

ЛУНА И МАРС КАК ОБЪЕКТЫ КОЛОНИЗАЦИИ

«...я надеюсь, что мои работы, может быть скоро, а может быть и в отдалённом будущем, дадут горы хлеба и бездну могущества...»

К. Э. Циолковский.

Полноценное освоение Луны и Марса, а не рекордные полёты ради приоритета, — так видят будущее отечественной космонавтики в ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, одном из ведущих предприятий российской ракетно-космической промышленности (именно там производят ракету-носитель «Протон» и разрабатывают семейство ракет-носителей «Ангара»). На прошедших в начале этого года XXXV Академических чтениях по космонавтике (Королёвских чтениях) Центр Хруничева представил космическую программу, рассчитанную на 30 лет.

По мнению специалистов Центра, завоевание других планет должно начаться с создания сборочной платформы на низкой околоземной орбите. Именно на станции-верфи из отдельных модулей будут строиться межпланетные корабли — примерно так же, как строилась Международная космическая станция (МКС).

Следующий этап — развёртывание лунной орбитальной станции (ЛОС). База на орбите вокруг нашего естественного спутника позволит исследовать Луну и управлять автоматами на её поверхности без запаздывания сигнала (от Земли до Луны сигнал идёт чуть более секунды). Кроме того именно с неё впоследствии осуществляются высадки на поверхность Луны. Затем в наиболее интересных с научной точки зрения областях Луны будут созданы посещаемые базы. Со временем базы станут постоянно обитаемыми и начнётся следующий этап — промышленное использование местных ресурсов для жизнеобеспечения космонавтов и заправки кораблей.

А Луна может предложить нам очень многое. Например, в состав её реголита (пыле-видного слоя грунта на поверхности) входит множество химических элементов — кислород (40%), кремний (20%), железо (5—10%), алюминий (10%), кальций (10%), даже титан (3%) и магний (5%). Конечно, все эти сокровища необходимо ещё добыть. Ведь на Земле руду, содержащую меньше 25% железа, называют бедной, а меньше 16% вообще таковой не считают.

Новые данные, полученные российским прибором LEND (LEND — Lunar Exploration Neutron Detector, или нейтронный детектор для исследования Луны), входящим в состав научной аппаратуры американского зонда LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter — лунный

орбитальный зонд), свидетельствуют о наличии в реголите водорода, лучшего топлива для жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Водород, в свою очередь, может указывать на наличие водяного льда, то есть воды и кислорода для нужд лунной базы.

Ещё один элемент, который входит в состав реголита и очень интересует человечество, — знаменитый гелий-3, прекрасное «горючее» для термоядерных электростанций будущего. Реакция ${}^3\text{He} + \text{D} \rightarrow {}^4\text{He} + \text{p}$ имеет ряд преимуществ: низкий поток нейтронов, неактивные материалы для синтеза, отсутствие радиоактивного выброса в случае аварии с разгерметизацией активной зоны. При термоядерном синтезе, когда тонна гелия-3 вступает в реакцию с 0,67 тонны дейтерия, высвобождается энергия, эквивалентная сгоранию 15 млн тонн нефти. К сожалению, гелия-3 на Земле почти нет, а на Луне его может найтись до 10 млн тонн (см. «Наука и жизнь» № 8, 2004 г.). Следует отметить, что существуют два огромных препятствия на пути внедрения термоядерной энергетики: отсутствие работающих реакторов и крайне низкая концентрация гелия-3 в реголите, около грамма на 100 тонн.

К лунным ресурсам можно условно отнести и солнечное излучение, не ослабленное атмосферой — 1367 Вт/м², вакуум и отсутствие радиопомех с Земли на обратной стороне нашего спутника (что может пригодиться для строительства радиотелескопов).

Но вернёмся к планам Центра им. М. В. Хруничева. Для освоения Марса предложен примерно такой же план, как и для Луны: станция на орбите, отдельные высадки, сначала временная база, потом постоянная, затем использование местных ресурсов, благо их на Марсе не меньше, чем на Луне. В атмосфере планеты присутствуют углекислый газ (95%) и азот (3%). Основная составляющая почвы — кремнезём (20—25%), содержащий смесь гидратов оксидов железа (до 15%). В элементном составе марсианской почвы преобладает кремний (20%), присутствуют железо (12%), алюминий и магний. И совсем недавно на Марсе был обнаружен водяной лёд.

Инженерные проекты достижения красной планеты разрабатываются уже более шестидесяти лет. В 1948 году Вернер фон Браун (Wernher von Braun — немецкий конструктор, создатель первых в истории баллистических ракет Фау-2, «отец» американской космической программы) написал подкреплённый расчётами роман об экспедиции на Марс. Роман не был издан, но материалы из него послужили основой лекций, прочитанных в 1951 году, и серии статей об освоении космоса, опубликованных в журнале «Collier's» спустя год. Фон Браун планировал использовать

КОСМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛУННОЙ ПИЛОТИРУЕМОЙ ПРОГРАММЫ



Пилотируемый корабль для полётов на окололунную орбиту (ПК-Л)

Экипаж 4 чел.
Срок существования 14 сут.
Длина 8,4 м
Диаметр 4,1 м
Обитаемый объём 18 м³
Масса 19,6 т
Удельная тяга 330 с
Запас скорости 1910 м/с



Модуль лунной орбитальной станции

Экипаж до 4 чел.
Длина до 21 м
Диаметр 4,1 (7,0) м
Объём 120 м³
Масса 18 т

Посадочно-взлётный лунный корабль (ПВЛК)



Экипаж 3 чел.
Срок существования 14 сут.
Высота ПВЛК 5,4 м
Максимальный поперечный размер 10,0 м
Обитаемый объём 14 м³
Масса 29,8 т
Тяга МДУ 4 × 2000 кгс
Удельная тяга 330 с

ЭЛЕМЕНТЫ ЛУННОЙ НАПЛАНЕТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ



Жилой модуль

Экипаж до 4 чел.
Длина 6,1 м
Диаметр 3,0 м
Герметичный объём 40 м³



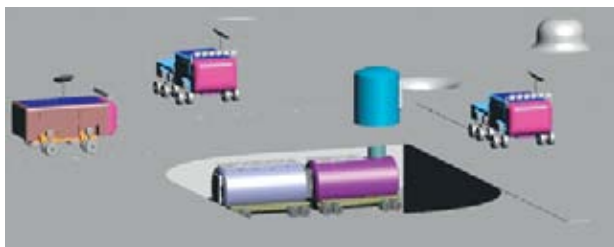
Служебно-шлюзовой модуль

Экипаж до 4 чел.
Длина 6,1 м
Диаметр 3,0 м
Герметичный объём 40 м³



Лунная база I этапа

Суммарная масса модулей 13,5 т
Масса одного модуля 6,7 т
Суммарный объём базы 80 м³
Число герметичных модулей 2
Экипаж 4 чел.



Лунная база II этапа

Суммарная масса модулей 20 т
Масса одного модуля 6,7 т

Суммарный объём базы 115 м³
Число герметичных модулей 3
Экипаж 4 чел.

для экспедиции на Марс десять космических кораблей массой 3720 тонн каждый. Создание флотилии потребовало бы 950 запусков специальной многоразовой ракеты.

В 1960-е планы стали гораздо скромнее — марсианская экспедиция на одном корабле с ядерным ракетным двигателем (ЯРД) намечалась на 1981 год. Масса межпланетного комплекса на околоземной орбите должна была составить 1500 тонн. Но после неоднократных посещений астронавтами Луны в рамках программы «Аполлон» и победы в космической гонке, финансирование «марсианских планов» в США свернули.

В нашей стране тоже проектировали экспедиции на Марс. Есть мнение, что советская лунная ракета Н-1 изначально была задумана именно для доставки на околоземную орбиту компонентов межпланетного корабля (см. «Наука и жизнь» №№ 4, 5, 1994 г.). Согласно проработкам отдела ОКБ-1 (знаменитое королёвское КБ, сейчас РКК «Энергия»), выполненным в конце 1950-х годов, для сборки

межпланетного комплекса потребовалось бы 25 стартов Н-1.

Первые этапы проектов предусматривали варианты кораблей с жидкостными ракетными двигателями, однако в дальнейшем от них отказались в пользу электроракетных двигателей (ЭРД) с ядерным источником электроэнергии (см. «Наука и жизнь» № 7, 2007 г.). А сегодня Центр им. М. В. Хруничева на XXXV Академических чтениях по космонавтике предлагает для межпланетных кораблей двухрежимный ядерный ракетный двигатель (ЯРД). Он может работать и в качестве непосредственно ядерного двигателя, и как источник энергии для целой батареи из десятков электроракетных двигателей (ЭРД) малой тяги.

Вблизи планет, где для преодоления гравитации требуется большая тяга, сильно разогретый водород прокачивается через активную зону реактора и выбрасывается через сопло в космос, как в обычном реактивном двигателе. В межпланетном про-

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
МАРСИАНСКОГО ТРАНСПОРТНОГО КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

Тип двигательной установки	Двухрежимный ЯРД
Рабочее тело	Жидкий водород
Тяга ДУ	$4 \times 7 \text{ тс} = 28 \text{ тс}$
Удельная тяга ДУ	940 с
Мощность энергоустановки	60 кВт
Экипаж МПК	6 чел.

	Марсианский пилотируемый корабль		Марсианский грузовой корабль	
Расчётная дата старта, год	2037	2041	2035	2039
Продолжительность перелёта ОИСЗ-ОИСМ, сут.	228	205	183	223
Продолжительность экспедиции, сут.	760	960		
Масса МПК/МГК на ОИСЗ, т	719,8	626,8	243,1	261,2
Масса топлива, т	467,6	379,4	113,2	131,3
Запас $V_{\text{зар}}$ для маневрирования, м/с	11 315	9619	5924	6607

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ВЫВЕДЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПИЛОТИРУЕМОЙ
ПРОГРАММЫ В ОКОЛОЗЕМНОМ КОСМОСЕ
И ЗАПУСКОВ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Ракета-носитель	«Ангара-1,2»	«Ангара-А3»	«Ангара-А5»	«Ангара-А7В»	«Русь-М»
Старт. масса, т	171	480	759	1107	673
Масса ПГ на НО, т	3,8	15,1	25,8	50	23,5

странстве реактор работает как атомная электростанция (АЭС). Этот режим требует наличия огромных радиаторов для охлаждения рабочего вещества (тепло в космосе можно сбросить только излучением), турбин и генераторов электроэнергии. Электроракетные двигатели малой тяги имеют чрезвычайно высокий удельный импульс (и, значит, минимальный расход топлива (см. «Наука и жизнь» № 9, 1999 г.)). Конечно, создание двухрежимного ЯРД — задача довольно сложная, но ничего принципиально нереализуемого в его проекте нет.

По плану Центра марсианский экспедиционный комплекс должен состоять из пилотируемого корабля (МПК) и грузового корабля (МГК) массой на околоземной орбите примерно 700 и 250 тонн соответственно. Части межпланетных кораблей на орбиту Земли станут выводить с помощью ракеты-носители семейства «Ангара» или новой многоэтапной ракетно-космической системы (МРКС) с первой ступенью, работающей

на метане и кислороде, разработку которой ведёт Центральный научно-исследовательский институт машиностроения.

Специалисты Центра оценили также экономическую составляющую проекта. По их мнению, вся тридцатилетняя программа освоения Луны и Марса обойдётся в 4,8 трлн рублей (в ценах 2010 года), или 160 млрд долларов (всего в 1,5—2 дорожке всей программы МКС).

И хотя некоторые эксперты считают оценку заниженной, сумма велика только на первый взгляд. Для сравнения: это объём вкладов Сбербанка РФ или чуть меньше половины фондовых инвестиций в российскую экономику за прошлый год. Можно оценить и по-другому: 4,8 трлн рублей — это 55 000 рублей с каждого трудоспособного россиянина. Если сумму распределить по всей программе (30 лет) — всего 150 рублей в месяц. Совсем небольшая плата за будущее!

Александр ИЛЬИН.