

# ПОЛЕТ ЧЕЛОВЕКА

Мечта о полете человека на планету Марс имеет давнюю историю, но только сегодня мы подошли к возможности ее исполнения очень близко. Во многом интерес к Марсу был связан с ожиданием встречи братьев по разуму. И хотя рассчитывать на обнаружение на Марсе разумных существ не приходится, какие-то формы жизни там, вероятно, можно отыскать. Но значение полета человека на Марс выходит далеко за пределы поиска жизни вне Земли. Важно, что Марс — единственная планета, перспективная с точки зрения ее колонизации. Существует мнение, что на Марс следует отправлять не экипаж, а автоматические станции, которые способны заменить человека-исследователя (см. «Наука и жизнь» № 4, 2006 г.; № 1, 2007 г.). Несмотря на это, работы по осуществлению полета ведутся, а в Институте медико-биологических проблем начинается эксперимент по моделированию полета.

О проекте готовящейся марсианской экспедиции рассказывает Леонид Алексеевич Горшков, главный научный сотрудник РКК «Энергия», доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии, действительный член Академии космонавтики. Один из руководителей работ по марсианской программе в РКК «Энергия». Принимал непосредственное участие в проектировании и разработке кораблей «Союз», станций «Салют», «Мир» и российского сегмента Международной космической станции (МКС). В 1994—1998 годах Л. А. Горшков был заместителем директора программы Международной космической станции с российской стороны.

**Доктор технических наук Л. ГОРШКОВ.**

## КАК ВЫГЛЯДИТ ПОЛЕТ ЧЕЛОВЕКА НА МАРС

Перелет с орбиты Земли на орбиту Марса займет 2—2,5 года. Корабль, в котором все это время должен жить и работать экипаж, имеет массу 500 тонн, и топлива ему

требуется сотни тонн. Именно масштабность задачи отличает полет человека на Марс от полетов сравнительно небольших автоматических аппаратов. Общая масса всего пилотируемого комплекса становится значительно больше, чем могут вывести на орбиту даже самые мощные ракеты-носители. Поэтому создавать гигантскую ракету для выведения с Земли всего межпланетного комплекса не имеет смысла. Проще отправлять его на око-

## ● ТЕХНИКА. ДАЛЬНИЙ ПОИСК

лоземную орбиту по частям, из этих частей и собирать там комплекс, используя уже отработанные технологии сборки на орбите.

Полет произойдет следующим образом. За несколько месяцев комплекс соберут, и межпланетная экспедиция по гелиоцентрической орбите перелетит в окрестности Марса. Так как опускать весь межпланетный корабль на поверхность Марса нецелесообразно, в составе комплекса будет взлетно-посадочный модуль. После выхода межпланетного экспедиционного комплекса на круговую орбиту вокруг Марса в нем экипаж или его часть совершит посадку на поверхность планеты. После окончания работы на поверхности космонавты вернутся на корабль. Межпланетный экспедиционный комплекс стартует с околомарсианской орбиты к Земле и выйдет на орбиту, с которой стартовал к Марсу. На корабле возвращения экипаж спустится на Землю.

Таким образом, межпланетный экспедиционный комплекс состоит из четырех основных функциональных частей: корабля, в котором работает экипаж и размещается все основное оборудование; межпланетного буксира, обеспечивающего перелет по межпланетной траектории; взлетно-посадочного комплекса и корабля возвращения на Землю.

Основная проблема организации полета человека на Марс — обеспечить высокую вероятность благополучного возвращения

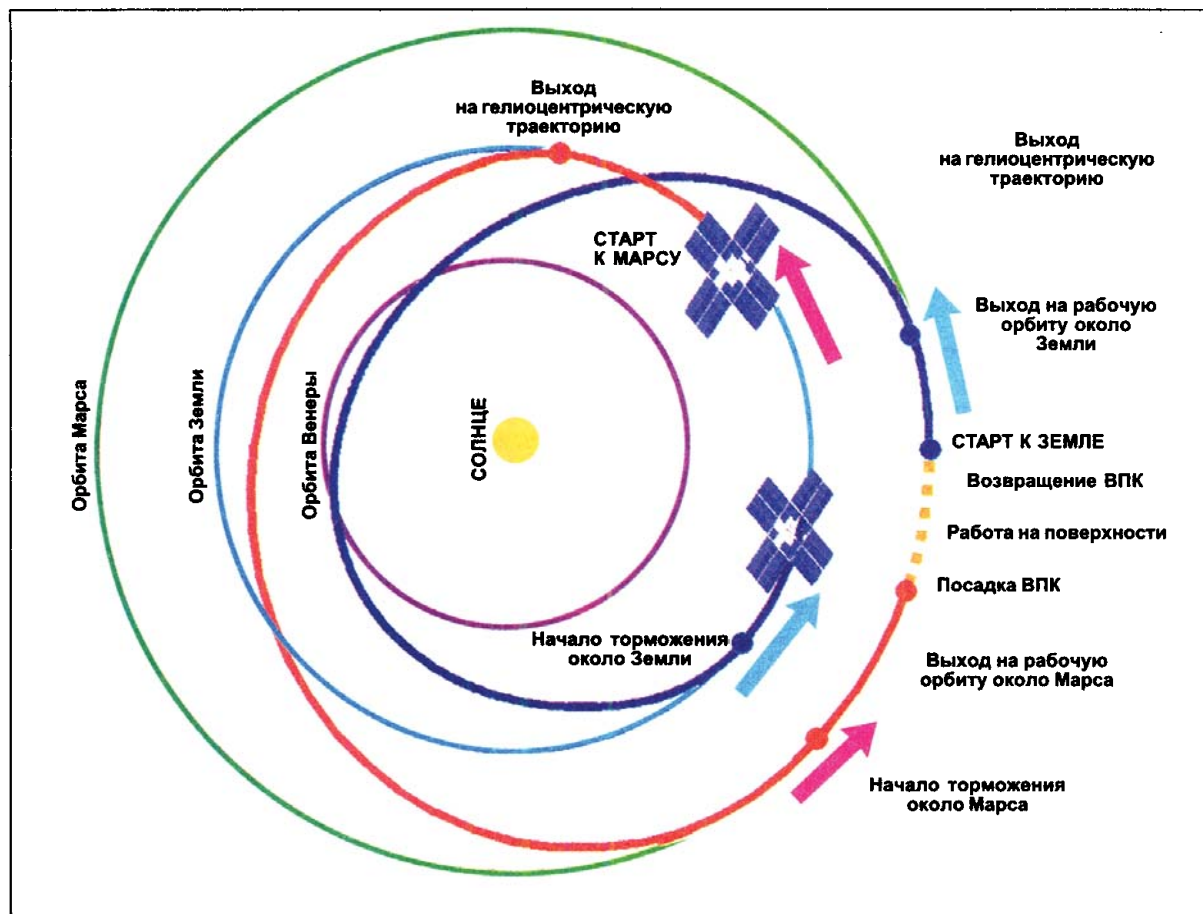
экипажа. Уровень безопасности экипажа должен соответствовать российским стандартам, то есть марсианская экспедиция должна быть не опаснее, чем, например, полет на орбитальную станцию. Выполнить это требование чрезвычайно сложно.

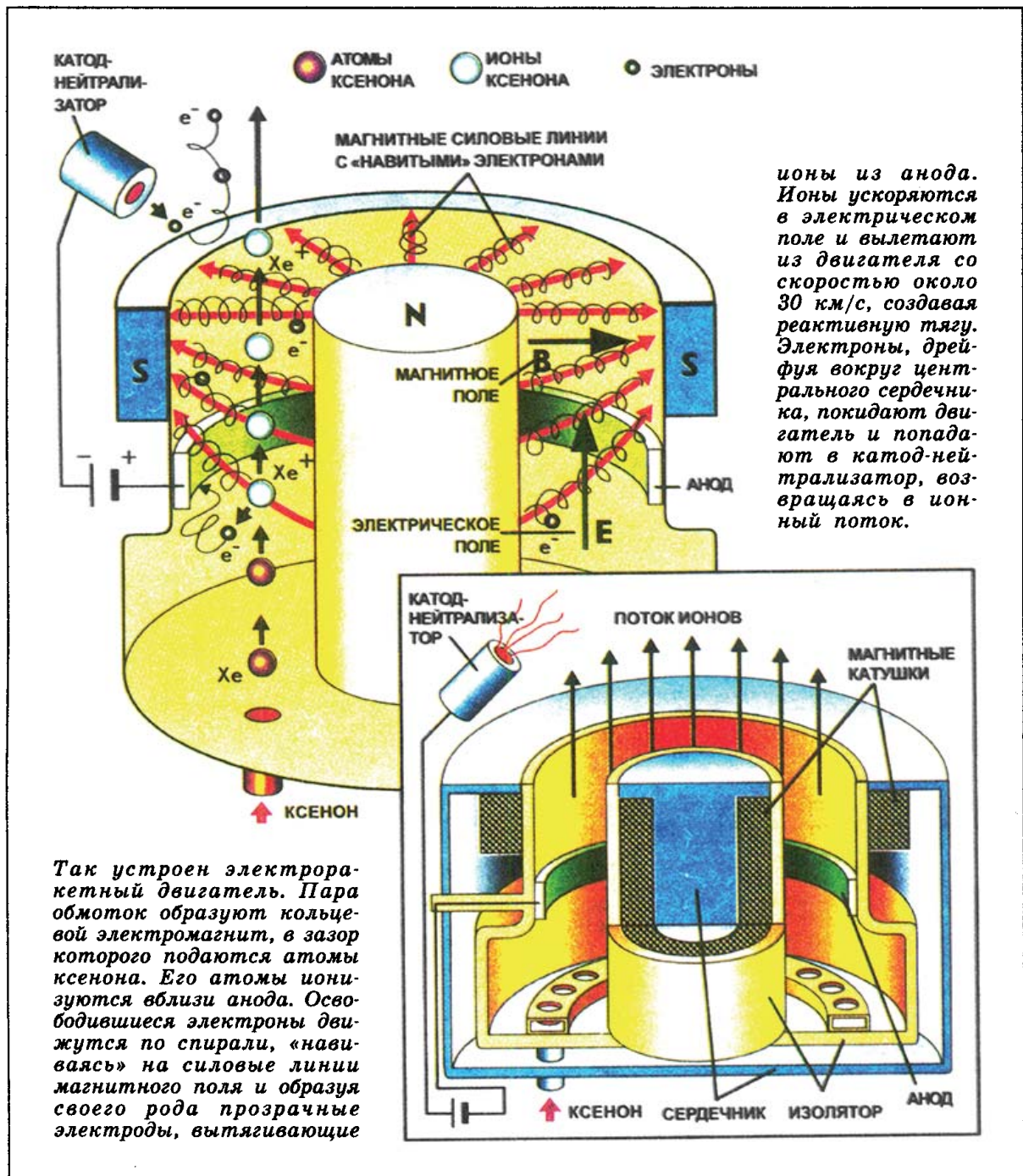
Одним из принципиальных технических решений по межпланетному комплексу стал выбор буксира, по существу — большой ракеты с многократным включением двигателей.

Сегодня самой надежной ракетой, выводящей человека в космос, остается ракета-носитель «Союз», прекрасно работавшая всю многолетнюю историю пилотируемых полетов. Но даже и она, хоть и редко, отказывается. На этот случай предусмотрена система аварийного спасения, когда при выходе из строя ракеты-носителя пороховые двигатели уведут спускаемый аппарат с экипажем

*Схема марсианской экспедиции. Выйдя на гелиоцентрическую орбиту, экспедиционный комплекс пересечет орбиту Земли, долетит до орбиты Марса и после торможения выйдет на околомарсианскую орбиту. Спустившись во взлетно-посадочном комплексе (ВПК) на поверхность Марса, космонавты проработают там 15—30 суток и вернутся на комплекс. При возвращении комплекс выйдет на гелиоцентрическую орбиту, дважды пересечет орбиту Венеры, догоняя Землю, включит торможение и выйдет на орбиту ее спутника. На поверхность Земли космонавты спустятся в корабле возвращения.*

## НА МАРС





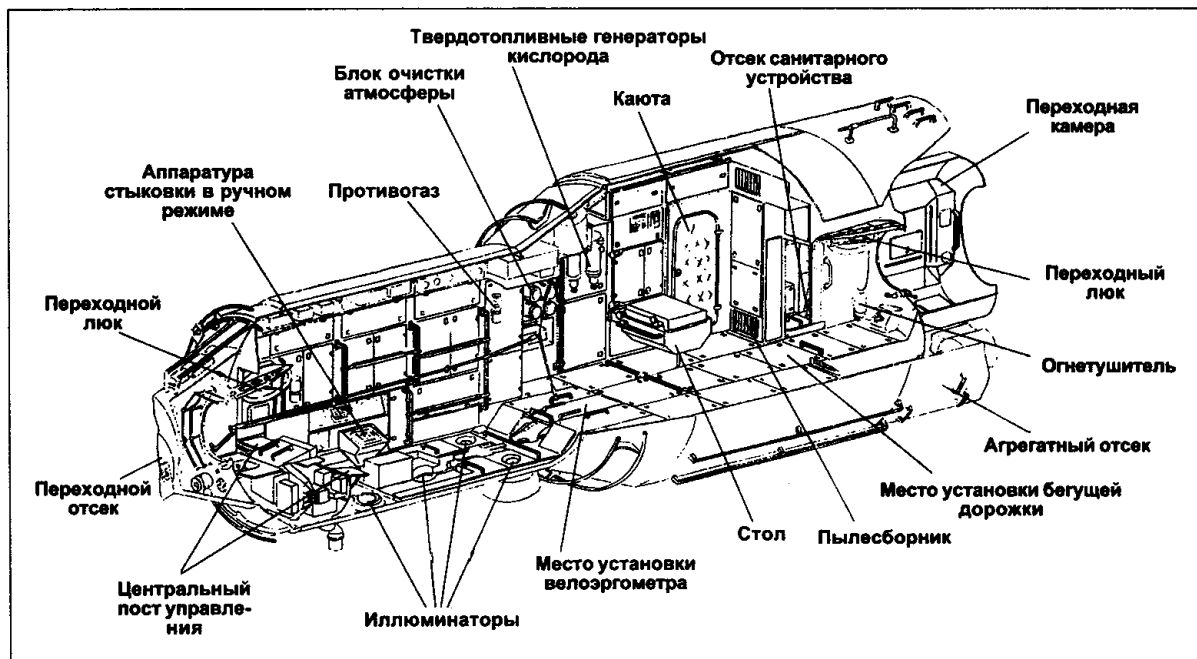
от ракеты и космонавты приземляются на поверхность Земли. Эту систему спасения уже приходилось применять при эксплуатации орбитальных станций.

Ракету «Союз» соберут на Земле и испытают с участием множества специалистов, включая группы контроля качества работ, а межпланетную ракету соберут и испытают на орбите. И она должна иметь значительно более высокую надежность, чем «Союз», так как невозможно создать систему аварийного спасения экипажа в случае отказа в процессе ее выхода на гелиоцентрическую орбиту. Поэтому для обеспечения необходимой безопасности экипажа нужны принципиально новые технические решения при выборе межпланетного буксира.

Работы над концепцией полета человека на Марс ведутся с 1960 года (см. «Наука и

жизнь» № 6, 1994 г.). Первый отечественный проект корабля для посадки человека на поверхность Марса был выполнен в ОКБ-1, возглавляемом Сергеем Павловичем Королевым. Ныне это Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им С. П. Королева. В проекте 1960 года было принято принципиально новое техническое решение: использовать для межпланетной экспедиции электроракетные двигатели (см. «Наука и жизнь» № 9, 1999 г.). Это решение РКК «Энергии» осталось неизменным для всех последующих модификаций проекта полета человека на Марс, и именно оно позволило во многом решить проблему безопасности.

Принцип работы электроракетных двигателей заключается в том, что реактивная струя, обеспечивающая тягу, создается не вследствие теплового расширения газа, как



в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД), а с помощью разгона ионизированного газа в электромагнитном поле, создаваемом бортовой электростанцией. Топливом, а точнее, «рабочим телом» станет газ ксенон.

В качестве электростанции, питающей электроракетные двигатели, в 1960 году собирались использовать ядерный реактор мощностью 7 МВт. Отдельные части корабля предполагали доставлять на орбиту тяжелой ракетой-носителем (в это время еще только начинались работы по ракете Н-1). Экипаж планировался из шести человек. После посадки на поверхность Марса оборудование собрали бы в виде «поезда», который должен был пересечь планету от одного ее полюса до другого.

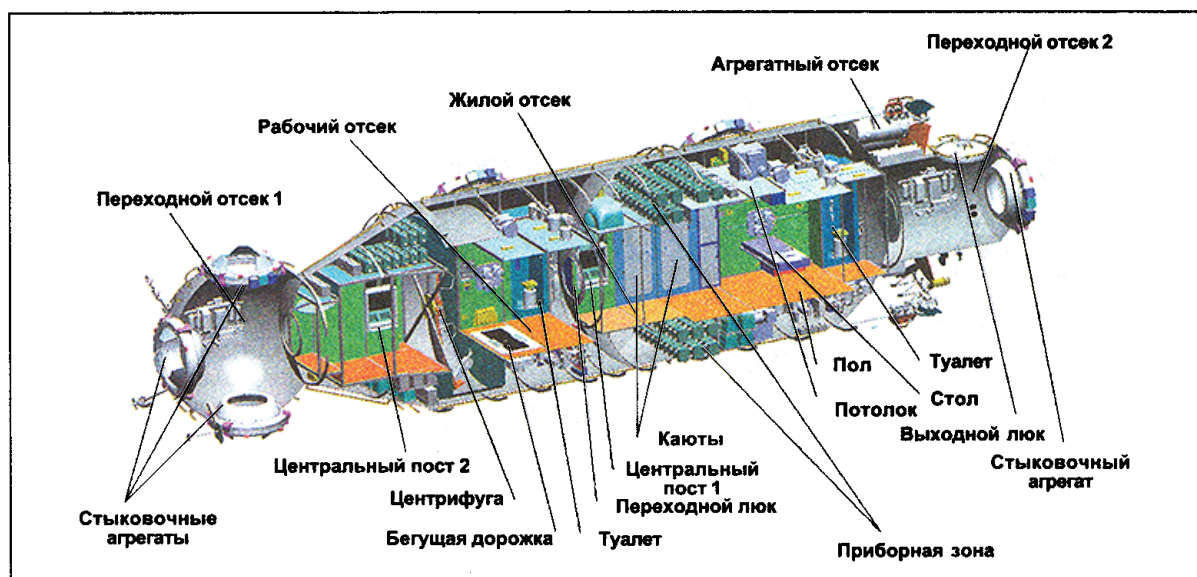
В 1969 году этот проект был переработан. Мощность реактора увеличена до 15 МВт. Для повышения надежности двигательной установки вместо одного реактора запланировали три. В ходе переработки проекта пришлось умерить «аппетиты»: число посадочных аппаратов с пяти сократили до одного, членов экипажа стало четверо. В каче-

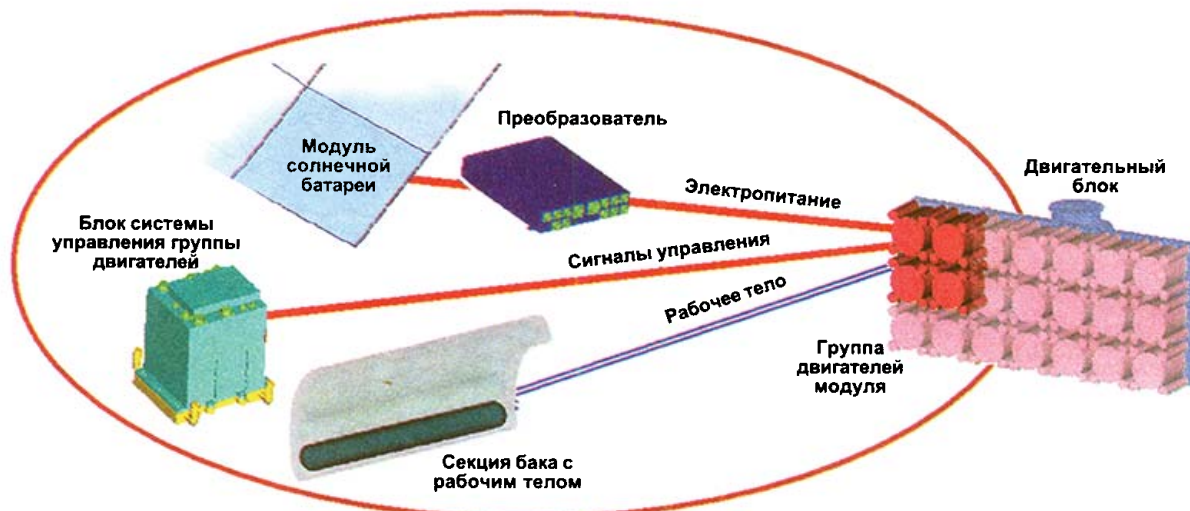
*Конструкция первого служебного модуля Международной космической станции «Звезда» послужила основой для межпланетного экспедиционного комплекса.*

стве ракеты-носителя решили использовать модификацию новой тяжелой ракеты Н-1 (см. «Наука и жизнь» №№ 4, 5, 1994 г.).

В 1988 году вследствие большого прогресса в создании пленочных фотопреобразователей и успехов в разработке трансформируемых ферменных конструкций ядерный реактор заменили на солнечные батареи. Одним из мотивов этого решения стало стремление сделать межпланетный экспедиционный комплекс экологически чистым. Основным достоинством такого решения была возможность многократного дублирования двигательной установки. Для доставки деталей корабля на орбиту Земли предполагалось использовать новую ракету-носитель «Энергия».

*Внутреннее устройство жилого модуля межпланетного орбитального корабля.*





*Взаимодействие элементов модуля солнечного буксира. Состоящий из большого числа независимых модулей, солнечный буксир практически не подвержен отказам: выход из строя даже нескольких модулей не влияет на работу всего буксира. Даже в этом случае он обеспечит благополучное возвращение экипажа на Землю.*

### ЭЛЕМЕНТЫ ЭКСПЕДИЦИОННОГО КОМПЛЕКСА И СОСТОЯНИЕ ИХ РАЗРАБОТКИ

Первый элемент международного комплекса — корабль, в котором работает экипаж. Он называется межпланетным орбитальным кораблем. Орбитальным — потому, что его главная функция связана с работой

*Ферменные конструкции составляют основу двигательной установки межпланетного экспедиционного комплекса. Различные их варианты («Маяк», «Рапана», «Тополь», «Софора») отработывались на станциях «Салют-7» и «Мир». В качестве основы для дальнейшей работы была принята конструкция фермы «Софора» (слева).*



на орбитах межпланетного перелета. Создание этого корабля в сравнительно короткие сроки вполне реально. По своим задачам он, по существу, — аналог российской модуля «Звезда» Международной космической станции, только несколько больший по размерам. Дело в том, что на космическую станцию требуемое оборудование можно доставить на корабле «Прогресс» через два-три месяца, а у марсианской экспедиции такой возможности не будет два-два с половиной года. Поэтому все, что может понадобиться в течение всего полета, в том числе при возникновении нештатных ситуаций, нужно взять с собой и разместить на корабле.

Основные системы межпланетного корабля уже отработаны на орбитальных станциях «Салют» и «Мир». Поэтому для его постройки планируется использовать готовую документацию на многие конструктивные элементы, а главное — заводскую оснастку и технологии, имеющиеся на заводе — изготовителе корпуса модуля «Звезда» (завод Центра им. Хруничева).

Второй элемент межпланетного экспедиционного комплекса — солнечный буксир, обеспечивающий перелет по межпланетной траектории. Он состоит из двух пакетов электроракетных двигателей с системами управления, баков с рабочим телом и больших панелей с пленочными солнечными фотопреобразователями, снабжающими энергией двигатели.

Солнечный буксир также включает много уже разработанных агрегатов, конструкций и систем. Электроракетные двигатели широко используют в космической технике, и для полета на Марс требуется только несколько усовершенствований их характеристики. Пленочные солнечные фотопреобразователи изготавливают в России для наземных нужд. А для проверки стойкости в условиях космического пространства

их образцы размещали на внешней поверхности станции «Мир». Трансформируемые конструкции, на которых должны размещаться фотопреобразователи, также обрабатывали при полетах орбитальных станций. В солнечном буксире предполагается взять за основу конструкцию фермы «Софора», установленной на станции «Мир». Чтобы соединения не имели люфтов, использовали так называемый «эффект памяти формы», то есть способность некоторых материалов после нагревания принимать форму и размеры, какие были у соответствующих деталей до специально проведенной деформации.

**Третий элемент межпланетного комплекса — взлетно-посадочный комплекс**, в котором часть экипажа совершает посадку на поверхность Марса и возвращается обратно в корабль. Взлетно-посадочный комплекс в отличие от предыдущих элементов — совершенно новая разработка. Его аналогов в российских программах еще не было. Однако подобные задачи в российской космонавтике решались, и каких-то серьезных проблем по его созданию не видно.

И, наконец, **четвертый элемент комплекса — корабль возвращения к Земле**. Он имеет реальный прототип — корабль «Зонд», который разрабатывали в СССР для облета человеком Луны с входом в плотные слои атмосферы со второй космической скоростью. «Зонд-4»—«Зонд-7» совершили полеты в 1968—1969 годах с животными в кабине экипажа. Правда, от полетов человека в этих кораблях впоследствии отказались.

В чем же особенность проекта РКК «Энергия»? Почему он представляется вполне реальным? Прежде всего, из-за выбора двигательной установки межпланетного перелета. Электроракетные двигатели имеют сравнительно малую тягу, но высокую скорость истечения струи, что существенно снижает необходимые запасы топлива для межпла-

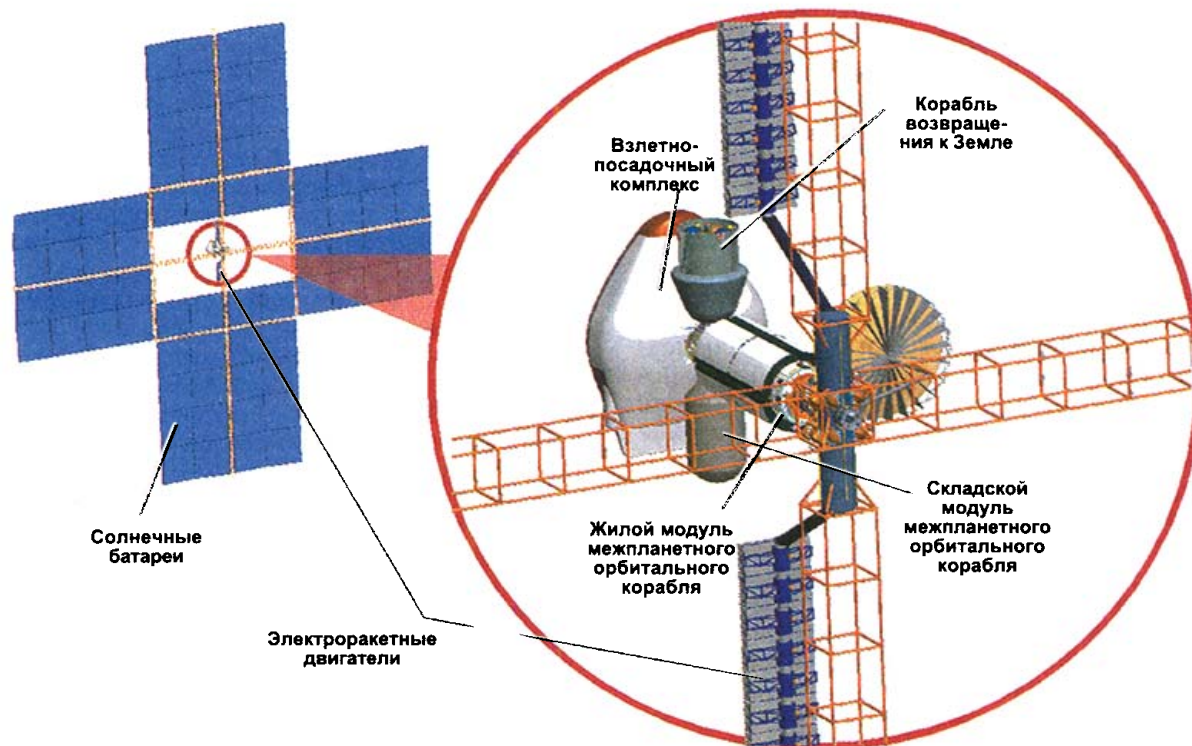
нетных перелетов. Но самое главное состоит в том, что в отличие от всех других двигателей они позволяют обеспечить многократное резервирование. Что имеется в виду?

Для межпланетного комплекса с начальной массой порядка 1000 тонн нужно примерно 400 электроракетных двигателей тягой около 80 гс (0,8 Н) каждый. Все эти двигатели или группы двигателей работают независимо друг от друга, каждая группа имеет свою секцию баков с рабочим телом, свою систему управления, свою секцию солнечных батарей. И отказ даже нескольких групп двигателей не повлияет на межпланетный перелет. Такая двигательная установка практически не подвержена отказам. Это что-то вроде той стаи гусей, которая возила барона Мюнхаузена на Луну: любой гусь по дороге имел право устать и сойти с дистанции без вреда для всего полета.

Суммарная тяга всех двигателей составляет 32 кгс, или 320 Н. В открытом космосе корабль массой около 1000 тонн под действием этой силы приобретает ускорение  $32 \times 10^{-5} \text{ м/с}^2$ . Этого мизерного ускорения достаточно, чтобы при длительной работе двигателей набрать необходимую для межпланетного перелета скорость. Время движения корабля по спиральной траектории вокруг Земли составляет около трех месяцев. На этом участке траектории двигатели не работают непрерывно, они выключаются при затенении Солнца Землей. После перехода корабля на гелиоцентрическую орбиту работа двигателей продолжится.

В России уже пройден большой путь к организации первого полета человека на

*Общий вид межпланетного экспедиционного комплекса. На ажурных фермах установлены панели солнечных фотопреобразователей и два пакета электроракетных двигателей.*



Марс. На орбитальных станциях «Салют» и «Мир» проверены многие элементы будущего межпланетного комплекса, проведена огромная работа по отработке систем и технологий обеспечения длительных полетов человека в космос. Ни в одной стране не накоплено такого опыта.

В настоящее время в Институте медико-биологических проблем готовится эксперимент «500 дней» по исследованию медицинских аспектов будущего полета человека на Марс. В качестве основы макета марсианского комплекса используется конструкция, созданная в 1960-х годах по инициативе С. П. Королева, на которой уже проводились исследования по программе отработки межпланетных полетов.

Название эксперимента связано с тем, что, хотя время полета человека на Марс составляет 700—900 суток в зависимости от года проведения экспедиции, первый экспериментальный «полет» на Земле будет длиться 500 дней. Первый экипаж наземного «полета» составит шесть человек, и будет он международным, из представителей разных стран.

Представляется, что американцы окончательно еще не определились с концепцией полета человека на Марс. Но, судя по публикациям, докладам на международных конференциях, они склоняются к использованию ядерных двигателей. Российские специалисты не разделяют этого подхода по многим причинам. Во-первых, испытания таких двигателей на Земле связаны с истечением мощной радиоактивной струи. Несмотря на то что существуют технические способы защиты от нее земной атмосферы, стелды отработки таких двигателей все-таки представляют определенную опасность для окружающей территории. Но самое главное заключается в том, что для ядерных двигателей недостижим такой уровень надежности, какой можно достичь, применяя многократно резервируемые электроракетные двигатели. Кроме того, использование для межпланетного перелета экологически чистых двигателей позволяет сделать межпланетный корабль многоразовым. Многоразовость очень привлекательна, когда речь идет не о единственном полете, а о программе освоения Марса.

Этап посадки на поверхность Марса наиболее критичен с точки зрения обеспечения безопасности экипажа. В отличие от солнечного буксира и межпланетного орбитального корабля взлетно-посадочный комплекс имеет гораздо меньше возможностей использовать резервные комплекты оборудования: процессы идут быстро, и подключить дублирующее оборудование не всегда возможно. Поэтому главным фактором обеспечения необходимой надежности взлетно-посадочного комплекса становится его тщательная отработка, в том числе в беспилотном режиме в реальных марсианских условиях. Никто не решится послать на Марс человека до того, как взлетно-посадочный комплекс не осуществит посадку и взлет с планеты в ав-

томатическом режиме. Поэтому первые полеты человека к Марсу будут без посадки экипажа на его поверхность.

При первых полетах к Марсу экипаж останется на околомарсианской орбите, на поверхность спустится только телеуправляемый автоматический аппарат. Следует особо обратить внимание на этот этап исследования Марса человеком. По существу, на поверхность «спускаются» глаза и руки космонавта. В этом полете хорошо сочетаются и безопасность экипажа, и использование в полной мере опыта и интуиции ученого-планетолога, который будет проводить исследования с борта межпланетного орбитального корабля. Получается полное виртуальное присутствие человека на реальной поверхности Марса. С Земли это сделать невозможно из-за большого расстояния и запаздывания сигнала на несколько десятков минут.

Трудно найти разницу с точки зрения эффективности работы, присутствует ли человек на поверхности физически или виртуально. Разве только не остается на грунте следа подошвы ботинок космонавта. При виртуальной посадке на Марс космонавт ведет наблюдение не через иллюминатор скафандра, а через весьма совершенные видеосредства. Работает не руками в перчатках скафандра, а с помощью более тонких инструментов. Учитывая, что одна из целей экспедиций на Марс — подготовка к его колонизации, полет с виртуальной посадкой экипажа станет только первым этапом в этом процессе.

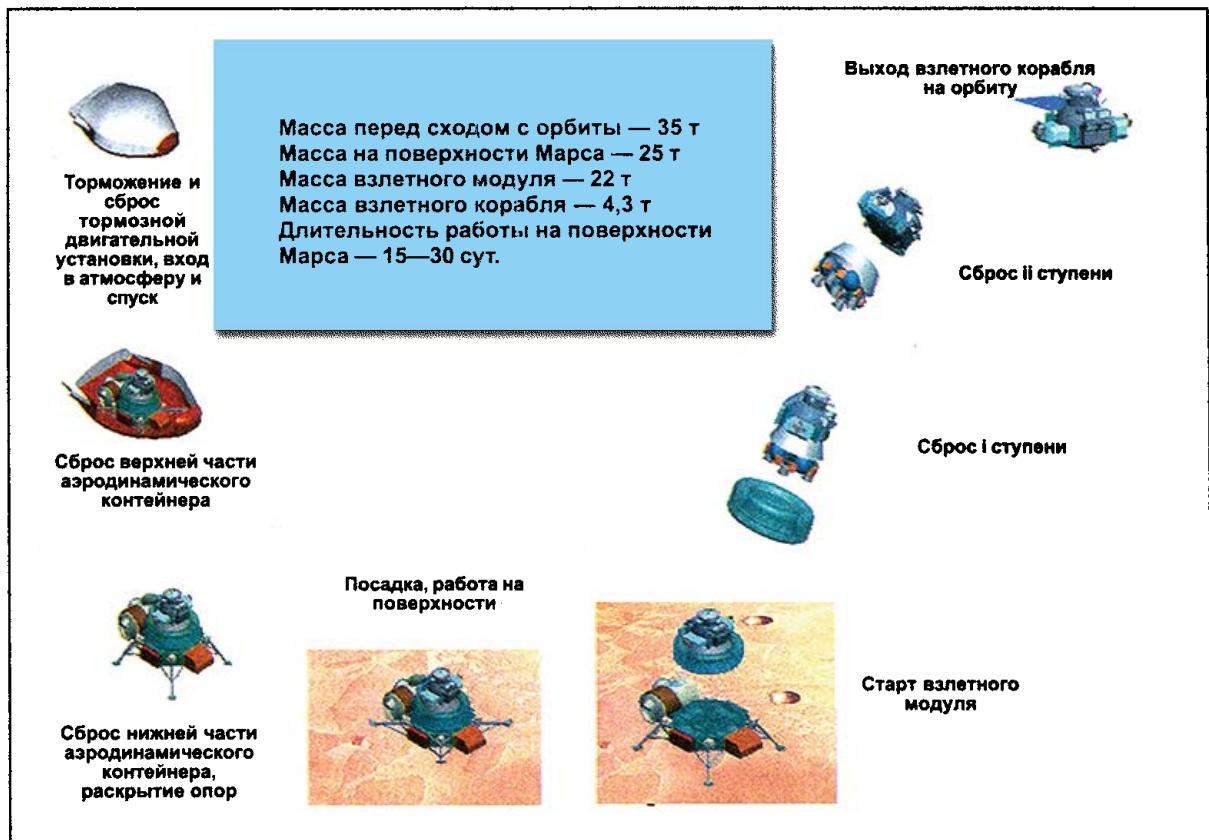
Таким образом, российский проект полета человека на Марс обладает очень важными особенностями. Во-первых, технические решения, заложенные в проект, и наличие большого задела делают полет на Марс самым дешевым из всех известных вариантов экспедиций; во-вторых, безопасность экипажа в этом полете очень высока.

### ЗАЧЕМ ЛЕТЕТЬ НА МАРС?

И здесь уместен вопрос: а нужен ли вообще полет человека на Марс? С одной стороны, казалось бы, все ясно: полет человека на Марс стоит дорого. Каких-то более или менее заметных благ для землян он не сулит. А на самой Земле есть много проблем, на решение которых требуются средства. Даже просто обеспечение земного населения пищей представляется более приоритетной задачей, чем полет человека на Марс.

Но, к счастью, хотя жизнь населения Земли во все времена не была благополучной, человечество никогда не руководствовалось очевидным на первый взгляд принципом «сиюминутной выгоды». Именно поэтому мы сегодня не сидим в звериных шкурах у костра возле пещеры. Исследование окрестностей собственного «дома», от Мирового океана до космического пространства, всегда было и остается одним из элементов развития цивилизации.

Но существует ли какая-нибудь прагматичная мотивация полета на Марс? Первая очевидная задача экспедиции — изучение нашей соседней планеты. Исследования



Марса помогут в значительной степени прогнозировать развитие Земли, продвинуться в понимании проблемы происхождения жизни и многом другом. Они находятся в одном ряду с изучением звезд, галактик, окружающей нас Вселенной, проникновением в существо материи, изучением структуры микромира, строения атомного ядра... Все это непосредственной выгоды в ближайшее время не сулит.

Мы все живем на одной планете, и она подвержена различным глобальным опасностям, которые могут уничтожить все человечество. Например, столкновение с астероидом достаточно большой массы, безусловно, будет означать конец истории *Homo sapiens*. Да и сами земляне представляют опасность для самих себя. «Яйца не должны лежать в одной корзине», и организация поселений на других планетах Солнечной системы, и в первую очередь на Марсе, служит выходом из этой ситуации. Несмотря на то что вероятность глобальной катастрофы невелика, цена, которую может заплатить человечество за беспечность, максимальна из всего, что только можно представить. Процесс освоения планет длительный, но откладывать его начало неразумно, учитывая эту цену. Казалось бы, вполне прагматичная цель. Тем не менее многие считают вероятность глобальной катастрофы слишком низкой, чтобы признать программу освоения планет вполне обоснованной для развертывания работ по полету человека на Марс. Но следует иметь в виду, что совокупность интересов членов общества никогда не соответствует интересам всего общества в целом.

Важен вопрос о мотивации работ по марсианской программе в России. Есть ли практические задачи, которые решит Россия, взяв-

*Схема работы взлетно-посадочного комплекса, обеспечивающего доставку космонавтов-исследователей на поверхность Марса и возвращение их на орбитальный корабль.*

шись за организацию полета человека на Марс? Оказывается, есть.

Несмотря на то что динамика развития экономики России позитивна, у нее существует весьма уязвимое место — ресурсная направленность (производство и экспорт углеводородов, металлургия и т. д.), на что неоднократно обращал внимание президент Российской Федерации. Восстановить промышленность России после кризиса 1990-х годов пока не удалось. А какую промышленность надо восстанавливать прежде всего? Наверное, ту, которая использует передовые технологии, востребованные на мировом рынке. И авиакосмические технологии относятся именно к таким. По многим из них у нашей страны есть безусловный приоритет.

Восстановление промышленности имеет и социальный аспект. В создании орбитальных станций «Салют», «Мир», российского сегмента Международной космической станции, например, участвовали тысячи предприятий, работающих в самых различных регионах и городах страны. Для создания космической техники нужны не только чисто «космические» производства. Необходимы различные приборы и агрегаты, материалы и многое другое. А это все рабочие места для специалистов, использующих передовые технологии, что всегда очень важно для любой страны.

Мы уже привыкли к понятию «утечка мозгов». Утечка мозгов идет, но вроде бы ниче-



го страшного не происходит. В действительности это только так кажется. Процесс, когда наиболее ценные кадры покидают Россию, опасен для страны, грозит самому ее существованию. Ученые покидают страну не потому, что за рубежом они получают больше денег, а прежде всего потому, что в нашей стране нет программ, в которых они нашли бы себе применение. России как воздух нужны крупные научные программы. В частности, в программе полета человека на Марс будут востребованы ученые самых различных специальностей — биологи, медики, материаловеды, физики, программисты, химики и многие, многие другие.

Можно по-разному относиться к понятию престижа страны. Но авторитет государства — это понятие в том числе и экономическое. Вспомним, как вырос авторитет США после программы «Аполлон». Полет человека на Марс, что бы ни говорили по этому поводу скептики, всегда волновал и будет волновать человечество. Реализация этой мечты многих поколений предельно престижна. Так что проект полета человека на Марс для России имеет особое значение.

Теперь о ситуации с международным сотрудничеством при организации полета человека на Марс. Очень часто можно слышать, что этот полет возможен только в широкой международной кооперации. Действительно, освоение Марса — длительный процесс, и в нем на определенных этапах станут участвовать практически все страны, обладающие соответствующими технологиями. В программе полетов на Марс будут востребованы самые различные корабли, базы, средства исследований и строительства. Национальные программы различных стран будут решать отдельные задачи освоения Марса. И каждая страна пройдет свою часть пути к этой программе.

Пока существуют разные государства, неизбежно наличие национальных программ. Каждая страна заинтересована в развитии своих передовых технологий, основанных на собственном опыте и разработках. Особенно если эти технологии востребованы на мировом рынке. Поэтому в космонавтике всегда будут соседствовать и международные и национальные программы.

Сегодня в США полет человека на Марс объявлен национальной программой. Американцы, в принципе, могут пригласить участвовать в ней и другие страны, однако за их собственные средства. Но собственные средства следует тратить с максимальной выгодой для себя. Вряд ли целесообразно делать за свои деньги какие-то элементы американской программы. Более выгодно разрабатывать ключевые технологии при полете человека на Марс, которые позволят развивать национальные программы и в дальнейшем.

Например, многоразовые солнечные буксиры, ставшие одним из элементов российской концепции полета на Марс, позволят решать многие другие задачи, стоящие перед человечеством. Дело в том, что эффективные космические буксиры в перспекти-

ве во многом определяют космическую стратегию, как когда-то ракеты-носители. Иными словами, Россия должна иметь собственную программу развития, а не обслуживать чужие интересы. Это ни в коей мере не мешает сотрудничеству. Системы, созданные в России, будут важны для обеспечения более широких возможностей, в том числе и американских полетов. И кооперация с различными странами по созданию отдельных элементов экспедиций, безусловно, будет.

Сотрудничество с США в первом полете человека на Марс имеет и чисто технические аспекты. Мы уважаем квалификацию американских инженеров. Но принятая американцами концепция может нас не устроить. Известен ряд американских программ, которые технически неприемлемы для российских специалистов, в том числе с точки зрения обеспечения безопасности экипажа.

Предположим, что американцы захотят осуществить какой-нибудь грандиозный марсианский ядерный проект наподобие «Фридом»\* и, хотя это маловероятно, предложат России участвовать в этом проекте на паритетной основе. Ну и что нам делать? Участвовать? Или практически за те же деньги разрабатывать проект, основанный на российских технологиях, более дешевый, менее амбициозный и, как мы рассчитываем, более результативный. Представляется, что второй путь естественен: интеллектуальный потенциал и опыт разработок пилотируемых программ, особенно связанных с длительными полетами человека, у российских специалистов, во всяком случае, не меньший, чем у американцев.

Работа над марсианской экспедицией в США и в России не будет какой-то «марсианской гонкой». Каждая из стран станет разрабатывать свои ключевые технологии, которые позволят развивать свою национальную передовую промышленность и науку. Например, для организации очень результативного пилотируемого полета на орбиту Марса с виртуальной посадкой экипажа на марсианскую поверхность Россия уже имеет огромный технический и технологический задел. И очень важно использовать его в крупной научно-технической программе.

Таким образом, в России есть все для осуществления полета человека к Марсу: необходимый интеллектуальный потенциал, уникальный опыт работ по пилотируемым программам, работоспособная промышленная кооперация, необходимость инвестиций в наукоемкую промышленность с передовыми технологиями. Есть все основания рассчитывать, что в ближайшие десятилетия давняя мечта землян о полете человека на Марс наконец осуществится!

\* «Фридом» — неосуществленный, весьма амбициозный американский проект огромной орбитальной станции. Многие инженерные разработки этого проекта были использованы при создании МКС.

# МАРСИАНСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ НА ЗЕМЛЕ

## ОБ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Прежде чем осуществить пилотируемый полет на Марс, нужно решить множество вопросов. Наиважнейший среди них — медико-биологическое обеспечение экипажа. В условиях длительного автономного полета главным становится человеческий фактор. Человек оказывается наиболее важным, но в то же время наиболее уязвимым звеном в системе «экипаж — космический корабль», в значительной степени определяющим возможность успешного выполнения полета.

В Государственном научном центре РФ «Институт медико-биологических проблем Российской академии наук» (ГНЦ РФ-ИМБП РАН) в IV квартале 2007 года планируется начать наземный эксперимент «Марс-500» продолжительностью 520 суток (с возможностью продления до 700 суток), моделирующий пилотируемый полет на Марс.

В результате эксперимента специалисты получают данные для уточнения концепции медико-биологического обеспечения экспедиции, а также исходные требования к концепции полета в целом, к составным частям марсианского экспедиционного комплекса и системам обеспечения жизнедеятельности экипажа.

### ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА

В процессе проведения «Марс-500» будут изучены взаимодействие компонентов системы «человек — окружающая среда», получены данные о состоянии здоровья и работоспособности экипажа, длительно находящегося в условиях изоляции в герметично замкнутом ограниченном пространстве при моделировании основных особенностей марсианского полета. Влияние на человека очень большой длительности автономного полета при сильной задержке сигналов связи с Землей и ограниченности расходуемых ресурсов требует самого серьезного изучения. Кроме того, необходимо отработать принципы, методы и средства контроля, диагностики и прогнозирования состояния здоровья и работоспособности членов экипажа, их психологической поддержки, оказания медицинской помощи и своими силами, и с ис-

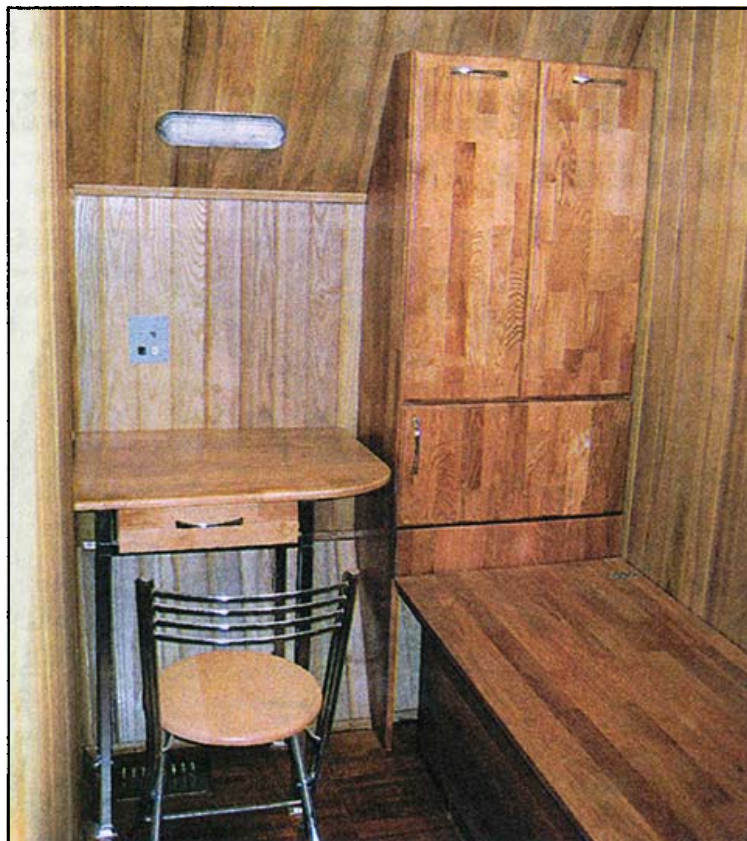


*Макет жилого блока марсианского корабля, собранный в Институте медико-биологических проблем. Добровольцы-испытатели проведут в нем от 500 до 700 суток в условиях, имитирующих межпланетный полет и высадку на поверхность Марса.*

пользованием телеметрической медицины и многое другое. В рамках научной программы будут проведены различные клинко-физиологические, биохимические, иммунологические исследования, а также исследования в области психофизиологии и психологии.

### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

«Полет» по трассе Земля — Марс продлится 250 суток. Пребывание на «поверхности Марса» трех членов экипажа — до 30 суток. Перед «посадкой на Марс» испытатели будут находиться до 30 суток в условиях, имитирующих



*Интерьер каюты космонавта-исследователя.*

тации, станет приливать к голове, как в невесомости. Такое положение называется антиортостатической гипокинезией (см. «Наука и жизнь» № 9, 2004 г.). Эксперимент завершится «полетом» по трассе Марс — Земля продолжительностью 240 суток.

#### **СОСТАВ ЭКИПАЖА**

Экипаж предполагается интернациональный, численностью шесть человек в возрасте от 25 до 50 лет (гендерная структура будет определена по результатам отбора испытуемых-добровольцев). Предпочтительные специальности членов экипажа (с учетом их совмещения): врачи, инженеры, биологи, специалисты по вычислительной технике.

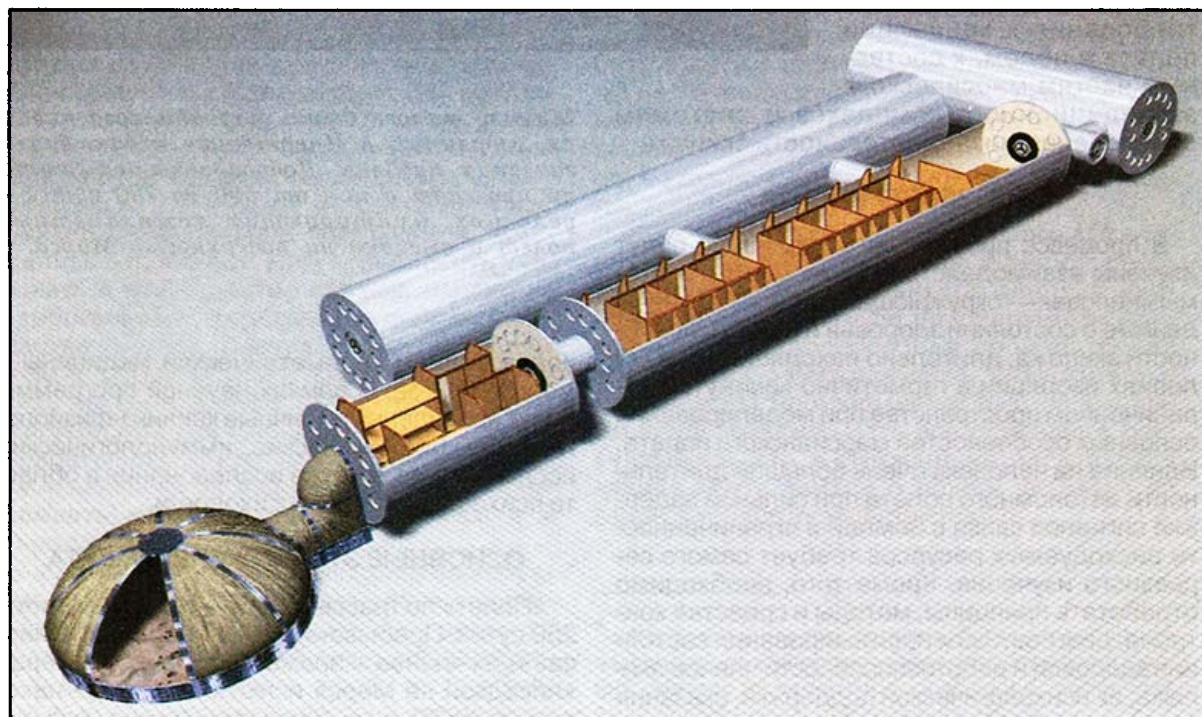
#### **ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА**

невесомость. Они займут горизонтальное положение на разгрузочном ложе, не позволяющем совершать физические усилия, с наклоном головы в сторону. Кровь, которая обычно приливает к ногам под действием сил гравитации,

В эксперименте предполагается ориентироваться на режим труда и отдыха экипажей в орбитальных полетах (семидневная неделя с двумя выходными). Вместе с тем организация труда и отдыха экипажа на разных стадиях эксперимента может иметь особенности, обусловленные спецификой моделируемых этапов полета и ситуаций.

*Макет жилого блока в разрезе. На нем представлены каюты экипажа, переходные шлюзы и круглое помещение, предназначенное для имитации работ на поверхности Марса.*

Деятельность экипажа будет включать штатные операции (медицинский контроль здоровья, физические тренировки, контроль и обслуживание систем, управление посадоч-



*Кают-компания. Слева — гермолюк шлюза, ведущего в другое помещение.*

ным модулем и др.), научные исследования, санитарно-гигиенические процедуры и т.д. Планируется моделирование нештатных и аварийных ситуаций, обусловленных человеческим фактором (снижением работоспособности, надежности деятельности и т. п.), а также отказами бортовых систем и оборудования. Во всех этих ситуациях экипажу предстоит самостоятельно принимать решения и выполнять их.

Рационы питания членов экипажа будут идентичны рационам, используемым на Международной космической станции. Питьевая вода такая же, как для космических экипажей. Курение и употребление алкогольных напитков не допускаются.

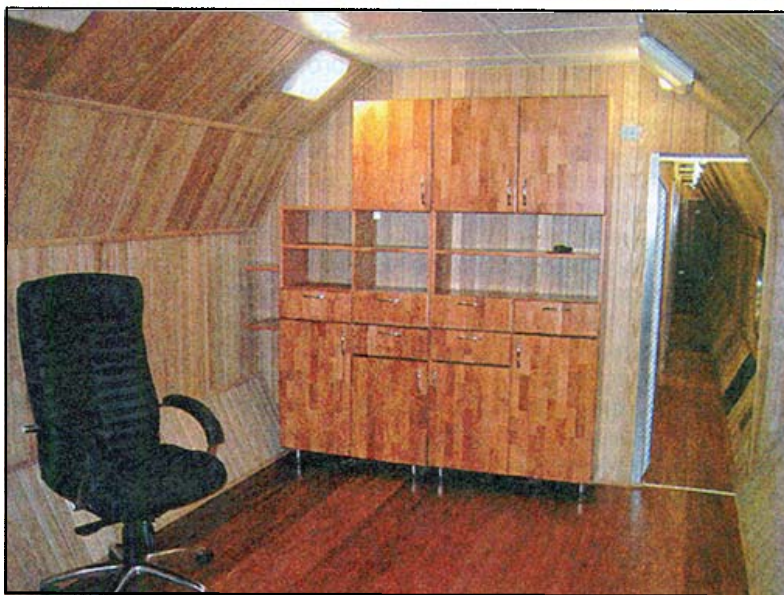
Основным способом обмена информацией между экипажем и центром управления экспериментом станет электронная почта. Сообщения будут поступать с задержкой, соответствующей удалению корабля от Земли в полете.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА**

Эксперимент намечено проводить в наземном экспериментальном комплексе (НЭК) ГНЦ РФ-ИМБП РАН. Он представляет собой пять герметичных, сообщающихся между собой цилиндрических модулей суммарным объемом 550 м<sup>3</sup>, один из которых предназначен для имитации деятельности на «поверхности Марса».

В жилом отсеке блока (модуль ЭУ-150) оборудованы индивидуальные каюты командира и экипажа, кают-компания, кухня, главный пульт, санузел, коридор, рабочие места для проведения медико-биологических исследований, помещение для хранения взятых «на борт» запасов и т.п. Все помещения обшиты деревянными панелями, пропитанными огнеупорным составом и антисептиком. Модули оснащены системами аудио- и телевизионной связи. Экипаж будет находиться в условиях искусственной атмосферной среды при нормальном барометрическом давлении. Ряд систем обеспечения жизнедеятельности расположен вне модулей, однако члены экипажа смогут управлять ими либо непосредственно, либо с помощью имитации действий.

Добровольцы-испытатели проведут в наземно-экспериментальном комплексе как минимум 500 дней. В нем во всех деталях (кроме, разумеется, отсутствия силы тяжести) бу-



*Коридор жилого блока. В него выходят двери кают экипажа.*

дет смоделирован полет на Марс. Даже умыться «космонавты» станут при помощи влажных салфеток — раковины на корабле не будет. Дело в том, что вода в невесомости разбивается на шарики, которые свободно плавают в воздухе и могут попасть испытателю в дыхательное горло или замкнуть какое-либо электронное устройство.

Врачебно-экспертная комиссия Института медико-биологических проблем уже отобрала первых пять кандидатов в испытатели. Интерес к предстоящему эксперименту «Марс-500» не ослабевает. Его проявляют представители ряда иностранных космических агентств, научных организаций и фирм. С ними проводятся встречи и переговоры об основных направлениях и условиях возможного участия в эксперименте «Марс-500», старт которого состоится уже в этом году.

*Фото предоставлены Институтом  
медико-биологических проблем.*