

# МИССИЯ ВЫПОЛНИМА

Поверхность Марса имеет удивительные геологические особенности: длинную систему каньонов (почти 5 000 км), самые большие в Солнечной системе вулканы, огромные системы каналов, найденные главным образом в северных низменностях и, возможно, созданные катастрофическими наводнениями, имевшими место в долгой марсианской истории. А вот что вызвало эти наводнения и куда девалась вода — поглощена ли почвой, осталась ли замороженной по сей день или же потеряна марсианской атмосферой — на эти вопросы точных ответов пока нет...





Человечество уже достигло той степени зрелости, когда оно может позволить себе шагнуть за пределы своей колыбели и приступить к освоению иных планет Солнечной системы. Речь идет об огромном пространстве, которое будет приспособлено для человеческого поселения, а также о возможности распространения цивилизации за пределы Земли и о шансе на создание такой ее разновидности, которая будет менее уязвима перед природными или социальными бедствиями. Запасная среда обитания необходима людям для того, чтобы застраховать хрупкую земную цивилизацию от возможных последствий космических катастроф, подобных столкновению с крупным астероидом или кометой, и в случае глобальных изменений, которые могут сделать нашу планету непригодной для жизни. И такой приемлемой средой обитания для землян может стать наш ближайший сосед Марс — таинственный и интригующий.

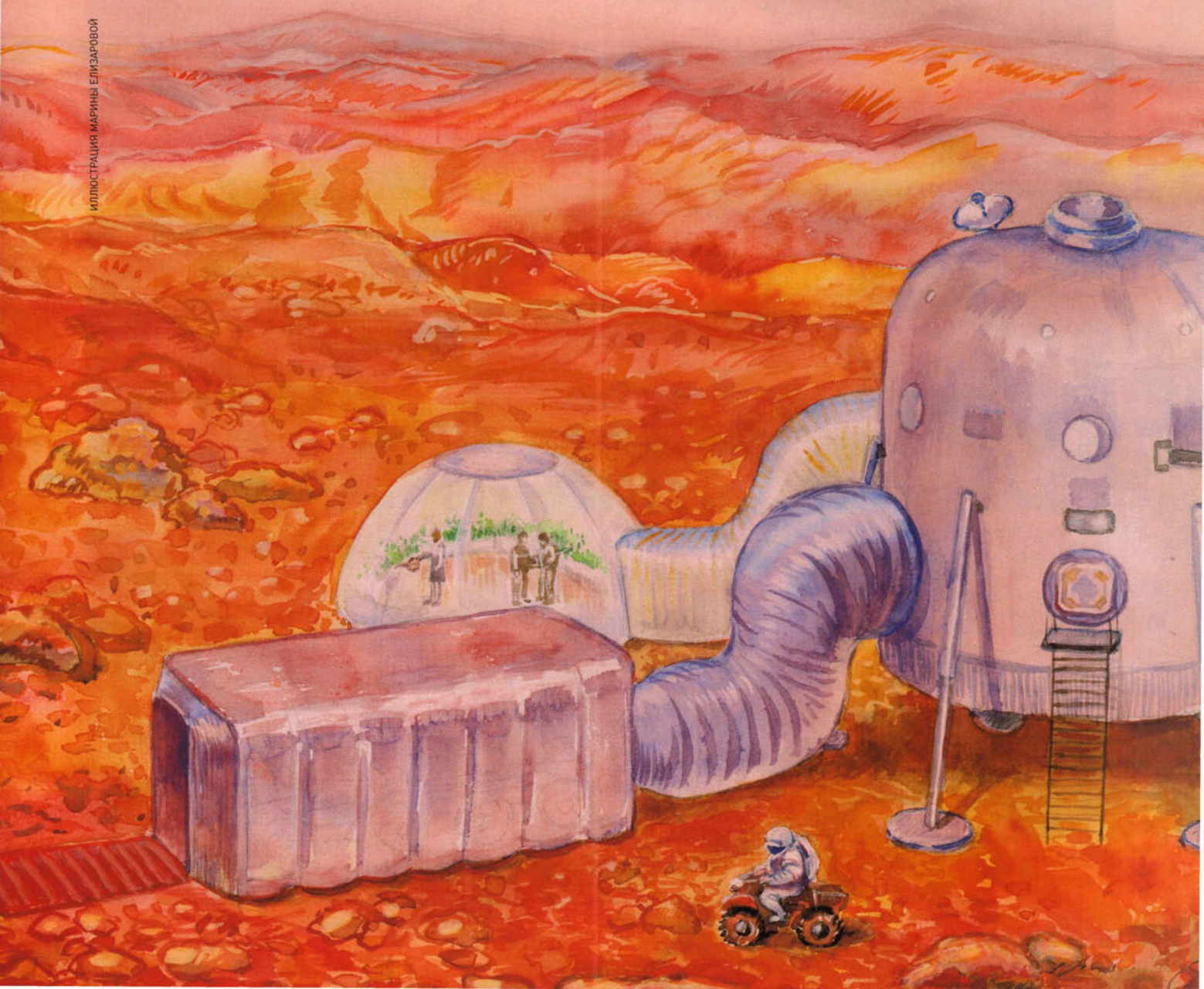
Марс, с его огромными территориями, уникальными геологическими особенностями и совсем неприветливым климатом, может быть освоен только в процессе совместной работы людей и машин. Полу-автономные машины будут необходимы для выполнения чрезмерно утомительной и опасной для людей работы:

аэрофотосъемка и разведка, создание складов и обеспечение защиты в длительных полевых поездках, а также перевозка огромного количества геологических образцов. Поэтому сейчас ведутся работы по созданию таких марсоходов, которые могли бы стать для исследователей своеобразным домом, необхо-

димым для проведения поисковых работ в течение нескольких дней.

Несмотря на то что марсианская экспедиция может обойтись в астрономическую сумму, необходимо помнить, что подобные проекты предусматривают разработку новейших технологий, находящих широкое применение в том

числе и на Земле. И они способны довольно быстро оправдать все затраты. Так, по мнению американских специалистов, полет на Луну, который, конечно, стоил в 4 раза меньше самого дешевого марсианского проекта, окупился за счет коммерческого использования передовых космических разработок.





В основу современных представлений о поверхности, внутреннем строении и атмосфере Марса легла информация, полученная пролетными аппаратами «Маринер-4, -6, -7», «Марс-2,-3,-4,-5», искусственными спутниками «Маринер-9», «Фобос-2», «Марс-Глобал-Сервейер» (работает и сейчас), посадочными аппаратами «Марс-6», «Викинг-1, -2», «Марс-Пасфайндер» с марсоходом «Соджорнер». Конечно, заселение Марса людьми — задача весьма отдаленного будущего, а вот пилотируемая экспедиция — дело вполне осуществимое, хотя трудное и опасное. В любом случае, прежде чем отправляться в столь рискованное путешествие, необходимо с помощью автоматических спускаемых аппаратов выявить перспективные районы для высадки экспедиции и доставки оттуда на Землю грунта, убедиться в наличии воды и других ресурсов и исследовать окружающее Марс пространство.



Беспилотный самолет на острове Девон



Самолет-робот на Марсе

**2002** В районе канадского острова Девон начались летные испытания миниатюрного беспилотного самолета-робота, который в будущем предполагается использовать для исследования поверхности Красной планеты. Этот летательный аппарат на основе заложенной в вычислительный комплекс программы будет самостоятельно определять как маршруты своих полетов, так и характер проводимых исследований. В настоящее время испытываются аэродинамика самолета и некоторые элементы программного обеспечения. В будущем аналогичные испытания предполагается провести с прототипом, который будет оснащен системами технического зрения, сенсорными устройствами и научным оборудованием.



«Бигль-2» отделяется от «Марс-Экспресс»



«Бигль-2» на поверхности Марса

**2003** Европейские специалисты уже заканчивают сборку марсианского вездехода «Бигль-2», который согласно намеченному плану будет доставлен на Красную планету зондом Европейского космического агентства (ESA) «Марс-Экспресс» в декабре 2003 года для исследования горных пород, поиска подповерхностных водных резервуаров и признаков жизни.



«Нетлэндер» на поверхности Марса



Старт модуля с образцами пород

**2004**

NASA собирается отправить на Марс мобильную лабораторию для поиска ископаемых и химических соединений.

**2007** В Имперском Лондонском колледже начался 5-летний проект по созданию портативного миниатюрного сейсмометра, предназначенного для измерения землетрясений на Марсе. Планируется, что этот прибор вместе с миссией «Нетлэндер» (NetLander), целью которой будет сбор атмосферных, сейсмических и геодезических данных за один земной год, полетит на Марс в 2007 году.

**2009** Спускаемый аппарат Smart Lander должен собрать образцы марсианского грунта в радиусе 100 км от места посадки (на Землю эти образцы должны вернуться в 2013 году). Также в ближайших планах исследователей стоит доставка на Марс двух марсоходов и запуск на его орбиту нового зонда. Научная аппаратура, размещенная на марсоходах, предназначается для исследования рельефа местности и химического анализа горных пород и почвы Марса, связь же с ними будет осуществляться через сеть дальней космической связи NASA.

Smart Lander



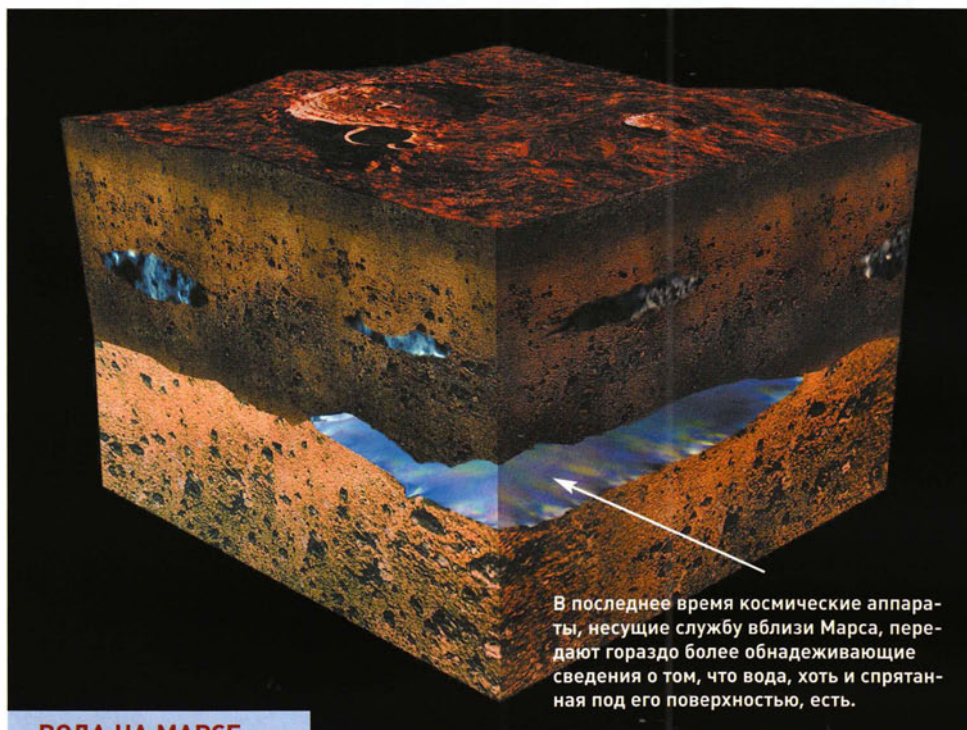
«Нетлэндер» на орбите Марса

**2010** К концу нынешнего десятилетия ученые надеются составить подробные минералогические карты Марса и детально изучить климат и погодные явления планеты. Все это необходимо для подготовки к высадке людей. К тому же времени должны быть разработаны и необходимые средства и технологии для осуществления точной посадки и передвижения по поверхности на длинные дистанции.

ИЛЛУСТРАЦИИ: JPL/NASA. ФОТО: MARS SOCIETY



Прежде чем ставить вопрос об освоении и заселении новой планеты, необходимо проделать огромное количество прикладных и фундаментальных научных исследований, которые дадут ответы на такие вопросы: насколько состав и внутреннее строение Красной планеты отличаются от земного, чем разнилось эволюционное развитие двух планет и какие ресурсы на поверхности Марса будут доступны для будущего использования? Ученым предстоит также выяснить, были ли прежде у Марса плотная атмосфера и океаны, остался ли где-то такой необходимый компонент существования, как вода, какие климатические изменения испытал он за свою долгую геологическую историю, каковы причины этих изменений и насколько устойчив климат планеты сегодня. И еще — имела ли на Марсе место химическая эволюция, которая могла бы привести к формированию органических молекул, то есть жизни, и можно ли ее следы обнаружить где-нибудь сегодня.



В последнее время космические аппараты, несущие службу вблизи Марса, передают гораздо более обнадеживающие сведения о том, что вода, хоть и спрятанная под его поверхностью, есть.

## ВОДА НА МАРСЕ

Первые попытки разыскать в марсианской почве прямые свидетельства наличия основы для жизни — жидкой воды и таких элементов, как азот и сера, не принесли успеха. Экзобиологический эксперимент, проведенный на Марсе в 1976 году после посадки на его поверхность американской межпланетной станции «Викинг», несшей на своем борту автоматическую биологическую лабораторию (АБЛ), не принес доказательств существования жизни. Отсутствие органических молекул на изученной поверхности могло быть вызвано интенсивным ультрафиолетовым излучением Солнца, так как у Марса нет защитного озонового слоя, и окисляющим составом почвы. Поэтому верхний слой марсианской поверхности (толщиной около нескольких сантиметров) — бесплоден, хотя существует предположение, что в более глубоких, подповерхностных, слоях сохранились условия, которые были милли-

арды лет назад. Определенным подтверждением этих предположений стали недавно обнаруженные на Земле на глубине 200 м микроорганизмы — метаногены, питающиеся водородом и дышащие углекислым газом. Специально же проведенный учеными эксперимент доказал, что подобные микроорганизмы могли бы выжить и в суровых марсианских условиях. Гипотеза о более теплом древнем Марсе с открытыми водоемами — реками, озерами, а может, и морями, а также с более плотной атмосферой — обсуждается уже более двух десятилетий, так как «обживать» столь негостеприимную планету, да еще при отсутствии воды, было бы очень сложно. Для того чтобы на Марсе могла существовать жидкая вода, его атмосфера должна была бы очень сильно отличаться от нынешней. В прошлом плотность марсианской атмосферы могла увеличиться из-за сильного потепления, вы-

завшего испарение полярных шапок и таяние подземных льдов. Предположения о переменчивости марсианского климата были подтверждены недавними наблюдениями на HST (Хаббловском космическом телескопе), производившем с околосредней орбиты максимально точные измерения характеристик его атмосферы и даже предсказывавшем марсианскую погоду. Оказалось, что климат Красной планеты претерпел существенные изменения — стал суше и холоднее — уже со времени посадки спускаемых аппаратов «Викинг» (1976 год). Возможно, это связано с сильными бурями, которые в начале 70-х годов подняли в атмосферу огромное количество мельчайших пылинок. Какое-то время эта пыль препятствовала остыванию Марса и испарению водяного пара в космическое пространство, но потом осела и планета вернулась к своему обычному состоянию.

Диаметр Марса меньше диаметра Земли почти в 2 раза, объем — в 7 раз, а масса — в 9.



ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ  
ВРЕМЕН ГОДА НА ЗЕМЛЕ  
И МАРСЕ В ЗЕМНЫХ СУТКАХ  
(ДЛЯ СЕВЕРНЫХ ПОЛУШАРИЙ)

	ЗЕМЛЯ	МАРС
Весна	93	171
Лето	94	199
Осень	89	171
Зима	89	146

## ВРЕМЕНА ГОДА

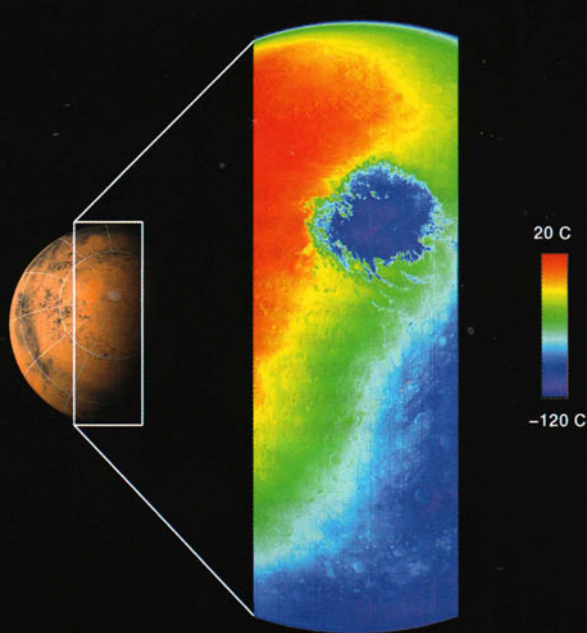
На сегодняшний момент известно, что из всех планет Солнечной системы Марс наиболее подобен Земле. Он сформировался приблизительно 4,5 млрд. лет назад. Ось вращения Марса наклонена к его орбитальной плоскости приблизительно на 23,9°, что сравнимо с наклоном земной оси, составляющим 23,4°, а потому там, как и на Земле, происходит смена сезонов. Хотя в отличие от Земли, которая движется почти по круговой орбите и где каждый сезон продолжается в течение 1/4 года, на Марсе, орбита которого имеет вытянутую форму (это ведет к различию почти в 42 млн. км между самым далеким и самым близким расстоянием его от Солнца, и чем он ближе к Светилу, тем быстрее движется по своей орбите), продолжительность каждого из четырех марсианских сезонов разнится в зависимости от его удаления от Солнца. А потому в марсианском северном полушарии зима коротка и относительно «умеренна», а лето длинное, но прохладное. В южном же наоборот — лето короткое и относительно теплое, а зима длинная и холодная. Марсианский день, называемый сол, составляет 24,66 часа, а его год — 669 сол.



### АТМОСФЕРА

Марс имеет очень тонкую и холодную, состоящую главным образом из углекислого газа, атмосферу, не защищающую его поверхность от жесткого солнечного излучения и служащую для нее плохим покрывалом. Атмосферное давление на Марсе составляет около 1% от земного и изменяется приблизительно на 15% в течение года. Над поверхностью планеты часто дуют сильные ветры, скорость которых доходит до 100 м/с. Иногда довольно обширные области на Марсе бывают охвачены грандиозными пылевыми бурями, и чаще всего они возникают вблизи полярных шапок. Водя-

ного пара в марсианской атмосфере совсем немного, но при низких давлении и температуре он находится в состоянии, близком к насыщению, и часто собирается в облака. Замерзшие углекислый газ и водяной пар образуют полярные шапки, размер которых меняется с движением Марса по орбите. Летом углекислый газ испаряется и поступает в атмосферу. Ветры переносят его к противоположной полярной шапке, где он снова замерзает. Этим круговоротом углекислого газа и разными размерами полярных шапок объясняется непостоянство давления марсианской атмосферы.



Температурная карта поверхности Марса. Средняя температура на планете значительно ниже, чем на Земле, около  $-40^{\circ}\text{C}$ . При наиболее благоприятных условиях на дневной ее половине воздух прогревается до  $20^{\circ}\text{C}$ , а вот зимней ночью может опускаться до  $-120^{\circ}\text{C}$ . Столь резкие перепады связаны с тем, что марсианская атмосфера не в состоянии долго удерживать тепло.

**Отправка даже одной экспедиции на Марс связана с огромными финансовыми затратами, которые, по некоторым оценкам, могут составить 100 млрд. долларов, и огромным риском для экипажа, поэтому подготовка к столь серьезному шагу должна быть не только всесторонней, но и требующей совместных усилий мирового сообщества. В настоящее время только две страны — США и Россия — способны самостоятельно создать межпланетный комплекс для высадки на Марсе человека. Хотя успех такого грандиозного проекта возможен только на основе международной кооперации, и в этой связи существуют различные варианты сотрудничества.**

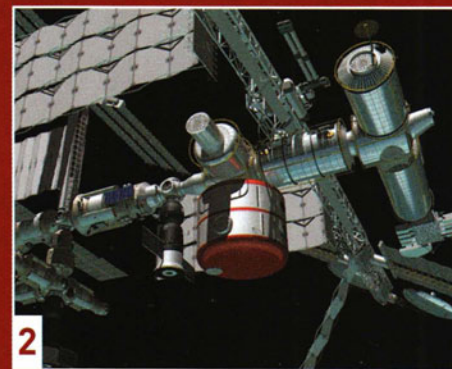
Американские специалисты считают, что экспедиция должна провести на Марсе 500 дней, то есть общая ее продолжительность может составить почти три года. Сам же план получил впечатляющее название «1 000 дней». В российских же проектах, более осторожных в связи с огромным опытом работы на орбите, пребывание космонавтов на планете едва ли превысит несколько дней. Согласно предлагаемому Россией плану марсианской пилотируемой экспедиции элементы корабля для сборки в единый комплекс должны быть прежде доставлены на околоземную орбиту (исходя из всех расчетов, вес МКК составит 600 т, и с Земли поднять такую машину не удастся). Затем этот комплекс с помощью двигательных установок должен выйти на межпланетную траекторию и в течение нескольких месяцев лететь к Марсу. На подлете к Красной планете комплекс затормозится и выйдет на околомарсианскую орби-

ту, потом от основной части комплекса отделится специальный посадочный корабль, в котором экипаж экспедиции (или его часть) спустится на поверхность Марса. А после выполнения работы экипаж на взлетном модуле, находящемся в составе посадочного корабля, возвратится на комплекс и экспедиция возьмет курс к Земле. Выбор из возможных вариантов создания комплекса делается с учетом основных критериев: обеспечение безопасности экипажа, стоимость, исследовательские возможности экспедиции, перспективность уже разработанных технических решений применительно к другим проектам, а также обеспечение высокой вероятности благополучного возвращения экипажа на Землю. Особое внимание уделяется жилому модулю, включающему в себя радиационное убежище с каютами для членов экипажа, средства жизнеобеспечения, командный пост, аппаратуру управления полетом,

солнечные батареи и шлюзовую камеру. Наиболее эффективным двигателем для использования на марсианском корабле, по мнению российских специалистов, является электрореактивный двигатель. В американском проекте для уменьшения веса космического корабля используется идея Роберта Зубрина, предусматривающая производство топлива на Марсе непосредственно из местных ресурсов. Для этого на Красную планету необходимо доставить водород и ядерную силовую установку, которая обеспечит вала бы электричеством и жилой комплекс, и завод по производству метана — его планируют получить из водорода, привезенного с Земли, и углекислого газа, взятого из марсианской атмосферы. Используя химическую реакцию Сабатье, из углекислого газа и водорода получают кислород и метан. Шесть тонн водорода, доставленного с Земли, позволяет в течение 6—8 месяцев произвести 84 т



1 Вывод жилого модуля на околоземную орбиту может проводиться с помощью ракетносителя «Энергия» с космодрома Байконур.



2 Прототип марсианского жилого модуля может быть пристыкован к МКС, где в нем пройдут окончательные испытания и тренировки.

ИЛЛЮСТРАЦИИ: MARS SOCIETY, JPL/NASA





жидкого кислорода и 24 т метана, последнего должно быть достаточно и для заправки модуля, предназначенного для возвращения космонавтов, и для обеспечения горючим марсохода, который останется работать на планете. Причем, по замыслу Роберта Зубрина, горючее должно быть готово еще до прилета землян на Марс. Таким образом, на Марс ежегодно придется посылать 2 корабля — один с космонавтами, другой — с комплексом для производства горючего для следующей экспедиции (их совместная стоимость — около 50 млрд. долларов). Российские ученые считают эту идею в перспективе плодотворной, но убеждены, что в первой пилотируемой экспедиции ее использование преждевременно. Российские специа-

**По расчетам профессора астронавтики Д. Логански и его аспиранта М. Окуцу из университета Пурдю (Индиана, США), сделанным для современных двигателей, марсианский корабль должен покинуть Землю 14 января 2014 года. В следующий же раз столь благоприятная ситуация может сложиться как минимум через 10 лет.**

листы предлагают также не посылать на Марс заводы по производству химических элементов горючего, а напрямую использовать углекислый газ, взятый из марсианской атмосферы, в качестве окислителя порошкообразных металлов. Наиболее же перспективным горючим для двигате-

ля, по их мнению, является магний, легко воспламеняющийся в среде из углекислого газа.

Что же касается времени отправки экспедиции, то день 14 января 2014 года предпочтителен потому, что если на пути к Марсу с кораблем возникнут технические проблемы, то он сможет вернуться на Землю, используя гравитационное поле Марса и Венеры. Хотя, если к моменту старта пилотируемой экспедиции плазменные двигатели достигнут необходимого уровня развития, то проблема аварийного возврата перестанет быть актуальной. Но в любом случае первая марсианская миссия стартует только тогда, когда все необходимое для ее осуществления будет находиться в полной готовности. Нам же остается только ждать.



**3** Посадочный аппарат спускается на марсианскую поверхность. Система жизнеобеспечения для команды должна прибыть сюда за 26 месяцев до приземления людей. Она будет включать корабль для возвращения с пустыми топливными баками, завод по производству топлива, жилой модуль и исследовательское оборудование.



**5** Завод по производству топлива начинает работу после посадки. Корабль для возвращения на Землю должен быть полностью заправлен еще перед тем, как марсианская экспедиция покинет Землю.



**7** После того как согласно американскому плану космонавты проведут на поверхности Марса 500 дней, они покинут планету на взлетном модуле, который пристыкуется к кораблю, находящемуся на орбите.



**4** В плане Р. Зубрина «Прямо на Марс» предусматривается, что жилой модуль, используемый как дом для команды, останется на месте приземления. При прибытии новой партии космонавтов новый жилой модуль будет добавляться к инфраструктуре постоянной базы. Модули, приземляющиеся в области предварительно выбранной базы, могут иметь колеса, прикрепляемые снизу к их посадочным устройствам. Затем с помощью тросов и лебедок они могут быть передвинуты и сцеплены все вместе напрямую либо соединены герметичными туннелями.



**6** Герметизированный вездеход с низким внутренним давлением допускает применение скафандров с низким давлением для работы на поверхности Красной планеты. Такой скафандр будет очень легким и гибким, в отличие от тяжелого современного скафандра, который представляет собой «космический корабль в миниатюре».



**8** На высоте около 200 км над поверхностью Марса происходит стыковка капсулы с кораблем для возвращения на Землю.



## ПЛАНЕТАРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Что касается долгосрочных планов «оживления» Марса, то они направлены на разработку концепции, которая позволила бы с помощью растений уменьшить в его атмосфере уровень углекислого газа и произвести необходимое количество кислорода. Для создания атмосферы на поверхности Красной планеты предлагается построить фабрики, производящие искусственные парниковые газы. Роберт Зубрин и Крис Маккей предполагают, что это должен быть перфлюорометан (CF<sub>4</sub>). В своей недавно изданной книге «Вступление в космос» Зубрин утверждает, что если производить и выпускать этот газ на Марсе с той же скоростью, с которой сегодня на Земле производятся подобные газы (приблизительно 1 000 т в час), то за несколько десятилетий средняя температура на всей Красной планете могла бы увеличиться на 10°C. Такое потепление вызвало бы появление большого количества углекислого газа, являющегося парниковым, который в дальнейшем мог бы

обогревать эту планету. Еще теплее сделать ее могло бы и увеличившееся содержание в атмосфере водяного пара. Усилить же эти эффекты можно было бы в результате использования метаногенов и создающих аммиак бактерий, так как и метан, и аммиак также относятся к разряду парниковых газов. Общим результатом подобной программы могут явиться создание такой атмосферы на Марсе, которая будет приемлема с точки зрения давления и температуры, и появление на его поверхности жидкой воды в течение 50 лет от начала эксперимента. И хотя эта искусственно созданная атмосфера не может считаться подходящей для того, чтобы человек свободно дышал, она могла бы существенно подддерживать зерновые культуры и дала бы возможность астронавтам прогуливаться по поверхности в кислородных масках. По крайней мере, до тех пор, пока не создадут ту атмосферу, которая будет полностью пригодна для дыхания. Несмотря на то что

превращение Марса в планету, подобную Земле, не будет нарушением Соглашения по Космосу (1967 год), запрещающего только «вредное», невыгодное использование космического пространства, уже сейчас как со стороны некоторых ученых, так и со стороны защитников окружающей среды звучат весьма энергичные возражения. Одни считают, что недопустимо приступать к освоению Марса, не изучив подробнейшим образом его геологический состав и климат, другие утверждают, что вторжение человека на эту планету может губительным образом сказаться на уникальной марсианской среде, нарушив ее первозданность. Существует также и третья группа людей, вообще выходящих из человека источник всех бед: он уже непозволительно засорил не только собственную планету, но и околоземное пространство, и та же печальная участь может постигнуть и Марс в том случае, если он все-таки станет форпостом человеческой цивилизации.

**РОБЕРТ ЗУБРИН** — автор более ста научных и популярных публикаций, посвященных освоению Марса. Он окончил Вашингтонский университет и является основателем и президентом компании Pioneer Astronautics. Ему принадлежит авторство плана марсианской экспедиции под названием «Прямо на Марс». Кроме того, Зубрин возглавляет международное Марсианское Общество — Mars Society, которое имеет свои отделения в 39 странах.



О работе Российского отделения Общества рассказывает его руководитель **ГЕННАДИЙ ГУСЕВ**: «Наша главная задача — это пропаганда освоения космоса, и в частности Марса, оказание поддержки всем начинаниям в этой области, а также разработка и реализация собственных программ. Помимо этого, мы занимаемся проведением конкурсов для детей и школьников, посвященных теме освоения космоса, способных повысить их эрудированность и показать, что наша страна является великой космиче-

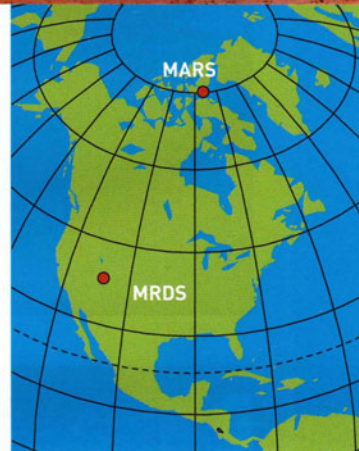
ской державой. Мы пытаемся развивать подобные отделения в различных городах России, готовим проекты для арктической станции, участвуем в создании европейской аналоговой станции в Исландии, которая должна появиться в 2003 году, ищем кандидатов, готовим их. И кроме того, наше отделение является одним из отделов проектирования, готовящим предложения по необходимому оборудованию, такому как вездеходы, скафандры, мини-вертолеты, зонды и тому подобное».



Жилой модуль, гараж и оранжерея аналоговой станции MARS на острове Девон

## MARS

Один из аналогов марсианской станции располагается за Полярным кругом, в кратере Хаугтон на острове Девон (Канада). Для работ по данному проекту были приглашены специалисты из всех стран-участниц Марсианского общества. Он установлен в полярной пустыне, условия которой наиболее близки к тем, что существуют на поверхности Марса. Геологические и ледниковые особенности острова схожи с марсианскими, а его дневные температуры подобны марсианским «летним». Есть, правда, одно существенное отличие — атмосфера Девона в 100 раз плотнее марсианской, но в остальном этот остров является идеальным испытательным полигоном и для технологий, и для оборудования, необходимых в марсианской экспедиции. В мае 2000 года на станции прошел первый полевой сезон. Основным элементом проекта MARS — модуль среды обитания. Он имеет приблизительно 8,4 метра в диаметре и состоит из 3 этажей, подготовленных для жизни и работы 6 человек одновременно. Среда обитания разработана как многофункциональное объединение объектов: жилой блок, рабочие комнаты и лаборатории со стерильными комнатами, спортзал, камбуз и медицинский блок. Три палубы модуля связаны центральным ходом и многозвенной схемой, которая также соединяется с главным тамбуром на нижней палубе. Нижняя палуба модуля еще служит для хранения оборудования. Поддерживать главный модуль



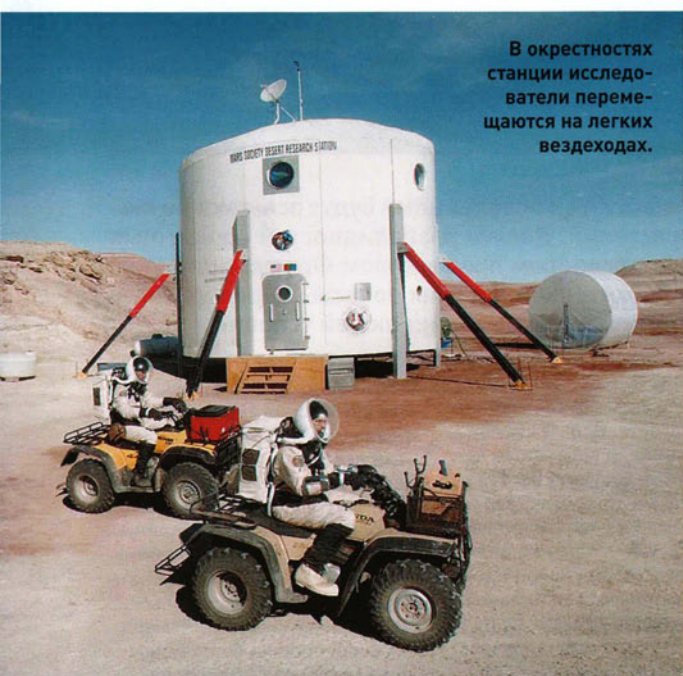
среды обитания будут надувная оранжерея и гараж (ангар) для хранения вездеходов. И оранжерея, и гараж связаны с модулем среды обитания туннелями через тамбур. Панели солнечных батарей, расположенные недалеко от модуля среды обитания, обеспечивают его электроэнергией. Это будет само по себе интересное испытание — ведь здесь батареи получают меньше солнечного света, чем на Марсианском экваторе, а значит, теоретически, если их мощности окажется достаточно для обеспечения жизнедеятельности в Арктике, то подобные батареи смогут использовать на Марсе. Однако поскольку поверхности Марса, находящегося в 2 раза дальше от Солнца, чем Земля, достигает всего 44% солнечной радиации, то там для получения энергии от Солнца потребуются вдвое больше оборудования, чем в земных условиях. К тому же и пыльные бури могут прелпятствовать получению этого вида энергии, а потому альтернативным источником может быть использование атомной энергии.



Для того чтобы подготовить астронавтов к работе на чужой планете, аналоги марсианских станций создаются на Земле. Проект MARS Марсианского общества является первой практической попыткой решить многие из проблем, которые неизбежно встанут перед теми, кто будет осваивать марсианские просторы. Главная его цель — проверить пригодность модуля среды обитания и его роли в будущих полетах, испытать вездеходы, оборудование и технологии, необходимые для выживания на поверхности Марса.



Аналоговая станция **FMARS** на острове Девон (полевой сезон с 6 по 26 июля 2002 года) и ее обитатели



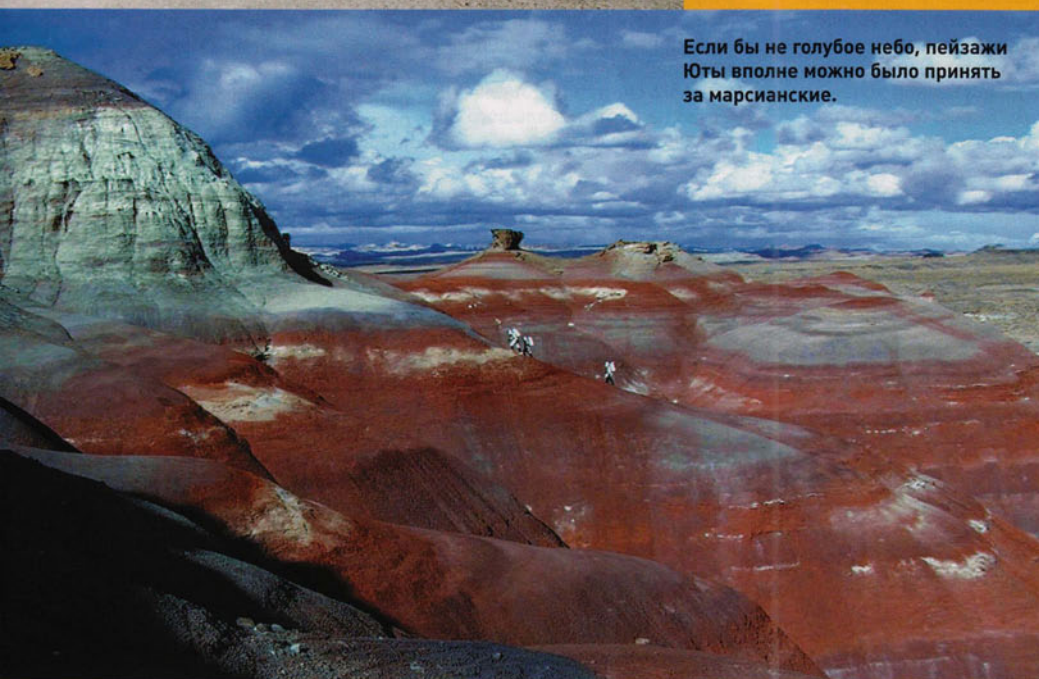
В окрестностях станции исследователи перемещаются на легких вездеходах.



Исследования грунта

### MDRS

Вторая из планируемых четырех аналоговых станций — MDRS приступила к работе в феврале 2002 года в пустыне штата Юта к северо-западу от Хенксвилла. В течение 3 месяцев до мая 2002 года здесь каждые 2 недели сменялись группы исследователей, испытывавшие новые технологии.



Если бы не голубое небо, пейзажи Юты вполне можно было принять за марсианские.

### ... И ОСТАЛЬНЫЕ

В 2003 году будет введена в действие станция «Евро-Марс» — еще один аналог марсианской станции. Цель ее работы состоит в изучении характера взаимодействия членов экипажа и исследовании условий жизни, включая связь между «командой» и «центром управления полетом», а также индивидуальные отношения членов экипажа, отрезанных от семей и привычной жизни на период от 6 до 12 месяцев.

В России также накоплен опыт создания и работы аналоговых станций. В Институте медико-биологических исследований Академии наук еще в 60-х годах прошлого века был создан наземный экспериментальный комплекс в качестве модели для исследований по подготовке марсианского полета. В период с июня 1999-го по апрель 2000-го на этом комплексе в течение 240 дней проводился международный эксперимент SFINCS, в котором принимал участие 21 специалист из России, Франции, Японии, Канады и Германии. Цель проекта состояла в отработке совместных действий международных экипажей, центральное же место в нем занимала психология, если же более конкретно, то анализ взаимоотношений между людьми в условиях изоляции. Сейчас в Институте рассматривается возможность проведения нового эксперимента, призванного симитировать полет на Марс, выход на его поверхность, параллельно также предполагается испытать новые технологии.



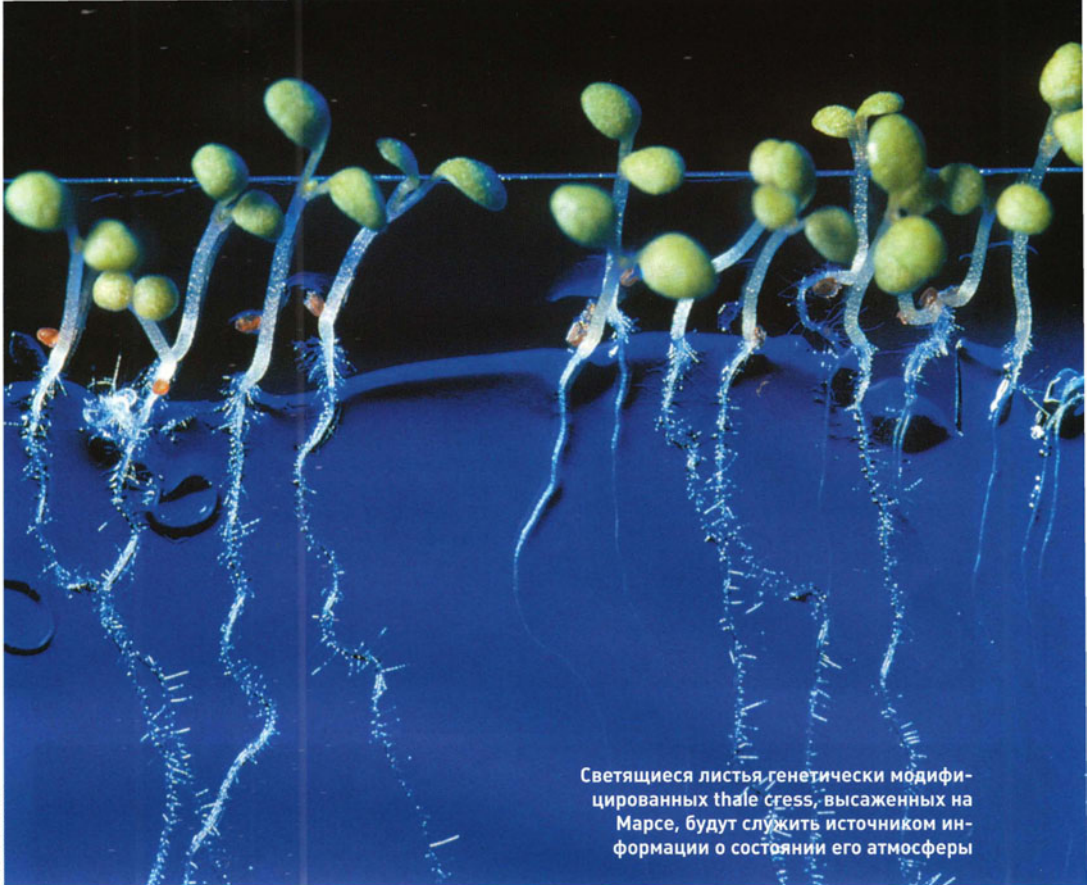
### Прототип системы EMCS



### КУЛЬТИВИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ

В настоящее время ведутся интенсивные разработки системы для выращивания на борту космического корабля растений. Модель такой системы уже собрана на заводе компании ROVSING близ Копенгагена и отправлена в Европейский центр космических исследований и технологий, который располагается в Нидерландах. Предполагается, что эта система, названная EMCS (European Modular Cultivation System), отправится в 2003 году на МКС, где и будет проведен ряд экспериментов, предшествующих марсианской экспедиции.

Основным модулем этой системы является климатическая камера, в которой поддерживаются заданные влажность, температура, состав воздуха, интенсивность освещения, подача воды и прочие параметры, от которых зависит рост растений. Той же компанией ROVSING разрабатывается и космическая биолaborатория, основным элементом которой является та же самая климатическая камера. Ей также предстоит путешествие на МКС.



SPL/FEAST NEWS

Светящиеся листья генетически модифицированных thale cress, высаженных на Марсе, будут служить источником информации о состоянии его атмосферы

**Не исключено, что первыми марсианскими поселенцами будут все-таки не люди, а новая порода светящихся растений. Десять разновидностей крошечных растений горчицы, созданных биоинженером профессором Флоридского университета Робом Ферлом, предположительно должны попасть на поверхность Марса в 2007 году и создать там пригодные для жизни людей условия.**

Растения эти генетически закодированы так, что в случае возникновения каких-нибудь проблем будут светиться мягким зеленым сиянием. Причем свой код имеет каждое из них — одни, например, будут светиться при низком уровне кислорода, а другие — при недостатке воды или питательных веществ в почве. Марс встретит этих зеленых «пришельцев» и экстремальной температурой, и низким давлением воздуха, и жестким ультрафиолетовым излучением, и непривычной почвой, они же, в свою очередь, приспособившись к новой среде

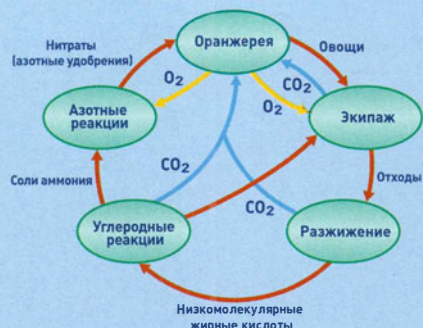
обитания, будут подавать сигналы в случае возникновения дискомфорта. Ведь и кислород, и пища, и вода, столь необходимые будущим исследователям, не смогут доставляться с Земли на Марс регулярно, а вот растения дадут возможность обеспечить колонистов всем этим непосредственно на месте, создав замкнутую, поддерживающую жизнь, саморегулируемую биосистему. Послать же на Марс эти биоинженерные растения специалисты из Научно-исследовательского Центра NASA планируют на борту небольшого космического корабля —

«Разведчик Марса», представляющего собой заполненный семенами марсоход, способный вскопать марсианскую почву, добавить в нее удобрения, а затем посадить семена внутри миниатюрной теплицы. Вззошедшие растения, борясь за выживание, будут испускать мягкий зеленый свет, посылая те или иные сигналы. Камера, размещенная на борту марсохода, запишет свечение на сигнальное устройство, а затем передаст эти сигналы на Землю. Конструкция генов светящихся растений состоит из двух частей: чувствительная сторона, обнаруживающая стресс, и сообщающая — вызывающая свечение. Первая из них происходит от гена самого растения *Arabidopsis thaliana*, члена семейства горчицы (thale cress). Ферл и его коллеги выбрали *Arabidopsis* потому, что три его характеристики идеально подходят для марсианской миссии (его максимальная высота в 15,2 см позволяет приспособиться к условиям небольшой теплицы, а жизненный цикл — всего 6 недель). Растения *Arabidopsis* уже вращаются вокруг Земли на борту МКС как часть независимого эксперимента, призванного установить, как растения реагируют на свободное падение.

ЛЮДМИЛА КНЯЗЕВА

### «МЕЛИССА»

Исследователи и конструкторы Европейского космического агентства работают над разработкой еще одной уникальной системы, благодаря которой «отходы» жизнедеятельности человеческого организма смогут превращаться в удобрения. Эта установка, получившая название «Мелисса», предназначена для нужд астронавтов, готовящихся к трехлетнему полету на Марс. Это даст астронавтам возможность выращивать на Марсе привычные для землян овощи. Специалисты Европейского космического агентства утверждают, что строительство прототипа «Мелиссы» будет завершено уже к 2005 году.



**«Мелисса» должна состоять из пяти отсеков, в которых будет происходить переработка фекалий в натуральное удобрение, которое предполагается добавлять в марсианскую почву.**





ФОТОГРАФИИ ПРЕДОСТАВЛЕНЫ NSBRI

◀ В США исследованиями в области космической медицины занимается Национальный институт космических биомедицинских исследований в Хьюстоне (NSBRI). На фото: тест на нейровестибулярную адаптацию. По движениям глаз, наблюдающих за перемещающимися полосками, оценивается работа вестибулярного аппарата.

## О влиянии космического окружения на здоровье человека нашему журналу рассказывает ведущий научный сотрудник ГНЦ РФ Института медико-биологических проблем РАН кандидат биологических наук Анатолий Николаевич ПОТАПОВ:

«Современная космонавтика уже располагает опытом длительного пребывания человека в космосе. Так, врач Валерий Поляков 7 лет назад провел на околоземной орбите почти полтора года. Этого времени вполне достаточно, чтобы долететь до Марса и вернуться обратно. Однако принципиальное отличие марсианской экспедиции от полетов на орбитальной станции заключается в том, что у космонавтов времени на адаптацию не будет, им надо начинать работать на чужой планете сразу же после перелета, а потому к моменту подлета к Марсу они должны быть в очень хорошей физической форме.

К тому же если в предыдущих полетах от Земли их отделяли всего несколько сот километров, то для марсианской экспедиции, которой предстоит преодолеть десятки, а то и сотни миллионов километров, потребуется своеобразный «Новый ковчег» — космический корабль, существующий полностью в автономном режиме.

**ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ** Для подобного полета необходимо создание системы жизнеобеспечения так называемого замкнутого цикла. И если сейчас на орбиту с помощью грузовых кораблей доставляется необходимый запас воды и продуктов питания, то в длительном полете кораблю, вышедшему за пределы околоземной орбиты, придется рассчитывать только на собственные ресурсы. В первой экспедиции к Марсу возможно использование принципа той системы жизнеобеспечения, которая зарекомендовала себя на станции «Мир» и МКС в течение продолжительного срока эксплуатации, но она несомненно нуждается в усовершенствовании. Эта система основана на принципе физико-химической регенерации воды и получения кислорода методом электролиза.

**ИЗЛУЧЕНИЕ** Серьезной опасностью, с которой космонавты столкнутся во время межпланетного перелета и пребывания на Марсе, являются ионизирующие

лучи, которые порождают Солнце и Галактика. Земля от губительного воздействия радиации защищают земные атмосфера и магнитное поле, но в открытом космосе человек уже не может использовать эти преимущества. Поэтому учеными проводятся работы по изучению возможной радиационной обстановки в межпланетном пространстве, в том числе исследуются энергии и спектры галактических космических и солнечных лучей, равно как и та опасность, которую они могут представлять для здоровья человека. Входящие в состав лучей тяжелые элементы, например ядра железа, обладают большой проникающей способностью и могут выводить из строя живые клетки. Значительная опасность возникает в том случае, если они «прощьют» зрительный нерв или нервные клетки головного мозга. Отдаленными последствиями радиации могут стать: возникновение катаракты, изменение генетического аппарата клеток организма и возникновение раковых заболеваний. Разработанные на сегодняшний день медицинские препараты — радиопротекторы не способны полностью решить проблему защиты человека от воздействия радиации, поэтому

для марсианского корабля необходимо создание надежного радиационного убежища. Эту задачу может выполнять защищенная металлическими стенками большой толщины каюта для отдыха космонавтов, позволяющая снизить дозу космического излучения, в то же время не менее эффективным защитным средством могут служить резервные запасы воды и масса оборудования космического корабля.

**НЕВЕСОМОСТЬ** Другая опасность для здоровья человека связана с тем, что в космосе отсутствует гравитация, на Марсе же она составляет всего 38% от земной. Как только человек попадает в космос, его организм начинает перестраиваться. Сначала из-за перегрузок при преодолении земной гравитации происходит нарушение вестибулярного аппарата, что может привести к возникновению определенных иллюзий, вследствие которых совершаются ошибки в оценке расстояний между предметами, а также в управлении кораблем. Происходит это потому, что механизм кровообращения нарушается, кровь приливает к голове и для адаптации требуется некоторое время. Однако подобные последствия невесомости проходят достаточно быстро. В условиях нулевой гравитации перестраивается и гормональная система, например изменяется концентрация выработки гормонов, связанных с водно-солевым обменом, так как сердце переполняется кровью и не в состоянии сразу переработать большое ее количество. В организме начинают выделяться гормоны, способствующие удалению из него этой, как бы лишней, крови, и он через почки начинает терять воду, что ведет к частичному обезвоживанию организма. Для того чтобы справиться с этими негативными последствиями, космонавтам необходимо выпивать не менее 3 литров жидкости в день. И все равно целый ряд «эффектов невесомости» не снимается, что крайне настораживает врачей. Из-за потери минералов, в частности кальция и калия, происходит разрушение костной ткани и развивается мышечная атрофия. При этом больше всего кальция теряют кости ног и таза, меньше — ребра и кости рук, а вот в костях черепа его количество даже увеличивается. Иногда процесс потери минералов

Человека, рожденного жить и работать в совершенно определенных земных условиях, в космосе ожидают большие трудности. Вырвавшись за пределы земной атмосферы, он лишается привычной и естественной для него земной тяжести, а потому серьезным препятствием на пути обживания космоса становится невесомость, хотя сейчас это состояние изучено уже достаточно хорошо. За время пребывания в космосе более года человек может потерять до 20% костной ткани и до 25% мышечной.



продолжается и на Земле, восстановление же до нормы после 8 месяцев пребывания в космосе может занимать около двух лет, а иногда и больше. Поэтому при выборе команды важным фактором должен стать генетический отбор, так как организмы разных людей в разной степени подвержены остеопорозу, а это заложено именно на генетическом уровне.

Кстати говоря, на станции «Мир» использовалось искусственное ультрафиолетовое облучение кожных покровов космонавтов для стимуляции выработки витамина Д, способствующего уменьшению деминерализации костей в длительных полетах. Подобная система мер профилактики может функционировать и на борту пилотируемого марсианского корабля. В отличие от костной мышечная масса в условиях нормальной гравитации способна довольно быстро восстанавливаться, хотя при длительной невесомости ее потери могут достигать до 25%. Для того чтобы предотвратить столь значительные потери, ученые разрабатывают специальное питание и лекарственные препараты. В первую очередь в невесомости страдают так называемые антигравитационные тонические мышцы (мышцы ног и спины), в области рук мышечная масса почти не теряется, так как на них в космосе происходит увеличение нагрузки.

Важным моментом после длительного перелета являются сохранение работоспособности и

проблема перехода от нулевой гравитации к марсианской, что также может вызвать в организмах космонавтов стресс. И хотя на Марсе гравитация почти вдвое меньше земной, к ней все равно необходимо подготовиться заранее. Одним из решений может быть создание на корабле в течение последних 2 месяцев полета гравитации, подобной марсианской. Это позволит космонавтам постепенно адаптироваться к новым условиям и тем самым сохранить работоспособность при посадке.

Снизить неблагоприятное воздействие невесомости может также искусственная сила тяжести. Ее создают с помощью короткорadiusной центрифуги. Однако для ученых существует еще много вопросов, касающихся того, сколько времени нужно вращать подобную центрифугу и какая гравитация может считаться оптимальной.

**ПСИХОЛОГИЯ** Многие психологи придерживаются того мнения, что едва ли не самой сложной проблемой в столь длительном полете является психологическое состояние и совместимость членов экипажа. Когда группа людей оказывается в ограниченном пространстве, психологи в ряде случаев отмечают среди них проявление агрессивности, а в результате могут возникнуть серьезные конфликты, поэтому важным критерием отбора космонавтов должна стать стрессоустойчивость, а также умение принимать в критических ситуациях



ФОТОГРАФИИ ПРЕДОСТАВЛЕНЫ NSBRI

**В открытом космосе отсутствует и привычное для нас магнитное поле, на Марсе же оно не только в 1 000 раз меньше земного, но и не имеет того глобального характера, который существует на Земле. Большая часть поверхности этой планеты, на которой имеются только точечные магнитные поля, размагничена. Как показывают исследования, отсутствие магнитного поля неблагоприятно сказывается на состоянии вегетативно-нервной системы человека и, соответственно, снижает его работоспособность. Совершенно очевидно, что как на борту корабля, так и в базовом марсианском лагере будет необходимо создавать искусственное магнитное поле.**

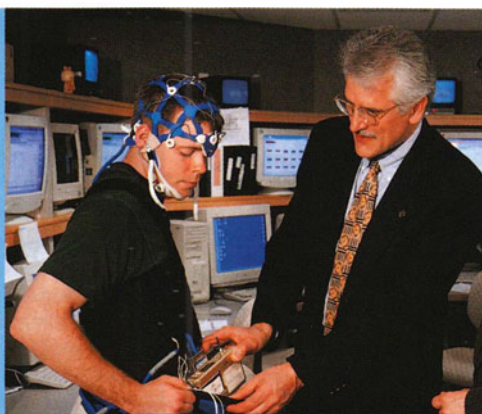
**Специальная тренировочная программа подготавливает космонавтов к ориентации в состоянии невесомости.**

быстрые, правильные решения. Если экспедиция будет международной, то в ее состав войдут представители разных культур, религий, образа жизни и философии, значит, нужно заранее просчитать возможные конфликтные ситуации, чтобы постараться их избежать. Для того чтобы космонавты не чувствовали себя оторванными от Земли, предполагается, что на космическом корабле необходимо воссоздать иллюзию смены времен года, пения птиц или привычных для землян запахов.

**МЕДИЦИНА** Поскольку людям, находящимся в космосе, может понадобиться медицинская помощь, которую нельзя будет получать с Земли, то в состав команды обязательно должен входить профессиональный врач. Ему будут помогать автоматизированные диагностические системы, выдающие предварительный анализ. Сейчас по всему миру разрабатываются новейшие технологии, способные облегчить работу бортового врача. Американские ученые, например, разрабатывают наборы специальных хирургических инструментов, которые сначала планируется испытать в условиях невесомости на МКС, а впоследствии, возможно, использование подобных инструментов и в марсианской экспедиции. Несмотря на то что, по предварительным расчетам, связь с Марсом будет осуществляться с задержкой до 20 минут, существенную поддержку врачу окажут телемедицинские технологии, благодаря которым на Землю можно будет передавать медицинские показатели, для установления диагностики и получения необходимых консультаций. •

## РЕЖИМ ДНЯ И НОЧИ

Работа в космосе предусматривает максимальную концентрацию внимания для работы со сложной аппаратурой, а поскольку 24-часовой цикл человеческой жизнедеятельности в космосе исчезает, то это обстоятельство ведет к бессоннице. А ведь во время сна снижается активность пищеварительной системы, замедляется процесс обмена веществ и активизируются восстановительные процессы в клетках. Если же суточный ритм сбивается, то у космонавтов может развиваться такое заболевание, как десинхроноз. Иногда при чрезмерно большой нагрузке у людей, работающих за бортом корабля, может возникать декомпрессионная болезнь, которой на Земле страдают водолазы. Она возникает, когда в кровь выделяется повышенное количество углекислоты, которая может забирать на себя остатки азота, содержащегося в крови. В результате возникают так называемые азотные пузырьки и происходит нарушение микроциркуляции — закупорка мелких сосудов. В отличие от мужского женский организм более подвержен декомпрессионной болезни из-за большего количества жира, в котором и содержится



**Жилет и наголовник с вмонтированными датчиками используются для контроля за дыхательной деятельностью и импульсами мозга во время сна.**

растворенный азот. К тому же женщины более чувствительны к радиации, да и вообще, влияние космоса на их организм гораздо меньше изучено. А потому российские специалисты считают участие женщин в первой марсианской экспедиции преждевременным.

ФОТОГРАФИИ ПРЕДОСТАВЛЕНЫ NSBRI