

Виктор Кузнецов



# ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

**К**ак утверждает Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы (ФКП-2015): «За истекшие 40 лет Россией накоплены уникальные результаты пилотируемых полетов, в т.ч. результаты эксплуатации в течение 15 лет орбитальной станции «Мир». Однако в последние годы в России решаются только задачи транспортного обеспечения международной космической станции. США, страны Европы и Китай существенно активизируют работы по подготовке пилотируемых полетов к Луне, Марсу, а также по последующему освоению этих космических тел. Созданные при решении этих проблем технологии будут носить прорывной характер. Складывающаяся ситуация может привести к потере наших приоритетов в области пилотируемой космонавтики и к отставанию России в смежных областях науки и техники.

В настоящее время российские средства выведения космических аппаратов являются наиболее надежными в мире. Однако большинство из них используют токсичные компоненты топлива и могут быть запрещены.

Кроме того, удельная стоимость выведения космических аппаратов российскими средствами выведения уже в ближайшее время станет сопоставимой с зарубежными, что грозит потерей основной части мирового рынка запусков.

Космическая техника и космические технологии в 2006-2015 годах должны развиваться, опираясь на широкое использование информационных технологий и нанотехнологий. Это потребует современного парка оборудования, задействованного в технологическом цикле и способного реализовать новейшие технологии.

Наземная космическая инфраструктура, включающая космодромы, наземные средства управления, пункты приема информации и экспериментальную базу для наземной отработки изделий ракетно-космической техники, нуждается в модернизации и дооснащении новым оборудованием.

Сложившееся состояние с российскими космическими средствами приводит к возрастающему отставанию Российской Федерации в области космической деятельности от ведущих космических держав мира и не позволяет удовлетворить российскими средствами потребности страны.

В случае если не будут приняты адекватные меры, этот процесс станет необратимым и превратится в тормоз на пути ускоренного развития технико-экономического потенциала страны.

Ослабление присутствия Российской Федерации в космосе неизбежно повлечет нарушение выполнения международных договоренностей, прежде всего с государствами — участниками СНГ, странами Европы, США, Китаем, Индией и другими государствами, отрицательно скажется на международном авторитете Российской Федерации.

Для исправления сложившегося положения в России была разработана Концепция развития российской космонавтики до 2040 г. (далее Концепция-2040) и началась реализация ее программ. Они включают в себя:

#### В краткосрочной перспективе (до 2015 г.):

- завершение строительства и эксплуатацию российского сегмента международной космической станции (РС МКС);
- создание перспективной пилотируемой транспортной системы (ППТС);
- строительство нового космодрома «Восточный».

#### В среднесрочной перспективе (2016-2025 гг.):

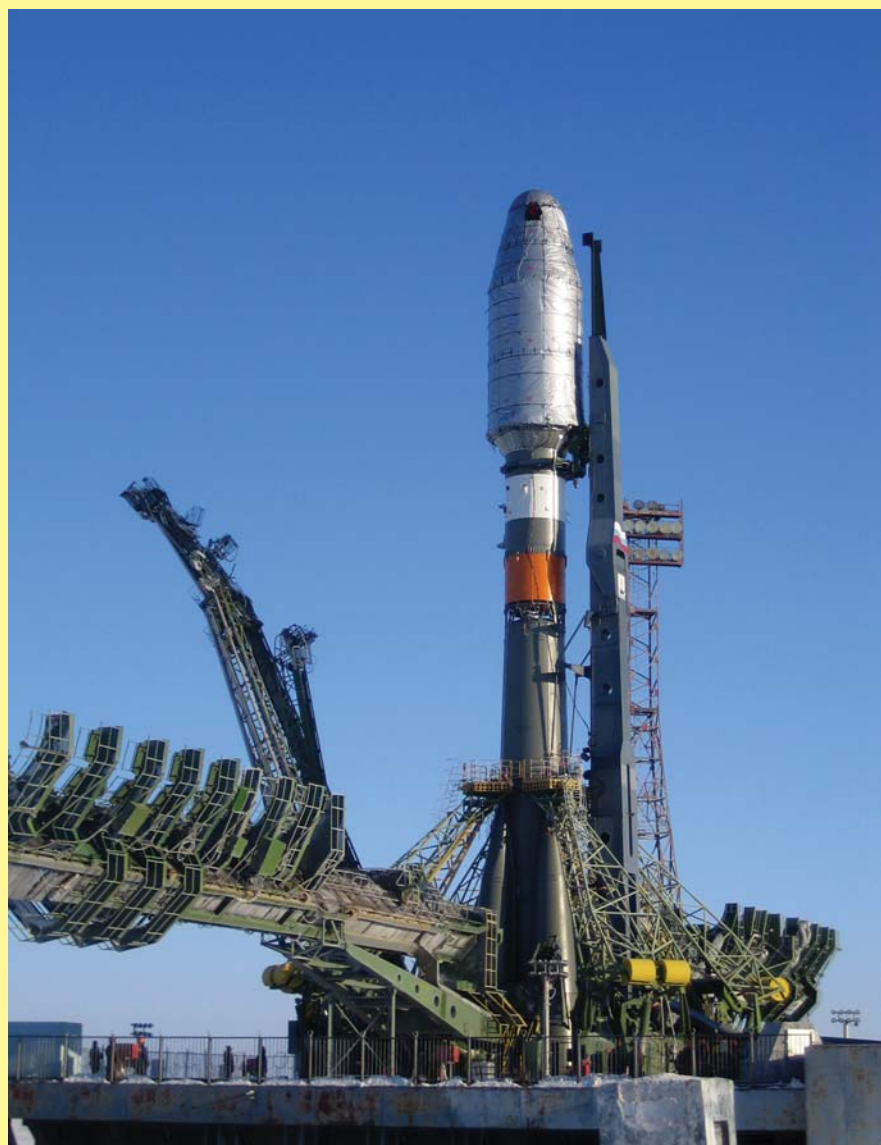
- использование РС МКС;
- эксплуатацию ППТС;
- завершение строительства космодрома «Восточный»;
- создание инфраструктуры для межпланетных полетов (орбитального пилотируемого сборочно-экспериментального комплекса);
- сборку космических комплексов на околоземной орбите.

#### В долгосрочной перспективе (2026-2040 гг.):

- эксплуатацию космической инфраструктуры;
- межпланетные экспедиции (на Луну в 2025-2030 гг., на Марс — в 2035-2040 гг.);
- строительство базы на Луне (2027-2032 гг.);
- создание системы защиты Земли от астероидной опасности.

В краткосрочной перспективе ФКП-2015 предусматривает интенсификацию полетов на МКС кораблей «Союз» (с 2009 г. по 4 ежегодно) и «Прогресс», завершение строительства РС МКС. Также запланирована модернизация космических кораблей (КК) «Союз» и создание ракеты-носителя (РН) «Союз-2» (в 2010 г.).

На 1-м этапе обеспечивается развитие РС МКС, увели-



Установка ракеты-носителя «Союз-2» с КА «Метоп» на стартовый стол

программам, предусматривается поэтапное создание ППТС, освоение околоземного пространства, Луны и полеты на Марс. Для этого в изменение ФКП-2015 выделяются дополнительные средства. Например, в 2009 г. финансирование пилотируемой космической тематики (в т.ч. на проектирование ППТС) выросло по сравнению 2008 г. в 2,5 раза. В настоящее время ФКП-2015 корректируется с учетом этих изменений.

ППТС (головной разработчик РКК «Энергия») включает РН «Русь-М», пилотируемый транспортный корабль нового поколения (ПТК НП) и обеспечивающие системы.

РН «Русь-М» предназначена в первую очередь для выведения на околоземную орбиту перспективных пилотируемых и грузовых КК. Она входит в семейство разрабатываемых двухступенчатых РН, состоящее из трех носителей грузоподъемностью 23,8 т («Русь-М»), 60 т («Русь-МТ») и 100 т («Русь-МСТ») на низкой околоземной орбите при старте с космодрома «Восточный».

Вследствие основного назначения РН для пилотируемых полетов к ней предъявлены крайне жесткие требования по безопасности, в частности к способности РН уйти со старта даже при отказе одного из двигателей. При этом в случае достаточных запасов топлива в баках РН продолжает выведение КК на пониженную орбиту, а при недостатке энергии — приведение КК в условия, обеспечивающие спасение и безопасную посадку (например, достижение одного из районов аварийной посадки).

Данные требования, включая особую траекторию выведения (которая должна обеспечить перегрузку на экипаж не более 12 g для любого момента аварийного

прекращения полета) и наличие системы аварийного спасения (САС), приводят к существенному снижению грузоподъемности РН в пилотируемом варианте.

Исходя из данных требований, а также ограничений по габаритам доставляемых по железной дороге грузов (что не позволяет перевозить ступени большого диаметра), применяется блочная структура 1-й ступени: она может состоять из нескольких (3, 5, 7) блоков диаметром 3,8 м, каждый из которых содержит баки с компонентами топлива и двигатель. Тем не менее, несмотря на блочную конструкцию (как у ракеты пакетной схемы), 1-я ступень является единой, неразделяемой в полете конструкцией, что соответствует схеме «тандем».

РН разрабатывается по заказу Роскосмоса. В настоящее время ее создание находится в стадии эскизного проекта, разработку которого планировалось завершить к сентябрю 2010 г. Основные разработчики РН:

ЦСКБ-Прогресс — разработка 2-й ступени и головной разработчик;  
 ОАО ГРЦ им. Макеева — разработка 1-й ступени;  
 ОАО КБ химической автоматики — двигатели 2-й ступени;  
 ОАО НПО Энергомаш им. Глушко — двигатели 1-й ступени;  
 ФГУП ЦЭНКИ — наземная инфраструктура;  
 ФГУП НПО автоматики им. Семихатова — система управления.

Согласно Концепции-2040 и пилотируемым космическим

прекращения полета) и наличие системы аварийного спасения (САС), приводят к существенному снижению грузоподъемности РН в пилотируемом варианте.

Исходя из данных требований, а также ограничений по габаритам доставляемых по железной дороге грузов (что не позволяет перевозить ступени большого диаметра), применяется блочная структура 1-й ступени: она может состоять из нескольких (3, 5, 7) блоков диаметром 3,8 м, каждый из которых содержит баки с компонентами топлива и двигатель. Тем не менее, несмотря на блочную конструкцию (как у ракеты пакетной схемы), 1-я ступень является единой, неразделяемой в полете конструкцией, что соответствует схеме «тандем».

РН разрабатывается по заказу Роскосмоса. В настоящее время ее создание находится в стадии эскизного проекта, разработку которого планировалось завершить к сентябрю 2010 г. Основные разработчики РН:

ЦСКБ-Прогресс — разработка 2-й ступени и головной разработчик;  
 ОАО ГРЦ им. Макеева — разработка 1-й ступени;  
 ОАО КБ химической автоматики — двигатели 2-й ступени;  
 ОАО НПО Энергомаш им. Глушко — двигатели 1-й ступени;  
 ФГУП ЦЭНКИ — наземная инфраструктура;  
 ФГУП НПО автоматики им. Семихатова — система управления.



Первый непилотируемый запуск РН «Русь-М» ожидается в 2015 г., пилотируемый — в 2017-2018 гг. Варианты ракеты-носителя «Русь-М» приведены в табл. 1.

Табл. 1. Варианты ракеты-носителя «Русь-М»

Показатель	Русь-М	Русь-МТ	Русь-МСТ
Двигатели 1-й ступени	3 РД-180 по 390 тс	5 РД-180	7 РД-180
Топливо 1-й ступени	Керосин + O <sub>2</sub> жидк.	Керосин + O <sub>2</sub> жидк.	Керосин + O <sub>2</sub> жидк.
Двигатели 2-й ступени	4 РД-0146 по 10 тс	4 РД-0146 ?	РД-0120 ? с 190 тс
Топливо 2-й ступени	H <sub>2</sub> жидк + O <sub>2</sub> жидк.	H <sub>2</sub> жидк + O <sub>2</sub> жидк.	H <sub>2</sub> жидк + O <sub>2</sub> жидк.
Тяга на земле, тс	1170	1950	2730
Стартовая масса, т	До 700	До 1500	До 2200
Диаметр блоков, м	3,8	3,8	3,8 и 7,8 ?
Полезная нагрузка*, т (орбита 200 км)	До 23,8	До 60	До 100
Относительная масса полезной нагрузки, % (орбита 200 км)	3,4	4	4,5

\* Приведена ориентировочно и относится к непилотируемым вариантам РН.

В 2010-2018 гг. планируется создать ПТК НП, выводимый на околоземную орбиту с помощью РН «Русь-М» и способный совершать полеты как на околоземную орбиту (в т.ч. транспортные и эвакуационные на орбитальные станции и автономные), так и к Луне (в т.ч. как часть возможного в будущем лунно-посадочного экспедиционного комплекса). В перспективе возможно использование ПТК НП для полетов к подлетающим к Земле астероидам, в точки Лагранжа и в составе марсианского экспедиционного комплекса. Универсальность задач и компоновка корабля схожи с разрабатываемым в США новым КК «Orion».

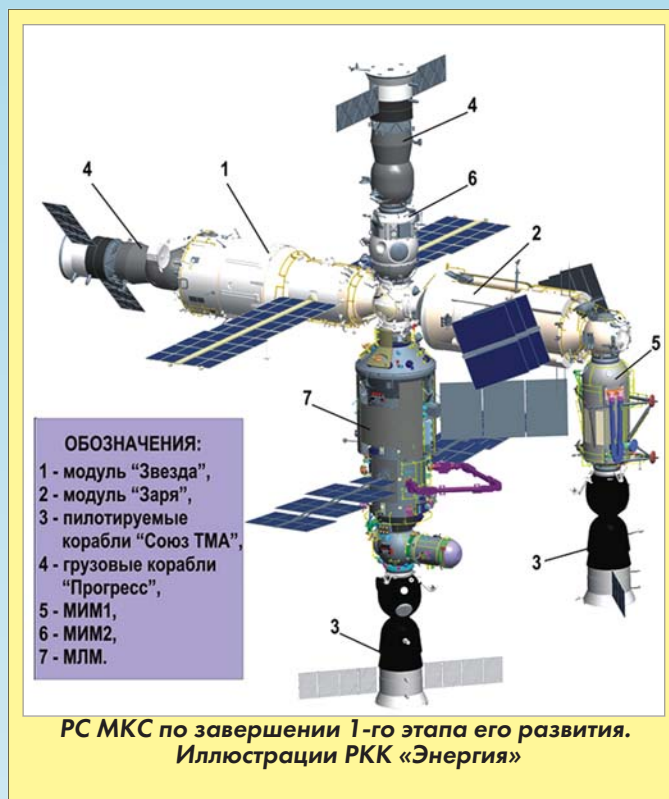
ПТК НП (рабочее наименование «Русь»), разрабатываемый как многоцелевой пилотируемый и частично многоразовый КК, должен прийти на смену кораблям «Союз» и «Прогресс». Создание корабля поручено РКК «Энергия».

Корабль будет состоять из многоразового возвращаемого аппарата (ВА или капсулы экипажа) в форме усеченного конуса и одноразового цилиндрического двигательного отсека (ДО). Максимальный экипаж нового корабля в базовом варианте составит 6 человек (при полетах к Луне — до 4 человек). Варианты корабля «Русь» приведены в табл. 2.

Табл. 2 Варианты корабля «Русь»

Показатель	На околоземную орбиту			На окололунную орбиту (станцию)
	На станцию, пилотир.	На станцию, грузовой	Автономно, пилотир.	
Экипаж, чел.	6	0	4	4
Груз, кг	500	2000 (на Землю 500)		100
Время автономного полета, сут.	5	-	30	14
Время полета со станцией, сут.	365		-	200
Масса, т	12			16,5

Перегрузки экипажа ПТК НП «Русь» ограничиваются величинами: при номинальном выводе на орбиту — 4 g, при номи-



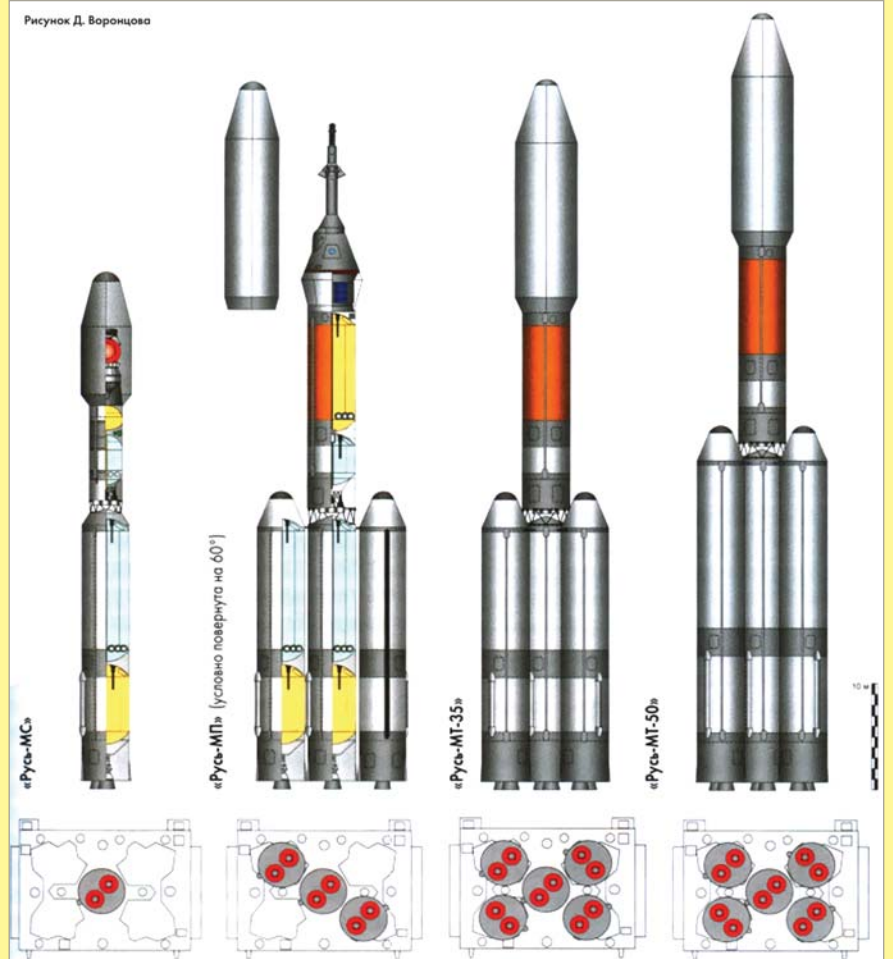
нальном спуске в атмосфере Земли — 3 g, при спуске с максимальным боковым маневром — 5 g, при срабатывании системы САС — 7 g, при входе в атмосферу после срабатывания системы САС — 12 g.

Длина корабля — 6,1 м, максимальный диаметр корпуса — 4,4 м, масса при околоземных орбитальных полетах — 12 т (при полетах за околоземную орбиту — 16,5 т), масса возвращаемого аппарата — 4,23 т (с системами мягкой посадки — 7,77 т), объем герметичного отсека — 18 куб. м.

Корабль будет иметь поворотные солнечные батареи с повышенным КПД и перспективные литиево-ионные аккумуляторы. Корпус корабля будет построен из алюминий-литиевых сплавов повышенной прочности (для герметичных отсеков) и углеродистых (для негерметичных отсеков и баков), что позволит уменьшить его массу на 20-30% и продлить срок эксплуатации. Для теплозащиты многоразового использования будут применены перспективные теплозащитные материалы.

АСТРОНОМИЯ, АСТРОФИЗИКА И КОСМОНАВИКА

Рисунок Д. Воронцова



Новая линейка носителей Русь-М

Эскизное проектирование корабля должно было быть закончено в середине 2010 г., разработка производственной документации — к концу 2011 г., отработка систем — к середине 2013 г. Испытания корабля в беспилотном варианте планируется начать в 2015 г., а в пилотируемом — в 2017-2018 г.

Задачи, решаемые ПТК НП «Русь», описаны ниже. В первую очередь они касаются полетов на околоземной орбите.

В базовом варианте пилотируемый корабль должен доставить на космическую станцию и затем возвратить на Землю 6 космонавтов и 500 кг груза. При уменьшении числа космонавтов в экипаже масса груза может возрастать. Продолжительность полета этого корабля — до 5 суток, а его масса — 12 т.

В грузовом варианте беспилотный корабль должен доставить на космическую станцию 2000 кг груза и возвратить на Землю 500 кг груза.

В течение автономного полета продолжительностью до 1 месяца пилотируемый корабль (экипаж 4 чел.) сможет выполнять следующие задачи:

- обслуживать автоматические космические аппараты (КА);
- удалять с орбиты на Землю вышедшие из строя КА и космический мусор;
- проводить эксперименты и исследования с различными полезными нагрузками;
- испытывать технологии дистанционного зондирования и раннего обнаружения крупномасштабных аварий и природных катастроф;

Корабль планируется построить на основе мощной вычислительной системы и скоростных каналов межкомпьютерного обмена, он будет обладать высоким уровнем автоматизации. Вычислительные средства позволят быстро обрабатывать большие объемы навигационной информации при стыковке и спуске на Землю. Эту информацию аппаратура управления кораблем получит от приемников системы ГЛОНАСС, гироскопических и оптических датчиков. Оборудование цифровой связи через спутники-ретрансляторы позволит проводить сеансы связи в любое время. Современные пульта управления будут иметь жидкокристаллические дисплеи.

Использование российских полигонов для посадки — ограниченных открытых пространств южнее широты 51,6 град., где имеется всего 4 района диаметром по 40 км для приземления пилотируемых кораблей, требует повышенной точности приземления (первоначально 2 км, позднее — 10 км). При этом основной посадочный район должен находиться вблизи космодрома. Поэтому было принято решение установить управляемые аэродинамические щитки, обеспечивающие боковой маневр КК в несколько сотен км, и перейти от парашютной системы посадки (точность св. 11 км) к реактивной. Твердотопливные двигатели должны полностью погасить скорость ВА с высоты 0,8-1 км. Посадка должна производиться на амортизированные опоры, что исключает его опрокидывание на бок. Это позволит использовать ВА до 10 раз и эксплуатировать его в течение 15 лет.

Корабль будет выводиться на орбиту РН «Русь-М» с нового российского дальневосточного космодрома Восточный (Амурская область, около поселка Углегорск). Его строительство должно начаться с 2010 г., первые беспилотные запуски — с 2015 г., пилотируемые — с 2017-2018 г., завершение постройки — в 2020 г.

катастроф;

- выполнять задания военного и двойного назначения.

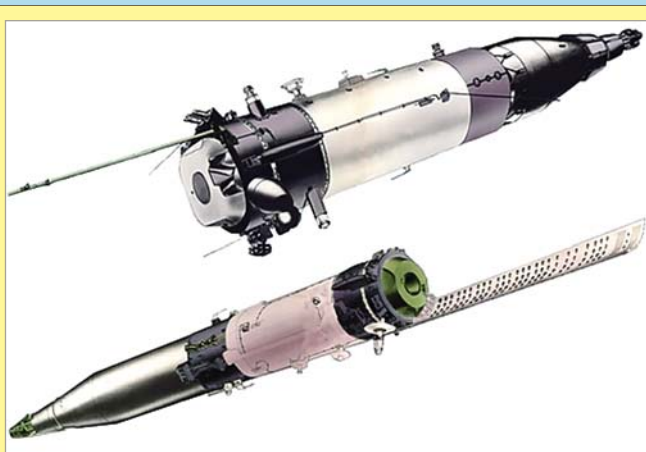
При полете на окололунную орбиту длительностью до 14 суток пилотируемый корабль (масса 16,5 т) сможет доставить туда либо на лунную орбитальную станцию и затем возвратить на Землю 4 космонавта и 100 кг груза.

Долгосрочная стратегия, предложенная МКК «Энергия», намечает последовательное развитие трех взаимосвязанных направлений, предусматривающих создание:

- станции на околоземной орбите, служащей для сборки крупногабаритных конструкций и проведения исследований в интересах России;
- комплекса средств для пилотируемых полетов на Марс;
- комплекса средств для пилотируемых полетов на Луну и другие небесные тела.

Причем МКК «Энергия» предлагает отдать приоритет пилотируемым исследованиям и освоению Марса. Предполагается, что при реализации полетов на Марс будут созданы средства, которые могут быть использованы при исследовании и освоении Луны. Действующая ФКП-2015 также предусматривает первоочередную разработку систем для реализации пилотируемой экспедиции на Марс. Однако согласно Концепции-2040, первая российская экспедиция на Луну должна состояться раньше, чем на Марс (в т.ч. с целью подготовки и испытания техники для марсианской экспедиции).

Экспедиция на Луну (2025-2030 гг.) намечена по следующему сценарию:



Проекты создания Лунной Орбитальной Станции (ЛОС), призванной служить своеобразной «базой подскока» для лунных экспедиций, постоянно обитаемой Лунной Поверхностной Станции (ЛПС), а также «околоземного промышленного» Орбитального Пилотируемого Сборочно-Эксплуатационного Комплекса (ОПСЭК), предназначенного для обслуживания и ремонта спутников модульной конструкции через посредство орбитальных буксиров. Находятся в стадии инициативной проработки проектов и намечены для развертывания в период 2020-2025 гг.

- с космодрома «Восточный» на околоземную орбиту высотой 200 км запускается пилотируемый корабль ПК (модификация ТПК НП, экипаж 4 чел.) вместе с ракетным блоком (РБ);
- запускается двигатель РБ, что увеличит скорость ПК с РБ на 3,22 км/сек и переведет их на траекторию полета к Луне;
- вторично запускается двигатель РБ, что уменьшит скорость ПК с РБ на 1,3 км/сек и выведет их на окололунную орбиту высотой 100 км;
- ПК отделяется от РБ на окололунной орбите;
- ПК стыкуется на окололунной орбите с лунным взлетно-посадочным кораблем (ВПК), который был предварительно выведен на эту орбиту аналогично ПК;
- экипаж переходит с ПК на ВПК, они разделяются, и ВПК садится на Луну;
- экипаж ВПК проводит исследования на поверхности Луны;
- взлетная ступень ВПК с экипажем стартует с поверхности Луны, выходит на окололунную орбиту и стыкуется там с ПК;
- экипаж переходит со взлетной ступени ВПК на ПК и они разделяются;
- запускается двигатель ПК, что увеличит его скорость на 1,28 км/сек и переводит на траекторию полета к Земле;
- двигатель ПК корректирует траекторию полета к Земле;
- ВА (капсула экипажа) отделяется от двигательной установки и входит в атмосферу Земли;
- ВА осуществляет мягкую посадку в южной части России в пограничном с Казахстаном районе.

### ЭКСПЕДИЦИЯ НА МАРС

Россия намечает после 2035 г. совершить пилотируемый полет на Марс. РКК «Энергия» подготовила концепцию проекта марсианской экспедиции. Она должна проходить по обычной схеме для предполагаемых межпланетных полетов. На околоземную орбиту доставляются элементы корабля, которые собираются в единый межпланетный экспедиционный комплекс (МЭК). Затем он с помощью двигательных установок

выходит на межпланетную траекторию и в течение нескольких месяцев летит к Марсу.

Около Марса МЭК тормозится и выходит на орбиту вокруг планеты. От комплекса отделяется посадочный корабль, в котором часть экипажа экспедиции спускается на поверхность Марса. После выполнения работы космонавты на взлетном модуле, который находился в составе посадочного корабля, возвращаются на МЭК, и экспедиция направляется к Земле.

В соответствии с изложенной концепцией МЭК состоит из следующих частей:

- межпланетного орбитального корабля, в котором живет и работает экипаж в течение всей экспедиции, и в котором размещена вся основная аппаратура;
- электрореактивной двигательной установки с солнечными батареями в качестве источника энергии, обеспечивающей перелет от Земли к Марсу и обратно;
- посадочного корабля со взлетным модулем, на котором часть экипажа садится на планету и возвращается на основную часть комплекса.

Возможны различные варианты построения комплекса. Главная проблема — обеспечить высокую вероятность благополучного возвращения экипажа на Землю. Поэтому схема полета и принимаемые технические решения должны быть просты и надежны. Главное решение, от которого зависит и облик комплекса, и все последующие решения — это выбор двигательной установки для межпланетного перелета.

Могут, например, использоваться жидкостно-реактивные двигатели, наиболее широко применяемые и отработанные в космической технике. Но комплекс с этими двигателями из-за их низкой эффективности будет иметь огромную массу и большую стоимость, а главное, не будет обеспечена необходимая безопасность экспедиции.

Более выгодным решением с точки зрения начальной массы корабля было бы использование ядерного двигателя, где энергия ядерных реакций разогревает газ, создавая необходимую тягу. Однако и этот двигатель не обеспечивает необходимых требований по безопасности экипажа и стоимости. Значительными будут затраты на наземные средства отработки двигательной установки.

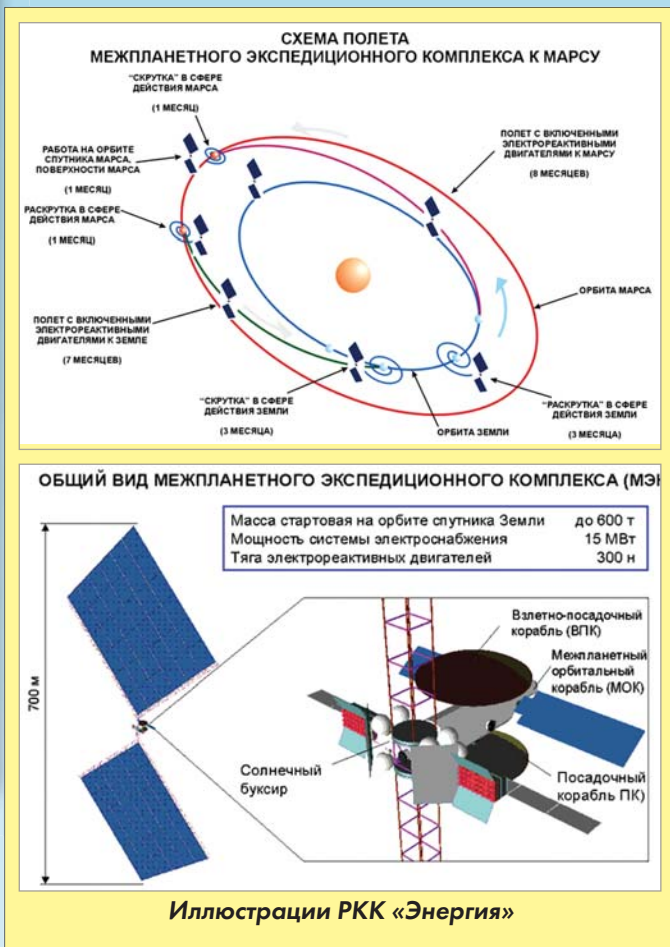
Для использования на марсианском корабле наиболее эффективными из существующих двигателей РКК «Энергия» считает электрореактивные. Они имеют высокую надежность и низкую стоимость. Комплекс с их использованием обладает минимальной массой и его проще, чем какой-либо другой, собрать на околоземной орбите.

Предлагаемая концепция марсианской экспедиции обладает следующими преимуществами:

- высокая вероятность благополучного возвращения экипажа;
- минимальная, по предварительным оценкам, стоимость экспедиции;
- использование электрореактивных двигателей и солнечных батарей сделает корабль многоцелевым, что позволяет расширить программу летной отработки и существенно снизить стоимость программы освоения Марса;
- программа летной отработки взлетно-посадочного корабля при полете к Марсу без экипажа не только повысит безопасность, но и позволит изучить поверхность Марса;
- стремление к экологической чистоте межпланетного комплекса увеличит вероятность поддержки проекта мировой общественностью.

Основные характеристики межпланетного экспедиционного комплекса приведены в табл. 3





человека в условиях космического пространства уже есть. Три космонавта работали на станции «Мир» по году, а один — полтора года. Пленочные солнечные батареи тоже существуют. В 1998 г. на поверхности станции «Мир» космонавты разместили образцы такой батареи (ключевого элемента марсианского корабля) для исследования влияния на них космических условий. Эти образцы возвращены на Землю, их исследования подтвердили положительный результат. Электрореактивные двигатели широко используются в космической технике, и двигатели с анодным слоем (тип ДАС) являются весьма перспективными по ресурсу, удельной тяге и надежности для использования на МЭК. Эти российские двигатели прошли отработку в полете на американском спутнике STEX. На орбитальных станциях «Салют» и «Мир» получен опыт по разворачиванию протяженных ферменных конструкций, которые необходимы в качестве основы для размещения пленочных солнечных батарей. Не видно серьезных проблем и в создании протяженных ферм. Наименее отработанный элемент МЭК — это взлетно-посадочный корабль. Создание такого аппарата — сложная, но решаемая техническая проблема. Есть опыт посадки на планету автоматов, этот опыт может использоваться для разработки и пилотируемых посадочных аппаратов. Имеется опыт посадки и взлета американских астронавтов с поверхности Луны по программе «Apollo», который также должен использоваться при создании элементов МЭК.

**Разработка элементов марсианского экспедиционного комплекса.** В настоящее время в РКК «Энергия» разработаны три экспериментальных автоматических аппарата: «Модуль-М», «Модуль-М2» и «Марс-модуль», предназначенных для отработки технических решений МЭК. Их планируется доставить на МКС кораблем «Прогресс», после чего экипаж при выходе в открытый космос выполнит сборку аппаратов и отвод их от станции. Характеристики экспериментальных аппаратов приведены в табл. 4.

Табл. 3. Основные характеристики межпланетного экспедиционного комплекса

Начальная масса комплекса, т	До 600
Общее время экспедиции, лет	До 2
Ресурс комплекса, лет	Не менее 15
Экипаж, человек	6
Тяга межпланетного двигателя, кгс (Н)	30 (300)
Мощность солнечной электростанции, МВт	15
Стоимость экспедиции, млрд. долл.	300-500

**Работы в обеспечении марсианской экспедиции.** Большое место при полетах орбитальных станций «Салют» и «Мир» занимали эксперименты, где проверялись и отрабатывались технические решения будущего межпланетного комплекса. Значительный объем работ по подготовке пилотируемого полета на Марс уже выполнен.

В настоящее время в России разрабатываются ракеты-носители «Русь-МСТ» грузоподъемностью до 100 т, способные вывести на околоземную орбиту отдельные части МЭК. Для этого нужно 6-7 пусков подобных ракет. Отработана система автоматической стыковки, которая обеспечит последовательную сборку отдельных частей корабля в единую конструкцию. С помощью такой системы уже выполнено более 200 автоматических стыковок на станциях «Салют» и «Мир». На орбитальных станциях исследовалось поведение человеческого организма в условиях длительного космического полета, отрабатывались системы жизнеобеспечения с замкнутым циклом, где кислород и вода, потребляемые экипажем, восстанавливаются для повторного употребления после переработки. Опыт длительного полета

Табл. 4. Характеристики экспериментальных аппаратов

Показатель	«Модуль-М»	«Модуль-М2»	«Марс-модуль»
Масса, кг	225	960	2600
Двигатель	Д 38	Д 55	Д 100
Тяга, Н	0,035	0,05	0,3
Удельный импульс, м/с	2080	2250	3970
Vx, км/с	0,4	4,5	21

Аппарат «Модуль-М» с помощью маршевых электрореактивных двигателей осуществит подъем на орбиту высотой 1200 км. Во время этого полета будут проведены исследования по влиянию на аппаратуру длительной работы электрореактивных двигателей.

В настоящее время на заводе экспериментального машиностроения РКК «Энергия» изготовлена конструкция аппарата, проведены испытания механических узлов и агрегатов, лабораторная отработка служебных систем и научной аппаратуры. Однако, в связи с прекращением финансирования, дальнейшее изготовление аппарата приостановлено.

Аппарат «Модуль-М2» планируется направить в точку Лагранжа (H = 1,5 млн. км). Наряду с отработкой принципиальных проблем полета межпланетного корабля, этот аппарат планируется использовать для предупреждения о магнитных бурях на Земле, вызванных солнечной активностью.

И, наконец, «Марс-модуль» планируется направить к Марсу для проведения его исследования. Он будет первым аппаратом, который одновременно с отработкой межпланетного корабля



Макет ПТК НП на стенде РКК «Энергия» на выставке МАКС 2009

будет предназначен для исследования Марса с помощью доставляемой на нем аппаратуры дистанционного зондирования и спускаемых аппаратов с необходимым оборудованием. При этом обеспечивается длительность функционирования аппаратуры на орбите Марса более двух лет. При необходимости этот аппарат способен вернуться на околоземную орбиту. С помощью «Марс-модуля» возможно решение следующих задач:

- исследование климата, поверхности и внутреннего строения Марса;
- глобальная фотосъемка поверхности Марса;
- дистанционное зондирование Марса.

Также в РКК «Энергия» разработан концептуальный облик межпланетного орбитального корабля, где экипаж будет работать в течение полета по межпланетной траектории. При этом использован опыт работ по орбитальным станциям. Определен концептуальный облик взлетно-посадочного корабля, разработана программа сборки МЭК, основные конфигурации протяженных ферм для размещения пленочных батарей и технология сборки больших солнечных батарей на орбите.

МЭК будет состоять из межпланетного орбитального корабля (МОК), солнечного буксира (СБ), пилотируемого взлетно-посадочного корабля (ВПК), беспилотного посадочного корабля (ПК) и ПТК НП «Русь».

МОК массой 70 т и объемом герметичных отсеков 410 куб. м рассчитан на экипаж 6 чел. Он имеет форму длинного цилиндра (диаметр 6,2 м), к которому с одного торца по оси присоединены 2 коротких цилиндра (диаметр 4,1 м и 2,5 м). Всего МОК имеет 6 герметичных отсеков (рабочий, бытовой и исследовательский, 2 жилых, переходной, тренажерно-медицинский) и 4 негерметичных (шлюзовый, барокамера, агрегатный и переходной). Корабль имеет 6 стыковочных узлов и солнечные батареи мощностью 30 кВт.

СБ включает корпус с двигательной установкой тягой 30 кгс (300 Н), включающей 400 автономных двигателей, каждый тягой по 0,075 кгс (0,75 Н). Они объединены в 2 прямоугольных пакета по 200 двигателей. Двигатели получают электроэнергию от солнечных батарей (мощность 15 МВт), представляющих собой 2 квадратные рамы из решетчатых ферм размахом 700 м, на которые натянуты пленочные фотоэлектрические преобразователи. К корпусу буксира крепятся баки с рабочим телом (ксеноном),

который используют двигатели для создания тяги.

ВПК (масса 62 т) включает дисковидный корпус-контейнер с нижней частью, имеющей теплозащитное покрытие и тормозную двигательную установку для схождения с орбиты вокруг Марса. Внутри корпуса-контейнера находятся посадочная ступень, взлетный модуль и вздоход, соединенные вместе. Корабль сходит с орбиты, тормозится в атмосфере нижней частью корпуса-контейнера, затем сбрасывается его верхняя часть, потом нижняя часть, раскрываются опоры посадочной ступени — и корабль садится, используя ее двигатели. Посадка ВПК производится рядом с севшим ранее ПК. Масса ВПК на поверхности — 40 т. После проведения исследований на планете продолжительностью до месяца экипаж стартует на взлетном модуле (масса 21,25 т, диаметр 4,8 м, высота 4,2 м), используя его двухступенчатую двигательную установку. На орбиту вокруг Марса выходит взлетная кабина (масса 4,3 т, диаметр 3 м) с экипажем, который стыкуется с МОК.

ПК имеет такой же корпус-контейнер, что и ВПК, только в нем находится посадочная ступень, обитаемый отсек для пребывания экипажа на поверхности Марса, необходимые запасы и научное оборудование.

Сборка МЭК будет осуществляться на пилотируемом сборочном комплексе (ПСК), расположенном на околоземной орбите. Элементы МЭК будут последовательно выводить на орбиту 6-7 запусками РН «Русь-МСТ» и одним запуском РН «Русь-М», и затем доставляться к ПСК.

Сборка МЭК будет происходить в описанной ниже последовательности.

- выводится МОК и разворачиваются его солнечные батареи;
- выводится конструкция солнечного буксира, монтажного оборудования, и они присоединяются к МОК;
- производится сборка солнечного буксира;
- выводятся баки с рабочим телом и присоединяются к солнечному буксиру;
- выводятся ВПК и ПК, которые пристыковываются к МОК;
- выводится ПТК НП с экипажем МЭК и производится подготовка к старту.

Сценарий экспедиции на Марс приведен ниже.

- МЭК в сфере действия Земли набирает 2-ю космическую скорость (3 месяца);
- МЭК летит к Марсу с включенными электрореактивными двигателями (8 месяцев);
- МЭК в сфере действия Марса гасит 2-ю космическую скорость и выходит на орбиту вокруг него (1 месяц);
- ПК с обитаемым отсеком и научной аппаратурой садится на Марс;
- экипаж МЭК работает на орбите вокруг Марса, посещает его спутники на ПТК НП, высаживается на поверхность Марса в ВПК, работает там в ПК, затем стартует на взлетном модуле ВПК с поверхности и стыкуется с МОК (1 месяц);
- МЭК в сфере действия Марса набирает 2-ю космическую скорость (1 месяц);



- МЭК летит к Земле с включенными электрореактивными двигателями (7 месяцев);
- МЭК в сфере действия Земли гасит 2-ю космическую скорость и выходит на орбиту вокруг него (3 месяца);
- экипаж МЭК на ПТК НП садится на Землю.

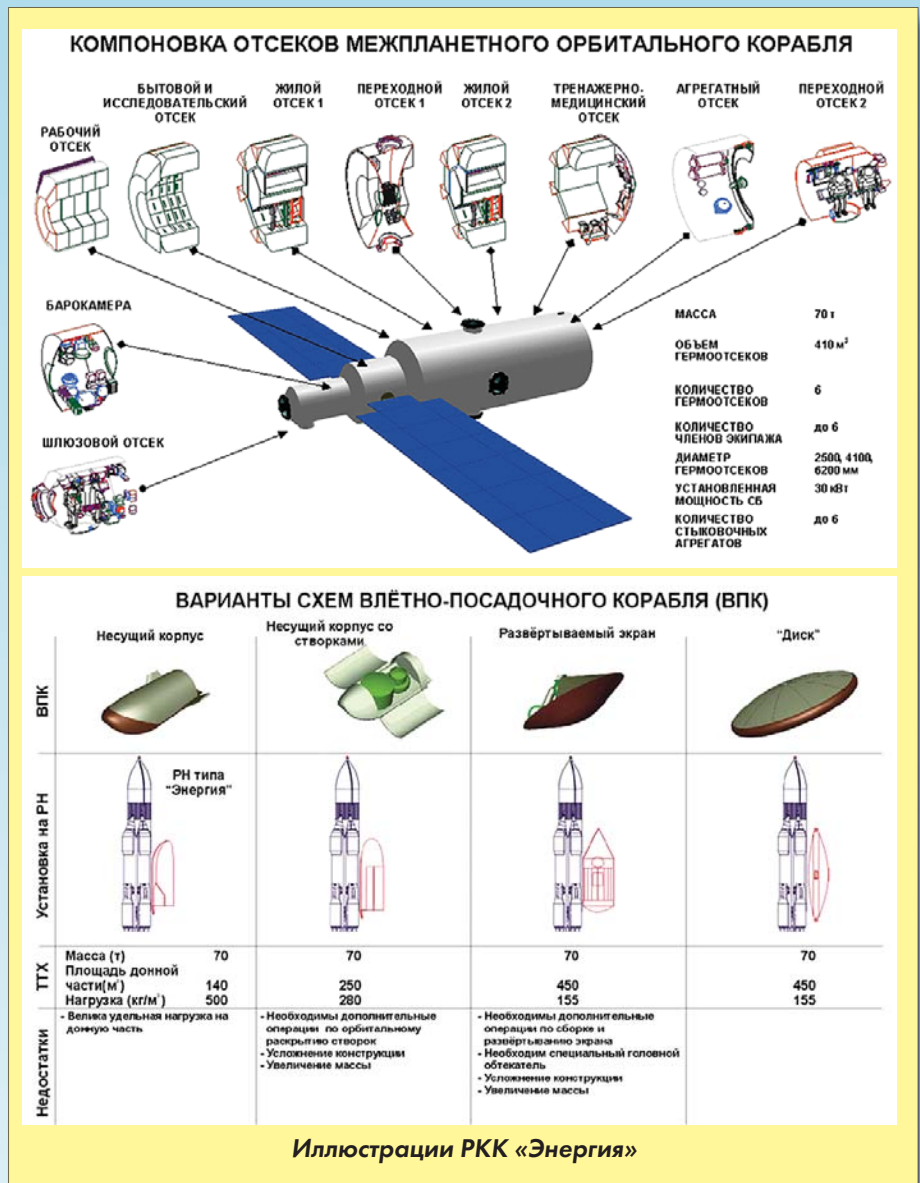
Первый пилотируемый полет на Марс намечено осуществить без высадки ВПК с людьми на планету. На Марс съедет беспилотный ПК с научной аппаратурой и марсоходом, которыми будут управлять космонавты с орбиты.

Опыт создания МКС показал возможность и целесообразность разработки таких крупных космических проектов на международной основе. При этом Россия могла бы взять на себя создание МОК, США — ВПК и ПК, а солнечного буксира — Россия или США. В кооперации могут принимать участие страны Европы, Японии и Канада. При этом целесообразно создать международный координационный комитет для помощи правительствам партнеров в принятии решений с рабочими группами для решения вопросов сотрудничества, распределения работ и формирования концепции экспедиции.

Альтернативой описанного выше МЭК может стать предложенный недавно к разработке транспортно-энергетический модуль на основе ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса. Этот модуль должен состоять из ядерной энергетической установки с системами биологической и аварийной защиты, холодильников, электрореактивных двигателей, баков с рабочим телом и полезной нагрузки. Ожидается, что проект будет выполнен Роскосмосом и госкорпорацией Росатом, ведущим разработчиком станет Исследовательский центр им. Келдыша, а часть работ, возможно, будет поручена МКК «Энергия». Эскизное проектирование намечено на 2010-2012 гг., а вся программа разработки рассчитана на 9 лет.

Специалисты считают целесообразным осуществлять пилотируемые исследования Марса на международной основе (как создание и эксплуатацию МКС) по причине их сложности, высокой стоимости и главное — огромного риска. Чтобы снизить этот риск, такая экспедиция должна иметь рациональное дублирование кораблей и систем. То есть в полет должно отправиться несколько одинаковых межпланетных кораблей и посадочно-взлетных модулей (минимум по 2). Например, при экипаже экспедиции в 6 человек к Марсу должны отправиться 2 межпланетных корабля, несущих по 3 астронавта и имеющих удвоенную емкость и запасы. При отказе одного корабля это обеспечит выполнение миссии и возвращение астронавтов на Землю. Однако стоимость экспедиции, как минимум, удвоится. Такая сумма превосходит возможности не только России, но и США, чьи расходы на космические программы в 7 раз выше. Поэтому представляется, что для организации пилотируемых исследований Марса необходимы международные экспедиции.

В последние 2 года финансирование космической отрасли в России уменьшилось, что объясняется международным



финансово-экономическим кризисом. Если с 2005 по 2008 гг. бюджет Роскосмоса вырос в полтора раза (с 0,9 до 1,43 млрд. долл.), то в 2009 г. он составил 1,23 млрд. долл., а в 2010 г. — 1,18 млрд. долл. По совокупным расходам на космос Россия занимает четвертое место в мире (2,7 млрд. долл.) после США (19 млрд. долл.), Евросоюза (5,3 млрд. долл.) и Китая (3,1 млрд. долл.). Меньше тратит только Япония (2,2 млрд. долл.) и Индия (1,2 млрд. долл.).

Нет продвижения в строительстве нового российского космодрома Восточный, с которого в перспективе должны будут ракетами-носителями «Русь-М/МТ/МСТ» запускаться пилотируемые корабли ПТК-НП и выводиться на орбиту элементы перспективных орбитальных станций и межпланетных кораблей. Стоимость строительства космодрома оценивается в 13,5 млрд. долл.

Эскизный проект ПТК-НП рассматривался в Роскосмосе только в июле 2010 г., а в 2015 г. уже должен быть произведен первый пуск РН «Русь-М». Специалисты высказывают серьезные сомнения в возможности реализации этих планов в намеченные сроки. Организация же российских экспедиций на Марс в 2035-2040 гг. представляется ими нецелесообразной из-за большого количества нерешенных проблем, огромных расходов и недопустимого риска.



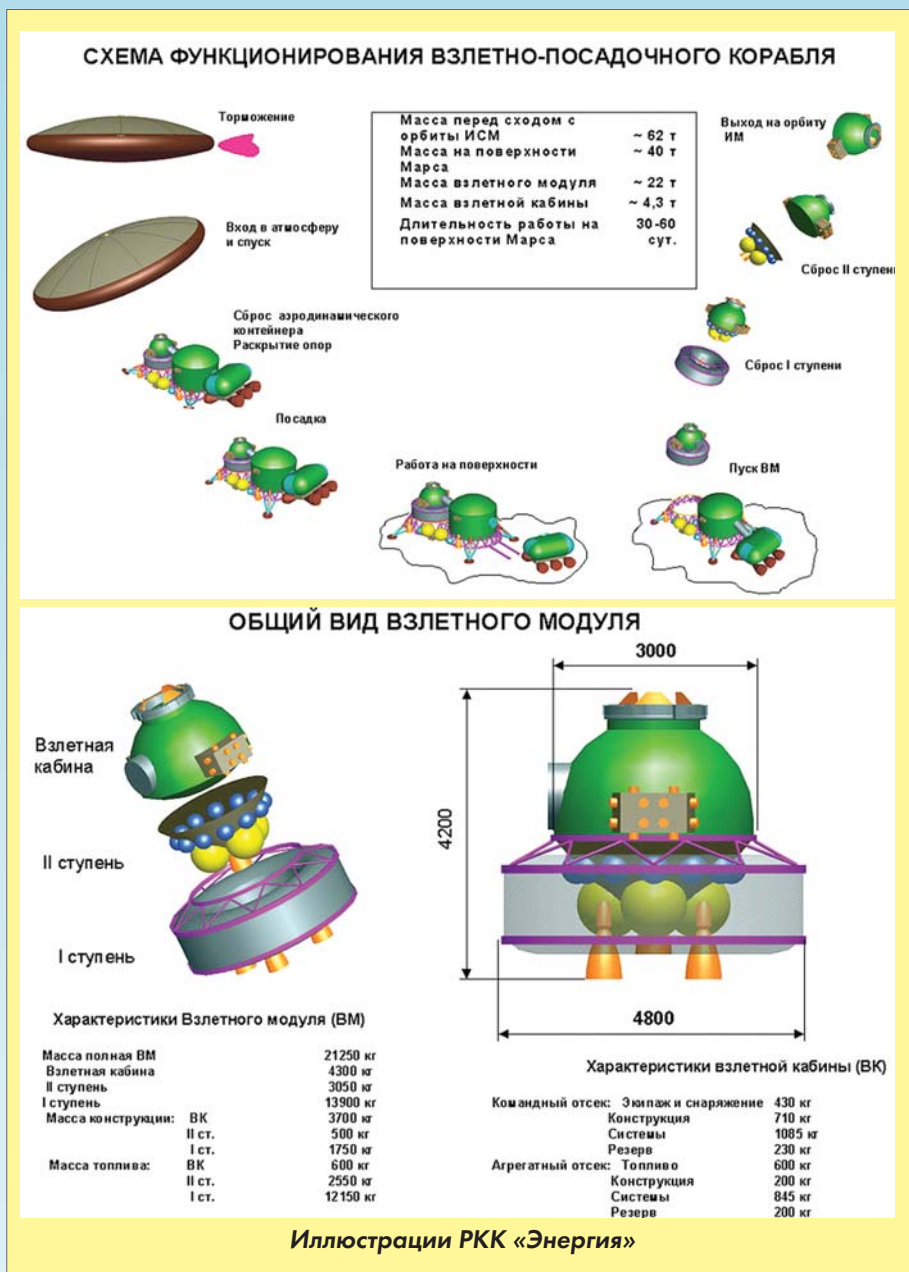
**ВЫВОДЫ**

1. Пилотируемые космические программы России включают в себя: до 2015 г.: завершение строительства российского сегмента РС МКС, создание перспективной пилотируемой транспортной системы ППТС и строительство нового космодрома Восточный; в 2016-2025 гг.: использование РС МКС, эксплуатацию ППТС, создание инфраструктуры для межпланетных полетов и сборку космических комплексов на околоземной орбите; в 2026-2040 гг.: эксплуатацию космической инфраструктуры, межпланетные экспедиции и создание системы защиты Земли от астероидной опасности.

2. ППТС включает РН «Русь-М», пилотируемый транспортный корабль нового поколения ПТК НП и обеспечивающие системы. РН «Русь-М» предназначена для выведения на околоземную орбиту перспективных пилотируемых и грузовых КК. Она входит в семейство новых двухступенчатых РН, состоящее из 3-х носителей г/п 23,8 т («Русь-М»), 60 т («Русь-МТ») и 100 т («Русь-МСТ») на орбиту высотой 200 км (при старте с космодрома Восточный). ПТК НП — это новый многоцелевой пилотируемый и частично многоразовый КК, который должен заменить КК «Союз» и «Прогресс». Корабль состоит из конического многоразового возвращаемого аппарата (ресурс 10 полетов) с экипажем 4-6 чел. и одноразового двигательного отсека. В базовом варианте КК доставит на МКС 6 чел. и 500 кг груза, а беспилотный вариант — 2 т груза, автономный вариант с 4 чел. может летать на околоземной орбите месяц, а вариант для полетов к Луне с 4 чел. — 14 суток. Посадку на Землю корабль будет осуществлять при помощи двигателей.

3. В межпланетных пилотируемых программах приоритет отдается исследованиям и освоению Марса. Однако 1-я российская экспедиция на Луну должна состояться раньше, чем на Марс (для испытания техники марсианской экспедиции). Экспедиция на Луну может проходить по следующему сценарию: сначала с космодрома Восточный на околоземную орбиту высотой 200 км запускается ТПК НП (экипаж 4 чел.) вместе с ракетным блоком (РБ). Двигатель последнего срабатывает, и ТПК с РБ переходит на траекторию полета к Луне; на подходе к ней РБ срабатывает вторично, и ТПК с РБ выходит на окололунную орбиту высотой 100 км, где ТПК отделяется от РБ. Там ПК стыкуется с лунным взлетно-посадочным кораблем (ВПК), который был предварительно выведен на эту орбиту аналогично ТПК. Экипаж переходит с ТПК на ВПК, они разделяются, и ВПК садится на Луну, где экипаж проводит исследования на поверхности. Затем взлетная ступень ВПК с экипажем стартует с поверхности Луны, выходит на окололунную орбиту и стыкуется там с ТПК; экипаж переходит со взлетной ступени ВПК на ТПК, и они разделяются. Срабатывает двигатель ТПК, и он переходит на траекторию полета к Земле, где капсула экипажа отделяется от двигательного отсека и осуществляет мягкую посадку.

4. Россия намечает после 2035 г. совершить пилотируемый полет на Марс. Сначала на околоземную орбиту за 6 запусков РН «Русь-МСТ» доставляются и собираются элементы межпланетно-



го экспедиционного комплекса (МЭК) общей массой 600 т (межпланетный орбитальный корабль (МОК), солнечный буксир (СБ), пилотируемый взлетно-посадочный корабль (ВПК) и беспилотный посадочный корабль (ПК)), а одним запуском РН «Русь-М» — ПТК НП с экипажем 6 чел. Затем МЭК с помощью 400 электрореактивных двигателей СБ общей тягой 30 кгс (источник энергии — солнечные батареи, рабочее тело — ксенон) выходит на траекторию полета к Марсу. Около Марса МЭК тормозится и выходит на орбиту вокруг планеты. От комплекса отделяется ПК, который садится на планету. Рядом с ним садится ВПК с частью экипажа МЭК. После выполнения работы (в течение месяца) космонавты на взлетном модуле ВПК возвращаются на МЭК и экспедиция направляется к Земле. Около нее МЭК тормозится, выходит на околоземную орбиту, и экипаж в ПТК НП садится на Землю. Продолжительность экспедиции 2 года, стоимость — 300-500 млрд. долл.

5. Предложен альтернативный вариант МЭК — транспортно-энергетический модуль на основе ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса. Этот модуль должен состоять из ядерной энергетической установки с системами биологической и аварийной защиты, холодильников, электрореактивных двигателей, баков с рабочим телом и полезной нагрузки.

