаких гарантий, что этот груз окажется на орбите, а не будет рассеян в атмосфере Земли: все-таки история космонавтики хоть и непродолжительна, но богата на разного рода катастрофы. Как бы то ни было, работы по созданию ядерного двигателя начались в 1959 году. На Семипалатинском полигоне был создан сохранившийся доныне стенд для отработки ядерного двигателя, и к 1981 году советские ученые в принципе создали ядерный двигатель для марсианской ракеты. Затем работы в этом направлении приостановили (см. «Химию и жизнь», 2000, № 4). Ученым из США достигнуть расчетных значений не удалось, и работы там тоже прекратились.

## Земля — Марс — Земля

Во время полета по этому маршруту экипажу угрожают три главные знакомые опасности: облучение, невесомость и скука. К числу малоисследованных принадлежит, например, отсутствие постоянного магнитного поля.

Облучение в открытом космосе бывает двух типов. Во-первых, электромагнитное излучение Солнца в рентгеновском и гамма-диапазонах. От него защищает толстая металлическая обшивка корабля. Во-вторых, быстрые тяжелые частицы: протоны, нейтроны и ядра гелия других элементов. У этих частиц есть два источника — солнечный ветер и галактические космические лучи. Интенсивность первых больше, зато у вторых значительно выше энергия. При попадании в обшивку корабля быстрые частицы тормозятся, и не только возникает жесткое излучение, но и может пройти ядерная реакция, которая приводит к радиоактивному заражению обшивки. Кроме того, попадание быстрого тяжелого ядра из состава космических лучей в живую клетку чревато для нее повреждением молекулы ДНК, а по разным оценкам за время полета тяжелые ядра поразят от 8 до 40 с лишним процентов клеток мозга космонавтов. Как бы то ни было, космонавты неизбежно получат дозу облучения. Ее величину оценивают в 80 бэр в год (для сравнения: максимально допустимая доза для работников АЭС — 5 бэр в год). «Разрешенная доза для космонавтов составляет 36 бэр, а это уже сравнимо с оценкой облучения во время перелета. Кроме того, есть способы повышения резистентности организма», — говорит В.М.Баранов, академик РАМН, первый заместитель директора Института медико-биологических проблем РАН.

К наиболее неприятным последствиям для экипажа могут привести вспышки на Солнце, когда мощность солнечного ветра заметно возрастает. Казалось бы, для уменьшения вероятности попадания корабля в зону вспышки нужно лететь в год спокойного Солнца, то есть в 2018 году. Однако в этот период сильнее всего воздействие космических лучей. А в год активного Солнца солнечный ветер выдувает галактические лучи, и опасность от них становится меньше.

Эксперименты, связанные с радиационной безопасностью во время межпланетного перелета, входят в число необходимых этапов при подготовке полета человека на Марс. Пока что к Марсу не летал ни один живой организм (кроме невольных пассажиров-микробов, судьба которых неизвестна). Однако во время планируемой в 2011 году экспедиции «Фобос-грунт» предполагается разместить на борту аппарата куколки шелкопряда. Не исключено, что насекомые вернуться на Землю в той же капсуле, что и грунт марсианского спутника, и ученые смогут выяснить, как повлиял на них перелет. «Чтобы досконально исследовать воздействие космической радиации на организм

человека, на Земле будет поставлен параллельный эксперимент с обезьянами: им придется испытать на себе «космические» уровни радиации, в то время как люди-испытатели будут обрабатывать все остальное», — рассказывает В.М.Баранов.

Облучение будет преследовать космонавтов не только в открытом космосе, но и на Марсе, что ставит под сомнение успех экспедиции. «Для защиты от излучения корабль нужно окружить метровым слоем льда. Но тогда он будет весить столько, что ни один двигатель не сможет его сдвинуть с орбиты», — считает В.Г.Сурдин. Впрочем, как утверждают ученые из ИКИ РАН, убежища для космонавтов уже разработаны. Это небольшие комнаты, поверхность которых защищена водой или кирпичами из полиэтилена. Космонавты могут пережидать внутри них солнечные бури. «Меня не пугает возможность получить дозу облучения. Марс стоит того. Я бы полетел, несмотря ни на что», — говорит доктор медицинских наук В.В.Поляков, который совершил самый длительный полет на орбитальной станции «Мир» — почти полтора года.

Экипаж должен не просто долететь до Марса и вернуться обратно. Он должен долететь до планеты в таком состоянии, чтобы выполнить на ее поверхности задуманную программу. Этого не удастся сделать, если мышцы и кости ослабнут из-за невесомости. Поддерживать их в норме будут с помощью центрифуги, установленной на борту корабля. А со скукой члены экипажа справятся, выполняя научные исследования, ухаживая за зелеными насаждениями и общаясь друг с другом. Поэтому обеспечить хороший психологический климат в коллективе во время двухлетнего полета — главная задача тех специалистов, которые будут готовить экипаж. Первый этап такой подготовки — эксперимент «Марс-500», рассказ о котором пойдет в следующем номере журнала.

## Земля — Луна, Луна — Марс

Самому полету будут предшествовать многочисленные автоматические экспедиции. Космонавтам на Марсе может понадобиться немало различного оборудования и припасов. Необходимо подготовить и помещения, в которых можно спрятаться от облучения. Раньше предполагалось, что подобным убежищем будет служить спускаемый модуль марсианского корабля. Однако тщательное изучение радиационной опасности на поверхности Марса подсказывает другое решение: закопанные в грунт жилые модули, подобные тем, что планировалось установить на Луне. Очевидно, что нет никакого смысла везти их во время пилотируемого полета, который должен занимать как можно меньше времени и, стало быть, проходить на наиболее легком корабле. Эти модули, а также другое оборудование, например те же тяжелые марсоходы, запасы еды, воздуха, запчасти и прочее, можно забросить на Марс заранее с помощью тихоходных фотонных кораблей, точнее, даже не кораблей, а барж, которые преодолеют расстояние до Марса за несколько лет. «Пилотируемому полету должны предшествовать роботы-квартирмейстеры», — говорит член-корреспондент РАН Л.М.Зеленый, директор ИКИ РАН.

При таком подходе марсианская экспедиция оказывается неразрывно связана с программой лунной базы. В самом деле, все оборудование, предназначенное для Марса, надо где-то испытать. Сила тяжести на Луне, конечно, несравнимо меньше марсианской. А вот радиационный фон выше, и атмосфера отсутствует совсем. Значит, лунная база (о ней мы в очередной раз рассказывали в июле 1999 года) станет хорошей моделью как для отработки взаимодействия тех роботов, которые должны обустроить жильё на Марсе, так и для испытания всего комплекса оборудования. Тем более что в случае возникновения чрезвычайной ситуации есть шанс эвакуировать людей с Луны, чего о Марсе не скажешь.

Относительно перспектив лунной программы среди наших ученых единства мнений тоже нет. Например, Л.М.Зеленый так формулирует проблему Луны для нашей страны: «Для



американцев строительство базы на Луне — это возвращение на Луну, продолжение программы, прерванной тридцать лет назад. Для европейцев, китайцев, японцев, индусов и бразильцев посадка на Луне — это открытие Луны. Поэтому вполне объясним их интерес к лунным программам. У нас особое положение. Наши станции первыми прилетели к Луне. Мы первыми получили фотографии лунной поверхности. Первыми установили на Луне вымпел нашей страны. Наш приход на Луну не будет возвращением, это будет повторением того, что уже сделано. Поэтому базу на Луне можно рассматривать только как этап подготовки экспедиции на Марс».

«База на Луне представляет собой несомненную ценность. Это ближайшее к нам космическое тело, и организовать полет туда гораздо проще, чем на Марс. Поэтому освоение планет нужно начинать именно с Луны. На ней содержится огромный запас энергии в виде гелия-3. Если удастся запустить термоядерный реактор, именно Луна сможет обеспечить достаточное количество топлива, чтобы решить все энергетические проблемы человечества», — считает его оппонент, академик Э.М.Галимов, директор ГЕОХИ РАН им. В.И.Вернадского. Луна может стать и тем местом, где удобно строить межпланетные корабли. Ведь старт с нее обходится гораздо дешевле, чем с Земли. А для этого нужно освоить Луну и создать там базу по переработке полезных ископаемых.

## Марс

Казалось бы, успехи в картографировании Марса, разведке его недр и поверхности с помощью аппаратов не дают особого простора для деятельности человека. Однако не нужно забывать о слабых местах аппаратов. Прежде всего это отсутствие гибкой программы. Тот же марсоход может сфотографировать окрестности (которые не балуют разнообразием ландшафтов). Подъехать к выбранному камню и измерить его наружный и внутренний состав. Конечно, это очень много, даже если принять во внимание, что цветные фотографии отнюдь не передают истинный цвет поверхности, поскольку синтезируются из измерений в трех узких спектральных областях, а не фиксируют весь спектр излучения, как это делает человеческий глаз. Человек на месте марсохода увидел бы другую картинку. А вот состав камней измерял бы так же. В отличие от марсохода, человек сможет забраться на крутой склон кратера или заглянуть в таинственные дыры, которыми изобилует поверхность планеты. Человек мог бы выкопать яму в районе не менее таинственных разливов, которые формируются буквально на глазах исследователей. Человек мог бы покопаться в грунте и выяснить, правда ли, что в некоторых местах под ним лежат ледники? И многое другое сделал бы человек, получи он возможность свободно перемещаться по поверхности планеты. Однако вот со свободой-то и выходят неприятности. С.П.Королев предполагал, что космонавты проведут на Марсе целый год и совершат путешествие от полюса до полюса. В реальности этого сделать не удастся. «На Марсе нет атмосферы, значит, нужно применять скафандр, предназначенный для безвоздушного пространства. Он весит более сотни килограммов и окажется неподъемным. На Мар-



## ДИСКУССИИ

се нет радиационных поясов, значит, для защиты от облучения нужно закапываться глубоко в грунт. Не может быть и речи о свободных прогулках по поверхности планеты», — говорит В.Г.Сурдин. Путешествовать придется на небольшие расстояния, совершая радиальные походы в районе места высадки, причем делать это в тяжелых скафандрах, защищающих от безвоздушного пространства и облучения. Подобные ситуации неплохо описаны фантастами, скажем, в «Стране багровых туч». Только, в отличие от придуманной Стругацкими Венеры, на Марсе дышать совсем нечем, и расстояние выхода ограничено запасом кислорода в баллоне. А скафандр едва ли позволит свободно орудовать пальцами и разглядывать все, что хочется. В любом случае прогулки американских астронавтов по значительно более удобной Луне выглядели именно как прогулки, никаких особых открытий им там сделать не удалось.

## Терраформирование

Все, о чем шла речь в предыдущей главе, имеет отношение к традиционному пониманию научных задач исследователя космоса. А именно — изучению далеких звезд, определению параметров окружающего пространства и исследованию строения и происхождения космических тел. Как видно, здесь для человека действительно не очень много задач, и по соотношению цена/качество конкурировать с аппаратами ему трудно. Однако дело можно представить совсем с другой точки зрения.

Помимо науки об окружающем мире за пятьдесят лет космической эры сформировалась особая наука об освоении космического пространства человеком. Собственно, все пилотируемые полеты, и прежде всего пилотируемые полеты на орбитальных космических станциях, представляют собой эксперименты, поставленные в рамках этой науки. Ее достижения — совсем не маленькие. Первый полет длился меньше двух часов. Спустя сорок лет человек победил невесомость, и теперь он может пребывать на орбите годами без ущерба для своего здоровья. Фактически главное достижение этой науки на сегодня — создание технологии освоения околоземной орбиты. Сейчас нет технических трудностей для монтажа на ней технологических комплексов с участием людей. Другой вопрос, нужно ли выносить производство в космос. «Создание завода по производству микросхем позволило бы в разы сократить затраты на их изготовление за счет использования природного вакуума», — говорит один из участников экспериментов на станции «Мир» В.Ю.Антропов (см. «Химию и жизнь», 2000, № 4).

«Вынос в космос некоторых производств, прежде всего установок по преобразованию солнечной энергии в электрическую, позволит подойти к решению многих проблем охраны окружающей среды. Не нужно будет добывать и сжигать на Земле ископаемое топливо, загрязняя атмосферу углекислым газом и бросовым теплом, которое теряется из-за низкого КПД преобразования тепла в электроэнергию», — считает шведский политолог Расмус Карлсон из Лундского университета.

С точки зрения этой науки полет человека к Марсу представляет собой очень серьезную научную задачу. Как человек поведет себя в полете? Как его встретит Марс? С какими трудностями он столкнется после того, как высадится на поверхности чужой планеты? Никакой аппарат и никакое моделирование не в состоянии дать ответа на эти вопросы. Поэтому первый шаг человека по поверхности Марса есть первый шаг к его освоению, и без него никакого освоения не начнешь. Значит, дискуссия о том, должен ли человек лететь на Марс или нет, на самом деле представляет собой дискуссию совсем по другому поводу: должен ли человек готовиться к переселению на другие планеты?

Основоположники космонавтики К.Э.Циолковский, Ф.А.Цандер и другие были совершенно уверены: человек должен покинуть свою колыбель. Действительность XX века подсказывает, что это мнение — отнюдь не плод романтических фантазий. Каждый теперь знает, что ресурсы планеты ограничены. Сейчас, в XXI веке, вопрос, закончатся ли они когда-нибудь, не стоит. Стоит вопрос — когда? Время дешевой нефти, кажется, уже прошло. Время, когда закончится пресная вода, близко, не случайно человек в считанные десятилетия сумел вычерпать целое Аральское море. Время оскудения запасов кислорода находится в далеком будущем и связано с ликвидацией свободных пространств для жизни растений.

Второй аспект проблемы — природные катастрофы. Если астероидную опасность можно воспринимать с легкой долей иронии — трудно всерьез обсуждать событие, которое случается раз в 30 млн. лет, то катастрофическое глобальное потепление разворачивается на наших глазах. Последствия его легко предсказать: дальнейшее сокращение ресурсов, имеющихся в распоряжении человечества, прежде всего свободных пространств и энергии, потребление которой должно возрасти из-за дополнительного охлаждения или нагрева жилищ, а также строительства гигантских сооружений, защищающих обжитые прибрежные районы от затопления.

Обезопасить себя от нехватки имеющихся ресурсов можно только за счет освоения новых. Если ресурсы исчерпаны в глобальном масштабе, значит, нужен новый глобус. Марс как раз и станет таким новым глобусом, своеобразным ковчегом для человечества.

С этой точки зрения лететь на Марс надо, и как можно скорее, особенно если вспомнить о больших промежутках времени, которые разделяют удобные для пилотируемых экспедиций моменты. Несомненно, отрабатывать технологию освоения другой планеты придется по частям, и первые полеты придется именно на Великие противостояния. Это потом, в будущем, когда выяснятся детали и подвиг превратится в рутину, время полетов удастся продлить (или сократить?) и экспедиции будут гораздо чаще. Это уже после того, как человек ступит на Марс, сначала появится временная база под слоем грунта, затем будет создана солнечно-водородная энергетика, благо воды на Марсе много и ничто не ослабляет солнечный свет. Потом построят наполненные воздухом и светом купола с постоянными поселениями и своим сельским хозяйством. А может быть, мы выберем путь терраформирования (см. «Химию и жизнь», 2001, № 5) — установку над полюсами космических зеркал, испарение полярных запасов углекислого газа, насыщение атмосферы планеты хлоруглеродами, дающими сильнейший вклад в парниковый эффект, растопление ледников и добавление в атмосферу еще одного парникового газа — водяного пара и в конечном счете заселение сформировавшихся болот анаэробными бактериями, которые породят кислородную атмосферу, как это было на Земле в архейскую эру. Найдется и решение проблемы почвенного азота. А потом, глядишь, недалек будет день, когда на Марсе, в открытом грунте станут цвести яблони, генетически модифицированные для жизни в его тяжелых условиях.

