

ВОЕННО-ИСТОРИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

БИТВА ЗА ЗВЕЗДЫ

КОСМИЧЕСКОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ



АНТОН ПЕРВУШИН

Annotation

Перед вами книга, рассказывающая об одном из главных достижений XX века — космонавтике, которую весь мир считает символом прошлого столетия. Однако космонавтика стала не только областью современных исследований науки и достижений техники, но и полем битвы за космос двух мировых сверхдержав — СССР и США. Гонка вооружений, «холодная война» подталкивали ученых противоборствующих систем создавать все новые фантастические проекты, опережающие реальность.

Данный том посвящен истории бурного развития космонавтики во второй половине XX века, альтернативным разработкам и соперничеству между Советским Союзом и США.

Книга будет интересна как специалистам, так и любителям истории.

- [Антон Первушин](#)
 - [Глава 15 НАСЛЕДНИКИ «БУРАНА»](#)
 -
 - [Легкий космический самолет Челомея](#)
 - [Проект «ОК-М»](#)
 - [Проект «МАКС»](#)
 - [Космопланы «МиГ-2000» и «МиГ-АКС»](#)
 - [Воздушно-космический самолет НПО «Энергия»](#)
 - [Космический бомбардировщик «Ту-2000»](#)
 - [Концепция «АЯКС»](#)
 - [Одноступенчатый воздушно-космический самолет «Нева»](#)
 - [Космический корабль «Заря»](#)
 - [Двухмодульный воздушно-космический корабль](#)
 - [Программа «Холод»](#)
 - [Ракетоплан «АРС» \(«Аэро-космическое ралли»\)](#)
 - [Суборбитальный корабль «Космополис-XXI»](#)
 - [Глава 16 НАСЛЕДНИКИ «ШАТТЛА»](#)
 -
 - [Программа «RLV» \(«Venture Star»\)](#)
 - [Атмосферный аналог «Х-33»](#)
 - [Ракетный самолет Х-34](#)
 - [Космоплан Х-37](#)
 - [Космоплан Х-38](#)

- [Французская космонавтика](#)
- [Британская космонавтика](#)
- [Немецкая космонавтика](#)
- [Японская космонавтика](#)
- [Китайская космонавтика](#)
- [Глава 17 ОРБИТАЛЬНЫЕ ГОРОДА](#)
 -
 - [Звезда по имени КЭЦ](#)
 - [«Межпланетные» станции Оберта](#)
 - [«Жилое колесо» Нордунга](#)
 - [Орбитальная станция Вернера фон Брауна](#)
 - [Американские орбитальные станции](#)
 - [Орбитальная станция «Freedom»](#)
 - [«ТОС» Сергея Королева](#)
 - [Экспериментальная космическая станция «Союз»](#)
 - [Военно-космическая станция «Алмаз»](#)
 - [Полеты «Алмазов» и «ТКС»](#)
 - [Боевые орбитальные комплексы для «Бурана»](#)
 - [Боевой орбитальный комплекс «Скиф-ДМ»](#)
 - [Орбитальная станция «Мир-2»](#)
 - [Орбитальные станции «Надежда» и «Русь»](#)
 - [Европейский проект орбитальной станции](#)
 - [Космический туризм](#)
 - [Орбитальные города О'Нейла](#)
 - [Астроинженерные сооружения](#)
- [Глава 18 «ЗВЕЗДНЫЕ ВОЙНЫ»](#)
 -
 - [Система ПРО: первый этап](#)
 - [«Звездные войны»: рождение мифа](#)
 - [Программа «СОИ»](#)
 - [Советская система ПРО](#)
 - [Проект «Терра-3»](#)
 - [Программа «Фон»](#)
 - [Система ПРО воздушного базирования](#)
 - [Лазерная ПРО наземного базирования](#)
 - [Плазменная система ПРО](#)
 - [Система национальной противоракетной обороны США \(НПРО\)](#)
- [Глава 19 ПРОБЛЕМА ТЯГИ](#)

- [Дальние межпланетные экспедиции и проблема тяги](#)
- [Межпланетные корабли с ядерными двигателями](#)
- [Советские ядерные двигатели](#)
- [Электротермические двигатели](#)
- [Звездолет с термоядерным двигателем](#)
- [Фотонная ракета](#)
- [К вопросу о внешних ресурсах](#)
- [Солнечные паруса и парусолеты](#)
- [Глава 20 КОСМИЧЕСКАЯ АРТИЛЛЕРИЯ](#)
 - [«Космические» снаряды Джеральда Бюлля](#)
 - [Перспективы «Высотной исследовательской программы» \(«HARP»\)](#)
 - [Малые суборбитальные пушки](#)
 - [Проект «Вавилон»](#)
 - [«Сверхвысотная исследовательская программа» \(«SHARP»\)](#)
 - [«Пусковая компания имени Жюль Верна»](#)
 - [Лазерная пушка](#)
 - [Электромагнитные пушки-катапульты](#)
- [Глава 21 В КОСМОС — НА ЛИФТЕ](#)
 - [«Фонтаны рая» Артура Кларка](#)
 - [Геосинхронный космический лифт Юрия Арцутанова](#)
 - [Космическое ожерелье Полякова](#)
 - [Несинхронный лифт Арцутанова](#)
 - [Лунные лифты](#)
 - [Общепланетное транспортное средство](#)
 - [Проект космического лифта НАСА](#)
- [Глава 22 МЕЖЗВЕЗДНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ](#)
 - [Проект «Orion»: истоки и итоги](#)
 - [Проект «Daedalus»](#)
 - [Проект «Ноев ковчег», или НАСА на пути к звездам](#)
- [Глава 23 НЕПОКОРНАЯ ПЛАНЕТА](#)
 - [Есть ли жизнь на Марсе?](#)
 - [Новый проект марсианской экспедиции НАСА](#)
 - [Программа «Mars Direct»](#)
 - [Проекты марсианских экспедиций НПО «Энергия»](#)
 - [Проект «МАРПОСТ»](#)
 - [Проект марсианской экспедиции Центра имени Келдыша](#)

- [Марсианский Интернет](#)
 - [Колонизация Марса](#)
 - [Несколько слов в заключение](#)
 - [Приложение I ПОНЯТИЯ](#)
 - [Приложение II СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ](#)
 - [Приложение III СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ](#)
 - [Приложение IV СЕТЕВЫЕ РЕСУРСЫ](#)
 - [notes](#)
 -
-

Антон Первушин
КОСМИЧЕСКОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ
Часть II (главы 15–23; приложения)

Глава 15 НАСЛЕДНИКИ «БУРАНА»

Оценивать программу создания ракетно-космического комплекса многократного применения «Энергия-Буран» можно по-разному. Одни считают, что комплекс появился слишком рано, а потому промышленность и экономика нашей страны оказались не готовы к поддержанию и дальнейшему развитию этой программы. Другие, наоборот, полагают, что комплекс опоздал — задачи, которые он был призван решать, утратили актуальность. Так или иначе, но он явно пришелся не ко времени и разделил судьбу множества других проектов, отложенных «под сукно» или в «долгий ящик».

Однако сама тема многоразовых аэро-космических систем осталась на повестке дня. Конструкторская мысль не стоит на месте, и, возможно, кому-то другому когда-нибудь удастся сделать то, чего не удалось сделать создателям «Бурана».

Легкий космический самолет Челомея

В главе 9 я уже рассказывал, что с начала 60-х годов в ОКБ-52 Владимира Челомея разрабатывались проекты орбитальных ракетопланов «МП-1», «М-12», «Р-1» и «Р-2». Выявлялась область применения таких аппаратов. Анализ показал, что наибольшие перспективы имеют чисто крылатые ракетопланы, позволяющие осуществлять маневрирование в широком диапазоне скоростей и направлений.

После известных событий 1964 года, когда в ОКБ-52 нагрянула проверочная комиссия, о перспективных проектах пришлось забыть.

Вновь о ракетопланах в ОКБ-52 (ЦКБМ) заговорили в 1975 году. Тогда же были возобновлены проектные работы над крылатыми космическими аппаратами. В частности, в 1979 году были представлены аванпроект и натурный макет легкого космического самолета многоразового использования «ЛКС» длиной 19 метров и массой 20 тонн. В качестве носителя планировалось использовать ракету «УР500К» («Протон-К»).

Бюро Челомея также предлагало проекты «ЛКС», имеющих в своем составе, кроме многоразового самолета, одноразовый грузовой отсек для доставки тяжелого груза на орбиту.

Возвращение части груза предполагалось осуществлять во внутреннем отсеке самолета.

Несмотря на то что за рубежом уже велись аналогичные работы, проект показался руководству отрасли слишком смелым и не нашел поддержки. В 1981 году разработка «ЛКС» была прекращена.

Проект «ОК-М»

На основе научно-технического опыта по созданию орбитального корабля «Буран» в НПО «Энергия» по указанию главного конструктора Юрия Семенова и под руководством Павла Цыбина в период с 1984 по 1993 год были развернуты проектно-конструкторские работы по совершенствованию ракетно-космических комплексов.

Приоритет отдавался решению задач транспортно-технического обслуживания и повышения эксплуатационной эффективности орбитальных станций типа «Мир», замены серии одноразовых кораблей типа «Союз» и «Прогресс» и применения средств выведения как с вертикальным, так и с горизонтальным стартом. Результатом этих разработок стало появление проектов многоразовых кораблей малой размерности «ОК-М»: «ОК-М», «ОК-М1» и «ОК-М2» с начальными массами от 15 до 32 тонн.

Аэродинамическая схема пилотируемого многоразового корабля «ОК-М» (начальная масса 15 тонн) аналогична аэродинамической схеме корабля «Буран». Его основные конструктивные элементы: цельный неразрезной фюзеляж, включающий кабину экипажа и грузовой отсек пенального типа, крыло двойной стреловидности, снабженное элевонами; вертикальный стабилизатор с рулем направления; носовое и основное колесное шасси. Внешняя поверхность корабля «ОК-М» покрыта плиточным теплозащитным покрытием на основе материалов, разработанных для «Бурана». Носовой «кок» выполнен открывающимся, из материала углерод-углерод; под ним в носовой части фюзеляжа размещен стыковочный агрегат андрогинного типа. Двигательная установка, состоящая из 36 ЖРД на высококипящих компонентах и вытеснительной системы подачи топлива, размещается в двух мотогондолах хвостовой части фюзеляжа и в носовом «коке». Система управления корабля «ОК-М» реализовывалась на основе бортового вычислительного комплекса, применяемого на корабле «Союз ТМ».

Электропотребление корабля составляло в среднем 2,5 кВт и обеспечивалось системой электроснабжения, состоящей из 16 аккумуляторных батарей. Предусматривалась возможность использования солнечных батарей площадью до 25 м².

Габариты «ОК-М»: длина — 15 метров, высота — 5,6 метра, размах крыла — 10 метров, объем отсека полезного груза — 20 м³, масса — 15

тонн, масса полезного груза — до 3,5 тонны, посадочная масса — 10,2 тонны.

Экипаж «ОК-М» — 2 человека, количество пассажиров, доставляемых на орбиту в специальном модуле, — 4 человека.

Носителем «ОК-М» должна была стать двухступенчатая ракета «Зенит» конструкции НПО «Энергия». Силовая связь корабля с ракетой-носителем осуществлялась через переходный отсек, выполненный по типу «монокок», на котором с помощью сбрасываемых пилонов размещались четыре твердотопливных ускорителя. Блок ускорителей (средняя тяга каждого составляла 25 тонн) позволял увеличить мощность ракеты в штатном полете и обеспечивал экстренное отделение и управляемый увод «ОК-М» при аварии.

Многоразовые орбитальные корабли «ОК-М1» и «ОК-М2» рассчитывались на начальную массу в 32 тонны. Планеры этих кораблей выполнены по схеме «летающее крыло» со складными консолями двойной стреловидности в плане, которые крепятся к средней части фюзеляжа. С учетом увеличенных габаритов кораблей была повышена тяга орбитальных двигательных установок, работающих на компонентах: жидкий кислород + керосин («ОК-М1») и жидкий кислород + этанол («ОК-М2»), до 60 кВт увеличена мощность системы электроснабжения.

Габариты «ОК-М1»: длина — 19,08 метра, высота — 6,98 метра, размах крыла — 12,5 метра, объем отсека полезного груза — 40 м³, масса — 31,8 тонны, масса полезного груза — до 7,2 тонны, посадочная масса — 22,4 тонны.

Экипаж «ОК-М1» — 4 человека, количество пассажиров, доставляемых на орбиту в специальном модуле, — 4 человека.

Габариты «ОК-М2»: длина — 18,265 метра, высота — 7,050 метра, размах крыла — 12,5 метра, объем отсека полезного груза — 40 м³, масса — 30 тонн, масса полезного груза — до 10 тонн, посадочная масса -17,6 тонны.

Экипаж «ОК-М2» — 4 человека, количество пассажиров, доставляемых на орбиту в специальном модуле, — 4 человека.

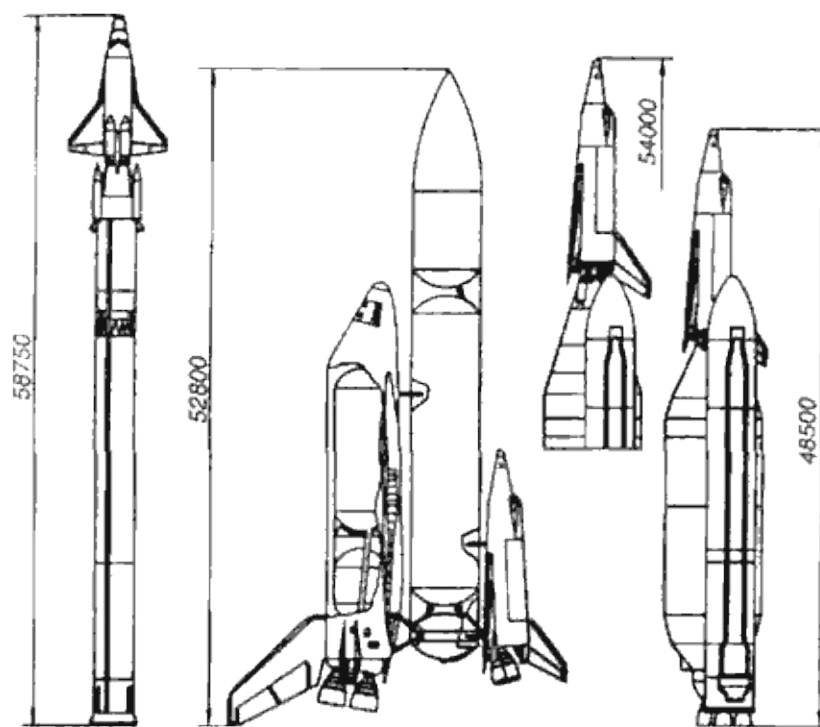
Существенным отличием корабля «ОК-М1» являлась его ориентация на параллельное силовое сопряжение с ракетно-космическим комплексом и размещение в хвостовой части корабля двух маршевых трехкомпонентных ЖРД с высотными сопловыми насадками.

Как возможные средства выведения кораблей «ОК-М1» и «ОК-М2» рассматривались одноразовые ракеты-носители «Зенит», «Энергия-М» и многоразовая крылатая разгонная ступень вертикального старта на базе

корабля «Буран». Параллельно оценивалась возможность использования транспортного самолета-носителя (типа «Руслан» или «Мрия») в качестве 1-й ступени авиационно-космической системы при организации так называемого «воздушного старта» 2-й ступени (разгонной ракеты).

Сравнительный анализ показал, что на данном этапе гораздо большую надежность и безопасность полета могут обеспечить только ракеты-носители. Поэтому конструкторы «ОК-М1» и «ОК-М2» остановили свой выбор на ракетно-космических комплексах, создаваемых на базе многоразовой космической системы «Энергия-Буран».

Так, «ОК-М1» введен в состав многоразового многоцелевого космического комплекса (ММКК), являющегося составной частью многоразовой многоцелевой космической системы, а «ОК-М2» — в состав комплекса РН «Энергия-М».



Проектные варианты средств выведения многоразовых орбитальных кораблей малой размерности: Слева направо - «ОК-М-Зенит», «ОК-М1-ММКК», «ОК-М2-Энергия-М»

ММКК состоял из разгонного возвращаемого корабля, подвесного топливного отсека и многоразового орбитального корабля «ОК-М1». Беспилотный разгонный корабль использовался в качестве 1-й ступени, разрабатываемой на основе конструкции планера с максимальным использованием элементов и систем корабля «Буран». Внутри корпуса разгонного корабля устанавливались топливные баки, пневмо-

гидравлические средства подачи компонентов топлива и четыре двухрежимных трехкомпонентных ЖРД с необходимым вспомогательным оборудованием, работающих на жидком кислороде, жидком водороде и углеводородном горючем.

При этом в составе разгонного корабля были предусмотрены запасы только жидкого кислорода и углеводородного горючего, жидкий водород размещался в подвесном топливном отсеке.

Для обеспечения полета по трассе возвращения разгонный корабль оснащался двумя воздушно-реактивными двигателями, расположенными по обе стороны в средней части фюзеляжа. Подвесной топливный бак представлял собой силовую конструкцию с несущими топливными баками диаметром 5,5 метра с продольной (последовательной) компоновкой баковых емкостей окислителя и горючего.

Многоразовый корабль «ОК-М1» крепился к подвесному топливному баку с помощью трех разрывных силовых узлов по параллельной схеме, выполняя функции 2-й ступени и используя в качестве маршевой двигательной установки два трехкомпонентных ЖРД.

Для спасения в экстремальных ситуациях корабля «ОК-М1» с экипажем и разгонного корабля или только экипажа в составе ММКС были предусмотрены специальные технические средства (катапультные кресла, средства аварийной защиты двигателей, спасательные скафандры, средства экстренного отделения орбитального корабля, средства предупреждения) и разработаны специальные режимы функционирования составных частей.

В ракетно-космическом комплексе «ОК-М2-Энергия-М» силовая связь корабля «ОК-М2» осуществлялась с ракетным блоком 2-й ступени ракеты-носителя «Энергия-М» и в конструктивном плане была подобна привязке корабля «ОК-М» к ракете «Зенит».

Проект «МАКС»

В 1982 году, задолго до первого и последнего полета системы «Энергия-Буран», Генеральный конструктор НПО «Молния» Глеб Лозино-Лозинский, оценив перспективы создания авиационно-космических систем и обобщив свой опыт работы над космопланом «Спираль», предложил новый проект, получивший название «МАКС», то есть «Многоразовая авиационно-космическая система».

В 1988 году большой кооперацией (около 70 предприятий авиационной и космической промышленности) был разработан эскизный проект системы «МАКС» в 220 томах.

В подтверждение проектных технических характеристик выполнен большой объем исследовательских работ по аэродинамике, газодинамике, прочности элементов конструкции и другим направлениям.

Система «МАКС» состоит из дозвукового самолета-носителя и установленной на нем орбитальной ступени с внешним топливным баком. В качестве первой ступени «МАКС» планируется использовать тяжелый самолет «Ан-225» («Мрия») или (в перспективе) сверхмощный двухфюзеляжный самолет «Геракл».

Самолет «Мрия» чрезвычайно удобен тем, что он уже неоднократно испытывался как транспортная платформа при дальних перевозках орбитального корабля «Буран». При максимальной взлетной массе в 600 тонн «Ан-225» может поднимать полезный груз до 250 тонн, развивая при этом скорость 850 км/ч на высоте от 9000 до 11 000 километров.

По вариантам второй ступени система «МАКС» имеет три модификации: «МАКС-ОС», «МАКС-Т» и «МАКС-М».

Вторая ступень «МАКС-ОС» состоит из орбитального самолета многоразового использования и одноразового топливного бака.

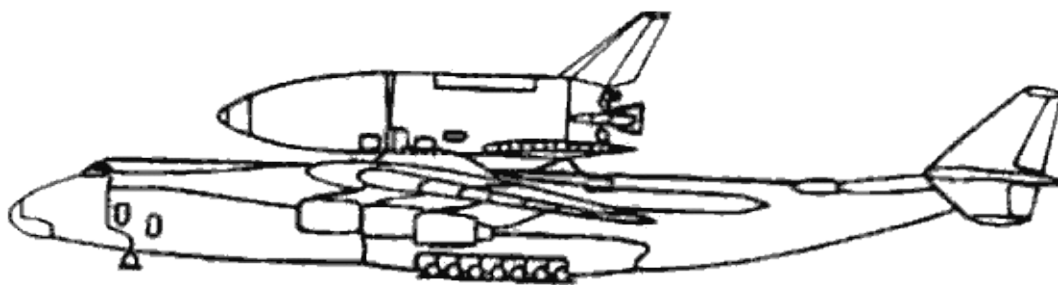
Габариты орбитального самолета «МАКС-ОС»: длина — 19,3 метра, размах крыла — 13,3 метра, высота — 8,6 метра, масса — 27 тонн.

При этом стартовая масса всей системы составляет 620 тонн, 2-й ступени — 275 тонн, а полезной нагрузки, выводимой на орбиту до 400 километров, — 5,8–6,6 тонны.

Маршевая двигательная установка включает в себя два двигателя «РД-701», работающих на трехкомпонентном топливе (жидкий водород, керосин и жидкий кислород). Базовый пилотируемый вариант самолета «МАКС-ОС» имеет кабину для двух членов экипажа.

Разработаны варианты самолета «МАКС-ОС» для транспортно-технического обеспечения орбитальных станций. Вариант «ТТО-1» оборудован стыковочным модулем и второй герметичной кабиной на четырех человек. Вариант «ТТО-2» предназначен для доставки в негерметичном отсеке оборудования, устанавливаемого на наружной стороне орбитальных станций.

Для выведения на орбиту тяжелых (до 18 тонн) полезных грузов предназначена модификация «МАКС-Т», имеющая вторую беспилотную ступень одноразового применения.



Авиационно-космическая система « М А К С - Т »

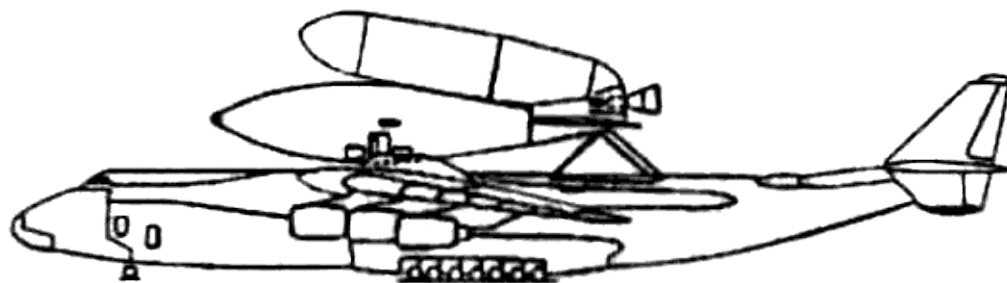
В ней используется тот же внешний топливный бак, что и на «МАКС-ОС», только вместо орбитального самолета установлен закрытый обтекатель полезный груз с маршевым двигателем.

Вторая ступень «МАКС-М» представляет собой многоразовый беспилотный орбитальный самолет. Топливные баки «МАКС-М» включены в конструкцию самолета.

«МАКС-ОС», «МАКС-Т» и «МАКС-М» должны по мере создания вводиться в совместную эксплуатацию на основе единых самолета-носителя и наземной инфраструктуры. Многоразовое применение их составных элементов и высокая степень унификации орбитальных ступеней обеспечат достижение основной цели разработчиков — многократного, по сравнению с существующими системами, снижения стоимости транспортных космических операций. Система «МАКС» позволит снизить стоимость выводимых в космос грузов до 1000 долларов за килограмм (против 12 000-15 000 долларов за килограмм у одноразовых систем).

Система базируется на обычных аэродромах 1-го класса, дооборудованных необходимыми для «МАКС» средствами заправки компонентами топлива, наземного технического и посадочного комплекса, и в основном вписывается в существующие средства наземного комплекса управления космическими системами.

В настоящий момент изготавливаются натурные макеты орбитального самолета и внешнего топливного бака. Разработка конструкторской документации по этим двум элементам практически завершена.

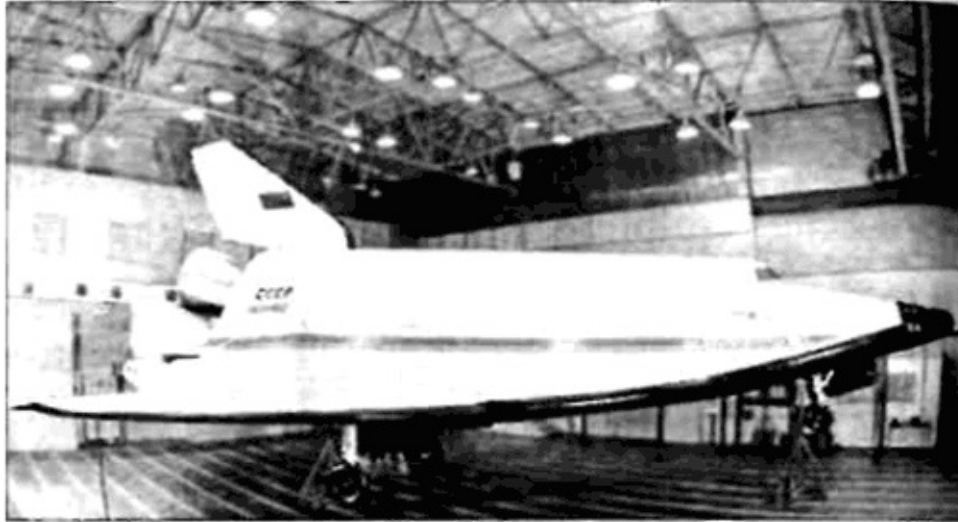


Авиационно-космическая система « М А К С - М »

Для снижения технического риска создания полномасштабной системы «МАКС» и для равномерного распределения во времени финансовых затрат признана необходимой опережающая разработка сравнительно недорогой экспериментальной системы-демонстратора технологий.

Исследования по первому варианту демонстратора «РАДЕМ» («RADEM») проводились в 1993–1994 годах НПО «Молния» совместно с фирмами «Бритиш Аэроспейс», АНТК Антонов и ЦАГИ по заказу Европейского космического агентства. Современный вариант суборбитального демонстратора «МАКС-Д» также разработан с использованием задела по «РАДЕМ» и на базе конструкции и аэродинамической компоновки «МАКС-ОС». Взлетная масса экспериментального самолета — 62,3 тонны, посадочная — 12,8 тонны. В отличие от «РАДЕМ» в суборбитальном самолете «МАКС-Д» маршевая двигательная установка состоит лишь из одного кислородно-керосинового двигателя, что не только упрощает проект, но и, при заданных объемах баков, повышает энергетические возможности демонстратора. При помощи демонстратора будут отработаны технологии и элементы системы выведения «МАКС» и исследованы в реальных условиях предстартовый маневр носителя, разделение ступеней, начальный участок выведения и автоматическая посадка орбитальной ступени. Помимо этого он может быть использован как летающая лаборатория для испытания перспективных воздушно-реактивных двигателей.

В проекте участвует и Летно-исследовательский институт имени Громова. Так, для системы «МАКС» там планируется создать и испытать самолет-лабораторию на базе истребителя «Су-27».



Макет орбитального самолета « М А К С - О С »

К настоящему времени на разработку системы «МАКС» израсходовано около 1,5 миллиарда долларов. Для того чтобы получить первый летающий образец, требуется еще около 1,8 миллиарда.

На состоявшемся в ноябре 1994 года в Брюсселе Всемирном салоне изобретений, научных исследований и промышленных инноваций «Брюссель-Эврика-94» программа «МАКС» получила золотую медаль и специальный приз премьер-министра Бельгии.

Космопланы «МиГ-2000» и «МиГ-АКС»

Современные исследования тенденций развития и возможностей создания отечественных многоразовых средств космического выведения проводятся в соответствии с Государственной космической программой в рамках научно-исследовательской и экспериментальной работы «Орел», выполняемой по заказу Российского космического агентства.

С 1993 по 1996 год работы по теме «Орел» велись в ЦНИ И машиностроения, ЦАГИ имени Жуковского, Исследовательском центре имени Келдыша и в других организациях.

Проведенные в ЦНИИ Машиностроения параметрические расчеты и сравнительный анализ многоразовых одно- и двухступенчатого носителей с различными двигателями показали, что при снижении сухой массы летательного аппарата примерно на 30 % по сравнению с системой «Спейс Шаттл» или «Энергия-Буран» одноступенчатый носитель грузоподъемностью от 10 до 20 тонн должен иметь преимущества перед двухступенчатыми той же массы как по затратам на разработку, так и по удельной стоимости выведения.

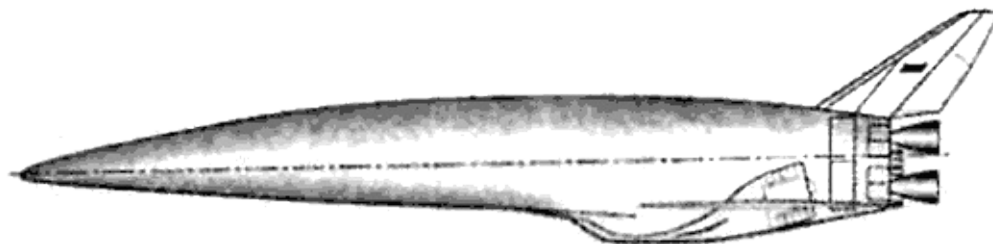
Среди выдвинутых проектов воздушно-космических самолетов в особую группу можно выделить аппараты, разрабатываемые в авиационном конструкторском бюро имени Микояна — «МиГ-2000» и «МиГ-АКС».

«МиГ-2000» — одноступенчатый воздушно-космический самолет (длина фюзеляжа — 54,1 метра, базовый диаметр — 19,7 метра) со взлетным весом 300 тонн, способный выводить полезную нагрузку до 9 тонн на орбиту высотой 200 километров с наклоном 51°. После разгона ускорителем на ЖРД до 0,8 Махов, прямоточный воздушно-реактивный двигатель с дозвуковым горением обеспечивал дальнейший разгон до 5 Махов. В качестве ракетного топлива должен был использоваться переохлажденный водород и жидкий кислород. При возвращении был возможен боковой маневр до 3000 километров.

«МиГ-АКС» — двухступенчатый воздушно-космический самолет, создаваемый на основе оригинальной концепции электромагнитной левитации «ЭТОЛ».

Эта концепция была впервые выдвинута специалистами КБ имени Микояна и ЦАГИ на Международном авиакосмическом салоне «МАКС'99». Летательные аппараты, базирующиеся на концепции

электромагнитной левитации, должны садиться и взлетать с электромагнитной ВПП, позволяющей ускорить разгон при взлете и обеспечить торможение при посадке с помощью известного принципа взаимодействия движущегося тела с магнитным полем. Идея была уже испытана в лаборатории на алюминиевых макетах «электромагнитного беспилотного моноплана» массой от 2 до 10 килограммов, который разгоняли и тормозили с помощью методики «ЭТОЛ» на полосе длиной 5 метров.



Одноступенчатый воздушно-космический самолет «МиГ-2000»



Двухступенчатый воздушно-космический самолет «М и Г - АКС»

Разгонная взлетно-посадочная полоса длиной 4 километра, проектируемая под «МиГ-АКС», формируется из 40 компонентов мощностью 1010 Дж, которые позволят за 1015 секунд осуществить взлет самолета массой от 200 до 700 тонн. При этом ускорение составит от 2 до 30 g, а скорость — 300–500 м/с. Не исключается возможность разгона до 100 м/с аппарата без шасси массой от 50 до 150 тонн.

Дальнейший разгон аппарата и выведение его на орбиту осуществляется комбинированной двигательной установкой на основе турбопрямоточных и жидкостных ракетных двигателей.

Стартовая масса «МиГ-АКС» составляет 420 тонн, максимальная полезная нагрузка, выводимая на орбиту высотой 400 километров, — до 7 тонн, возвращаемый с орбиты груз — до 7 тонн.

Та же методика электромагнитных запусков предложена и для

многоцелевого беспилотного самолета (противолавинные и противогорадовые меры, геологоразведка, наблюдение за экологией и состоянием лесов), а также для самолета для спасения на море массой от 15 до 40 тонн, который будет взлетать (и совершать посадку туда же) с палубы авианосца, имеющего электромагнитную ВПП длиной от 150 до 200 метров.

Воздушно-космический самолет НПО «Энергия»

В ответ на разработку в США трансатмосферного бомбардировщика «Икс-30» («Х-30», «NASP») вышли постановления Правительства СССР от 27 января и 19 июля 1986 года о создании советского эквивалента. 1 сентября 1986 года Министерство обороны выпустило техническое задание на одноступенчатый многоразовый воздушно-космический самолет (МВКС). МВКС должен был обеспечить эффективную и экономичную доставку грузов военного назначения на околоземную орбиту. На конкурс были представлены проекты ОКБ Туполева («Ту-2000»), ОКБ Яковлева («МВКС») и НПО «Энергия» («ВКС»).

Воздушно-космический самолет «ВКС», разработанный под руководством Павла Цыбина, представлял собой гиперзвуковой ракетоплан с комбинированной многорежимной двигательной установкой на основе турбопрямоточного воздушно-реактивного двигателя и линейного ЖРД. Начальная масса «ВКС» не превышала 700 тонн (масса конструкции составляла 140 тонн), масса полезного груза — не менее 25 тонн при выведении на опорную орбиту высотой 200 километров и наклоном 51° .

Габариты «ВКС»: длина — 71 метр, размах крыла — 42 метра, высота — 10 метров.

«ВКС» конструкции НПО «Энергия» предназначался для оперативного экономически эффективного выведения полезных нагрузок на низкие орбиты, технического обслуживания орбитальных группировок, трансконтинентальных транспортировок, а также для решения оборонных задач в космосе и из космоса.

Этот проект остался невостребованным, поскольку предпочтение было отдано конкурсной разработке «Ту-2000».

Космический бомбардировщик «Ту-2000»

Практически все работы, связанные с авиационно-космической тематикой, в ОКБ-156 Андрея Туполева были свернуты в начале 60-х годов. Вновь к этой тематике бюро вернулось в 70-е годы, когда в СССР были начаты перспективные работы над авиационными воздушно-космическими системами.

С 1968 по 1971 год в проработке у ОКБ Туполева находилось несколько технических предложений по воздушно-космическим самолетам с горизонтальным стартом и посадкой.

Взлетная масса летательных аппаратов согласно проектам достигала 300 тонн. В качестве силовой установки предлагалось использовать ЖРД на тепловыделяющих элементах с использованием ядерной силовой установки, в качестве рабочего тела — водород. Рассматривались варианты многоэтапного вывода полезных нагрузок на воздушно-космических системах, находящихся на орбите вокруг Земли, на межпланетные орбиты с использованием ионных и плазменных маршевых двигателей.

Однако в тот период основное внимание ОКБ было сосредоточено на теме многорежимных боевых самолетов. На развертывание крупномасштабных и дорогостоящих исследовательских работ по одноступенчатым воздушно-космическим системам не было ни средств, ни свободных людских ресурсов. Кроме того, до первых полетов по американской программе «Спейс Шаттл» военные не проявляли особого интереса к проектам отечественных воздушно-космических аппаратов, делая ставку на ракетные системы. Поэтому все эти оригинальные предложения ОКБ-156 не вышли из стадии эмбрионального состояния.

С появлением на Западе проектов одноступенчатых воздушно-космических систем работы по данной тематике оживились и в Советском Союзе. К середине 80-х годов совместно с ЦАГИ, ОКБ Николая Кузнецова, с другими предприятиями и организациями отечественного военно-промышленного комплекса ОКБ-156 подготовило ряд конкретных технических предложений по созданию авиационно-космической системы на базе одноступенчатого орбитального самолета с маршевой и корректирующей силовыми установками на основе ЖРД, с наземным или воздушным стартом с тяжелых самолетов-носителей.

Следующим этапом в создании одноступенчатого воздушно-космического самолета в ОКБ Туполева стало начало проектирования

летательного аппарата с маршевой силовой установкой, построенной на комбинации двигателей принципиально различного типа: ТРД + ПВРД + ЖРД.

За эти годы по теме одноступенчатого орбитального воздушно-космического самолета ОКБ подготовило несколько проектов, отличавшихся различными техническими решениями в части компоновки летательного аппарата и его силовой установки. Одним из последних стал проект, получивший обозначение самолет «2000» или «Ту-2000», с комбинированной силовой установкой.



Одноступенчатый воздушно-космический самолет «2000» («Ту-2000»)

Исследования, проведенные в ОКБ Туполева, дали основание утверждать, что одноступенчатый воздушно-космический самолет способен стать реальностью, если решить, в частности, проблемы существенного повышения экономичности силовой установки и значительно поднять относительный запас топлива на взлете летательного аппарата.

По мнению конструкторов бюро, существенно повысить экономичность силовой установки можно, используя в качестве окислителя кислород воздуха, то есть применяя воздушно-реактивные двигатели. Единственным типом ВРД, который можно использовать при гиперзвуковых скоростях полета, является прямоточный воздушно-реактивный двигатель.

Использование в качестве окислителя атмосферного воздуха позволяет

уменьшить секундный расход топлива, однако существенное снижение общей массы самолета может быть достигнуто только при условии работы ПВРД в широком диапазоне чисел Маха полета (широко-диапазонный ПВРД — ШПВРД). Это дает существенную разность между уменьшением массы топлива и увеличением массы конструкции, связанным с использованием ПВРД, и обеспечивает выигрыш в относительной массе полезной нагрузки.

Другим определяющим условием реализации одноступенчатого воздушно-космического самолета является использование в качестве топлива жидкого водорода. Это позволяет создать более легкие и компактные двигатели с требуемым удельным расходом топлива. Кроме того, использование хладоресурса жидкого водорода дает возможность спроектировать достаточно легкую охлаждаемую конструкцию планера и воздухозаборника, а также обеспечивать необходимые температурные режимы бортовых систем и оборудования.

Из условий применения на воздушно-космическом самолете основной разгонной силовой установки на базе ПВРД для него наиболее рационально применение комбинированной силовой установки, включающей экономичные ТРД, работающие в диапазоне скоростей, соответствующих диапазону от 0 до 2,5 Маха, ПВРД (ШПВРД), обеспечивающих разгон до 20–25 Махов, и ЖРД для доразгона до орбитальной скорости и маневрирования на орбите.

Для того чтобы одноступенчатый воздушно-космический самолет был конкурентоспособен в сравнении с другими транспортными средствами, при его проектировании необходимо обеспечить выполнение ряда требований к летным характеристикам. Он должен обладать способностью совершать взлеты и посадки со стандартных взлетно-посадочных полос длиной до 3000 метров, совершать полеты с разворотом на дозвуковой скорости после взлета для выхода в заданную точку начала разгона и перед посадкой для захода на заданный аэродром, осуществлять перелеты для изменения аэродрома базирования, быстро выполнять разгон до заданной скорости и высоты, включая выход на круговую орбиту, выполнять неоднократные орбитальные маневры, выполнять автономный орбитальный полет продолжительностью до суток, выполнять крейсерский полет в атмосфере с гиперзвуковыми скоростями, выполнять торможение со снижением при возвращении с орбиты, в процессе разгона до орбитальных параметров и в процессе снижения выполнять маневрирование для прохода заданной трассы и выхода на заданную орбиту и заданный аэродром, изменять плоскость орбитального полета.

Принципиальная новизна разрабатываемого летательного аппарата, отсутствие проверенных технических решений по ряду направлений, а также необходимого набора конструкционных материалов и полуфабрикатов обуславливают необходимость поэтапной разработки и испытаний экспериментального воздушно-космического самолета. Поэтому вся программа по созданию экспериментального «Ту-2000» была разбита на два этапа: создание экспериментального гиперзвукового самолета «Ту-2000А» с максимальной скоростью полета до 5–6 Махов и создание экспериментального «ВКС» — прототипа одноступенчатого многоразового воздушно-космического самолета, обеспечивающего проведение летного эксперимента во всей области полетов, вплоть до выхода в космос.

Для воздушно-космического самолета «Ту-2000» была принята аэродинамическая схема «бесхвостка». Все элементы самолета конструктивно интегрированы вокруг силовой установки, состоящей из четырех ТРД, находящихся в хвостовой части, основного разгонного ШПВРД, расположенного под фюзеляжем в задней его части, и двух ЖРД для маневрирования в космическом пространстве, установленных между ТРД.

Самолет имеет треугольное крыло относительно небольшой площади и малого удлинения, большую роль в создании подъемной силы берет на себя фюзеляж с плоской нижней поверхностью.

Органы управления традиционные для данной схемы летательного аппарата элевоны на крыле и руль поворота на киле.

Основной двигатель — ШПВРД включает в себя воздухозаборник внешне-внутреннего сжатия, регулируемые камеры сгорания с косым срезом и многоканальную систему подачи топлива. Основной разгонный режим выполняется на ШПВРД. Воздушные каналы ТРД после достижения скорости 2–2,5 Маха и начала работы ШПВРД закрываются заслонками, которые в открытом состоянии образуют входное устройство воздухозаборника ТРД.

Фюзеляж самолета большого размера в основном занят топливными баками с жидким водородом.

В носовой части фюзеляжа расположена кабина экипажа на двух членов экипажа. Система автоматического спасения экипажа обеспечивает спасение от земли до максимальных высот. Носовая часть вместе с кабиной отделяемая и прорабатывалась в двух вариантах: с отделяемой и спасаемой на парашюте кабиной экипажа и катапультируемыми креслами самолетного типа.

На экспериментальном «Ту-2000А» будут использоваться катапультируемые кресла с предварительным отделением носовой части и кабины экипажа.

За кабиной экипажа находится технический отсек радиоэлектронного оборудования, в этот же отсек убирается передняя стойка шасси. Средняя и задняя части фюзеляжа заняты топливным баком с жидким водородом. Для питания ЖРД окислителем в хвостовой части фюзеляжа установлен кислородный бак. Все двигатели в качестве горючего используют жидкий водород из единой топливной системы.

Шасси «Ту-2000А» нормальной трехточечной схемы с носовым колесом: передняя стойка со спаренными колесами малого диаметра с высоким давлением в пневматиках колес, основные стойки — одноколесные, убираются в фюзеляж в отсеки в районе крыла.

Габариты «Ту-2000А»: длина — 60 метров, размах крыла — 14 метров, стреловидность крыла по передней кромке — 70, масса пустого — 40 тонн, взлетная масса — от 70 до 90 тонн.

Экспериментальный «ВКС» второго этапа должен иметь взлетную массу до 210–280 тонн. Подобный аппарат сможет доставлять на околоземную орбиту 200–400 километров полезный груз от 6 до 10 тонн. Компонировочно он будет повторять экспериментальный «Ту-2000А», но на нем планируется устанавливать более мощный ШПВРД, число ТРД увеличить до шести.

На втором этапе, помимо многоразового воздушно-космического самолета, намечалось создать варианты космического бомбардировщика «Ту-2000Б» и пассажирского гиперзвукового самолета.

«Ту-2000Б» проектировался как двухместный бомбардировщик с дальностью 10 000 километров и взлетным весом 350 тонн. Шесть двигателей с питанием на жидком водороде должны были обеспечить скорость в 6 Махов на высоте 30 километров.

До приостановки работ в 1992 году для «Ту-2000А» были изготовлены: кессон крыла из никелевого сплав, элементы фюзеляжа, криогенные топливные баки и композитные топливопроводы.

По утверждению специалистов, на сегодняшнем этапе весь объем научно-исследовательских и конструкторских работ по проекту можно выполнить за 13–15 лет с начала необходимого финансирования. Стоимость постройки одного «Ту-2000» (при затратах на опытно-конструкторские работы в 5,29 миллиарда долларов) составит около 480 миллионов долларов. Предполагаемая цена запуска — 13,6 миллиона долларов (при периодичности — 20 пусков в год).

Концепция «АЯКС»

В 1991 году мир узнал о новом прорывном проекте российских ученых.

Используя перспективные военные технологии, руководитель СКБ «Нева» ленинградского концерна «Ленинец» (ныне — Санкт-Петербургское Научно-исследовательское предприятие гиперзвуковых систем «Ленинец») Владимир Фрайштадт предложил оригинальную концепцию одноступенчатого аэро-космического самолета, получившую название «Аякс».

Согласно концепции «Аякс», гиперзвуковой летательный аппарат является открытой неизолированной аэротермодинамической системой, в которой на всех этапах атмосферного полета часть кинетической энергии обтекающего гиперзвукового воздушного потока ассимилируется бортовыми подсистемами, повышая общий ресурс аппарата и преобразуясь в химическую и электрическую энергии.

«Аякс» состоит из двух вложенных один в другой корпусов.

Между ними — специальный катализатор, куда поступает поток традиционного авиакеросина или более перспективного топлива — сжиженного метана. Когда аппарат совершает гиперзвуковой полет в атмосфере, то под влиянием высоких температур происходит термохимическое разложение углеводородного топлива. Процесс забирает большое количество энергии и охлаждает реактор. В результате термохимического разложения топлива выделяется свободный водород.

В смеси с тем же топливом он образует очень эффективное горючее для самолета.

Кроме того, часть обтекающего аппарат воздушного потока поступает в тракт уникального по своей концепции магнитоплазмохимического прямоточного воздушно-реактивного двигателя со сверхзвуковым горением. В этом двигателе находятся магнитогазодинамический (МГД) генератор и ускоритель. Первый создает мощное магнитное поле, в котором тормозится набегающий поток. Заторможенный и предварительно ионизированный поток воздуха поступает в камеру сгорания, куда подается обогащенное водородом топливо (керосин или метан). Истекающие продукты сгорания попадают в сопло, дополнительно разгоняются МГД-ускорителем и, расширяясь, выходят наружу. Таким образом, летящий в атмосфере аппарат сможет преобразовывать кинетическую энергию

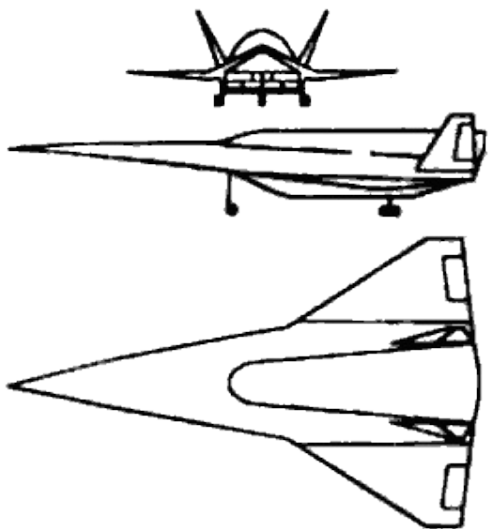
набегающего воздушного потока в широкий спектр различных видов энергии и использовать бортовой энергетический комплекс мощностью 100 МВт для самых различных задач планетарного характера.

И еще. На аппарате, созданном по концепции «Аякс», будет осуществляться управление обтеканием поверхности аппарата за счет воздействия направленного излучения бортового лазера и внешнего электромагнитного поля летательного аппарата на пограничный слой и скачки уплотнения ударных волн. Это позволит существенно снизить силу сопротивления воздушной среды.

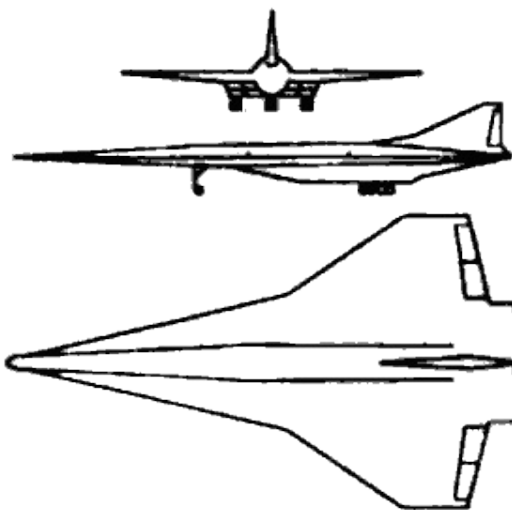
Одноступенчатый воздушно-космический самолет «Нева»

На базе концепции «Аякс» сотрудниками Научно-исследовательского предприятия гиперзвуковых систем разработано целое семейство гиперзвуковых летательных аппаратов «Нева», предназначенных для транспортировки полезных грузов на дальние расстояния или на орбиту.

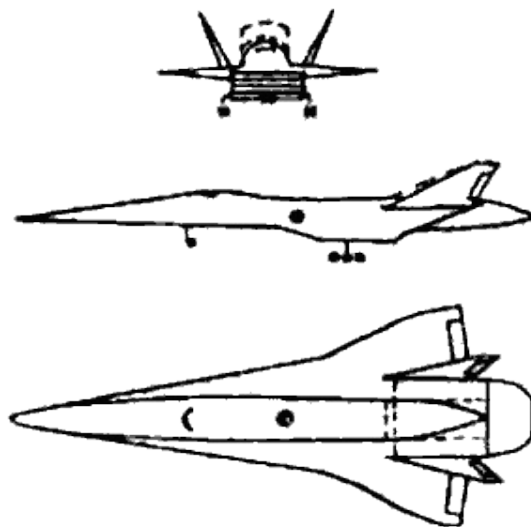
Среди них — многоцелевой гиперзвуковой самолет «Нева» для метеорологических и астрофизических исследований, геологической разведки, экологического контроля и даже для генерации озона; легкий административный аппарата «Нева»; гиперзвуковые самолеты «Нева-М1», «Нева-М6», «НеваМ7» для транспортных операций; гиперзвуковой гражданский самолет «Нева-7А» для перевозки 77 пассажиров и 4 членов экипажа со скоростью 15000 км/час.



**Многоцелевой гиперзвуковой
самолет «Нева»**



**Гиперзвуковой транспортный
самолет «Нева-М1»**



Воздушно-космический самолет «Нева»

Характеристики многоцелевого гиперзвукового самолета «Нева»: взлетная масса — 200 тонн, масса полезной нагрузки — 10 тонн, максимальная скорость — 4000 м/с, максимальная высота — 36 километров, дальность — 10 000 километров.

Характеристики гиперзвукового транспортного самолета «Нева-М1»: взлетная масса — 390 тонн, масса полезной нагрузки — 10 тонн, максимальная скорость — 4600 м/с, максимальная высота — 36 километров, дальность — 12 000 километров.

Особый интерес для нас представляет воздушно-космический самолет «Нева». Его характеристики таковы: взлетная масса — 364 тонны, масса полезной нагрузки, выводимой на орбиту (высота орбиты — до 250 километров, наклонение — произвольное), — 3 тонны, масса подвесных топливных баков — 37 тонн, максимальная скорость полета на высоте 100 километров — 7500 м/с.

Вполне естественно, что концепция «Аякс» имеет не только сторонников, но и противников. Многим отечественным специалистам представляется достаточно спорной рациональность и эффективность технического исполнения вышеперечисленных нововведений. До настоящего времени ни одно из них не получило признания. Финансовая поддержка проекта со стороны государства также отсутствует.

В результате создание гиперзвуковых летательных аппаратов типа «Нева» в обозримом будущем представляется маловероятным.

Космический корабль «Заря»

Кроме кораблей на базе «Союза» (пилотируемых «Союз Т», «Союз ТМ» и беспилотных «Прогресс» и «Прогресс-М»), конструкторы НПО «Энергия» неоднократно предлагали проекты различных аппаратов, рассчитанных на более мощные ракеты-носители, чем «семерка» Сергея Королева, но менее дорогих, чем орбитальный корабль «Буран». Одним из них был проект многоразового транспортного корабля «Заря», запускаемого на орбиту с помощью ракеты «Зенит».

Работы по многоразовому кораблю «Заря» («Изделие 14Ф70») были развернуты в соответствии с постановлением от 27 января 1985 года. 22 декабря 1986 года Военно-промышленная комиссия Совета Министров СССР приняла решение о выпуске эскизного проекта многоразового многоцелевого корабля «Заря».

Корабль предполагалось создавать в два этапа на первом этапе должен был разрабатываться базовый многоразовый пилотируемый транспортный корабль, на втором — его модификации для решения специальных задач в автономных и совместных с другими космическими аппаратами полетах в широком диапазоне высот и наклонений (до 97) орбит. Эскизный проект базового корабля был выпущен в первом квартале 1987 года и защищен на Научно-техническом совете Минобщемаша. Корабль «Заря» создавался с учетом возможностей новой ракеты-носителя «Зенит-2» и был предназначен: для доставки экипажей численностью от 2 до 8 человек и полезных грузов на долговременную орбитальную станцию типа «Мир» и возвращения их на Землю; для дежурства на станции с целью обеспечения возвращения ее экипажа на Землю в нужный момент (допустимая длительность полета корабля — не менее 195 суток, в последующем — до 270 суток); для доставки и возвращения грузов в беспилотном варианте; для проведения операций по спасению экипажей пилотируемых объектов станции типа «Мир» и орбитального корабля «Буран»; для решения отдельных задач в автономных полетах в интересах Министерства обороны и Академии наук СССР.

Габариты космического корабля «Заря»: длина — 5 метров, диаметр — 4,1 метра максимальная масса — 15 тонн.

Согласно проекту, корабль «Заря» мог выводить на опорную орбиту высотой до 190 километров и наклонением 51,6 полезный груз массой от 2,5 тонны (при экипаже из двух космонавтов) до 3 тонн (при полете без

экипажа). Вместо груза в специальном модуле могли разместиться до восьми пассажиров.

При проектировании корабля был максимально использован опыт разработки, производства и эксплуатации предшествующих кораблей. Так, аэродинамическая форма возвращаемого на Землю корабля была аналогична форме спускаемого аппарата космического корабля «Союз»; часть бортовых систем, приборов и агрегатов была заимствована с космического корабля «Союз ТМ» и так далее. Вместе с тем при проектировании «Зари» были применены конструкторские решения, предполагавшие использование новых материалов и бортовых систем на базе современной вычислительной техники.

Первоначально планировалось, что все бортовые системы будут находиться внутри корабля. Однако впоследствии, из-за нехватки объема в возвращаемом аппарате, проектанты пошли на введение небольшого агрегатного отсека с двигательной установкой орбитального маневрирования и радиатором системы терморегулирования в нижней части корабля. После отработки тормозного импульса перед входом в атмосферу агрегатный отсек сбрасывался.

Для стыковки с орбитальными станциями типа «Мир» на корабле предусматривался стыковочный агрегат типа «штырь-конус» или андрогинный периферийный агрегат стыковки (с переходным люком диаметром 800 миллиметров), который на начальном участке выведения корабля закрывался сбрасываемым защитным конусом.

Возвращаемый корабль как основная часть являлся многоразовым и мог эксплуатироваться в течение 30–50 полетов.

Многоразовость достигалась как за счет применения теплозащитных материалов многократного использования (по опыту корабля «Буран»), так и новой схемы вертикальной посадки на Землю — с помощью многоразовых жидкостных ракетных двигателей для гашения вертикальной и горизонтальной скоростей посадки. Кроме функции торможения при посадке, эти ЖРД выполняли роль двигателей ориентации и причаливания в космосе. Сопла двигателей были наклонены под углом к оси корабля, с тем чтобы их струи не повредили обшивку аппарата.

Принцип посадки на ЖРД, кроме многоразовости, открывал перспективу применения возвращаемого корабля «Заря» для полетов на Луну и другие планеты. Однако использование тормозящих двигателей при посадке на Землю вызывало сомнения у ряда специалистов. Поэтому до поры до времени было решено в комплекс средств посадки включить отработанные и надежные резервные средства.

Так, на кораблях первого этапа разработки предполагалось использовать катапультные кресла для спасения космонавтов в аварийных ситуациях при посадке и на начальном участке выведения на орбиту, хотя размещение таких кресел в возвращаемом корабле ограничивало бы численность экипажа до четырех космонавтов. В составе основной системы посадки планировалось использовать 24 посадочных двигателя объединенной двигательной установки тягой 1,5 тонны каждый, работающих на компонентах перекись водорода-керосин, а для управления спуском — 16 однокомпонентных двигателей тягой 62 килограмма каждый. Бортовой комплекс управления и комплекс средств посадки должен был обеспечивать точность посадки с разбросом не более 2,5 километра и перегрузку при посадке — не более 10 g.

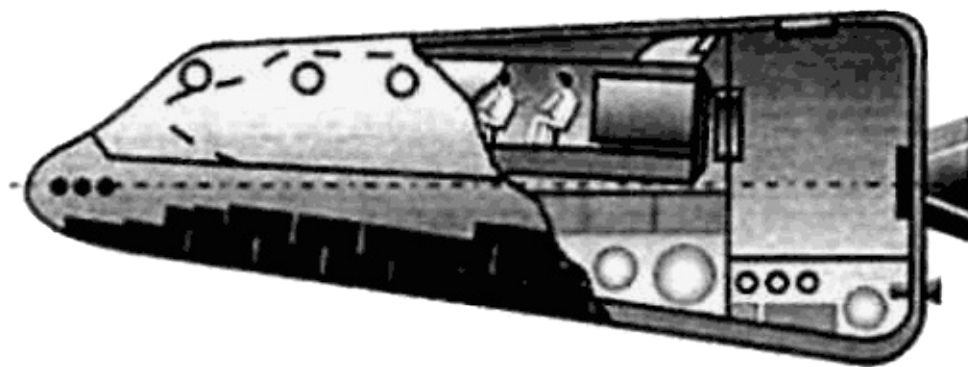
Работа над космическим кораблем «Заря» проводилась под личным контролем Генерального конструктора Валентина Глушко. Однако в январе 1989 года тема была закрыта в связи с недостаточностью финансирования. К этому моменту удалось только выпустить основную конструкторскую документацию.

Двухмодульный воздушно-космический корабль

Объединение научного и конструкторского задела, накопленного в ходе работ по орбитальным кораблям типа «ОК-М» и космическому кораблю «Заря», позволили выдвинуть новый перспективный проект корабля многоразового использования. Он обсуждался в НПО «Энергия» в 1991 году, но, к сожалению, не получил поддержки ведущих конструкторов.

Тем не менее концепция «ВКК» (сокращение от «воздушно-космический корабль») заслуживает внимания, поскольку позволяет решить несколько серьезных проблем, связанных с проектированием и эксплуатацией многоразовых космических систем.

При разработке воздушно-космического корабля были учтены следующие требования: вместимость — от 2 до 6 человек, масса полезной нагрузки — от 2 до 3 тонн, возвращаемого груза — от 0,5 до 1 тонны, многоразовость применения основных элементов корабля, необходимость обеспечения аварийного спасения экипажа на старте и начальном участке полета.



Двухмодульный воздушно-космический корабль

А кроме того — возможность полета и маневра в космосе и в атмосфере, использование при необходимости грузового контейнера и другого космического аппарата, самолетная посадка на обычный аэродром. В результате проектных изысканий получился корабль «ВКК», состоящий из двух аппаратов-модулей: один — крылатый, другой выполнен по схеме несущего корпуса. Модули соединены не последовательно, как у «Союза», а параллельно.

При этом самолет (пилотируемый модуль) устанавливается на

несущий корпус (служебный модуль) с некоторым утоплением, крепится жестко в двух или трех точках при помощи быстроразъемных соединений — например, пироболтов.

Аналогично закреплен и защитный кожух-обтекатель.

Пилотируемый модуль используется многократно, служебный — один раз, но при этом он является сменным, что расширяет функциональные возможности корабля за счет установки той или иной его модификации. В зависимости от выполняемых задач служебный модуль имеет различное оборудование и разного объема топливные баки.

Другая особенность «ВКК» состоит в том, что технологическое соединение пилотируемого и служебного модулей происходит только после выхода корабля на орбиту на то время, пока он работает в космосе. Перед сходом «ВКК» с орбиты производится расстыковка кабелей и магистралей.

Внутренний стыковочный узел обеспечивает герметичное соединение обоих модулей для перемещения космонавтов в рабочий отсек служебного модуля. Такой подход позволяет использовать систему разделения модулей в аварийной ситуации на старте и начальном участке полета.

Как же устроены модули «ВКК»?

Пилотируемый имеет герметичную кабину для экипажа, крылья и двигательную установку, предназначенную для полета в атмосфере, в которой планируется использовать малогабаритные воздушно-реактивные двигатели. В нем установлены кресла для четырех-шести космонавтов, а сам он закрыт кожухом с иллюминаторами.

В служебном модуле размещается основное оборудование корабля. Здесь же находятся топливные баки, часть приборов, исполнительные элементы реактивной системы управления, при помощи которых «ВКК» совершает полет и ориентацию в космическом пространстве, внешний стыковочный узел.

Рабочий отсек предназначен для работы и отдыха космонавтов, выхода их в открытый космос, а также для перехода в другой космический аппарат через люки стыковочного узла.

По функциональному назначению его можно сравнить с бытовым отсеком «Союза».

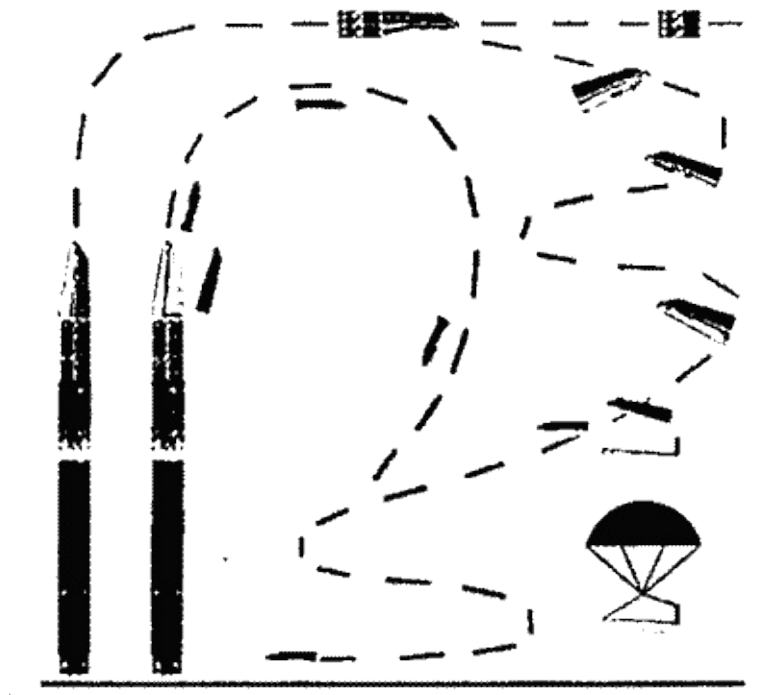


Схема полета двухмодульного « В К К »

Старт и выведение «ВКК» в космос осуществляются с помощью ракеты-носителя типа «Зенит» или с помощью самолета-носителя. При возникновении аварийной ситуации защитный кожух сбрасывается, и пилотируемый крылатый модуль уводится на безопасное расстояние; после этого он, используя собственную двигательную установку, совершает полет и посадку. В нормальном полете оба модуля скреплены до участка спуска на высоте 6-10 километров, когда они полностью расстыковываются. С этого момента каждый из них совершает самостоятельный полет и посадку. Крылатый модуль, имея малую массу и скорость и используя свой воздушно-реактивный двигатель, приземляется на обычный аэродром. Служебный модуль совершает торможение и спуск за счет аэродинамики несущего корпуса, а на последнем участке — на парашюте. Мягкая посадка обеспечивается амортизационными устройствами или ракетными двигателями, в зависимости от назначения служебного модуля и доставляемой на Землю полезной нагрузки.

«ВКК» может использоваться для решения самых разнообразных задач, включая и те, под которые создавались орбитальные корабли «Буран» и «Заря».

Программа «Холод»

Выше я уже упоминал, что с 1993 по 1996 год по заказу Российского космического агентства в рамках поддержанной государством научно-исследовательской и экспериментальной программы «Орел» проводились исследования тенденций развития и возможностей отечественных многоразовых средств космического выведения.

В результате было получено множество интересных предложений и проектов. Так, на основании теоретических изысканий КБ «Салют» разработало предложение по носителю с вертикальным стартом и горизонтальной посадкой, подобному американскому «Вентура Стар» («Venture Star»). КБ имени Макеева в инициативном порядке представило на суд комиссии проект легкой одноступенчатой многоразовой ракеты «Корона» с вертикальным стартом и посадкой, аналогичной американскому летательному аппарату «Дельта Клиппер» («Delta Clipper»). Однако для обоих отечественных проектов не проработано экономическое обоснование и не ясны источники финансирования.

Работа по теме «Орел» еще раз показала, что создание «реальных» экономически эффективных воздушно-космических систем возможно лишь с разработкой новых конструкционных материалов и многорежимных воздушно-реактивных двигателей. Поэтому Россия, несмотря на сегодняшние экономические трудности, осуществляет долгосрочную программу летных испытаний гиперзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателей, известную под названием «Холод».

Первый ГПВРД был испытан в составе гиперзвуковой летающей лаборатории «Холод», созданной на базе зенитной ракеты ЗРК «С-200»: к маршевой ступени ракеты вместо боевой части пристыковываются головные отсеки лаборатории «Холод», в которых размещаются бортовая емкость с жидким водородом, система управления полетом, бортовая система измерений и передачи информации, система подачи жидкого водорода в камеру сгорания с регулятором расхода и, наконец, экспериментальный ГПВРД осесимметричной конструкции, расположенный в носовой части ракеты.

В такой конфигурации проведено пять полетов лаборатории «Холод». Максимальная достигнутая скорость полета составила 1855 м/с, что соответствует 6,49 Маха. Совершенная система охлаждения жидким водородом обеспечила работоспособность ГПВРД в течение заданных 77

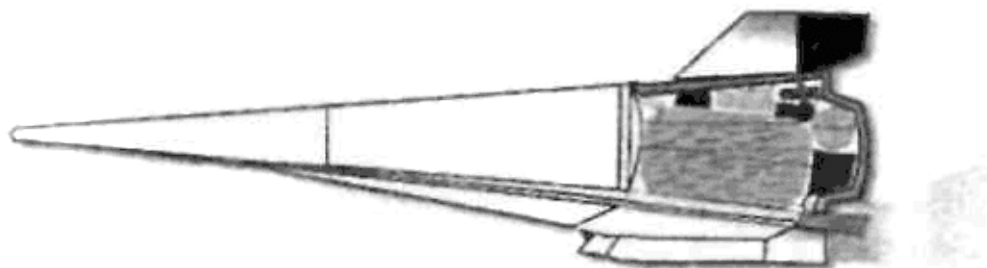
секунд работы при температурах газов в камере выше 3300°K.

Успешные испытания ГПВРД привлекли к себе внимание и зарубежных разработчиков перспективных авиа-космических систем. Благодаря участию специалистов Франции и США удалось профинансировать ряд важных этапов программы.

На прошедшей в апреле 1998 года в США конференции по гиперзвуковым технологиям ученые и специалисты иностранных фирм дали высокую оценку результатам, полученным в ходе работ по программе «Холод».

В рамках научно-исследовательских работ по гиперзвуковым технологиям были созданы и создаются ГПВРД с кольцевыми и плоскими соплами, с центральным телом, на базе крылатых ракет, а также с аэродинамической схемой типа «несущий корпус». Разработаны и испытаны различные гиперзвуковые лаборатории, такие как: созданные МКБ «Радуга» «Модель-1» и «Модель-2» беспилотного гиперзвукового аппарата, испытания которых проводились в 1973–1978 и 1980–1985 годах соответственно; варианты гиперзвуковой лаборатории «Радуга Д2», созданные на базе крылатой ракеты «Х-22»; проект ЛИИ имени Громова «ВЛЛ-АС»; гиперзвуковые лаборатории «ГЛЛ-8» и «ГЛЛ-9», созданные ЛИИ имени Громова совместно с ЦИАМ и запускаемые ракетой «Рокот» по баллистической траектории.

Продолжением этих разработок стала гиперзвуковая летающая лаборатория «Игла», к разработке которой подключились НПО Машиностроения, КБ Автоматики, авиационные французские фирмы и Европейское Космическое агентство.



Гиперзвуковой летательный аппарат «Игла»

На базе этого проекта была разработана ракетно-космическая система скорой помощи «Призыв» для терпящих бедствие в рамках системы КОСПАС-САРСАТ.

Для демонстрации гиперзвуковых технологий НПО Машиностроения

в 1995 году предложило аэро-космическую систему «Демонстратор» на базе самолета-носителя «Ил76МФ», несущего на себе беспилотный самолет-разгонщик с экспериментальным блоком или с ракетным блоком со спутником.

Все эти и другие разработки направлены на создание «РАКС» — национальной российской авиационно-космической системы многоразового использования. Понятно, что ее появление — дело будущего. Однако уже сейчас находятся энтузиасты, которые предлагают построить облегченный вариант «РАКС» на основе существующих технологий. Главной задачей этого варианта будет устройство аэро-космического ралли.

Ракетоплан «АРС» («Аэро-космическое ралли»)

В 1996 году американский фонд «Икс-прайс» («X-Prize») учредил грант — 10 миллионов долларов на создание тренировочного и туристического ракетоплана, который мог бы доставить на высоту более 100 километров трех астронавтов.

В ходе полета астронавты могли бы испытать ракетный разгон, невесомость и перегрузки при спуске.

Предварительные разработки представили до четырех десятков частных фирм, научных организаций и университетов.

Включилась в конкурс и Центральная научно-исследовательская лаборатория «Астра» Московского авиационного института. В этой лаборатории занимаются разработкой вопросов выведения в околоземное пространство малых спутников (до 100–200 килограмм) посредством систем «воздушного старта». Сотрудники лаборатории сочли, что «воздушный старт» будет наиболее оптимальным способом для выведения туристского ракетоплана на орбитальную высоту.

В разработке проекта приняли участие специалисты Экспериментального машиностроительного завода имени Мясищева, ОКБ имени Микояна, ЦАГИ имени Жуковского, Института авиационной медицины и НИИ парашютостроения.

В качестве носителя выбрали истребитель «МиГ-31», который создавался для борьбы с крылатыми ракетами и сверхзвуковыми бомбардировщиками типа «Валькирия».

«МиГ-31» способен развивать скорость до 2,3 Маха, его «потолок» превышает 25 000 метров, а радиус действия составляет 1500 километров.

Выводимый на орбиту объект размещается под фюзеляжем на узле подвески. Выйдя в зону пуска, «МиГ-31» набирает скорость около 2500 км/ч, поднимается на 20 километров, выходит на кабрирование и отстреливает ракетоплан или ракету-носитель, у которых через 6 секунд включается бортовой двигатель.

Многоцелевой суборбитальный ракетоплан «АРС» (сокращение от «Аэрокосмическое ралли») разработан с учетом опыта создания орбитальных систем «Бор». Это бесхвостка с крылом малого удлинения большой переменной стреловидности с шайбами-килями на концах.

Габариты «АРС»: длина — 5,8 метра, ширина фюзеляжа — 1,015 метра, полная ширина — 3,7 метра, высота — 1,5 метра, взлетная масса —

1700 килограммов, масса топлива — 500 килограммов, масса полезной нагрузки — 350 килограммов.

В передней части герметичной кабины «АРС» находится место пилота-космонавта, за ним располагаются штурман и бортинженер либо туристы. В течении трехминутного полета экипаж «АРС» проходит все стадии космического путешествия.

После отделения от «МиГ-31» ракетоплан разгоняется собственным двигателем до скорости 1200–1300 м/с, поднимается до высоты 120–130 километров, затем входит в атмосферу, испытывая аэродинамический нагрев и перегрузки до 6 g, переходит в режим планирования и совершает посадку на аэродром по-самолетному или под крылом-парашютом.

Пилот-космонавт выбирает режимы набора высоты и захода на посадку, но полет может обеспечиваться и дистанционно летчиком самолета-носителя или наземной службой слежения и управления.

Ракетоплан может применяться для тренировки космонавтов, для исследования верхних слоев атмосферы. Кроме того, «АРС» может положить начало новой разновидности авиационного спорта. Летчики смогут соревноваться на максимальную скорость, точность выхода к цели, выполнять фигуры высшего пилотажа и так далее. Ресурс ракетоплана «АРС» — 100 запусков.

Вместо ракетоплана на «МиГ-31» можно установить малую ракету-носитель «Микрон», предназначенную для выведения на орбиты высотой 250–300 километров полезной нагрузки в 150–200 килограммов.

«Микрон» выполнен по модульной схеме в двух- или трехступенчатых вариантах. Габариты ракеты «Микрон»: длина — 7,250 метра, полная ширина — 3,7 метра, ширина без рулей — 2,4 метра, стартовая масса — 7000 килограммов, масса топлива — 5850 килограммов.

После отделения от «МиГ-31» и израсходования топлива первая ступень должна отойти от блока и по команде с носителя опуститься в расчетном месте для повторного использования.

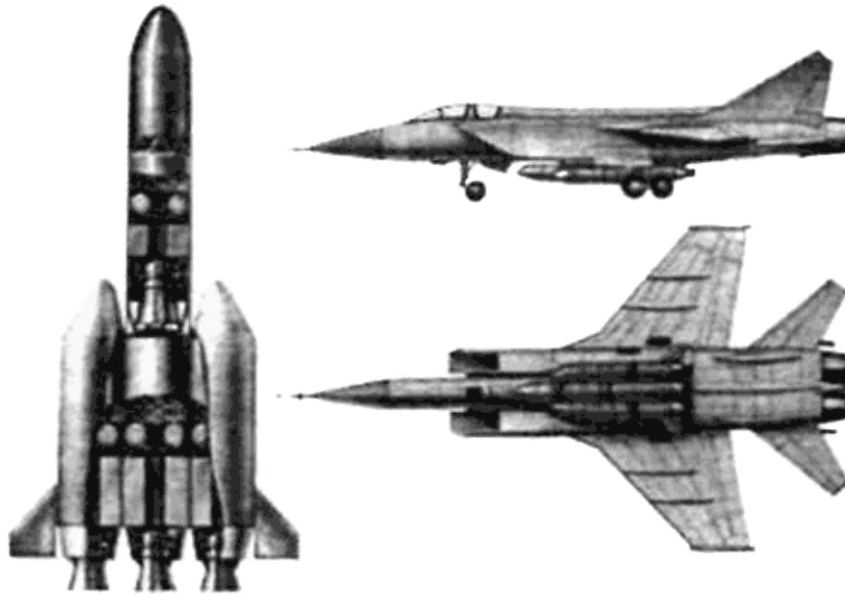
По экономичности эта система превосходит все существующие, и, надо полагать, у нее есть перспектива к развитию.

Суборбитальный корабль «Космополис-XXI»

Еще один проект в рамках конкурса «Икс-Прайс» разрабатывается в Акционерном обществе «Суборбитальная корпорация» при участии Экспериментального машиностроительного завода имени Мясищева.

Запуск ракетного модуля «Космополис-XXI» с пассажирской капсулой осуществляется с самолета-носителя при выполнении динамического маневра «горка» на высотах от 17 до 20 километров. В качестве самолета-носителя используется высотный самолет «М-55» («Геофизика») разработки завода имени Мясищева. Его летные характеристики таковы: максимальная скорость — 2650 км/ч, практический потолок — 22 километра, максимальная дальность — 35004000 километров. Ракетный модуль «Космополис-XXI» выполнен в виде цилиндрического объекта с небольшими складными аэродинамическими поверхностями и состоит из спасаемой трехместной пассажирской капсулы, двигательного блока, отсека оборудования с системами управления, жизнеобеспечения и спасения. Ракетный модуль устанавливается на высотный самолет-носитель «Геофизика» на специальных узлах крепления, снабженных управляемыми механическими замками.

Между самолетом-носителем и ракетным модулем осуществляется электрическая связь при помощи кабеля с быстроразмыкаемым электрическим разъемом. Самолет-носитель оборудуется контрольно-записывающей аппаратурой и системой тестирования работоспособности ракетного модуля.



Малая ракета-носитель «Микрон»

Пассажирская капсула выполнена в виде оживального тела вращения. Внутри капсулы размещаются три пассажирских кресла, представляющие собой анатомические ложементы, изготавливаемые по индивидуальному заказу на каждого пассажира. Для снижения посадочных перегрузок пассажирские кресла снабжены системой демпфирования.

Пассажирская капсула имеет иллюминаторы, закрываемые изнутри светофильтрами. Система жизнеобеспечения позволяет поддерживать внутри пассажирской капсулы нормальные условия для жизнедеятельности космических пассажиров без применения индивидуальных дыхательных приборов.

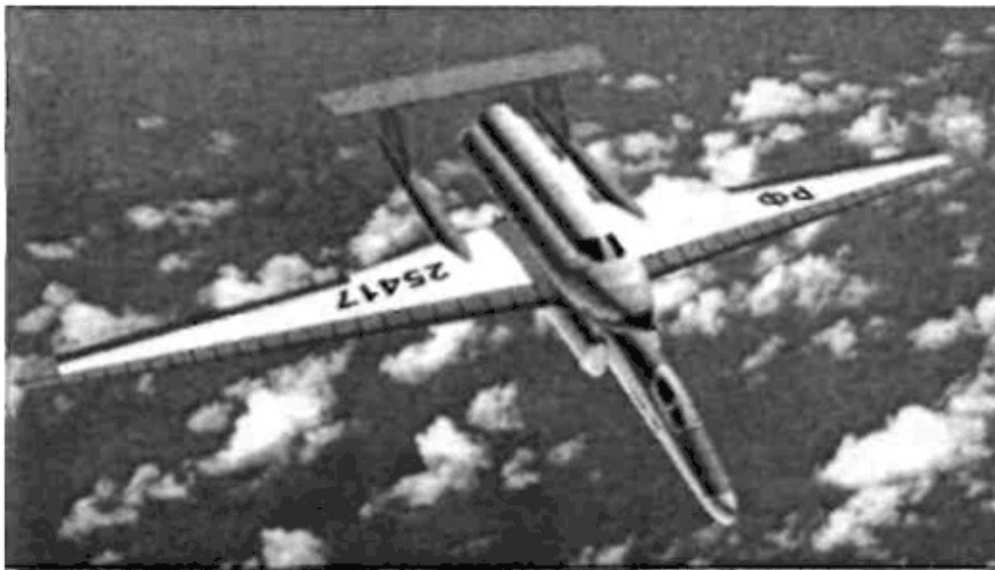
Для управления и контроля режимов полета капсула снабжена рычагами управления и панелью приборов. Посадка пассажиров в капсулу и эвакуация из нее осуществляются через герметичный люк.

Порядок полета выглядит следующим образом. Ракетный модуль устанавливается на самолет-носитель и фиксируется механическими замками с электрическим управлением. Система энергоснабжения и контроля работы бортового оборудования ракетного модуля и самолета-носителя соединяются электрическим кабелем при помощи быстроразмыкающего разъема. Пассажиры-космонавты усаживаются в пассажирской капсуле ракетного модуля. Входной люк герметизируется и проверяется герметичность в пассажирской капсуле. Самолет-носитель с установленным на нем ракетным модулем набирает заданную высоту

полета и разгоняется для выполнения маневра «горка». При его выполнении самолет-носитель вместе с ракетным модулем набирает дополнительную высоту до 20 километров и угол наклона траектории достигает 40–60 к горизонту. В этот момент происходит размыкание механических замков и включается ускоритель на ракетном модуле, который обеспечивает отход ракетного модуля от самолета-носителя.

При отходе на безопасное расстояние автоматически включаются ракетные двигатели основной двигательной установки ракетного модуля. Сразу после разделения самолет-носитель выполняет резкий маневр ухода со снижением в сторону от траектории ракетного модуля.

Набор высоты ракетного модуля выполняется по оптимальной траектории, постепенно переходя до вертикального положения. После отработки ракетных двигателей происходит расстыковка пассажирской капсулы и двигательного отсека. Пассажирская капсула, получившая импульс, продолжает по инерции движение вверх вплоть до точки остановки (точки наибольшего набора высоты). При снижении по бокам пассажирской капсулы происходит раскрытие небольших аэродинамических поверхностей, снабженных рулями, которые обеспечивают управляемый аэродинамический спуск. Это позволит снизить возникающие перегрузки и выполнить маневр по выбору посадочной площадки. Посадка выполняется по-самолетному на выпускаемые шасси. В качестве альтернативного варианта возможна посадка пассажирской капсулы на парашюте.



Суборбитальный корабль «Космополис-XXI»

Кампания фонда «Икс-Прайс» по организации конкурса на разработку космического корабля, способного выполнять недорогие суборбитальные полеты, является многообещающим предприятием. Привлечение к конкурсу различных групп специалистов позволит на альтернативной основе выбрать рациональные технические идеи, удачные конструктивные решения и с привлечением минимальных финансовых средств решить актуальнейшую задачу. И кто знает, может уже завтра любой из нас сможет купить билет в космос...



Модель авиационно-космической системы «МАКС-ОС» (к гл. 15)



«Ан-225» («Мрия») с орбитальным кораблем «Буран» (к гл. 15)

Глава 16 НАСЛЕДНИКИ «ШАТТЛА»

Понятно, что и по ту сторону границы конструкторская мысль не стоит на месте. Периодически появляются проекты и программы, призванные так или иначе заменить в отдаленной перспективе систему «Спейс Шаттл». О некоторых из этих проектов я и расскажу в этой главе.

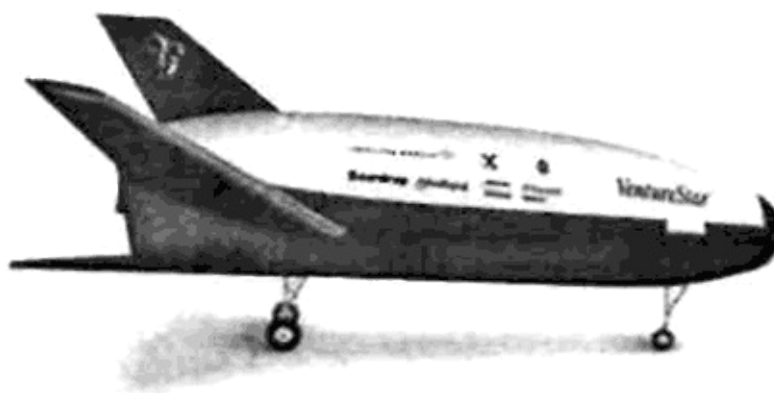
Программа «RLV» («Venture Star»)

Программа «РЛВ» («RLV» — сокращение от английского «Reusable Launch Vehicle», «Космический корабль многоразового использования») осуществляется в тесной кооперации НАСА с аэро-космической промышленностью США. С помощью технологии «Одной ступенью на орбиту» («Single-Stage-To-Orbit») намечается существенно снизить стоимость вывода полезной нагрузки на орбиту (до 2000 долларов за килограмм) и тем самым увеличить конкурентоспособность космических носителей на мировом рынке ракетно-космических услуг.

Программа была поддержана на самом высоком уровне — в 1996 году ее представил публике сам вице-президент США Эл Гор во время торжественной церемонии в Лаборатории реактивного движения, а администратор НАСА Дэн Голдин тогда же продемонстрировал модель перспективного летательного аппарата.

Итогом программы должно было стать создание к 2004 году корабля многоразового использования «Вентура Стар» («Venture Star») конструкции фирмы «Локхид-Мартин». Согласно проекту он способен выводить на околоземную орбиту полезный груз массой 22,5 тонны.

Габариты космического корабля «Вентура Стар»: длина — 54 метра, размах крыла — 60 метров, высота — 16,8 метра.



**Космический корабль многоразового
использования «Venture Star»**

Стоимость разработки «Вентура Стар» оценивается в 5 миллиардов долларов.

Одной из основных особенностей проекта является использование линейного ЖРД с внешним расширением.

В то время как сопло обычного ЖРД оптимизировано для определенного режима работы и не может одинаково эффективно работать в широком диапазоне высот и давлений — от старта до выхода на орбиту, линейный двигатель использует атмосферу как часть сопла и поток воздуха сам оптимизирует факел. Линейный ЖРД позволяет осуществлять управление вектором тяги в одной плоскости без отклонения его оси путем создания разности тяги верхней и нижней половин, что позволяет отказаться от его подвижной подвески. К тому же линейный ЖРД на 75 % меньше обычного с диалогичной тягой, что еще более снижает массу двигателя, корабля и топлива, уменьшая стоимость вывода полезной нагрузки.

Эта схема разрабатывается фирмой «Рокетдайн» с середины 60-х годов. «Рокетдайн» предложила такой ЖРД для использования на космическом корабле «Спейс Шаттл», но двигатель был отвергнут, так как технологию признали слишком «незрелой». С тех пор специалисты фирмы выполнили 73 лабораторных и наземных испытательных запуска, во время которых двигатель проработал более чем 4000 секунд.

«Рокетдайн» потратила 500 миллионов долларов для улучшения технологии ЖРД.

Атмосферный аналог «Х-33»

Летательный аппарат создавался в рамках программы «РЛВ» как атмосферный аналог космического корабля «Вентура Стар» и демонстратор заложенных в него технических концепций.

Конструктивно «Х-33» является уменьшенной вдвое моделью «Вентура Стар». Он в девять раз легче, а стоимость разработки в четыре раза меньше.

Габариты «Х-33»: длина — 25,3 метра, размах крыла — 28 метров, высота — 8,2 метра.

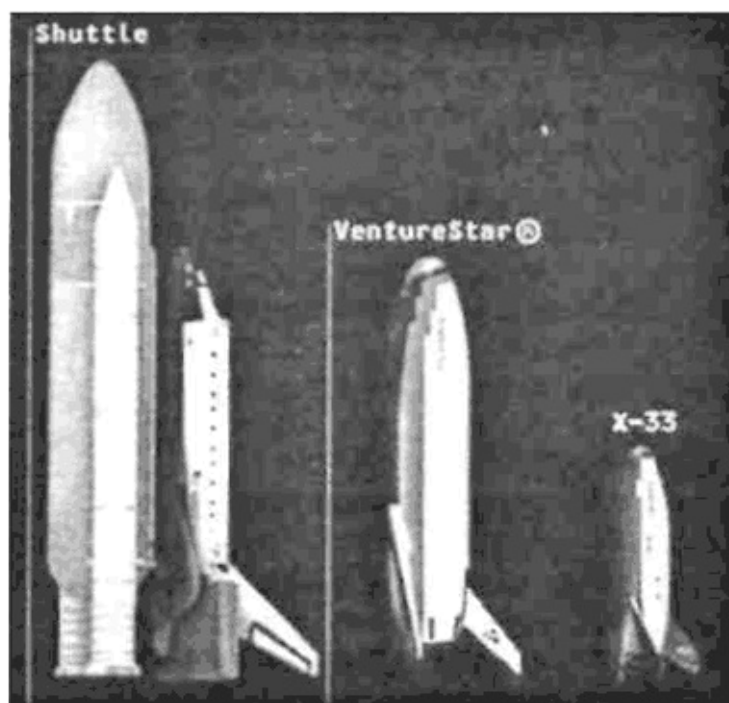
Фирма «Локхид-Мартин» получила от НАСА контракт на постройку «Х-33» в июле 1996 года. НАСА планировало потратить на этот проект 941 миллионов долларов, фирма «Локхид-Мартин» собиралась инвестировать в него еще как минимум 220 миллионов.

«Х-33» не планировалось выводить на орбиту. Он должен был провести серию полетов в атмосфере над западной территорией США для проверки работы всех систем. Было намечено 15 испытательных полетов. Стартуя вертикально с авиабазы Эдварде в Калифорнии, «Х-33» должен достигать скорости 15 Махов на высотах до 100 километров.

Строительство Центра испытательных полетов «Х-33» началось в ноябре 1997 года и было завершено в соответствии с предварительными планами через 12 месяцев, без перерасхода средств — на строительство было выделено 32 миллиона долларов.



Воздушный космоплан-аналог Х-33



Сравнительная схема: «Space Shuttle», «Venture Star » и X-33

В 1997 году началась серия испытаний линейного ЖРД в полете со скоростью от 0,8 до 3 Махов на высотах от 6 до 24 километров. На летающей лаборатории НАСА «SR-71 #844» был установлен контейнер «Linear Aerospike SR-71 Experiment» длиной 12,3 метра, который представляет собой модель «X-33» в масштабе 1:10 с восемью секциями двигателя и измерительным оборудованием общим весом 5,8 тонны. Имеющегося топлива хватает для 2–3 секунд работы двигателя с тягой до 2800 килограммов.

Первый полет космического корабля «X-33» запланировали на март 1999 года. Потом старт был отодвинут на июль, декабрь, а затем — на середину 2000 года. Первая отсрочка была вызвана недостаточной надежностью крепления друг с другом деталей V-образного сопла линейного ЖРД XRS-2200, которые должны выдерживать высокую температуру.

Последний раз полет был отложен из-за проблем со сборкой топливного водородного бака. В декабре 1998 года во время испытаний при высокой температуре внутренняя стенка одного из двух баков для жидкого водорода потеряла герметичность.

Ракетный самолет Х-34

Ракетный самолет Х-34 создавался в рамках программы «РЛВ» для проверки выполнимости запуска небольших коммерческих и научных полезных грузов на борту «Вентура Стар».

В июне 1996 года компания «Орбитал Саенсес Корпорейшен» («Orbital Sciences Corporation») получила контракт на 60 миллионов долларов на проектирование, создание и испытания Х-34.

Х-34 должен был летать при любых погодных условиях, приземляться в автономном режиме и иметь необходимые средства аварийной эвакуации экипажа. Запуск его предполагалось осуществлять с помощью самолетов L-1011, а после набора необходимой высоты должен был включаться собственный ракетный двигатель Х-34, разгоняющий аппарат до скорости 8 Махов и высоты в 75 километров.

Габариты Х-34: длина — 17,78 метра, размах крыла — 8,45 метра, высота — 3,5 метра.

Согласно предварительному контракту предусматривалось только два испытательных полета но уже тогда было понятно, что, возможно, потребуются и дополнительные испытания.

В конце 1998 года НАСА и «ОСК» договорились о проведении 25 дополнительных испытательных полетов Х-34.

В марте 1999 года закончились полномасштабные испытания двигателя для Х-34 на стенде Космического центра имени Стенниса в Миссисипи. Двигатель «Fastrac», разработанный в космическом центре НАСА имени Маршалла проработал в течение 20 секунд. Тяга составила 267 тонн. Двигатель, использующий керосин и жидкий кислород, оказался очень экономичен. Перед установкой на Х-34 планировалось провести до 85 испытаний двигателя «Fastrac».

Однако 1 марта 2001 года НАСА объявило о прекращении финансирования работ в рамках программ Х-33 и Х-34.

Еще за год до этого многим стало ясно, что НАСА не справляется с проектом, переоценив возможности современных технологий. Так, газета «Вашингтон Пост» сообщала своим читателям, что программа Х-33 увязла в проблемах и «слишком амбициозна». Невысокие характеристики линейного ЖРД, неустойчивость клинообразного летательного аппарата при разных скоростях полета, а также «перебор» по массе конструкции буквально замучили проектантов.

Сильнейшая оппозиция программе со стороны других подрядчиков, ведущих альтернативные разработки, в конце концов вынудила НАСА принять решение: программа «РЛВ» была закрыта в пользу конкурентных проектов.

Космоплан X-37

В 1999 году между авиакомпанией «Боинг» и НАСА было подписано соглашение о строительстве и тестировании небольшого космоплана X-37, предназначенного для испытания технологий, которые предполагается использовать в космических кораблях многоразового использования нового поколения.

Воздушно-космический корабль X-37, ранее известный под названием «Future-X Pathfinder», проведет серию испытательных полетов в атмосфере и в космосе для проверки более сорока технических новинок в конструкции корпуса аппарата, в реактивном двигателе, системе теплозащиты двигателя, составе топлива и других системах. Предполагается, что новый корабль будет более безопасным и надежным, чем «Спейс Шаттл». При этом планируется снизить стоимость вывода в космос одного килограмма полезной нагрузки с 25 тысяч долларов до 2,5 тысячи.

X-37 представляет собой небольшой космоплан длиной 8,3 метра, с размахом крыла 4,5 метра.

На этапе воздушных испытаний космоплан будет подниматься в воздух на самолете К-52. На этапе орбитальных полетов его выведет в космос «Спейс Шаттл» или баллистическая ракета. Предполагается, что космоплан проведет на орбите около трех недель.

В мае 2000 года с завода корпорации «Боинг» на полигон Летно-исследовательского центра НАСА имени Драйдена был доставлен масштабный макет экспериментального космоплана X-37.



Экспериментальный космоплан X - 37 (X - 40 A)

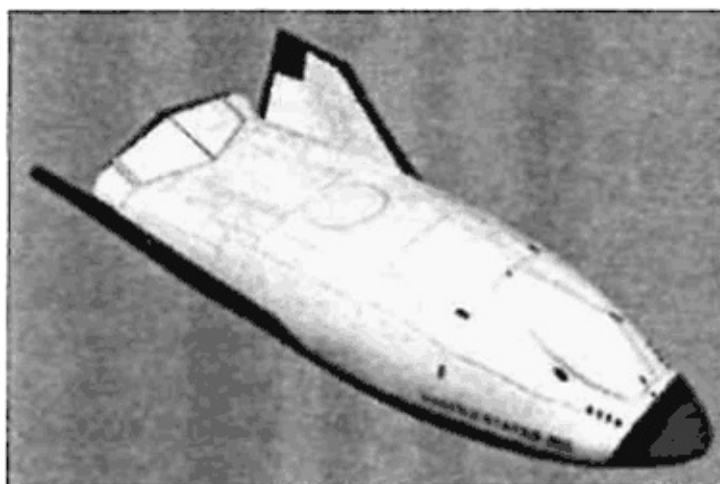
Размеры макета, который получил название Х-40А, составляют 85 % от размеров Х-37. Макету предстоит серия наземных и воздушных испытаний, в том числе десантирование с вертолета для проверки систем навигации и управления, которые будут использоваться в Х-37.

Космоплан Х-38

Космоплан Х-38, известный также под обозначением Х-35 и Х-CRV, представляет собой прототип спасательной «шлюпки» для экипажа Международной космической станции (МКС). Он может быть использован и в качестве транспортного корабля, выводимого в космос ракетой-носителем «Ариан-5» («Ariane 5»).

Разработка космической спасательной «шлюпки» началась еще в 70-х годах. Современный ее вариант основывается на конструкции челнока Х-24А (его мы обсуждали в главе 8). Главной «изюминкой» нового проекта является использование парашюта в качестве тормозящего и посадочного средства. Парашют позволяет осуществить управление посадкой с возможностью бокового маневра на дальность до 1300 километров.

Первые испытания парашюта состоялись в 1996 году, а первые полеты Х-38 на подвеске самолета В-52 начались в феврале 1997 года.



Спасательный космоплан Х - 3 8

Спасательный космоплан Х-38 не имеет собственных двигателей и представляет собой летательный аппарат с несущим корпусом. Возвращение на Землю будет проходить по той же схеме, как и возвращение «Спейс Шаттла». И только на завершающем этапе будет выпускаться парашют. На Х-38 не будет ручного управления — процедура входа в атмосферу и спуск предполагается полностью автоматизировать.

Габариты Х-38: длина — 8,7 метра, максимальный диаметр — 4,4 метра, полная масса — 8163 килограмма. Количество спасаемых

астронавтов — 6 человек. Система жизнеобеспечения рассчитана на четыре дня. Продолжительность эксплуатации в качестве модуля МКС — 4000 дней.

Испытания демонстрационной модели космолана Х-38 проводились в Летно-исследовательском центре НАСА имени Драйдена, расположенном на территории базы ВВС Эдвардс (штат Калифорния).

В марте 1998 года первую модель постигла неудача: во время самостоятельного полета парашют-крыло был поврежден и Х-38 разбился. После этого было принято решение об укреплении его конструкции. Уже в феврале 1999 года вторая модель, получившая условное обозначение V-132, была готова к испытаниям. От предшественницы новая модель отличается еще и тем, что на ней установлена активная система управления полетом, которая позволит Х-38 выполнять маневры во время спуска.

Первый самостоятельный полет второй модели состоялся 6 февраля 1999 года. Х-38 отделился от самолета-носителя В-52 на высоте 6700 метров. Несколько минут он находился в свободном полете, после чего над ним раскрылся парашют, и через 12 минут Х-38 приземлился.

Борьба за контракт на производство Х-38 развернется, видимо, между компаниями «Боинг» и «Локхид-Мартин».

Полностью проверенный и готовый к использованию спасательный аппарат предполагается разместить на МКС в 2003 или 2004 году. Он будет пристыковываться к ее внешней поверхности и использован только для экстренной эвакуации экипажа, когда не будет времени дожидаться прилета «Спейс Шаттла». Пока же роль «спасательной шлюпки» на Международной космической станции исполняет российский космический корабль «Союз».



Демонстрационная модель спасательного
космолана X-38 под парашютом

Французская космонавтика

Тема аэро-космических систем многоразового использования интересует не только НАСА и министерство обороны США — конструкторы других стран мира предлагают не менее интересные проекты перспективных космических кораблей, которые могли бы заменить «Спейс Шаттл».

Среди ранних разработок в этой области можно отметить, например, проект французской фирмы «Шекма» («SHECMA»). В конце 60-х годов эта фирма разрабатывала двухступенчатый транспортный космический корабль по схеме «воздушный старт».

Тяжелый самолет-носитель (первая ступень) имел силовую установку, включающую четыре ТРД и четыре турбопрямоточных реактивных двигателя на керосине. Было предусмотрено дополнительное впрыскивание криогенных компонентов.

Силовая установка орбитального самолета (вторая ступень) состояла из шести двигателей, работающих на жидких кислороде и водороде. Четыре силовых двигателя имели тягу по 35 тонн, два двигателя управления — по 700 килограммов.

Планировалось, что разделение ступеней будет происходить при скорости полета 7 Махов на высоте 35 километров.

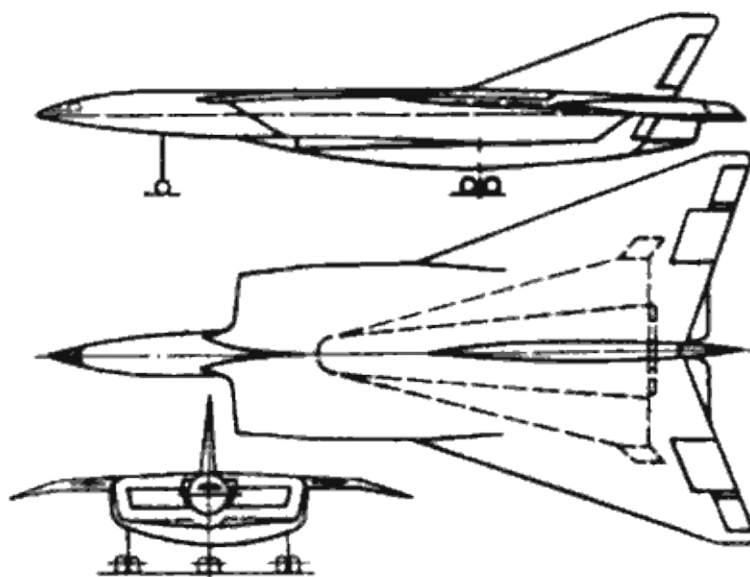
После этого самолет-носитель возвращается к месту старта, а орбитальная ступень по траектории, близкой к баллистической, выводится на рабочую орбиту.

В 1976 году Французский Национальный Центр космических исследований (CN ES) разработал свой первый проект создания пилотируемой транспортной системы, получивший название «Гермес» («Hermes»). Промышленная разработка осуществлялась параллельно фирмами «Аэроспасьяль» и «Дасо-Авиасьон».

На конференции Европейского Космического агентства, проходившей в Риме в 1985 году, Франция проинформировала партнеров о своем намерении начать осуществление этого проекта. Два года спустя собравшиеся в Гааге представители агентства согласились сделать проект общеевропейским.

Многоразовый космический корабль «Гермес» представляет собой воздушно-космический самолет с низкорасположенным крылом большой стреловидности в плане, выполненный по аэродинамической схеме

«бесхвостка».



Транспортный космический корабль по французскому проекту «SHCMA»

Как и у других известных воздушно-космических самолетов, крыло имеет тупую лобовую кромку с большим радиусом закругления и оснащено односекционными элеронами. Законцовки крыла плавно переходят в концевые шайбы, являющиеся по сути разнесенным двухкилевым оперением, оснащенным рулями направления. В задней части фюзеляжа установлен ставший уже традиционным для таких аппаратов балансировочный щиток.

Теплозащита использует апробированные теплоизоляционные материалы нескольких типов, расположенные на корпусе в соответствии с максимальными рабочими температурами поверхности. В зонах наибольшего нагрева (более 1400 °С) предполагалось использование углеродных композиционных материалов на основе углеродной матрицы, в других местах — теплозащитные плитки на основе карбида кремния и гибкие теплозащитные покрытия.

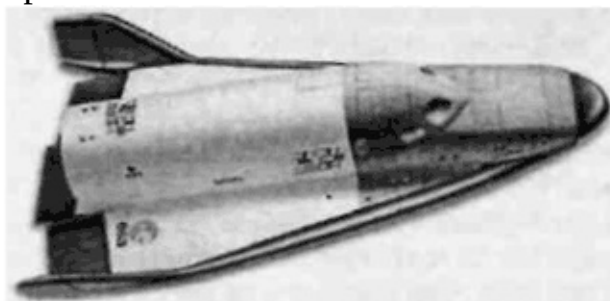
Процесс выбора облика воздушно-космического самолета протекал долго и трудно — несколько раз проект коренным образом пересматривался. Однако и последняя версия «Гермеса» не является оптимальной. Конструкторам так и не удалось полностью скомпоновать многоразовый космический корабль: из-за жестких весовых лимитов выбранной схемы целый ряд систем, используемых в орбитальном полете, пришлось вынести в одноразовый, сбрасываемый перед спуском с орбиты

ресурсный модуль, играющий роль своеобразного служебно-агрегатного отсека. Этот же ресурсный модуль должен использоваться в качестве шлюзовой камеры при выходах членов экипажа в открытый космос. Таким образом, назвать корабль «Гермес» многоразовым, как «Спейс Шаттл» или «Буран», нельзя.

К недостаткам воздушно-космического самолета «Гермес» можно отнести и отсутствие негерметичного отсека полезного груза, что серьезно снижает возможности использования самолета для транспортных операций; таким образом габариты доставляемого на орбиту груза ограничены размерами (просветом) люка стыковочного узла. После катастрофы корабля «Челленджер» проект подвергся коренной переработке — количество членов экипажа было сокращено до трех, каждое рабочее место предусматривало оснащение катапультируемыми креслом, разработанным на основе катапультируемого кресла «К-36» корабля «Буран».

Выведение «Гермеса» на орбиту планировалось осуществлять ракетой-носителем «Ариан-5», запускаемой с космодрома Куру во Французской Гвиане. В стартовом положении он размещается сверху носителя. Боковая дальность при возвращении корабля на Землю с орбиты должна составить 1500–2000 километров. Полная масса орбитального корабля — 21 тонна, сухой конструкции — 13,9 тонны. Полезный груз может весить 3 тонны.

Благодаря широкому сотрудничеству в космической области между Советским Союзом и Францией французы в своем проекте широко использовали советский научно-технический задел. В частности, отряд французских «спасьонавтов» прошел полный курс обучения по методикам полетов на воздушно-космических самолетах. В системе теплозащиты «Гермеса» предполагалось использовать покрытия, разработанные для «Бурана». Французами использовались советские методики гиперзвуковых аэродинамических расчетов.



Транспортный космический корабль по французскому проекту «Hermes»

В первой половине 90-х годов проектанты «Гермеса» зашли в тупик: с одной стороны им не удалось уложиться в жесткие весовые лимиты, с другой — в процессе проектирования ракеты «Ариан-5» расчетная масса выводимой полезной нагрузки постоянно уменьшалась и в конечном итоге стала ниже допустимой для вывода воздушно-космического самолета на орбиту. Возникла необходимость перепроектировать «Гермес», что требовало дополнительного финансирования. Однако денег не нашлось, и проект был закрыт.

Британская космонавтика

В 1965 году британские конструкторы предложили проект трехэлементного воздушно-космического корабля «Мустард» («Mustard»), предназначенного для вывода полезного груза массой около 3 тонн на полярную орбиту высотой около 550 километров.

«Мустард» состоит из трех пилотируемых ступеней, аналогичных по конструкции и геометрическим размерам. Масса каждой ступени около 137 тонн. Одна из ступеней выводится на околоземную орбиту, а две другие выполняют функции разгонных и являются носителями топлива.

Промежуточная орбита высотой 185 километров используется для запуска орбитальной ступени на расчетную орбиту, а также при сходе аппарата с орбиты перед входом в плотные слои атмосферы.

После выполнения своих функций ступени входят в атмосферу аналогично самолету и возвращаются в район старта.

Двигательная установка каждой ступени состоит из четырех ракетных двигателей, работающих на жидких водороде и кислороде. Кроме того, для возвращения в район старта на ступенях устанавливаются турбореактивные двигатели, также работающие на криогенном топливе. Центральный бак для жидкого кислорода выполнен из стали, а баки для жидкого водорода — из титана. Между баком жидкого водорода и нижней поверхностью конструкции ступени проложена изолирующая прокладка.

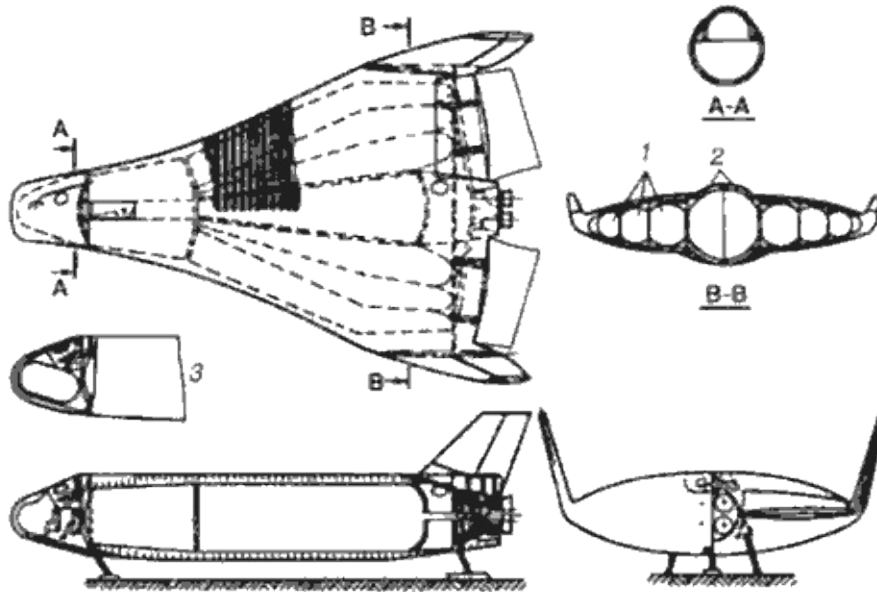
Проблема балансировки ступени в зависимости от вида полезного груза решается путем соответствующей загрузки двух грузовых отсеков, один из которых расположен внизу под отсеком экипажа, а другой — в зоне силового каркаса крепления двигателя между баком окислителя и двигателями.

Первый отсек предполагается использовать при полете на орбиту, а второй — при возвращении ступени с орбиты.

Двигательные установки всех трех ступеней при старте включаются одновременно. При этом возможны два варианта питания ступеней топливом. По первому варианту разгонные ступени питают топливом двигательную установку ступени, предназначенной для выхода на орбиту. По второму варианту двигательные установки всех трех ступеней работают на топливе из своих баков, выводят аппарат на орбиту высотой 55,5 километра при скорости 2 км/с.

Во время непродолжительного полета в баки ступени,

предназначенной для выхода на орбиту, перекачивается топливо из разгонных ступеней, что приводит к некоторой потере скорости. Однако в конструктивном отношении вариант перекачки является более простым, чем подача топлива в орбитальную ступень с момента пуска. После разделения трех ступеней обе разгонные ступени входят в атмосферу и разворачиваются в направлении к месту пуска. При дозвуковой скорости полета запускается ТРД и ступень совершает полет к месту посадки. Дальность полета на крейсерском режиме достигает 600 километров.



Компоновочная схема ступени космического корабля «Mustard»: 1 - баки с жидким водородом; 2 - баки с жидким кислородом; 3 - носовая часть разгонной ступени

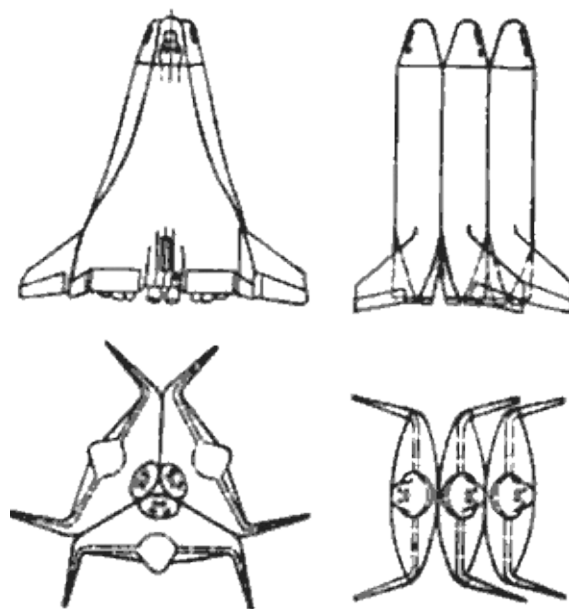


Схема британского трехэлементного космического корабля «Mustard»

На третьей ступени, после ее отделения, повторно включается двигательная установка, и ступень осуществляет полет на расчетную орбиту. Для маневрирования на орбите в баках имеется дополнительный запас топлива.

После выполнения задания (встречи и стыковки на орбите и осуществления необходимых погрузочно-разгрузочных операций) ступень тормозится до требуемой скорости. Затем происходит слив остатка топлива из специальных баков и ступень возвращается на Землю. Угол атаки при входе в атмосферу составляет приблизительно 40° .

В зарубежной печати сообщалось, что стоимость трехэлементного корабля «Мустард» сравнительно невысока, так как все три ступени аналогичны по конструкции.

Как полагают специалисты, до проведения первого капитального ремонта разгонные ступени можно использовать до 200 раз, а орбитальную ступень — до 25 раз.

Работы по программе «ХОТОЛ» («HOTOL») были начаты в 1982 году, когда английские фирмы «Бритиш аэроспейс» и «Роллс-Ройс» в инициативном порядке провели поисковые проектные исследования по одноступенчатым аппаратам с горизонтальным взлетом и посадкой и по маршевым двигателям для них. В результате был предложен проект многоразового беспилотного аппарата «ХОТОЛ», основными назначениями которого являются выведение спутников на низкую орбиту и материально-

техническое обеспечение космической станции, включая доставку космонавтов в пилотируемой капсуле, размещаемой в грузовом отсеке.

Высокая экономичность системы «ХОТОЛ» достигается за счет исключения из его конструкции элементов и систем одноразового использования и сокращения затрат на предполетные операции. Значительную экономию эксплуатационных расходов дает практически полная автономия полетных операций, обеспечиваемая бортовыми радиоэлектронными системами.

Габариты беспилотного орбитального самолета «ХОТОЛ»: длина — 62 метра, размах крыла — 20 метров, диаметр фюзеляжа — 5,7 метра, взлетная масса — 250 тонн, посадочная масса — 34–47 тонн, масса полезного груза на орбите высотой 300 километров — 11 тонн.

Предполагается, что стартовать «ХОТОЛ» будет либо с разгонной аэродромной тележки, либо с самолета-носителя.

Длина взлетной полосы — от 2,3 до 4 километров. Эксплуатационный ресурс — 120 полетов.

Особый интерес в конструкции орбитального самолета «ХОТОЛ» представляет маршевая кислородно-водородная двигательная установка «HOTOL RB454», способная функционировать последовательно в режимах воздушно-реактивного и жидкостного двигателей. С момента старта и до высоты 28 километров (скорость — 5 Махов) в течение 9 минут двигатель работает в режиме воздушно-реактивного с использованием атмосферного воздуха, сильно охлажденного бортовыми средствами, а затем, до высоты 90 километров, — в режиме жидкостного двигателя. Довыведение полезного груза на расчетную орбиту осуществляется с помощью кислородно-водородной двигательной установки орбитального маневрирования.

Главным новым элементом маршевого двигателя является крупногабаритный теплообменник, примыкающий к задней части воздухозаборника. В теплообменнике происходит глубокое охлаждение поступающего в двигатель воздуха за счет запаса холода в жидком водороде, что позволяет продлить работу двигателя в режиме воздушно-реактивного до скорости 5 Махов. Обычные турбореактивные двигатели имеют предельное значение скорости — 3 Маха. Повышение плотности воздушного потока позволяет уменьшить габариты турбокомпрессора. Нагретый водород используется для привода турбины. Кроме того, увеличивается теплосодержание водорода как горючего, компрессор повышает давление воздуха приблизительно до 140 атмосфер. Из компрессора воздух поступает в камеру сгорания, где взаимодействует с водородом, отработанным на турбине и подаваемым частично из бака

Фирма «Бритиш аэроспейс» предложила британскому правительству программу разработки базовой технологии летательного аппарата «ХОТОЛ», разделенную на два трехгодичных цикла. В соответствии с ней изготовление должно было быть начато в 1994 году, а первый полет был запланирован на 2000 год.

Однако в июле 1988 года правительство отказалось от дальнейшего финансирования проекта «ХОТОЛ», поскольку затраты (порядка 6 миллиардов фунтов стерлингов), необходимые для его доведения до стадии производства, слишком велики для одной Англии.

Обращения фирм «Бритиш аэроспейс» и «Роллс-Ройс» к Европейскому Космическому агентству с предложением, официально признать и профинансировать программу «ХОТОЛ» закончились безрезультатно. Попытки фирм-разработчиков привлечь частный капитал британских и зарубежных аэро-космических фирм для спасения программы также не увенчались успехом.

В сентябре 1990 года фирма «Бритиш аэроспейс» и Министерство авиационной промышленности СССР в ходе авиационно-космической выставки «Фарнборо-90» подписали соглашение о проведении совместных исследований по оценке технических возможностей и экономических аспектов использования находящегося в эксплуатации советского тяжелого самолета-носителя Ан-225 (Мрия) для запуска воздушно-космического самолета «ХОТОЛ».

Воздушный старт позволяет применить в составе воздушно-космического самолета вместо ранее предполагаемой комбинированной маршевой двигательной установки связку из четырех кислородно-водородных двигателей, поставляемых Советским Союзом. Кроме того, воздушный старт заменяет пуск со стартовой разгонной тележки и обеспечивает воздушно-космический самолет некоторой начальной скоростью на высоте, где плотность атмосферы меньше.

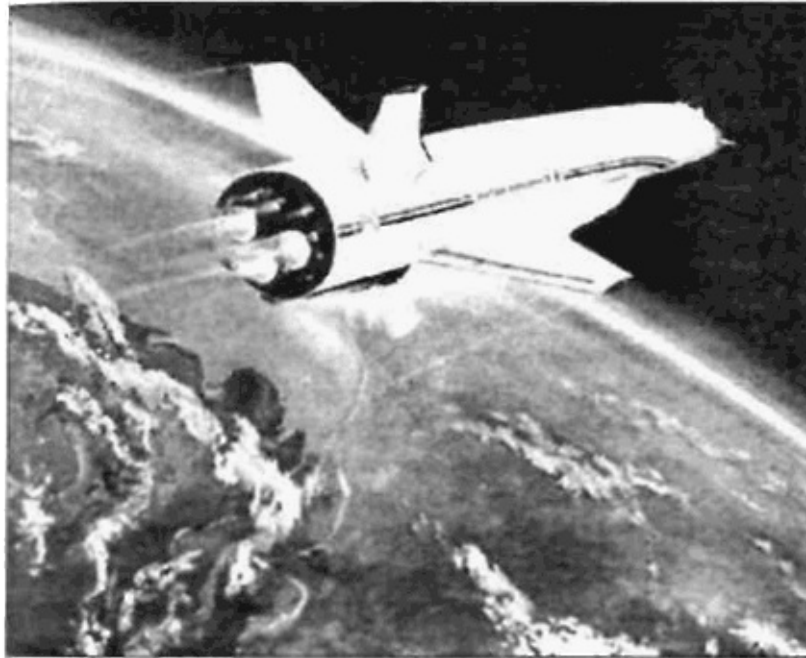
Основные характеристики «ХОТОЛ» с воздушным стартом: длина — 36,15 метра, размах крыла — 21,6 метра, полная масса космического самолета — 250 тонн, масса полезного груза на высоте 275 километров — 8 тонн.

Полет «ХОТОЛ» на самолете-носителе «Ан-225» заканчивается разделением на высоте 10 километров при скорости 0,8 Маха, после чего следует горизонтальный разгон до 5 Махов.

С этого момента начинается маневр выхода «на горку» с перегрузкой 1,4 g до высоты около 20 километров и скорости в 3 Маха. Далее происходит набор высоты по полубаллистической траектории с

использованием тяги двигателей и подъемной силы крыла. Подъем осуществляется с постоянным углом наклона траектории к горизонту до высоты около 80 километров и скорости до 20 Махов. Тяга двигателей дросселируется, чтобы уровень перегрузки не превышал 3 g.

Затем угол подъема уменьшается, и на высоте почти 90 километров при скорости 27,2 Маха космический самолет выходит на эллиптическую орбиту с перигеем 70 километров и апогеем 300 километров.

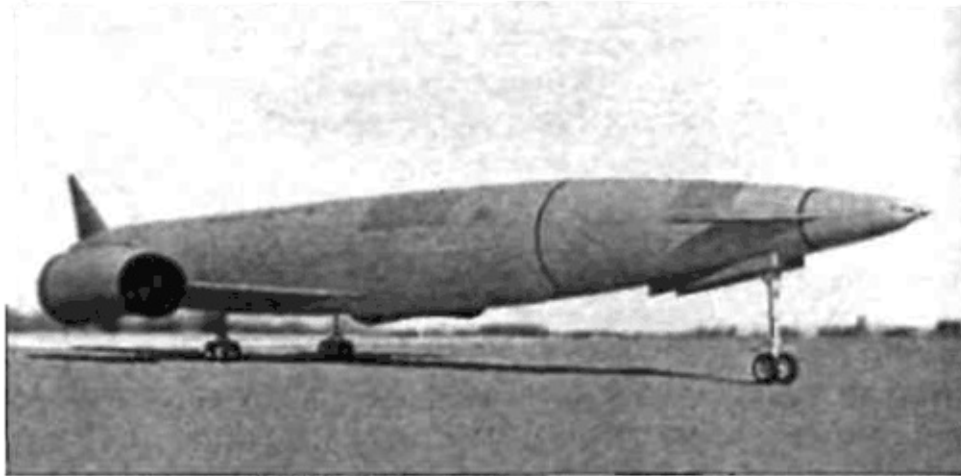


Беспилотный орбитальный самолет «ХОТОЛ»

Управление полетом «ХОТОЛ» на участке выведения осуществляется отклонением маршевым двигателей рулевыми двигателями на концах крыла, а также с помощью выдвижного переднего горизонтального оперения, стабилизатора и элеронов при управлении по каналу крена.

При входе в атмосферу управление полетом, при убранном оперении, обеспечивается двигателями на концах крыла.

При движении в плотных слоях атмосферы управление полетом осуществляется с помощью выдвижного переднего стабилизатора, элеронов и подфюзеляжного щитка.



Беспилотный британский космолан «Skylon»

После того как фирме «Бритиш аэроспейс» было отказано в финансировании проекта «ХОТОЛ», часть специалистов, работавших над ним, учредила новую фирму «Риэкшен Энжинес» («Reaction Engines Ltd.»), основным направлением деятельности которой является создание воздушно-космического самолета «Скайлон» («Skylon»). Конструкторам «Риэкшн Энджинес» не позволили использовать в своей работе задел по воздушно-реактивным двигателям «HOTOL RB454», поскольку они остаются секретными, поэтому им пришлось разработать новый двигатель «SABRE» («Synergic Air Breathing Engine»), работающий как воздушно-реактивный на скоростях до 5,5 Маха, а затем переключающийся в режим ЖРД.

Согласно проектным расчетам, «Скайлон», имея грузовой отсек 12,3 на 4,6 метра, может доставлять на экваториальную орбиту 12 тонн полезного груза или 9,5 тонны — к Международной космической станции.

В 1997 году проект «Скайлон» изучался Европейским Космическим агентством, как один из возможных вариантов перспективного орбитального транспортного средства. Кроме того, обсуждалась возможность участия проекта «Сайлон» в конкурсе «Икс-Прайс» на создание туристического космолана.

Общая стоимость реализации проекта «Скайлон» оценивается в 10 миллиардов долларов.

Немецкая космонавтика

Одним из первых космических проектов, связанных с пилотируемой космонавтикой и разрабатываемых на земле ФРГ, был проект одноступенчатого транспортного космического корабля многократного использования VETA.

Конструкция корабля базируется на технике и технологии ракеты «Сатурн-5» и отсеков кораблей «Аполлон». Считается, что основным преимуществом космического корабля «ВЕТА» перед обычными ракетами является отсутствие сбрасываемых ступеней. Это позволяет запускать его со стартовых баз в европейских странах, а также производить посадку на площадки, не подготовленные для этой цели.

Кроме того, «ВЕТА» привлекает своей технической простотой и легкостью эксплуатации и обслуживания.

Конструкция космического корабля «ВЕТА» отличается от конструкции обычной ракеты тем, что он имеет теплозащитный экран, шасси, а также малое отношение длины к диаметру.

Относительно большой диаметр корпуса корабля, равный 7,8 метра, обеспечивает снижение удельной нагрузки во время входа в атмосферу, а также более низкое расположение центра тяжести, что позволяет сохранять устойчивость в полете и при стоянке.

Требуемая стартовая тяга создается 12 ЖРД с камерами высокого давления.

Шасси рассчитано на скорость при контакте 8 м/с, затем она механически снижается до нуля. Шасси состоит из шести ног, но посадка безопасна и при наличии четырех ног (если две выйдут из строя).

Считается, что космический корабль «ВЕТА» имеет минимальные размеры для одноступенчатого аппарата многократного использования. «ВЕТА» имеет стартовую массу 130 тонн, из которых 115 тонн приходится на топливо.

Номинальная масса полезного груза, выводимого на орбиту, равна 2,7 тонны. Если с корабля снять оборудование, необходимое для возвращения и посадки, то масса груза, выводимого на орбиту, возрастет до 4,2 тонны.

Конструкция корабля «ВЕТА» позволяет устанавливать вторую ступень или специальный модуль с силовой установкой. При установке небольшой ступени с двигателем, развивающим тягу 1600 килограммов, можно доставить полезный груз массой 250 килограммов к планете

Меркурий или вывести на геостационарную орбиту груз массой 700 килограммов.

Конструкторы полагали, что многократное использование корабля «ВЕТА» снизит стоимость вывода на орбиту одного килограмма полезного груза до нескольких сот долларов.

Существенного улучшения характеристик одноступенчатого корабля можно достичь, модифицировав его в полутораступенчатый аппарат путем добавления внешних сбрасываемых баков.

Однако этот проект также не лишен некоторых недостатков.

Во-первых, стоимость сбрасываемых баков оказалась не такой низкой, как рассчитывали. Во-вторых, само сбрасывание баков и связанные с этим проблемы безопасности вдоль трассы неизбежно ведут к снижению оперативной универсальности, которая требуется от транспортного космического корабля.

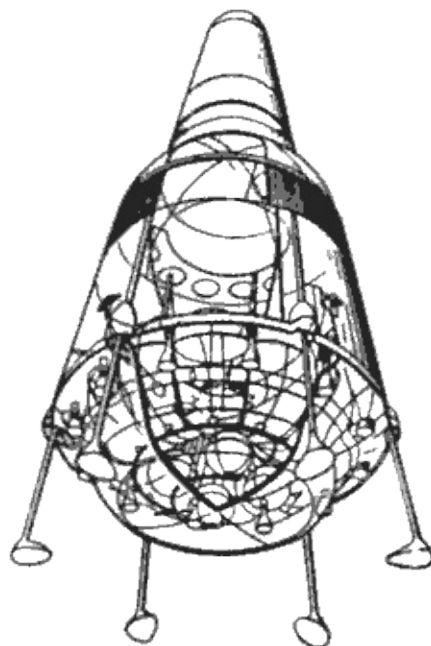
Если «ВЕТА» был кораблем традиционной ракетной схемы, то проект фирмы «Юнкерс» («Junkers»), представленный вниманию публики в 1965 году, основывался на схеме воздушного старта.

Над этим проектом, который финансировался правительством ФРГ, фирма работала с 1961 года.

Космическая система «Юнкерс» спроектирована в виде двухступенчатого космического самолета с параллельным расположением самолетных ступеней — по аналогии с проектом американской фирмы «Мартин». Силовые установки обеих ступеней работали на жидком водороде и кислороде.

Планировалось, что двухступенчатый космический самолет будет стартовать горизонтально с рельсовой катапульты и в момент разделения ступеней достигнет высоты 60 километров за 150 секунд. Нижняя ступень возвратится на базу планированием, вторая, меньшая, ступень разовьет первую космическую скорость и выйдет на орбиту высотой 300 километров.

Суммарный стартовый вес космической системы «Юнкере» — 200 тонн, орбитальная полезная нагрузка — 2,5 тонны.



Западногерманский транспортный космический
корабль «VETA»

Среди поздних проектов воздушно-космических аппаратов многоразового использования, разрабатываемых в Германии, особняком стоит проект «Зенгер» («Sanger»), названный так в честь немецкого конструктора Эйгена Зенгера, придумавшего бомбардировщик-«антипод».

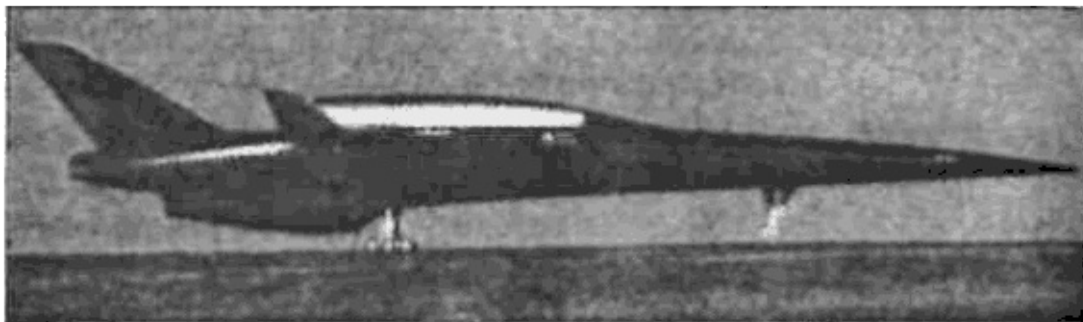
«Зенгер» представляет собой перспективную двухступенчатую космическую систему — базовый аппарат в национальной технологической программе Германии по гиперзвуковым летательным аппаратам.

Практическая реализация программы «Зенгер» обеспечила бы европейским странам сравнительно дешевый и независимый от США доступ в космос с возможностью горизонтального старта с обычных воздушных взлетно-посадочных полос в Европе и непосредственного выведения полезного груза на любую заданную орбиту.

Применение в маршевых двигателях экологически чистых компонентов топлива — жидкого кислорода и жидкого водорода — исключает выброс в атмосферу вредных продуктов сгорания.

За период с 1984 по 1987 год проектных исследований по программе «Зенгер», выполненных фирмами «Мессершмитт-Бельков-Блом» («МВБ»), «Дорнье» («Dornje»), «МТУ» («MTU»), центром «ДФВЛР» («DFVLR») и авиакомпанией «Люфтганза» («Lufthansa»), изучен большой круг вопросов по аэродинамике, аэротермодинамике, управлению полетом, конструкциям

и теплозащитным материалам и двигателям. Выполнены анализ и сравнение ряда вариантов летательного аппарата «Зенгер».



Немецкий корабль многоразового использования «Sanger»

Габариты системы «Зенгер»: длина фюзеляжа — 81,3 метра, размах крыльев — 41,4 метра, полная масса — 340 тонн.

Первая ступень ЕНТВ массой 259 тонн с максимальным (до 100 тонн) запасом водорода представляет собой двухкилевый самолет характерной стреловидной формы. Маршевая двигательная установка состоит из пяти комбинированных турбопрямоточных воздушно-реактивных двигателей. Умеренный нагрев конструкции ступени (не более 600 °С) при скорости 4–4,5 Маха позволил использовать титановые и алюминиево-литиевые сплавы. Особое внимание уделялось созданию бака жидкого водорода объемом более 1500 м³ с обеспечением максимального теплопритока от несущей конструкции фюзеляжа.

Первая ступень разрабатывалась с учетом унификации ее характеристик с характеристиками перспективного гиперзвукового пассажирского самолета. Дальность крейсерского полета самолета с 250 пассажирами на борту составляла 10 тысяч километров. Скорость полета до 4,5 Маха, высота полета — 25 километров. Самолет мог преодолеть за три часа расстояние от Франкфурта-на-Майне до Токио через Лос-Анджелес.

Вторая ступень «Хорус» («Horus») является пилотируемым космическим летательным аппаратом, во многом сходным с орбитальными кораблями «Шаттл» и «Гермес».

Основное отличие — в наличии на борту большого (до 65,5 тонны) запаса кислородно-водородного топлива. Полная масса ступени — 87,7 тонны, используемый маршевый двигатель имеет тягу до 120 тонн.

Расчетная продолжительность орбитального полета составляла одни сутки. Корабль вмещает экипаж корабля — два пилота, четыре пассажира и

две-три тонны груза.

В туристском варианте в кабине можно разместить до 36 пассажиров.

Главным назначением ступени «Хорус» является материальнотехническое обеспечение орбитальной станции.

Возможны суборбитальные перевозки пассажиров со скоростью до 16 000 км/ч.

Одновременно с «Хорусом» немецкие конструкторы проектируют грузовой аппарат «Каргус» («Cargus») одноразового использования — уменьшенная модификация ступени ракеты-носителя «Ариан-5». «Каргус» предназначен для выведения на низкую орбиту полезного груза до 15 тонн, с возможностью последующих стартов на геостационарную орбиту.

Габариты «Каргуса»: длина — 33 метра, диаметр — 5 метров, полная масса грузовой ступени — 62 тонны. Двигатель — кислородно-водородный «НМ60 Вулкан» с тягой приблизительно 105 тонн.

Схема полета воздушно-космического самолета «Зенгер» предполагалась следующая. После горизонтального взлета корабль выполняет подъем до высоты 25 километров, над критическим озоновым слоем, и далее на этой высоте совершает крейсерский полет со скоростью до 4,5 Маха. Трасса от старта в центре Европы или на побережье Германии, Франции, Испании или Англии направлена на заданную широту в сторону Америки. Затем следует участок разгона с набором высоты до 30 километров и увеличением скорости до 6,8–7 Махов. После разделения вторая ступень выходит на орбиту, а первая — возвращается к месту старта. Национальная программа предусматривала создание на предварительном этапе демонстрационной модели летательного аппарата, проведение летных испытаний, после чего на стыке столетий планировалось приступить к непосредственной разработке штатного корабля «Зенгер».

В середине 1990 года был завершен первый этап исследований по программе воздушно-космического летательного аппарата в рамках национальной программы Германии по гиперзвуковым летательным аппаратам.

По первой разгонной ступени, или самолету-разгонщику, выполнен второй цикл проектных разработок, подтвердивший концепцию в целом и компоновочную схему гиперзвукового самолета со скоростями полета 6,8 Маха. На втором этапе планировалось решение вопросов оптимизации массовых характеристик и интеграции двигательной установки.

По вторым ступеням осталась неизменной идеология создания двух различных вариантов — беспилотного и пилотируемого космического

самолета. Исходя из экономических соображений, вместо одноразовой ступени «Каргус» будет разрабатываться беспилотный космический самолет «ХорусС» («Horus-C») с грузовым отсеком, который будет способен доставить на орбиту высотой 200 километров полезный груз массой до 7,7 тонны и до 6,2 тонны — на космическую станцию.

Пилотируемая ступень «Хорус-М» («Horus-M») со стыковочным и переходным отсеками предназначена для обслуживания космической станции, при этом масса выносимого полезного груза составляет 3 тонны, что включает и массу экипажа из трех человек.

По результатам первого этапа исследований были начаты предварительные проработки по экспериментальному самолету «Хитекс» («Hitex»), способному достигать скоростей порядка 5–6 Махов, с целью подтверждения данных численного моделирования и результатов аэродинамических продувок.

Работы над воздушно-реактивным прямоточным двигателем концерн «МББ» начал летом 1988 года, а в декабре уже провел стендовые испытания прототипа. Его диаметр не превышает 350 миллиметров, тогда как у «настоящего» достигнет 1,5 метра. Исследователи моделировали скорость 4,7 Маха, одновременно изыскивая оптимальную форму камеры сгорания. Кстати, у прототипа она охлаждалась пластмассовым кожухом, а в будущей силовой установке решено воспользоваться идеей Зенгера: перед тем как поступить в камеру сгорания, охлажденное до 230 °С горючее (сжиженный водород) пройдет по сети трубопроводов, пронизывающих ее тонкостенную оболочку, чтобы температура внутри не превышала плюс 1700 °С. Как рассчитывают немецкие специалисты, непрерывно охлаждаемая силовая установка станет меньше изнашиваться от перегрева.

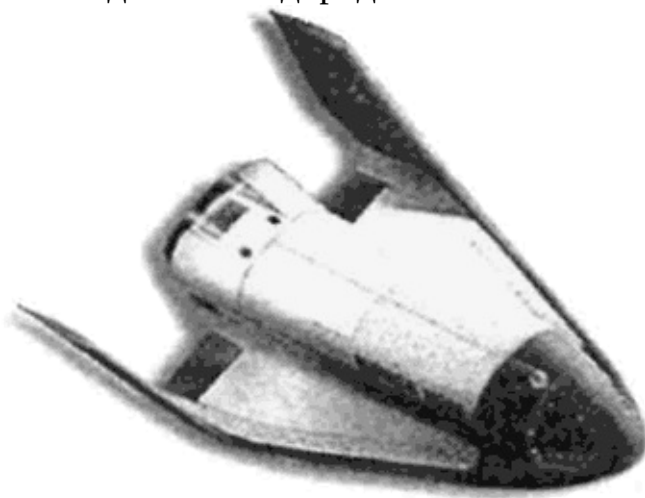
После первого было еще четыре десятка экспериментальных пусков прототипа, и все прошли вполне благополучно.

Например, 7 июля 1990 года его вывели на режим, соответствующий реальному полету будущего «Зенгера» на высоте 20 000 метров со скоростью, равной 4 Махам; при этом тяга составила около тонны.

Японская космонавтика

Авиационно-космические фирмы Японии приступили к реализации программы научноисследовательских и опытно-конструкторских работ в области гиперзвуковой техники в 1986 году.

Исследования велись по трем основным направлениям: создание беспилотного крылатого аэро-космического летательного аппарата «Хоуп» («Норе»), выводимого на орбиту с помощью ракеты-носителя Н-2; разработка и ввод в эксплуатацию в 2006 году универсального одноступенчатого пилотируемого аэро-космического самолета с горизонтальными взлетом и посадкой типа NASP; исследования целого ряда вариантов перспективных маршевых двигательных установок аэро-космических аппаратов, включая турбопрямоточные, гиперзвуковые прямоточные воздушно-реактивные двигатели, а также двигатели со сжижением атмосферного воздуха в процессе полета летательного аппарата и использованием полученного жидкого кислорода в качестве окислителя с жидким или переохлажденным водородом.



Японский орбитальный самолет «Норе»

Летательный аппарат «Хоуп» будет использоваться как транспортное средство снабжения японской многоцелевой лаборатории JEM в составе Международной космической станции. Габариты «Хоуп»: длина — 10 метров, размах крыла — 9,2 метра, стартовая масса — 10 тонн, масса полезного груза — 3 тонны. Головной разработчик — Национальное управление космических исследований (NASDA).

Проектные изыскания по пилотируемому перспективному космическому летательному аппарату NASP ведет Национальная аэро-космическая лаборатория (NAL) совместно с промышленными фирмами «Кавасаки», «Фудзи» и «Мицубиси». Основной задачей этого летательного аппарата со стартовой массой 386 тонн является доставка экипажа из четырех человек и полезного груза массой 10 тонн на орбиту высотой 500 километров.

Лаборатория NAL планирует проведение работ в четыре этапа.

Первый этап был начат в 1986 году и должен завершиться оценкой предварительных проектов. В этот период начаты исследования по аэродинамике, композиционным материалам и маршевым двигательным установкам. В 1987 году начато строительство комплекса для испытаний композиционных материалов. В 1988 году проведены испытания камеры сгорания гиперпрямоточного воздушно-реактивного двигателя и воздухозаборников.

Второй этап предполагает разработку и проверку технологии создания и летной эксплуатации аэро-космического самолета.

Проблемы гиперзвукового полета и режимов работы маршевой двигательной установки на этом этапе будут изучаться с использованием пилотируемых летательных аппаратов, а проблемы, связанные со сходом с орбиты и входом в атмосферу, — с использованием беспилотных аппаратов.

Третий этап — разработка опытного образца аэро-космического самолета — по плану должен быть завершен в 2006 году летными испытаниями.

Последний, четвертый, этап предполагает штатную эксплуатацию летательного аппарата.

Китайская космонавтика

Свою собственную программу развития пилотируемой космонавтики имеет и Китайская Народная Республика. В ее рамках изучается возможность создания двухступенчатой космической системы с горизонтальными стартом и посадкой — проект «921-3».

Китайский аэро-космический аппарат внешне напоминает немецкий двухступенчатый воздушно-космический самолет «Зенгер», однако отличается от него оригинальной конструкцией смешанной двигательной установки, состоящей из жидкостных ракетных и прямоточных двигателей.



Китайский орбитальный самолет «Проект 921-3»

Первая гиперзвуковая разгонная ступень (самолет-разгонщик) будет иметь фюзеляж типа «несущий корпус» (длиной около 85 метров и шириной 12 метров) и треугольное крыло двойной стреловидности. Двигательная установка разгонщика имеет шесть двигателей с суммарной тягой около 40 тонн. Стартовая масса — 330 тонн, посадочная — 79 тонн.

Вторая ступень представляет собой орбитальный самолет со стартовой массой 132 тонны и посадочной массой 25,3 тонны, который оснащен четырьмя кислородно-водородными двигателями. Внешне он похож на американский «Спейс Шаттл».

При разгоне самолета до скорости в 0,8 Маха работают только жидкостные двигатели, после чего в камеры сгорания прямоточных двигателей начинает поступать горючее.

До высоты 9 километров и скорости 1,8–2 Маха жидкостные и

прямоточные двигатели работают параллельно, причем по мере того, как при увеличении скорости увеличивается эффективность и тяга прямоточных двигателей, пропорционально уменьшается тяга жидкостных, с тем чтобы удерживать тяговооруженность приблизительно на одном уровне.

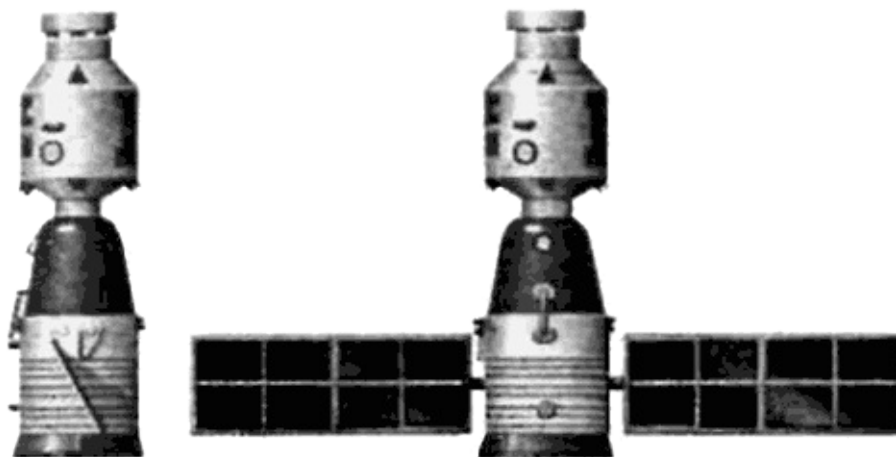
После разделения самолет-носитель возвращается к месту старта, используя только прямоточные двигатели. Орбитальный самолет, используя четыре кислородно-водородных двигателя с тягой по 2,1 тонны, выходит на эллиптическую орбиту высотой от 100 до 300 километров. В апогее с помощью жидкостного двигателя сообщается приращение характеристической скорости, в результате чего самолет выходит на круговую орбиту высотой 500 километров.

После выполнения программы полета орбитальный самолет сходит с орбиты, производит снижение в атмосфере и посадку, как гиперзвуковой планер типа «Спейс Шаттл».

Предполагается, что китайский «челнок» сможет выводить на орбиту груз от 4 до 6 тонн. Специальный космодром для китайского корабля многократного использования будет построен в Южно-Китайском море на острове Хайнань.

Пока аэро-космическая система остается в числе перспективных проектов, китайские конструкторы добились ощутимых успехов в разработке проекта «921-1», промежуточным итогом которого стал успешный запуск трех космических кораблей «Шэньчжоу» («Божественный корабль»).

Проект пилотируемого космического корабля «921-1» был инициирован в 1992 году. Шанхайский исследовательский институт астронавтики предложил шесть вариантов ракетносителей и восемь вариантов космического корабля.



Китайский космический корабль «Шэньчжоу»: 1 – орбитальный отсек; 2 – спускаемый аппарат, 3 – приборно-агрегатный отсек; 4 – солнечные батареи; 5 – навесной отсек с исследовательским оборудованием; 6 – возможно, топливо для самостоятельного маневрирования орбитального отсека

Выбор был сделан в пользу ракеты-носителя «Чан Чжен-2Ф», способной выводить на орбиту 8,5 тонны полезного груза. В качестве прототипа космического корабля решили использовать «Союз». Несколько лет назад Китай закупил у Российского Космического агентства ряд узлов корабля «Союз» и на их основе сделал соответствующие системы для своего корабля. «Шэньчжоу» состоит из приборного отсека со стыковочным узлом и агрегатного отсека с двумя солнечными батареями. Его габариты: длина — 8,65 метра, максимальный диаметр — 2,8 метра, обитаемый объем — 8 м³, масса — 7,6 тонны. Экипаж — 3 человека.

В июне 2000 года в Пекине прошло заседание Китайской инженерной академии на тему «Перспективы инженерной техники». На нем с докладом о перспективах китайской пилотируемой космонавтики выступил главный инженер пилотируемого космического корабля «Шэньчжоу» Ван Юнчжи.

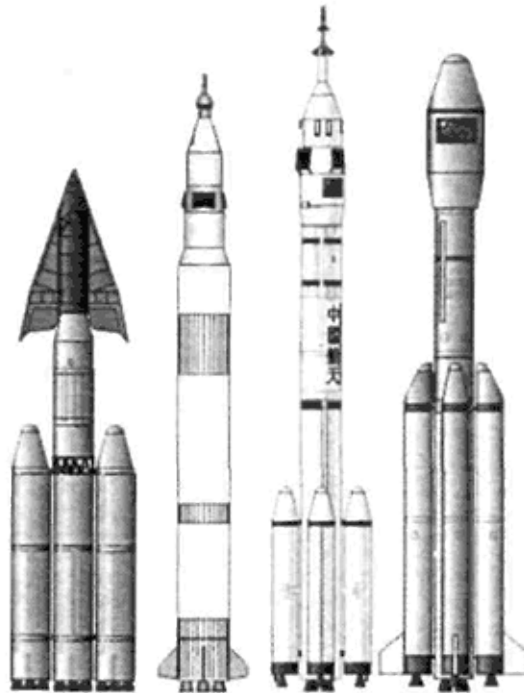
По его словам, создание корабля преследовало четыре главные цели. Во-первых, разработка фундаментальных технологий, необходимых для осуществления пилотируемого полета.

Кроме того, «Шэньчжоу» позволит выполнить программы наблюдения Земли из космоса, провести эксперименты и исследования в различных областях космических наук и технологий.

Также «Шэньчжоу» будет первое время (пока не появятся более совершенные многоразовые корабли) служить транспортным средством для

доставки экипажей на орбитальные станции и их возвращения на Землю. И, наконец, на «Шэньчжоу» можно отработать ряд систем будущей китайской орбитальной станции.

Ван Юнчжи добавил, что программа создания пилотируемого космического корабля прошла стадии разработки проекта, научно-технической проработки, макетирования, испытаний и изготовления. Сейчас программа находится на стадии беспилотных летных испытаний.



Китайские ракетополеты для пилотируемых полетов: 1 - «Цзянь», 1978 год; 2 - «Проект 921», 1992 год; 3 - «Чан Чжен-2Ф»; 4 - «Чан Чжен-2Е», 2000 год

Первый запуск «Шэньчжоу» в автоматическом режиме состоялся 19 ноября 1999 года с космодрома Цзюцюань в провинции Ганьсу. Через десять минут после старта космический корабль отделился от последней ступени ракеты-носителя и вышел на орбиту с параметрами 195 километров в перигее и 315 километров в апогее. Запуск второго корабля был осуществлен 9 января 2001 года, третьего — 25 марта 2002 года. Все три полета были признаны успешными.

На очереди — полет китайского космонавта. Первая группа «юйчжоу хансиньюаней» была набрана из летчиков-истребителей путем многоэтапного отбора. Они прошли три этапа подготовки. Сначала — общекосмическая подготовка, затем космонавты изучали устройство и

системы корабля; сейчас они завершают тренировки в составе экипажей на тренажерах.

Больше всего в китайской космической программе поражает неспешность, с которой принимаются решения и реализуются проекты. Китай оказался в стороне от ожесточенной борьбы за первенство, а потому его космические инженеры имеют возможность тщательно обдумывать свои действия, взвешивая все последствия. Не остается без внимания и экономическая составляющая, что позволяет избежать ненужных затрат и жертв...



Ракетный самолет X-34 (к гл. 16)



Ракетный самолет X-34 на подвеске L-1011 (к гл. 16)

Глава 17 ОРБИТАЛЬНЫЕ ГОРОДА

Сейчас я закончу этот абзац, отойду от компьютера, чтобы сварить себе кофе, и, пока я отсутствую, на экране появится картинка на черном фоне — Земля, Луна, звезды и космическая станция — бублик, вращающийся в пустоте вокруг оси симметрии. Это форма обитаемой космической станции общеизвестна — в основном благодаря фантастическим фильмам или иллюстрациям к фантастическим книжкам. Самое интересное, что это одна из первых форм космической станции, придуманных еще пионерами ракетостроения. Такая станция и по сей день остается в списке проектов, которые можно было бы реализовать, если бы на то возникла серьезная необходимость. Однако необходимость не возникла, и самые различные проекты обитаемых космических станций остаются лишь объектами фантастических миров, воспроизводимых для нас художниками или кинорежиссерами.

Звезда по имени КЭЦ

Константин Эдуардович Циолковский полагал, что космическая экспансия человечества неизбежна и предопределена самой природой разума. При этом ракеты и ракетные поезда должны стать инструментом этой экспансии, а космические колонии — ее опорой.

Наиболее подробно проект такой колонии и процесс ее строительства описаны в популярном романе Циолковского «Вне Земли» (1920 год). Приведу здесь это описание с некоторыми сокращениями.

«...Ракеты были устроены и снаряжены по описанному уже образцу. Тысячи их летели с Земли одна за другой — с гулом, громом, выбрасывая снопы света и вызывая восторг толпы.

Сначала были в них отправлены только ученые, техники, инженеры и мастера: народ отменно здоровый, молодой и энергичный, — все строители.

По совету ученых рой этих ракет расположился на расстоянии 5 % радиусов Земли от ее поверхности, или на расстоянии 33 тысяч километров. Время оборота их кругом планеты как раз сравнялось с земными сутками. День был почти вечный, сменяясь каждые 24 часа коротким солнечным затмением, никак не могущим сойти за ночь. [...] Попавшие в этот новый мир сначала недоумевали, потом приходили в восторг, но скоро успокаивались, осваивались с положением и принимались за работу. [...] Они извлекли запасные части и соорудили из них ряд оранжерей. Но решили их сделать в то же время и жилищем людей. Поэтому давление газов в них достигало одной пятой атмосферы.

Главная составная часть ее состояла из кислорода, именно — 80 %; остальные 20 % приходились на углекислый газ, водяной пар и т. д. Абсолютное количество кислорода было только чуть меньше, чем на Земле на уровне моря. [...] Такой состав дыхательной среды был выгоден не только в отношении живительного действия кислорода, но и в отношении малой массивности и большой прочности оранжерей. [...] Тысячи ракет выгружали на небесах свой материал, спускались опять на Землю, нагружались там вновь и возвращались обратно. Часть их оставалась постоянно вне Земли, так как они служили жилищем для строителей, хотя и были всегда готовы для спуска на родную планету. [...] Контингент рабочих оставался почти неизменным, так как начинались почти первые опыты устройства колоний, да и работа была очень легкая и чистая.

Сплавление частей, или сваривание, шло быстро, безопасно и аккуратно и производилось теплотой солнечных лучей, сосредоточенных в фокусе параболического зеркала.

Первая оранжерея была готова через 20 дней. Это была длинная труба по образцу описанной оранжереи. Длина ее достигала 1000 метров, а ширина имела 10 метров. Она предназначалась для жизни и питания ста человек. На каждого приходилось 100 квадратных метров продольного сечения цилиндра или 100 квадратных метров поверхности, непрерывно (не считая затмения) освещаемой нормальными солнечными лучами. Передняя часть, обращенная всегда к Солнцу, была прозрачна на треть окружности. Задняя, металлическая, непрозрачная, — с крохотными окошечками. Прозрачная часть благодаря вплавленной в нее необычайно крепкой и блестящей, как серебро, проволоочной сетке могла выдерживать совершенно безопасно давление дыхательной газовой среды и очень сильные удары. Непрозрачная была еще прочнее. Температура в трубе регулировалась снаружи и внутри и изменялась по желанию от 200° холода до 100° тепла по Цельсию. Главное основание для этого: перемена в лучеиспускательной силе наружной оболочки цилиндра. Непрозрачная часть его была черной, но имела другую оболочку, створчатую, блестящую снаружи и внутри, т. е. с обеих сторон. Если она надвигалась на черную оболочку, то потеря теплоты лучеиспусканием двумя третями поверхности цилиндра почти прекращалась, между тем как поток солнечных лучей затоплял оранжерею и температура ее доходила до 100°. Обратное было, когда вторая серебряная оболочка скатывалась, собиралась, как штора; тогда снаружи оказывалась черная металлическая оболочка, которая обильно лучеиспускала в звездное пространство, и температура оранжереи понижалась. Она еще больше понижалась, когда блестящая металлическая оболочка захватывала снаружи стекла и прекращала доступ солнечной теплоты. Тогда уже температура понижалась до 200° ниже нуля. Она еще больше падала или повышалась, когда совместно работала третья внутренняя поверхность. [...] Центр цилиндра, собственно его ось, был занят трубой с почвой; в этой почве были заложены еще две трубы, которые доставляли непрерывно почве воздух, удобрение и влагу. В бесчисленные отверстия почвенной трубы были посажены семена и ростки плодовых фруктов и овощей. Цилиндр был разгорожен вдоль (по оси) на два полуцилиндрических отделения серебристой сеткой. Передняя, наиболее светлая половина была только отчасти затемнена вьющимся перед окнами виноградом и другими плодовыми растениями. Она служила для всех без различия пола и возраста.

Другая половина была затенена толстым слоем богатой растительности. В ней были редкие окна, из которых можно было видеть только звездное небо, Луну и Землю, дававшую свет в 1000 раз сильнее лунного. К этим редким окнам, т. е. к чисто металлической части оранжереи, прилегал ряд номеров, или отдельных камер. Число их было 200. Сто камер полагалось для семейных. Далее 50 камер для холостых и вдовцов и, наконец, 50 камер для незамужних и вдов.

Каждому семейству полагалось не менее двух камер рядом.

В одной помещался муж, в другой, соседней — мать с детьми.

Для одиноких полагалось по одной камере; но, так как число камер было в два раза больше, чем нужно, то камеры одиноких разделялись обыкновенно незанятыми, пустыми камерами.

Далее был ряд помещений для семейных, потом ряд номеров для девушек и, наконец, — для юношей. Между этими номерами и огромной залой было еще шесть длинных зал.

Против семейных было три залы: одна для собраний женатых, другая — для собраний и деятельности замужних женщин, а также детей, третья — для общих собраний жен и мужей.

Также и против номеров одиночек были три длинные залы: две — для собраний по отдельности юношей и девушек, посередине же была зала для их совместных собраний. [...] Кроме детских, ни одна камера не была проходной: камера имела одну дверь, которая запиралась по желанию.

Двери, например, из комнат девушек выходили в залу общего собрания для девушек, оттуда — в залу общего собрания девушек и юношей и оттуда, наконец, — в залу общего собрания всех обитателей оранжереи. Приспособления для работ помещались главным образом в общих собраниях, но иногда по желанию перемещались в камеры.

Картина залы общего собрания такая. Если стать на зеленой перегородке, считая ее полом, то Солнце кажется над головой и нет тени. Его действие было бы невыносимым, если бы не слой растений, заслоняющий жгучесть его лучей.

В этом положении мы видим грандиозную залу со сводчатым стеклянным потолком и плоским зеленым полом. Но мы не утопаем в нем, так как тяжести нет, но и проникнуть через него не можем; этому мешает крепкая серебристая сетка.

Ширина залы 10 метров, высота 5, длина 1000 метров. Для сотни человек это целая пустыня — роскошь, которую трудно себе вообразить. Если даже одновременно все сто обитателей появятся в зале, то и тогда на каждого придется около 400 кубических метров пространства! Правда,

часть занята растениями, но небольшая. Окружность цилиндра около 30 метров. Свод, значит, занимает 15 метров. Прозрачная его часть — 10 метров; она не доходит до зеленого ковра на 2,5 метра. Число камер гораздо больше, чем нужно. Представим же одну из них. Она имеет 2,5 метра высоты, 9 метров длины и 5 метров ширины. Если стать в такой камере ногами к Солнцу, вдоль потока его лучей, то увидим над головой сводчатый непрозрачный потолок с маленькими оконцами, через которые большею частью косвенно струятся лучи Земли.

Этот свет вполне достаточен для чтения... Шесть частных зал имеют одни размеры. Каждая в высоту 2,5 метра, в длину 167 метров и в ширину 10 метров. Можно, конечно, стать так, что высота окажется 167 метров. Эти представления о высоте, ширине и длине меняются в зависимости от положения наблюдателя. Придавая слабое вращение такой оранжерее вокруг поперечной оси, делали ее положение постоянным по отношению к Солнцу, так как плоскость вращения имеет способность сохраняться неизменной по направлению.

Полученная от вращения тяжесть почти не имела никакого влияния на свободу движений и даже не замечалась, но на концах оранжерей, где она имела наибольшую величину и где помещались уборные и ванны, она приносила некоторую пользу: распределяла воду в сосудах и помогала совершать отправления. [...] За неимением тяжести воздух в оранжерее не циркулирует, хотя температура неодинаково затененных частей оранжереи далеко не равномерна. Центробежная сила производит токи, но чересчур слабые по ее незначительной величине.

Поэтому и ради очищения дыхательной среды от пыли, листьев, плодов и случайных предметов воздух особыми вентиляторами приводится в движение и превосходно очищается.

Но можно ограничиться и токами, ведущими в холодильник»

Вышеописанные колонии-оранжереи, согласно проекту Циолковского, можно было соединять друг с другом в более крупные сооружения — в виде звезды и других геометрических фигур. Когда размеры космических поселений станут такими, чтобы они смогли вмещать до нескольких сотен тысяч человек Циолковский предлагал отправить их в пространство между Землей и Марсом, где строительство будет продолжено за счет материала астероидов и комет — фактически он предлагал проект первого в своем роде «корабля поколений».

«Межпланетные» станции Оберта

В главе 2 настоящей книги я уже упоминал, что независимо от других исследователей основоположник немецкого ракетостроения Герман Оберт предложил свой проект орбитальной станции. Более или менее подробно она описана в двух главных работах Оберта: «Ракета в межпланетное пространство» (1923 год) и «Пути осуществления космического полета» (1929 год).

Как и Циолковский, Герман Оберт предлагает создавать станцию из отдельных ракет. Такой модуль-ракета весом от 300 до 400 тонн (и стоимостью в миллион дойч-марок по курсу довоенного времени) могла бы быть выведена на круговую орбиту вокруг Земли наподобие «маленькой луны».

Две такие ракеты можно связать канатом в несколько километров длиной и привести их во вращение друг относительно друга Оберт полагал, что с помощью такой станции можно решать следующие задачи. Во-первых, с помощью оптических приборов с модулей-ракет можно было бы разглядеть на Земле достаточно мелкие объекты, а с помощью специальных зеркал посылать световые сигналы, обмениваясь информацией с труднодоступными районами, — здесь Оберт придумал разведывательную станцию. Во-вторых, благодаря тому, что люди, находящиеся на такой станции, могут наблюдать и фотографировать малоизученные страны, они будут способствовать делу «исследования Земли и ее народов» — здесь Оберт придумал геофизическую станцию. В-третьих, станцию можно использовать как передатчик информации между войсками, колониями и метрополиями в случае начала большой войны, когда обычная связь затруднена, — здесь Оберт придумал ретрансляционную станцию.

В-четвертых, с помощью станции можно осуществлять наблюдение за айсбергами и предупреждать о них корабли, помогать операциям по спасению потерпевших кораблекрушение — здесь Оберт придумал глобальную систему спутниковой навигации и позиционирования.

Далее Оберт предлагает собрать на станции гигантское зеркало. Такое зеркало, состоящее из отдельных пластин, удерживаемых сеткой, должно вращаться вокруг Земли в плоскости, перпендикулярной плоскости земной орбиты; причем сетка должна быть наклонена под углом 45° к направлению падения солнечных лучей. Оберт полагал, что, регулируя положение отдельных ячеек сетки, можно всю отражаемую зеркалом

солнечную энергию концентрировать на отдельных точках на Земле. «Можно было бы, — пишет он, — освободить от льда путь на Шпицберген или к северным сибирским портам, если подвергнуть лед действию концентрированных солнечных лучей. Если бы даже зеркало имело в диаметре только 100 км, оно могло бы посредством отраженной им энергии сделать обитаемыми большие пространства на Севере; в наших широтах оно могло бы предотвратить опасные весной снежные бури, обвалы, а осенью и весной помешать ночным морозам губить урожаи фруктов и овощей...»

Оберт полагал, что на постройку зеркала диаметром в 100 километров понадобилось бы 15 лет и 3 миллиарда дойч-марок золотом.

Далее он пишет:

«Поскольку подобное зеркало, к сожалению, могло бы иметь также и очень важное стратегическое значение (взрывать военные заводы, вызывать вихри и грозы, уничтожать марширующие войска и их обозы, сжигать целые города и, вообще, производить большие разрушения), то не исключено, что одна из культурных стран уже в обозримом времени могла бы приступить к осуществлению этого проекта — тем более, что и в мирное время большая часть вложенного капитала окупилась бы себя».

Здесь немецкий ученый ошибался. Орбитальные станции (как военные, так и научно-исследовательские) появятся еще очень нескоро, а их экономическая эффективность будет постоянно оспариваться.

«Жилое колесо» Нордунга

В том виде, к какому мы привыкли по фантастическим фильмам и книгам, орбитальная станция впервые предстала в проекте «жилого колеса» австрийца Поточника, писавшего под псевдонимом Герман Нордунг.

В 1928 году Нордунг написал и годом позже издал книгу «Проблема полета в космосе», в которой предлагал построить орбитальную станцию с периодом обращения в 24 часа.

Для современников Нордунга это снижало ее ценность примерно на три четверти, так как в подобных условиях станция могла вести наблюдение только за одним полушарием Земли, да и то с трудом из-за слишком большого расстояния.

Ныне на подобных орбитах, называемых геостационарными (или геосинхронными), находятся спутники связи.

Станция, предложенная Нордунгом, должна была состоять из трех отдельных частей, соединенных друг с другом воздушными шлангами и электрическими кабелями. Этими частями являлись «жилое колесо», «помещение с силовой установкой» и «обсерватория». Первое представляло собой конструкцию в форме колеса диаметром около 30 метров, вращающегося вокруг своей оси для создания центробежной силы, которая компенсировала бы отсутствие силы тяжести.

Ступица «жилого колеса», вращающаяся в противоположном направлении, выполняла бы функцию воздушной камеры.

Энергию для станции Нордунг намеревался получать от Солнца с помощью зеркал и паровых труб с конденсаторными трубками, помещенными позади зеркала.

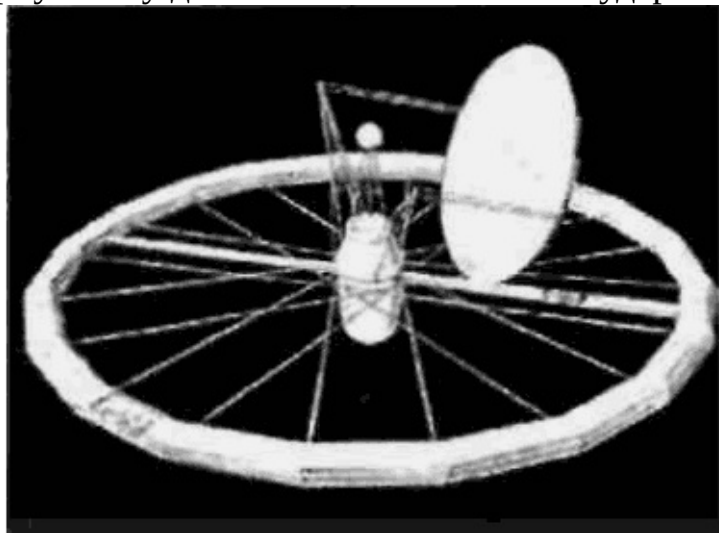
Наряду с этими, в основном правильными, мыслями в проекте Нордунга имелся ряд принципиальных ошибок.

Так, например, боясь «холодного космического пространства», Нордунг превратил стекла иллюминаторов в выпуклые линзы для собирания солнечного света в помещении. Больше того, у каждого иллюминатора с внешней стороны укреплялось специальное зеркало для усиления солнечного света, падающего на линзы.

Орбитальная станция Вернера фон Брауна

Окончательно вид бублика, вращающегося в пустоте, орбитальная станция обрела в конце 40-х годов, когда Вернер фон Браун, перебравшись в США, выдвинул целый комплекс проектов, направленных на освоение космического пространства.

В своих статьях он, в частности, писал о необходимости строительства на околоземной орбите тороидальной обитаемой станции, которой будет придано вращение для создания искусственной силы тяжести. Станцию планировалось использовать или как заатмосферную обсерваторию, или как ракетно-ядерную базу для нанесения внезапных ударов из космоса.



Орбитальная станция п о проекту
В е р н е р а ф о н Б р а у н а

Статьи Вернера фон Брауна были озвучены им в виде докладов на Первом симпозиуме по проблемам космического полета, проходившем 12 октября 1951 года в Планетарии Нью-Йорка. В марте 1972 года они были изданы в американском журнале «Кольерс» и привлекли внимание широкой публики во многом благодаря прекрасным иллюстрациям Чеслея Бонестелла, на которые до сих пор опираются художники и кинорежиссеры для иллюстрации фантастических идей, выдвигаемых специалистами по космонавтике и ракетной технике.

Американские орбитальные станции

Концептуальные разработки немецких специалистов послужили основой для серии проектов орбитальных станций, разрабатываемых в рамках самых различных космических программ.

В 1954 году на Пятом международном конгрессе Федерации Астронавтики обсуждался проект четырехместной маневрирующей станции, служащей в качестве промежуточной базы для межпланетных экспедиций. Этот проект разработал американец Крафт Эрике.

Через четыре года его проект под названием «Передовой пост» («Outpost») был возрожден к жизни как возможный ответ на запуск первого советского спутника.



Проект орбитальной станции

В качестве орбитальной станции Эрике предложил использовать межконтинентальную ракету «Атлас-Д», доработанную фирмой «Конвейр». В то время это была самая большая американская ракета: длина — 22,8 метра, диаметр — 3 метра.

Такой наивный проект, разумеется, не мог найти поддержки, однако по своим параметрам он уже напоминал более позднюю концепцию орбитальной станции, которую ныне принято считать традиционной, — орбитальная станция, согласно этой концепции, является частью ракеты-носителя и ее габариты определяются, исходя из габаритов ракеты.

Одним из наиболее продуманных проектов того времени является американская орбитальная станция «МОЛ» («MOL» — сокращение от «Manned Orbiting Laboratory»), которую разрабатывали американские ВВС в качестве одного из элементов своей амбициозной космической

программы.

В июне 1959 года эскизный проект станции «МОЛ» был утвержден как основа для конкурсной разработки орбитальной станции по программе «Джемини». При этом предполагалось, что станция будет собираться из трех частей: основного блока, корабля «Джемини» с экипажем и возвращаемой капсулы «Джемини». Для осуществления пилотируемых маневров можно было пристыковать к основному блоку двигательную установку одного из промежуточных блоков ракеты «Титан-3».

Помимо чисто военных задач (наблюдение за территорией противника, осмотр и перехват вражеских спутников) долговременная обитаемая станция «МОЛ» нацелена и на научные задачи, как то: изучение длительного влияния невесомости на человеческий организм, апробация замкнутой системы жизнеобеспечения, испытания двигательных установок нового типа. 10 декабря 1963 года министр обороны Роберт Макнамара объявил о закрытии программы создания космического самолета с воздушным стартом «Дайна-Сор» в пользу программы создания долговременной станции «МОЛ». По этой программе между министерством обороны и НАСА заключен соответствующий договор.

Таким образом проект получил новый толчок, и в июне 1964 года к программе создания станции подключаются три фирмы: «Дуглас», «Дженерал Электрик» и «Мартин». Срок запуска станции определен на 1967–1968 годы.

Впрочем, у проекта нашлись серьезные противники. Так, сенатор Клинтон Р. Андерсон, возглавлявший Комитет по авиации и космонавтике, направил президенту Линдону Джонсону письмо, в котором призвал объединить программы «МОЛ» и «Аполлон» с целью экономии средств. Андерсон уверял, что на базе задела по орбитальным модулям «Аполлон» можно спроектировать и собрать полноценную долговременную станцию. В его словах был свой резон, однако Джонсон предпочел поддержать министерство обороны, выделив 1,5 миллиарда долларов на проект «МОЛ».

В 1965 году проект станции «МОЛ» в целом был готов.

Долговременная орбитальная станция «МОЛ» представляла собой герметичный цилиндр с габаритами: полная длина — 12,7 метра, максимальный диаметр — 3 метра, обитаемый объем — 11,3 м³, полная масса — 8,62 тонны. Состав экипажа — 2 человека. Расчетный срок эксплуатации — 40 дней. Двигатель маневрирования работает на твердом топливе, общее время работы — 255 секунд. Снабжение электропитанием — топливные элементы и панели солнечной батареи.

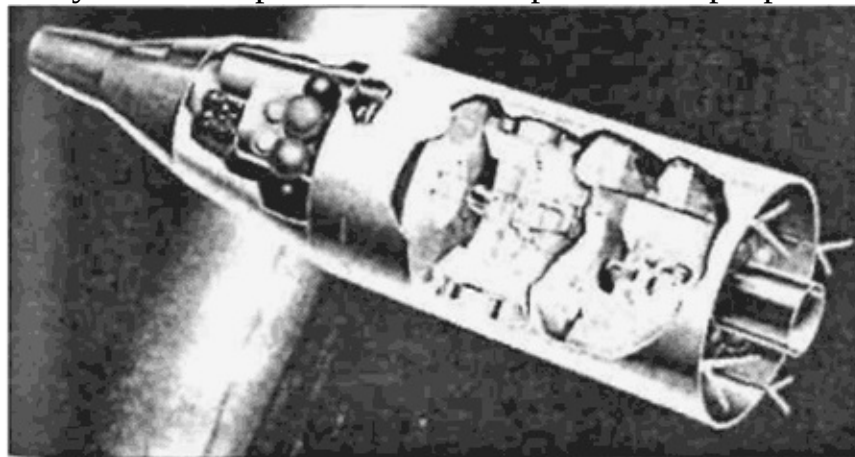
В марте 1966 года на авиаракетной базе Ванденберг Западного испытательного полигона началось строительство стартовой площадки № 6 для ракеты «Титан-3С» («Titan 3C»), которая должна была вывести станцию на орбиту.

В феврале 1967 года был определен основной подрядчик по изготовлению станции. Им оказалась фирма «Дуглас». В то же время НАСА передало ВВС капсулу «Джемини-6» и другое оборудование для подготовки будущих экипажей «МОЛ».

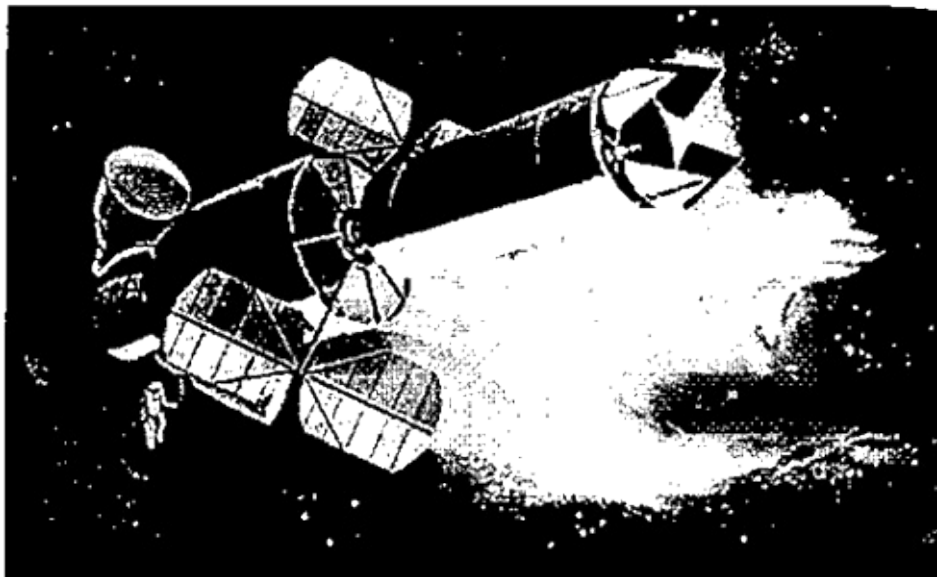
Казалось бы, очень удачный год. Однако именно 1967 год стал критическим для проекта «МОЛ». Выяснилось, что конструкторы не укладываются в весовые ограничения. Пришлось в срочном порядке думать о модернизации ракеты «Титан», увеличении ее грузоподъемности за счет навесных ускорителей. На обсуждение и поиск оптимального решения ушло целых восемь месяцев, в результате чего запуск был отложен на 1970 год, а общая стоимость проекта возросла с 1,5 до 2,2 миллиарда долларов.

В марте 1968 года был закончен и отправлен на статические испытания основной блок будущей станции «МОЛ», однако в течение года было принято решение о полном сворачивании всех работ по программе. Ликвидация программы создания долговременной станции «МОЛ» стала следствием общего сокращения расходов на пилотируемую космонавтику, связанного с утратой мобилизующих ориентиров после высадки экипажа «Аполлона-11» на Луну и обострением политической ситуации на Земле.

Соответственно были отменены и другие американские проекты долговременных орбитальных станций, которые тем или иным образом были связаны с успешным развитием и завершением программы «МОЛ».



Американская орбитальная станция «МОЛ»



Американская орбитальная станция «MORL»

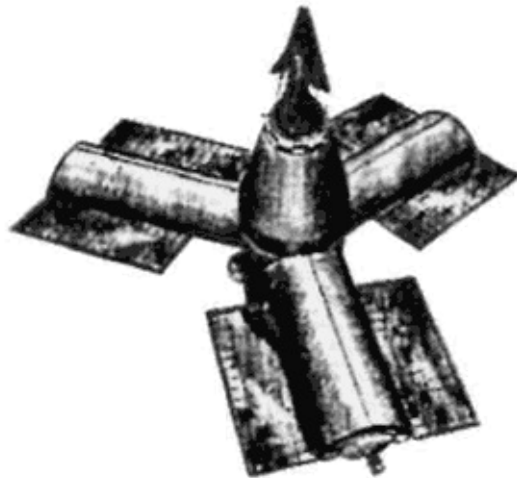
Так, был закрыт и забыт проект научно-исследовательской станции «MORL» («MORL» — сокращение от «Manned Orbital Research Laboratory»), разработкой которой фирмы «Боинг» и «Дуглас» занимались с 1964 года. Эта станция диаметром 6,8 метра, длиной 12,6 метра и массой 13,5 тонны, с экипажем из четырех человек, должна была выводиться на орбиту ракетой-носителем «Сатурн-1Б». За сто дней пребывания на орбите экипаж станции мог бы выполнить обширную программу астрономических и медико-биологических исследований. По завершении программы астронавты должны были вернуться на Землю в возвращаемой капсуле «Джемини» или «Аполлон», отправляемой на орбиту вместе с «MORL». Интересно, что на этой станции планировалось разместить двухместную центрифугу, предназначенную для поддержания нормальной физической формы у членов экипажа.

В более поздних вариантах проекта «MORL» на станции предполагали разместить космический телескоп диаметром 4 метра и длиной 15 метров, а в 1965 году Лаборатория космической техники фирмы «Дуглас» выдвинула проект марсианской экспедиции, в котором станция «MORL» выступала как межпланетный корабль, запускаемый к Марсу разгонным блоком Saturn MLV-V-1.

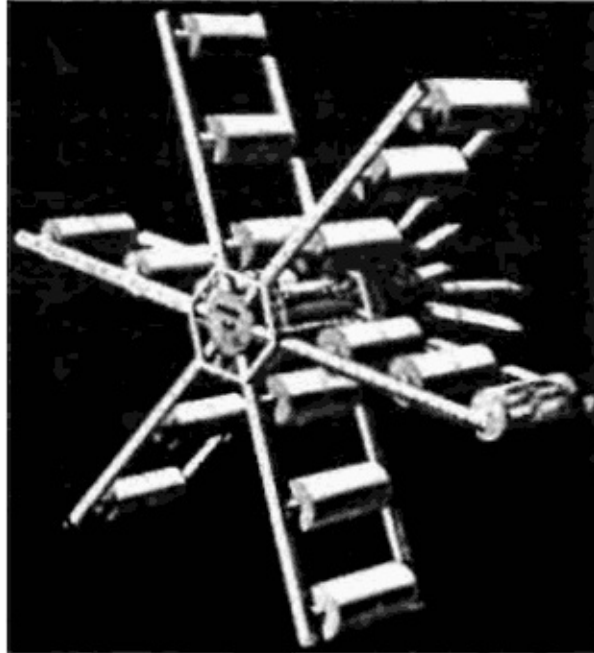
Другим проектом, пострадавшим в результате ликвидации программы «MOL», был проект большой научно-исследовательской станции «LORL» («LORL» — сокращение от «Large Orbiting Research Laboratory»), которая

оставалась как развитие «МОЛ» на более позднем этапе. Станция, рассчитанная на экипаж из 18 человек (!!!) и срок службы не менее пяти лет, должна была собираться из модулей, доставляемых на орбиту тяжелыми ракетами «Сатурн-5».

Имелись и другие проекты орбитальных станций, создаваемые в развитие программ «Джемини», Аполлон» и «Сатурн». Все они, однако, были отвергнуты по банальной причине недостатка финансирования. НАСА вновь пришлось экономить и сдерживать свои аппетиты. Поэтому из целого списка проектов американскому космическому агентству снова пришлось выбирать что-то одно. 14 мая 1973 года на орбиту высотой 434 километра в перигее и 437 километров в апогее была выведена первая американская станция «Скайлэб» («Skylab» — сокращение от «Sky Laboratory») весом 77 тонн. Основной блок станции был создан на базе третьей ступени ракеты-носителя «Сатурн-5», оставшейся невостребованной в лунной программе.



Американская орбитальная станция «LORL»



Орбитальный отель Н А С А
на 400 человек

В качестве транспортного корабля снабжения использовался корабль «Аполлон».

Экипажи, работавшие на станции, столкнулись с рядом серьезнейших проблем, поэтому состоялось всего лишь три экспедиции на нее (максимальное время пребывания — 84 дня). 9 июля 1979 года американская станция «Скайлэб» прекратила свое существование, упав в Индийский океан.

Орбитальная станция «Freedom»

Не следует думать, будто бы НАСА при подготовке или после запуска «Скайлэб» отказалось от других перспективных проектов долговременной орбитальной станции.

Например, с начала 1970 года обсуждался проект огромной «Космической базы» («Space Base») на 50 человек со сроком эксплуатации в десять лет, состоящий из девяти модулей.

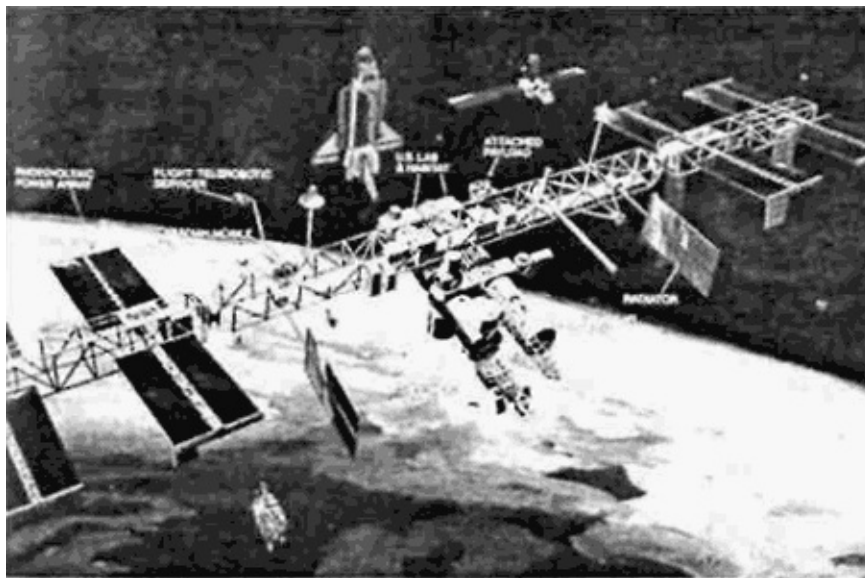
В перспективе эту базу планировалось расширить до «космического отеля», который мог бы вмещать 400 космических туристов.

Однако более реальным в то время представлялся проект «Фридом» («Freedom»), к участию в котором НАСА собиралось привлечь космические агентства других стран. Станция «Фридом» должна была заменить «Скайлэб» и стать основой новой космической программы США, нацеленной на реализацию Стратегической Оборонной Инициативы.

В июле 1984 года президент США Рональд Рейган заявил:

«Сегодня я предложил НАСА создать постоянно действующую обитаемую космическую станцию не более чем за десять лет!» Спустя восемь месяцев НАСА заключило восемь контрактов на проработку схемы общей компоновки, элементов и узлов будущей станции и приступило к переговорам о сотрудничестве с компаниями Японии, Канады и стран Западной Европы.

Первоначальная стоимость проекта оценивалась специалистами НАСА в 21 миллиард долларов с выплатой 14,5 миллиарда в течение первых пяти лет. Разумеется, подобные расходы вызвали ожесточенное сопротивление в Конгрессе. Компромисса удалось достигнуть только когда НАСА снизило расценки до 17,7 миллиарда долларов за проект с выплатой 12,2 миллиарда на первом этапе разработки.



**Международная орбитальная станция
«Freedom» (базовый проект 1987 года)**

В апреле 1987 года Рейган утвердил бюджет программы «Фридом».

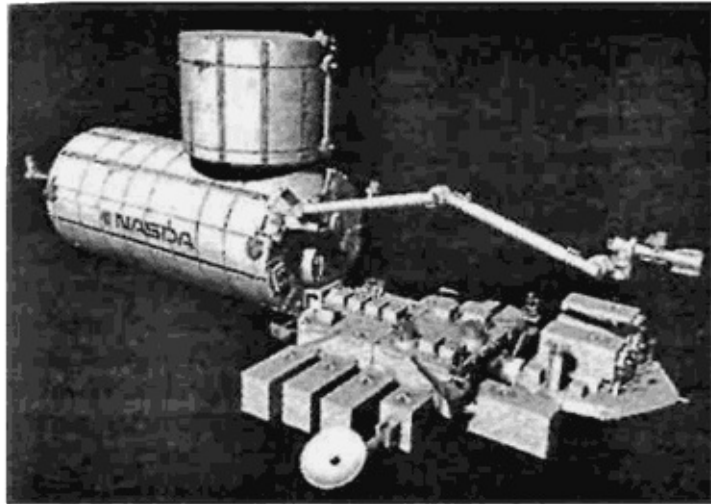
В конце того же года НАСА выдало крупнейшим аэро-космическим фирмам задания на проектирование и изготовление элементов будущей станции. Так, компания «Рокетдайн» взялась за разработку бортовой энергетики, «Боинг» проектировал модули, «Макдоннелл-Дуглас» добился права на создание несущей конструкции, а также технологии ее сборки в космосе, «Дженерал Дайнемикс» получил подряд на изготовление маневрирующего спутника, входящего в состав орбитального комплекса, и оборудования для технологического обслуживания всех его автономных систем.

Первый вариант станции представлял собой 122-метровую ферму, расположенную перпендикулярно поверхности Земли. Лабораторный и жилой блоки предполагалось разместить у нижнего конца, чтобы использовать возможность гравитационной стабилизации. Дело в том, что в этом случае станция будет держаться как поплавков, а при отклонении фермы от заданного положения возникнет момент силы, стремящийся вернуть ее в первоначальное положение. Заметим, без помощи двигателей ориентации.

Однако выяснилось, что такая компоновка не позволит «прицепить» к станции дополнительные блоки (изменится центр масс) и придется ограничить число намеченных экспериментов.

Поэтому пришлось отыскивать иной вариант компоновки.

По новому варианту компоновки основным несущим элементом станции «Фридом» стала бы 108-метровая горизонтальная ферма. На ее концах размещались панели солнечных батарей общей мощностью 75 кВт, а в центре — четыре блока. Два, лабораторный и жилой, должны были поставить компании США и по одному — Европейское космическое управление (блок «Columbus») и Япония (блок «NASDA»).



Японский лабораторный модуль с открытой платформой «NASDA» международной орбитальной станции «Freedom»

В первом блоке собирались проводить различные «микрогравитационные исследования»; второй отвели под жилье для астронавтов, разместив там же и комплекс управления положением и движением станции. Длина каждого блока — 13,6 метра, наружный диаметр — 4,45 метра и внутренний — 4,2 метра.

Европейский лабораторный блок состоит из четырех модулей, предназначенных для медико-биологических, материаловедческих, гидродинамических и других исследований.

У японского блока, аналогичного по назначению, предусмотрена открытая платформа. На нее через шлюз диаметром 1 метр перенесут оборудование для работ в открытом космосе. Все блоки будут соединены унифицированными туннелями-переходами.

Впервые в истории американской астронавтики было решено воспользоваться замкнутой системой жизнеобеспечения с регенерацией воды и кислорода. В этом случае транспортным кораблям снабжения нужно было на орбиту только пищу и азот.

Элементы несущей фермы планировалось доставляться на орбиту «Шаттлами», оснащенными выдвижными, дистанционно управляемыми

манипуляторами. По мере сборки на готовых участках несущей фермы монтировалось различное оборудование. Работами в космосе смогли бы заниматься и астронавты, облаченные в специальные скафандры нового образца, снабженные автономным устройством ранцевого типа с двигателем малой тяги и системой жизнеобеспечения.

Вдали от «Шаттла» или от установленного на ферме блока работы можно производить с помощью маневрирующего модуля, оборудованного манипуляторами.

Предварительные опыты, проведенные американскими специалистами в воде, где имитировались условия невесомости, и в космосе, показали, что форменные конструкции предпочтительнее собирать на орбите из труб, формируя из них тетраэдры. Для фиксации трубы в крепежном цанговом узле достаточно слегка подать ее вперед и чуть повернуть.

Для транспортного снабжения станции «Фридом» американцы собирались использовать корабли «Спейс Шаттл», а сотрудничающие с ними японцы — модуль материальнотехнического обслуживания NASDA Н-2 массой 15 тонн, габариты которого жестко привязаны к размерам японской ракеты-носителя Н-2.

Станцию «Фридом» планировалось собрать за 10 или 11 запусков кораблей «Спейс Шаттл». Первый старт был назначен на март 1994 года, чтобы завершить сборку уже в марте 1997 года.

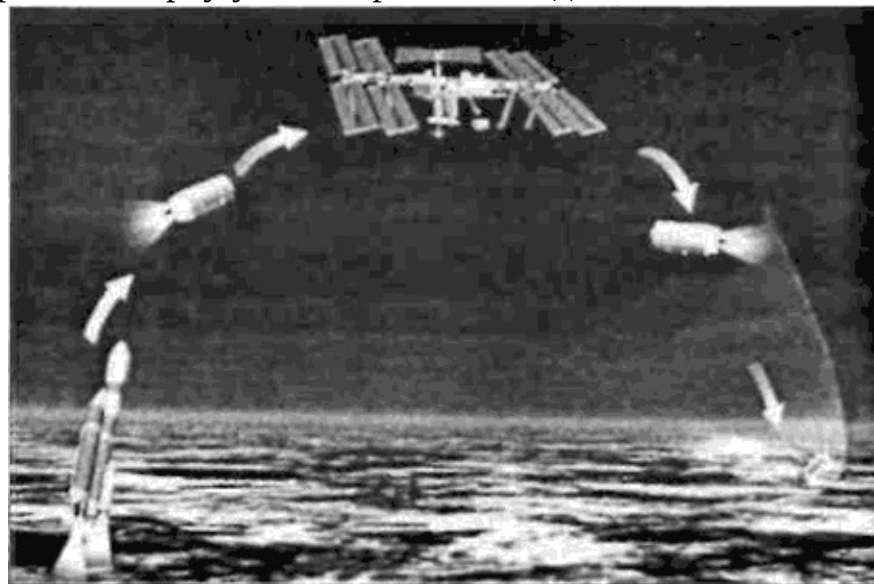


Схема полета японского модуля материально-технического обслуживания «NASDA Н-2»

В первом рейсе на 385-километровую орбиту доставили бы трубы и

узлы крепления несущих ферм, во втором и третьем — солнечные батареи, радиатор для сброса тепла, стыковочный узел и другое оборудование. В четвертом на несущей ферме поставили бы лабораторный блок, в пятом — опять солнечные батареи, в шестом — в лаборатории установили бы аппаратуру для экспериментов, намеченных на седьмой рейс, в девятом американцы смонтировали бы жилой блок и в одиннадцатом поселили бы в нем четырех человек.

На втором этапе строительства на орбите планировалось смонтировать две 105-метровые фермы, направленные перпендикулярно поверхности Земли, соединив их концы 45-метровыми перемычками. К середине образовавшегося прямоугольника пристыковалась горизонтальная ферма, собранная на первом этапе работ.

Кроме обычных исследований, персоналу станции предстояло запускать автономные спутники, предназначенные для решения различных научных и технических задач.

Однако и этот проект не был реализован. НАСА катастрофически не хватало финансирования. Попытка же переложить большую часть расходов на зарубежных партнеров не увенчалась успехом. Кроме того, постоянно возникали споры по поводу статуса станции. Министерство обороны США требовало выделить площади на «Фридом» для размещения военного оборудования, однако это по понятной причине вызывало ожесточенное сопротивление со стороны европейцев и японцев.

Межправительственное соглашение по станции было подписано в сентябре 1988 года. Оно предусматривало следующее долевое участие космических агентств в строительстве станции: 46 % — США, 3 % — Канада, 51 % — Европа и Япония. После окончания строительства на «Фридом» постоянно должен был находиться экипаж из шести американских и двух «международных» астронавтов. Сначала предполагалось, что каждый астронавт пробудет на станции не более 90 дней, однако вскоре НАСА увеличило срок дежурства до 120 дней, чтобы снизить расходы на запуски «Шаттлов».

Несмотря на подписание соглашения, программа была приостановлена, поскольку в Америке начались выборы и требовалось удостовериться, что новый президент поддержит и саму программу, и космическую политику США в целом.

Президент Буш поддержал программу создания и развития станции «Фридом». Более того, в своей речи он назвал ее форпостом, откуда будут стартовать корабли к Луне (20012005 годы) и к Марсу (2018 год).

Однако прежде всего «Фридом» планировалось использовать как

космический завод, способный, по теории, приносить прибыль. Когда Рейган утвердил программу строительства станции «Фридом», экономисты-оптимисты с расчетами на руках доказывали, что она быстро окупится и к 2000 году будет приносить в казну США 20 миллиардов долларов в год. Однако уже через два года, когда погиб «Челленджер», что значительно подняло стоимость запусков «Шаттлов», стало ясно: быстрой окупаемости не будет. К тому же из-за постоянных сокращений в финансировании НАСА пришлось отказаться от ряда специальных блоков, которые как раз и придавали станции статус научно-производственного центра.

Проект станции «Фридом» рухнул под собственной тяжестью в 1990 году. Выяснилось, что станцию необходимо перепроектировать, поскольку старый проект не удовлетворяет весовым требованиям, а сборка «Фридом» потребует гораздо большего числа выходов астронавтов в открытый космос, чем предполагалось вначале. Таким образом необходимо было дополнительное финансирование, но вместо новых денежных вливаний расходы на программу были сокращены.

НАСА попыталось спасти программу, предложив в марте 1991 года обновленный проект станции под названием «Фред» («Fred»).

Последовательность монтажа космической станции была резко упрощена, за счет чего удалось сократить число выходов астронавтов-монтажников в открытый космос. Один набор солнечных батарей был из проекта удален, сократив мощность электростанции с 75 до 56 кВт.

Пришлось отказаться и от ряда запланированных экспериментов, ограничившись медико-биологическими и микрогравитационными исследованиями.

Станция «Фред» была значительно меньше предшественницы.

Длина горизонтальной фермы осталась прежней, однако из проекта навсегда исчезли 105-метровые перпендикулярные фермы. До 8,2 метра уменьшилась длина основных блоков, за счет этого снизился обитаемый объем, а число астронавтов сократилось вдвое — до четырех человек.

Повторно спроектированный американский лабораторный блок содержал только 15 стоек научного оборудования, что вызвало сильнейшее недовольство со стороны ученых. Из состава оборудования пришлось вывести центрифугу, что также снизило научную ценность блока.

Первый запуск был теперь намечен на ноябрь 1995 года, а монтаж должен был завершиться в сентябре 1999 года после 17 полетов кораблей «Спейс Шаттл».

Однако даже с учетом этих изменений, ставящих под сомнение сам

смысл существования станции, общие расходы на строительство удалось снизить только до 16,9 миллиарда долларов, что, по мнению американского Конгресса, было слишком дорого.

Проект международной орбитальной станции, скорее всего, так и не был бы реализован в обозримом будущем, если бы окончание Холодной войны не привело к тому, что к проекту создания такой подключилась Российская Федерация.

Огромный задел по созданию и эксплуатации долговременных орбитальных станций, накопленный еще в советские времена, позволил не только снизить текущие расходы, но и заметно ускорить саму программу, которая со временем стала называться программой «МКС» — «Международная космическая станция» или «International Space Station».

«ТОС» Сергея Королева

Создание долговременных орбитальных станций в Советском Союзе преследовало далеко идущую цель. Для того чтобы понять, какое значение придавал орбитальным станциям Сергей Королев, откроем его рабочие «Заметки по тяжелому межпланетному кораблю (ТМК) и тяжелой орбитальной станции (ТОС)», датированные 14 сентября 1962 года «... Надо бы начать разработку «Оранжереи (ОР) по Циолковскому», с наращиваемыми постепенно звеньями или блоками и надо начинать работать над «космическими урожаями». Каков состав этих посевов, какие культуры? Их эффективность, полезность? Обратимость (повторяемость) посевов из своих же семян, из расчета длительного существования ОР. Какие организации будут вести эти работы: по линии растениеводства (и вопросов почвы, влаги и т. д.), по линии механизации и «свето-тепло-солнечной» техники и систем ее регулирования для ОР и т. д.?

Видимо, к ОР надо одновременно начать разработку и «космической фермы» (КФ) для животных и птицы. Надо бы эту задачу уточнить — имеет ли она практический смысл для экологического цикла (институты Академии наук и Академии медицинских наук). [...] Надо решить проблему «постоянных спутников» или «орбитального пояса» для нанесения ряда функций в течение очень длительного времени.

Как их (эти спутники) ремонтировать, регулировать, перезаряжать и т. д.? Нужна целая система или служба около Земли.

Очевидно, что в «орбитальном поясе» следует расположить и «запасные базы-спутники» для кораблей, которым это будет вдруг нужно! По типу туристских запасных баз, со всем необходимым для крайнего случая (воздух, влага и питание, энергетика запасная, связь, медикаменты, аппаратура для создания искусственной тяжести и др.). Но, возможно, следует создать вечный спутник Луны для этих целей, а на Луне — основную базу. Создание вечного (и достаточно крупного) станции-спутника Луны выгодно тем, что пролетающим кораблям не надо будет садиться на Луну, либо опускаться на ее поверхность ракетные (планетные) зонды, что связано со значительными затратами топлива и другими трудностями. Видимо, к станции-спутнику Луны можно будет «причалить» с минимальными затратами энергии (это надо тщательно проверить и сравнить с посадкой на Луну и с возвратом на орбиту с поверхности Луны). [...]

Вопросы, связанные с невесомостью, — основные! Видимо, здесь опыты на «Союзе» и на ТОС дадут возможность получить большие и очень большие длительности (до 1 года) пребывания в условиях невесомости (что при 1 годе решает проблему полета к ближним планетам, так как сроки 3–5 лет будут уже примерно того же порядка).

В условиях длительного космического полета можно будет основательно проверить: влияние невесомости на разных людях и на достаточно большом числе людей, разные медикобиологические средства, равные механические средства временного и постоянного искусственного тяготения. Можно будет впервые развернуть в космическом пространстве настоящие медико-биологические исследования и наблюдения в действительных условиях. Тут же будет проверяться и вся вообще техника для более длительных полетов.

Видимо, создание ТОС есть необходимый этап для длительных полетов в космическом пространстве, так как здесь будет отрабатываться у Земли вся техника.

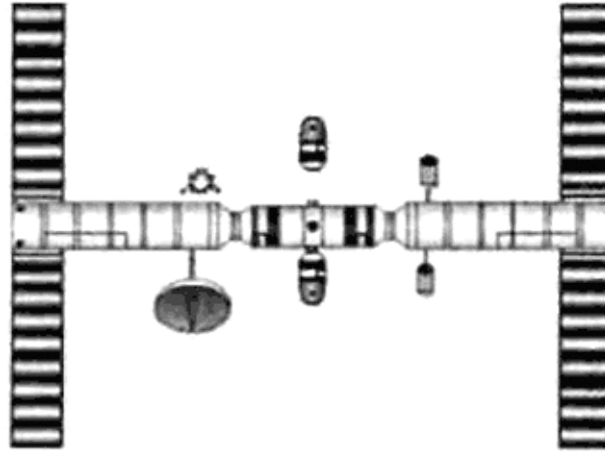
Это важный методический шаг, без которого не пройти.

Ему предшествовать должна тщательная и длительная подготовка на Земле, в земных условиях людей и техники, хотя эта будет во многих случаях и не совсем то, что нужно...»

Итак, основной задачей тяжелых орбитальных станций Королев считал подготовку к будущим межпланетным экспедициям.

Однако Генеральный конструктор был умным человеком и прекрасно понимал, в каком мире живет, поэтому, когда приходилось обсуждать тему орбитальных станций с руководством страны, во главу угла ставилась возможность их военного применения.

Так, один из первых проектов орбитальной станции, описанный Королевым в письме министру обороны от 23 июня 1960 года, был именно военным. Маневрирующая станция массой от 25 до 30 тонн (в другой версии — от 60 до 70 тонн!), имея на борту экипаж от трех до пяти человек, могла бы выполнять следующие задачи: разведка, боевые действия против вражеских кораблей, уничтожение баллистических ракет противника, астрономические, метеорологические и геофизические наблюдения, изучение солнца и радиационных поясов, биологические эксперименты.



Военная орбитальная станция «ТОС» конструкции ОКБ-1

Достаточно проработанный эскизный проект долговременной орбитальной станции военного назначения, известной как «ТОС» (или «ТКС»), был подготовлен конструкторами ОКБ-1 в мае 1961 года. Эта станция на экипаж из трех человек должна была иметь следующие габариты: полная длина — 52 метра, максимальный диаметр — 4,2 метра, полная масса — 150 тонн. В качестве источников электропитания планировалось использовать солнечные батареи и компактный ядерный реактор.

Станция состояла из трех цилиндрических герметизированных модулей. Два из них (длиной по 20 метров) вмещали жилые помещения. Центральный модуль (длиной 12 метров) соединял два жилых и имел четыре стыковочных узла в своем среднем отсеке. Дополнительные люки внутри модулей позволяли разделить станцию на пять герметичных частей в случае критической ситуации.

Согласно плану основной модуль станции должен был выводиться на орбиту одной из первых ракет «Н-1» — ориентировочно этот запуск назначили на 1965 год. Доставка жилых модулей требовала еще двух ракет «Н-1».

Смена экипажей происходила бы ежемесячно. Транспортный корабль снабжения, походивший по устройству основных узлов на более поздний «Союз», должен был доставлять на станцию продовольствие, воду, сменные элементы системы регенерации, топливо для двигателей ориентации.

Предполагалось, что станцию приведут во вращение для создания искусственной силы тяжести внутри отсеков.

В ходе встречи главных конструкторов с Никитой Хрущевым,

состоявшейся 25 сентября 1962 года в Пицунде, Королев получил задание разработать эскизный проект пилотируемой орбитальной станции весом в 75 тонн, снабженной арсеналом ядерного оружия.

В ходе работ прояснились некоторые детали. Станция получилась сравнительно большой: длина — 25 метров, максимальный диаметр — 6 метров, обитаемый объем — 510 м³.

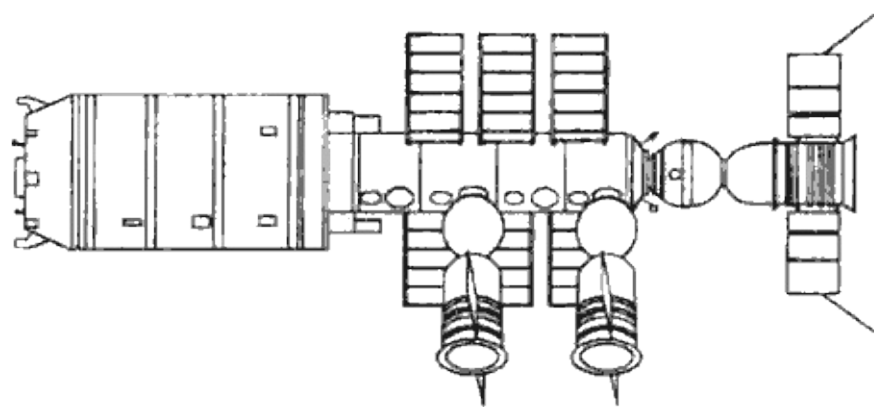
Экипаж — 6 человек. Электроснабжение обеспечивают шесть панелей солнечных батарей площадью 110 м².

К 1965 году эскизы и макет такой станции было закончено, однако конъюнктура изменилась и программа поменяла назначение — теперь в ОКБ-1 разрабатывали «МКБС» («Многоцелевая космическая база-станция»).

Василий Мишин, заняв место Королева, поручил руководство этой работой проектанту-баллистику Виталию Безвербому.

«МКБС» должна была служить космическим портом, в который заходили бы другие космические аппараты, главным образом разведчики, для сдачи своих фотоматериалов, перезарядки, заправки топливом, профилактики и ремонта. Такое сервисное обслуживание должно было проводиться на «МКБС» хорошо подготовленным экипажем.

Наличие на околоземной орбите подобной базы-станции позволило бы продлить работоспособность космических аппаратов, которые в настоящее время после израсходования своих запасов или при отказах вынуждены спускаться на Землю.



Орбитальная станция-арсенал конструкции ОКБ-1

Габариты станции: полная длина — 100 метров, базовый диаметр — 6 метров, полная масса — 250 тонн.

Согласно эскизному проекту «МКБС» состоял из двух больших основных модулей массой от 80 до 88 тон каждый, запускаемых на орбиту

ракетой «Н-1». Электропитание осуществлялось ядерной установкой мощностью 200 кВт; еще 14 кВт резервной мощности давали солнечные батареи площадью 140 м². Два малых служебных модуля, вынесенные на кронштейнах, с помощью своих двигателей обеспечивали вращение станции вдоль продольной оси.

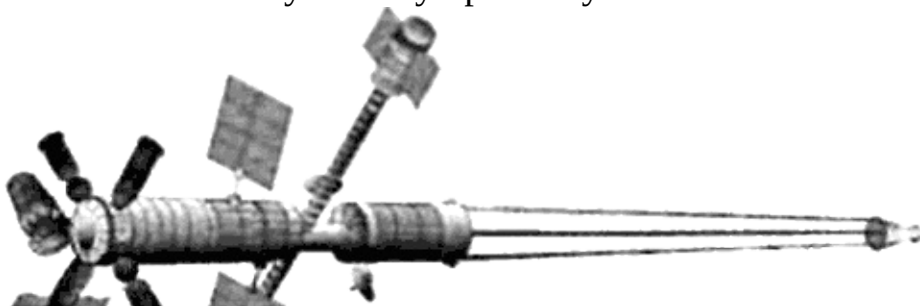
Для обеспечения устойчивой работы солнечных панелей должен быть помещен на солнечно-синхронную орбиту высотой от 400 до 450 километров с наклоном 97,5.

Основной экипаж состоял из шести космонавтов (при максимуме — в десять) и сменялся бы раз в два или три месяца.

Полное время эксплуатации «МКБС» — 10 лет.

Станцию предполагалось оборудовать двигательной установкой, состоящей из двигателей орбитальной коррекции (тяга — от 300 до 1000 килограммов), двигателей грубой ориентации (тяга — от 10 до 40 килограммов) и ионных двигателей точной ориентации (тяга — от 100 до 300 граммов).

«МКБС» собирались оснастить различными видами противоракетного и противокосмического оружия, в том числе и лучевого. По этому поводу академик Герш Будкер из Новосибирска прочел лекцию конструкторам ОКБ-1 на тему о возможности создания ускорителей для лучевого оружия из нейтральных частиц. В бюро нашлись энтузиасты, которые незамедлительно начали изучать эту проблему.



**Многоцелевая космическая база-станция
«МБКС» конструкции ОКБ-1 (ЦКБЭМ)**

И по другим направлениям разработки элементов орбитальной станции конструкторам бюро удалось продвинуться далеко вперед. Этому способствовали полеты орбитальных модификаций кораблей «7К-ОК» («Союз»). С помощью двух кораблей «Союз» на орбите была создана экспериментальная космическая станция.

Экспериментальная космическая станция «Союз»

Когда космические корабли «7К» («Союз») перестали рассматриваться только как составная часть советской лунной программы, было решено использовать их для полетов к разрабатываемым орбитальным станциям. Первым шагом в этом направлении стало создание экспериментальной космической станции, появившейся на свет в результате стыковки двух пилотируемых кораблей «Союз-4» и «Союз-5».

Первоначальные планы предусматривали старт 13 января 1969 года космического корабля «Союз-4» с космонавтом Владимиром Шаталовым. На следующий день должен был стартовать «Союз-5» с тремя космонавтами на борту. 13 января 1969 года Владимир Шаталов занял свое место в кабине космического корабля и начал подготовку к полету.

Предстартовый отсчет был прекращен за несколько минут до момента запуска основного двигателя. Телеметрическая информация свидетельствовала о сбое в работе бортовой аппаратуры.

Старт был отложен на сутки, и космонавт покинул кабину корабля.

На следующий день старт прошел без замечаний, корабль был выведен на орбиту. Днем позже стартовал корабль «Союз-5» с тремя космонавтами. Еще через сутки на околоземной орбите два корабля сблизилась и состыковались, создав первую экспериментальную космическую станцию. В те времена стыковочного узла с внутренним люком еще не существовало, и космонавты Алексей Елисеев и Евгений Хрунов, надев скафандры, вышли в открытый космос, чтобы перейти в «Союз-4». Время жизни экспериментальной станции общей массой 12,9 тонны составило 4,5 часа. Затем корабли медленно разошлись. 17 января 1969 года космический корабль «Союз-4» уже с тремя космонавтами на борту возвратился на Землю.

Оставшийся в одиночестве командир «Союза-5» Борис Волинов должен был последовать их примеру через сутки.

В расчетное время включился тормозной двигатель, переведя корабль на траекторию спуска. Дальше должны были сработать пиропатроны, которые отделяли спускаемый аппарат от приборного и орбитального отсеков. Они и сработали как положено. Однако приборный отсек, которому положено было отойти от спускаемого аппарата и сгореть в атмосфере, не сделал этого. В атмосферу вошел не специально сконструированный для этого спускаемый аппарат, а многотонная,

беспорядочно кувыркающаяся конструкция. Теплозащитный экран, обычно принимающий на себя удар атмосферы, в этой ситуации помочь не мог. При беспорядочном кувырканий тепловому воздействию подвергаются все поверхности корабля. В кабине появился ядовитый газ — загорелась термоизоляция. Двигатели разворотов, которые могли хоть как-то стабилизировать корабль, не работали.

Вообще-то говоря, в подобной ситуации спасения нет. Ни космонавт, ни ЦУП никак не могли повлиять на происходящее.

Оставалось надеяться на чудо. И чудо произошло. На высоте 15 километров приборный отсек все-таки отошел. Беспорядочное вращение прекратилось, на высоте 10 километров вышел парашют. При этом стропы основного парашюта начали закручиваться. Все это очень походило на «ситуацию» Комарова. Но в какой-то момент стропы начали раскручиваться в обратную сторону. Потом снова закручиваться и снова раскручиваться. Так продолжалось до самой Земли. Приземление получилось жестким. Удар о Землю был столь силен, что у Бориса Волынова сломались корни верхних зубов. От более серьезных травм спас ложемент, изготовленный строго по фигуре космонавта. Но главное, космонавт остался в живых.

Военно-космическая станция «Алмаз»

Результаты, полученные в ходе полетов кораблей «Союз-4» и «Союз-5», были признаны удовлетворительными. Системы стыковки и жизнеобеспечения были проверены в деле. Их можно было использовать при монтаже и эксплуатации более крупной станции. Однако для вывода в космос тяжелых орбитальных станций типа «МКБС» требовался еще носитель «Н-1». А вот как раз носителя-то и не было, что задерживало всю работу.

Другим путем к созданию долговременной орбитальной станции подошел извечный соперник и конкурент «королевцев» Владимир Челомей, Генеральный конструктор ОКБ-52 (ЦКБМ).

Начало работ над проектом орбитальной станции в ОКБ-52 можно отнести к 12 октября 1964 года, когда Челомей предложил сотрудникам бюро заняться созданием посещаемой орбитальной пилотируемой станции со сменяемым экипажем из двух или трех человек и сроком существования год или два. Станция предназначалась для решения задач научного, народнохозяйственного и оборонного значения и выводилась на орбиту носителем «УР500К» («Протон-К»).

Эскизный проект такой станции, получившей наименование «Алмаз», был принят в 1967 году Межведомственной комиссией, состоявшей из 70 известных ученых и руководителей КБ и НИИ промышленности и Министерства обороны.

В 1968 году уже появились макеты комплекса «Алмаз», на заводе № 22 (ныне — завод имени Хруничева), полным ходом шло изготовление корпусов станции. Для конструкторского коллектива Владимира Мясищева (бывшего ОКБ-23), вошедшего филиалом в челомеевский ОКБ-52, разработка больших корпусов космической орбитальной станции была задачей не слишком трудной.

Формально «Алмаз» разрабатывался по техническому заданию Министерства обороны. Он состоял из орбитальной пилотируемой станции, возвращаемого аппарата и большегрузного транспортного корабля снабжения «ТКС».

По проекту предполагалось, что «Алмаз» будет более совершенным космическим разведчиком, чем «Зениты» — автоматические беспилотные аппараты-фоторазведчики. Большой фотоаппарат «Алмаза» расходовал пленку на фотографирование наземных объектов только по воле

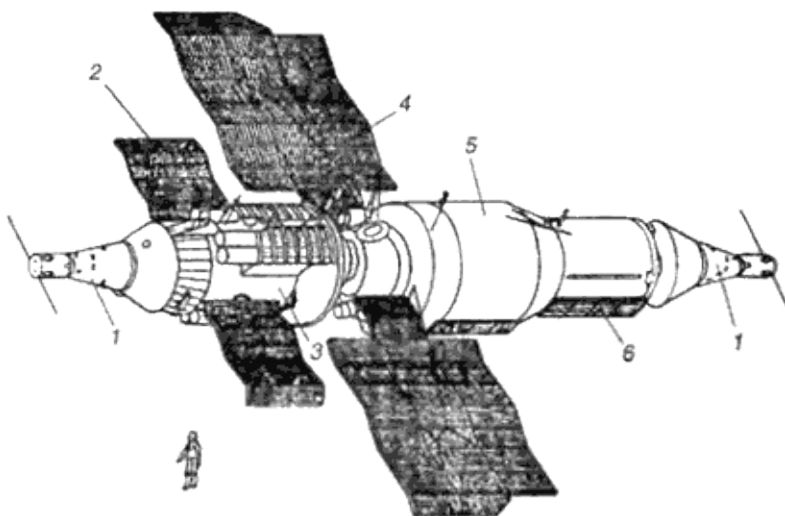
космонавтов.

Космонавты могли разглядывать Землю в видимом или инфракрасном спектре через мощный «космический бинокль».

Увидев нечто подозрительное, они давали бы команду на серию снимков. Фотопленка проявлялась на борту под контролем экипажа. Достойные внимания военной разведки фрагменты изображения передавались на Землю по телевизионному каналу.

Эти же или любые другие участки планеты также могли просматриваться с помощью радиолокатора бокового обзора.

Условия разведки требовали постоянной ориентации станции на Землю с возможностью разворотов для поиска и нацеливания фотоаппаратуры на различные объекты. Потому от системы управления «Алмаз» требовались высокая точность длительного поддержания трехосной ориентации, развороты вдоль продольной оси на заданные углы, ориентация солнечных батарей на Солнце, и при всем этом расход рабочего тела должен был позволить активно работать не менее трех-четырех месяцев.



Первоначальный проект военной орбитальной станции «Алмаз»: 1 и 7 - возвращаемые аппараты; 2 и 4 - солнечные батареи; 3 - функционально-грузовой блок «ТКС»; 5 - станция «Алмаз»; 6 - радиолокатор бокового обзора

При проектировании станции «Алмаз» («11Ф71») были выбраны следующие габариты: полная длина — 14,6 метра, максимальный диаметр — 4,2 метра, обитаемый объем — 100 м³, полная масса — 17,8 тонны, полезная нагрузка — 5 тонн. Станция рассчитывалась на экипаж из двух человек и время работы на орбите в 410 дней. Электроснабжение

осуществлялось панелями солнечных батарей общей площадью 52 м², мощность — 3,12 кВт.

Конструктивно гермоотсек станции разделялся на две зоны, которые можно условно назвать зоной большого и зоной малого диаметров. Зона малого диаметра располагалась в передней части станции и закрывалась при выведении коническим головным обтекателем. Далее шла зона большого диаметра. Стыковка транспортных кораблей должна была осуществляться с задней торцевой части станции, где находилась сферическая шлюзовая камера, соединявшаяся с гермоотсеком большим переходным люком. В задней части шлюзовой камеры размещался пассивный стыковочный узел, в верхней — люк для выхода в открытый космос, в нижней — люк в камеру, из которой можно было спускать на Землю капсулы с результатами наблюдений и исследований.

Капсула имела свой пороховой двигатель, парашютную систему, сбрасываемый теплозащитный экран и спускаемый отсек с маяком. Стабилизация ее перед включением двигателя осуществлялась закруткой после необходимой ориентации перед выпуском со станции.

Вокруг шлюзовой камеры размещались агрегаты двигательных установок станции, разворачиваемые антенны и две большие панели солнечных батарей. Хвостовая часть станции с шлюзовой камерой закрывалась конусообразным щитом из экранно-вакуумной теплоизоляции.



Военно-космическая станция «Алмаз» (модель)

В передней части гермоотсека в зоне малого диаметра размещался бытовой отсек экипажа со спальными местами, столиком для приема пищи, креслом для отдыха и иллюминаторами обзора.

За бытовым — рабочий отсек с пультом управления, рабочим местом, оптическим визиром, позволяющим наблюдать отдельные детали поверхности Земли, панорамно-обзорное устройство для широкого обзора Земли, перископическое устройство для осмотра окружающего

космического пространства.

Задняя часть гермоотсека была занята аппаратурой наблюдения и системой управления.

Большой оптический телескоп для наблюдения Земли занимал место позади рабочего отсека от пола до потолка станции.

Учитывая, что в период проектирования станции «Алмаз» в США велись работы над различного рода космическими перехватчиками, на станции были приняты меры для защиты от подобных вражеских объектов: станция оснащалась скорострельной пушкой конструкции Нудельмана. Ее можно было навести в нужную точку через прицел, поворачивая станцию. Нападать на кого-либо «Алмаз» не мог — это было лишь средство самозащиты.

Работы по ракетно-космической системе «Алмаз» распределялись следующим образом. Проект в целом, сама станция и возвращаемый аппарат корабля «ТКС» разрабатывались в головной организации Челомея — Центральном конструкторском бюро «Машиностроение» (ЦКБМ),

«ТКС» — в филиале № 1 ЦКБМ. Там же создавалась ракета «УР500К». Станция, корабль и носитель должны были изготавливаться на машиностроительном заводе имени Хруничева.

Несколько слов следует сказать и о корабле снабжения «ТКС», являвшемся неотъемлемой частью комплекса «Алмаз».

«ТКС» состоял из функционально-грузового блока и возвращаемого аппарата. В отличие от космического корабля «Союз», где спускаемый аппарат располагался под бытовым отсеком, возвращаемый аппарат «ТКС» занимал верхнее место, чем обеспечивалось его надежное спасение в аварийной ситуации. Такая компоновка потребовала наличия люка в днище возвращаемого аппарата для перехода экипажа в функционально-грузовой блок. Это решение поначалу вызывало сомнения у многих специалистов, однако последующие натурные пуски возвращаемого аппарата подтвердили надежность конструкции при спуске с орбиты.

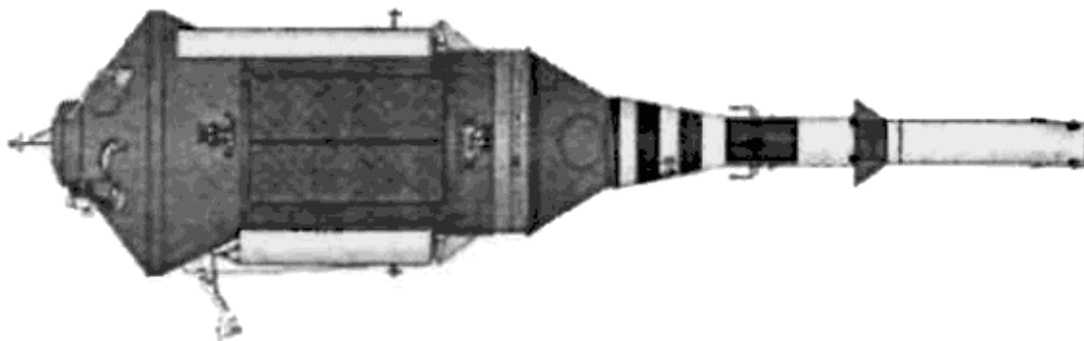
Стыковочный агрегат «ТКС» располагался на заднем торце грузового блока в зоне увеличенного диаметра, в которой предполагалось размещать капсулы для сброса информации с «Алмаза». Космонавты в скафандрах при сближении со станцией должны были располагаться непосредственно у стыковочного агрегата и наблюдать за операциями через иллюминаторы.

Это упрощало процедуру стыковки, расширяло обзор и позволяло уйти от системы перископов и телекамер, как на корабле «Союз». В случае возникновения при стыковке ударных нагрузок быстрой разгерметизации корпуса «ТКС» произойти не могло из-за большого внутреннего объема

корабля.

Стыковочный агрегат «ТКС» имел конструкцию, принципиально отличающуюся от узла стыковки «Союза», кроме того, он сразу же разрабатывался с внутренним люкомлазом.

Агрегаты двигательной установки, баки с топливом, микродвигатели ориентации, а также солнечные батареи располагались вокруг корпуса «ТКС», снаружи зоны малого диаметра, и закрывались при выведении обтекателями.



Транспортный корабль снабжения станции «Алмаз»

Габариты корабля «ТКС» («11Ф72»): полная длина — 17,5 метра, максимальный диаметр — 4,2 метра, обитаемый объем — 45 м³, полная масса — 17,51 тонны, масса полезного груза — 12,6 тонны. Корабль рассчитан на максимальный экипаж из трех человек. Время эксплуатации — 7 дней, время эксплуатации в составе комплекса «Алмаз» — 200 дней.

Электроснабжение осуществляется панелями солнечных батарей площадью 40 м², мощность — 2,4 кВт.

Поскольку «ТКС» еще нуждался в отработке, на первом этапе создания системы «Алмаз» экипажи на станцию должны были доставляться кораблями «Союз».

При конструировании «Алмаза» использовались самые современные технические решения. Так, на станции устанавливалась электромеханическая система стабилизации с шаровым двигателем-маховиком и кольцевым маховиком с большим кинетическим моментом. Подвешенный в электромагнитном поле шар-маховик по тем временам был очень оригинальной разработкой. Другой экзотической новинкой являлось использование для управления аппаратурой наблюдения бортовых цифровых вычислительных машин «Аргон16».

К 1970 году были созданы корпуса восьми стендовых и двух летных блоков станции и велась наземная отработка систем.

Был определен состав экипажей для полетов на станцию, тренировки которых велись в Центре подготовки космонавтов.

Однако работы над приборным составом станции затянулись, а время поджимало: руководство отрасли требовало новых космических достижений к 100-летию со дня рождения Ленина и к началу XXIV съезда КПСС. Тогда группа конструкторов в ЦКБЭМ во главе с Константином Феоктистовым предложила взять готовый корпус станции «Алмаз», поставить на него увеличенные панели солнечных батарей, смонтировать систему жизнеобеспечения и отработанную аппаратуру стыковки «Игла», а экипаж отправить на любом из кораблей «7К-ОК». И станцию, и корабль с экипажем можно запустить с помощью ракеты «Протон-К».

Идея в конце концов овладела умами руководства Министерства общего машиностроения, и под его нажимом изготовленные корпуса, оснастка, часть аппаратуры и документация были переданы в ЦКБЭМ, где на основе «Алмаза» с применением систем кораблей «Союз» в кооперации с филиалом № 1 ЦКБМ менее чем за год была создана долговременная орбитальная станция «ДОС», проходившая в документах под обозначением «Изделие 17К».

«ДОС» отличалась от станции «Алмаз» переходным отсеком в передней части зоны малого диаметра, к которому производилась стыковка кораблей «Союз». В хвостовой части станции был установлен модифицированный приборно-агрегатный отсек корабля «Союз». Энергопитание станции предполагалось осуществлять с помощью четырех небольших солнечных батарей, также взятых от «Союза» и смонтированных попарно в районе зоны малого диаметра и приборноагрегатного отсека. В связи с ускорением работ по «ДОС» для полетов к станции в ЦКБЭМ была спешно разработана транспортная модификация корабля «Союз» («7К-Т»), имеющая стыковочный агрегат новой конструкции.

Орбитальная станция «ДОС-1» (или «Салют») была запущена 19 апреля 1971 года. Так началась эпоха орбитальных станций серии «Салют», продлившаяся до весны 1986 года, когда космонавты Леонид Кизим и Владимир Соловьев поставили «Салют-7» на консервацию, после чего перебрались на новую орбитальную станцию «Мир».

Полеты «Алмазов» и «ТКС»

Работы над проектами «Алмаза» и «ТКС» продолжались и после того, как первый «Салют» вышел на орбиту.

Так, в ЦКБМ была создана станция № 0104. На ее борт экипаж должен был доставляться не кораблем «7К-Т», а штатным «ТКС». Кроме того, на 0104-й решили испытать другой состав аппаратуры наблюдения за наземными объектами, а также радиолокационную станцию «Меч-А» с изготовленной к тому времени большой радиолокационной антенной, раскрывающейся в полете.

Изменилась и система вооружения. Теперь для обороны вместо пушки (система «Щит-1») на станцию устанавливались два снаряда «космос-космос» (система «Щит-2») конструкции того же Нудельмана.

По согласованному с заводом графику все доработки предполагалось закончить в ноябре 1978 года. Но опять работы задержались из-за того, что не был доведен «ТКС». Тогда было решено перепроектировать станцию под стыковку с «Союзами». С этой задачей конструкторы ЦКБМ справились.

Опираясь на имевшийся люк в переднем днище станции и ферменную конструкцию, крепящуюся к переднему шпангоуту гермоотсека, решили срочно изготовить автономный отсек стыковки, закрепить его на ферму и соединить герметичным сильфоном с основным объемом станции, а на переднее днище автономного отсека установить пассивный узел корабля «7К-Т» — агрегат «Г-3000».

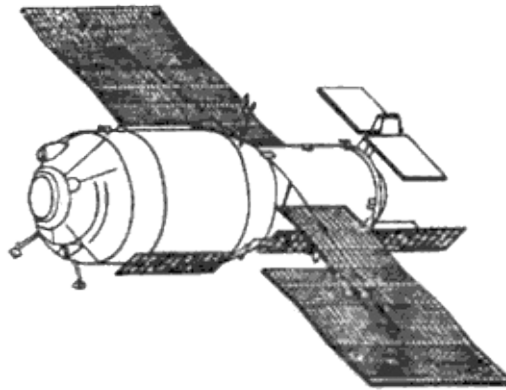
Уже на начальном этапе работ на станциях первого поколения стадо ясно, что их возможности ограничены запасами расходующихся компонентов. Одновременно в двух ОКБ, возглавляемых Мишиным и Челомеем, появилась идея создания станции с двумя стыковочными узлами и возможностью дозаправки двигательной установки топливом в полете. Наиболее важной отличительной чертой этого проекта было то, что экипаж из четырех или пяти человек должен был выводиться совместно с «Алмазом» в возвращаемом аппарате больших размеров, установленном в передней части станции.

Дальнейшая работа станции должна была обеспечиваться запусками «ТКС», которые могли причаливать к двум стыковочным агрегатам станции. Для запуска такой станции предполагалось разработать специальную ракету-носитель грузоподъемностью свыше 35 тонн.

Однако средств для финансирования проекта нового носителя и станции не нашлось. Постановлением правительства от 28 июня 1978 года работы по пилотируемой космонавтике в бюро Владимира Челомея были прекращены.

Тогда конструкторы ЦКБМ стали разрабатывать беспилотную версию военно-космической станции «Алмаз». За счет отказа от систем, связанных с пребыванием на станции космонавтов, на «Алмазе» удалось разместить большой комплекс аппаратуры для дистанционного исследования Земли, в том числе уникальный радиолокатор бокового обзора с высоким разрешением.

Подготовленная к старту в 1981 году автоматическая станция «Алмаз» пролежала в одном из цехов монтажно-испытательного корпуса космодрома Байконур до 1985 года.



Автоматическая станция «Алмаз-1»: 1 - антенны сброса информации на Землю; 2 - дополнительный бак с топливом для двигательной установки; 3 - модифицированный вариант станции «Алмаз»; 4 - солнечные батареи; 5 - радиолокатор бокового обзора; 6 - антенна сброса информации через спутник-ретранслятор

После многолетних задержек, не связанных с работами по станции, была предпринята попытка запуска этой станции, оказавшаяся неудачной из-за отказа системы управления ракеты-носителя «Протон-К». 18 июля 1987 года состоялся удачный запуск автоматического варианта станции «Алмаз» под обозначением «Космос1870». С нее были получены высококачественные радиолокационные изображения земной поверхности.

И, наконец, 31 марта 1991 года модифицированный автоматический вариант орбитальной станции разработки ЦКБМ со значительно улучшенными характеристиками бортовой аппаратуры был выведен на орбиту под своим настоящим именем «Алмаз-1».

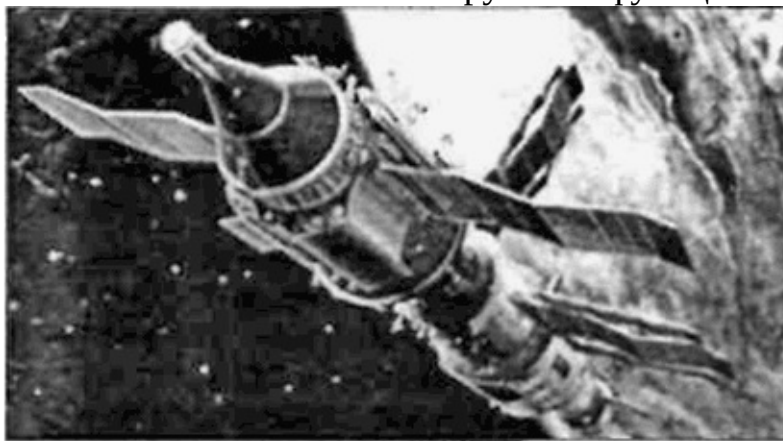
Параллельно шли работы над «альтернативным» кораблем снабжения «ТКС». Первый «ТКС» (№ 16101) планировалось использовать как

комплексный стенд для наземной отработки корабля. Однако для ускорения начала летно-конструкторских испытаний под этот стенд пошел второй корабль (№ 16201). Первый же был выведен на орбиту 17 июля 1977 года под названием «Космос-929». Через месяц от него отделился и совершил посадку возвращаемый аппарат; автономный полет грузового блока продолжался до 3 февраля 1978 года. К началу 1981 года был подготовлен запуск следующего «ТКС» (№ 16301); еще два корабля (№ 16401 и 16501) находились на заводе в стадии изготовления. Проектными службами КБ «Салют» было предложено продолжить испытания «ТКС» в рамках программы «ДОС».

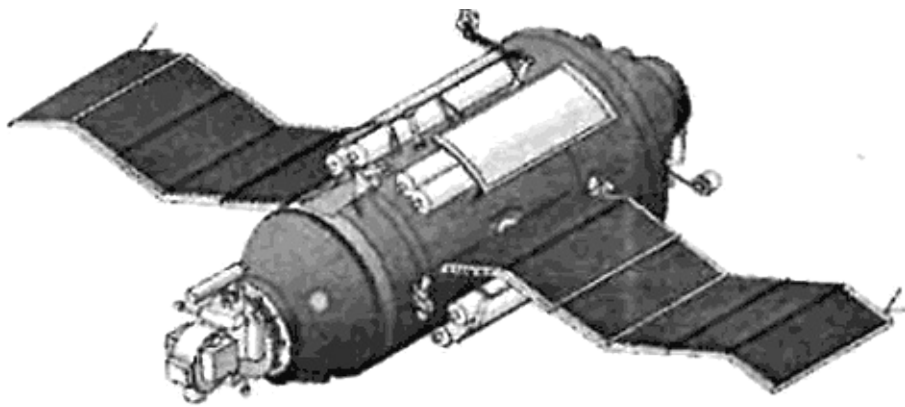
«ТКС» № 16301 под названием «Космос-1267» был запущен 25 апреля 1981 года. 24 мая от корабля отделился возвращаемый аппарат. 19 июня оставшийся на орбите блок причалил к станции «Салют-6». Из-за того, что стыковочный узел станции не был рассчитан на прием «ТКС», аппараты были только стянуты (механические замки не закрывались).

Совместный полет «ТКС» и «Салюта-6» продолжался более года. Экипажи за это время на станцию не прилетали. 29 июля 1982 года связка «Салют-6» — «Космос-1267» была сведена с орбиты.

ТКС № 16401 совершил полет к станции «Салют-7», на которой были приняты специальные меры по совместимости стыковочных узлов, вследствие чего на его борту смогли поработать космонавты. Корабль стартовал под именем «Космос-1443» 2 марта 1983 года и состыковался с орбитальной станцией 10 марта, доставив туда различные грузы. 14 августа «ТКС» отчалил от «Салюта-7», а 23 августа от него отделился возвращаемый аппарат, успешно севший на Землю. Корабль «ТКС» впервые выполнил возложенные на него грузовые функции.



Транспортный корабль снабжения «ТКС» («Космос-1267») в связке с орбитальной станцией «Салют-7»



Транспортный корабль снабжения «ТКС-М» («Космос-1686»)

В 1982 году было принято решение установить на последний модернизированный корабль «ТКС-М», летящий к «Салюту-7», комплекс «Пион-К». Этот комплекс массой около 1400 килограммов создавался под руководством главного конструктора Германа Рудольфовича Пекки в ЦКБ «Фотон» (Казань). «Пион-К» предназначался в первую очередь для наблюдения за морскими военными базами и кораблями, а также за различными наземными объектами потенциального противника. Корабль «ТКС-М» стартовал 27 сентября 1985 года, получив обозначение «Космос-1686». С комплексом «Пион-К» на «Салюте-7» поработать не удалось. Космонавты перенесли его на «Мир», там починили и только после этого выполнили всю программу испытаний. 7 февраля 1991 года связка «Салют-7» — «Космос-1686» неконтролируемо сошла с орбиты и прекратила существование в плотных слоях атмосферы. Несгоревшие обломки упали в малонаселенных районах на границе Чили и Аргентины, не причинив особого вреда.

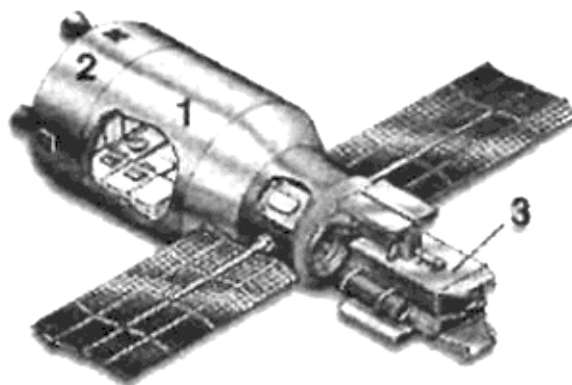
Боевые орбитальные комплексы для «Бурана»

Мы помним, что ракетно-космический комплекс «Энергия-Буран» создавался по заказу Министерства обороны для решения военных задач в ближнем космосе. Понятно, что в одно время с комплексом разрабатывались и полезные нагрузки для него. Что же они собой представляли?

Военная целевая нагрузка для орбитального корабля «Буран» разрабатывалась на основании специального секретного постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об исследовании возможности создания оружия для ведения боевых действий в космосе и из космоса» (1976 год).

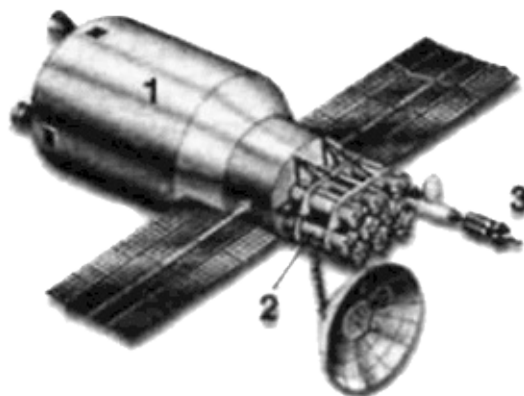
В то время в НПО «Энергия» был проведен комплекс исследований по определению возможных путей создания космических средств, способных решать задачи поражения космических аппаратов военного назначения, баллистических ракет в полете, а также особо важных воздушных, морских и наземных целей.

При этом ставилась задача достижения необходимых характеристик указанных средств на основе использования имевшегося к тому времени научно-технического задела с перспективой их развития. Для поражения военных космических объектов были разработаны два боевых космических аппарата на единой конструктивной основе, оснащенные различными типами бортовых комплексов вооружения — лазерным и ракетным. Основой обоих аппаратов явился унифицированный служебный блок, созданный на базе конструкции, служебных систем и агрегатов орбитальной станции серии «ДОС» («Салют»). В отличие от станции служебный блок должен был иметь существенно большие по вместимости топливные баки двигательной установки для маневрирования на орбите.



Боевая лазерная станция конструкции НПО «Энергия»:

- 1 - приборно-топливный отсек; 2 - агрегатный отсек;
3 - бортовой комплекс специального вооружения



Боевая ракетная станция конструкции НПО «Энергия»: 1 - базовый блок, включающий в себя агрегатный и приборно-топливный отсеки; 2 - бортовой комплекс вооружения; 3 - самонаводящаяся ракета.

Выведение космических аппаратов на орбиту предполагалось осуществлять в грузовом отсеке орбитального корабля «Буран» (на экспериментальном этапе — ракетой-носителем «Протон-К»). Для обеспечения длительного срока боевого дежурства на орбите и поддержания высокой готовности космических комплексов предусматривалась возможность посещения объектов экипажами — два космонавта на семь суток.

Меньшая масса бортового комплекса вооружения с ракетным оружием, по сравнению с комплексом с лазерным оружием, позволяла иметь на борту этого космического аппарата больший запас топлива, поэтому представлялось целесообразным создание системы с орбитальной

группировкой, состоящей из боевых космических аппаратов, одна часть из которых оснащена лазерным, а другая — ракетным оружием. При этом первый тип применялся бы по низкоорбитальным объектам, а второй — по объектам, расположенным на средневысотных и геостационарных орбитах.

Для поражения стартующих баллистических ракет и их головных блоков на пассивном участке полета в НПО «Энергия» был разработан проект ракеты-перехватчика космического базирования. В практике НПО это была самая маленькая, но самая энерговооруженная ракета. Достаточно сказать, что при стартовой массе, измеряемой всего десятками килограммов, ракета-перехватчик обладала запасом характеристической скорости, соизмеримой с характеристической скоростью ракет, выводящих современные полезные нагрузки на орбиту ИСЗ.

Для поражения особо важных наземных целей разрабатывалась космическая станция, основу которой составляла станция серии «Салют» или «Мир», на которой должны были базироваться автономные модули с боевыми блоками баллистического или планирующего типа. По специальной команде модули отделялись от станции и посредством маневрирования занимали необходимое положение в космическом пространстве с последующим отделением блоков по команде на боевое применение.

Конструкция и основные системы автономных модулей были заимствованы с орбитального корабля «Буран».

В качестве варианта боевого блока рассматривался аппарат на базе экспериментальной модели корабля «Буран» (аппараты семейства «Бор»).

В начале 90-х годов в связи с изменением военно-политической обстановки работы по боевым космическим комплексам в НПО «Энергия» были прекращены.

Боевой орбитальный комплекс «Скиф-ДМ»

Разработка боевой лазерной станции «Скиф», предназначенной для поражения низкоорбитальных космических объектов бортовым лазерным комплексом, началась в НПО «Энергия», но в связи с большой загруженностью объединения с 1981 года тему «Скиф» передали в КБ «Салют». 18 августа 1983 года Генеральный секретарь ЦК КПСС Юрий Андропов сделал заявление о том, что СССР в одностороннем порядке прекращает испытания комплекса противокосмической обороны. Однако с объявлением в США программы «СОИ» работы над «Скифом» продолжились.

Для испытаний лазерной боевой станции был спроектирован динамический аналог «Скиф-Д». В дальнейшем для проведения испытательного запуска ракеты-носителя «Энергия» в срочном порядке был создан макетный образец станции «Скиф-ДМ» («Полус»).

Станция «Скиф-ДМ» имела длину 37 метров, максимальный диаметр 4,1 метра и массу около 80 тонн. Она состояла из двух основных отсеков: меньшего — функционально-служебного блока и большего — целевого модуля. Функционально-служебный блок представлял собой давно освоенный космический корабль снабжения орбитальной станции «Салют». Здесь размещались системы управления движением и бортовым комплексом, телеметрического контроля, командной радиосвязи, обеспечения теплового режима, энергопитания, разделения и сброса обтекателей, антенные устройства, система управления научными экспериментами. Все приборы и системы, не выдерживающие вакуума, располагались в герметичном приборно-грузовом отсеке. В отсеке двигательной установки размещались четыре маршевых двигателя, 20 двигателей ориентации и стабилизации и 16 двигателей точной стабилизации, а также баки, трубопроводы и клапаны пневмогидросистемы, обслуживающей двигатели.

На боковых поверхностях двигательной установки размещались солнечные батареи, раскрывающиеся после выхода на орбиту.

В бюро была проделана большая работа по созданию нового крупного головного обтекателя, защищающего функциональный блок от набегающего воздушного потока. Впервые он изготавливался из неметаллического материала — углепластика.

Целевой модуль проектировался и изготавливался заново.

При этом конструкторы ориентировались на максимальное использование уже освоенных узлов и технологий. Например, диаметр и конструкция всех отсеков позволяли использовать существующее технологическое оборудование завода имени Хруничева. Узлы, связывающие ракету-носитель с космическим аппаратом, брались готовыми — те же, что и для «Бурана», как и переходной стыковочный блок, связывающий «Полюс» с Землей на старте. Система отделения «Полюса» от ракеты также повторяла бурановскую.

Так как функциональный модуль по сути являлся уже освоенным ранее космическим аппаратом, для него нужно было соблюсти такие же нагрузки, на которые он рассчитывался при запуске ракетой-носителем «Протон-К». Поэтому из всех вариантов компоновки смогли выбрать лишь такой, при котором блок располагается в головной части «Полюса».



**Боевая станция «Скиф-ДМ» («Полюс») на
ракете-носителе «Энергия»**

А поскольку двигательную установку, находившуюся в функциональном блоке, было невыгодно переносить в кормовую часть, после отделения от ракеты-носителя «Полюс» летит маршевыми двигателями вперед.

Первоначально старт системы «Энергия-Скиф-ДМ» планировался на сентябрь 1986 года. Однако из-за задержки изготовления аппарата, подготовки пусковой установки и других систем космодрома запуск отложили почти на полгода — на 15 мая 1987 года. Лишь в конце января 1987 года аппарат был перевезен из монтажно-испытательного корпуса на 92-й площадке космодрома, где он проходил подготовку, в здание монтажно-заправочного комплекса. Там 3 февраля 1987 года «Скиф-ДМ» был состыкован с ракетой-носителем «Энергия». На следующий день

комплекс вывезли на универсальный комплексный стенд-старт на 250 площадке.

Реально же комплекс «Энергия-Скиф-ДМ» был готов к запуску лишь в конце апреля.

Программа полета орбитальной станции «Скиф-ДМ» включала в себя десять экспериментов: четыре прикладных и шесть геофизических.

Эксперимент «ВП1» был посвящен отработке схемы выведения крупногабаритного космического аппарата по безконтейнерной схеме.

В эксперименте «ВП2» проводились исследования условий выведения крупногабаритного аппарата, элементов его конструкции и систем.

Экспериментальной проверке принципов построения крупногабаритного и сверхтяжелого космического аппарата (унифицированный модуль, системы управления, терморегулирования, электропитания, вопросы электромагнитной совместимости) был посвящен эксперимент «ВП3».

В эксперименте «ВП11» планировалось отработать схему и технологию полета.

Программа геофизических экспериментов «Мираж» была посвящена исследованию влияния продуктов сгорания на верхние слои атмосферы и ионосферы. Эксперимент «Мираж1» («А1») должен был проводиться до высоты 120 километров на этапе выведения; эксперимент «Мираж-2» («А2») — на высотах от 120 до 280 километров при доразгоне; эксперимент «Мираж-3» («А3») — на высотах от 280 до Земли при торможении.

Геофизические эксперименты «ГФ-1/1», «ГФ-1/2» и «ГФ-1/3» планировалось проводить при работе двигательной установки аппарата «Скиф-ДМ».

Эксперимент «ГФ-1/1» был посвящен генерации искусственных внутренних гравитационных волн верхней атмосферы.

Целью эксперимента «ГФ-1/2» было создание искусственного «динамо-эффекта» в земной ионосфере.

Наконец, эксперимент «ГФ-1/3» планировался для создания крупномасштабных ионообразований в ионо- и плазмосферах (дыр и дактов). Для этого «Полюс» оснащался большим количеством (420 килограммов) газовой смеси ксенона с криптоном (42 баллона, каждый емкостью 36 литров) и системой выпуска его в ионосферу.

Запуск комплекса «Энергия-Скиф-ДМ» состоялся 15 мая 1987 года с задержкой на пять часов. Две ступени «Энергии» отработали успешно. Через 460 секунд после старта «СкифДМ» отделился от ракеты-носителя на высоте 110 километров.

Программа испытаний аппарата «Скиф-ДМ» не была реализована полностью из-за досадного сбоя, приведшего к гибели станции (об этом я уже писал в главе 14). Однако и этот полет дал очень много результатов. Прежде всего был получен весь необходимый материал по уточнению нагрузок на орбитальный корабль «Буран» в обеспечение его летных испытаний. При запуске и автономном полете аппарата были выполнены все четыре прикладных эксперимента («ВП-1», «ВП-2», «ВП-3» и «ВП-11»), а также часть геофизических экспериментов («Мираж-1» и частично «ГФ-1/1» и «ГФ-1/3»).

В заключении по итогам пуска говорилось: «...Тем самым общие задачи пуска изделия, определенные задачами пуска, утвержденными МОМ и УНКС, с учетом «Решения» от 13 мая 1987 года по ограничению объема целевых экспериментов, были выполнены по числу решенных задач более чем на 80 %».

Орбитальная станция «Мир-2»

«23 марта 2001 года российская космическая станция «Мир» прекратила свое существование.

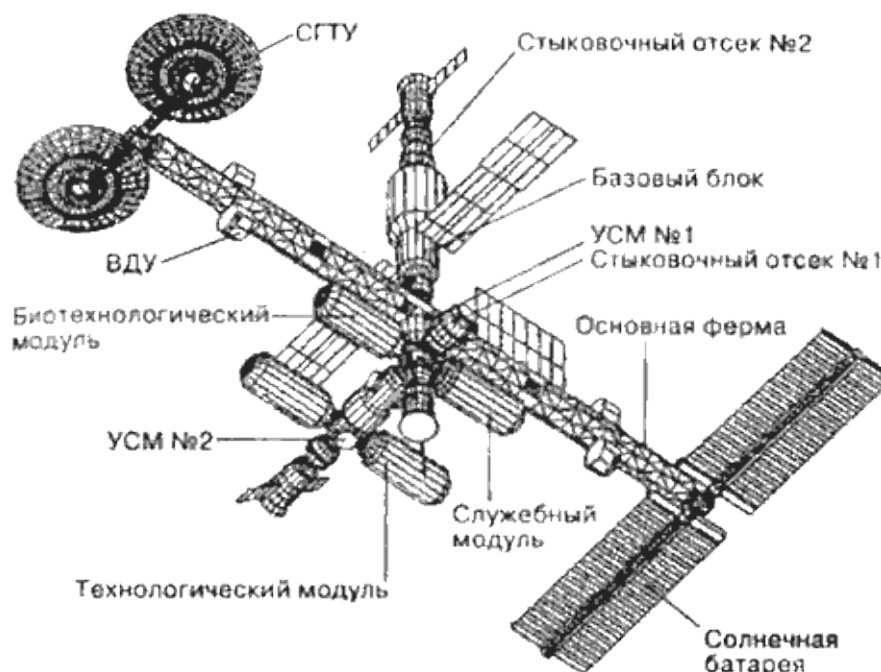
Примерно в 8 часов 45 минут по московскому времени она вошла в плотные слои атмосферы, где начала гореть и разламываться на куски. Обломки станции упали в северозападной части расчетного района затопления станции в южной части Тихого океана».

Разные люди по-разному воспринимают эти сухие строчки сообщения ПРАЙМ-ТАСС. Одни удовлетворены тем, что снята непомерная обуза для российского бюджета; высвободившиеся деньги можно направить в социальный сектор.

Другие, наоборот, переживают гибель станции «Мир», словно смерть ближайшего родственника, и говорят о том, что с потерей единственной национальной орбитальной станции Россия утратила статус космической державы. И те и другие — максималисты, их позиции находятся на противоположных краях спектра, истина же, как ей и положено, находится посередине.

Разумеется, станцию «Мир» следовало затопить.

Во-первых, это была очень старая станция (базовый блок запущен на орбиту 20 февраля 1986 года) и она выработала свой ресурс (расчетный срок эксплуатации — 8 лет).



Орбитальная станция «Мир-2» (вариант 1993 года)

Последние экспедиции на станцию сопровождались чередой аварий, некоторые из которых могли привести к гибели экипажа. Продолжать эксплуатацию «Мира» можно было бы только после серьезного капитального ремонта станции, затраты на который сопоставимы с ее стоимостью.

Во-вторых, не следует забывать, что введение в строй и обслуживание российского сегмента Международной космической станции «МКС» обходится нашей стране в круглую сумму, которая черпается из той же части государственного бюджета, что и все другие космические программы.

Куда более богатые страны (Британия, Германия, Япония) не могут позволить себе иметь отдельную орбитальную станцию — мы же претендовали сразу на две!

С другой стороны, отказ от перспективных космических программ действительно может поставить крест на будущем России. В эпоху высоких технологий побеждает тот, кто сумел сохранить и преумножить научно-технологический задел XX века. Околоземное пространство (включая Луну) становится объектом промышленной эксплуатации, и тот, кто сегодня сумеет закрепиться на этом рубеже, будет процветать завтра. И все же стоит помнить: бюджет не резиновый! В современной ситуации (и вряд ли она изменится в ближайшие двадцать-тридцать лет) у России есть только одна альтернатива: или продолжать участие в развитии «МКС», или

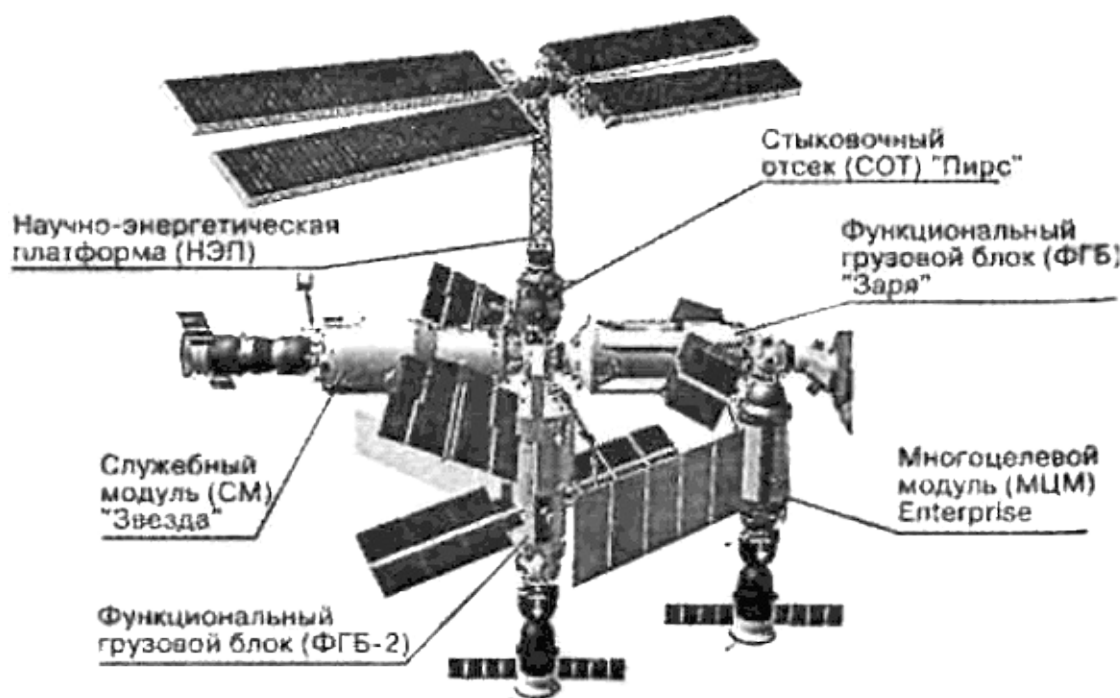
строить станцию «Мир-2».

Скорее всего, руководство страны выберет первое, хотя вторую возможность тоже исключить нельзя. Тем более что различные проекты орбитальной станции «Мир-2» обсуждаются еще с советских времен.

Концепция орбитальной станции «Мир-2» как станции третьего поколения впервые была сформулирована в 1976 году.

Базовым блоком, как и в предыдущем случае, должна была служить станция «ДОС» (условно — № 8).

Первоначально станция «ДОС-8» («Заря») создавалась в качестве дубликата станции «Мир-1», который мог бы заменить основную станцию в случае гибели последней. Базовый блок «Мира-2» был закончен в феврале 1985 года, а главное оборудование было смонтировано к октябрю 1986 года.



Российский сегмент Международной космической станции (конечный вид)

Со временем станция выросла. 14 декабря 1987 года ее проект утвердил директор НПО «Энергия» Юрий Семенов, а в январе 1988 года в советской прессе проектируемая станция впервые получила имя «Мир-2».

Долгоживущая орбитальная станция «Мир-2» должна была состоять из следующих блоков: базовый блок «Заря» (запуск ракетой «Протон-К»), 90-тонный орбитальный док (запуск ракетой «Энергия»), фермы и панели солнечных батарей (запуск ракетой «Протон-К»), служебный,

биотехнологический, первый исследовательский, второй исследовательский и технологический модули.

Орбитальный монтаж станции, как ожидалось, должен был начаться не позже 1993 года. В дело, однако, вмешалась политика. Отказ советского руководства от планов создания военных баз в околоземном пространстве привел к тому, что в 1989 работы над блоком «Заря» и остальными модулями были приостановлены.

В 1991 году руководство НПО «Энергия» выдвинуло проект облегченной станции «Мир-2», которая заменила базовый блок «Мира-1». Другие модули также со временем можно было заменить на новые с помощью орбитального корабля «Буран». Полный монтаж станции «Мир-2» в этом случае мог быть закончен к 2000 году.

Невзирая на сложную экономическую и политическую ситуацию в стране, Совет главных конструкторов, собравшийся 24 ноября 1992 года, вновь пересмотрел проект «Мира-2», вернувшись к первоначальному варианту строительства совершенно новой станции.

В то же самое время руководство НПО «Энергия» понимало, что Россия не сможет профинансировать этот проект в полном объеме. Поэтому 15 марта 1993 года генеральный директор Юрий Коптев и генеральный конструктор НПО «Энергия» Юрий Семенов обратились к директору НАСА Голдину с предложением о создании Международной космической станции. А уже 2 сентября 1993 года Председатель Правительства Российской Федерации Виктор Черномырдин и вице-президент США Альберт Гор подписали «Совместное заявление о сотрудничестве в космосе», предусматривающее в том числе создание международной станции на основе задела по станциям «Мир-2» и «Фридом».

В российский сегмент «МКС» вошли практически все (за исключением военных) модули, разработанные для станции «Мир»: базовый (функционально-грузовой) блок «Заря», служебный блок «Звезда», корабль «Прогресс М-45», корабль «Союз ТМ», корабль «Прогресс М» и ряд других узлов и блоков, имеющих специальное назначение.

«Мир-2» живет в составе Международной космической станции, но легче ли от этого тем, кто продолжает считать, что с потерей первого «Мира» мы потеряли уважение всего остального мира?.. Прошу прощения за невольный каламбур.

Орбитальные станции «Надежда» и «Русь»

Далеко не все согласны с тем, что у России с 2001 года нет собственной национальной станции. Проекты орбитальных баз, построенных на других принципах, нежели станция «Мир», уже появляются и еще будут появляться.

Например, Центральная научно-исследовательская лаборатория «Астра» Московского авиационного института подготовила проекты легкой (86 тонн) станции «Надежда», сравнимой по возможностям с «Миром» и рассчитанной на орбиты высотой от 375 до 400 километров, и тяжелой станции «Русь» (140,5 тонны), сопоставимой с «МКС».

Принципиальное отличие этих новых станций от всех предыдущих состоит в так называемой «вертикальной компоновке», которая, по утверждению разработчиков, позволит сократить затраты электроэнергии или рабочего тела двигателей маневрирования станции на 70–90 %. Это реализуется только за счет соответствующего расположения крупных модулей, солнечных батарей, выносных штанг и тросовых систем с концевыми грузами. Даже неизбежные возмущения можно будет парировать не работой двигателей, неизбежно сжигающих топливо, а перекачкой его и других жидкостей между неполными баками в разных концах станции или деформацией нежестких конструкций с внутренним трением.

Топливо же потребуется только на этапе начальной ориентации.

Высота орбиты минимального грузопотока определяется наименьшими затратами топлива для выведения станции, поддержания ее на этой орбите и расходами горючего для грузовиков, поднимающихся на эту орбиту с опорной (180–250 километров), с учетом разброса плотности атмосферы.

Для комплекса «Мир» и кораблей «Союз-ТМ» и «Прогресс» эта высота составляла 420–440 километров. Но если применять «Прогрессы» с электрическими ракетными двигателями, расход рабочего тела на такой перелет будет в пять раз меньше, чем для нынешних штатных двигателей.

Соответствующую экономию даст и переход на использование таких двигателей для ориентации и коррекции.

Другим средством малозатратного маневрирования являются механические и электромеханические тросовые устройства, активно разрабатываемые в последнее десятилетие и обеспечивающие как

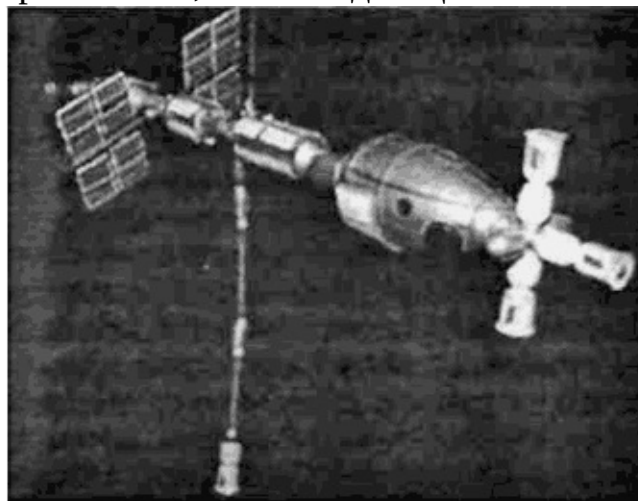
стыковку, так и необходимые инерционные характеристики при вращении станции вокруг ее центра масс. Мало того, они же, двигаясь в магнитном поле Земли, позволяют превращать механическую энергию движения станции в электрическую и наоборот.

В электропроводящем, вертикально ориентированном десятикилометровом тросе, летящем по круговой орбите высотой 420 километров и наклоном $51,6^\circ$ (орбита станции «Мир»), наводится электродвижущая сила 1200 В, что позволяет снимать с него электрическую мощность 5 кВт. При этом на конструкцию действует тормозящая сила величиной в 1,2 Ньютона, способная за один виток уменьшить высоту орбиты 400-тонной станции на 30 метров. Если же подать на тот же проводник ток в противоположном направлении (от солнечных батарей мощностью 16 кВт), то возникнет разгоняющая сила в 1,6 Ньютона, с помощью которой можно не только компенсировать аэродинамическое сопротивление, но и увеличивать высоту орбиты.

Рассмотрим комплекс предложений лаборатории «Астра» на примере малой станции «Надежда».

Самоориентирующаяся в вертикальном положении станция разделена на жилую и технологическую зоны с постоянно обитаемыми и периодически посещаемыми отсеками.

Модули в основном создаются на базе уже отработанных конструкций орбитально-бытового отсека корабля «Союз» и функционально-грузового блока транспортного корабля снабжения. Последние — наиболее тяжелые, массой до 20 тонн — могут выводиться на околоземную орбиту либо заслуженными «Протонами», либо создающейся сейчас ракетой «Ангара».



Модель российской орбитальной станции «Надежда»

Модули «Надежды» расположены линейно, один за другим.

Для перемещения людей и грузов предусмотрен сквозной внутренний коридор, при необходимости перекрываемый герметичными люками, а снаружи — «тропа космонавтов», монорельс с передвигающейся по нему кареткой.

В передней части станции должны разместиться стыковочные узлы для кораблей типа «Союз». За ними находится базовый биологический модуль весом 20–23 тонны и диаметром 9 метров, собираемый на орбите, на базе жесткого корпуса из надувных и трансформируемых конструкций.

Здесь персонал станции будет жить и работать, отсюда же управлять оборудованием в посещаемых отсеках. В жестком корпусе предусмотрено радиационное убежище, в котором космонавты укроются от солнечных вспышек. Здесь же размещены «спасательные шлюпки» — спускаемые аппараты, на которых обитатели «Надежды» смогут вернуться на Землю в случае серьезной аварии.

За биологическим модулем следуют технологический (для «сверхчистого» производства на орбите) и два оптических: один — для астрономических исследований, другой — для дистанционного зондирования Земли. Между ними, на специальном энергетическом модуле, расположены панели солнечных батарей.

На стыке технологического и астрофизического модулей закреплена тросовая система, обеспечивающая гравитационную стабилизацию станции. Причем один из «концов» представляет собой не трос, а гибкий тоннель, по которому космонавт может пройти в «груз» — кабину. Силовыми приводами тоннель изгибается, поднося кабину к нужной точке станции для осмотра и обслуживания.

На корме станции, за оптическим модулем, имеется второй стыковочный отсек, на который могут швартоваться пилотируемые «Союзы» и автоматические «Прогрессы».

Разработчики «Надежды» утверждают, что за 2–3 года при затрате весьма скромных средств (1–2 % от намеченных расходов на «МКС», а это 2,7 миллиарда долларов только в 2001 году) Россия получит свою национальную орбитальную станцию, и это даст ей возможность вернуться на передовые позиции в космосе.

Европейский проект орбитальной станции

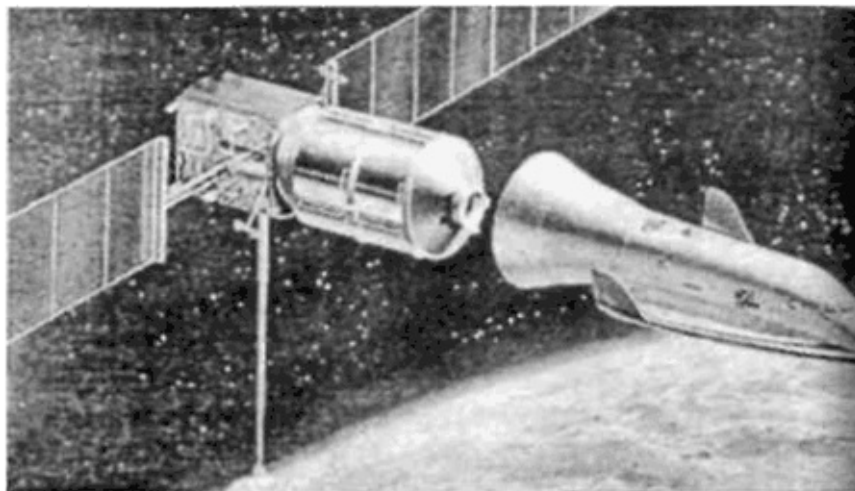
Проект собственной (независимой от Америки и России) орбитальной станции неоднократно обсуждался и в Европе.

Дело в том, что с середины 70-х годов Европейское Космическое агентство (ЕСА) стало играть все более важную роль в освоении космического пространства. В частности, была создана трехступенчатая ракета-носитель «Ариан» («Ariane»), которая быстро доказала свою конкурентоспособность на рынке космических запусков. Затем, именно ЕСА проектировало и создавало для НАСА лабораторный модуль «Спейслэб» («Spacelab»), вмещающийся в грузовой отсек «Спейс Шаттла» и предназначенный для проведения исследований и экспериментов на околоземной орбите.

Неудивительно поэтому, что в начале 80-х две европейские фирмы «МББ» и «Алиталия» («MBB» и «Alitalia»), создававшие «Спейслэб», начали разработку Европейской орбитальной станции. Программа получила название «Колумбус» («Columbus») и включала в себя не только создание обитаемой орбитальной станции и спутниковой группировки, но и транспортного корабля снабжения. Станция должна была состоять из нескольких доработанных модулей «Спейслэб» и унифицированных космических платформ. Ее стоимость оценивалась 1,75 миллиарда долларов.

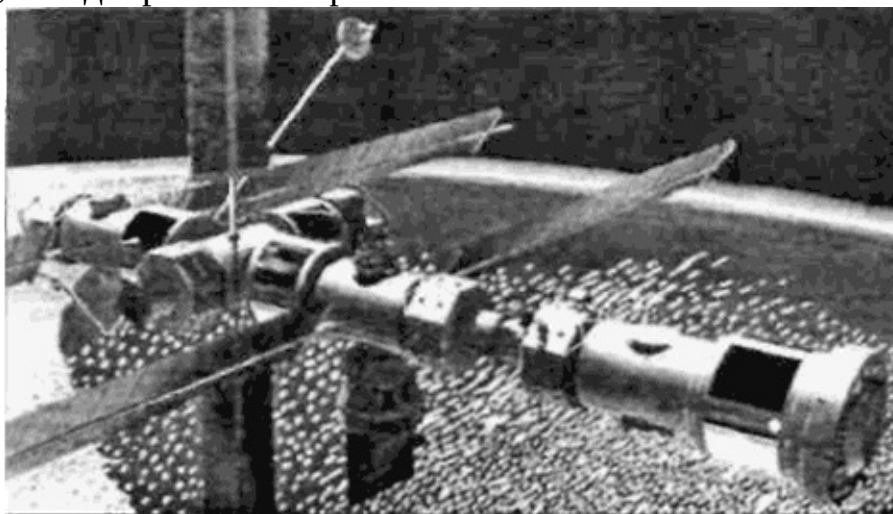
В это время президент Рональд Рейган призвал европейские страны присоединиться к строительству станции «Фридом», что изменило направленность программы «Колумбус», переориентировав ее на создание одноименного модуля в составе международной станции.

В апреле 1986 года «Алиталия» выдвинула проект создания независимой «свободнолетающей» научно-исследовательской платформы «МТФФ» («MTFF» — сокращение от «ManTended Free Flying platform»), которую смогли бы посещать европейские астронавты, отправляясь прямо со станции «Фридом» на космическом корабле «Гермес».



Космический корабль «Hermes» в комплексе с европейской свободнолетающей орбитальной платформой «Columbus MTFF»

В 1986 году строительство платформы «МТФФ» оценивалось в 160180 миллионов долларов в дополнение к 1,6–1,8 миллиарда, которые ЕСА планировало потратить на европейский сегмент «Фридом». Американцы с неохотой, но одобрили этот проект.



Британский проект Европейской орбитальной станции (концепция 1990 года)

В 1991 году программа создания европейского сегмента была серьезно пересмотрена, и некоторые проекты пошли под сокращение. В частности, из программы развития были вычеркнуты французский корабль «Гермес» и, соответственно, немецко-итальянская свободнолетающая платформа «МТФФ».

Когда программа строительства станции «Фридом» зашла в тупик, Британское аэро-космическое объединение «БАЕ» («BAe», «British Aerospace Ltd.») выдвинуло свой, альтернативный, проект Европейской

космической станции.

В отличие от проекта «Колумбус», эта станция собиралась из модулей, каждый из которых представлял собой отдельный космический корабль, имеющий свою систему управления, свою двигательную установку и свои солнечные батареи, — схема напоминает принцип организации, использованный на советских станциях типа «Салют» и «Мир».

В качестве средства выведения модулей рассматривалась ракета-носитель «Ариан-5».

Однако и этот проект был в конечном итоге поглощен работой над «МКС».

Космический туризм

В настоящее время одним из перспективных направлений создания орбитальных станций считается строительство туристских космических баз.

Когда я пишу эти строки, информационные агентства всего мира сообщают, что из космоса вернулся второй (после Денниса Тито) космический турист — южноафриканский программист-миллионер Марк Шаттлворт. В настоящее время космические туристы летают на Международную космическую станцию, используя свободное место на кораблях «Союз ТМ», которые служат спасательными и нуждаются в периодической замене (их ресурс составляет всего лишь 180 суток). Однако подобные полеты вызывают серьезные возражения у стран-участниц программы «МКС», ведь неизвестно, как поведет себя взятый со стороны турист и не создаст ли он проблем для работников станции. Поэтому становится актуальной проблема создания на орбите базы, нацеленной именно на туризм.

Так, американская компания «Спейс Айленд Груп» («Space Island Group») рассчитывает слить воедино индустрию, коммерцию и туризм, начав в 2004 году строительство первой из серии частных орбитальных станций для отдыха. Они предложат туристам такие развлечения, как танцы и занятия спортом в частичной невесомости, дистанционно управляемые космические прогулки с «орбитальной медитацией» и возможностью «зарядиться энергией прямо от звезд».

Главным конструктивным блоком коммерческих космических станций станет топливный бак, используемый кораблями «Спейс Шаттл». Сейчас отработанные баки остаются в космосе и со временем входят в плотные слои атмосферы, сгорая в ней. Однако в 70-е годы, когда разрабатывалась программа «Шаттл», их предполагалось использовать в качестве строительных блоков для космических станций.

Минимально модифицировав эти баки, их можно снабдить причалами, позволяющими переходить из одного блока в другой. Космонавты подготовят интерьер, сделав эти модули жилыми, и из пустых баков образуется ряд космических станций.

«Спейс Айленд Груп» рассматривает несколько разных способов превращения отработанных топливных баков в жилые модули. Первая конструкция, названная «Джеоуд» («Geode»), превращает бак в

многоэтажную башню со спальнями, рабочими кабинетами и складами. «Geode» могла бы стать базовой станцией и хранилищем топлива для больших станций, которые будут называться «Спейс Айленд». Эти станции состояли из 12–16 баков, образующих тор с одним или более баками в центре.

Предполагается, что 99,5 % воздуха, пищи и воды на станциях можно будет утилизировать, а большую часть продуктов — выращивать и производить прямо на месте. В меню космического отеля, вероятно, будут преобладать куриные и рыбные блюда, а вот говядину и свинину придется привозить с Земли.

Круглые станции будут вращаться со скоростью один оборот в минуту, что создаст искусственную силу тяжести примерно в одну треть земной. Этого достаточно, чтобы преодолеть негативное влияние невесомости и испытать новые ощущения. Партнеры по танцам смогут, избавившись от значительной части земного веса, насладиться необыкновенной легкостью в движениях. А представьте себе, что смогут вытворять гимнасты на брусках при пониженной гравитации!

Хотя в этих условиях, вероятно, возникнут новые виды спорта. Астронавт Баз Олдрин (второй человек, ступивший на поверхность Луны) смотрит на эту проблему еще шире и дальше, планируя создать цепь космических отелей, курсирующих между Землей и Марсом. В проекте Олдрина участвуют специалисты Массачусетского Технологического института, Университета Пурду и Университета Техаса.

В течение 20 лет три специальных космических корабля, перевозящие по 50 пассажиров за один рейс, наладят постоянное транспортное сообщение между двумя планетами и доставят необходимые материалы для основания и жизни марсианской колонии или организации первичных туров.

Для снижения стоимости восьмимесячного путешествия в качестве движущей силы для космических челноков будет использоваться гравитация солнца, планет и их спутников.

Расчетами занимается группа Джеймса Лонгуски, профессора Аэронавтики и Астронавтики Университета Пурду в Индианаполисе. По его словам, однажды «запущенный» отель будет двигаться почти по инерции. Естественно, для торможения и ускорения будут использоваться имеющиеся на сегодняшний день виды топлива, однако основная нагрузка ляжет на гравитационные взаимодействия.

Однако и российские космические корпорации не хотят упустить своего. 24 августа 2001 года Росавиакосмос, РКК «Энергия» имени

Королева и компания «МирКорп» («MirCorp») подписали решение, дающее право «МирКорп» искать инвесторов и заказчиков, а РКК «Энергия» — вести разработку коммерческой посещаемой орбитальной станции под условным названием «Мини Стейшн 1» («Mini Station 1»). Подписи под решением поставили генеральный директор Росавиакосмоса Юрий Коптев, президент и генеральный конструктор РКК «Энергия» Юрий Семенов и президент «МирКорп» Джеффри Манбер. Главная цель строительства станции — осуществление коммерческих полетов в космос и проведение экспериментов по заказу государственных организаций и частных фирм.

В «Энергии» еще с начала 70-х годов прорабатывалась концепция автономных модулей, периодически пристыковывающихся к базе-станции для обслуживания, ремонта и установки новой аппаратуры. Прототипами «Мини Стейшен 1» стали проекты таких модулей, создаваемых для орбитальной станции «19К». Из большого числа этих проектов до стадии летно-конструкторских испытаний был доведен лишь автономный астрофизический модуль «19К-А30» («Гамма»).

«МирКорп» планирует создавать станцию совместно с Росавиакосмосом, с НАСА, ЕСА и другими партнерами по «МКС». На сегодняшний момент обсуждаются эскизные проекты компоновки станции.

«Мини Стейшен 1» включает в себя базовый модуль, транспортные корабли «Союз ТМА» и грузовые корабли «Прогресс М1».

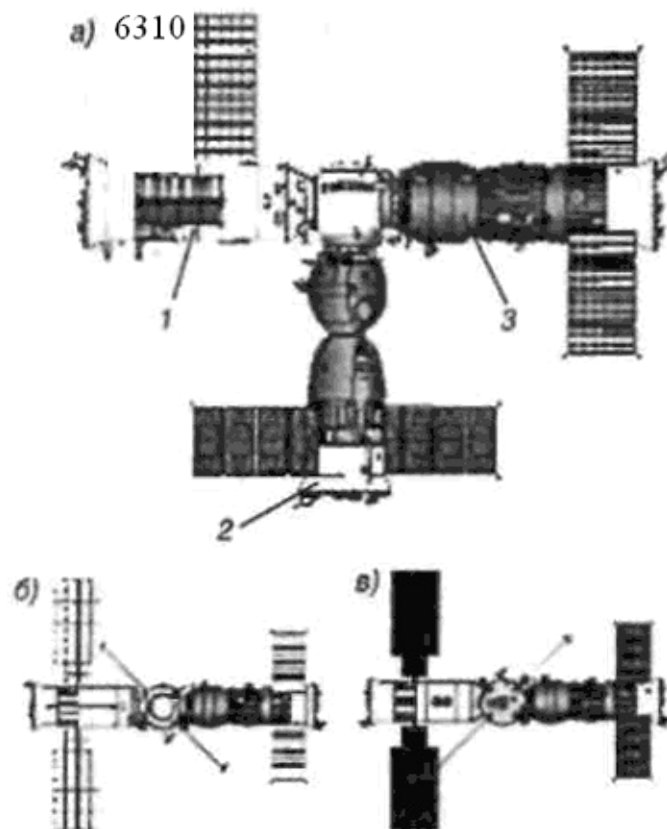
Базовый модуль предполагается запускать на одной из модификаций ракеты «Союз» с космодрома Байконур. В связи с тем, что еще не принято, на какой ракете и с каким обтекателем будет запущен модуль, не ясны и его геометрические размеры, а также массовые характеристики. Диаметр может изменяться от 2,72 до 3,4 метра, масса — от 7 до 10 тонн. Планируется, что рабочий ресурс составит 15 лет, и станция сможет принимать экспедиции длительностью до 20 суток.

Станция будет иметь возможность длительного автономного полета. Для поддержания ее работоспособности понадобится лишь один пилотируемый «Союз ТМА» и один «Прогресс М1» в год.

Вероятнее всего, цилиндрическую часть базового модуля создадут на основе вдвое укороченного герметичного отсека коммерческого модуля «Энтерпрайз» («Enterprise»), который вскоре войдет в состав «МКС». Аналог переходного отсека, видимо, будет близок к аналогичному отсеку служебного модуля «Звезда». На его сферической части установят осевой и боковой стыковочные узлы. Отсек может использоваться в качестве шлюзовой камеры. Для этого вместо верхнего (зенитного) стыковочного узла будет стоять крышка для выходов в открытый космос. На конической

части переходного отсека, соединяющей «шарик» с жилым отсеком, предусмотрены места крепления научной аппаратуры, рассчитанной на работу в условиях открытого космоса.

Для расширения возможностей станции предлагается поставить ориентируемые, а не жестко закрепленные солнечные батареи. Они аналогичны панелям служебного модуля «Звезда», при запуске укладываются вдоль корпуса, а на орбите разворачиваются в рабочее положение. Их площадь по сравнению с батареями кораблей «Союз» и «Прогресс» будет увеличена почти в 2,5 раза, что позволит устанавливать на «Мини Стейшен 1» целевую аппаратуру с большим энергопотреблением



Один из прорабатываемых вариантов орбитальной станции для туристов: а) вид сбоку (солнечные батареи показаны в сложенном положении, как при запуске); б) вид сверху; в) вид снизу (солнечные батареи в развернутом положении). 1 - орбитальный блок, 2 - корабль «Союз ТМА»; 3 - корабль «Прогресс М1»

Станцию планируется вывести на орбиту «МКС». Первоначально, по словам Юрия Семенова, предполагалось, что станция сможет совершать как самостоятельный полет, так и пристыковываться к российскому сегменту «МКС». Однако для этого понадобился бы активный стыковочный узел. Его установка сильно осложняла конфигурацию малой

станции, увеличивала массу и, главное, лишала возможности стыковать «Прогрессы» на осевой узел. Близкая к «МКС» орбита позволила бы вдвое сократить число изготавливаемых кораблей «Союз». Совмещение орбит позволяет организовывать одновременно посещение «Мини Стейшен» и замену кораблей-спасателей на «МКС». Для этого «Союз» сначала будет пристыковываться к частной станции, оставаться там две или три недели, а затем осуществлять перелет и стыковку к «МКС». Экипаж посещения оставит свой корабль основному экипажу станции, а свои ложементы перенесет в старый корабль-спасатель, на котором вернется на Землю. Пересменка займет всего один-два дня и не мешает экипажу «МКС» в его работе.

Запуск «Мини Стейшен 1» на орбиту при наличии инвесторов в необходимом объеме возможен уже через пять лет.

Должностные лица «МирКорп» не объявили стоимость создания станции, однако некоторые космические издания оценивают ее в 100 миллионов долларов.

Космический туризм как новое явление в нашей жизни вызывает противоречивые отклики у профессионалов. Некоторые даже считают, что такой туризм следует запретить, поскольку занятие космическим извозом миллионеров «позорит нашу державу». Мне же представляется, что это еще одна (и хорошая) возможность поддержать «на плаву» российскую пилотируемую космонавтику, которая в настоящее время занимается исключительно обслуживанием «МКС». Тем из профессионалов, кто сомневается в «чистоплотности» космического туризма, советую перечитать на досуге труды пионеров ракетостроения. Циолковский, Цандер и Королев проложили дорогу в космос не для того, чтобы по ней перемещались гордые одиночки, — космос принадлежит всем.

Орбитальные города О'Нейла

Прогнозы, высказываемые относительно будущего взаимодействия человечества с остальной частью Солнечной системы, чаще всего состоят в том, что оно будет использовать окружающее космическое пространство в основном тем же способом, который практиковался на Земле. Иными словами, земляне попытаются добывать полезные ископаемые, строить жилые дома, учреждения и стадионы, производить различные изделия на благо людям и путешествовать.

Страстный последователь идеи заселения космоса Дж. О'Нейл из Принстонского университета предложил несколько интереснейших проектов создания крупных космических поселений в ближнем и дальнем космосе. О'Нейл утверждает, что через несколько десятилетий материалы, добытые на Луне, с помощью ускорителей будут транспортироваться в межпланетное пространство и использоваться для постройки огромных космических колоний.

Вот как выглядит космическая колония по О'Нейлу. Система из двух цилиндров диаметром около 7,5 километра находится в непрерывном вращении, что обеспечивает искусственную силу тяжести, равную земной. Внутри станции и на агрокольцах будут выращиваться овощи, фрукты, будет развиваться животноводство. Там же размещены различные промышленные предприятия. Космическая колония станет автономной системой. На ней смогут разместиться от 10 тысяч до 20 миллионов человек. Последняя цифра — экологический предел (при этом люди будут жить в высокоэтажных домах и мечтать, как шутливо отмечает О'Нейл, о приусадебном участке: все сельское хозяйство будет перенесено в агрокомплексы).

Стоимость такой космической колонии оценивается учеными Принстонского университета в 100 миллиардов долларов, срок сооружения — от 15 до 20 лет.

Разумеется, О'Нейл и его коллеги понимают, что строительство подобных колоний — дело далекого будущего. Поэтому на первом этапе Принстонская группа предлагает построить две «вечные» станции в либрационных точках орбиты Луны (на 120 градусов от нее в обе стороны). До тех пор, пока существует система Земля — Луна, эти станции останутся на этих местах — частное решение задачи трех тел, сформулированной Ньютоном и решенной Лагранжем. Станции так и предлагалось назвать:

первую — «Ньютон», вторую — «Лагранж». Эти станции должны были иметь диаметр около 1,5 километра и вмещать до 10 тысяч человек.

Проект был проработан до эскизных чертежей. Прототип представлял собой станцию диаметром 500 метров с силой искусственной тяжести $1/9 g$, численность персонала — 1000 человек. Срок сооружения прототипа — не более 10–12 лет.

Астроинженерные сооружения

Проект О'Нейла нашел свое место в ряду других впечатляющих задумок на будущее.

На сегодняшний день известны четыре проекта крупномасштабных космических поселений, называемых также «астроинженерными сооружениями». Среди них — Кольца и Сфера Циолковского. Они состоят из огромного числа точечных поселений-спутников, которые в первом случае (кольца) вращаются вокруг звезды по замкнутым круговым орбитам, «нанизанные» на них, словно бусинки, во втором же — каждый по собственной, не пересекающейся с другими траектории.

Физик из Принстонской группы Ф. Дайсон предположил, что высокоразвитая цивилизация пожелает употребить вещество одной из планет своей системы на то, чтобы окружить свою звезду оболочкой и более полно использовать ее энергию. В этом случае цивилизация может остаться малочисленной и ограничиться своей родной планетой, но в ее распоряжении окажется колоссальное количество энергии, сосредоточенной в так называемой «Сфере Дайсона».

Следующим проектом является «Раковина Покровского», составленная из нескольких сплошных колец Циолковского.

Плоскости вращения колец устанавливают так, чтобы вместе они перехватывали практически все излучение звезды.

Впрочем, в полноценном космическом поселении необходимо соблюдать еще одно условие. В каждом из его жилых уровней должна быть одинаковая сила тяжести и направленная по нормали к пограничной поверхности уровня.

Поскольку поселения находятся в поле притяжения звезды (а чтобы не упасть на нее — вращаются), то они должны строиться по эквипотенциальным поверхностям гравитационноцентробежного поля. Между прочим, в наших домах на Земле полы тоже настилаются по эквипотенциальным поверхностям, а стены возводятся по перпендикулярным к ним силовым линиям гравитационного поля.

Основываясь на этом соображении, инженер Георгий Поляков из Астрахани разработал еще ряд вариантов астроинженерных сооружений. Эквипотенциальное космическое поселение «Кольцо» похоже на кольцо Циолковского, только немного «продавленное» у экватора. Чтобы перехватить все излучение звезды, на кольцо можно надеть две «шапки»,

оконтуренные силовыми линиями гравитационно-центробежного поля. По ассоциации назовем такое поселение «Фонариком». В оболочке «Фонарика» могут быть отверстия. В этом случае он вполне оправдывает свое название — станет как бы вращающимся маяком, по его свету начнут сверять курс космические корабли.

На размеры эквипотенциальных поселений существенные ограничения накладывают законы сопромата. Даже в том случае, если поселение будет сделано из очень прочного на разрыв материала — алмаза, центробежное ускорение, равное земной силе тяжести, выдержит кольцо радиусом не более 928 километров. Ясно, что звезду таким поселением не окружить. Впрочем, центробежное ускорение можно выбрать и намного меньшим. Тогда и предельный радиус кольца увеличится.

Тем не менее для крупных звезд подобный вид космического поселения, судя по всему, неприемлем. «Кольца» и «Фонарики» могут размещаться только вокруг звезд небольших размеров — красных карликов.

Разумеется, все эти проекты выглядят более чем фантастично.

Гораздо более вероятно, что человечество будет строить космические поселения не вокруг звезд, а возле планет выбранной звездной системы. Попробуем представить, как они могут выглядеть.

Космическое поселение «Снежинка» состоит из большого числа городов-спутников, связанных радиальными транспортными магистралями (которые могут достигать поверхности планеты). «Карусель», наоборот, собрана из городов-спутников, соединенных кольцевыми магистралями. В структуре космического поселения «Ожерелье» имеются и радиальные, и кольцевые связи. Первым этапом создания подобной системы спутников станет «Маятник» — орбитальная станция, которая находится на стационарной орбите и связана с космическим телом (планетой или астероидом) своеобразной лифтовой трубой.

Несомненно, любопытна и «Груша» (ее можно было бы назвать также «Матрешкой»). Она повторяет эквипотенциальную поверхность системы двух астероидов.

Идея астроинженерных сооружений приводит нас к логическому выводу: если где-то существует цивилизация, намного опередившая земную, следовательно, она строит астроинженерные сооружения, которые можно было бы обнаружить обычными методами по определенным признакам.

Например, космические поселения типа «сферы Дайсона» — по мощному инфракрасному излучению от их оболочек.

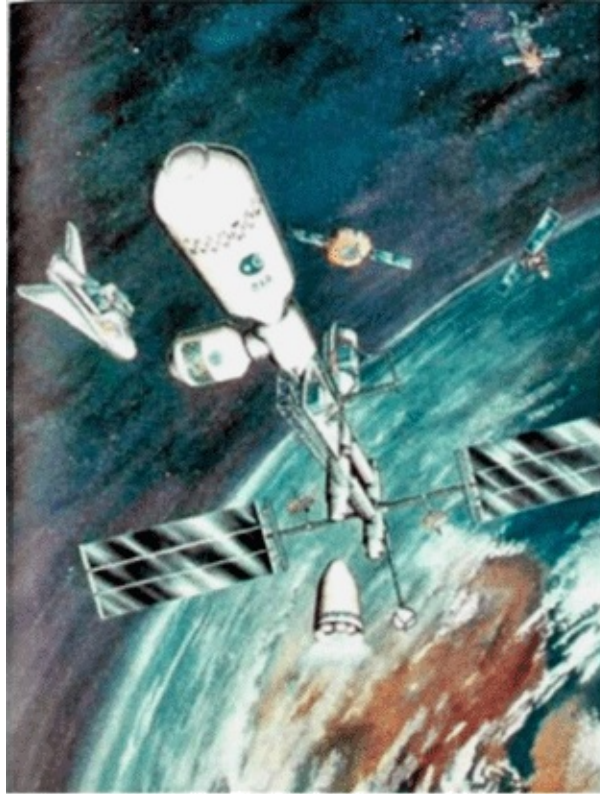
Если космические поселения или какие-либо коллекторы излучения улавливают энергию звезды и таким образом поддерживают температуру своей среды обитания выше абсолютного нуля, скажем на уровне 300°K, характерном для поверхности Земли, то они должны испускать инфракрасное излучение.

Итак, мы вполне можем надеяться зарегистрировать такие цивилизации по инфракрасному излучению их космических поселений. Однако имеется серьезная трудность. Даже беглый обзор инфракрасного излучения неба позволяет без труда выявить несколько инфракрасных источников с температурой около 300°K. При анализе очень быстро выяснилось, что почти все эти источники лежат в областях современного звездообразования. Это оказались формирующиеся звезды, окутанные газопылевым коконом. Как и сфера Дайсона, пылевая оболочка кокона нагревается лучами центрального светила и становится инфракрасным источником с комнатной температурой.

Тем не менее ученые не теряют надежды. Несколько лет назад был запущен американский спутник «IRAS», работавший в инфракрасном диапазоне. Он обнаружил около двухсот тысяч совершенно неизвестных к тому времени инфракрасных объектов.

Специалисты Российского астрокосмического центра (М. Ю. Тимофеев, Н. С. Кардашев и В. Г. Промыслов) проанализировала так называемый «IRAS-каталог» с целью отобрать из него объекты, которые можно было бы интерпретировать как гигантские космические поселения.

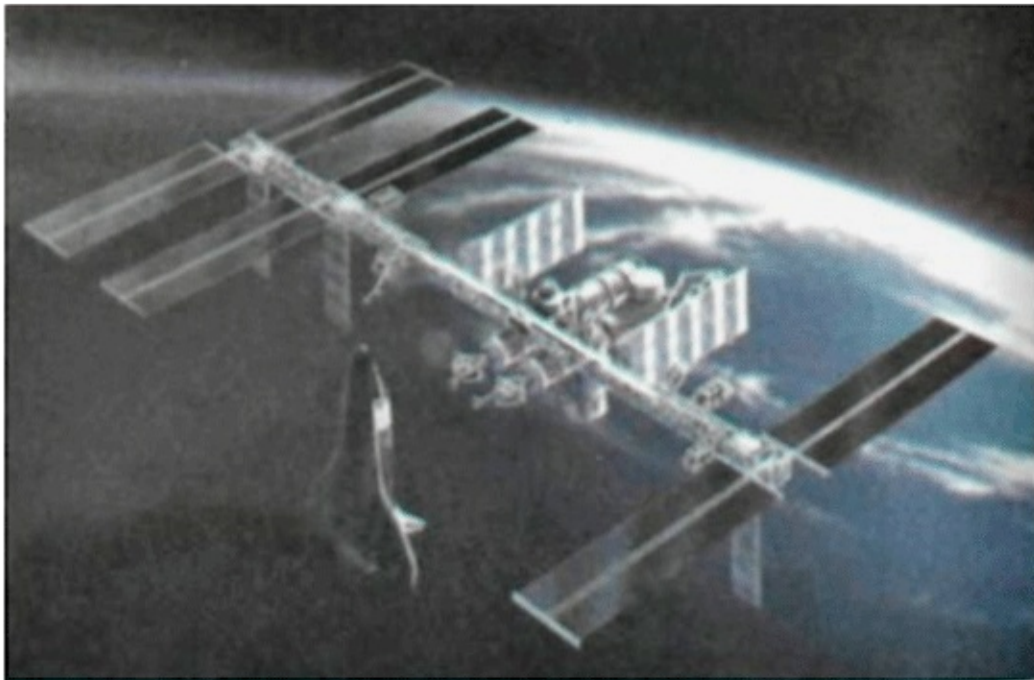
А буквально на днях поступило сообщение: Лаборатория реактивного движения Калифорнийского университета США получила контракт на создание прибора, способного взглянуть на ранние этапы развития Вселенной. Хотя специалисты НАСА предпочитают пока не сообщать подробностей, этот прибор под названием «МИИ» («МИ» — сокращение от «Mid-Infrared Instrument») можно будет использовать и для поиска «сфер Дайсона». «МИИ» будет принимать излучение в средней части инфракрасного диапазона. Поиски внеземных цивилизаций продолжаются...



Орбитальная станция Европейского космического агентства (концепция 1982 года) (к гл. 17)



Европейский лабораторный модуль «Columbus» международной орбитальной станции «Freedom» (к гл. 17)



Международная орбитальная станция «Fred» (к гл. 17)

Глава 18 «ЗВЕЗДНЫЕ ВОЙНЫ»

Для того чтобы построить хотя бы один космический город, подобный описанному О'Нейлом, необходимы усилия всего человечества. Если же Земля поделена на сверхдержавы, борющиеся за мировое господство, вряд ли удастся реализовать даже самый простой из тех масштабных проектов, которые я описал в предыдущей главе. Тем более что всегда хватало и сейчас хватает людей, искренне желающих и сам космос сделать новым полем боя.

Система ПРО: первый этап

Успешный пуск первой советской межконтинентальной баллистической ракеты «Р-7» в августе 1957 года инициировал целый ряд военных программ в обеих державах. Соединенные Штаты сразу после получения разведданных о новой русской ракете начали создание системы воздушно-космической обороны Североамериканского континента и разработку первого противоракетного комплекса «Найк-Зевс», оснащенного антиракетами с ядерными боеголовками (о нем я уже писал в главе 13).

Использование антиракеты с термоядерным зарядом существенно снижало требование по точности наведения.

Предполагалось, что поражающие факторы ядерного взрыва антиракеты позволят обезвредить боевую часть баллистической ракеты, даже если она будет удалена от эпицентра на два-три километра. В 1962 году с целью определения влияния поражающих факторов американцы провели серию испытательных ядерных взрывов на больших высотах, но вскоре работы над системой «Найк-Зевс» были прекращены.

Однако в 1963 году начались разработки системы противоракетной обороны следующего поколения — «Найк-Икс» («Nike-X»). Требовалось создать такой противоракетный комплекс, который был способен обеспечить защиту от советских ракет целого района, а не единичного объекта. Для поражения боеголовок противника на дальних подступах была разработана ракета «Спартан» («Spartan») дальностью полета 650 километров, оснащенная, ядерной боеголовкой мощностью 1 мегатонна. Заряд такой огромной мощности должен был создать в пространстве зону гарантированного поражения нескольких боеголовок и возможных ложных целей.

Испытания этой антиракеты начались в 1968 году и продолжались три года. На случай, если часть боеголовок ракет противника преодолеет пространство, защищаемое ракетами «Спартан», в состав системы ПРО включались комплексы с противоракетами «Спринт» («Sprint») — меньшей дальности. Противоракету «Спринт» предполагалось использовать как главное средство защиты ограниченного числа объектов. Она должна была поражать цели на высотах до 50 километров.

Авторы американских проектов ПРО 60-х годов реальным средством уничтожения боеголовок противника считали только мощные ядерные

заряды. Но изобилие снабженных ими антиракет не гарантировало защиту всех оберегаемых районов, а в случае их использования грозило радиоактивным загрязнением всей территории США.

В 1967 году началась проработка зональной ограниченной системы ПРО «Сентинел» («Sentinel»). В ее комплект входили все те же «Спартан», «Спринт» и две РАС: «PAR» и «MSR». К этому времени в США стала набирать силу концепция противоракетной обороны не городов и промышленных зон, а районов базирования стратегических ядерных сил и Национального центра управления ими. Система «Сентинел» была срочно переименована в «Сейфгард» («Safeguard») и модифицирована в соответствии со спецификой решения новых задач.

Первый комплекс новой системы ПРО (из намеченных двенадцати) был развернут на ракетной базе «Гранд Форкс».

Однако некоторое время спустя решением американского Конгресса и эти работы были прекращены как недостаточно эффективные, а построенный комплекс ПРО законсервирован.

СССР и США сели за стол переговоров об ограничении систем противоракетной обороны, что и привело к заключению Договора о ПРО в 1972 году и подписанию протокола к нему в 1974 году.

Казалось бы, проблема исчерпана. Но не тут-то было...

«Звездные войны»: рождение мифа

23 марта 1983 года президент США Рональд Рейган, выступая с обращением к своим соотечественникам, сказал:

«Я знаю, что все вы хотите мира. Хочу его и я.[...] Я обращаюсь к научному сообществу нашей страны, к тем, кто дал нам ядерное оружие, с призывом направить свои великие таланты на благо человечества и мира во всем мире и дать в наше распоряжение средства, которые сделали бы ядерное оружие бесполезным и устаревшим. Сегодня в соответствии с нашими обязательствами по договору о ПРО и признавая необходимость более тесных консультаций с нашими союзниками, я предпринимаю первый важный шаг.

Я отдаю распоряжение начать всеобъемлющие и энергичные усилия по определению содержания долгосрочной программы научных исследований и разработок, которая положит начало достижению нашей конечной цели устранения угрозы со стороны стратегических ракет с ядерными зарядами.

Это может открыть путь к мерам по ограничению вооружений, которые приведут к полному уничтожению самого этого оружия. Мы не стремимся ни к военному превосходству, ни к политическим преимуществам. Наша единственная цель — и ее разделяет весь народ — поиск путей сокращения опасности ядерной войны».

Далеко не все тогда поняли, что президент переворачивает сложившиеся в течение почти двух десятилетий представления о путях предотвращения ядерной войны и обеспечения стабильного мира, символом и основой которых был Договор по ПРО.

Что же произошло? Что так резко изменило отношение Вашингтона к противоракетной обороне?

Вернемся к 60-м годам. Вот как описывал известный обозреватель американского журнала «Тайм» С. Талбот образ мыслей, которого придерживалось в те годы американское военно-политическое руководство в отношении Договора по ПРО: «В то время некоторым обозревателям достигнутое соглашение представлялось несколько странным. В самом деле, две сверхдержавы принимали торжественное обязательство не оборонять самих себя. В действительности, однако, они уменьшали возможность нападения друг на друга. Договор по ПРО был важным достижением. [...] Если одна из сторон в состоянии защитить себя от

угрозы ядерного удара, она получает стимул к распространению своего геополитического веса на другие районы, а противная сторона оказывается вынужденной создавать новые, лучшие образцы наступательных вооружений и одновременно заниматься совершенствованием своей обороны. Поэтому распространение оборонительных вооружений — такое же проклятие для контроля над вооружениями, как и распространение наступательного оружия. [...] ПРО является «дестабилизирующей» по ряду причин: она стимулирует соревнование в области оборонительных вооружений, причем каждая из сторон стремится сравняться, а может быть, и превзойти другую сторону в области ПРО; она стимулирует соревнование в области наступательных вооружений, причем каждая из сторон стремится получить возможность «преодолеть» систему ПРО другой стороны; ПРО, наконец, может привести к иллюзорному или даже реальному общему стратегическому превосходству».

Талбот не был военным специалистом, иначе он не упустил бы еще одного соображения, которым руководствовались стороны, принимая решение об ограничении систем ПРО.

Какой бы сильной ни была ПРО, она не может стать абсолютно непроницаемой. Реально ПРО рассчитывается на определенное число запущенных другой стороной боеголовок и ложных целей. Поэтому ПРО более эффективна против ответного удара другой стороны, когда значительная, а может быть, и подавляющая часть стратегических ядерных сил противника уже уничтожена в результате первого разоружающего удара. Таким образом, при наличии крупных систем ПРО у каждой из противостоящих сторон в случае накала конфронтации появляется дополнительный стимул начать ядерное нападение первой.

Наконец, новый виток гонки вооружений — это новые обременительные расходы ресурсов, которых у человечества становится все меньше.

Вряд ли лица, готовившие выступление Рональда Рейгана 23 марта 1983 года, не проанализировали все негативные последствия заявленной программы. Что же подталкивало их к столь неразумному решению? Говорят, что инициатором программы «Стратегическая оборонная инициатива» («СОИ», «Strategic Defense Initiative») является главный создатель американской термоядерной бомбы Теллер, который был знаком с Рейганом еще с середины 60-х годов и всегда был противником Договора по ПРО и любых соглашений, ограничивающих возможность США наращивать и совершенствовать свой военно-стратегический потенциал.

На состоявшейся встрече с Рейганом Теллер говорил не только от

своего имени. Он опирался на мощную поддержку военно-промышленного комплекса США. Опасения, что программа «СОИ» может инициировать подобную советскую программу, отвергались: СССР будет трудно принять новый американский вызов, особенно в условиях уже наметившихся экономических трудностей. Если же Советский Союз все же решится на такое, то, как рассуждал Теллер, он, скорее всего, будет ограниченным, и США смогут приобрести столь желаемое военное превосходство. Конечно, «СОИ» вряд ли обеспечит полную безнаказанность США в случае советского ответного ядерного удара, но она придаст Вашингтону дополнительную уверенность при проведении военнополитических акций за рубежом. Политики же видели в этом и другой аспект — создание для экономики СССР новых колоссальных нагрузок, которые еще более осложнят все нарастающие социальные проблемы и снизят привлекательность идей социализма для развивающихся стран. Игра казалась заманчивой.

Речь президента была приурочена ко времени дебатов в конгрессе по военному бюджету на следующий финансовый год. Как подметил спикер палаты представителей О'Нил, она касалась вовсе не национальной безопасности, а военного бюджета. Сенатор Кеннеди назвал речь «безрассудными планами звездных войн». (Кажется, что сенатор попал в точку: с тех пор в США речь Рейгана иначе как «планом звездных войн» никто не называл. Рассказывают такой курьезный случай, который произошел на одной из пресс-конференций в Центре иностранной прессы в Национальном клубе печати в Вашингтоне: ведущий, представлявший репортерам генерал-лейтенанта Абрахамсона (директора Организации по осуществлению «СОИ»), пошутил: «Тот, кто, задавая вопрос генералу, избежит употребления слов «звездные войны», получит приз».

Претендентов на приз не оказалось — все предпочитали вместо «СОИ» говорить «Программа звездных войн».) Тем не менее в начале июня 1983 года Рейган учредил три экспертные комиссии, которые должны были дать оценку технической осуществимости высказанной им идеи. Из подготовленных материалов наиболее известен доклад комиссии Флетчера. Она пришла к выводу, что, несмотря на крупные нерешенные технические проблемы, достижения последних двадцати лет в области техники применительно к проблеме создания ПРО выглядят многообещающе. Комиссия предложила схему эшелонированной оборонительной системы, основанной на новейших военных технологиях. Каждый эшелон этой системы предназначен для перехвата боеголовок ракет на различных этапах их полета. Комиссия рекомендовала начать программу исследований и

разработок с целью завершить их в начале 90-х годов демонстрацией основных технологий ПРО.

Затем, основываясь на полученных результатах, принять решение о продолжении или закрытии работ по созданию широкомасштабной системы защиты от баллистических ракет.

Следующим шагом на пути реализации «СОИ» стала появившаяся в конце 1983 года президентская директива № 119. Она положила начало научным исследованиям и разработкам, которые дали бы ответ на вопрос, можно ли создать новые системы оружия космического базирования или какие-либо другие оборонительные средства, способные отразить ядерное нападение на США.

Программа «СОИ»

Как очень быстро выяснилось, ассигнования на «СОИ», предусмотренные бюджетом, не могли обеспечить успешного решения грандиозных задач, поставленных перед программой. Не случайно многие эксперты оценивали реальные расходы на программу в течение всего срока ее реализации в сотни миллиардов долларов. По оценке сенатора Преслера, «СОИ» — это программа, требующая для своего завершения расходов в сумме от 500 миллиардов до 1 триллиона долларов (!). Американский экономист Перло называл еще более значительную сумму — 3 триллиона долларов (!!!).

Однако уже в апреле 1984 года свою деятельность начала Организация по осуществлению стратегической оборонной инициативы (ООСОИ). Она представляла собой центральный аппарат крупного научно-исследовательского проекта, в котором, помимо организации министерства обороны, участвовали организации гражданских министерств и ведомств, а также учебных заведений. В составе центрального аппарата ООСОИ было занято около 100 человек. Как орган программного управления ООСОИ отвечала за разработку целей научно-исследовательских программ и проектов, контролировала подготовку и исполнение бюджета, выбирала исполнителей конкретных работ, поддерживала повседневные контакты с аппаратом президента США, Конгрессом, другими органами исполнительной и законодательной власти.

На первом этапе работ над программой главные усилия ООСОИ были сосредоточены на координации деятельности многочисленных участников исследовательских проектов по проблематике, разбитой на такие важнейшие пять групп: создание средств наблюдения, захвата и сопровождения целей; создание технических средств, использующих эффект направленной энергии, для последующего включения их в системы перехвата; создание технических средств, использующих эффект кинетической энергии для дальнейшего включения их в системы перехвата; анализ теоретических концепций, на базе которых будут создаваться конкретные системы оружия и средства управления ими; обеспечение эксплуатации системы и повышение ее эффективности (повышение поражающей способности, защищенности компонентов системы, энергоснабжение и материально-техническое обеспечение всей системы).

Как же выглядела программа «СОИ» в первом приближении?

Критерии эффективности после двух-трех лет работ по программе «СОИ» официально формулировались следующим образом.

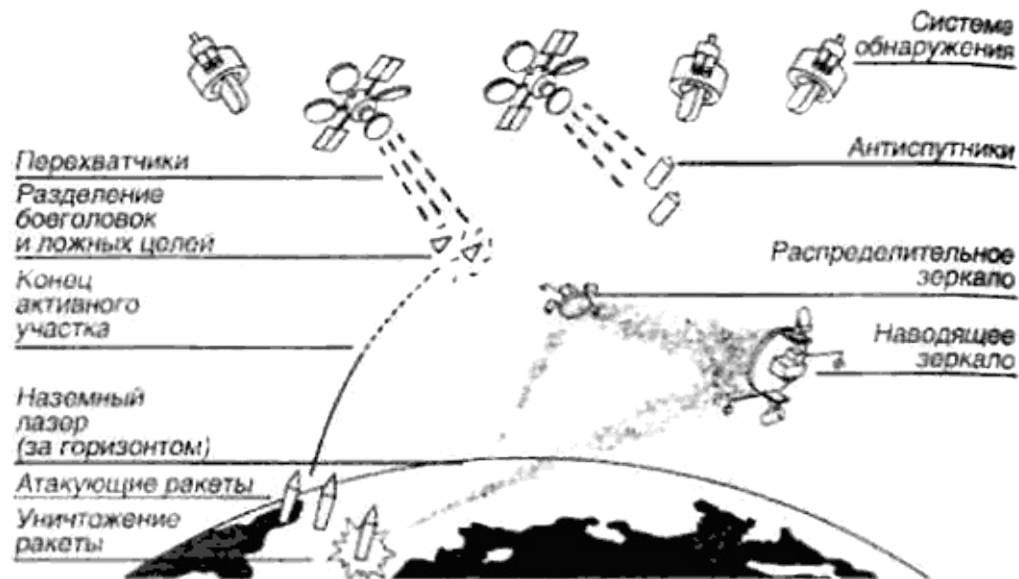
Во-первых, оборона против баллистических ракет должна быть способна уничтожить достаточную часть наступательных сил агрессора, с тем чтобы лишить его уверенности в достижении своих целей.

Во-вторых, оборонительные системы в достаточной степени должны выполнять свою задачу даже в условиях нанесения по ним ряда серьезных ударов, то есть обладать достаточной живучестью.

В-третьих, оборонительные системы должны подорвать веру у вероятного противника в возможность их преодоления за счет наращивания дополнительных наступательных вооружений.

Стратегия программы «СОИ» предусматривала капиталовложения в технологическую базу, которая могла бы обеспечить принятие решения о вступлении в фазу полномасштабной разработки «СОИ» первого этапа и подготовить основу для вступления в фазу концептуальной разработки последующего этапа системы. Такое распределение по этапам, сформулированное только через несколько лет после обнародования программы, имело целью создать основу для наращивания первичных оборонительных возможностей с внедрением в дальнейшем перспективных технологий, таких как оружие направленной энергии, хотя первоначально авторы проекта считали возможным с самого начала реализовывать самые экзотические проекты.

Тем не менее во второй половине 80-х годов в качестве элементов системы первой очереди рассматривались такие, как космическая система обнаружения и сопровождения баллистических ракет на активном участке траектории их полета; космическая система обнаружения и сопровождения головных частей, боеголовок и ложных целей; наземная система обнаружения и сопровождения; перехватчики космического базирования, обеспечивающие поражение ракет, головных частей и их боеголовок; противоракеты заатмосферного перехвата баллистических целей («ERIS»); система боевого управления и связи.



Один из вариантов поражения МБР на активном участке траектории

В качестве основных элементов системы на последующих этапах рассматривались следующие: пучковое оружие космического базирования, основанное на использовании нейтральных частиц; противоракеты для перехвата целей в верхних слоях атмосферы («HEDI»); бортовая оптическая система, обеспечивающая обнаружение и сопровождение целей на среднем и конечном участках траекторий их полета; наземная РАС («GBR»), рассматриваемая в качестве дополнительного средства для обнаружения и сопровождения целей на конечном участке траектории их полета; лазерная установка космического базирования, предназначенная для выведения из строя баллистических ракет и противоспутниковых систем; пушка наземного базирования с разгоном снаряда до гиперзвуковых скоростей («HVG»); наземная лазерная установка для поражения баллистических ракет.

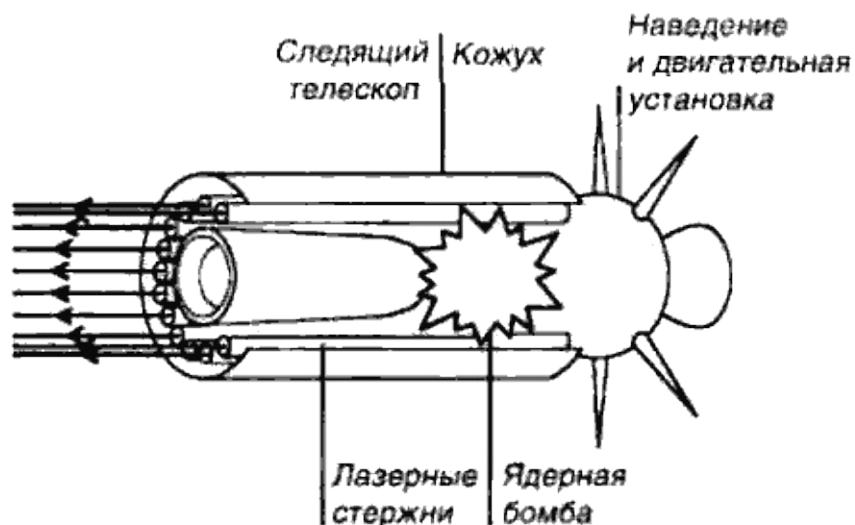


Схема рентгеновского лазера

Те, кто планировал структуру «СОИ», мыслили систему как многоярусную, способную обеспечить перехват ракет в ходе трех этапов полета баллистических ракет: на этапе ускорения (активный участок траектории полета), средней части траектории полета, на которую в основном приходится полет в космосе после того, как боеголовки и ложные цели отделились от ракет, и на заключительном этапе, когда боеголовки устремляются к своим целям на нисходящем участке траектории. Самым важным из этих этапов считался этап ускорения, на протяжении которого боеголовки многозарядных МБР еще не отделились от ракеты, и их можно вывести из строя одним выстрелом. Руководитель управления СОИ генерал Абрахамсон заявил, что в этом и заключается главный смысл «звездных войн».

Из-за того, что конгресс США, исходя из реальных оценок состояния работ, систематически урезал (сокращения до 40–50 % ежегодно) запросы администрации на реализацию проектов, авторы программы переводили отдельные ее элементы из первого этапа в последующие, работы по некоторым элементам сокращались, а некоторые исчезали вовсе.

Тем не менее наиболее проработанными среди других проектов программы «СОИ» были неядерные противоракеты наземного и космического базирования, что позволяет рассматривать их в качестве кандидатов для первой очереди ныне создаваемой противоракетной обороны территории страны.

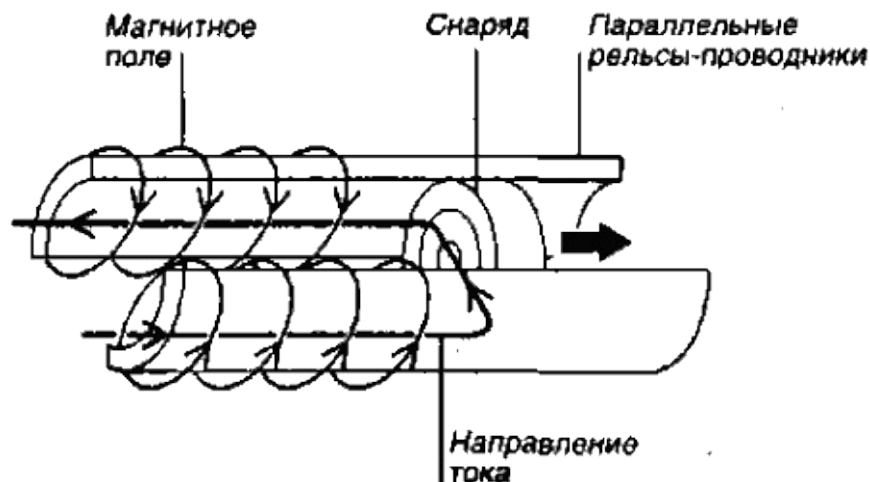


Схема электромагнитной пушки

Среди этих проектов фигурируют в том числе противоракета «ЭРИС» для поражения целей на заатмосферном участке, противоракета «ХЕДИ» для ближнего перехвата, а также наземная РЛС, которая должна обеспечить задачу наблюдения и сопровождения на конечном участке траектории.

Наименее продвинутыми оказались проекты по оружию направленной энергии, которые объединяют исследования по четырем базовым концепциям, рассматриваемым в качестве перспективных для многоступенчатой обороны, включая лазеры наземного и космического базирования, ускорительное (пучковое) оружие космического базирования, ядерное оружие направленной энергии.

К работам, находящимся практически на начальном этапе, могут быть отнесены проекты, связанные с комплексным решением задачи.

По целому ряду проектов выявлены только проблемы, которые предстоит решить. Сюда относятся проекты по созданию ядерных энергетических установок, базирующихся в космосе и обладающих мощностью в 100 кВт с пролонгацией по мощности до нескольких мегаватт.

Требовался программе «СОИ» и недорогой универсальный в применении летательный аппарат, способный вывести груз массой 4500 килограммов и экипаж из двух человек на полярную орбиту. ООСОИ потребовала от фирм провести анализ трех концепций: аппарата с вертикальным стартом и посадкой, аппарата с вертикальным стартом и горизонтальной посадкой, а также аппарата с горизонтальными стартом и посадкой.

Как было объявлено 16 августа 1991 года, победителем конкурса стал проект аппарата «Дельта Клиппер» («Delta Clipper») с вертикальными стартом и посадкой, предложенный фирмой «Макдоннелл-Дуглас». Компоновка напоминала сильно увеличенную капсулу «Меркурий».

Все эти работы могли продолжаться неопределенно долго, и чем дольше реализовывался бы проект «СОИ», тем труднее было бы его остановить, не говоря о неуклонно возраставших почти в геометрической прогрессии ассигнованиях на эти цели. 13 мая 1993 года министр обороны США Эспин официально объявил о прекращении работ над проектом «СОИ». Это было одно из самых серьезных решений демократической администрации с момента ее прихода к власти.

Среди важнейших аргументов в пользу этого шага, последствия которого широко обсуждались экспертами и общественностью во всем мире, президент Билл Клинтон и его окружение единодушно назвали распад Советского Союза и как следствие безвозвратную утрату США своего единственного достойного соперника в противоборстве сверхдержав.

Видимо, именно это заставляет некоторых современных авторов утверждать, что программа «СОИ» изначально задумывалась как блеф, направленный на запугивание руководства противника. Дескать, Михаил Горбачев и его окружение приняли блеф за чистую монету, испугались, а от испуга проиграли Холодную войну, что привело к развалу Советского Союза.

Это неправда. Далеко не все в Советском Союзе, в том числе и в высшем руководстве страны, принимали на веру распространяемую Вашингтоном информацию в отношении «СОИ». В результате исследований, проведенных группой советских ученых под руководством вице-президента АН СССР Велихова, академика Сагдеева и доктора исторических наук Кокошина, был сделан вывод о том, что рекламируемая Вашингтоном «система явно не способна, как это утверждается ее сторонниками, сделать ядерное оружие «бессильным и устаревшим», обеспечить надежное прикрытие территории США, а тем более их союзников в Западной Европе или в других районах мира». Более того, в Советском Союзе уже давно разрабатывалась собственная система ПРО, элементы которой можно было использовать в программе «АнтиСОИ».

Советская система ПРО

В Советском Союзе проблеме противоракетной обороны начали уделять внимание сразу после окончания Второй мировой войны. В начале 50-х годов в НИИ-4 Минобороны СССР и в НИИ-885, занимавшихся разработкой и применением баллистических ракет, были проведены первые исследования возможности создания средств ПРО. В этих работах, предлагались схемы оснащения противоракет двумя типами систем наведения. Для противоракет с телеуправлением предлагалась осколочная боевая часть с низкоскоростными осколками и круговым полем поражения.

Для противоракет с самонаведением предлагалось использовать боевую часть направленного действия, которая вместе с ракетой должна была поворачиваться в сторону цели и взрываться по информации от головки самонаведения, создавая наибольшую плотность поля осколков в направлении на цель.

Один из первых проектов глобальной противоракетной обороны страны был предложен Владимиром Челомеем.

В 1963 году он предложил использовать разработанные в его ОКБ-52 межконтинентальные ракеты «УР-100» для создания системы ПРО «Таран». Предложение было одобрено и постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 3 мая 1963 года была задана разработка проекта системы ПРО «Таран» для перехвата баллистических ракет на заатмосферном участке траектории.

В системе должна была применяться ракета «УР-100» («8К84») в варианте противоракеты со сверхмощной термоядерной боевой частью, мощностью не менее 10 мегатонн.

Ее габариты: длина — 16,8 метра, диаметр — 2 метра, стартовая масса — 42,3 тонны, масса головной части — 800 килограммов.

Противоракета смогла бы поразить цели на высотах около 700 километров, дальность поражения цели — до 2000 тысяч километров. Вероятно, для гарантированного поражения всех целей требовалось развернуть несколько сотен пусковых установок с противоракетами системы «Таран».

Особенностью системы являлось отсутствие коррекции противоракеты «УР-100» во время полета, что обеспечивалось бы точным целеуказанием РЛС.

В новой системе должны были применяться радиолокационные

средства системы «Дунай-3», а также многоканальная РЛС «ЦСО-С», вынесенная на 500 километров от Москвы в сторону Ленинграда. По данным этой РЛС, работающей в диапазоне длин волн от 30 до 40 сантиметров, должно было осуществляться обнаружение вражеских ракет и пролонгация координат точек перехвата и момента прихода целей в эти точки. Станция «ЦСО-С» включалась по сигналам узлов системы предупреждения о ракетном нападении «РО-1» (город Мурманск) и «РО-2» (город Рига).



Радиолокационная станция вывода противоракет

В 1964 году работы по системе «Таран» были прекращены — немалую роль в истории создания этой системы сыграла отставка Никиты Хрущева. Однако сам Владимир Челомей в дальнейшем признался, что отказался от системы «Таран» из-за уязвимости системы дальнего радиолокационного обнаружения, которая являлась ключевым звеном его системы.

Кроме того, противоракете требовался стартовый ускоритель — сходная баллистическая ракета в качестве противоракеты не годится из-за ограничений по скорости и маневренности при жестком лимите времени для перехвата цели.

Успеха добились другие. В 1955 году Григорий Васильевич Кисунько, главный конструктор СКБ-30 (структурное подразделение крупной организации по ракетным системам СБ-1), подготовил предложения по полигонной экспериментальной системе ПРО «А».

Проведенные в СБ-1 расчеты эффективности противоракет показали, что при существующей точности наведения поражение одной баллистической ракеты обеспечивается применением 8-10 противоракет, что делало систему малоэффективной.

Поэтому Кисунько предложил применить новый способ определения координат высокоскоростной баллистической цели и противоракеты — триангуляцию, то есть определение координат объекта по замерам дальности до него от РЛС, разнесенных на большое расстояние друг от друга и расположенных в углах равностороннего треугольника.

В марте 1956 года силами СКБ-30 был выпущен эскизный проект противоракетной системы «А».

В состав системы входили следующие элементы: радиолокаторы «Дунай-2» с дальностью обнаружения целей 1200 километров, три радиолокатора точного наведения противоракет на цель, стартовая позиция с пусковыми установками двухступенчатых противоракет «В-1000», главный командно-вычислительный пункт системы с ламповой ЭВМ «М-40» и радиорелейные линии связи между всеми средствами системы.



Пусковая установка противоракеты «В-1000»

Решение о строительстве десятого государственного испытательного полигона для нужд ПВО страны было принято 1 апреля 1956 года, а в мае была создана Государственная комиссия под руководством маршала Александра Василевского для выбора места его размещения, а уже в июне военные строители приступили к созданию полигона в пустыне Бетпак-Дала.

Первая работа системы «А» по перехвату противоракетой

баллистической ракеты «Р-5» прошла успешно 24 ноября 1960 года, при этом противоракета не оснащалась боевой частью. Затем последовал целый цикл испытаний, часть из которых закончились неудачно.

Главное испытание состоялось 4 марта 1961 года. В тот день противоракетой с осколочно-фугасной боевой частью была успешно перехвачена и уничтожена на высоте 25 километров головная часть баллистической ракеты «Р-12», запущенной с Государственного центрального полигона. Боевая часть противоракеты состояла из 16 тысяч шариков с карбид-вольфрамовым ядром, тротиловой начинки и стальной оболочки.

Успешные результаты испытаний системы «А» позволили к июню 1961 года завершить разработку эскизного проекта боевой системы ПРО «А-35», предназначенной для защиты Москвы от американских межконтинентальных баллистических ракет.

В состав боевой системы предполагалось включить командный пункт, восемь секторных РАС «Дунай-3» и 32 стрельбовых комплекса. Завершить развертывание системы планировалось к 1967 году — 50-летию Октябрьской революции.

Впоследствии проект претерпел изменения, но в 1966 году система все же оказалась практически полностью готова к принятию на боевое дежурство.

В 1973 году генеральный конструктор Григорий Кисунько обосновал основные технические решения по модернизированной системе, способной поражать сложные баллистические цели. Перед системой «А-35» была поставлена боевая задача по перехвату одной, но сложной многоэлементной цели, содержащей наряду с боевыми блоками, легкие (надувные) и тяжелые ложные цели, что потребовало проведения существенных доработок вычислительного центра системы.

Это была последняя доработка и модернизация системы «А-35», которая завершилась в 1977 году представлением Госкомиссии новой системы ПРО «А-35М».

Система «А-35М» была снята с вооружения в 1983 году, хотя ее возможности позволяли нести боевое дежурство до 2004 года.

Проект «Терра-3»

Помимо создания традиционных средств ПРО в Советском Союзе велись исследования по разработке систем противоракетной обороны совершенно нового типа. Многие из этих разработок до сих пор не закончены и являются уже достоянием современной России.

Среди них в первую очередь выделяется проект «Терра-3», направленный на создание мощной наземной лазерной установки, способной уничтожать вражеские объекты на орбитальных и суборбитальных высотах. Работы по проекту вело ОКБ «Вымпел», и с конца 60-х годов на полигоне в Сары-Шагане строилась специальная позиция для проведения испытаний.

Опытная лазерная установка состояла из собственно лазеров (рубиновый и газовый), системы наведения и удержания луча, информационного комплекса, предназначенного для обеспечения функционирования системы наведения, а также высокоточного лазерного локатора «ЛЭ-1», предназначенного для точного определения координат цели. Возможности «ЛЭ-1» позволяли не только определить дальность до цели, но и получить точные характеристики по ее траектории, форме объекта и размерах.



Система «Терра-3»

В середине 1980-х годов на комплексе «Терра-3» проводились испытания лазерного оружия, которые также предусматривали стрельбу по летающим мишеням. К сожалению, эти эксперименты показали, что мощности лазерного луча не хватает для разрушения боеголовок баллистических ракет.

В 1981 году США произвели первый запуск космического челнока «Спейс Шаттл». Естественно, это привлекло внимание правительства СССР и руководства Министерства обороны. Осенью 1983 года маршал

Дмитрий Устинов предложил командующему Войсками ПРО Вотивцеву применить лазерный комплекс для сопровождения «Шаттла». И 10 октября 1984 года во время тринадцатого полета челнока «Челленджер», когда его витки на орбите проходили в районе полигона «А», эксперимент состоялся при работе лазерной установки в режиме обнаружения с минимальной мощностью излучения. Высота орбиты корабля в тот раз составляла 365 километров. Как сообщил потом экипаж «Челленджера», при полете над районом Балхаша на корабле внезапно отключилась связь, возникли сбои в работе аппаратуры, да и сами астронавты почувствовали недомогание. Американцы стали разбираться. Вскоре поняли, что экипаж подвергся какому-то искусственному воздействию со стороны СССР, и заявили официальный протест.

В настоящее время комплекс «Терра-3» заброшен и ржавеет — Казахстану поднять этот объект оказалось не по силам.

Программа «Фон»

В начале 70-х годов в СССР были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по программе «Фон» с целью создания перспективной системы ПРО. Суть программы состояла в создании системы, которая позволила бы держать «на прицеле» все ядерные боеголовки американцев, включая даже те, которые базировались на подводных лодках и бомбардировщиках. Система должна была базироваться в космосе и поражать ядерные ракеты американцев до их старта.

Работа над техническим проектом осуществлялось по указанию маршала Дмитрия Устинова в НПО «Комета».

В конце 70-х была запущена программа «Фон-1», предусматривающая создание различных видов лучевого оружия, электромагнитных пушек, противоракет, в том числе и многозарядных с субснарядами, системы залпового огня. Однако вскоре многие конструкторы на одном из заседаний приняли решение свернуть работы, так как, по их мнению, программа не имела перспектив: в ЦНИИ «Комета» в результате работ по программе «Фон» пришли к выводу, что уничтожить весь ядерный потенциал США на всех видах носителей (10 тысяч зарядов) за 20–25 минут подлетного времени невозможно.

С 1983 года было начато осуществление программы «Фон-2». Программа предусматривала глубокие исследования в области применения альтернативных средств, способных нейтрализовать американские СОВ «несмертельным оружием»: электромагнитным импульсом, мгновенно нарушающим работу электронной аппаратуры, воздействием лазеров, мощным микроволновым изменением поля и так далее. В результате появились довольно интересные разработки.

Система ПРО воздушного базирования

С 1983 года по 1987 год в рамках проекта «Терра-3» были проведены испытания лазерной установки весом около 60 тонн, установленной на летающей лаборатории «Ил-76МД» («А-60») СССР-86879.

Для питания лазера и сопутствующей аппаратуры в обтекателях по бокам фюзеляжа были установлены дополнительные турбогенераторы, как на «Ил-76ПП».

Штатный метеорадар заменили бульбообразным обтекателем на специальном переходнике, к которому снизу был пристроен продолговатый обтекатель поменьше. Очевидно, там размещалась антенна системы прицеливания, которая поворачивалась в любую сторону, ловя цель. От обширного остекления штурманской кабины остались лишь по два окошка с каждого борта.



Летающая лаборатория «Ил-76МД» («А-60»)

Чтобы не портить аэродинамику самолета еще одним обтекателем, оптическую головку лазера сделали убирающейся.

Верх фюзеляжа между крылом и килем был вырезан и заменен огромными створками, состоящими из нескольких сегментов.

Они убирались внутрь фюзеляжа, а затем наверх вылезала башенка с пушкой.

За крылом имелись выступающие за контур фюзеляжа обтекатели с профилем, подобным профилю крыла. Грузовая рампа сохранялась, но створки грузового люка были сняты, а люк зашит металлом.

Доработку самолета выполнял Таганрогский авиационный научно-технический комплекс имени Бериева и Таганрогский машиностроительный завод имени Георгия Димитрова, выпускавший

«А-50» и противолодочные самолеты «Ту-142». О ходе испытаний отечественного боевого лазера ничего не известно, поскольку они остаются совершенно секретными.

После проведения программы испытаний лаборатория «А-60» находилась на аэродроме Чкаловский, на котором в начале 1990-х сгорела. Тем не менее и этот проект можно возродить к жизни, если в том вдруг возникнет необходимость...

Лазерная ПРО наземного базирования

Мобильный лазерный комплекс для уничтожения спутников и баллистических ракет противника был создан усилиями конструкторского коллектива Троицкого института инновационных и термоядерных исследований (Подмосковье).

Основой комплекса является лазер на углероде мощностью 1 МВт. Базируется комплекс на двух модулях-платформах, созданных из серийных автоприцепов Челябинского завода. На первой платформе размещается генератор лазерного излучения, включающий в себя блок оптического резонатора и газоразрядную камеру. Здесь же устанавливается система формирования и наведения луча. Рядом располагается кабина управления, откуда ведется программное или ручное его наведение и фокусировка. На второй платформе находятся элементы газодинамического тракта: авиационный турбореактивный двигатель «Р29-300», выработавший свой летный ресурс, но еще способный послужить в качестве источника энергии; эжекторы, устройства выхлопа и шумоглушения, емкость для сжиженной углекислоты, топливный бак с авиационным керосином.

Каждая платформа оснащена своим тягачом марки «КрАЗ» и транспортируется практически в любое место, куда он способен пройти.

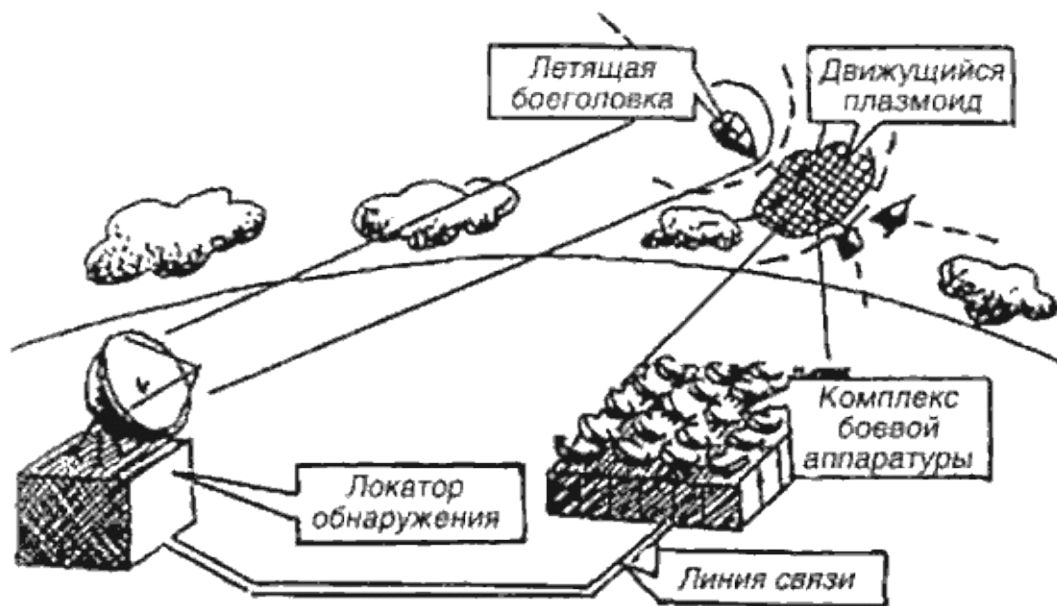
Когда выяснилось, что в качестве оружия этот комплекс применяться не будет, команда специалистов Троицкого института вместе с коллегами из НПО «Алмаз», НИИ электрофизической аппаратуры имени Ефремова и Государственного внедренческого малого предприятия «Конверсия» разработали на его основе лазерный технологический комплекс «МЛТК-50». Этот комплекс показал превосходные результаты при ликвидации пожара на газовой скважине в Карачаевске, развалке скального массива, при дезактивации поверхности бетона на АЭС методом шелушения, выжигании пленки нефти на поверхности акватории и даже при уничтожении полчищ саранчи.

Плазменная система ПРО

Другая интересная разработка связана с созданием плазменной ПРО, способной поражать цели на высотах до 50 километров.

Работа этой системы основана на давно известном эффекте.

Оказывается, плазму можно разогнать вдоль двух, как правило, довольно длинных шин — проводников тока, представляющих собой параллельные проволоки или пластины.



Принципиальная схема «плазменного щита»

Сгусток плазмы замыкает электрический контур между проводниками, а перпендикулярно к плоскости шин действует внешнее магнитное поле. Плазма разгоняется и стекает с концов шин так же, как разгонялся бы и металлический проводник, скользящий по шинам. В зависимости от условий истечение может происходить по-разному: в виде сильно расширяющегося факела, струй или же в виде последовательных колец-тороидов плазмы — так называемых плазмOIDов.

Ускоритель называют в этом случае плазмOIDной пушкой; обычно плазма образуется из материала расходуемых электродов. ПлазмOIDы напоминают кольца дыма, выпускаемые умелыми курильщиками, но они летят в воздухе не плашмя, а боком, со скоростью в десятки и сотни километров в секунду. Каждый плазмOID представляет собой стянутое

магнитным полем кольцо плазмы с текущим в нем током и образуется в результате расширения петли тока под действием собственного магнитного поля, иногда усиливаемого с помощью перемычек — металлических пластинок в электрической цепи.

Первую плазменную пушку у нас в стране построил ленинградский профессор Бабат еще в 1941 году. Ныне исследования в этой области ведутся в НИИ радиоприборостроения под руководством академика Римилия Авраменко. Там практически создано плазменное оружие, способное поражать любые цели на высотах до 50 километров.

По мнению академика, плазменное оружие противоракетной обороны будет не только стоять на несколько порядков дешевле американской системы ПРО, но и многократно проще в создании и управлении.

Плазмод, направляемый наземными средствами ПРО, создает перед летящей боеголовкой ионизируемый участок и полностью нарушает аэродинамику полета объекта, после чего цель уходит с траектории и разрушается от чудовищных перегрузок. При этом поражающий фактор доставляется к цели со скоростью света.

В 1995 году специалисты НИИ радиоприборостроения разработали концепцию международного эксперимента «Доверие» («Trust») для совместного с США испытания плазменного оружия на американском противоракетном полигоне Кваджелейн.

Проект «Доверие» заключался в проведении эксперимента с плазменным оружием, которое способно поразить любой движущийся в атмосфере Земли объект. Осуществляется это на основе уже существующей технологической базы, без вывода в космос каких-либо компонентов. Стоимость эксперимента оценивается в 300 миллионов долларов.

Система национальной противоракетной обороны США (НПРО)

Договора по ПРО более не существует. 13 декабря 2001 года президент США Джордж Буш уведомил президента Российской Федерации Владимира Путина о выходе в одностороннем порядке из Договора по ПРО от 1972 года. Решение было связано с планами Пентагона не позднее чем через полгода провести новые испытания системы Национальной противоракетной обороны (НПРО) с целью защиты от нападения со стороны так называемых «стран-изгоев». Перед тем Пентагон уже провел пять успешных испытаний новой противоракеты, способной поражать межконтинентальные баллистические ракеты класса «Минитмен-2».

Времена «СОИ» вернулись. Америка вновь жертвует своей репутацией на мировой арене и расходует колоссальные средства в погоне за призрачной надеждой получить противоракетный «зонтик», который защитит ее от угрозы с неба. Бессмысленность этой затеи очевидна. Ведь к системам НПРО можно предъявить те же самые претензии, что и к системам «СОИ». Они не обеспечивают стопроцентной гарантии безопасности, но зато могут создать ее иллюзию.

А нет ничего опаснее для здоровья и самой жизни, чем иллюзия безопасности...

Система НПРО США, по замыслам ее создателей, включит в себя несколько элементов: наземные перехватчики ракет («Ground leased Interceptor»), система боевого управления («Battle Management/Command, Control, Communication»), высокочастотные РЛС противоракетной обороны («Ground Based Radiolocator»), РЛС системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН), высокочастотные РЛС противоракетной обороны («Brilliant Eyes») и группировка спутников СБИРС.

Наземные перехватчики ракет или противоракеты — основное оружие ПРО. Они уничтожают боеголовки баллистических ракет за пределами земной атмосферы.

Система боевого управления — своеобразный мозг системы ПРО. В случае запуска ракет по территории США именно она будет управлять перехватом.

Наземные высокочастотные радары ПРО отслеживают траекторию полета ракеты и боеголовки. Полученную информацию они отправляют системе боевого управления. Последняя в свою очередь дает команду

перехватчикам.

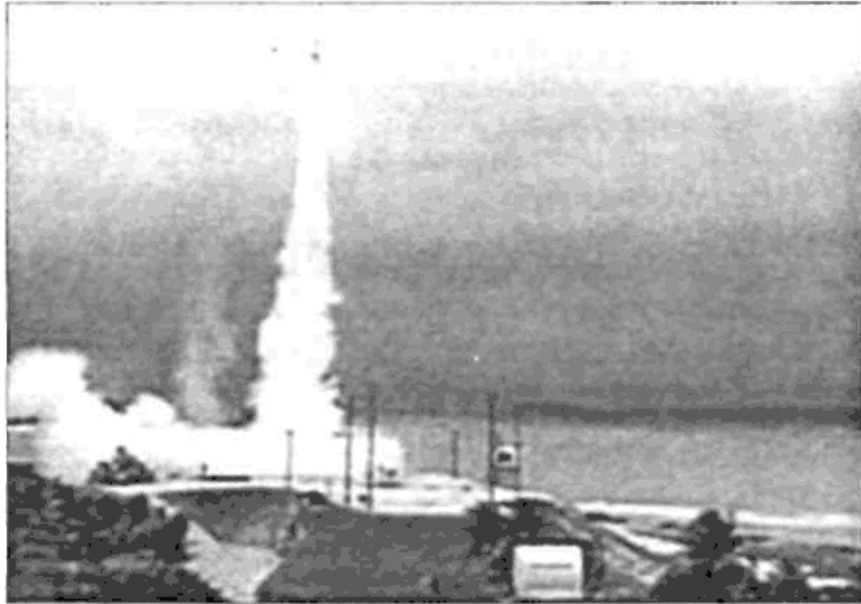
Группировка спутников СБИРС представляет собой двухэшелонную спутниковую систему, которая будет играть ключевую роль в системе управления комплекса НПРО. Верхний эшелон — космический — в проекте включает в себя 4–6 спутников системы предупреждения о ракетном нападении. Низковысотный эшелон состоит из 24 спутников, находящихся на удалении 800-1200 километров.

Эти спутники оснащены датчиками оптического диапазона, которые обнаруживают и определяют параметры движения целей.

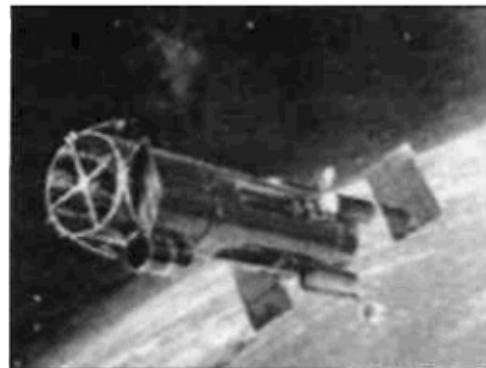
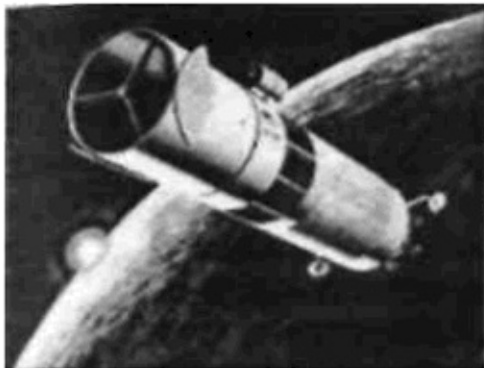
По замыслу Пентагона, первоначальным этапом в создании НПРО должно стать строительство радиолокационной станции на острове Шемия (Алеутские острова). Место для начала развертывания системы НПРО выбрано неслучайно.

Именно через Аляску, по расчетам экспертов, проходит большая часть полетных траекторий ракет, которые могут достигнуть территории США. Поэтому там планируется размещение около 100 противоракет. Кстати, эта РЛС, находящаяся еще пока в проекте, завершает создание вокруг США кольца слежения, в которое входят радар в Туле (Гренландия), РЛС «Флаиндейлс» в Великобритании и три радара на территории Соединенных Штатов — «Кэйп Код», «Клэйр» и «Бил». Все они действуют уже на протяжении около 30 лет и в ходе создания системы НПРО будут модернизированы.

Кроме того, подобные же задачи (слежение за пусками ракет и предупреждение о ракетном нападении) станет выполнять и РЛС в Варде (Норвегия), расположенная всего в 40 километрах от российской границы.



Старт американской противоракеты с атолла Кваджелейн (система НПРО)



Варианты космического фторводородного лазера проекта «Alpha HEL»

Первое испытание противоракеты состоялось 15 июля 2001 года. Оно обошлось американскому налогоплательщику в 100 миллионов долларов США, но зато специалисты Пентагона успешно уничтожили межконтинентальную баллистическую ракету на высоте 144 мили над поверхностью Земли.

Полутораметровый поражающий элемент ракеты-перехватчика, запущенной с атолла Кваджелейн на Маршалловых островах, сближаясь со стартовавшей с базы ВВС США Ванденберг МБР «Минитмэн», поразил ее прямым попаданием, в результате чего на небе наблюдалась ослепительно яркая вспышка, которая вызвала ликование американских военных и технических специалистов, восхищенно потрясавших кулаками.

«По первичным оценкам, все сработало, как надо, — заявил начальник управления по противоракетной обороне министерства обороны США генерал-лейтенант Рональд Кэдиш — Мы попали очень точно... Мы будем настаивать на скорейшем проведении следующего испытания».

Поскольку деньги на НПРО выделяются без задержек, американские военные специалисты развернули бурную деятельность. Разработка ведется сразу по ряду направлений, и создание противоракет — еще не самый сложный элемент в программе.

Уже испытан лазер космического базирования. Это произошло 8 декабря 2000 года. Комплексное испытание фторводородного лазера «Альфа ХЕЛ» («Alpha HEL»), изготовленного компанией «ТРВ» («TRW»), и оптической системы управления лучом, созданной фирмой «Локхид-Мартин», проводились в рамках программы «SBL-IFX» («Space Based Laser Integrated Flight Experiment» — Демонстратор для комплексных летных испытаний лазера космического базирования) на полигоне Капистрано (город Сан-Клемент, штат Калифорния).

В состав системы наведения луча входил оптический блок (телескоп) с системой зеркал «ЛАМР» («LAMP»), использующих технологию адаптивной оптики («мягкие зеркала»).

Первичное зеркало имеет диаметр 4 метра. Кроме того, в систему управления лучом входила система обнаружения, слежения и наведения «АТП» («ATP»). И лазер, и система управления лучом при испытаниях находились в вакуумной камере.

Целью испытаний было определение возможности метрологических систем телескопа поддерживать требуемое направление на цель и обеспечивать управление первичной и вторичной оптикой в ходе высокоэнергетического излучения лазера. Испытания завершились полным успехом: система «АТП» работала даже с большей точностью, чем требовалось.

Согласно официальной информации, вывод на орбиту демонстратора «SBL-IFX» намечен на 2012 год, а его испытания по стартующим межконтинентальным ракетам — на 2013 год. А к 2020 году может быть развернута эксплуатационная группировка космических аппаратов с высокоэнергетическими лазерами на борту.



Самолет-носитель лазерной установки
противоракетной установки «YAL-1A» в действии

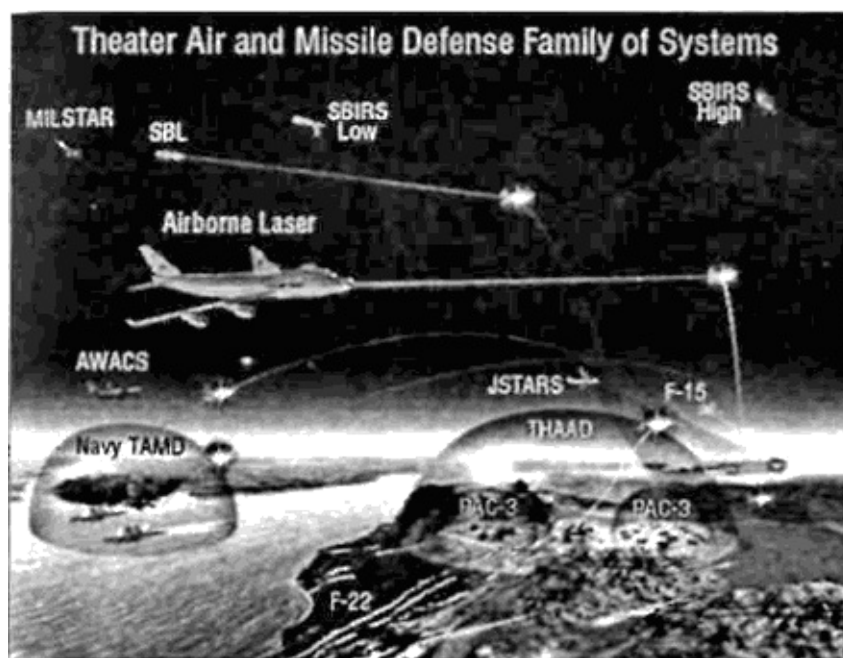


Схема взаимодействия элементов системы НПРО

Тогда, как оценивают эксперты, вместо 250 ракет-перехватчиков на Аляске и в Северной Дакоте достаточно развернуть группировку из 12–20 космических аппаратов на базе технологий «SBL» на орбитах с наклоном 40° . На уничтожение одной ракеты понадобится всего от 1 до 10 секунд в зависимости от высоты полета цели. Перенастройка на новую цель займет всего лишь полсекунды. Система, состоящая из 20 спутников, должна обеспечить почти полное предотвращение ракетной угрозы.

В рамках программы НПРО также планируется использовать лазерную установку воздушного базирования, разрабатываемую по проекту ABL (сокращение от «Airborne Laser»).

Еще в сентябре 1992 года фирмы «Боинг» и «Локхид» получили контракты для определения наиболее подходящего из существующих самолетов для проекта ABL. Обе команды пришли к одному и тому же выводу и рекомендовали ВВС США использовать в качестве платформы «Боинг-747».

В ноябре 1996 года ВВС США заключили контракт с фирмами «Боинг», «Локхид» и «ТРВ» в 1,1 миллиарда долларов на разработку и летные испытания системы вооружения по программе «АБЛ». 10 августа 1999 года была начата сборка первого самолета «747-400 Freighter» для «ABL». 6 января 2001 года самолет YAL-1A совершил первый полет с аэродрома города Эверетт. На 2003 год намечено боевое испытание системы оружия, в ходе которого должна быть сбита оперативнотактическая ракета. Предусматривается поражение ракет на активной стадии их полета.

Основой системы вооружения является йод-кислородный химический лазер, разработанный «ТРВ». Высокоэнергетичный лазер («HEL») имеет модульную конструкцию, для снижения веса в его конструкции широко используются новейшие пластмассы, композиты и титановые сплавы. В лазере, имеющем рекордную химическую эффективность, используется закрытая схема с рециркуляцией реагентов.

Лазер устанавливается в 46-й секции на основной палубе самолета. Для обеспечения прочности, термической и химической устойчивости под лазером устанавливаются две титановые панели обшивки нижней части фюзеляжа. К носовой турели луч передается по специальной трубе, проходящей по верхней части фюзеляжа через все переборки. Стрельба осуществляется с носовой турели весом около 6,3 тонны. Она может поворачиваться на 150° вокруг горизонтальной оси, отслеживая цель. Фокусировка луча на цели осуществляется 1,5-метровым зеркалом, имеющим сектор обзора по азимуту в 120°.

В случае успешных испытаний намечается выпустить к 2005 году три таких самолета, а к 2008 году — система воздушной ПРО должна быть полностью готова. Флот из семи самолетов сможет в течении 24 часов локализовать угрозу в любой точке земного шара.

И это тоже не все. В печать постоянно просачивается информация о испытаниях мощных лазеров наземного базирования, о возрождении кинетических систем воздушного базирования типа «ASAT», о новых

проектах по созданию гиперзвуковых бомбардировщиков, о грядущем обновлении спутниковой системы раннего предупреждения. Против кого все это? Неужели против Ирака с Северной Кореей, которые до сих пор не могут построить работоспособную межконтинентальную ракету?..

Признаться, столь вызывающая активность американских военных специалистов на ниве создания НПРО пугает.

Боюсь, мы входим в ту фазу человеческого развития, после которой полеты на Луну, на Марс и создание орбитальных городов станет просто-напросто невозможным...

Глава 19 ПРОБЛЕМА ТЯГИ

Дальние межпланетные экспедиции и проблема тяги

Общеизвестно, что на сегодняшний день основой космической экспансии человечества по-прежнему являются ракеты на жидком топливе. Однако имеющиеся в наличии и перспективные ракеты на жидком топливе, к сожалению, не способны решить самую интересную (но и самую трудную) задачу в истории человечества — в приемлемые сроки доставить экспедицию из нескольких космонавтов к какой-либо из планет Солнечной системы. И хотя некоторые простейшие межпланетные полеты и возможно реализовать на кораблях с термохимическими ракетными двигателями, они потребовали бы поистине грандиозных затрат топлива. Это дает основание считать подобные полеты если и не принципиально, то *практически* неосуществимыми.

Такой вывод является следствием малой величины химической энергии. Разумеется, все познается в сравнении, и говорить можно только об относительных величинах. Ведь сама по себе химическая энергия не так уж мала. Один килограмм современного ракетного топлива способен выделить при сгорании примерно 4000 ккал тепла. Одна килокалория тепловой энергии эквивалентна 427 килограммометрам механической работы. Это значит, что тепла, выделяющегося при сгорании одного килограмма топлива, достаточно, чтобы поднять массу в один килограмм на высоту 40 004 271 700 километров, считая поле земного тяготения постоянным (в действительности эта высота будет больше 2300 километров).

В свою очередь «работа отрыва», то есть работа, необходимая для «удаления» одного килограмма массы с поверхности Земли в бесконечность, как это должно происходить при всех межпланетных полетах, эквивалентна перенесению на высоту, равную земному радиусу (примерно 6400 километров). Это означает, что для отрыва от Земли одного килограмма массы межпланетного корабля теоретически потребовалось бы менее четырех килограммов ракетного топлива. Но в действительности расход топлива должен быть во много раз больше. Это объясняется многочисленными непроизводительными затратами энергии топлива, сопровождающими такой взлет. Часть энергии теряется в камере сгорания двигателя, то есть в процессе перехода химической энергии в тепловую, другая часть — в двигателе же, при переходе тепловой энергии в

кинетическую энергию реактивной струи. Значительная энергия бесполезно теряется и с вытекающими из двигателя газами. Часть энергии уходит на подъем самого топлива в поле земного тяготения. Приходится преодолевать сопротивление земной атмосферы, имеют место так называемые гравитационные потери, связанные с работой двигателя ракеты, взлетающей в поле земного тяготения, и так далее.

Вот почему столь большая в действительности химическая энергия оказывается не в состоянии решить сложные задачи космонавтики. Доля полезной нагрузки во взлетной массе «химических» межпланетных ракет составляет лишь доли процента, что и приводит к чрезмерно большим значениям взлетной массы.

На этом фоне заметно выигрывают ракеты с ядерными двигателями (ЯРД), разговоры о которых ведутся с 20-х годов XX века. О них мы сейчас и поговорим.

Межпланетные корабли с ядерными двигателями

Итак, чтобы сообщить одному килограмму массы вторую космическую скорость, необходимую для совершения межпланетного полета, нужна энергия примерно четырех килограммов химического ракетного топлива, но ту же энергию в состоянии выделить крупинка ядерного горючего — урана с массой меньше миллиграмма!

Процессы, при которых выделяется ядерная энергия, подразделяются на радиоактивные превращения, реакции деления тяжелых ядер, реакции синтеза легких ядер и реакции аннигиляции. Для использования в ракетной технике более подходит хорошо изученная управляемая реакция деления ядер урана или плутония. Ведь только в этом случае удастся пока воздействовать на ход ядерной реакции и таким образом регулировать скорость выделения атомной энергии.

В результате каждого единичного акта ядерного деления осколки разделившегося атомного ядра разлетаются в противоположные стороны под действием возникающей между ними электростатической силы отталкивания. Скорость этого разлета очень велика — порядка 10–15 тысяч км/с. Если все эти хаотично движущиеся и мчащиеся с огромной скоростью атомные ядра — осколки деления, образующиеся в ходе цепной реакции, заставить двигаться организованно, в одном общем для всех направлении, то было бы возможно создание ракетного двигателя с колоссальным удельным импульсом и скоростью истечения 20 000–30 000 м/с (против 3500–4000 м/с у современного ракетного двигателя).

В 50-е годы на волне эйфории, вызванной созданием и вводом в эксплуатацию мощных атомных электростанций, появилось много проектов транспортных систем, использующих энергию ядерного деления. Планировалось оснастить такими двигателями морские и речные суда, самолеты и даже автомобили. Активно обсуждалась и идея создания ракет с атомными двигателями.

Лишь много позже конструкторы были вынуждены признать, что создание такой «атомной ракеты» не представляется возможным — со временем подобную схему даже стали называть «псевдоракетой». И дело не только в том, что организация движения продуктов ядерной реакции, подобно тому как это происходит в обычных термохимических ракетных двигателях с продуктами реакции сгорания топлива, пока не осуществлена. Здесь возникает еще одна трудность принципиального характера. Она

связана с ограничением максимально возможной тяги подобного двигателя. Частицы вещества в двигателе — продукты ядерной реакции — движутся с колоссальной скоростью, соответствующей температурам во многие миллионы градусов. В результате мириадом ударов этих частиц о стенки двигателя последние почти мгновенно прогорают! Чтобы двигатель был работоспособным при столь большой скорости движения частиц, нужно сильно уменьшить число этих частиц, то есть соответственно в миллионы раз уменьшить тягу двигателя. Вот почему «псевдоракетный» двигатель мог бы работать лишь при ничтожно малой тяге.

Применение атомной энергии в ракетной технике требует новых способов использования этой энергии. Принципиальная разница здесь состоит в том, что необходимо разделять источник энергии и рабочее вещество, создающее тягу в двигателе. Подобная схема усложняет конструкцию, но позволяет преодолеть целый ряд проблем.

Очевидно, в этом случае источником энергии должен служить атомный реактор или «котел» — подобный используемым на атомных электростанциях или на подводных лодках. В таком котле атомная энергия преобразуется в тепловую и сообщается какому-либо веществу, которое используется для охлаждения котла. Это вещество, нагретое в котле до высокой температуры, и может служить непосредственно «отбросной» массой ракетного двигателя, вытекая из него наружу и таким образом создавая реактивную тягу.

Один из таких проектов описан в сборнике «Новое в военной технике», выпущенном в 1958 году.

Его авторы представляли ракету в виде комбинированного атомно-химического пятиступенчатого носителя, где первой стартовой ступенью являлась химическая ракета из семи жидкостных двигателей, работающих на кислороде и водороде.

Баки с топливом первой ступени служили защитной экранировкой второй ступени, где находился реактор атомной ракеты. Третья ступень и последующие после атомной также были на химическом топливе. Их запасы топлива обеспечивали защиту экипажа, находящегося в головной части составной ракеты. По мнению конструкторов, включенный атомный двигатель на значительной высоте уже не представлял опасности, а отделившаяся вторая ступень с реактором по истечении некоторого времени, замедлив свое движение, должна была попасть в более плотные слои атмосферы и сгореть.

Согласно расчетам уран-графитовый реактор атомной ступени обеспечивал бы скорость истечения газов не ниже 10000 м/с. В качестве

рабочего вещества использовался аммиак.

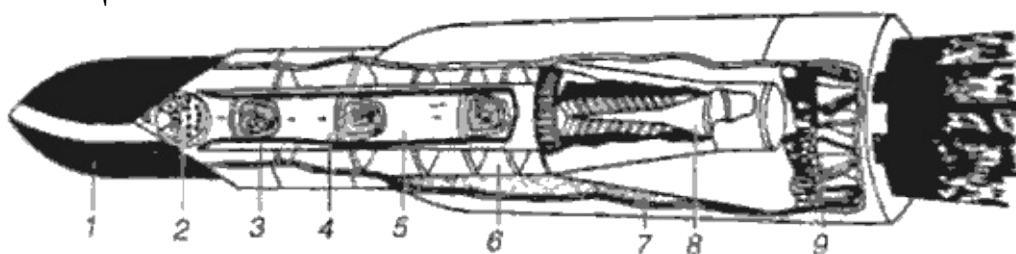


Схема пятиступенчатой ракеты с атомной силовой установкой:
1,7 - сбрасываемые баки горючего; 2 - помещение для экипажа;
3, 4, 5 - ступени с химическим топливом; 6 - атомная силовая
установка; 8 - сопло реактора; 9 - обычные двигатели для запуска
ракеты

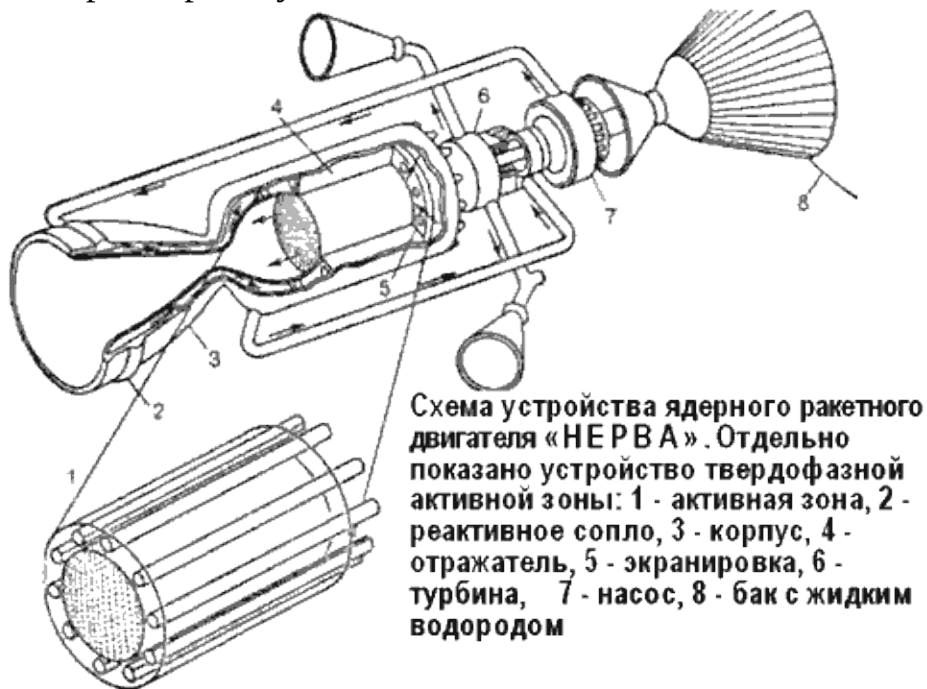
При этом конечная скорость последней ступени должна достигать 20 450 м/с. Вес шарообразной кабины с экипажем (то есть полезная нагрузка) — не менее 1,4 тонны.

Другой проект ракеты с уран-графитовым ЯРД разрабатывался в рамках американской программы «Ровер» («Rover»), инициированной в середине 50-х годов.

Первый реактор для ракеты «Ровер» получил название «Киви» по имени безобидной новозеландской птицы, отличающейся тем, что она не способна летать; выбор названия объясняется назначением реактора — он предназначался не для полета, а лишь для наземных стендовых испытаний. Активная зона реактора представляет собой связки тепловыделяющих элементов из графита, в котором диспергированы частицы делящегося ядерного горючего — карбида урана с покрытием из пиролитического графита. В тепловыделяющих элементах предусмотрены каналы для течения рабочего вещества, которым служит жидкий водород. Чтобы устранить коррозионное действие водорода на графит, эти каналы имеют покрытие из карбида ниобия.

Первая серия из трех реакторов «Киви-А» была предназначена для испытаний на газообразном водороде, начатых в 1959 году. Расчетная тепловая мощность для этих реакторов 100 МВт. Затем, начиная с 1962 года, начались испытания второй серии реакторов — «Киви-Б» тепловой мощностью 1100 МВт, предназначенных уже для работы на жидком водороде (всего испытывалось семь модификаций реактора «Киви»). Эти эксперименты выявили многочисленные дефекты реакторов, подвергавшихся поэтому различным конструктивным доработкам, и были закончены в августе 1964 года испытанием реактора «В-4Е-301». В ходе

этого испытания двигатель работал на мощности в 900 МВт более восьми минут, развивав тягу порядка 22700 килограммов при скорости истечения 7500 м/сек. Затем в самом начале 1965 года реактор был разрушен в ходе специального испытания «Киви-ТНТ», при котором его довели до взрыва вследствие разгона реактора с целью выяснения особенностей такого катастрофического режима. Если нормально переход реактора с нулевой мощности на полную требует десятков секунд (что, кстати, совершенно недостижимо для стационарных реакторов), то при этом испытании длительность такого перехода определялась лишь инерцией регулирующих стержней; она составляла тысячные доли секунды. Примерно через 44 миллисекунды после перевода стержней в положение полной мощности реактор был разрушен действием сил, эквивалентных взрыву 50–60 килограммов тринитротолуола.



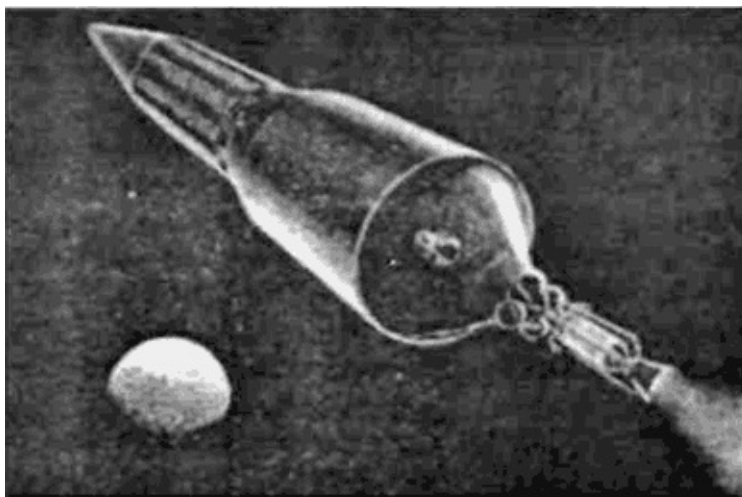


Рисунок ядерной ракеты «Рифт»

Еще в ходе работ по программе «Ровер», в 1961 году началась разработка ядерного ракетного двигателя «НЕРВА» («NERVA»), предназначенного уже для летных испытаний.

В том же году были начаты работы и по ракете, предназначенной для испытаний двигателя «НЕРВА» и получившей название «Рифт» («Rift»). Однако впоследствии работы по этой ракете, которую предполагалось использовать в качестве верхней ступени космической ракеты-носителя «Сатурн-5» (Проект «Apollo-X»), были прекращены.

Первые этапы работы по двигателю «НЕРВА» базировались на реакторе, изготовленном в нескольких модификациях фирмой «Вестингауз», получившем обозначение «NRX» и по сути представлявшем собой реактор «Киви-Б», но специально модифицированном для этих работ. Испытания реакторов начались в 1964 году, и в них была достигнута мощность в 1000 МВт, тяга примерно в 22,5 тонны и скорость истечения более 7000 м/с. В ходе испытаний, продолжавшихся в 1965 году, один из реакторов работал на полной мощности 1100 МВт в течение примерно 16,5 минуты; скорость истечения составила 7500 м/с.

В 1966 году впервые было произведено испытание всего двигателя с реактором на полной мощности; в первой серии этих испытаний двигатель работал в течение 110 минут, из которых 28 минут на полной мощности; тепловая мощность реактора достигала 1100 МВт, максимальная температура водорода на выходе из реактора — примерно 2000 °С, тяга двигателя — 20 тонн.

В 1963 году Лос-Аламосская лаборатория начала разработку новых

усовершенствованных твердофазных графитовых реакторов для двигателя «НЕРВА» по программе «Феб» («Feb»).

Первый из этих реакторов «Феб-1» имеет примерно такие же размеры, как и «Киви-Б» (диаметр 81,3 сантиметра, длину 1,395 метра), однако рассчитан на примерно вдвое большую мощность. На базе этого реактора планировалось создать двигатель «НЕРВА-1».

Более поздняя модификация «Феб-2» мощностью порядка 4000–5000 МВт была предназначена для использования на летном варианте двигателя «НЕРВА-2». Этот двигатель с тягой в диапазоне 90–110 тонн должен был иметь исходное значение скорости истечения 8250 м/с (с последующим увеличением до 9000 м/с). Высота двигателя равна примерно 12 метрам, наружный диаметр (по корпусу реактора) — 1,8 метра.

Расход водорода для двигателя с реактором «Феб-1» составляет 32–34 кг/с, с «Феб-2» — 136 кг/с. Вес двигателя «НЕРВА-2» составлял примерно 13,6 тонны.

В феврале 1967 года были проведены стендовые испытания реактора «Феб-1», а реактора «Феб-2» — в июне 1968 года.

Последний работал более часа, причем 12 минут — на тепловой мощности 4200 МВт.

Однако из-за финансовые трудности на первом же этапе конструкторы отказались от схемы с использованием двигателя «НЕРВА-2» и переключились на проектирование двигателя «НЕРВА-1» повышенной мощности. Такой двигатель длиной 9 метров должен был иметь тягу 34 тонны и скорость истечения 8250 м/с с длительностью работы до 50 минут. Испытание реактора «N RX-A6», подготовленного для этой программы, было проведено 15 декабря 1967 года.

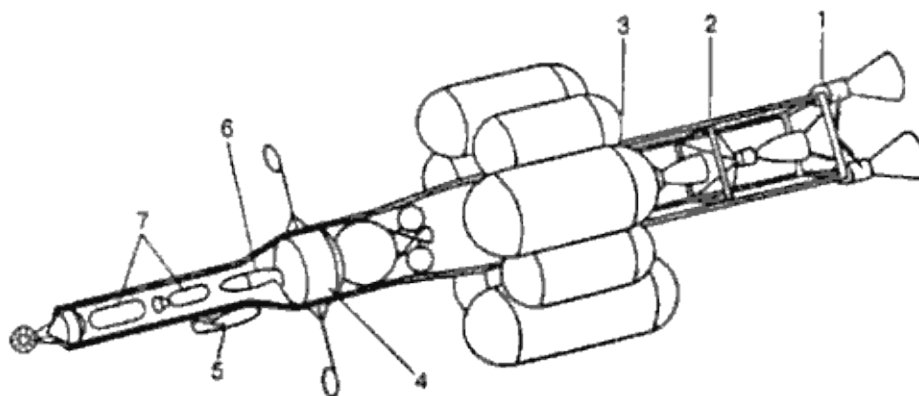
В июне 1969 года состоялись первые горячие испытания экспериментального двигателя «NERVA XE-1» на тяге 22,7 тонны.

Кстати сказать, во время испытания реактора «Феб-2» он был окружен защитным экраном толщиной около 1,8 метра, а также другим экраном, в котором между стенками высотой 4,6 метра из алюминиевого сплава текла смесь борной кислоты и буры, хорошо поглощающая нейтронное и гаммаизлучение. Несмотря на эту внушительную биологическую защиту, управление реактором производилось дистанционно — с пункта управления, отнесенного на расстояние примерно 3,2 километра.

Хотя реактор типа «Феб» в принципе аналогичен по устройству графитовым ядерным реакторам атомных электростанций и подлодок, требование максимального уменьшения веса и размеров при одновременном резком повышении мощности, а также особенности

применения реактора в ядерном ракетном двигателе радикально меняют конструкцию реактора. Эти различия связаны с конструкцией активной зоны, системой подачи рабочего вещества-охлаждителя, конструкцией отражателя нейтронов, системой регулирования мощности. В частности, например, регулирование мощности реактора, которое необходимо в очень широком диапазоне, осуществляется с помощью регулирующих стержней из вещества, хорошо поглощающего нейтроны, например сплава с большим содержанием бора, как это делается и в обычных реакторах, но вместо обычного погружения стержней в реактор для замедления цепной реакции и соответствующего уменьшения мощности в реакторе «Феб» вращающиеся бериллиевые стержни поворачиваются так, что часть их поверхности с нанесенным нейтронопоглощающим веществом (бороалюминиевый сплав) обращается внутрь активной зоны. Таких стержней предусмотрено 12, их поворот осуществляется с помощью пневматического привода, управляемого электросигналами автоматической системы управления и регулирования; эта же система обеспечивает возможность остановки и повторного запуска реактора, которые, кстати сказать, должны выполняться гораздо быстрее, чем в обычных стационарных реакторах: если обычные реакторы включаются в течение нескольких дней, а то и недель, то ракетный — в считанные секунды.

Американские конструкторы, работавшие по программе «Ровер», предполагали создать на базе ядерного ракетного двигателя «НЕРВА-2» своеобразную стандартную ядерную ступень, с помощью которой можно было бы строить самые различные ракетно-космические системы. При установке стандартной ядерной вместо обычной третьей ступени космической ракеты-носителя «Сатурн-5» (Проект «Аро110-Х») в случае полета космонавтов с высадкой на Луне полезный груз может быть увеличен на 65-100 %, а к Марсу может быть выведен полезный груз в 26 тонн.



Межпланетная ракета для пилотируемого полета на Марс 1 - первая ступень, предназначенная для взлета с Земли; 2 - вторая ступень служащая для торможения при подлете к Марсу; 3 - третья ступень для взлета с Марса; 4 - космический корабль с экипажем; 5 - аппарат для посадки на Марс; 6 - аппарат для обратного входа в атмосферу Земли и посадки; 7 - силовая установка для работы в полете (маневрирование)

Для пилотируемого полета на Марс, практически неосуществимого с помощью современных химических ракет, предполагалось использовать пять стандартных ядерных ступеней: связку из трех таких ступеней — в качестве первой ступени трехступенчатой ракеты-носителя, и по одной такой же ступени — для второй и третьей ступеней. Сборка подобной ядерной ракеты должна была производиться на околоземной орбите. Сам полет к Марсу мог состояться уже в 1985 году.

Другой проект межпланетного космического корабля для пилотируемого полета на Марс с использованием «стандартных» ядерных ступеней «НЕРВА-2» представлял собой трехступенчатую ракету, которая в отличие от первой не нуждалась в повторном запуске какого-либо из установленных на ней ядерных ракетных двигателей: когда двигатели отработывали свое, их должны были отделить от корабля.

Все эти амбициозные планы остались на бумаге. После того как Америка выиграла «лунную гонку», интерес к перспективным исследованиям в области пилотируемой космонавтики стал быстро угасать. Таких денег, которые в свое время были выделены на программу «Аполлон», в казне Соединенных Штатов больше не нашлось, к тому же следовало решать текущие задачи по освоению околоземного пространства, и к началу 70-х годов программа по созданию ЯРД типа «НЕРВА» была закрыта.

Советские ядерные двигатели

В Советском Союзе работы над ядерными ракетными двигателями начались в середине 50-х годов. В НИИ-1 (научный руководитель — Мстислав Келдыш) инициатором и руководителем работ по ЯРД был Виталий Иевлев. В 1957 году он сделал по этой теме сообщение Игорю Курчатову, Анатолию Александрову и Александру Лейпунскому. Это были люди действия, имевшие возможность принимать решения, не ожидая указаний сверху. По их инициативе на Семипалатинском ядерном полигоне в небывало короткий срок был сооружен уникальный графитовый реактор. Первые успехи подтолкнули к следующим шагам по созданию ЯРД.

Исследовательские работы по этой теме были начаты в Институте атомной энергии у Курчатова, в ОКБ-456 у Глушко, в НИИ-1 у Келдыша и в ОКБ-670 у Бондарюка. 30 июня 1958 года появилось первое постановление ЦК КПСС и Совета Министров о разработке тяжелой ракеты, использующей ЯРД. Этим же постановлением предусматривалась разработка тяжелых ракет с использованием ЖРД на криогенных высокоэнергетических компонентах — кислороде и водороде. В подготовке постановления активно участвовали Курчатов, Королев, Келдыш и Глушко.

В ОКБ-1 Королев поручил исследовать возможность создания ракеты с использованием ЯРД Василию Мишину, Сергею Крюкову и Михаилу Мельникову. В течение 1959 года проводились расчеты, прикидки и компоновки различных вариантов тяжелых ракет-носителей с кислородно-водородным ЖРД на первой ступени и с ЯРД на второй ступени.

Постановление от 30 июня 1958 года узаконило уже ведшиеся работы. Эскизный проект ракеты на основе использования ЯРД был в ОКБ-1 разработан и утвержден Королевым 30 декабря 1959 года.

Проект предусматривал использование в качестве первой ступени ракеты шести блоков первой ступени ракеты «Р-7».

Вторая ступень — центральный блок был по существу ядерным реактором. В ядерном реакторе рабочее тело подогревалось до температуры свыше 3000 К. В качестве рабочего тела ОКБ-456 предлагало использовать аммиак, а ОКБ-670 — смесь аммиака со спиртом. Сам двигатель представлял собой четыре сопла, через которые и вылетали струи раскаленных ядерной реакцией газов.

В эскизном проекте были обстоятельно рассмотрены несколько вариантов ракет с ЯРД. Самой впечатляющей была «суперракета» длиной

64 метра, диаметром 9 метров, со стартовой массой 2000 тонн и массой полезного груза до 150 тонн на орбите ИСЗ. На первой ступени этой «суперракеты» предлагалось установить такое число ЖРД, чтобы получить общую стартовую тягу в 3000 тонн. Глушко предлагал для этого разработать ЖРД на токсичных высококипящих компонентах, но Королев и Мишин этот вариант категорически отвергли, и в проекте предусматривались только кислородно-керосиновые ЖРД Николая Кузнецова. У него пока в начальной стадии разработки находился двигатель «НК-9» для первой ступени глобальной ракеты «ГР-1» — тягой до 60 тонн. Таких двигателей для первой ступени ракеты с ЯРД требовалось 50 (!). Одно это делало проект ядерной «суперракеты» малореальным.

Эскизным проектом для начала предлагалась комбинированная ракета со стартовой массой 850–880 тонн, выводящая на орбиту высотой 300 километров полезный груз 35–40 тонн. Первая ступень ракеты принималась аналогичной блочной конструкции ракеты «Р-7» и набиралась из шести блоков с ЖРД. Центральный блок был ядерно-химической ракетой.

Своим чередом шли и работы над ЯРД. Уже самый первый анализ показал, что среди множества возможных схем космических ядерных энергодвигательных установок наибольшие перспективы имеют три: с твердофазным ядерным реактором, с газофазным ядерным реактором, электроядерные ракетные ЭДУ. Схемы отличались принципиально; по каждой из них наметили несколько вариантов для развертывания теоретических и экспериментальных работ.

Принципы работы ЯРД не вызывали сомнений. Однако конструктивное выполнение (и характеристики) его во многом зависели от «сердца» двигателя — ядерного реактора и определялись прежде всего его «начинкой» — активной зоной.

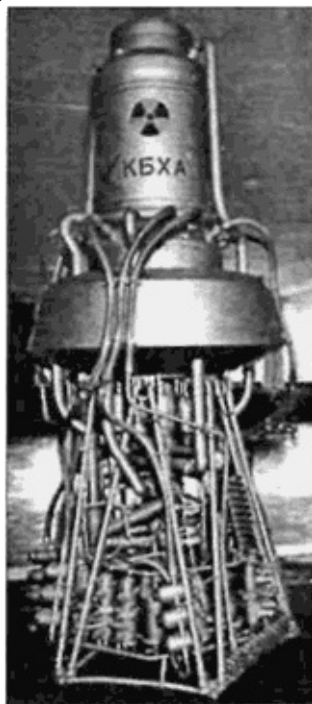
Поддержанный постановлениями правительства, НИИ-1 строил электродуговые стенды, неизменно поражавшие воображение, — десятки баллонов от 6 до 8 метров высотой, громадные горизонтальные камеры мощностью свыше 80 кВт, броневые стекла в боксах. Участников совещаний вдохновляли красочные плакаты со схемами полетов к Луне, Марсу и звездам. Предполагалось, что в процессе создания и испытаний ЯРД будут решены вопросы конструкторского, технологического, физического плана.

Летом 1959 года сотрудники НИИ-1 Виталий Иевлев и Юрий Трескин доложили о постановке эксперимента на реакторе «ИГР», первый запуск которого состоялся в 1961 году. 1 июля 1965 году был рассмотрен эскизный

проект реактора «ИР-20-100» для будущего ядерного двигателя «РД-0410». Кульминацией стал выпуск техпроекта тепловыделяющих сборок «ИР-100» (1967 год), состоящих из 100 стержней.

«Ракетная» часть «РД-0410» была разработана в воронежском Конструкторском бюро химической автоматики (КБХА), «реакторная» (нейтронный реактор и вопросы радиационной безопасности) — Институтом физики и энергии (Обнинск) и Курчатовским институтом атомной энергии.

Согласно принятой концепции жидкие водород и присадкагексан подавались с помощью турбонасосного агрегата в гетерогенный реактор на тепловых нейтронах с тепловыделяющей сборкой, окруженной замедлителем из гидрида циркония. Их оболочки охлаждались водородом. Отражатель имел приводы для поворота поглотительных элементов (цилиндров из карбида бора).



Ядерный ракетный двигатель «РД-0410»

За пять лет, с 1966 по 1971 год, были созданы основы технологии реакторов-двигателей, а еще через несколько лет была введена в действие мощная экспериментальная база под названием «экспедиция № 10» (впоследствии — опытная экспедиция НПО «Луч» на Семипалатинском ядерном полигоне).

Особые трудности встретились при испытаниях. Обычные стенды для запуска полномасштабного ЯРД использовать было невозможно из-за

радиации.

Испытания реактора решили проводить на атомном полигоне в Семипалатинске, а «ракетной части» — в НИИхиммаш (Загорск, ныне — Сергиев Посад).

Для изучения внутрикамерных процессов было выполнено более 250 испытаний на 30 «холодных двигателях» (без реактора). В качестве модельного нагревательного элемента использовалась камера сгорания кислородно-водородного ЖРД конструкции Исаева.

Максимальное время наработки составило 13000 секунд при объявленном ресурсе в 3600 секунд.

В процессе испытаний удались максимальная тяга в 3528 килограммов и скорость истечения — 9000 м/с.

Для испытаний реактора на Семипалатинском полигоне были построены две специальные шахты с подземными служебными помещениями. Одна из шахт соединялась с подземным резервуаром для сжатого газообразного водорода.

От использования жидкого водорода отказались из финансовых соображений.

Перед экспериментальным запуском реактор опускался в шахту с помощью установленного на поверхности козлового крана. После запуска реактора водород поступал снизу в «котел», раскалялся до 3000 °К и огненной струей вырывался из шахты наружу. Несмотря на незначительную радиоактивность истекающих газов, в течение суток находиться снаружи в радиусе полутора километров от места испытаний не разрешалось. К самой же шахте нельзя было подходить в течение месяца. Полуторакилометровый подземный тоннель вел из безопасной зоны сначала к одному бункеру, а из него — к другому, находящемуся возле шахт.

По этим своеобразным «коридорам» и передвигались специалисты.

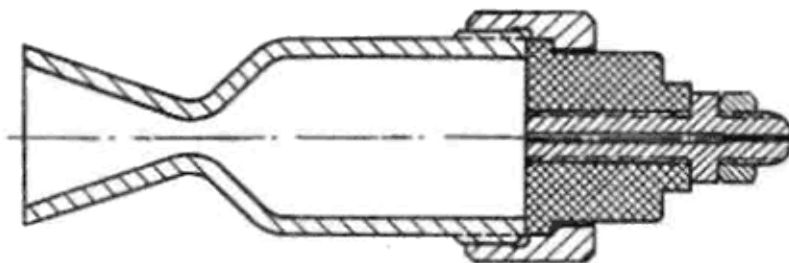
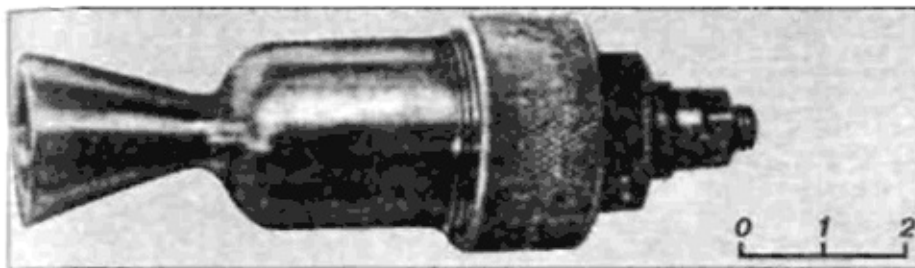
Результаты экспериментов, проведенных с реактором в 1978–1981 годах, подтвердили правильность конструктивных решений. В принципе ЯРД был создан. Оставалось соединить две части и провести комплексные испытания.

Однако двигатель остался невостребованным. Экспедицию на Луну и Марс отменили, а использовать «РД-0410» на околоземных орбитах было накладно, да и просто опасно.

Электротермические двигатели

Нам уже известно, что одним из способов увеличения эффективности двигателей для космических кораблей является повышение температуры (а значит и скорости) истекающих газов. Но эту температуру можно поднимать не только с помощью химической реакции горения или посредством утилизации энергии радиоактивного распада — другим мощным источником тепла может служить электричество.

Идея электротермического ракетного двигателя обсуждается уже довольно давно. Еще в 1928 году, на самой заре развития реактивной техники, в нашей стране был выдвинут изобретательский проект такого двигателя. По этому проекту через тонкие металлические проволоочки или струйки электропроводящей жидкости, находящиеся в камере сгорания, должны пропускаться с заданной частотой кратковременные мощные импульсы электрического тока. Начиная с мая 1929 года, в специально созданной группе электрических и жидкостных ракетных двигателей Газодинамической лаборатории (ГДЛ) в Ленинграде велись теоретические и экспериментальные исследования электротепловых двигателей, использующих явление «электрического взрыва». Работами руководил хорошо нам знакомый Валентин Петрович Глушко.



Первый в мире электротермический ракетный двигатель, основанный на эффекте «электрического взрыва», разработан в Г Д Л

Через четыре года опыты продолжались уже с камерой, снабженной соплом. В результате разрядов тока происходил взрыв проводников с разогреванием образующихся газов до весьма высокой температуры — порядка 1 миллиона градусов, вследствие чего раскаленные продукты взрыва вытекали через сопло с огромной скоростью. После целой серии опытов сотрудники ГДЛ установили, что идеальным рабочим веществом для таких двигателей являются насыщенные водородом металлы: например, железо или палладий. При высокой температуре взрыва водород выделяется с поглощением части энергии; при охлаждении же продуктов он, воссоединяясь, выделяет поглощенную энергию, что ведет к общему увеличению к. п. д.

Однако развитие ракетных двигателей пошло, как известно, по другому направлению, и если электрические методы нагрева и получили некоторое применение в космической технике, то лишь для различных вспомогательных нужд: например, в электрозапальных устройствах, служащих для воспламенения топлива при запуске двигателя.

Интерес к электротермическим двигателям вновь проявился лишь в начале 70-х годов, когда стали очевидны принципиальные ограничения термохимических двигателей в отношении тяги.

В первую очередь вспомнили о схеме ГДЛ. Опыты с подобными двигателями проводились как у нас, так и в за рубежом.

В качестве рабочего вещества применялись проволоочки диаметром в 1 миллиметр и длиной примерно 6,5 миллиметра из алюминия, железа, меди, золота, серебра, вольфрама и ряда других металлов. Внезапный разряд батареи конденсаторов, заряженных до напряжения 10–20 киловольт, через эти проволоочки вызывал мгновенное возникновение в них тока силой в несколько тысяч ампер, что приводило к взрывному испарению материала проволочек. Как показали измерения, при этом развивалась температура выше 100 000 °С, а скорость истечения превышала 10 000 м/с с возможностью ее увеличения до 50 000 м/с!

Но если «электрический взрыв» представляет собой довольно экзотический метод нагрева, то хорошо известны другие способы, с помощью которых электрический ток используется в технике и быту для нагрева различных веществ.

Пожалуй, наиболее прост и известен метод конвективного нагрева жидкостей и газов с помощью электрических элементов сопротивления; ведь именно этот так называемый омический нагрев служит в бесчисленных электронагревателях самой различной мощности, начиная с обыкновенного утюга. Нагревательным элементом здесь служит

Создать электротермический двигатель на основе этого физического явления просто: достаточно в камере такого двигателя разместить электрический нагревательный элемент.

A detailed technical cross-section drawing of a nozzle assembly. The assembly consists of a central body (1) with multiple internal passages. On the left, there is an inlet (10) and a side outlet (2). The top features a central inlet (9) and a side outlet (3). The right side has a main outlet (5) that tapers to a nozzle tip (6). Various internal components like valves or seals are labeled with numbers 4, 7, 8, and 11. Arrows indicate the flow direction through the passages.

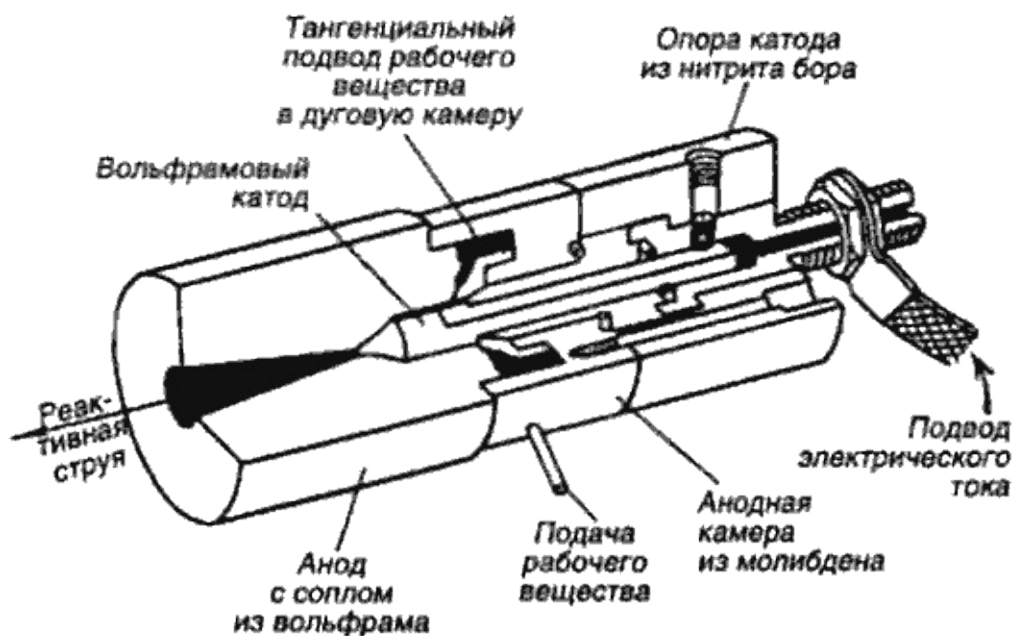
Нагревательный элемент «резистоджета» изготавливается из жароупорного металла (обычно из вольфрама, рения или их сплавов) и может нагреваться до 2650–2750°К. При удачной конструкции двигателя температура рабочего вещества лишь немногим меньше этой. Выгоднее всего, конечно, применять в качестве рабочего вещества водород, но используются также аммиак и другие вещества. В случае водорода скорость истечения может достигать 10 000-11 000 м/с.

Один из двигателей типа «резистоджет» с многотрубчатым

вольфрамовым теплообменником был разработан американской фирмой «Марквардт» («Marquardt») для использования в системах ориентации и стабилизации космических летательных аппаратов, в частности обитаемой орбитальной лаборатории «MORL», конструкцию которой мы обсуждали в главе 17. Электрическая мощность этого двигателя равна 3 кВт, концентрические трубки вольфрамового теплообменника имеют толщину всего 0,4 миллиметра. В ходе 25-часовых испытаний двигателя была получена скорость истечения 8400 м/с при к. п. д. 79 % и тяге двигателя 66,5 грамма. По другому предложению фирмы, на этой же орбитальной лаборатории могут быть установлены 1624 двигателя «резистоджет» тягой по 4,5 грамма, рабочим веществом для которых должны служить отходы жизнедеятельности космонавтов!

Фирма «Авко» («Avco») также разрабатывала двигатель «резистоджет» аналогичного назначения для системы стабилизации на орбите синхронного искусственного спутника Земли «ATS» весом около 450 килограммов. Двигатель мощностью всего примерно 7,5 Вт имеет диаметр 102 миллиметра, длину 280 миллиметров и вес 3,2 килограмма, он работает на аммиаке; его две независимо работающие тяговые камеры (двигателя) диаметром 32 миллиметра развивают очень малую тягу 50 миллиграммов и 5 миллиграммов, они управляются клапанами, электрически связанными с электронным командным блоком.

Двигатель подобного типа был установлен на спутнике «ATS-B», выведенном на орбиту в декабре 1966 года. А в июле и ноябре 1967 года были выведены на орбиту экспериментальные спутники «LES» и «ATS-3», также оборудованные двигателями типа «резистоджет».



Устройство экспериментального дугового двигателя фирмы «Авко»

Сообщается и о ряде других экспериментальных электротермических двигателей: мощностью 30 кВт при скорости истечения 8600 м/с, мощностью 10 Вт с тягой порядка 0,5 грамма и так далее.

Первый из двигателей «резистоджет» нашел применение в космосе в системе ориентации военного спутника «Вела-3», запущенного в июле 1965 года. Мощность этого двигателя равна 90 Вт, тяга — 19 граммов. 19 сентября 1965 года с его помощью был осуществлен первый маневр в космосе.

В мае 1967 года двигатель «резистоджет» с тремя соплами обеспечивал ориентацию и маневрирование усовершенствованного спутника «Вела»; два таких спутника были запущены за месяц до этого, на каждом из них был установлен многосопловой двигатель «резистоджет» тягой каждого сопла 8,5 грамма. Двигатель весом 150 граммов работал на азоте.

Другой двигатель (фирмы «Дженерал Электрик») пульсирующего типа тягой 0,225 грамма прошел в 1966-1967 годы испытания в течение более 10 000 часов.

Звездолет с термоядерным двигателем

Как известно, атомная энергия может выделяться в результате ядерных реакций двух типов, диаметрально противоположных по характеру: в одном случае в результате реакции образуются более простые, в другом — более сложные атомные ядра, хотя в обеих реакциях изменение энергии внутриядерной связи оказывается качественно одним и тем же — она выделяется.

Реакции, в ходе которых происходит слияние простых атомных ядер в более сложные, то есть синтез ядер, носят название термоядерных. Именно они являются источником колоссальной энергии, излучаемой звездами, в том числе и нашим Солнцем. В этой звездной реакции четыре ядра водорода, сливаясь, образуют одно ядро атома гелия. В этом случае выделяется огромная энергия. Однако науке удалось пока искусственно осуществить только термоядерные реакции взрывного характера — они используются в так называемом водородном атомном оружии. В направлении осуществления управляемых термоядерных реакций, которые могли бы быть положены в основу ядерной энергетики, ведутся интенсивные исследования.

Как известно, в основу всех этих исследований положена блестящая мысль советских физиков Андрея Сахарова и Игоря Тамма, высказанная ими еще в 1960 году, об использовании так называемой «магнитной бутылки» для содержания в ней раскаленной плазмы, в которой должна идти термоядерная реакция. Чтобы эта реакция пошла, плазму нужно нагреть до немыслимой температуры в сотни миллионов градусов, а затем удержать ее в этом состоянии заметное время; изоляция стенок реактора от контакта с плазмой (такой контакт смертелен не только для стенок, но и для самой реакции, что гораздо хуже) может быть осуществлена только с помощью мощного магнитного поля. Кстати сказать, для создания такого поля придется, вероятно, использовать электромагниты со сверхпроводящей обмоткой, например из ванадийгаллиевого сплава, так как иначе затрата электроэнергии будет чрезмерно большой.

Главная трудность на пути практической реализации этой смелой идеи связана с феноменальной неустойчивостью плазменного шнура, и именно в этом направлении ведутся основные исследования российских и зарубежных ученых.

Нашим ученым удалось получить «долгоживущую» плазму

температурой в несколько миллионов градусов, что позволяет надеяться на успешное решение в будущем этой сложнейшей научной и инженерной задачи, имеющей столь большое значение для судеб человечества, что его трудно переоценить.

Однако пока эта задача не решена, и космонавтика ограничивается лишь различными теоретическими исследованиями и предварительными проектными разработками термоядерных ракет, показывающими, сколь важна может быть их роль в будущем освоении космического пространства.

Науке известны различные типы термоядерных реакций, которые могли бы найти применение в космических термоядерных ракетных двигателях будущего, например реакции синтеза ядер дейтерия, дейтерия и трития, дейтерия и гелия-3. Считается, что наиболее подходящей для этой цели является последняя реакция, поскольку она не связана с излучением нейтронов и потому не требует особо тяжелой защитной экранировки реактора.

Нагретое до огромных температур рабочее вещество должно вытекать в термоядерном ракетном двигателе из реактора через «горлышко» магнитной бутылки, создавая реактивную струю. В принципе просто, но о конструкции такого двигателя говорить пока рано, хотя на страницах зарубежной печати можно найти различные более или менее детально проработанные проекты подобного рода.

Предварительные исследования показывают, что подобный двигатель должен обладать совершенно уникальными характеристиками: при тяге 180 тонн и массе около 3 тонн (примерно эти параметры характерны для водородно-кислородного двигателя американской системы «Спейс Шаттл») он будет развивать скорость истечения 180 км/с. Заметим для сравнения, что удельный импульс ядерных ракетных двигателей с твердой активной зоной и водородом в качестве рабочего тела не превышает 9000 м/с, а с газообразной (плазменной) активной зоной — 25000 м/с.

Итак, двигатели, созданные на базе термоядерных реакторов, являются принципиально новым шагом на пути развития космических тяговых систем. Эти двигатели позволят человеку, в подлинном смысле слова, стать хозяином Солнечной системы, достигнуть ее самых удаленных планет (Урана, Нептуна, Плутона), совершить полеты за пределы эклиптики, организовать дальние экспедиции в межзвездное пространство, наладить постоянную транспортную связь между планетами земной группы (Марс, Земля, Венера), организовать посещение спутников Юпитера, Сатурна, а главное — перейти к созданию первых тяговых систем, характерных для

космических цивилизаций.

Фотонная ракета

Другим способом создания тяги является фотонная ракета. Принцип ее работы довольно прост.

Если на космическом корабле находится мощный источник световых (или каких-либо иных электромагнитных) волн, то, посылая их в одну сторону, можно, как и в случае частиц вещества, создать силу, движущую корабль в другую — противоположную сторону. Эта движущая сила, или тяга, является реакцией фотонов, выбрасываемых источником света на корабле, точно так же как возникает подобная реакция при отражении солнечных лучей «зеркальным парусом».

Ничем не отличалась бы она по существу и от тяги любого реактивного двигателя, за исключением того, что, как указывалось выше, в них реактивная тяга создается вытекающими частицами вещества, а в нашем случае такими же «вытекающими» фотонами.

Этот двигатель отличается от традиционных еще и тем, что скорость «истечения» из него «рабочего вещества» значительно больше. Мало того, это вообще наибольшая возможная скорость «истечения», ибо не существует в природе скорости, большей скорости света. Таким образом, наш фотонный двигатель является как бы идеальным, предельно возможным.

К сожалению, фотонные ракеты могут быть применены только для полетов на очень большие расстояния — например к другим звездам. Их тяга так мала, что только в очень длительном и, следовательно, дальнем полете фотонная ракета может достичь достаточно большой скорости полета.

Понятно, что излучатель фотонного двигателя должен отличаться от обычного прожектора не только размерами.

Установите сколь угодно большой прожектор или сколько угодно много таких прожекторов на космической ракете, и вы не получите нужного результата — тяга такого фотонного двигателя будет ничтожно малой по сравнению с его массой.

Чтобы увеличить тягу, нужно излучать гораздо больше энергии, чем это в состоянии сделать простой прожектор. Ведь энергия, излучаемая раскаленной поверхностью, зависит от температуры поверхности. Но как бы ни была раскалена твердая поверхность, ее температура будет во всех случаях значительно меньше температуры поверхности Солнца (она равна,

как известно, примерно 5500 °С).

Лучше подойдут, естественно, раскаленные газовые и в особенности плазменные излучатели (так, Зенгер предложил плазменный излучатель с температурой 150 000 °К). Однако тут возникают другие трудности, помимо связанных с устройством и эксплуатацией высокотемпературных источников излучения. С ростом температуры изменяется (увеличивается) частота излучения, то есть характер излучаемых квантов энергии. Увеличение энергии кванта связано с уменьшением его длины волны (ведь квант — это своеобразная частица, частица-волна), то есть излучение становится все более коротковолновым. Возрастает число квантов ультрафиолетового света и рентгеновского излучения, становящегося все более жестким. Когда температура становится столь большой, что начинают идти ядерные реакции, то появляется и гамма-излучение. Но отражение таких коротковолновых лучей непросто: эти лучи, как известно, с легкостью проходят через вещество. Поэтому оказывается необходимым создание принципиально иных «зеркал» вместо обычного рефлектора. В частности, для этого предложены такие необычные методы, как использование «электронных» или «плазменных зеркал» в виде стабилизированного плотного облака электронов или плазмы. Известно ведь, что коротковолновые лучи постепенно преломляются и наконец отражаются от электропроводящей среды. Однако чтобы создать такое электронное или плазменное облако, нужны колоссальные давления, наподобие возникающих при атомном взрыве. Должно быть решено немало и других сложнейших проблем.

Так, например, откуда звездолет будет черпать энергию, необходимую для питания фотонного двигателя. Совершенно ясно, что химическая энергия для этого непригодна. Но даже в миллионы раз большая энергия деления атомов урана в этом случае также недостаточна. С помощью энергии термоядерных реакций можно было бы, пожалуй, осуществить простейший из межзвездных перелетов. Но только полное использование потенциальной энергии вещества в состоянии решить проблему межзвездного полета фотонной ракеты.

Но как можно себе представить высвобождение всей энергии, заключенной в веществе? Известны ли науке методы такого высвобождения?

Есть по крайней мере один такой путь, уже освоенный наукой. Он связан с явлением «аннигиляции» вещества, то есть с процессом столкновения элементарной частицы вещества, например электрона, с ее так называемой античастицей, в данном случае позитроном. При таком

столкновении обе частицы «аннигилируют» — исчезают с одновременным выделением энергии, масса которой в точности равна массе исчезнувших частиц. Электрон и позитрон почти во всем одинаковы, за исключением знака электрического заряда, в других случаях частица и античастица различаются и иными свойствами. Предполагается, что может существовать, или действительно существует, вещество (его называют иногда антивеществом), состоящее из античастиц, которое по всем своим физико-химическим свойствам не отличается от обычного вещества.

Выделение энергии в процессах аннигиляции связано с рождением фотонов большей или меньшей энергии. Вот почему идеальным звездолетом была бы аннигиляционная фотонная ракета с полным выделением в ней потенциальной (иногда ее называют «эйнштейновской») энергии вещества.

В такой ракете в фокусе отражателя должен находиться «аннигилятор», в который из двух различных баков поступали бы вещество и антивещество. Образующийся в процессе аннигиляции мощнейший поток фотонов или других электромагнитных квантов, отброшенный назад отражателем, и создавал бы необходимую для полета тягу.

Легко видеть, что в настоящее время речь может идти лишь о теоретической идее фотонной ракеты. Ведь пока еще никто не видел антивещества, неизвестно, как его хранить и подавать в аннигилятор, неизвестно, каким должен быть отражатель фотонов и так далее.

Несмотря на обилие принципиальных неясностей, связанных с реализацией идеи фотонной ракеты, сама эта идея вызывает большой интерес. Это не случайно, ведь такая ракета — идеальное средство для межзвездных перелетов.

Но даже для фотонной ракеты подобный перелет связан с колоссальной затратой «рабочего вещества». Так, для полета продолжительностью 30–40 лет в фотонном двигателе придется «сжечь» в световую энергию примерно 10 миллиардов тонн вещества! Выделившейся при этом энергии хватило бы для расплавления оболочки земного шара на глубину в сотни километров. Не удивительно, что иногда предлагают, чтобы фотонный звездолет, отправляясь в свой далекий путь, захватывал с собой в качестве «топлива» какой-нибудь астероид.

Но так ли уж обязательно захватывать с собой все запасы фотонного «топлива»? Неужели нельзя заправляться в полете? Отвечая на этот вопрос, мы вплотную подходим к вопросу «внешних ресурсов».

К вопросу о внешних ресурсах

К «внешним», то есть не запасаемым на борту летательного аппарата, ресурсам можно отнести электростатическое и магнитное поля Земли, различные виды энергии атмосферы (механическую, тепловую, химическую), энергию солнечного излучения, а также термоядерную энергию, сосредоточенную в космическом водороде.

Всю эту энергию вполне возможно извлечь, преобразовать и использовать для перемещения космических аппаратов.

Ближайшим к нам «внешним ресурсом», который может быть использован как источник дешевой (практически дармовой) энергии, является атмосфера.

И по сегодняшний день конструкторы космической техники воспринимают атмосферу как личного врага, накладывающего своим аэродинамическим сопротивлением известные ограничения. И в то же время путь, который позволит сделать из врага союзника, хорошо известен. Это — замена первой стартовой ступени на аэростатическую или авиационную систему.

Собственно, обсуждению преимуществ таких систем перед традиционными и посвящена настоящая книга, и в предыдущих главах я уже показывал, сколько выгод дает их применение, однако развитие космических технологий идет пока в другом направлении, и способы использования внешнего ресурса атмосферы должны опираться на существующий задел.

Например, предлагается устанавливать на первых ступенях ракет-носителей воздушно-реактивные двигатели — турбореактивные и прямоточные. Наиболее пригодны для подобного использования прямоточные двигатели с так называемым сверхзвуковым сгоранием (в этих двигателях топливо сгорает в воздушном потоке, движущемся со сверхзвуковой скоростью, что позволяет резко уменьшить размеры и вес двигателя по сравнению с обычными прямоточными двигателями, внутри которых воздушный поток до сгорания затормаживается до дозвуковой скорости) и различные гиперзвуковые прямоточные двигатели. Помимо выигрыша в величине удельного импульса, применение совершенных прямоточных двигателей может привести также к значительному уменьшению веса ракеты. Особенно выгодно применение прямоточных двигателей на возвращаемых с целью повторного использования ступенях

ракетыносителя.

По одному из подобных проектов в США предполагалось создать ступень тяжелой космической ракеты «Арктур», снабженную турбопрямоточными двигателями и весящую около 550 тонн. Эта ступень должна разгонять ракету общим весом около 1650 тонн до скорости 1200 м/с. По расчетам, ракета сможет обеспечить плавную посадку на Луну груза весом до 27 тонн.

Разрабатываются проекты установки на подобных ступенях и ракетно-прямоточных двигателей, в которых обогащенные горючим продукты сгорания ракетного двигателя будут вытекать в прямоточный двигатель, где произойдет дожигание газов с использованием атмосферного кислорода.

Для облегчения засасывания атмосферного воздуха в этот двигатель предполагается установить на ракете специальное устройство — эжектор, в котором используется подсасывающее действие высокоскоростной реактивной струи, вытекающей из ракетного двигателя. Подсасывание воздуха в реактивную струю может привести к увеличению удельного импульса даже при отсутствии сгорания за ракетным двигателем и только за счет увеличения тяги из-за роста массы газов в реактивной струе.

Использование атмосферного кислорода представляется некоторым авторам и иначе. По их мнению, с помощью специального летательного аппарата с воздушно-реактивными двигателями, совершающего длительные полеты у границ плотной атмосферы (то есть на высотах порядка 80-110 километров), можно осуществить конденсацию и накопление кислорода из атмосферы. Эта возможность связана с тем, что, как показывает расчет, мощность двигателей на таких высотах оказывается достаточной и для преодоления лобового сопротивления аппарата, и для осуществления процесса сжижения кислорода. Считается, что после накопления кислорода в количестве, равном весу летательного аппарата, может быть осуществлена дальнейшая фаза космического полета с помощью жидкостного ракетного двигателя, работающего на жидком водороде. Может быть организована и передача жидкого кислорода другим космическим ракетам путем заправки в полете.

Еще более радикальным является другое предложение об использовании ресурса верхних слоев земной атмосферы как практически неисчерпаемой кладовой активных химических веществ, которые могут служить превосходным ракетным топливом. Эти вещества образуются в результате взаимодействия атмосферы с коротковолновым излучением Солнца, являясь продуктами фотохимических реакций, идущих под действием этого излучения. Как было подтверждено с помощью ракетных

исследований ионосферы, на высотах более 80-100 километров молекулы кислорода, а затем и азота, распадаются на составляющие их атомы. Такой распад, требующий затраты значительных количеств тепла, идет под действием жесткого коротковолнового излучения Солнца.

Образующиеся таким образом за счет аккумуляирования солнечной энергии атомарные газы, кислород и азот, весьма активны химически и стремятся снова к слиянию в молекулы с выделением затраченной на диссоциацию энергии. Произведенные расчеты показывают, что количество запасенной таким образом в атмосфере химической энергии превосходит энергию всех известных запасов химического топлива на Земле.

В 1956 году в США были предприняты первые попытки экспериментального доказательства возможности ускорения процесса рекомбинации атомарных газов атмосферы. Для этого с геофизической ракеты «Аэробы», запущенной в ионосферу, на высоте около 90 километров было выброшено примерно 9 килограммов вещества, являющегося катализатором, ускоряющим реакцию рекомбинации атомарного кислорода. Немедленно вслед за этим в ночном небе образовалось быстрорастущее и яркое зеленовато-белое облако — начался бурный процесс рекомбинации.

Неудивительно возникновение мысли о возможности осуществления подобного каталитического процесса рекомбинации внутри двигателя ракеты, с тем чтобы использовать выделяющуюся при этом энергию для создания движущей реактивной струи. Подобные предложения неоднократно высказывались как у нас в стране, так и за рубежом. Такие гипотетические двигатели называются «хемосферными» (поскольку зону ионосферы с максимальной интенсивностью процесса диссоциации газов называют хемосферой), или «ионосферными».

Принципиальное устройство ионосферного двигателя весьма просто. Он напоминает собой обычный сверхзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель — спереди через воздухозаборное отверстие в двигатель поступает атмосферный воздух с высокой концентрацией атомарных газов, сзади через сопло вытекает раскаленная струя рекомбинировавших молекул кислорода и азота. Место камеры сгорания этого двигателя, работающего без какого бы то ни было топлива, занимает рабочая камера рекомбинации, в которой помещен катализатор. В печати указывается, что одним из наилучших возможных катализаторов является золото — тонким слоем оно может покрывать стенки камеры и перегородивающую ее решетку. Впрочем, катализатор может оказаться и вовсе не нужным, так как в результате сжатия набегающего потока во входном воздухозаборнике двигателя температура и давление в нем

повысятся настолько, что рекомбинация пойдет сама по себе.

Однако, несмотря на внешнюю заманчивость этой идеи «бесплатного» энергопитания силовой установки летательного аппарата, практическая ее реализация весьма сомнительна.

Действительно, при полете с очень большими, например орбитальными, скоростями такой двигатель будет обладать чрезмерно большим лобовым сопротивлением, в несколько раз превосходящим развиваемую им полезную тягу. Чтобы тяга превосходила сопротивление, скорость полета должна быть относительно небольшой, примерно в 2–4 раза больше скорости звука, но тогда возникают трудности, связанные с созданием необходимой подъемной силы, то есть удержанием летательного аппарата на данной высоте.

Другой внешний ресурс атмосферы — это электрический заряд. Известно, что в самых верхних слоях частицы воздуха ионизованы, они уже не нейтральны, как у Земли. Это наводит на мысль о том, что при полете в ионосфере можно использовать ионизованные частицы в качестве рабочего вещества электроракетных двигателей. Точнее говоря, это будут уже не электроракетные, а своеобразные электропрямоточные или ионно-прямоточные двигатели. В них будут засасываться из ионосферы заряженные частицы, точно так же как в тяговую камеру ионного ракетного двигателя поступают ионы цезия из ионного источника. Затем эти частицы будут обычным для ионных двигателей способом ускоряться и вытекать позади, создавая реактивную тягу.

Конечно же, для такого разгона снова понадобится электроэнергия.

Экономия будет лишь за счет энергии, расходуемой на ионизацию рабочего вещества в обычных ионных двигателях. Доля этой энергии в общей затрате электроэнергии в ионном двигателе обычно очень невелика, так что и экономия в энергии будет сравнительно небольшой, но дело и не в ней. Главное в том, что рабочее вещество в этом случае уже не находится на борту летательного аппарата. Однако такие аппараты смогут летать лишь на относительно небольших высотах — в разреженной атмосфере, но не в космосе.

Правда, в космосе также встречаются заряженные частицы вещества — например, в космическом излучении. Испускает подобные корпускулярные потоки и Солнце. Но их использование еще более затруднительно, хотя принципиально и возможно.

Однако электромагнитная энергия космоса вовсе не ограничивается корпускулярным излучением Солнца и звезд.

Гораздо больше по величине другие виды этой энергии. В частности,

известно, что в космосе существуют весьма мощные локальные магнитные поля. Ученые связывают с воздействием этих полей природу основной части космического излучения.

Предполагают, что заряженные частицы — главным образом протоны, а также ядра атомов гелия и в небольшом числе других, более тяжелых атомов, — выброшенные в космос звездами или в результате иных процессов, затем разгоняются в космических магнитных полях. Так в гигантских природных электромагнитных ускорителях рождаются космические лучи с их колоссальной энергией, в миллиарды раз большей, чем в самых мощных циклотронах современных лабораторий.

Нельзя ли воспользоваться энергией космических магнитных полей для того, чтобы вот так же разогнать до нужных огромных скоростей межпланетный корабль? Такая идея высказывалась рядом ученых, у нас в стране — профессором Г. И. Покровским. Однако практически для реализации такой идеи нужно прежде всего найти мощные магнитные поля в космосе, узнать их расположение, конфигурацию, интенсивность, чтобы умело управлять разгоном корабля.

Очевидно, что и на этот метод использования электромагнитной энергии космоса вряд ли можно всерьез рассчитывать в ближайшее время.

Правда, одно космическое магнитное поле нам хорошо известно, и его использование кажется вполне возможным и даже в ряде случаев выгодным. Речь идет о геомагнитном поле.

В свое время в США активно обсуждалась схема геомагнитного движителя, который позволяет использовать геомагнитное поле и разреженную плазму, заполняющую околоземное пространство в ионосфере, для создания полезной движущей силы. Движитель представляет собой по существу тонкую металлическую (из алюминия, магния, бериллия или лития) проволоку очень большой длины (от 1 до 50 километров) с расположенными на ее концах контакторами; такое устройство движителя позволяет использовать его одновременно и для так называемой гравитационной ориентации в пространстве. Если электрический проводник движется с некоторой скоростью поперек силовых линий магнитного поля в заряженной среде — плазме, то в нем, очевидно, начинает течь (индуцируется) ток; проводник вместе с плазмой образует своеобразный замкнутый контур. Но взаимодействие тока с магнитным полем связано с возникновением пондеромоторной силы, которая стремится уменьшить скорость проводника, тормозит его (если проводник перпендикулярен скорости). По существу, конечно, эта тормозящая сила представляет собой также силу реакции отбрасываемой

плазмы — в принципе, почти такую же, как в случае авторотирующего воздушного винта самолета. И если торможение винтом оказывается весьма полезным в авиации (например, при посадке самолета), то «магнитное торможение» в космосе также может оказаться полезным для различных маневров по изменению орбиты и положения спутника. Расчеты показывают, что такое торможение является самым эффективным, ведь оно не требует затрат рабочего вещества. Но если вместо торможения нужно получить ускоряющую силу, то ток в проводнике должен возбуждаться искусственно, для чего нужен специальный электрический генератор.

Кстати сказать, на режиме торможения этот генератор сможет уже не расходовать электрическую энергию, а вырабатывать ее, например, для питания бортовых систем спутника.

Применение геомагнитного движителя оказывается тем выгоднее, чем больше длительность полета и меньше его высота — на высотах более 10 000 километров из-за ослабления геомагнитного поля он уже практически невыгоден.

Рассмотренные выше способы использования внешних ресурсов пригодны только для полетов в пределах Солнечной системы. Для межзвездных полетов они оказываются непригодными.

Однако даже в межзвездном пространстве имеется готовый к употреблению ресурс. Это — межзвездный водород, который теоретически можно использовать в прямоточном термоядерном двигателе.

Для предварительных расчетов можно принять, что межпланетная среда состоит из водорода, находящегося в молекулярном, атомарном и ионизованном состояниях. Таким образом, основой энергетического процесса двигателя можно считать получение на борту летательного аппарата термоядерной энергии, выделяемой в результате синтеза космического водорода.

Итак, внешний вид космической ракеты с термоядерным прямоточным двигателем необычен: навстречу полету, на большое расстояние от корабля вытянулся ярко-фиолетовый ионизирующий луч, выходящий из передней точки заостренного центрального тела геометрического конусообразного массозаборника. Этот луч может быть пучком ускоренных электронов, гамма-излучением, рентгеновским или ультрафиолетовым излучением. Предназначен он для ионизации встречного (набегающего) потока водорода или, если применяется пучок электронов, для предварительной фокусировки (стягивания ближе к оси пучка) этого водорода за счет сил электростатического взаимодействия.

По периметру геометрического массозаборника, имеющего довольно

внушительные размеры (диаметр около 20 метров и длина около 25 метров), проложены в один-два слоя витки сверхпроводниковой катушки с током. Эта катушка представляет собой сложное инженерное сооружение.

При ее работе на витки действуют огромные разрывающие усилия и силы, прижимающие витки друг к другу. Материал витков должен быть весьма прочен при сверхнизких (гелиевых) температурах, иметь малую плотность и допускать высокие значения плотности электрического тока.

Конструкция витков должна предусматривать их интенсивное охлаждение жидким гелием (температура около 4°K), причем без выброса гелия в окружающее пространство.

Как известно, гелий весьма текуч, он просачивается не только сквозь мельчайшие зазоры в арматуре, но и проникает буквально «сквозь стенки», даже металлические. В крайнем случае эта неизбежная потеря должна восполняться посредством отбора части гелия, получаемого от термоядерного синтеза.

Только что описанная катушка нужна для формирования магнитного поля, фокусирующего набегающий поток.

Ионизированные частицы внешнего набегающего потока (в основном протоны и электроны) встречаются с магнитным полем и начинают двигаться вдоль магнитных силовых линий, вращаясь вокруг них по спиралям. Поскольку магнитные силовые линии сходятся у входа в геометрический массозаборник, частицы фокусируются этой своеобразной магнитной воронкой. Оказывается, что подобный способ фокусирования набегающих частиц позволяет значительно увеличить эффективную площадь входа массозаборника. Такое входное устройство даже при весьма незначительной плотности межпланетной среды (10^{-10} в минус семнадцатой степени кг/м³) будет весьма эффективным. Например, при полете со скоростью 100 км/с за одну секунду в массозаборник поступит около одного килограмма водорода. Если предположить, что 75 % поступившего водорода прореагирует в термоядерном устройстве, то выделение энергии будет равно $5 \cdot 10^{11}$ кДж/с.

Поскольку доля энергии, требуемая для обеспечения внутренних потребностей корабля (в частности, для создания магнитного фокусирующего поля и работы бортовых систем), весьма незначительна, будем считать, что вся выделяющаяся энергия идет на создание тяги.

Тяга проточного межпланетного двигателя создается за счет передачи выделившейся энергии, захваченной массозаборником, внешней массе. Численно тяга определяется приростом скорости захватываемого вещества, умноженным на массовый секундный расход этого вещества.

Поскольку в нашем частном случае массовый секундный расход равен единице, тяга просто равна приращению скорости захватываемого потока, которое оказывается стократным. Соответственно, тяга такого идеального двигателя будет огромной — около 10^{11} килограммов!

Рассмотренный в предыдущем разделе фотонный двигатель требует, как мы установили, размещения на борту космического корабля довольно большого запаса вещества и антивещества.

Нельзя ли каким-то образом использовать с той же целью внешний ресурс космического пространства?

Ученые подсчитали, что среди обычного водорода может находиться примерно $0,5 \times 10^{-7}$ в минус седьмой степени часть антиводорода или антигелия.

Соединяясь с обычным веществом, эти частицы дадут возможность захватывать массозаборником аннигиляционное горючее, каждый килограмм которого выделяет предельно возможную энергию примерно в 1000 раз больше энергии, выделяемой при синтезе водорода. Существуют гипотезы, что в различных районах нашей Галактики, а тем более в межгалактическом пространстве имеются целые области, состоящие в основном из антивещества (предполагают даже, что имеются антизвезды и антигалактики!). Тем не менее эти гипотезы пока подтверждения не нашли, и нам остается констатировать «печальный» факт — доля антивещества во внешней среде слишком мала, чтобы дать сколько-нибудь ощутимый вклад в энергетический выход от термоядерной реакции.

Итак, на борту ракеты необходимо запастись антивеществом, которое при достижении ею скорости полета 200–300 км/с с помощью термоядерного прямоточного двигателя следует использовать для получения «фотонной» тяги и дальнейшего разгона.

Рассмотрим сначала проблемы получения и хранения антивещества. Об этих проблемах мало сказать, что они далеки от разрешения. Современное состояние физики таково, что они не могут даже быть поставлены на повестку дня. И тем не менее успехи современного физического эксперимента с каждым днем приближают нас к такой возможности.

Начнем с того, что создание крупнейших ускорителей в Дубне и Серпухове позволило получить и исследовать свойства антипротона — ядра антиводорода, а затем ядер антидейтерия и антигелия. Еще пока нет установок для получения пучков этих «антиядер», но, когда они будут созданы, проблема получения упомянутых антиэлементов окажется, по-видимому, разрешимой. Дело в том, что оснастить полученные «антиядра»

антиэлектронами (то есть позитронами — частицами, равными по массе электронам, но имеющими положительный заряд) значительно проще.

Позитроны научились уже не только получать, но и накапливать в значительных количествах в так называемых «накопительных кольцах» — кольцевых магнитных системах, напоминающих ускорители. Смешивая «антиядра» и позитроны, можно получить нейтральную плазму антивещества.

Как известно, плазма при магнитной изоляции может продолжительное (по физическим понятиям) время не вступать в контакты со стенками камер. К сожалению, такое антивещество еще не может считаться пригодным для хранения на борту ракеты. Необходимо разработать процесс охлаждения вплоть до отвердевания, скажем, антидейтерия.

Твердый антидейтерий обладает достаточной плотностью для того, чтобы его можно было разместить в межзвездной ракете. Кроме того, контейнеры для его хранения не нужны. Сферические или цилиндрические глыбы антидейтерия будут удерживаться вблизи корабля с помощью электростатических полей определенной формы при постоянном (динамическом) регулировании.

В настоящее время пока нет представления о том, каким способом подавать антивещество в зону реакции. Может быть, будет пригоден «простой» метод эрозии антивещества вследствие взаимодействия с ним потока вещества, захваченного массозаборником. Обсуждается и другой способ эрозии и разгона антивещества с помощью лазерной установки.

Еще одна возможность использования космического пространства в качестве внешнего ресурса связана с высказываемой за рубежом идеей использования в качестве химического ракетного топлива космической пыли, заполняющей мировое пространство. Предполагается, что эта пыль может сгорать в пульсирующем детонационном ракетном двигателе.

Хотя плотность пыли исключительно мала, при большой скорости движения космической ракеты может быть получена определенная реактивная тяга. Интересно, что в последнее время проведены успешные эксперименты, подтверждающие принципиальную осуществимость двигателя с детонационным сгоранием.

Солнечные паруса и парусолеты

Тип движителей, использующий внешний ресурс солнечного излучения, принято выделять в особую группу. Это солнечные паруса и так называемые солнечные энергодвигательные установки.

Принцип работы солнечного паруса основан на действии давления падающих на поверхность солнечных лучей. Это свойство стало известно благодаря двум замечательным ученым: английский физик Джеймс Клерк Максвелл в 1873 году предсказал его теоретически, русский физик Петр Николаевич Лебедев в 1899 году доказал его существование путем эксперимента.

Конечно же, сила давления лучей Солнца, действующих на распущенный в космосе зеркальный «парус», мала даже при значительной поверхности «паруса», но мы уже знаем, что в космосе даже малая сила в состоянии в течение большого времени разогнать массивный корабль до большой скорости. Неудобством является и то, что солнечный «ветер» дует всегда в одну сторону, от Солнца, и что его сила быстро ослабевает с расстоянием, но и это не может служить непреодолимым препятствием, по крайней мере для некоторых полетов в Солнечной системе.

Первое такое исследование вопроса использования давления солнечных лучей было произведено Константином Циолковским.

Более детальные расчеты осуществил главный радетель идеи использования внешних ресурсов Фридрих Цандер, который специально интересовался возможностью создания легких «зеркальных парусов». Он указывал, в частности, что если использовать в качестве «солнечного паруса» тончайшие листки металла, например алюминия на каркасе из проволоки, то его вес может составлять примерно 3 г/м^2 — ничтожная величина! Однако сила солнечного давления, приходящаяся на идеальное зеркало такой же площади, будет несоизмеримо меньше — всего 1 миллиграмм (в действительности же еще меньше). По Цандеру, можно снабдить космический летательный аппарат весом 500 килограммов подобным парусом огромной поверхности в $100\,000 \text{ м}^2$ и весом 300 килограммов; таким образом будет создана ускоряющая сила менее 10 граммов. Эта сила уже одного порядка с тягой некоторых типов электроракетных двигателей. Она вызовет ускорение аппарата, равное примерно $0,2 \text{ мм/с}^2$. Подобные ускорения уже могут обеспечить ряд межпланетных полетов.

Интересны, в частности, результаты теоретических расчетов, выполненных сотрудниками Вычислительного центра Академии Наук СССР и доложенные ими на Всесоюзном съезде по теоретической и прикладной механике в 1964 году.

По этим расчетам солнечно-парусные космические корабли, двигаясь по разработанным авторами оптимальным траекториям, могли бы достичь Марса за 122 суток, Венеры — за 164 суток, Меркурия — за 200 суток. Полет к Юпитеру должен длиться 6,6 года, к Урану — 49 лет. Близкие данные получены позднее и американскими учеными; в частности, полет к Марсу космического зонда весом 91 килограмм с помощью паруса площадью 46 м² должен потребовать, по этим данным, 135 суток.

Эффективные «солнечные паруса» могут быть созданы с помощью разработанных химией пластмасс, тончайших и прочных полимерных пленок, если на эти пленки нанести распыливанием совершенно ничтожный слой металла для обеспечения достаточно высокой отражающей способности.

Пленка гораздо удобнее металла в отношении ее хранения в свернутом виде (ведь огромный парус должен быть упакованным в небольшой контейнер ракеты, выводящей «солнечный» корабль в космос при взлете с Земли) и управления парусом.

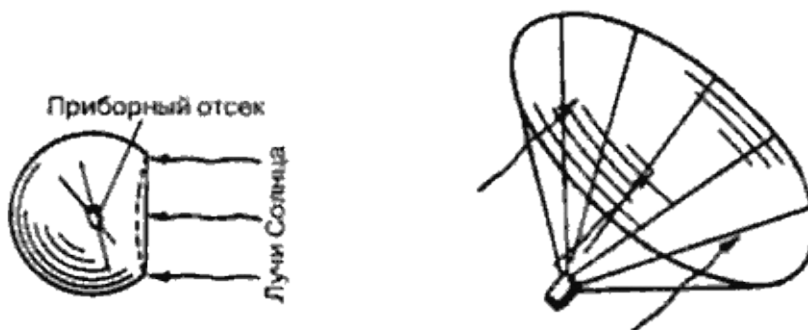
Один из проработанных проектов солнечного паруса был предложен в середине 60-х годов доктором Гарвином. По Гарвину, вес зеркала принимается равным весу остальных элементов летательного аппарата (иногда в несколько раз меньшим), так что общая масса его, приходящаяся на 1 м² поверхности паруса, равна 5 граммам. Парус Гарвина имеет вид гигантского парашюта диаметром примерно 21 метр, прикрепленного к летательному аппарату стропами длиной примерно 60 метров. Интересно, что солнечный «ветер» так слаб, что парашют наполняется только за 80 секунд!..

По другому проекту, разработанному в Лос-Аламосской научной лаборатории под руководством доктора Коттера, парус из пленки представляет собой плоский диск, натянутый на обруч диаметром примерно 50 метров. Запуск на орбиту спутника летательного аппарата с этим парусом (его общая масса — 2 2 килограмма, из которых половина приходится на долю паруса) может быть осуществлен сравнительно маломощной ракетой. После выхода на орбиту под действием солнечного давления аппарат может постепенно отдаляться от Земли.

Наконец, в проекте доктора Пауэла также применяется парашютообразный парус из пленки диаметром 480 метров при полезной

нагрузке летательного аппарата 450 килограммов.

Сила солнечного давления на такой парус площадью 180 000 м² должна составлять примерно 180 граммов.



Космический «солнечный парус».

Слева - по проекту НАСА (пленка толщиной 0,0125 мм и весом 1 мг/м), справа - по проекту доктора Тсю (фирма «Вестингауз»)

«Солнечные паруса» предполагается использовать для разных целей: стабилизации спутников на орбите (компенсации различных возмущающих воздействий), перевода на орбиту с большей высотой, а также межпланетных полетов (к Марсу и Венере).

Эффективность «солнечного паруса» можно было бы существенно повысить при увеличении количества падающей на него солнечной энергии. Ведь сила солнечного давления пропорциональна этой энергии (она равна удвоенной величине энергии, деленной на скорость света). Сразу же напрашивается идея усиления этого давления за счет искусственного источника солнечного «ветра», по мере необходимости подгоняющего парусный космолет. Можно представить себе расположенные в космосе станции, направляющие подобные «толкающие» потоки частиц вещества или квантов энергии на летящий корабль, с тем чтобы полнее «надуть его паруса». Вспомним, что о подобном писал еще Герман Оберт.

Особенно перспективными в этом отношении кажутся проведенные работы по лазерам — квантово-механическим генераторам когерентного света. Различные уже созданные лазеры — кристаллические (из них особенно широко известен лазер с кристаллом рубина), газовые и жидкостные — способны излучать тончайший ярко светящийся луч монохроматического света, то есть света одной, строго определенной частоты. Такой луч несет в себе жар миллионноградусной температуры, развивает огромное давление на встречную поверхность, распространяется

на огромные расстояния, почти не расходясь, как это случается с лучом обычного прожектора. Правда, луч, излучаемый существующими лазерами, очень тонок и маломощен, но нет сомнений в возможности создания и гораздо более мощных квантовомеханических генераторов света. Вот тогда-то появится и возможность использования лазеров и для корректировки с Земли орбит спутников, и для расположения в космосе лазерных источников «космического ветра», способного надуть паруса межпланетных кораблей «дальнего следования».

Глава 20 КОСМИЧЕСКАЯ АРТИЛЛЕРИЯ

«Космические» снаряды Джеральда Бюлля

Как известно, все новое — это хорошо забытое старое. На примере материала предыдущей главы мы убедились, что развитие техники во многом основывается на этом общеизвестном соображении.

Раз за разом конструкторская мысль на очередном этапе возвращается к старым «забытым» схемам, чтобы возродить их в новом качестве под новые задачи. Электроракетные двигатели и использование атомной энергии, солнечные паруса и антигравитация — все это было придумано еще в первой четверти XX века, но обретает воплощение лишь сегодня.

Не осталась забытой и идея космической пушки, предложенная, как мы помним, еще Исааком Ньютоном, получившая развитие в романах Жюль Верна, Фора и Граффиньи и нашедшая воплощение в программе создания сверхдальнобойного орудия «Фау-3».

Однако при всей кажущейся бесперспективности этих проектов с наступлением космической эры и появлением потребности в дешевых всепогодных средствах доставки различных аппаратов на околоземную орбиту вновь заговорили о пушках. Разумеется, речь уже не шла о пилотируемом полете, но небольшие спутники таким способом в космос запустить возможно, и идея получила второе (или третье?) рождение.

Этим она прежде всего обязана талантливому канадскому конструктору — доктору Джеральду Бюллю.

Джеральд Бюль родился в 1928 году в канадской провинции Онтарио. Его карьера началась с ошеломляющих успехов — в 22 года Бюль стал самым молодым доктором, когда-либо защищавшим диссертацию в Торонтском университете.

С 1961 года он преподавал в Макгильском университете, а в 1964 году возглавил канадский Институт космических исследований. Именно на должности директора этого института Бюль получил возможность реализовать идею пушки, способной забрасывать снаряды на суборбитальную и орбитальную высоту.



Модель снаряда «Martlet 1»

В 1961 году Департамент исследований в области вооружений выделил доктору Бюллю 10 миллионов долларов в рамках совместной научной программы, инициированной министерствами обороны США и Канады и получившей название «Высотная исследовательская программа» («High Altitude Research Program», «HARP»).

На начальном этапе работ по программе доктор Бюль брался доказать, что сверхдальнобойные пушки можно использовать для запуска научных и военных грузов на суборбитальные высоты. Стартовая площадка была возведена на острове Барбадос, а запуски осуществлялись в сторону Атлантики. В качестве «космической» пушки использовалось 16-дюймовое (406-миллиметровое) орудие ВМФ США весом в 125 тонн. Стандартный ствол длиной 20 метров был заменен на новый — 36-метровый. В период с 1963 по 1967 год доктор Бюль осуществил более двухсот экспериментальных запусков с помощью этого орудия.

Первый снаряд «Martlet 1» длиной 1,78 метра и весом 205 килограммов Джеральд Бюль представил заказчику в июне 1962 года. Снаряд был изготовлен из толстой листовой стали, внутри корпуса размещалось оборудование для радиотелеметрического контроля за ходом полета. Кроме того, на снаряде смонтировали специальное приспособление для выпуска цветного дыма, по которому можно было вести наблюдение за траекторией снаряда и произвести, оценку влияния высотных воздушных

потоков на летательный аппарат.

«Martlet 1» был запущен 21 января 1963 года. Полет продолжался 145 секунд, и в ходе него снаряд достиг высоты в 26 километров и упал в 11 километрах от места старта.



Суборбитальный запуск с использованием 406-миллиметровой пушки программы «HARP»

Второй запуск оказался столь же успешен, и исследовательская группа проекта «HARP» приступила к разработке новой серии снарядов «Martlet 2», которые уже можно было использовать в качестве суборбитальных летательных аппаратов.

В рамках серии «Martlet 2» были сконструированы снаряды трех основных модификаций: 2А, 2В и 2С. Внешне они почти не отличаются друг от друга, но изготовлены из разных материалов. Типичный снаряд «Martlet 2» имеет стрелообразную форму с диаметром корпуса в 13 сантиметров и длиной 1,68 метра. В нижней части корпуса приварены четыре скошенных стабилизатора. Полезная нагрузка снаряда составляет 84 килограмма, общий вес вместе с выстрелом — приблизительно 190 килограммов.

Перед суборбитальными летательными аппаратами «Martlet 2»

ставилась задача подробного изучения физического состояния верхних слоев атмосферы. Эта информация имела для министерств обороны США и Канады жизненно важное значение, поскольку, как мы помним, в то же самое время велись работы по созданию стратосферных гиперзвуковых самолетов и новых ракетных систем, а данных о свойствах воздушной среды на больших высотах не хватало. Полезный груз «Martlet 2» включал магнитометры, температурные датчики, электронные измерители плотности и даже метеолaborаторию «Langmuir». Для того чтобы аппаратура после старта могла функционировать нормально, весь измерительный блок заливался эпоксидной смолой, которая предохраняла компоненты системы от смещения и повреждений при ускорении в 15 000 g.

Согласно первоначальным расчетам, скорость для снарядов серии «Martlet 2» не должна была превышать 1400 м/с, а максимально достижимая высота — 125 километров. Однако благодаря целому ряду усовершенствований (удлинение ствола пушки, использование новых видов пороха и способов его поджигания) удалось выйти на гораздо большие высоты.

Скорость снаряда подняли до 2100 м/с, и 19 ноября 1966 года «Martlet 2С» достиг рекордной высоты — 180 километров при полетном времени 400 секунд.

Кроме того, за цикл испытаний доктору Бюллю удалось снизить стоимость запуска полезного груза на суборбитальную высоту до 3000 долларов за килограмм.

Перспективы «Высотной исследовательской программы» («HARP»)

30 июня 1967 года, в результате резкого «похолодания» в отношениях между США и Канадой, вызванного войной во Вьетнаме, канадский Департамент исследований в области вооружений официально объявил о закрытии «Высотной исследовательской программы».

Проект был свернут в тот самый момент, когда группа под руководством доктора Бюлля работала над созданием самого миниатюрного космического аппарата в истории человечества — реактивного снаряда «Martlet 2G-1» с твердотопливной ступенью. Вес полезной нагрузки, выводимой этим снарядом на орбиту, не превышал 2 килограммов — оптимум для «нано-спутников», разрабатываемых сегодня в НАСА. Сам снаряд при этом был 4,3 метра в длину и 30 сантиметров в диаметре. Общий вес снаряда с выстрелом составлял 500 килограммов.

Среди других, весьма перспективных, направлений программы «HARP» можно назвать работы над сериями реактивных снарядов «Martlet 3» и «Martlet 4». Эти снаряды, имеющие твердотопливных ступени, фактически уже являлись компактными ракетами, начальную часть траектории которых задавала пушка. Наибольший интерес для нас представляет серия «Martlet 4». Поговорим о ней подробнее.

Первоначально программа «HARP» не предусматривала создание орбитальных средств доставки, ориентируясь лишь на задачу изучения верхних слоев атмосферы. Только в 1964 году, когда дополнительное соглашение между канадским Департаментом исследований и правительством США обеспечило гарантированное финансирование программы еще на три года, в группе доктора Бюлля всерьез заговорили об орбитальных запусках. Однако руководство Департамента прохладно отнеслось к этой затее, и до самого закрытия программы энтузиастам орбитальных запусков не удалось «протолкнуть» серию «Martlet 4».



Серия суборбитальных снарядов «Martlet» и «BRL»

Согласно оставшемуся на бумаге проекту реактивные многоступенчатые снаряды «Martlet 4» можно было использовать для вывода на околоземную орбиту полезных грузов весом от 12 до 24 килограммов. В первой версии проекта снаряды имели две (или три) твердотопливные ступени, в более поздних — ступени с жидким топливом.

Первая ступень типовой модификации снаряда «Martlet 4», содержащая 735 килограммов твердого топлива, имела шесть стабилизаторов. При прохождении через ствол пушки стабилизаторы должны были находиться в сложенном положении, а при выходе — выпрямиться, придавая снаряду движение вращения вокруг продольной оси со скоростью 4,5–5,5 оборотов в секунду — таким образом обеспечивалась гироскопическая устойчивость снаряда на протяжении начального участка полета, заданного выстрелом пушки. Поскольку движение снаряда на этом участке подчинялось законам элементарной баллистики (то есть зависело только от мощности заряда, угла наклона орудия и аэродинамики снаряда), отпадала необходимость в сложной системе управления и контроля. Первая ступень должна была запускаться на высоте 27 километров и выгореть в течении 30 секунд, давая тягу в 6900 килограммов.

Вторая и третья ступени «Martlet 4» также были твердотопливными (181,5 и 72,6 килограмма топлива соответственно) и обеспечивали полет

снаряда в стратосфере и мезосфере, выводя полезный груз на высоту до 425 километров.

Между второй и третьей ступенями конструкторы разместили блок управления и ориентации. Он должен был включиться сразу после отделения первой ступени, поддерживая заданные программой углы крена и тангажа. Заметим, что в 60-е годы еще не существовало интегральных схем, а традиционные механические гироскопы не могли быть применены в блоке управления и ориентации, поскольку не выдержали бы чудовищных перегрузок. Для решения этой проблемы к разработке были привлечены специалисты из Университета Макгила и Лаборатории баллистики армии США. В результате была спроектирована совершенно новая система ориентации. Она состояла из аналогового модуля, получающего информацию от нескольких датчиков, закрепленных на корпусе снаряда, и сравнивающего поступающие данные с эталоном. Скорость вращения вокруг продольной оси определялась с помощью акселерометра, угол тангажа — двумя инфракрасными датчиками. Дополнительная информация поступала также от двух светочувствительных элементов, ориентированных по солнцу.

Отдельные компоненты системы управления и ориентации прошли «обкатку» на устойчивость к перегрузкам на испытательном полигоне в Квебеке для их запуска использовалась малая 155-миллиметровая пушка, способная придать контейнеру с элементами системы ускорение более 10 000 g.





406-миллиметровая пушка проекта «HARP» (снимок с острова Барбадос)

Важнейшим преимуществом реактивных снарядов «Martlet 4» перед ракетными транспортными средствами был малый период предполетной подготовки. Конструкторы полагали, что такая подготовка займет всего лишь несколько часов против нескольких недель или даже месяцев для многоступенчатой ракеты-носителя. При необходимости можно было запускать от четырех до шести снарядов «Martlet 4» в день, невзирая на погодные условия.

Малые суборбитальные пушки

Работы Джеральда Бюлля в Канаде привлекли внимание ученых военно-промышленного комплекса США. Как мы уже неоднократно отмечали ранее, американским конструкторам, работавшим над созданием перспективных летательных аппаратов, не хватало данных о физических свойствах и химическом составе верхних слоев атмосферы. Часть вопросов была снята в рамках совместных работ по программе «HARP». Однако для решения частных задач американцы использовали малые пушки, позволявшие выводить небольшие зонды на высоты до 70 километров.

В начале марта 1960 года генерал-лейтенант Артур Традье, руководитель исследовательских программ армии США, поручил подчиненной ему Лаборатории баллистики оценить возможность использования артиллерии для запуска метеорологических зондов. К июлю ученые Лаборатории на опыте доказали, что соответствующим образом сконструированный зонд выдержит воздействие перегрузок, возникающих при выстреле, и работа закипела.

В качестве исходного орудия для суборбитальных запусков использовалась армейская пушка калибром 120 миллиметров и длиной ствола 8,9 метра. Пушки этого класса были очень удобны в применении и обладали необходимой мобильностью — их можно было доставлять к огневой позиции на железнодорожной платформе или в кузове специального грузовика.

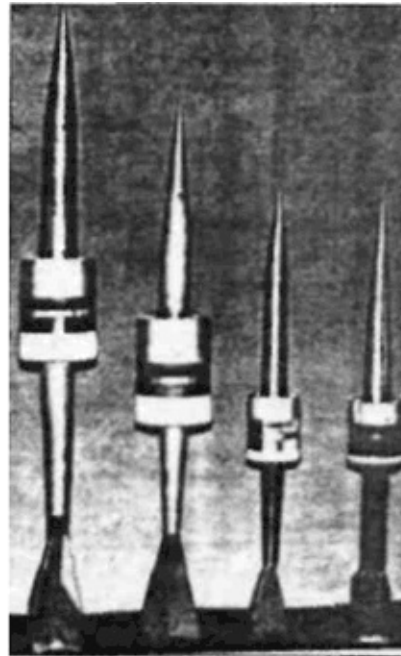
Стартовые комплексы на основе 120-миллиметровых пушек были построены на испытательных полигонах острова Барбадос, Квебека, в штатах Аляска, Вирджиния, Нью-Мексико, Аризона. С их помощью на суборбитальные высоты запускались небольшие зонды различного назначения (серия суборбитальных снарядов «BRL»): дипольный отражатель, траектория которого отслеживалась радаром, дрейфующий метеозонд с парашютом, возвращаемые контейнеры и тому подобное. Стоимость одного запуска колебалась в пределах от 300 до 500 долларов США.

Эксплуатация малых «суборбитальных» пушек продемонстрировала высокую эффективность такого рода запусков при изучении атмосферы, и вскоре на смену 120-миллиметровым пушкам пришли новые — с калибром 175 миллиметров и длиной ствола 16,8 метра. Эти пушки позволяли запускать в три раза более тяжелые грузы на высоту свыше 100

километров.



175-миллиметровая
«суборбитальная» пушка
Лаборатории баллистики армии



Снаряды «BRL»
для малых
«суборбитальных» пушек

Соответственно, расширился и список используемых зондов. Помимо традиционного набора дипольных отражателей новые снаряды несли в себе капсулы с нитратом цезия для создания искусственных облаков и метеолаборатории «Langmuir» с телеметрическим управлением.

Стартовый комплекс на основе 175-миллиметровой пушки оказался, впрочем, менее надежной системой, чем его предшественники. Снаряды часто не достигали расчетной высоты, и тогда группа доктора Бюлля, используя накопленный опыт, предложила проект твердотопливного снаряда «Martlet 3E», который мог служить разгонной ступенью для грузов, запускаемых с помощью 175-миллиметровой пушки.

При этом расчетный потолок поднимался до 250 километров.

Снаряды «Martlet 3E» могли заменить собой всю серию «Martlet 3», освободив главное 406-миллиметровое орудие для орбитальных запусков. Но, к сожалению, и этому проекту было суждено остаться на бумаге.

Проект «Вавилон»

Несмотря на закрытие программы «HARP», доктор Джеральд Бюль не утратил интереса к теме «космических» пушек. Более того, в 1968 году он получил премию Маккарди — самую престижную канадскую награду за исследования, связанные с космосом. В поисках новых инвесторов Бюль основал собственную «Корпорацию по исследованию космоса». Используя свои связи в Пентагоне, он заключил сделку с Израилем. В 1973 году бюллевская «Корпорация» поставила туда около 50 тысяч артиллерийских снарядов. Тогда же конструктор познакомился с будущим командующим израильской артиллерии генералом Абрахамсом Давидом. Бюль с восторгом говорил, что генерал — «единственный человек, который аккумулирует все возможности, чтобы построить суперпушку». Наверное, именно потому, что генерал Давид был «единственным» заинтересованным лицом, реализовать свой проект в Израиле Бюлю не удалось.

В середине 70-х доктор Бюль вступил в контакт с южноафриканским правительством. Его фирма, при негласном попустительстве ЦРУ, поставила Претории 55 тысяч снарядов вместе с документацией по их изготовлению. ЮАР, изолированная ООН от рынков оружия, щедро платила за смертоносный товар. Дела шли неплохо, и конструктор решил расширить свой бизнес. С его помощью в ЮАР стали создаваться самые современные 155-миллиметровые орудия. Но вскоре подробности этой сделки стали достоянием гласности, и в 1980 году Бюль попал за решетку по обвинению в незаконной продаже военных технологий в страны «третьего мира». «Корпорация по исследованию космоса» была ликвидирована.

После освобождения доктор Бюль перебрался в Бельгию, где продолжил свою деятельность в качестве эксперта по артиллерии. В марте 1988 года он заключил контракт с правительством Ирака на строительство трех сверхдальнобойных пушек: одного 350-миллиметрового орудия-прототипа (проект «Малый Вавилон») и двух полноразмерных 1000-миллиметровых орудий (проект «Вавилон»).



Строительная площадка проекта «Вавилон»

Если верить расчетам доктора Бюлля, то главные орудия при весе выстрела в 9 тонн могли отправить 600-килограммовый груз на расстояние свыше 1000 километров, а реактивный снаряд весом в 2 тонны с полезной нагрузкой в 200 килограммов — на околоземную орбиту. При этом стоимость вывода на орбиту килограмма полезного груза не должна была превысить 600 долларов.

Проекту присвоили обозначение РС-2, и в официальных бумагах он проходил как проект новейшего нефтехимического комплекса. Сооружением стартовой площадки занималась британская строительная корпорация под руководством Кристофера Коулея.

Длина орудия проекта «Вавилон» достигала 156 метров при весе 1510 тонн. Ствол орудия был сборным и состоял из 26 фрагментов. Сила отдачи при выстреле должна была составить 27000 тонн, что эквивалентно взрыву небольшого ядерного устройства и могло вызвать сейсмическое возмущение во всем мире.

В кругах военных специалистов хорошо известно, что отношение длины ствола к калибру орудия должно находиться в пределах от 40 до 70, у гаубиц — от 20 до 40. Эти значения вытекают из принципа действия орудийного ствола. Первичное ускорение снаряд получает под воздействием ударной волны, образующейся при воспламенении

метательного вещества (разгоняющего заряда), а далее на снаряд в стволе давят газы — продукты горения этого вещества. К выходному отверстию их давление постепенно снижается. Поэтому ствол не может быть как угодно длинным — в какой-то момент трение между снарядом и стенками канала станет больше, чем воздействие газов. Существуют также пределы, касающиеся дальности стрельбы и зависимости от мощности разгоняющего заряда. Они связаны с тем, что скорость воспламенения современных метательных веществ значительно ниже скорости распространения ударной волны. Поэтому с увеличением массы заряда, еще до его полного сгорания, снаряд может вылететь из ствола.

С этой точки зрения, пушка «Вавилон» — абсурд и фантазия безумного инженера. Но Джеральд Бюль нашел решение проблемы в документации на проект сверхдальнобойной пушки «Фау-3»: можно увеличить скорость снаряда в стволе за счет дополнительных, последовательно воспламеняемых зарядов.

Проект «Фау-3» потерпел крах из-за невозможности воспламенять размещенные в канале ствола промежуточные заряды точно в нужный момент. Технических средств, обеспечивающих требуемые миллисекунды, тогда не нашлось. Заряд срабатывал то слишком рано и тормозил снаряд, грозивший разорваться внутри ствола, то с опозданием, не выполняя свои ускоряющие функции. Бюль решил проблему синхронизации с помощью прецизионных конденсаторов.

Их, кстати, в апреле 1990 года конфисковали в лондонском аэропорту Хитроу и поначалу думали, что они будут применяться в качестве взрывателей для атомных бомб. На самом же деле эти конденсаторы должны были обеспечить точность последовательных воспламенений дополнительных зарядов с погрешностью в пикосекунды! Воспламеняющие устройства срабатывали бы по команде пневматических датчиков, реагирующих на изменение давления в канале ствола.

В 156-метровом стволе «Большого Вавилона» предполагалось разместить 15 промежуточных зарядов. Они обеспечили бы снаряду, вылетающему из пушки, начальную скорость примерно 2400 м/с. Естественно, дополнительное ускорение тоже имеет свои пределы — Бюль, похоже, приблизился к ним вплотную. В его конструкции снаряд разгоняется все быстрее и быстрее и в конце концов достигает скорости распространения давления горячей газопороховой смеси промежуточного заряда.

Пушка-прототип «Малый Вавилон» весом 102 тонны была построена к маю 1989 года. Ее огневая позиция размещалась в 145 километрах

севернее Багдада, и в ходе испытаний планировалось отправить снаряд на расстояние 750 километров.

Иракский дезертир показал позднее, что пушку собирались использовать для доставки боеголовок с химической или бактериологической начинкой на территорию противника, а также для уничтожения вражеских разведывательных спутников.

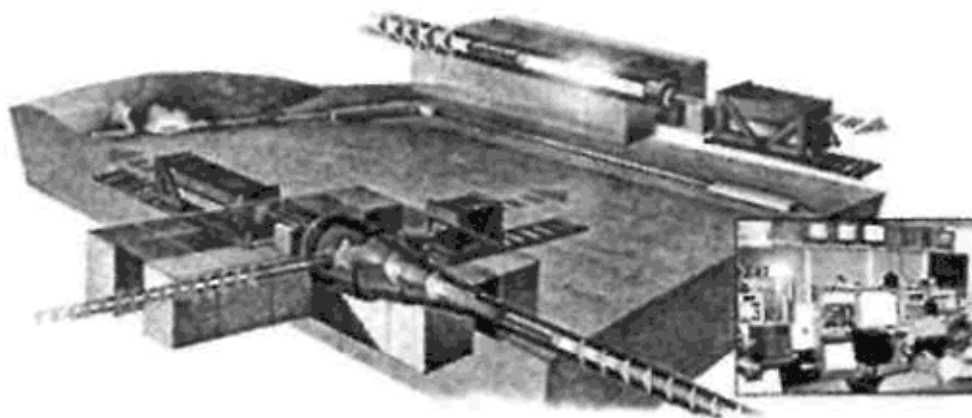
Первоначально израильская разведка, работающая в Ираке, не обращала внимания на проект «Вавилон», считая его авантюрой, но когда иракское правительство подключило доктора Булла к разработкам в области создания межконтинентальной многоступенчатой ракеты на основе советских ракет «Скад», конструктору было сделано предупреждение.

Однако Бюль отказался разорвать контракт с Ираком и 22 марта 1990 года был убит при загадочных обстоятельствах.

Пушки проекта «Вавилон» так и не достроили. Согласно решению Совета Безопасности ООН, принятому после окончания операции «Буря в пустыне», они были уничтожены под контролем международных наблюдателей.

«Сверхвысотная исследовательская программа» («SHARP»)

Несколько по-другому к проблеме создания «космической» пушки подошел американский конструктор Джон Хантер из Национальной Лаборатории Лоренса в Ливерморе (Калифорния). Его разработки нашли отражение в «Сверхвысотной исследовательской программе» («SHARP», «Super High Altitude Research Project»).



Экспериментальная установка программы «SHARP»

Изучая в 1985 году материалы проекта электромагнитной пушки, создаваемой в рамках программы «СОИ», Джон Хантер пришел к выводу, что более эффективным оружием для решения задачи уничтожения баллистических ракет противника на значительных высотах может оказаться «газовая» пушка.

Есть еще одно правило для артиллериста-конструктора — скорость снаряда не может превышать скорость газов в стволе. Для того чтобы увеличить эту скорость (а следовательно, и высоту, и дальность полета снаряда), Хантер предложил заменить обычные продукты сгорания водородом, который имеет гораздо меньшую молекулярную массу и большую скорость. Исследуя архивы, американский конструктор установил, что в 1966 году инженеры НАСА уже испытывали маленькую водородную пушку, выстреливавшую снаряды со скоростью 2,5 км/с. На основе этой разработки Джон Хантер построил компьютерную модель двухкамерной газовой пушки, дульная скорость которой могла бы достигнуть 8 км/с. Проектом Хантера заинтересовались, и Лаборатория Лоренса получила деньги на строительство полноразмерной газовой

пушки, предназначенной для запуска снарядов с космической скоростью; разработка получила название «Сверхвысотной исследовательской программы».

Двухмодульная газовая пушка Хантера состояла из Г-образного ствола длиной 82 метра и так называемого «блока накачки», представлявшего собой герметичную трубу диаметром 36 сантиметров и длиной 47 метров. В стальную трубу накачки подается газообразный метан и поджигается.

Расширяясь, газ толкает поршень весом в тонну по трубе накачки, сжимая и нагревая водород, находящийся с другой стороны поршня. Когда давление водорода достигает 4000 атмосфер, приводится в движение снаряд, находящийся у начала ствола, в прямом угле Г-образной конструкции.

Ствол, разумеется, был герметизирован, и в момент вылета снаряд должен был выбивать пластмассовую крышку. Сила отдачи снималась тремя водяными компенсаторами: одним 10-тонным и двумя 100-тонными.

Экспериментальная газовая пушка была построена на испытательном полигоне взрывчатых веществ Лаборатории Лоренса в 1992 году. Первые испытания состоялись в декабре, при этом 5-килограммовый снаряд, выпущенный из пушки, смог развить скорость 3 км/с. Чтобы еще увеличить скорость, Хантер предлагал сделать снаряд ракетным и двухступенчатым, причем полезная нагрузка должна была составить 66 % от общего веса снаряда.

Однако 1 миллиард долларов, необходимый специалистам Лаборатории для продолжения экспериментов с запуском меньших снарядов на космическую орбиту, так и не был выделен. В результате все работы по программе «SHARP» оказались свернуты.



Рабочие испытания газовой пушки программы «SHARP»

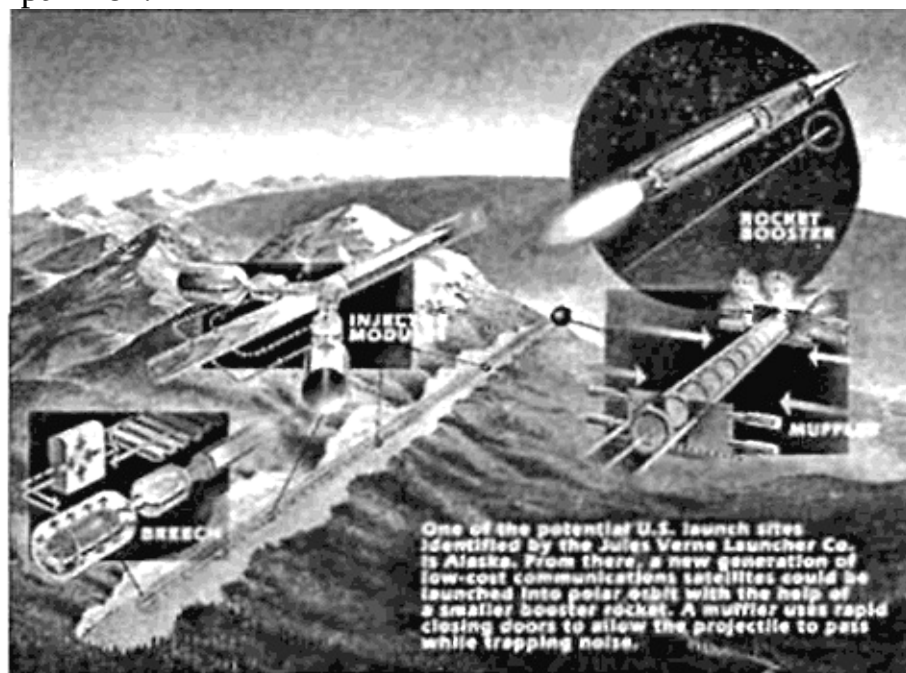
В 1996 году пушка Хантера была использована для изучения характера обтекания моделей прямоточного воздушно-реактивного двигателя при скоростях около 9 Махов.

«Пусковая компания имени Жюль Верна»

В 1996 году, после отказа правительства США финансировать дальнейшие этапы программы «SHARP», Джон Хантер основал фирму под претенциозным названием «Пусковая компания Жюль Верна» («Jules Verne Launcher Company»).

Первоначально компания планировала построить прототип пусковой установки, подобной газовой пушке Лаборатории Лоренса. На прототипе, размер снарядов которого не должен был превышать 1,3 миллиметра, Хантер со товарищи собирались обкатать новые идеи и отработать технологии, связанные с созданием пушки-гиганта. Сама же пушка-гигант, согласно их планам, должна быть построена в горе на Аляске, что позволило бы выводить полезные грузы на орбиты с высоким наклоном. Согласно расчетам Хантера, с помощью этой пушки можно было бы достигнуть дульной скорости 7 км/с, отправляя снаряды весом 3300 килограммов (габариты: диаметр — 1,7 метра, длина — 9 метров) на низкую околоземную орбиту высотой 185 километров.

В перспективе же полезную нагрузку можно было бы увеличить до 5000 килограммов.



Проект космической пушки «Общества имени Жюль Верна»

По своей конструкции космическая пушка «Пусковой компании имени

Жюля Верна» представляет собой комбинацию из газовой пушки Лаборатории Лоренса и «лунной» пушки Гвидо фон Пирке. Здесь имеется камера сгорания, где поджигается подаваемый из резервуара-хранилища метан, блок накачки с водородом, а также боковые наклонные камеры, внутри которых размещаются заряды, при подрыве придающие снаряду дополнительные импульс и ускорение.

«Пусковая компания имени Жюля Верна» планирует получить заказы на запуски более 1500 тонн полезных грузов в год. При этом предполагается, что стоимость запуска килограмма груза на орбиту будет в 20 раз меньше, чем стоимость такого же запуска при использовании ракетной техники.

Весь стартовый комплекс должен окупиться и начать приносить дивиденды после 50-го запуска.

Проблема только в том, что Джон Хантер до сих пор не нашел инвестора, готового финансировать этот амбициозный проект стоимостью в несколько миллиардов долларов.

Лазерная пушка

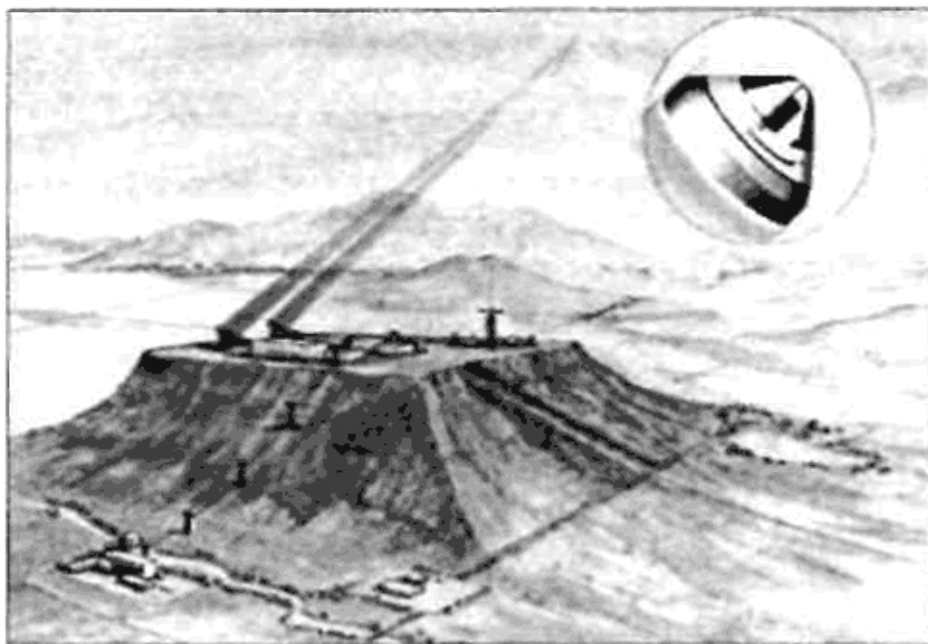
Тем временем в Национальной Лаборатории Лоренса в Ливерморе проходит предварительную «обкатку» еще более фантастический проект. На этот раз речь идет об использовании мощного лазера, луч которого должен вытолкнуть снаряд на околоземную орбиту.

Лазерный стартовый комплекс был предложен специалистами Лаборатории Лоренса в рамках «Программы перспективных технологий» («Advanced Technology Program», «АТР»), направленной на разработку теоретических основ альтернативных концепций космических кораблей.

Принцип действия этого комплекса довольно необычен.

Лазерный луч, направляемый с земли, нагревает специальное вещество, которым покрыта нижняя часть снаряда, имеющая форму параболоида. Испаряясь, это вещество создает реактивную тягу, толкающую снаряд вверх. При выходе в безвоздушное пространство параболическая чашка отбрасывается и в действие вступает обычный твердотопливный двигатель, зажигаемый опять же лазерным лучом.

Снаряд, запускаемый лазерным стартовым комплексом, имеет следующие параметры: диаметр — 2 метра, начальная масса — 1000 килограммов, полезная нагрузка, выводимая на высоту до 1000 километров, — 150 килограммов. Потребляемая лазером мощность не должна превышать 100 МВт, время действия импульса — 800 секунд.



Проект лазерной катапульты

Разумеется, подобный комплекс пока остается лишь красивой фантазией, весьма далекой от воплощения. Тем не менее опыты, проведенные на моделях в Лаборатории Лоренса, доказали возможность создания подобной схемы старта.

Электромагнитные пушки-катапульты

Впервые идею электромагнитной пушки (или электромагнитной катапульты) предложили в 1915 году российские инженеры Подольский и Ямпольский, используя принцип линейного электродвигателя, изобретенного еще в XIX столетии русским физиком Борисом Якоби. Они создали проект магнитно-фугальной пушки с 50-метровым стволом, обвитым катушками индуктивности. Предполагалось, что разгоняемый электротоком снаряд достигнет начальной скорости 915 м/с и улетит на 300 километров. Проект отвергли как несвоевременный.

Однако уже в следующем году французы Фашон и Виллепле предложили аналогичную артсистему, причем на испытаниях ее модели 50-граммовый снаряд разгонялся до 200 м/с. Изобретатели утверждали, что электромагнитные пушки окажутся дальнбойнее обычных; кроме того, их стволы не будут перегреваться при длительной стрельбе. Но скептики подметили, что для такой установки потребуется ствол длиной не менее 200 метров, который придется удерживать несколькими стационарными фермами, лишь незначительно меняя угол его наклона, а о наводке по горизонтали говорить не придется. Да и для обеспечения энергией даже простейшей электромагнитной пушки потребуется соорудить рядом с ней целую электростанцию...

Эксперименты с электромагнитными метательными системами были вновь продолжены только после Второй мировой войны. Наиболее серьезный проект электромагнитной пушки-катапульты, предназначенной для запуска небольших снарядов на околоземную орбиту, разрабатывался в середине 80-х годов Национальной лабораторией в Альбукерке (США) под руководством Уильяма Корна. Была даже построена модель стартового комплекса, представляющего собой шестиступенчатый электромагнитный ускоритель. Он рассчитан на разгон снаряда массой 4 килограмма и диаметром 139 миллиметров. Позже появился проект десятиступенчатого ускорителя, предназначенного для запуска 400-килограммовых снарядов калибром 750 миллиметров.

Интересен также проект стартового комплекса, разрабатываемый в американском Научно-исследовательском центре Льюиса. Он предназначен для отправки в космос контейнеров с радиоактивными отходами и включает несколько технических и пусковых площадок, помещений для подготовки снарядов-контейнеров, подземных хранилищ, центра

управления «стрельбами», станций радиолокационного слежения.

Согласно расчетам сотрудников центра Льюиса затраты на сооружение подобного объекта могут составить 6,4 миллиарда долларов, а ежегодные эксплуатационные расходы — 58 миллионов. С другой стороны, та экономия, которую получит атомная энергетика, если радиоактивные отходы с долгоживущими изотопами будут удаляться за пределы Солнечной системы, покрывает любые расходы.

Процесс запуска контейнера с радиоактивными отходами будет выглядеть следующим образом. Отработавшие на АЭС стержни привезут на стартовый комплекс и направят в пункт переработки. Там отходы перегрузят из транспортных контейнеров в экранированные капсулы, представляющие собой части орбитального снаряда. Устройство такого снаряда, изготовленного из тугоплавкого вольфрама, зависит от назначения и вида полезной нагрузки, но в любом случае корпус должен обладать минимальным аэродинамическим сопротивлением, для движения по направляющему рельсу ствола потребуются сбрасываемые после выстрела башмаки, а для стабилизации при полете в атмосфере — стабилизаторы.

Незадолго перед пуском смонтированный снаряд переместят в магазин, а оттуда — в зарядное устройство. За ним расположен газодинамический участок доускорения, переходящий в ствол-рельсотрон, изготовленный из меди. Сначала предлагали ствол квадратного сечения, однако после опытов, проведенных в Ливерморской лаборатории, предпочли круглый в сечении, «пушечный», окруженный множеством соленоидных катушек, объединенных в блоки.

Перед запуском катушки возбуждаются переменным током с возрастающей частотой. Так, на одном из опытных образцов метательной установки на первый блок подавали напряжение с частотой 4,4 кГц, на второй — до 8,8 кГц, на третьем она возросла до 13,2 кГц и так далее.

Каждый блок катушек, взаимодействуя с несущимся по рельсотрону снарядом, будет как бы подхватывать и разгонять его до тех пор, пока скорость не достигнет расчетной.

При этом блоки оснащаются собственными генераторами с фотоэлектрическими переключателями, срабатывавшими при приближении снаряда к фиксированным точкам в стволе. Кроме того, генераторы связаны с мультиплексором, подключенным к усилителям мощности соленоидов.

Такие электромагнитные пушки предпочтительнее размещать в шахтах; при этом для снижения энергозатрат их предлагают устраивать в горах, на высотах 2,5–3 километров.

Для придания снаряду дополнительного ускорения при выходе за

пределы действия земного притяжения его оснастят силовой установкой. В качестве топлива пока намечена комбинация гидрозина-трифторида хлора, обладающая большой плотностью и достаточным удельным импульсом.

В Советском Союзе также неоднократно выдвигались проекты электромагнитных пушек-катапульт. Например, в начале 70-х годов на страницах научно-популярных журналов всерьез обсуждался проект гигантской станции-катапульты, находящейся на околоземной орбите и служащей промежуточным пунктом на пути космических кораблей к другим планетам.

В качестве источника энергии на борту станции-катапульты планировалось использовать ядерную энергетическую установку — реактор и преобразователь тепловой энергии в электрическую. Энергия должна была аккумулироваться в накопителях на основе сверхпроводящих электромагнитов — криогенных систем с электромагнитными катушками, охлаждаемыми до условий сверхпроводимости. Ускорительная система «пушки» состояла из цепочки соленоидов. Катушки подключались таким образом, что секции, через которые уже прошел снаряд (или космический корабль), выталкивают его, а секции, расположенные впереди, втягивают аппарат. Для подключения катушек в такой последовательности необходима специальная сильноточная коммутационная аппаратура, создание которой — отдельная и серьезная проблема.

К сожалению, все эти проекты так и остались на бумаге.

Главная причина столь прохладного отношения к мощным электромагнитным пушкам-катапультам состоит в том, что перед человечеством пока не стоит задачи, требующей резкого увеличения грузопотока между Землей и космосом. Если такая задача завтра появится, можно не сомневаться, что все эти «бумажные» разработки будут немедленно востребованы...

Глава 21 В КОСМОС — НА ЛИФТЕ

«Фонтаны рая» Артура Кларка

«...Ночью лента лучше просматривалась невооруженным глазом. После захода солнца, когда включались сигнальные огни, она превращалась в тонкую ослепительную полосу, которая уходила ввысь, теряясь на фоне звезд.

Она уже стала величайшим чудом света. До тех пор пока Морган не закрыл посторонним доступ на строительную площадку, бесконечный поток посетителей не ослабевал. «Пилигримы», как кто-то иронически их прозвал, приходили поклониться последнему чуду священной горы.

Все они вели себя одинаково. Сначала касались пятисантиметровой ленты руками, чуть ли не с благоговением поглаживая ее кончиками пальцев. Потом, приложив ухо к ее холодной поверхности, прислушивались, словно надеялись уловить музыку небесных сфер. Некоторые даже утверждали, будто им удалось различить низкую басовую ноту на пороге слышимости. Но они заблуждались.

Даже самые высокие гармоники собственной частоты ленты были намного ниже уровня человеческого слуха.

А кое-кто, уходя, качал головой и говорил: «Никто никогда не заставит меня ездить по этой штуковине!» Но точно такие же замечания произносились и по поводу ядерной ракеты, космического челнока, самолета, автомобиля и даже паровоза.

Обычно скептикам отвечали: «Не беспокойтесь, это просто строительные леса. Когда башню закончат, «вознесение» в небо будет отличаться от подъема в обычном лифте лишь продолжительностью и гораздо большим комфортом». [...] Хрупкий «паук» — опытный образец капсулы, напоминающий моторизованную люльку для прокладки воздушного кабеля, уже неоднократно подымался на двадцать километров с нагрузкой, вдвое превышающей ту, которую должен был нести теперь.

Как обычно, все было тщательно отрепетировано. Пристегивая себя ремнем, Максина не колебалась и не путалась.

Затем она глубоко вдохнула кислород из маски и проверила все видео- и звуковые устройства. Потом, подобно пилоту истребителя из старинного фильма, просигналила большим пальцем «Подъем» и надавила рычаг скорости.

Собравшиеся вокруг инженеры, большинство из которых уже не раз совершали прогулки вверх на несколько километров, иронически

заплодировали.

Кто-то крикнул: «Зажигание! Старт!», и «паук» со скоростью допотопного лифта двинулся ввысь.

Это напоминало полет на воздушном шаре. Плавный, легкий, бесшумный. Нет, не совсем бесшумный — до Максины доносилось нежное жужжание моторов, приводящих в движение многочисленные колеса, которые захватывали плоскую поверхность ленты. Не было ни толчков, ни вибрации.

Невообразимо тонкая лента, по которой она двигалась, была негнущейся как стальной стержень, а гироскопы капсулы обеспечивали устойчивость движения. Если закрыть глаза, можно даже вообразить, будто поднимаешься внутри уже построенной башни. Но нельзя закрывать глаза — слишком многое надо увидеть и воспринять. Многое можно и услышать — просто поразительно, как хорошо распространяется звук: разговоры внизу все еще отлично слышны».

Вышеприведенная цитата — это фрагмент научно-фантастического романа «Фонтаны рая», принадлежащего перу известного писателя Артура Кларка и опубликованного на языке оригинала в 1978 году. В этот фрагменте описан подъем с Земли на околоземную орбиту посредством так называемого «космического лифта». Сам автор рассказывает о происхождении идеи этого проекта так:

«Роман «Фонтаны рая» интересен тем, что это первая (я надеюсь) книга, в основе которой лежит изобретение советского инженера — проект «космического лифта». Хотя западный мир впервые узнал об этой дерзкой идее из работы нескольких наших океанографов, опубликованной в журнале «Сайенс» от 11 февраля 1966 года (сейчас у нас имеется обширная литература по этому вопросу), позже выяснилось, что эта мысль была уже разработана шестью годами ранее — и в гораздо более грандиозном масштабе — ленинградским инженером Ю. Н. Арцутановым...» («Комсомольская правда», 1960 г., 31 июля). Если бы Артур Кларк сам не назвал автора проекта, то вряд ли мы хоть что-нибудь знали об «изобретении» ленинградского инженера Арцутанова. Ведь и сегодня приоритет последнего оспаривается. Например, когда заходит речь о «космическом лифте», сразу вспоминают Константина Циолковского (это уже стало определенной традицией — сразу вспоминать Циолковского) и его систему соединенных цепью противовесов для создания искусственной тяжести, описанную в «Грезах о Земле и небе» (1895 год). Те, кто предпочитают «англоязычные» исторические примеры, называют Джерома Пирсона и его «орбитальную башню». При этом как-то забывается, что

система Циолковского относится совсем к другому предмету обсуждения, а Пирсон, хотя и сформулировал идею «орбитальной башни» совершенно самостоятельно, опубликовал свой проект лишь в 1970 году.

Тем не менее именно ленинградец Юрий Николаевич Арцутанов был и остается автором самого амбициозного космического проекта в истории XX века.

Геосинхронный космический лифт Юрия Арцутанова

Те, кто предлагали когда-либо свою концепцию космического лифта, сходятся на том, что этот проект может быть реализован только усилиями всего человечества, а следовательно, и потребность в нем возникнет при решении глобальной общечеловеческой задачи. Среди таких задач может быть переселение части человечества в космос с терраформированием ближайших планет. Примерно такая ситуация и описана в романе «Фонтаны рая». Однако, когда Юрий Арцутанов опубликовал свою статью «В космос — на электровозе» (1960 год), он еще не задумывался об экономических и политических аспектах подобного строительства — его заворожила сама идея. Ленинградский инженер излагает ее так:

«Возьмите кусочек шпагата и привяжите к нему камень.

Начните вращать эту примитивную пращу. Под влиянием центробежной силы камень будет стремиться оторваться и туго натянет веревку.

Ну а что будет, если такую «веревку» укрепить на земном экваторе и, протянув далеко в Космос, «подвесить» на ней соответствующий груз? Расчеты показывают [...], что если «веревка» будет достаточно длинной, то центробежная сила будет так же растягивать ее, не давая упасть на Землю, как камень натягивает наш шпагат. Ведь сила притяжения Земли уменьшается пропорционально квадрату расстояния, а центробежная сила растет с увеличением расстояния. И уже на высоте около 42 тысяч километров центробежная сила оказывается равной силе тяжести.

Вот, оказывается, какой длинной должна быть наша «веревка» в Космос — пятьдесят, а то и шестьдесят тысяч километров!

Да и «груз» к ней должен быть подвешен немаленький — ведь центробежная сила должна уравновесить вес каната длиной почти в 40 тысяч километров! Но если это будет сделано, возникнет прямая канатная дорога с Земли в Космос!

Можно уже сегодня представить себе и некоторые подробности устройства нашей «космической канатной дороги».

Прежде всего она состоит не из одной нити, а из целой пряди их, идущих параллельно и соединенных между собой поперечными лямками. Это сделано для защиты от метеоров, которые легко могут перебить одиночную нить. Во-вторых, эти нити будут иметь разную толщину в

разных местах.

Минимальной их толщина будет у поверхности Земли, максимальной — в той точке, где центробежная сила уравнивает силу тяжести: это для того, чтобы растягивающее напряжение было всюду одинаковым. В-третьих, нити не будут однородными. Вероятно, в их сеть будут вплетены металлические провода для передачи электроэнергии. Вероятно, будут и такие нити, по которым смогут двигаться космические электропоезда...»

Изложив идею, Юрий Арцутанов дает волю воображению, представляя себе, как будет выглядеть процесс подъема полезного груза с земной поверхности на высоту в 60000 километров:

«...Спокойно, не спеша и не суетясь, займут пассажиры места в герметичных вагонах такого поезда. Ведь это не космическая ракета, взлет которой рассчитывается до долей секунды.

Электровоз даст последний гудок, медленно наберет скорость и помчится в переплетении ажурных нитей вертикально вверх. [...] Нет, не металлическими лапами переступает он по ступеням лестницы и не зубцами шестерен цепляется за выступы реек! Его движет бегущее электромагнитное поле. Он подобен снаряду электропушки — орудия, о котором в свое время много говорили, но из которого никогда не стреляли. [...] Недалеко от канатной дороги расположены гелиоэлектростанции — гигантские зеркала, сделанные из тончайшей фольги, улавливают потоки солнечных лучей и преобразуют их энергию в электрический ток. Он-то и питает соленоид канатной дороги. [...] Скорость — она нарастает медленно, почти незаметно — достигает гигантской величины: нескольких километров в секунду.

И через несколько часов после плавного торможения новая остановка — в точке равновесия центробежной силы и силы тяжести.

Дальше электропоезд может не затрачивать на движение по канату никакой энергии — его будет отбрасывать от Земли центробежная сила. И двигатель может работать, как генератор, отбрасывая энергию вниз.

Еще несколько часов пути — и электропоезд достигает крайнего пункта космической дороги. Позади, в 60 тысячах километров, наша родная Земля. А здесь расположен целый город с оранжереями, обсерваториями, гелиоэлектростанциями, мастерскими, складами горючего и взлетно-посадочными устройствами для межпланетных ракет. [...] Отправляющиеся со здешнего космодрома ракеты совсем не похожи на те, что, грохоча взрывами, взлетают с Земли. Ведь здесь они уже имеют космическую скорость, вместе с космодромом вращаясь вокруг Земли. Здесь нет тяготения, которое заставляет делать земные ракеты массивными

и прочными. Здесь не нужны сверхмощные двигатели.

Космические ракеты плавно покидают причальные сооружения и подходят к ним, похожие в своей неспешной неповоротливости на океанские суда.»

Даже приблизительно не пытаясь оценить затраты на постройку подобного циклопического сооружения, Арцутанов в своей статье дает наброски будущей программы строительства. Сначала необходимо «забросить» на геостационарную орбиту искусственный спутник, на котором будет находиться первая нить — в минимальном сечении «тоньше человеческого волоса», но весом около тысячи тонн. С этого спутника надо будет спускать сразу два конца этой нити: один — на Землю, другой — в космическое пространство. Когда первая нить будет закреплена на Земле, используя ее как опору, можно пустить по ней автоматического «паука» — некое гипотетическое устройство, которое потянет за собой вторую параллельную нить, затем третью, четвертую и так далее.

Юрий Арцутанов указывает, что подобные «канатные дороги» можно создать и на других планетах и спутниках. Например, разместив в точке равновесия между силами притяжения Луны и Земли (57 000 километров от поверхности Луны) соответствующий искусственный спутник и опустив с него нить «канатной дороги», можно получить лунный лифт.

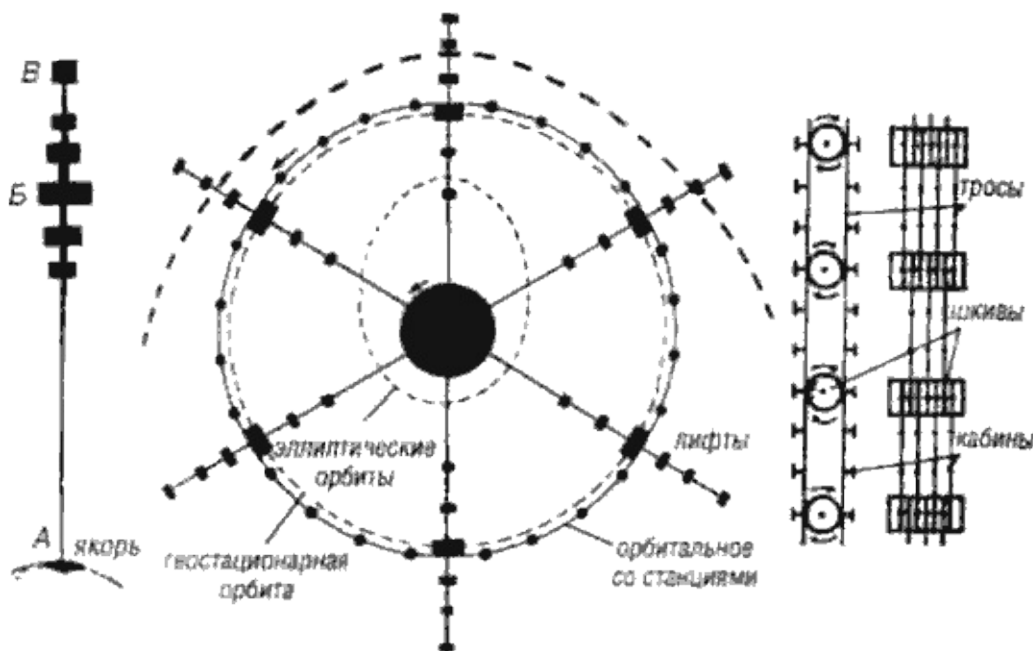
А построив две дороги, можно будет осуществлять «переезд» по маршруту Земля-Луна почти без затрат топлива.

Космическое ожерелье Полякова

В развитие идей Арцутанова свой проект «геосинхронного» космического лифта в 1977 году предложил Георгий Поляков из Астраханского педагогического института. Принципиально этот лифт почти ничем не отличается от вышеописанного — автор лишь проясняет некоторые «туманные места» знаменитой статьи в «Комсомолке», выдвигая по ходу обсуждения ряд рационализаторских предложений.

В частности, Поляков указывает: реальный космический лифт будет устроен куда сложнее, чем описанный Арцутановым.

Фактически он будет состоять из ряда простых лифтов с последовательно уменьшающимися длинами. Каждый представляет собой самоуравновешенную систему, но лишь благодаря одному из них, что достигает Земли, обеспечивается устойчивость всей конструкции.



Геосинхронный космический лифт Арцутанова (слева)
и космическое «ожерелье» Полякова (справа)

Основная база, расположенная на высоте 35 800 километров, будет находиться в состоянии невесомости, а потому ее размеры можно назначить достаточно большими: от нескольких сот метров до 10 километров в диаметре. Однако постоянно жить в условиях невесомости не слишком-то удобно, и на базе придется создать искусственное тяготение,

придав ей вращение. В таком случае на лифт, кружащийся вместе с Землей, будет действовать гироскопический момент, отклоняющий его к какому-либо полюсу. Чтобы избавиться от этого эффекта, базу лучше всего сделать из двух одинаковых дисков, вращающихся в противоположные стороны с равными угловыми скоростями. В результате суммарный гироскопический момент сведется к нулю.

Длина лифта (примерно 4 диаметра Земли) выбрана с таким расчетом, чтобы аппарат, отделившись от его верхушки, сумел бы уйти по инерции в открытый космос. В верхней точке будет смонтирован стартовый пункт для межпланетных кораблей. Причем его можно сделать из нескольких удаленных друг от друга этажей — каждый, мчась со своей космической скоростью, предназначен для запусков к определенной планете, дабы свести корректировку траектории сброшенного с него аппарата к минимуму. А возвращающиеся из полета корабли, предварительно выйдя на стационарную орбиту, «прилифтуются» в районе базы.

С конструкторской точки зрения космический лифт представляет собой две параллельные трубы или шахты прямоугольного сечения, толщина стенок которых изменяется по определенному закону. По одной из них кабины движутся вверх, а по другой — вниз. Конечно, ничто не мешает соорудить несколько таких пар. Труба может быть не сплошной, а состоящей из множества параллельных тросов, положение которых фиксируется серией поперечных прямоугольных рамок. Это облегчает монтаж и ремонт лифта. Кабины лифта — просто площадки, приводимые в движение индивидуальными электродвигателями. На них крепятся грузы или жилые модули — ведь путешествие в лифте может продолжаться неделю, а то и больше.

В целях экономии энергии можно создать систему, напоминающую канатную дорогу. Она состоит из ряда шкивов, через которые перекинута замкнутая тросы с подвешенными на них кабинами. Оси шкивов, где смонтированы электродвигатели, закреплены на несущей лифта. Здесь вес поднимающихся и опускающихся кабин взаимно уравновешен, и, следовательно, энергия расходуется лишь на преодоление трения.

Для соединительных «нитей», из которых собственно и образуется лифт, необходимо использовать материал, у которого отношение разрывного напряжения к плотности в 50 раз больше, чем у стали. Это могут быть разнообразные «композиты», пеностали, бериллиевые сплавы или кристаллические усы...

Впрочем, Георгий Поляков не останавливается на уточнении характеристик космического лифта. Он указывает на то обстоятельство, что

уже до конца XX века геосинхронная орбита будет густо «усеяна» космическими аппаратами самых различных типов и назначений. А поскольку все они будут практически неподвижны относительно нашей планеты, представляется весьма заманчивым связать их с Землей и между собой с помощью космических лифтов и кольцевой транспортной магистрали.

На основании этого соображения Поляков выдвигает идею космического «ожерелья» Земли. Космическое ожерелье состоит из радиально расположенных экваториальных лифтов и огромного кольца, простирающегося чуть выше геосинхронной орбиты, к которому пришвартовано множество космических станций. Если кольцо поместить точно на геосинхронную орбиту, то его равновесие будет неустойчивым.

Во избежание этого радиус кольца немного увеличен, так что оно находится несколько выше ее. При этом избыток центробежной силы растянет ожерелье. Кольцо находится в состоянии, близком к невесомости, оно не испытывает особых напряжений, и его строительство намного проще, чем возведение отдельного космического лифта.

Ожерелье послужит своеобразной канатной (или рельсовой) дорогой между орбитальными станциями, а также обеспечит им устойчивое равновесие на геосинхронной орбите.

Наряду с жилыми поселениями, типа цилиндров О'Нейла, на кольце расположатся и станции с промышленным, сельскохозяйственным и энергетическим производством.

Несомненно, что технологические процессы этих предприятий будут основаны на замкнутых и полностью автоматизированных циклах.

Так как длина «ожерелья» весьма велика (260 000 километров), на нем можно разместить очень много станций. Если, скажем, поселения отстоят друг от друга на 100 километров, то их число составит 2600. При населении каждой станции в 10 тысяч на кольце будут обитать 26 миллионов человек. Если же размеры и количество таких «астрогородов» увеличить, эта цифра резко возрастет.

Несинхронный лифт Арцутанова

В 1969 году Юрий Арцутанов понял, что совершенно необязательно привязывать лифт к земной поверхности. Можно так подобрать соотношение орбитального движения и вращения связки двух спутников вокруг центра масс, чтобы в какой-то момент нижний спутник «завис» на короткое время у самой поверхности Земли, забрал груз и затем вывел его на орбиту. Повторно изобретенная в 1975 году американцем Гансом Моравеком, эта система получила название «несинхронный космический лифт».

В упрощенном виде несинхронный лифт выглядит следующим образом. Транспортно-технический центр с помощью тросовой системы захватывает контейнеры с грузами с высот 140–150 километров и подтягивает их к себе. При этом часть контейнеров на промежуточной высоте может быть отсоединена от тросовой системы и переведена на низковысотные орбиты. Подтягиваемые на тросе в центр контейнеры с грузом перегружаются в лифт,двигающийся по тросу вверх от Земли. По мере достижения необходимого удаления от центра контейнеры отделяются для перевода на высокие эллиптические орбиты. Дальнейшее перемещение контейнеров с грузами вдоль троса еще больше увеличивает их линейную скорость. При достижении требуемого значения этой скорости контейнеры отсоединяются от тросовой системы и начинают полет по межпланетным траекториям.

Понятно, что подобная схема подразумевает целый ряд вариантов космической тросовой системы, выбор между которыми осуществляется в зависимости от решаемых задач.

Простейшие тросовые связки довольно быстро нашли применение в реальных космических экспериментах. Для замедления вращения вокруг центра масс с американского спутника «Transit IV» отпускали привязанные грузы (1960 год); корабли «Джемини-11» и «Джемини-12» связывались тросами длиной в 30 метров со специальной ракетной ступенью «Аджена» (1966 год); космонавты и по сей день используют страховочные тросы для выхода в открытый космос.

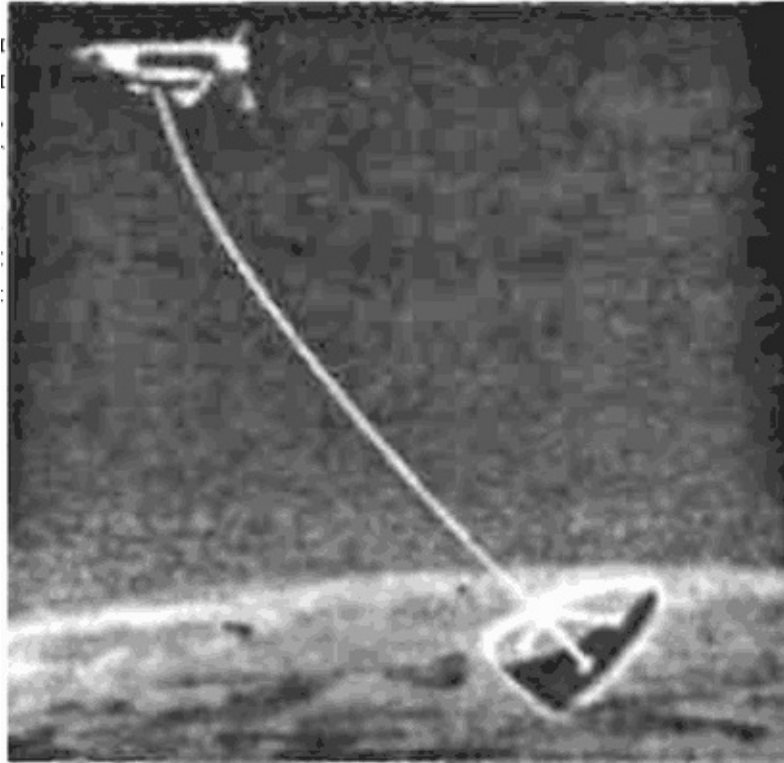
В 1974 году Джузеппе Коломбо из Смитсоновской астрофизической обсерватории при Гарвардском университете разработал концепцию привязного зонда — небольшого аппарата, спускаемого с орбитального самолета на тросе длиной 100 километров. Расчеты показали реальность

технического воплощения замысла, и работа закипела. Первые три полета с привязным субспутником планировались на 1987–1990 годы, но после аварии «Челенджера» программа была отложена на неопределенный срок. Тем не менее эта идея получила развитие. Теперь она выглядит следующим образом.

Орбитальный самолет типа «шаттла» движется на высоте 220 километров грузовым отсеком к Земле. Через приемную штангу трос уходит от него к шаровому зонду до высоты около 120 километров. Сопротивление воздуха отклоняет трос с зондом назад. Ориентация последнего обеспечивается парой аэродинамических стабилизаторов.

Вышеописанная схема позволяет осуществить программу подробного изучения атмосферы на высотах от 50 до 150 километров, ведь этот слой до сих пор остается своеобразной «terra incognita» и метеорологические ракеты лишь чуть приоткрыли ее для нас. Кроме того, с помощью такого зонда в натурных условиях можно изучать аэродинамические характеристики перспективных моделей спускаемых космических аппаратов — недаром описанную систему называют еще «высотной аэродинамической трубой».

Еще один вариант тросовой связки предложил в 1985 году Джон Пирсон. Его схема представляет собой «привязной парус», который спускается с орбитального самолета в верхние слои атмосферы. По замыслу автора, с его помощью можно не только тормозить корабль, возвращающийся на Землю, но и ходить галсами.



Привязной парус Джона Пирсона

С помощью электропроводящих тросов в космосе можно осуществлять в высшей степени интересные эксперименты.

Выглядеть это будет так. Грузовой отсек орбитального самолета открыт. В нем находится лебедка и приемная штанга длиной около 10 метров. Субспутник на тросе выпущен вверх.

Из него в разные стороны выдвинуты электрические датчики. Можно ли пропускать по такому тросу постоянный ток? Казалось бы, нет. Контур не замкнут.

Но ведь он движется в проводящей ионосферной плазме. Ток, текущий по тросу, может замыкаться через окружающую среду.

Для этого на концах троса должны быть установлены специальные контактные устройства. В качестве контакторов предлагается использовать полые катоды. Они хорошо зарекомендовали себя (в расчете на тросовую систему) в диапазоне токов от 0,1 до 40 Ампер.

Конечно, сам трос должен быть покрыт изоляцией, чтобы предотвратить отекание заряда по всей его поверхности. Возникающее в плазме неравновесное распределение заряда породит глобальные ионосферные токи, которые и замкнут электрический контур. В результате получается космическая динамо-машина.

У нее два режима — тяги и генерации. В первом бортовая электроустановка совершает работу против ЭДС индукции, а действующая на трос Амперова сила ускоряет орбитальное движение. В результате производимая на борту электроэнергия переходит в механическую орбитального движения.

В режиме генерации — наоборот. ЭДС совершает полезную работу в бортовой электросистеме, а Амперова сила тормозит орбитальное движение. Электричество на борту вырабатывается из механической энергии орбитального движения.

Геомагнитная индукция относительно невелика. Зато скорость движения — космическая, да и длина троса немалая.

Произведение этих трех величин дает очень большие значения ЭДС индукции. При вполне реальном токе в 10 А мощность тросового генератора достигнет 40 кВт!

Выгодно комбинировать режимы тяги и генерации. При входе в тень Земли солнечные батареи перестают вырабатывать энергию. В этот период можно включить тросовый генератор.

На освещенной стороне можно переключиться в режим тяги и восполнить потери энергии орбитального движения в тени. К. п. д перевода механической энергии в электрическую и обратно при таких операциях оценивается очень высоко — 90–95 %.

С помощью тросов можно образовывать временные связки спутников и изменять их орбиты, передавая без потерь энергию и момент количества движения от одного космического аппарата к другому. Представим, что орбитальный самолет доставил грузы на станцию и собирается возвращаться. В традиционном варианте после расстыковки он должен сжечь и выбросить в пространство изрядное количество топлива. В варианте тросовой связки этот этап выглядит более экономичным. После расстыковки орбитальный самолет остается связанным со станцией. Трос разматывается, и орбитальный самолет под действием сил тяжести уходит вниз, а станция — вверх от общего центра масс. Если теперь эту связку расцепить, то точка расцепки станет для орбитального самолета апогеем (высшей точкой) его новой орбиты, а для станции — перигеем (низшей точкой) новой орбиты. В результате этого маневра, на который не было затрачено ни грамма топлива, орбитальный самолет пойдет на посадку, а станция будет переведена на более высокую орбиту, что очень важно, поскольку станция постепенно теряет высоту из-за аэродинамического торможения.

Через полвитка после расцепки разность высот двух аппаратов,

образовавших ранее связку, составит от 7 до 14 длин троса. При длине троса 50 километров это будет 350–700 километров!

Однако можно пойти еще дальше. Не заставлять орбитальный самолет добираться до орбиты станции, а спустить со станции ему навстречу привязной стыковочный узел. После стыковки орбитальный самолет образует со станцией вертикальную связку. Дальше есть два варианта. Либо самолет подтягивается к станции для разгрузки, а затем спускается обратно на тросе и отстыковывается. Либо он оставляет груз на стыковочном узле, который затем поднимается на станцию. В обоих случаях экономится много топлива.

Спутник, доставляемый на орбиту в грузовом отсеке орбитального самолета, может быть затем запущен на более высокую орбиту с помощью троса. В свою очередь, орбитальный самолет при запуске может не сбрасывать, а спускать на тросе отработанный топливный бак, отбирая часть его энергии.

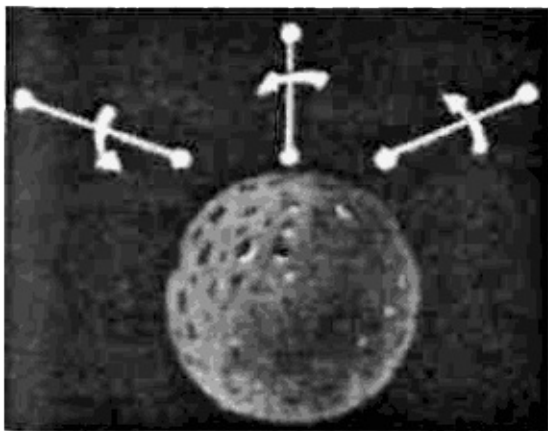
Американские инженеры Пензо и Майер предложили использовать тросы при облете астероидов. По их идее с пролетающего космического аппарата выстреливается гарпун, который внедряется в поверхность астероида. Заякоренный таким образом аппарат разворачивается, обрезает трос и уносит дальше, оставляя гарпун небесному телу на память о своем визите...

Лунные лифты

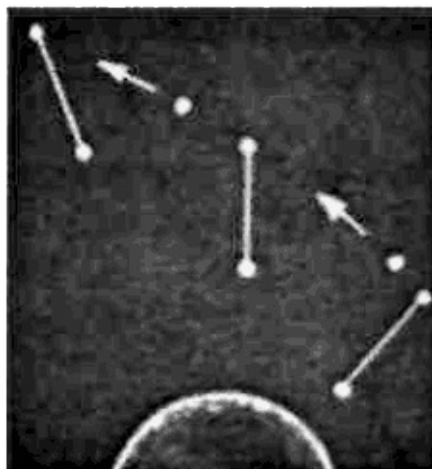
Первый проект лунного лифта был предложен еще до Юрия Арцутанова. Поборник идеи всестороннего использования «внешних ресурсов» Фридрих Цандер в одной из своих работ описывает трос, протянутый с поверхности Луны в сторону Земли за коллинеарную точку либрации (она находится на одной прямой с центрами масс этих небесных тел, и равнодействующая гравитационных и центробежных сил в ней равна нулю) на расстояние более 60 тысяч километров и удерживаемый от падения на поверхность Луны притяжением Земли. К сожалению, выбрав для расчетов характеристики стали, производимой в то время, автор пришел к выводу о нереальности этого проекта и «похоронил» его.

Возвращение к этой теме породило несколько довольно своеобразных проектов. Например, Юрий Арцутанов предложил идею лунного несинхронного лифта. Он образуется связкой двух тел, которая вращается вокруг своего центра масс и движется по орбите так, что в точке максимального приближения к Луне нижнее тело висит над ее поверхностью (совпадают линейные скорости) и может принять груз.

Более оригинальной, но и более сложной конструкцией является так называемый космический «эскалатор», который удобно использовать в окололунном пространстве. Космический эскалатор состоит сразу из нескольких вертикальных связок. Груз сначала доставляется на нижнее тело первой, поднимается вдоль троса, затем в момент сближения перемещается на нижнее тело второй, поднимается вдоль ее троса и так далее.



Лунный
 «несинхронный» лифт
 Космический «эскалатор»



Общепланетное транспортное средство

На примере тросовых связок мы имели возможность лишний раз убедиться, какое количество вариантов технической системы способна предложить конструкторская мысль, когда базовая идея уже сформулирована. При всей фантастичности концепции космического лифта (и космического ожерелья как производной первого порядка от проекта Арцутанова) человеческая фантазия оказалась способна породить еще более невероятную конструкцию.

Речь идет о проекте, получившем название «Общепланетное транспортное средство» (ОТС). Его выдвинул и обосновал инженер Анатолий Юницкий из Гомеля.

В своей статье, опубликованной журналом «Техника молодежи» в 1982 году, Юницкий утверждает, что если когда-нибудь продукт, получаемый за счет космической промышленности, составит хотя бы один процент от общего товаропроизводства Земли, у человечества появится потребность в принципиально новом транспортном средстве, способном обеспечить перевозки на трассе «Земля — космос — Земля» до 10 миллиардов тонн в год. Ни одна из известных транспортных схем не сможет обеспечить столь фантастический объем перевозок. Заглядывая далеко в будущее, Юницкий предлагает свое решение этой глобальной проблемы.

ОТС представляет собой замкнутое колесо поперечным диаметром порядка 10 метров, которое покоится на специальной эстакаде, установленной вдоль экватора. Высота эстакады в зависимости от рельефа колеблется в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен метров. На океанских просторах, а они составляют 76 % от длины экваториальной линии, эстакада размещена на плавучих опорах, заякоренных на две.

Процесс старта ОТС выглядит следующим образом. Известно, что после подачи электрической энергии на обмотку линейного электродвигателя возникает бегущее магнитное поле.

В герметичном канале, расположенном по оси корпуса ОТС, находится бесконечная лента, имеющая магнитную подвеску и являющаяся своеобразным ротором двигателя. В нее наводится ток, который будет взаимодействовать с породившим его магнитным полем, и лента, не испытывающая никакого сопротивления (она размещена в вакууме), придет в движение.

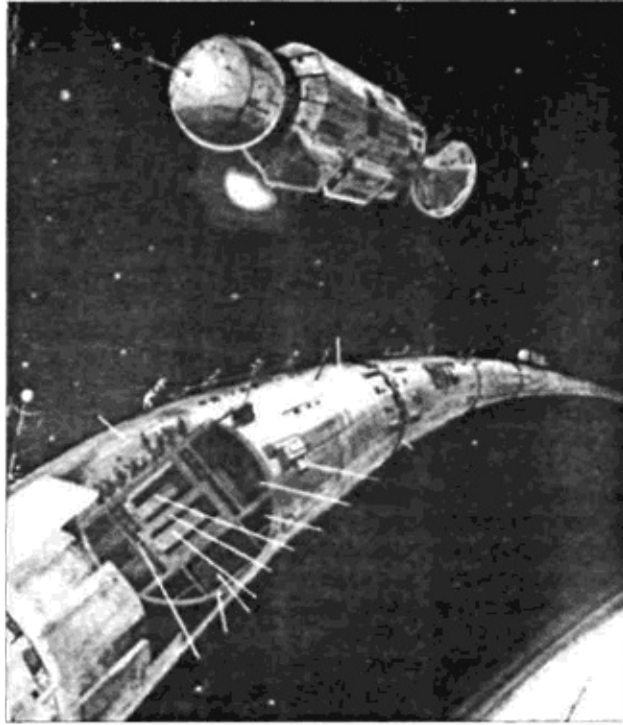
Точнее, во вращение вокруг Земли. При достижении первой

космической скорости лента станет невесомой. При дальнейшем разгоне ее центробежная сила через магнитную подвеску станет оказывать на корпус ОТС всевозрастающую вертикальную подъемную силу, пока не уравновесит каждый его погонный метр (транспортное средство как бы станет невесомым — чем не антигравитационный корабль?).

В удерживаемое на эстакаде транспортное средство с предварительно раскрученной до скорости 16 км/с верхней лентой, имеющей массу 9 тонн на метр, и точно такой же, но лежащей неподвижно нижней лентой размещают груз и пассажиров. Это делается в основном внутри, а частично и снаружи корпуса ОТС, но так, чтобы нагрузка в целом была равномерно распределена по его длине. После освобождения от захватов, удерживающих ОТС на эстакаде, его диаметр под действием подъемной силы начнет медленно расти, а каждый его погонный метр — подниматься над Землей. Поскольку форма окружности отвечает минимуму энергии, то транспортное средство, до этого копировавшее профиль эстакады, примет после подъема форму идеального кольца.

Хотя после подъема с эстакады ОТС будет отдано на волю воздушных потоков, они не окажут на его работу никакого влияния. Расчеты показывают, что ни на что не опирающееся транспортное средство обладает уникальной изгибной жесткостью и устойчивостью, недоступной статическим конструкциям и обусловленной движением бесконечной ленты.

Например, дополнительная нагрузка в 100 тысяч тонн, приложенная к участку ОТС длиной в 1 километр, изогнет его относительно идеальной окружности всего на 20 сантиметров.



Общепланетное транспортное кольцо

Анализ показывает, что поднявшееся транспортное средство будет находиться в равновесии только в том случае, если его общая кинетическая энергия будет равна энергии тела такой же массы, движущегося с первой космической скоростью.

Если общая энергия будет большей, диаметр кольца начнет увеличиваться, меньшей — уменьшаться. Тогда для подъема ОТС необходимо иметь либо первоначальный избыток кинетической энергии (ленту разгоняют на Земле до более высокой скорости), либо в процессе подъема нужно уменьшать массу транспортного средства путем сброса балласта.

Предпочтительнее всего их сочетание. В качестве балласта наиболее целесообразно использовать экологически чистые вещества: воду или предварительно сжиженный воздух.

Общий расход балласта при подъеме на высоту 30 километров — порядка 10-100 килограммов на погонный метр кольца.

Растяжение корпуса ОТС по мере увеличения его диаметра будет сравнительно невелико: длина кольца будет увеличиваться на 1,57 % для каждых 100 километров подъема над Землей. Удлинение корпуса компенсируют путем перемещения друг относительно друга его блоков, концы которых телескопически входят друг в друга и связаны между собой, например, гидроцилиндрами. Бесконечные ленты линейных

электродвигателей будут удлиняться за счет их упругого растяжения.

Скорость подъема ОТС на любом из участков пути может быть задана в широких пределах: от скорости пешехода до скорости самолета. Атмосферный участок транспортное средство проходит на минимальных скоростях.

После выхода из плотных слоев атмосферы включают обратимый привод верхней бесконечной ленты на генераторный режим. Лента начнет тормозиться, а двигатель — вырабатывать электрический ток. Эту энергию переключают на двигатель второй ленты, включенный на прямой режим.

Нижняя лента, имеющая ту же массу, что и верхняя, до этого неподвижная относительно корпуса, начинает вращаться в обратную сторону. Так обеспечивается в процессе вывода неизменность кинетической энергии вращающихся вокруг планеты элементов ОТС. В противном случае кольцо может сесть обратно на Землю.

Корпус транспортного средства и все, что к нему прикреплено — груз, линейные электродвигатели и тому подобное, — подчиняясь закону сохранения момента количества движения системы, придет во вращение. Он начнет крутиться в ту же сторону, что и верхняя бесконечная лента, пока не достигнет окружной скорости, равной первой космической. Радиальная скорость упадет до нуля. После этого на высоте 400–600 километров выгружают груз и пассажиров, сразу оказавшихся у места назначения — космического ожерелья Земли, находящегося на этой же высоте.

Посадка ОТС на Землю осуществляется в обратном порядке.

Таким способом ОТС будет выведено в ближний космос за один или два часа, если перегрузки в нем будут приняты на уровне современных автобусов в момент их взлета (ускорение порядка $1\text{--}2\text{ м/с}^2$).

В процессе транспортного цикла не понадобится подвод энергии извне. ОТС обойдется первоначальным запасом кинетической энергии, которая с верхней бесконечной ленты в процессе взлета будет перераспределена на корпус, а при посадке опять отдана ленте. К ней, кстати, присоединится и энергия космического груза, доставляемого на Землю. Например, доставка тонны груза с Луны даст такое же количество энергии, что и тонна нефти (лунный груз по отношению к Земле обладает кинетической и потенциальной энергией, которая утилизируется ОТС и преобразуется в электрическую форму).

По пути в космос и обратно или в промежутках между рейсами ОТС будет получать такое количество дешевой энергии, которое обеспечит как собственные потребности в ней, так и потребности человечества в целом.

Кроме описанного источника энергии — энергии космического груза, есть по меньшей мере еще три источника: солнечная энергия, получаемая через солнечные панели, токи ионосферы и энергия вращения Земли вокруг своей оси. Получаемую энергию ОТС будет либо аккумулировать в своих бесконечных лентах, либо передавать ее на Землю.

По оценке Анатолия Юницкого, общая масса ОТС составит 1,6 миллиона тонн (40 тонн на погонный метр), грузоподъемность — 200 миллионов тонн (5 тонн на метр), пассажировместимость — 200 миллионов человек. Расчетное число выходов ОТС в космос за пятидесятилетний срок службы — 10 тысяч рейсов.

Изобретатель указывает, что для выполнения транспортной работы ОТС с помощью, например, космических кораблей многократного использования, подобных «Спейс шаттлу», их общий стартовый вес должен быть равен 100 триллионам тонн. При работе этих кораблей в атмосферу должно быть выброшено 60 триллионов тонн продуктов сгорания твердого топлива, содержащих свыше 6 триллионов тонн газообразного хлористого водорода. Очевидно, что даже в тысячи раз меньший выброс был бы губительным для всего живого на планете. Поэтому ракетная транспортная схема в данном случае неприемлема.

В свою очередь геосинхронный космический лифт Юрия Арцутанова будет иметь пропускную способность на уровне современной железной дороги, то есть порядка 10 тысяч тонн в сутки. Поэтому для обеспечения такой же пропускной способности, как у ОТС, понадобится 2 тысячи лифтов общей длиной 100 миллионов километров и общей массой в триллионы тонн. Лифты должны быть изготовлены из уникальных по своим прочностным характеристикам материалов, которые еще не получены даже в лабораторных условиях.

Следовательно, и эта транспортная схема неконкурентоспособна по сравнению с ОТС.

Проект космического лифта НАСА

Понятно, что потребность в таком циклопическом сооружении, как ОТС, возникнет еще очень нескоро, если вообще возникнет. А вот о сокращении затрат на космическую транспортировку следует думать уже сегодня, и в этом смысле космический лифт выглядит гораздо предпочтительнее традиционных систем вывода грузов на орбиту.

В августе 2000 года инженер НАСА Дэвид Смитерман опубликовал проект гигантского транспортного устройства, сооружение которого станет возможно уже в ближайшие полвека. В основании космического лифта Смитермана будет находиться гигантская, высотой более 50 километров, наземная башня, к верхнему концу которой крепятся несколько высокопрочных тросов, длиной около 35 000 километров каждый. Другим концом тросы прикреплены к небольшому астероиду, находящемуся на геостационарной орбите. По тросам будут перемещаться платформы с электромагнитными двигателями, перевозящие пассажиров и грузы.

Башню лифта планируется разместить в экваториальных широтах, где практически не бывает ураганов и торнадо, способных ей серьезно навредить, а кроме того, там проще работать с объектами, выведенными на стационарную орбиту, — они будут всегда находиться в зените. В качестве материала для тросов будут использованы разрабатываемые сейчас волокна из чистого углерода со стенками толщиной в один атом; по прочности они в сотни раз превосходят сталь.

Согласно оценке экспертов НАСА, стоимость вывода на орбиту одного килограмма груза посредством этого лифта не превысит 1,5 доллара.

Дэвид Смитерман, разумеется, допускает, что 50 лет, отведенные им на строительство космического лифта, — весьма оптимистичный срок. Однако если богатейшие страны мира проявят хоть какой-то интерес к этому проекту, то не исключено, что мы успеем увидеть хотя бы начало грандиознейшей стройки XXI века...

Глава 22 МЕЖЗВЕЗДНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ

Строительство такого колоссального сооружения, как космический лифт, требует соответствующих задач. Это может быть или проект крупномасштабного освоения Луны, или строительство космической колонии по образцу О'Нейла, или подготовка межзвездной экспедиции. Проработанных проектов таких экспедиций немного, ведь мы еще не изучили ближайшие планеты — тем не менее они есть. Ниже мы о них и поговорим.

Проект «Orion»: истоки и итоги

В то время, когда космическая гонка только начиналась, в США начал разрабатываться проект космического корабля, способного доставить экспедицию из 60 человек к любой из планет Солнечной системы или даже к ближайшим звездам. Этот проект назывался «Орион» («Orion»).

Основой проекта была ядерно-импульсная ракета взрывного типа. Схема ее движения выглядела так. Космический корабль снабжается мощной стальной плитой, устанавливаемой за кормой. Взрывные устройства (ядерные бомбы) мощностью порядка одной килотонны должны выбрасываться специальным устройством из корабля назад через определенные интервалы времени и взрываться в 60 метрах от плиты.

Проект «Орион» был рожден в 1958 году фирмой «Дженерал Атомикс» («General Atomics»). Эта компания, расположенная в Сан-Диего, была основана американским атомщиком Фредериком Хоффманом с целью создания и эксплуатации коммерческих атомных реакторов. Одним из соучредителей фирмы и соавтором проекта «Орион» был Теодор Тейлор — легенда Лос-Аламосского проекта. Именно Тейлору принадлежит идея отказаться от взрывной камеры, которая не выдержит взрыва, заменив ее обычным стальным щитом.

Согласно его расчетам, такая схема могла обеспечить колоссальный удельный импульс и скорость истечения от 100 до 10 000 км/с. Понятно, что энергия взрыва, направленная в плиту-толкатель, вызовет огромное ускорение, которое не выдержит никакой живой организм. Для этого между кораблем и плитой предполагалось установить амортизатор, смягчающий удар и способный аккумулировать энергию импульса с постепенной «передачей» его кораблю.

Было построено несколько рабочих моделей корабля «Орион» толкателя. Их испытывали на устойчивость к воздействию ударной волны и высоких температур с использованием обычной взрывчатки. Большая часть моделей разрушилась, но уже в ноябре 1959 года удалось запустить одну из них на 100-метровую высоту, что доказало возможность устойчивого полета при использовании импульсного двигателя.

Эти эксперименты также показали, что щит-толкатель должен быть толстым в середине, сужаясь к краям, подобно двояковыпуклой линзе.

Главной проблемой была долговечность щита-толкателя.

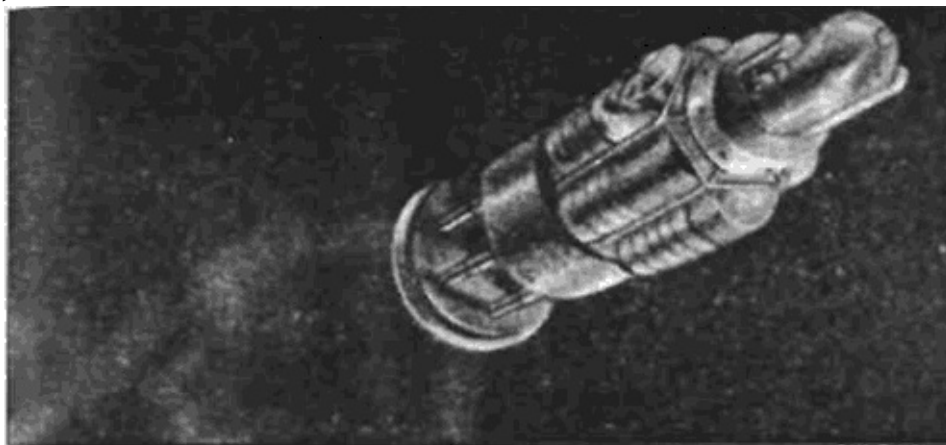
Вряд ли какой-нибудь материал способен выдержать воздействие

температур в несколько десятков тысяч Кельвинов.

Проблему решили, придумав устройство, разбрызгивающее на поверхность щита графитовую смазку. Путем эксперимента удалось установить, что алюминий или сталь способны выдержать кратковременные тепловые нагрузки.

Авторы проекта быстро поняли, что без помощи государства им не обойтись. Тогда в апреле 1958 года они обратились к Управлению перспективных исследований министерства обороны США. В июле Управление дало свое согласие на финансирование проекта с бюджетом в 1 миллион долларов в год. Проект проходил под обозначением Заказ № 6 с темой «Изучение ядерно-импульсных двигателей для космических аппаратов».

Тейлор и его коллеги были убеждены, что подход Вернера фон Брауна к решению проблемы космического полета ошибочен: ракеты на химическом топливе очень дороги, величина полезных грузов ограничена, потому они не могут обеспечить межпланетных или межзвездных перелетов. Создатели «Ориона» хотели получить дешевый и максимально простой по устройству космический корабль, который мог бы развивать скорости, близкие к световым.



Космический корабль с ядерно-импульсной ракетой проекта «Orion»

Площадку для первого опытного образца космического корабля «Орион» планировалось построить на полигоне Джекекс-Флэтс (Невада). Стартовый комплекс собирались оборудовать восемью башнями высотой 76 метров.

Согласно расчетам масса корабля на взлете должна была составить около 10 000 тонн; при этом большая часть этой массы — полезный груз.

Атомные заряды мощностью в килотонны первоначально должны были взрываться со скоростью один заряд в секунду. Затем, когда высота и скорость возрастут, частоту взрывов можно было уменьшить. При взлете корабль должен был лететь строго вертикально, чтобы минимизировать площадь радиоактивного загрязнения.

В то время, когда в США лихорадочными темпами разрабатывался проект «Меркурий», создатели «Ориона» строили планы дальних экспедиций к планетам Солнечной системы и к звездам.

«Наш девиз был таков, — вспоминает Фриман Дайсон, участвовавший в проекте. — Марс — к 1965 году, Сатурн — к 1970!»

«Орион» был космическим кораблем, словно бы взятым из фантастического романа. Его полезная масса могла измеряться тысячами тонн. Полторы сотни человек могли с удобствами расположиться в его комфортабельных каютах.

«Орион» был бы построен подобно линейному кораблю, без мучительных поисков способов снижения веса.

Оставалось неясным, как такой корабль сумеет приземлиться на планету, но Тейлор полагал, что со временем удастся разработать надежный ракетоплан многоразового использования.

Программа развития проекта «Орион» была рассчитана на 12 лет, расчетная стоимость — 24 миллиарда долларов, что было сопоставимо с запланированными расходами на программу «Аполлон».

Однако времена изменились. Молодое космическое агентство НАСА с первых дней существования отказалось рассматривать проекты ракет с ядерными двигателями, отложив эту тему на потом. ВВС также не проявили интереса к «Ориону», поскольку не видели, каким способом этот огромный космический корабль можно использовать в военных целях.

Окончательно программа «Орион» была закрыта в конце 1959 года, когда Управление перспективных исследований отказалось от дальнейшего финансирования проекта.

Проект «Daedalus»

Следующую попытку создать космический корабль, способный обеспечить межзвездный перелет, предприняли члены «Британского межпланетного общества».

Проект, получивший название «Дедал» («Daedalus»), был выдвинут на рассмотрение Общества ее членом Аланом Бондом в 1972 году.

В те времена активно муссировалась тема контакта с инопланетными цивилизациями при помощи межзвездной связи, активным сторонником этой идеи выступал знаменитый астрофизик Карл Саган. В пику ему Алан Бонд утверждал, что уже сегодня земляне располагают достаточными технологиями, с помощью которых можно долететь до ближайших звезд и вступить в непосредственный контакт с нашими «братьями по разуму». Его аргументы нашли поддержку среди членов «Британского межпланетного общества», что привело к организации семинаров по проблемам создания межзвездного корабля. Первое заседание «Межзвездной секции» состоялось 10 января 1973 года в Лондоне.

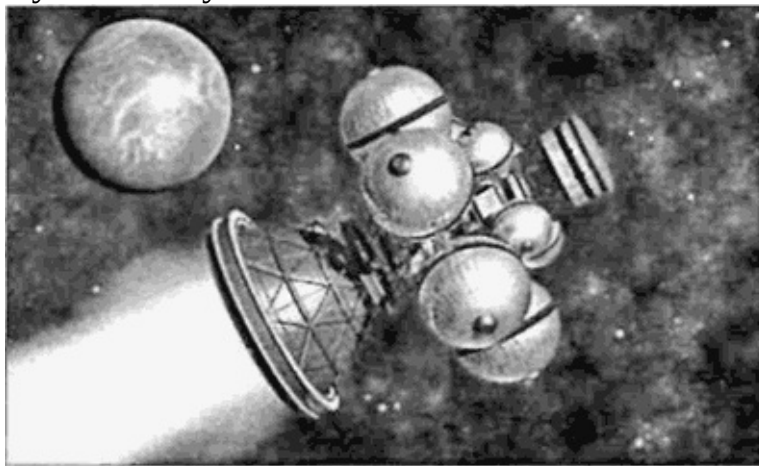
Выступая на этом заседании, Алан Бонд сообщил присутствующим, что, несмотря на большое количество публикаций, посвященных теме межзвездных перелетов, никто еще не рассматривал этот вопрос в комплексе, чтобы оценить хотя бы теоретически возможность организации такого перелета с использованием современных технологий. Например, необходимо установить массовые характеристики корабля, изучить возможные схемы двигательной установки, разобраться с межзвездной навигацией.

По его мнению, целью экспедиции должна стать звезда Бернарда (в то время это была единственная звезда, у которой была обнаружена планетная система), находящаяся на расстоянии 5,9 световых лет от Солнца; продолжительность экспедиции — от 30 до 40 лет; старт — не позднее 2000 года; максимальная скорость корабля — 15 % от световой. На основании этих исходных данных Бонд предлагал начать работу.

Следующий докладчик, Тони Мартин, сообщил Обществу о результатах сравнительного анализа различных перспективных двигателей. Этот анализ показал, что в проекте могут быть использованы либо космический прямоточный, либо ядерно-импульсный двигатели. Поскольку мы еще очень мало знаем о плотности водорода в межзвездной среде, имеет смысл остановить выбор на ядерно-импульсном двигателе с

термоядерными зарядами в качестве толкателей. Чтобы сделать систему более эффективной, взрывы должны происходить в магнитном поле. Это не только делало бы выпуск импульса более направленным, но и уменьшало бы воздействие на экран-толкатель. Для пилотируемого космического корабля лучше всего подходят заряды на основе дейтерия-трития или дейтерия — гелия-3. Последний имеет наиболее низкую нейтронную производительность. Корабль с таким двигателем легко мог бы достигнуть скорости в 104 км/с, что является минимальным требованием для экспедиции к звезде Бернарда.

За Мартином выступал Г. Джеймс Стронг. Он обсуждал проблемы межзвездной навигации. При этом он показал, что все функции по управлению кораблем могут быть переданы совершенному автопилоту, человеческое присутствие в рубке необходимо только при коррекциях, когда необходимо определить оптимальные траектории по выходу или входу в Солнечную систему.



**Межзвездный корабль «Daedalus» на пути к
звезде Бернарда**

Доктор Паркинсон добавил к списку возможных двигательных установок солнечный парус, который разгоняется до нужной скорости под воздействием лазеров, установленных в космосе.

На заседании рассматривались и вопросы поддержания связи с Землей. Было понятно, что для обеспечения такой связи потребуется энергоустановка мощностью в несколько сотен мегаватт и большая антенна, которую должен будет нести корабль.

Обговорив основные детали проекта, Общество приступило к работе. Основные технические решения были найдены за четыре года.

Например, определились с топливом. Поскольку гелий-3 является достаточно редким на Земле элементом, было решено, что сначала

построенный корабль отправится к Юпитеру, чтобы добыть из его атмосферы необходимое количество гелия-3.

Конструктивно корабль состоял из двух частей, одна из которых была резервуаром для топлива и могла быть сброшена после того, как баки опустеют. В носовой части корабля расположили жилой модуль на 18 астронавтов. 50-тонный бериллиевый диск должен был защищать модуль от столкновения с микрометеоритами, которые на таких скоростях представляют серьезную опасность. Для астрономических наблюдений в модуле имелись два 5-метровых телескопа и два 20-метровых радиотелескопа. Для текущего ремонта требовалось создать команду роботов.

Корабль собирается на околоземной орбите и стартует.

Первая ступень работает в течение двух лет, разгоняя корабль до промежуточной скорости. После этого ступень сбрасывается и включается двигатель второй ступени, работающий в течении 1,8 лет, прежде чем будет достигнута крейсерская скорость и начнется 47-летний полет к звезде Бернарда.

Проект «Дедал» продолжает жить и развивается. По сегодняшней осторожной оценке, он может быть реализован уже в середине XXI века.

Проект «Ноев ковчег», или НАСА на пути к звездам

На ежегодной встрече членов Американской ассоциации развития науки, проходившей в феврале 2002 года, представитель НАСА заявил, что это агентство собирается отправить за пределы Солнечной системы «корабль поколений» с экипажем из 180 человек.

В своем сенсационном докладе ученый Джеффри Лэндис описал подробности проекта, который условно можно назвать «Ноев ковчег». Согласно проекту 180 дееспособных добровольцев смогут отправиться в космос без возможности возвращения.

Предположительное время путешествия — 200 лет. За это время должно смениться около десяти поколений. Путешественники будут сами производить еду, когда закончатся запасы продовольствия: для этого на корабле планируется оборудовать оранжереи и фермы. Корабль будет иметь размеры маленького города и сможет перевозить около миллиона тонн груза. Системы очистки воздуха и жизнеобеспечения будут черпать энергию из ядерного генератора.

По мнению Джона Мура, демографа из Калифорнийского Университета, оптимальная численность населения корабля — от 150 до 180 человек. Когда образуются пары, каждый ребенок нового поколения сможет выбирать себе партнера в среднем из 10 человек. Приблизительно через 50 лет на корабле сложится свой социум, традиции, история и культура.

Как утверждает Сара Томсон, профессор лингвистики из Мичиганского Университета, в стартовую группу допустимо набирать людей с разнообразным этническим и генетическим составом, однако все они должны говорить на английском, потому что «английский — это язык интернационального общения».

Томсон считает, что со временем пионеры начнут говорить на своем собственном космической диалекте английского, который будет значительно отличаться от всех земных вариантов. Причем через некоторое время разница между земным английским и космическим английским станет столь разительной, что во время сеансов связи (если таковые случатся) найти общий язык «с базой» станет практически невозможно.

В стартовую группу должны войти люди, которые психологически обладают «жертвенностью» первых колонистов, готовые терпеть лишения

и жить только верой в будущее.

Кроме того, они должны быть людьми отважными, толерантными и выдержанными.

По мнению Лэндиса, не исключено, что команда путешественников будет состоять в основном из женщин, а на борту придется разместить небольшой банк спермы. Таким образом, стартовая группа может сократиться почти вдвое — когда придет время «плодиться и размножаться», колонистки произведут искусственное оплодотворение.

Любопытно, что, несмотря на долгосрочность проекта — он сможет быть осуществлен лишь через 50 лет, его организаторы исключают возможность замены людей киборгами или криогенной заморозки пионеров. Они говорят о том, что обычная человеческая семья — самая устойчивая и надежная организация, способная преодолеть любые тяготы длительного путешествия.

Судя по докладу Лэндиса, нынешний уровень технического развития позволяет, используя солнечный парус, лазерные и ядерные установки, вывести громадный космический корабль за пределы Солнечной системы. Его максимальная скорость составит 0,1 световой.

По информации западной прессы пионеры отправятся в одну из ближайших звездных систем — возможно, это будет Альфа Центавра. Ученые НАСА предполагают найти там землеподобные планеты.

Очевидно, что проект — многоцелевой.

Во-первых, человечеству пора начинать поиск резервного места для жизни. «Би-Би-Эс», рассказывая о проекте Лэндиса, приводит его слова о том, что «срок жизни Земли ограничен:

Солнце постепенно сожжет все свои запасы топлива и остынет, и человечеству придется искать себе новый дом».

Во-вторых, колонизаторские амбиции и надежды множатся на исследовательский азарт — ведь увидев Солнечную систему снаружи, можно более обосновано строить гипотезы о ее происхождении.

В-третьих, интегральное использование новейших космических технологий — это первая мощная проверка их дееспособности и жизнедеятельности.

В-четвертых, впервые будет задействована столь многочисленная группа астронавтов. «Сердце» проекта — это люди, от которых требуется только одно — жить земной жизнью в неземных условиях, рожать детей и, когда придет время, умирать. Кстати, по мнению антропологов, в результате долгой «репродуктивной изоляции» на корабле появится совершенно новая человеческая раса.

В-пятых, не исключено, что Альфа Центавра действительно упоминается не только для того, чтобы обозначить путешественникам хоть какую-то цель, которая будет освещать их 200-летний путь. Слабая надежда на то, что «Ковчег» достигнет системы звезды Центавры, все же есть...

Глава 23 НЕПОКОРНАЯ ПЛАНЕТА

Проекты, которые мы обсудили в предыдущих главах, безусловно интересны. Некоторые из них вполне можно реализовать в самом ближайшем будущем и для этого даже не понадобится привлекать государственное финансирование, как это было в недавнем прошлом. Космонавтика (а особенно околоземная, орбитальная) перестает быть государственной вотчиной; в эту сферу человеческой деятельности приходят небольшие корпорации и частные лица, что не может не радовать, поскольку в этом виден залог ее дальнейшего развития, который не зависит более от политической или военной конъюнктуры.

Тем не менее существует еще один глобальный проект, который, смею надеяться, будет реализован в обозримом будущем, но который потребует объединения усилий всех мировых держав. Это — экспедиция на Марс, главная задача которой — выяснить, есть ли там жизнь...

Есть ли жизнь на Марсе?

Различные народы в разные времена по-разному представляли себе количество и уровень цивилизаций, которые могут существовать во Вселенной. Даже в рамках европейской цивилизации эти оценки со временем подвергались значительным изменениям. Например, в XVII веке довольно широкое распространение получила идея обитаемости всех без исключения планет Солнечной системы.

Христиан Гюйгенс (1629–1695), известный выдающимися работами в области оптики, написал трактат о множественности обитаемых миров, в котором утверждал, что на Меркурии, Марсе, Юпитере и Сатурне есть «поля, согреваемые добрым теплом Солнца и орошаемые плодотворными росами и ливнями». В «полях», полагал Гюйгенс, обитают растения и животные. В противном случае эти планеты «бы ли бы хуже нашей Земли», что астроном считал абсолютно неприемлемым.

Такой довод, столь странно звучащий в наши дни, основывался на развитых Коперником представлениях об окружающем мире, согласно которым Земля не занимает особого места среди планет, и Гюйгенс разделял эти взгляды. По той же причине он полагал, что на планетах должны жить разумные существа: «возможно, не в точности такие люди, как мы сами, но живые существа или какие-то иные создания, наделенные разумом». Подобное заключение казалось Гюйгенсу столь бесспорным, что он писал: «Если я ошибаюсь в этом, то уже и не знаю, когда могу доверять своему разуму, и мне остается довольствоваться ролью жалкого судьи при истинной оценке вещей».

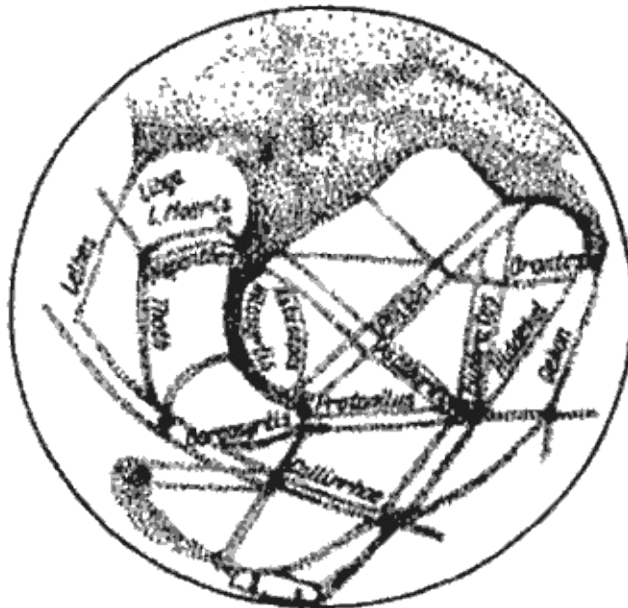
Мало что изменилось в этих в этих представлениях и столетие спустя. Известный философ Иммануил Кант (1724–1804) в своем труде «Всеобщая естественная история и теория неба» писал: «...большинство планет, несомненно, обитаемы, а необитаемые со временем будут населены. [...] Вещество, из которого состоят обитатели различных планет, в том числе животные и растения, вообще должно быть тем легче и тоньше, чем дальше планеты отстоят от Солнца. Совершенство мыслящих существ, быстрота их представлений становятся тем прекраснее и совершеннее, чем дальше от Солнца находится небесное тело, на котором они обитают».

Из приведенной цитаты родилась целая теория о том, что чем дальше планета от Солнца, тем она старше, а следовательно, разумная раса, населяющая, скажем, Марс, гораздо древнее и мудрее человечества.

В течение следующих двух столетий вера в возможность внеземной жизни претерпевала подъемы и спады по мере того как новые открытия, объясняющие природу жизни на Земле и условия на соседних планетах, следовали из новых достижений в способах научных исследований.

Уже тогда наиболее подходящим пристанищем для внеземной жизни считался Марс. Причины всеобщего увлечения Марсом очевидны. Красноватый цвет планеты и ее петлеобразные движения по небу издавна привлекали особое внимание. Тщательные наблюдения Марса, выполненные Тихо Браге (1546–1601), позволили Иоганну Кеплеру (1571–1630) сформулировать и опубликовать три основополагающих закона движения планет. Еще при жизни Кеплера изобретение телескопа позволило ученым разглядеть постоянные детали на красноватом диске Марса. Дальнейшие наблюдения привели к открытию полярных шапок, облаков, сезонных изменений контрастности светлых и темных областей.

В последние десятилетия XIX века к загадкам Марса прибавилась еще одна. В 1877 году итальянский астроном Джованни Скиапарелли (1835–1910) из Милана на основании своих наблюдений сделал рисунок, вошедший впоследствии во все книги о Марсе, — сеть геометрически правильных линий, которые он назвал «canali», что в переводе означает и не каналы вовсе, как можно подумать и как подумали, а «русла рек».



**Сеть «каналов» на поверхности Марса, зарисованные
Джованни Скиапарелли в 1877 году**

Скиапарелли был очень осторожным человеком и не торопился с

выводами. Выводы за него сделали другие. Против своей воли итальянский астроном стал первооткрывателем марсианской цивилизации. Однако и он ошибся. Оптический обман, вызванный несовершенством телескопа и заставивший глаз видеть непрерывные линии там, где на самом деле были лишь темные точки, сыграл с астрономом злую шутку.

«Каналы» вызвали горячую полемику, в которую включились столь опытные наблюдатели, как Барнард в США и Антониади во Франции, твердо убежденные, что каналы не существуют, в то время как другие утверждали, что каналы не только видны при визуальных наблюдениях, но и могут быть сфотографированы. Но сильнее всех в реальность марсианских каналов верил Персиваль Ловел (1855–1916), который построил собственную обсерваторию во Флагстаффе (штат Аризона). Там он провел тщательные наблюдения Марса с помощью 24-дюймового телескопа и составил карту сети каналов, покрывающих всю поверхность планеты, за исключением ледяных полярных шапок.

Казалось, что эта сеть подвергается сезонным изменениям одновременно с изменениями в обширных темных областях Марса. Каналы всегда темнели, а иногда раздваивались с началом марсианского лета. Ловел предположил, что каналы построили разумные марсиане, чтобы подвести воду от тающих полярных шапок для орошения темных областей, которые иначе не дали бы урожая. Сезонное увеличение контрастности между светлыми и темными областями, утверждал Ловел, — это прямое следствие роста растений в темных областях в летнем полушарии. Он полагал, что наблюдаемое потемнение (и раздвоение) каналов происходит потому, что растительность вдоль них бурно разрастается с наступлением марсианской весны, а это улучшает видимость каналов для удаленного наблюдателя.

Мировая общественность, вообще склонная к принятию всевозможных чудес и сенсаций, с восторгом отнеслась к идеям Довела, подкрепленным многочисленными наблюдениями других астрономов. Сомнений не оставалось уже ни у кого: Марс населен, и жители Марса намного превосходят по своему развитию землян.

В первые десятилетия XX века астрономы разработали мощные астрофизические методы, применение которых к изучению Марса нанесло тяжелый удар по гипотезе Довела.

Радиометрические наблюдения показали, что средняя температура на Марсе значительно ниже точки замерзания воды, а во время марсианской ночи еще почти на 100 °C ниже. Астрономам не удалось обнаружить пары воды или кислород в атмосфере Марса, и они все больше утверждались во

мнении, что атмосфера должна быть чрезвычайно разреженной.

Тем не менее в отсутствие прямых доказательств, свидетельствующих в пользу той или иной гипотезы, горячая полемика по вопросу о жизни на Марсе продолжалась.

В Советском Союзе одним из наиболее сведущих специалистов по этому вопросу считался академик Гавриил Тихов (1875–1960). Откроем стенограмму его лекции «Новейшие исследования по вопросу о растительности на планете Марс», прочитанной в 1948 году. В заключительном разделе мы обнаружим уверенное заявление:

«...Исключительное значение приобретает открытие, сделанное в 1947 г. американским астрономом Куйпером.

Пользуясь мощными инструментами Иеркесовской обсерватории, он обнаружил, что атмосфера Марса содержит, по крайней мере, столько же углекислого газа, как и земная атмосфера.

Больше того: оказалось, что таких ядовитых газов, как аммиак и метан, в изобилии имеющих в атмосферах больших планет, на Марсе совсем нет.

Значит, на этой планете, несмотря на ее суровый по сравнению с Землей климат, жизнь растений вполне возможна.

А отсюда не исключена возможность и того, что на Марсе может существовать и животный мир».

Таким образом, и в конце 40-х годов вопрос о жизни на Марсе все еще оставался открытым, и всем уже было понятно, что ответить на него можно только путем непосредственных наблюдений — послав к Марсу автоматическую обсерваторию, способную поддерживать связь с Землей.

Такая возможность вскоре представилась. В Советском Союзе и в Америке появились ракеты-носители, мощности которых было достаточно, чтобы отправить полезный груз к другой планете. И вот тут ученые вдруг столкнулись с рядом непреодолимых проблем.

Словно злой рок витает над марсианской программой.

Две трети зондов, отправляемых в сторону красной планеты, погибают или теряются при очень странных обстоятельствах.

Ни одна другая планета Солнечной системы не обходилась так дорого космическим агентствам СССР и США.

Пойдем по порядку. Первую автоматическую станцию к Марсу, проходившую под обозначением «1М», советские конструкторы планировали отправить в сентябре 1960 года, когда образовалось «астрономическое окно» для таких пусков.

Уже для этой станции профессор Александр Лебединский подготовил

блок оборудования, включавший фототелевизионное устройство и спектрорефлексометр, призванный определить, есть ли жизнь на Марсе. Сергей Королев предложил предварительно проверить этот блок в степи. К восторгу ракетчиков прибор показал, что на Байконуре жизни нет.

В результате оборудование Лебединского оставили на Земле.

Из-за задержек с подготовкой станции и ракеты старт все время откладывался. В конце концов, когда надежды на то, что станция пройдет вблизи красной планеты, уже не оставалось, запуск состоялся. 10 октября ракета-носитель «Молния» с аппаратом «М» № 1 ушла со старта. Однако тут же потерпела аварию.

Причину установили довольно быстро. Две первые ступени носителя работали нормально. Но на участке работы третьей ступени прошла ложная команда, и ракета начала отклоняться от расчетной траектории полета. Автоматика выдала команду на отключение двигателя, и ракета со станцией устремилась к Земле, а потом сгорела в атмосфере над Восточной Сибирью.

Лихорадочно подготовили второй пуск. Он состоялся 14 октября. И опять авария. На этот раз нарушилась герметичность системы подачи жидкого кислорода. Керосиновый клапан, установленный на третьей ступени, облитый жидким кислородом, замерз, и двигатель третьей ступени не смог включиться. Ракета со станцией «1М» № 2 сгорела в атмосфере над Сибирью.

В 1962 году наступил новый благоприятный период для пуска станций в сторону Марса. На этот раз удалось подготовить три станции — они проходили под обозначением «2МВ», чем подчеркивалась их универсальность и возможность использования как для полета к Марсу, так и к Венере.

Две из них, которые вышли на околоземную орбиту 24 октября и 4 ноября 1962 года, повторили судьбу своих предшественниц. Вновь не сработали разгонные блоки, и станции не увидели космических далей.

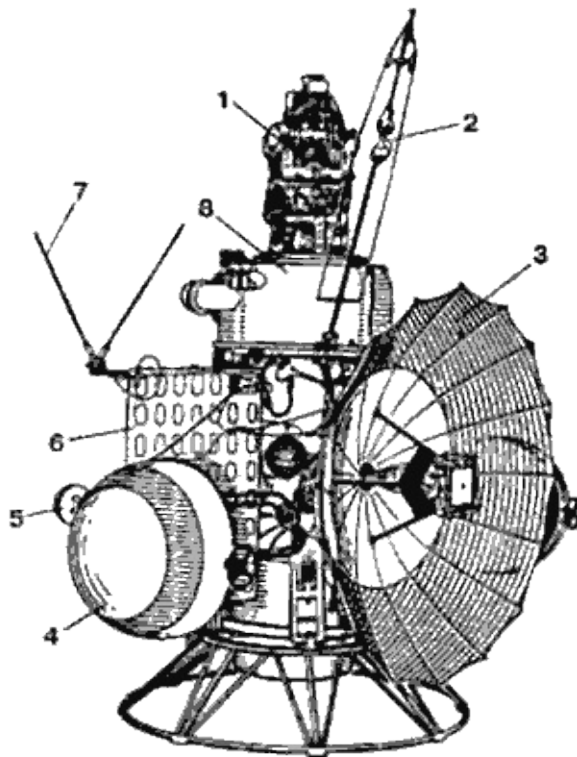
Однако один пуск успехом все-таки завершился. 1 ноября 1962 года разгонный блок перевел на траекторию полета к Марсу автоматическую станцию, известную ныне под названием «Марс-1». Почти пять месяцев с ней удавалось поддерживать связь. За это время станция приблизилась к Марсу на расстояние в 195 000 километров. Но 21 марта 1963 года из-за неполадок бортовой аппаратуры она «замолчала».

Следующую попытку запустить станцию к Марсу советские ученые предприняли 30 ноября 1964 года. Тогда к Марсу должна была отправиться станция «ЗМВ-4А». Ее удалось вывести на околоземную орбиту, но из-за

сбоя в системе ориентации станция ушла в свободный полет.

В те времена, когда удавалось включить разгонный блок и свести станцию с околоземной орбиты, но направить ее не в сторону нужной планеты, а неизвестно куда, для официального сообщения о ней использовали название «Зонд». Также поступили и с «ЗМВ-4А», которой присвоили имя «Зонд-2».

Теперь в любой книге по истории космонавтики вы можете прочитать, что «Зонд-2» был специально запущен для отработки научно-исследовательского оборудования и проведения испытаний плазменных электроракетных двигателей, находившихся на борту. На самом же деле этот запуск был полным провалом.



Космический аппарат «Марс-1» («2МВ-4»): 1 - корректирующая двигательная установка; 2 - штырь магнитометра; 3 - остронаправленная антенна; 4 - радиатор системы терморегулирования; 5 - малонаправленная антенна; 6 - панель солнечных батарей; 7 - всенаправленная антенна; 8 - орбитальный отсек

Не очень хорошо поначалу складывались дела и у американцев.

Первой межпланетной автоматической станцией НАСА, запущенной к Марсу 5 ноября 1964 года, был «Маринер-3» («Mariner-3»). Уже на раннем этапе полета станция вышла из-под контроля: похоже, она не освободилась от теплозащитной оболочки из стекловолокна на выходе из земной атмосферы и не смогла удержаться на проектном курсе из-за лишнего веса.

Три недели спустя, 28 ноября 1964 года, был запущен «Маринер-4». Фортуна улыбнулась американцам — станция пролетела в 10 тысячах километров от Марса и передала на Землю 21 фотографию. Темные снимки

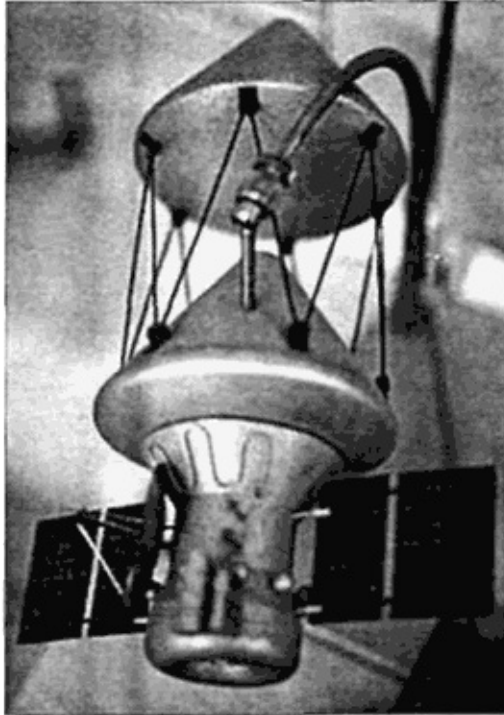
показали густо изрытую кратерами безжизненную поверхность планеты. Это был первый взгляд человека на Марс с близкого расстояния, и этот беглый взгляд развеял многие мифы. 24 февраля и 27 марта 1969 года НАСА запустило к Марсу еще две автоматические станции — «Маринер-6» и «Маринер-7». Первая пролетела в 3390 километрах от Марса и сделала 76 фотографий; вторая приблизилась на расстояние в 3500 километров и прислала на Землю 126 снимков.

Перед исследователями открылся негостеприимный мир — однообразный и безжизненный. В холодном суровом свете марсианского дня развеялись, словно призраки, теории, подобные теории Персиваля Ловела на заре XX века.

Представитель НАСА заявил: «Мы получили превосходные снимки. Они даже лучше, чем мы могли надеяться еще несколько лет назад. Но что они нам показывают? Унылый ландшафт, безнадежно мертвый. Мало что еще удастся обнаружить».

Следующее десятилетие показало ошибочность этого мнения.

В том же 1969 году советская марсианская программа опять зашла в тупик. Две попытки вывести на орбиту станции типа «М-69» (изделие № 521 запускали 27 марта, а изделие № 522 -14 апреля) закончились неудачей. Ракеты-носители «Протон-К», словно сговорившись, взорвались на участке выведения. Обломки дорогостоящих станций вновь поглотили заснеженные просторы Сибири.



Модель компоновки космического аппарата «М-69»

В «марсианской гонке» наступила пауза. В ожидании очередного схождения планет требовалось выработать технические решения, которые бы позволили получить качественно новую информацию о Марсе. Серьезным препятствием на пути программы изучения Марса стало всеобщее сокращение финансирования, которое привело к закрытию интереснейших проектов.

Вот лишь один пример этому. С начала 1960-х годов в НАСА разрабатывалась программа создания серии космических станций «Вояджер» («Voyager»). Эти относительно тяжелые аппараты (1090 килограммов против 260 килограммов у «Маринера-4») могли быть выведены на межпланетные трассы только после появления ракет-носителей «Сатурн-5».

Планировалось, что первой целью «Вояджеров» станет все тот же Марс. При этом, по проекту, станция «Вояджер» могла не только выйти на орбиту вблизи Марса, но и сбросить на его поверхность зонд с биологической лабораторией.

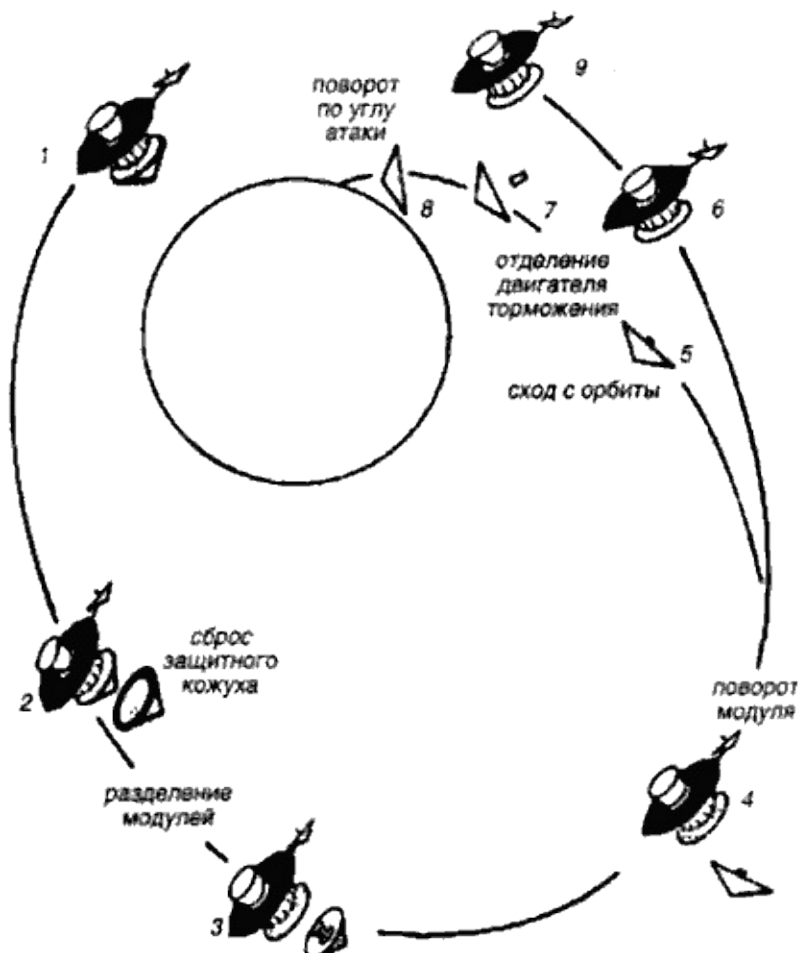


Схема полета к Марсу и разделения модулей космического аппарата «Voyager» (1966 год)

Создатели «Вояджера» не слишком спешили с реализацией своего проекта, поскольку изначально предполагали, что необходимые данные для более оптимального проектирования станции они получат после полетов аппаратов «Маринер». Такая «благоразумная» установка привела к плачевному результату: программа «Вояджер» попала в список второстепенных, и ее бюджет постоянно урезался в пользу других проектов и программ.

В окончательном виде проект космического аппарата «Вояджер» для полета на Марс оформился к декабрю 1964 года. Тогда же было запланировано пять рейсов аппаратов «Вояджер» к Марсу: первый (без посадочного модуля) — в 1969 году, два — в 1971 году, еще два — в 1973 году. Общая стоимость программы должна была составить 1,25 миллиарда долларов, с выплатой первых 43 миллионов в 1965 бюджетном году.

Понятно, что такие деньги не выдают за красивые глаза. Чтобы их

получить, создатели «Вояджера» из Лаборатории реактивного движения в Пасадене должны были доказать, что их проект лучше аналогичных разработок по программе «Маринер». В то же время сильный удар по «Вояджеру» нанесла переоценка себестоимости ракетного запуска «Сатурна-5». Из-за этого стоимость программы могла возрасти до 2 миллиардов долларов, что было недопустимо. С тех пор конструкторы из Пасадены даже не заикались о «Сатурне-5», выбрав в качестве носителя ракету «Титан-3С» с разгонным блоком «Кентавр».

Несмотря на все усилия конструкторов, направленные на снижение стоимости программы, «Вояджер» все еще казался слишком дорогим на фоне сокращения ассигнований НАСА и увеличения расходов на военные действия во Вьетнаме.

В 1967 году Конгресс не выделил на «Вояджер» ни цента, что привело к свертыванию всех работ по этой теме.

Пересмотру подвергся и бюджет программы «Маринер».

НАСА удалось отстоять только четыре запуска «Маринер-6» и «Маринер-7» — в 1969 году, «Маринер-8» и «Маринер-9» — 1971 году.

Последние два запуска состоялись в запланированный срок. «Маринер-8» должен был произвести съемку топографических особенностей планеты на 70 % ее поверхности с сильно наклоненной орбиты. Смысл заключался в фотографировании Марса при низком положении Солнца над горизонтом, когда оно отбрасывает длинные тени. «Маринер-9» выводился на орбиту, обеспечивающую съемку при высоком Солнце в экваториальных районах.

«Маринер-8» был запущен 8 мая 1971 года. Вскоре после запуска из-за неполадок в системе управления вторая ступень ракеты-носителя «Атлас-Кентавр» отделилась от первой, но в ней отказало зажигание. Автоматическая межпланетная станция упала в Атлантический океан.

«Маринер-9» был призван восполнить потерю, и его оперативно подготовили к выполнению роли предшественника. По новому плану аппарат должен был находиться на орбите под углом в 65° к экватору и при минимальной высоте в 1350 километров.

«Маринер-9» запустили с мыса Канаверал 30 мая 1971 года.

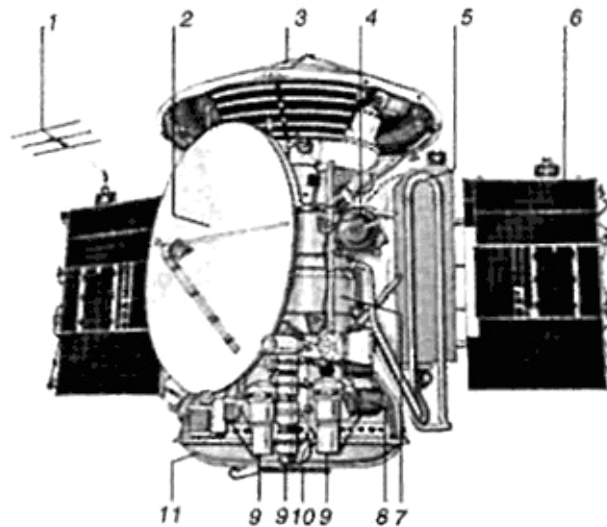
Но в полете к красной планете он был не одинок.

Чтобы вернуть приоритет в области перспективных космических исследований, советские конструкторы разработали проект «М-71», предусматривающий отправку к Марсу трех автоматических станций в 1971 году. Первая из них («М-71 С», изделие 170) должна была стартовать раньше и выйти на орбиту искусственного спутника Марса до прилета

американского аппарата. Два других, старт которых намечался позже, должны были доставить на поверхность Марса спускаемые зонды, а их орбитальные аппараты — провести исследования с орбиты искусственного спутника планеты.

Первый аппарат, кроме политической задачи, решал, и чрезвычайно важную техническую. Дело в том, что мягкая посадка на поверхность планеты могла быть выполнена только при выдерживании расчетного угла входа спускаемого аппарата в атмосферу Марса с максимально допустимым отклонением от номинала в 5° . При большем угле входа не хватало времени для раскрытия парашютной системы, при меньшем — спускаемый аппарат рикошетировал от атмосферы и уходил в космическое пространство.

Точных эфемерид Марса (координат для последовательных моментов времени) советские ученые не имели. Измерения положения планеты по сигналам его искусственного спутника позволяли получить эти данные и провести коррекцию траекторий движения второго и третьего аппаратов на заключительном участке, тем самым обеспечив расчетные условия входа спускаемых аппаратов в атмосферу.



Космический аппарат «Марс-2» («М-71»): 1 - антенна научной аппаратуры «Стерео»; 2 - параболическая остронаправленная антенна; 3 - спускаемый аппарат; 4 - малонаправленные антенны; 5 - радиаторы системы терморегулирования; 6 - панель солнечной батареи; 7 - блок топливных баков; 8 - звездный датчик; 9 - земной датчик; 10 - корректирующая тормозная двигательная установка; 11 - приборный отсек

Разработка эскизного проекта «М-71» была закончена в НПО имени Лавочкина в конце 1969 года. Начался этап изготовления и испытания

систем и узлов. Интересно, что сотрудники НПО учитывали возможность «заражения» Марса земными микроорганизмами и постарались свести ее к минимуму: отдельные части спускаемого модуля тщательно стерилизовались, а сборка его проводилась в специально построенном чистом блоке со шлюзовой камерой, фильтрами и бактерицидными лампами.

Станция «М-71С» (получившая при запуске обозначение «Космос-419») стартовала 5 мая 1971 года. Вывести ее на межпланетную траекторию не удалось: оператор выдал неправильную установку на второе включение разгонного блока «Д». Советские ученые потеряли возможность создания первого искусственного спутника Марса и лишились «маяка», позволявшего с высокой точностью определять положение красной планеты. Теперь осталось надеяться на безупречную работу системы космической автономной навигации (СКАН). Решение о разработке этой системы, не имеющей аналогов в мире, и установке ее на 2-й и 3-й аппараты «М-71» принял Совет главных конструкторов в начале 1970 года как запасной вариант на случай аварии станции «М-71 С». В системе использовался оптический угломер, разработанный в ЦКБ «Геофизика». За семь часов до прилета прибор должен был провести первое измерение углового положения Марса относительно базовой системы координат.

Данные измерений передавались в бортовой компьютер системы управления, который рассчитывал вектор третьей коррекции, необходимый для перевода станции на номинальную траекторию. Все операции должны были проводиться на борту космического аппарата без участия и контроля наземного пункта управления. Испытания угломера на стенде системы управления прошли без замечаний. 19 и 21 мая 1971 года на межпланетную траекторию были выведены станции «Марс-2» («М-71» № 171) и «Марс-3» («М-71» № 172). На этот раз ракеты «Протон-К» и разгонные блоки «Д» сработали безупречно.

Три космические станции — одна американская и две советские — благополучно покинули сферу земного притяжения и бесшумно полетели к красной планете.

Несколькими месяцами ранее, в феврале 1971 года, астроном Чарлз Ф. Кейпен из обсерватории имени Довела в Флагстаффе сделал предсказание погоды на Марсе на тот период. Исходя из того, что это было время противостояния в перигелии, он указал на вероятность пылевой бури в конце лета. И вот 21 сентября, когда три аппарата приближались к Марсу, над областью Геллеспонт появилось небольшое облачко...

10 ноября «Маринер-9», опередив советских соперников и находясь в

800 тысячах километров от Марса, впервые включил свою телекамеру, однако она показала планету, чья поверхность была полностью затемнена глобальной пылевой бурей. Ничто не могло проникнуть сквозь пыльный покров.

Поэтому «Маринер-9» выключил свою камеру и стал ждать.

Два советских аппарата «Марс-2» и «Марс-3» не были рассчитаны на подобную ситуацию. Они действовали согласно заложенной программе. 21 ноября 1971 года спускаемый модуль «Марса-2» вошел в атмосферу Марса под большим углом и разбился о поверхность планеты.

Спускаемый модуль «Марса-3» попытался достичь поверхности 2 декабря 1971 года. Во время спуска он в течение 15 секунд передавал слепые кадры, после чего связь с ним была утрачена. Поскольку он совершил посадку среди разрушительной пылевой бури, считается, что его парашют потащило ветром со скоростью 140 м/с, а его самого разбило вдребезги.

Меж тем буря продолжала бушевать. Выйдя на орбиту,

«Марсы» проводили съемку поверхности, но пыль полностью скрывала рельеф. Не видно было даже горы Олимп, возвышающейся на 26 километров. Программа исследований оказалась безнадежно сорвана.

В декабре 1971 года, когда буря улеглась, системы «Маринера-9» вновь привели в рабочее состояние. В отличие от советских аналогов, его компьютер поддавался перепрограммированию после запуска, и таким образом его задание можно было изменить в ходе полета. Подобная гибкость привела к тому, что эта орбитальная станция единственная из всех, запущенных в мае 1971 года, сумела выполнить свое задание.

«Маринер-9» приблизился к Марсу на расстояние в 1370 километров и начал съемку южного полушария между 25° и 65° южной широты, постепенно расширив ее вплоть до 25° северной широты. К моменту, когда 27 октября 1972 года у него закончились запасы энергии, «Маринер-9» сделал 7239 ошеломляющих снимков с разрешением, позволяющим запечатлеть объекты поверхности размером с футбольное поле. И вновь научные представления о красной планете едва не перевернулись с ног на голову.

Наиболее пристальное внимание при изучении фотоснимков Марса привлекли многочисленные протоки — «русла» протяженностью до сотен километров, которые, по-видимому, были «вырыты» в далеком прошлом планеты текущей водой. (Замечу в скобках, что эти русла не видны с Земли и не имеют никакого отношения к каналам Ловела.) Среди них встречаются извилистые речные русла, образующие вместе со своими притоками

типичную систему водостока.

Источником воды в этих случаях мог быть лежащий под поверхностью лед (вечная мерзлота), который таял в результате нагревания, вызванного внутренней активностью, а образовавшаяся при этом вода просачивалась на поверхность.

Некоторые русла начинаются внезапно, имея вид очень крупных образований, как бы созданных внезапным катастрофическим наводнением...

Все эти русла образовались довольно давно. Судя по числу перекрывающих их ударных метеоритных кратеров — это древние образования с возрастом порядка миллиарда лет.

Возможность того, что когда-то по поверхности Марса текла жидкая вода, открывала более обнадеживающие перспективы для биологических исследований. Если в далеком прошлом природные условия на планете были таковы, что на ее поверхности могла существовать вода, то, возможно, возникла и жизнь. А если так, то, постепенно приспосабливаясь к ухудшающимся условиям, жизнь на планете могла сохраниться и продолжает существовать до сих пор.

Эта гипотеза требовала экспериментальной проверки.

Следовало готовить следующую экспедицию. 21 сентября 1970 года космический аппарат «Луна-16» конструкции НПО Лавочкина совершил мягкую посадку на лунную поверхность в Море Изобилия, взял пробу грунта и 24 сентября доставил его на Землю.

Вдохновленный этим успехом Главный конструктор НПО Георгий Бабакин поручил своим подчиненным разработать техническое предложение по проекту «5НМ», нацеленному на доставку образцов марсианского грунта. Летом 1970 года такие предложения были выпущены.

Планировалось, что в сентябре 1975 года сверхмощная ракета «Н-1» выведет на траекторию полета к Марсу автоматическую межпланетную станцию «5НМ» массой 20 тонн. Станция включала орбитальный аппарат массой 3600 килограммов, предназначенный для доставки на Марс посадочного аппарата и приема телеметрической информации во время снижения и посадки последнего на марсианскую поверхность.

Орбитальный аппарат состоял из тороидального приборного отсека от станции «М-71» и двигательной установки со сферическим топливным баком от станции «М-69». Посадочный модуль массой 16 тонн имел аэродинамический экран с жесткой центральной частью диаметром 6,5 метра.

После перевода аппарата на межпланетную траекторию открывались

30 лепестков, закрепленных по периметру жесткой части, и образовывался жесткий аэродинамический конус диаметром 11 метров. Внутри экрана устанавливался приборный отсек с системой управления мягкой посадкой, включая доплеровский измеритель скорости и высотомер, а также радиосистемы, программно-временное устройство и систему энергоснабжения. Двигательная установка системы мягкой посадки имела четыре сферических топливных бака и четыре ЖРД с регулируемой тягой. В верхней ее части была установлена двухступенчатая ракета возвращения с орбитальным аппаратом «Марс-Земля», созданным на базе орбитального отсека станций «Венера-4/6», и возвращаемый аппарат массой 15 килограммов, способный вместить 200 граммов марсианского грунта.

Схема полета «5НМ» к Марсу выглядела следующим образом.

Станция выводится на межпланетную траекторию двухступенчатым разгонным блоком. При подлете к Марсу выполняется коррекция траектории. Затем посадочный и орбитальный модули разделялись, последний переводился на пролетную траекторию. В это время посадочный модуль входит в марсианскую атмосферу и, используя асимметричный аэродинамический экран, выполняет планирующий спуск.

Когда его скорость уменьшается до 200 м/с, экран сбрасывается и аппарат совершает мягкую посадку с включением тормозящей двигательной установки.

После посадки планировалось организовать двухстороннюю линию связи посадочного модуля с Землей на дециметровых волнах. По командам с Земли должен был производиться забор грунта в выбранном по панорамам месте и его загрузка в возвращаемый аппарат. Через трое суток по командам с Земли возвратная ракета с орбитальным аппаратом «Марс-Земля» и возвращаемым аппаратом стартовали и выводились на околомарсианскую орбиту высотой 500 километров.

Через 10 месяцев, при достижении благоприятного расположения планет, орбитальный аппарат «Марс-Земля» переводился на межпланетную траекторию возвращения на Землю. При подлете к Земле возвращаемый аппарат отделялся от орбитального и тормозился в атмосфере. Его скорость снижалась до 200 м/с, после чего выпускался парашют и включался радиомаяк, облегчающий поиск возвращаемого аппарата. Для отработки систем станции и посадочного аппарата конструкторы НПО имени Лавочкина предполагали реализовать в 1973 году проект «4НМ», осуществив высадку на Марс автоматического вездехода для исследования планеты.

Проект доставки марсианского грунта был обсужден на Научно-

техническом совете НПО. При этом он вызвал серьезную критику со стороны Главного конструктора. Дело в том, что поскольку бортовые системы станции не прошли проверку в реальном полете, никто не мог дать гарантии их нормального функционирования в течение почти трех лет.

Смущало Бабакина и то, что проект «5НМ» не обеспечивал стопроцентной биологической безопасности Земли. В случае отказа парашютной системы возвращаемый аппарат разбивался, и микробы, присутствующие в образцах марсианского грунта, попав в тепличные условия, могли начать размножаться с очень большой скоростью. Разумеется, наличие жизни на Марсе находилось под сомнением, но исключать подобную возможность было нельзя.

При всех этих недостатках проект понравился министру общего машиностроения Сергею Афанасьеву. Он пытался убедить Бабакина начать работу, однако Георгий Николаевич отказался.

Тем временем приближалось «астрономическое окно» — июль 1973 года. На этот год планировалось отправить к Марсу сразу четыре станции серии «М-73». Казалось, на сей раз удача улыбнется и советским ученым. Все четыре ракеты-носителя сработали как надо и к Марсу полетела целая вереница аппаратов: орбитальный «Марс-4» («М-73» № 52С), орбитальный «Марс-5» («М-73» № 53С), посадочный «Марс-6» («М-73» № 50П), посадочный «Марс-7» («М-73» № 51П).

К сожалению, ни одна из этих станций не смогла в полном объеме выполнить поставленную перед ней задачу. 10 февраля 1974 года из-за сбоя в бортовом компьютере не включилась тормозная двигательная установка «Марс-4», станция прошла мимо красной планеты на расстоянии 2200 километров, передав на Землю только один снимок, после чего стала искусственным спутником Солнца с периодом обращения 556 дней. 12 февраля 1974 года «Марс-5» вышел на околомарсианскую орбиту высотой в перигее 1760 километров, но быстро растратил энергию и в течение нескольких дней сумел заснять лишь незначительную часть южного полушария планеты. 9 марта 1974 года спускаемый аппарат станции «Марс-7» промахнулся мимо красной планеты, пройдя в 1300 километрах от ее поверхности, и превратился в искусственный спутник Солнца с периодом обращения 574 дня. 12 марта 1974 года спускаемый аппарат станции «Марс-6» вошел в атмосферу Марса, выпустил парашют и начал передавать первые данные. Однако через 150 секунд связь с ним прервалась.

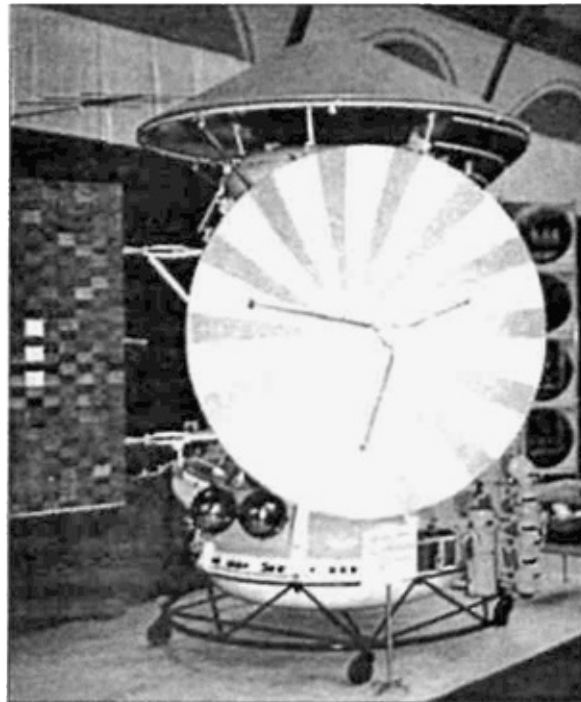
Невзирая на то, что по марсианской программе СССР и по репутации НПО Лавочкина был нанесен тяжелейший удар, министр Афанасьев вновь

приказал разработать проект доставки марсианского грунта. Он, видимо, полагал, что провал программы «М-73» дал неоценимый опыт и конструкторы НПО больше не повторят прошлых ошибок.

В это время ситуация изменилась. Поскольку производство ракеты «Н-1» было остановлено, для запуска космических аппаратов мог использоваться только носитель «Протон-К».

Грузоподъемности этой ракеты для выполнения программы полета за грунтом явно не хватало.

Решили использовать схему из трех запусков. Разгонный блок «Д» должен был состыковаться на орбите со вторым таким же блоком, на котором устанавливалась станция. Последовательно срабатывая, блоки могли бы вывести на межпланетную траекторию аппарат массой 8500 килограммов.



Космический аппарат «Марс-7» («М-73» № 51П)

При подлете к Марсу от станции отделяется спускаемый модуль, а орбитальный аппарат, служащий ретранслятором телеметрии, переводится на пролетную траекторию. Спускаемый модуль выполняет скользящий спуск в атмосфере и посадку на марсианскую поверхность. Используя панорамные снимки, по командам с Земли образцы грунта собираются и загружаются в капсулу, установленную на второй ступени возвратной ракеты массой 2000 килограммов, которая служит для доставки образцов

на околомарсианскую орбиту. На орбите капсула стыкуется с аппаратом, запущенным еще одной ракетой «Протон-К» и содержащим возвращаемый аппарат, в который и перегружается капсула. При наступлении благоприятной даты грунт начинает свое путешествие на Землю. Чтобы избежать «биологического загрязнения», предполагалось перевести возвращаемый аппарат на околоземную орбиту, где его «выловит» пилотируемый корабль, на котором образцы попадут на Землю. Таким образом, для доставки грунта должны были выполняться три запуска ракеты «Протон-К» и три автоматические стыковки в космосе.

Очевидно, этот проект (получивший обозначение «5М») был слишком сложным. Заместитель главного конструктора Пантелеев, которому поручили разработку проекта, для его упрощения и уменьшения числа стыковок в космосе, предложил увеличить массу станции путем модификации блока «Д». Активный блок «Д», функционирующий в качестве первой ступени, должен был передать топливо в пассивный блок, который использовался как вторая ступень при выведении на межпланетную траекторию. Благодаря такой модификации масса аппарата была увеличена с 8500 до 9335 килограммов, включая 200 килограммов резерва. Скользящий спуск в марсианской атмосфере заменили на баллистический, изменив форму и конструкцию посадочного модуля.

Если в первом проекте аппарат имел форму фары, то теперь ее заменил конический щит в виде зонтика диаметром 11,35 метра. От жесткой центральной части зонтика диаметром 3 метра отходили вниз бериллиевые спицы, к которым крепился тормозной конус, выполненный из стеклоткани.

Перед запуском станции спицы располагались вдоль корпуса аппарата, а после перевода на межпланетную траекторию раскрывались, образуя аэродинамический щит.

В состав станции массой 9135 килограммов входили: траекторный блок (1680 килограммов) и посадочный модуль (7455 килограммов). Последний включал двухступенчатую взлетную марсианскую ракету массой 3190 килограммов и возвращаемый аппарат «Марс-Земля».

В январе 1976 года новый Главный конструктор НПО Сергей Крюков подписал эскизный проект «5М». К 1978 году, когда были готовы первые узлы и агрегаты станции, ЦНИИмаш выпустил документ, в котором говорилось о большой сложности проекта, его высокой стоимости и низкой вероятности успешного завершения. Основываясь на этом документе, министр Афанасьев решил прекратить работу над «5М». Сергей Крюков не согласился с таким решением и подал прошение об отставке.

В это время НАСА запустило к Марсу две автоматические станции проекта «Викинг» («Viking»): первая из них стартовала 20 августа 1975 года, вторая — 9 сентября. Главной целью полета этих наиболее совершенных на тот момент автоматических космических аппаратов было выяснить, существует ли в действительности жизнь на Марсе. 20 июля и 3 сентября 1976 года спускаемые модули «Викингов» совершили мягкую посадку на поверхность красной планеты. Эксперимент века начался.

За четыре года работы телекамеры «Викингов» не зарегистрировали ничего, напоминающего проявление жизни. Далее, анализ марсианских атмосферы и грунта не выявил никаких особенностей, «типичных» для жизни, напротив, атмосфера и грунт создают более сухую и холодную среду, чем в самых сухих пустынях на Земле. В частности, не обнаружено никаких следов метана, его содержание в атмосфере в масштабах всей планеты лежит ниже 25 миллиардных долей.

Посадочные аппараты «Викингов» выполнили по три опыта, специально разработанные для обнаружения живых организмов. В первом из них — эксперименте «куриный бульон» — образец марсианского грунта помещался в питательную среду, благоприятную для жизни. Эксперимент «разложение метки» заключался в воздействии на образец грунта соединениями, содержащими атомы радиоактивного углерода, чтобы проверить, вырабатывает ли грунт какие-либо (радиоактивные) соединения, типичные для жизни.

В эксперименте «пиролизное разложение» также применялись меченые атомы, но на этот раз в составе газов марсианской атмосферы. Любым микроорганизмам в грунте была дана возможность взаимодействовать с этой меченой атмосферой, а затем грунт прогревали, чтобы выяснить, содержал ли он меченые окись углерода и углекислый газ.

Поразительно, но все три эксперимента дали результаты, которые свидетельствовали о присутствии жизни. В эксперименте «куриный бульон» произошло высвобождение большого количества кислорода; эксперимент «разложение метки» показал увеличение содержания радиоактивных соединений над марсианским грунтом; эксперимент «пиролизное разложение» также дал положительную реакцию, подобную реакции довольно стерильного антарктического грунта. Однако, когда химический анализ марсианского грунта показал полное отсутствие каких-либо органических веществ вплоть до уровня нескольких миллиардных долей и ниже, ученые программы «Викинг» более тщательно проанализировали результаты трех биологических экспериментов и пришли к выводу, что эти результаты могут объясняться небиологическими

химическими реакциями — например, они возможны, если марсианский грунт содержит перекиси.

Неоднозначность полученных результатов вроде бы должна была привести к подготовке новой экспедиции с участием новых автоматических станций или даже человека. Однако произошло примерно то же самое, что в свое время остановило дальнейшее развитие программы «Аполлон». «Марсианская гонка» была выиграна вчистую, проект «Викинг» при неоднозначности результата обошелся американскому налогоплательщику почти в миллиард долларов, у НАСА появились новые амбициозные проекты по исследованию планет-гигантов, объем полученных материалов (51 539 орбитальных снимков, 4500 панорамных снимков с поверхности, многочисленные метеорологические данные) требовал расшифровки и осмысления — все это вместе послужило хорошим предлогом, чтобы на некоторое время забыть о Марсе и марсианах.

В Советском Союзе также признали свое «поражение», отложив тему в долгий ящик. Только в 1979 году в НПО имени Лавочкина вновь обратились к созданию универсальных космических аппаратов для изучения планет Солнечной системы — проект «УМВЛ» («Универсальный [для изучения] Марса, Венеры, Луны»).

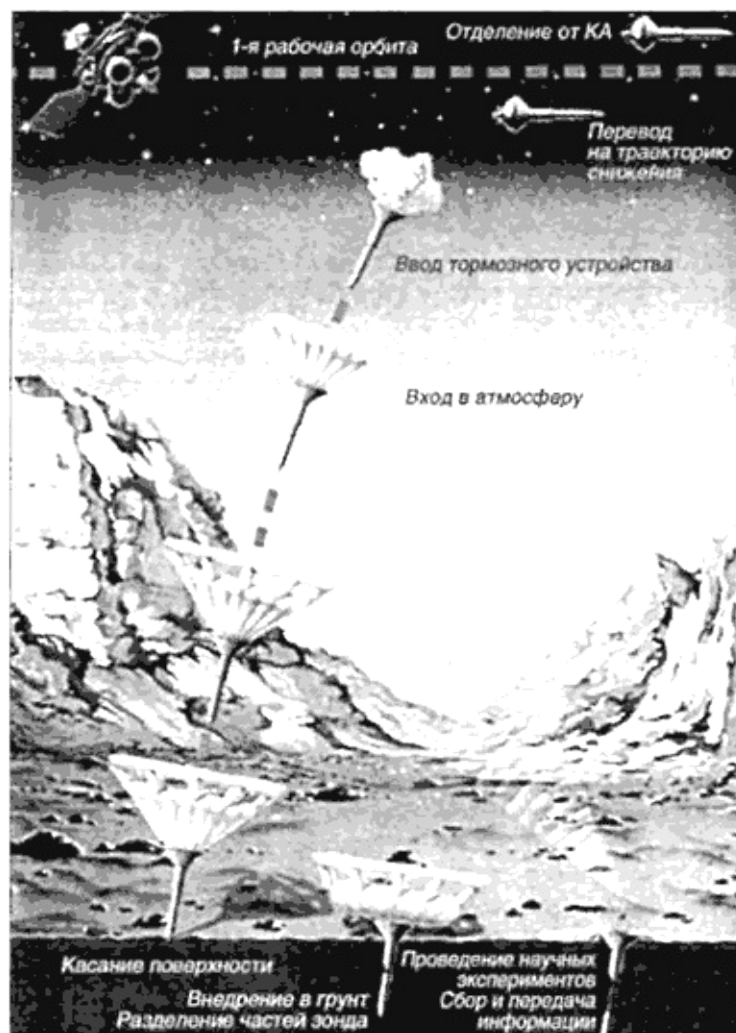
Разработка «универсала» продвигалась медленно. В конце концов этот проект вылился в экспедицию, известную под названием «Фобос».

На подготовку экспедиции «Фобос» в период с 1980 по 1989 год было затрачено около 500 миллионов рублей.

В состав новой межпланетной станции, разработанной в Научно-исследовательском центре имени Бабакина, входили собственно космический аппарат и автономная двигательная установка, с помощью которой корректировалась траектория перелета к красной планете и осуществлялся перевод на орбиту искусственного спутника Марса. После выведения аппарата на орбиту наблюдения за Фобосом автономная двигательная установка отделялась и дальнейшее его маневрирование велось с помощью собственной двигательной установки ориентации и стабилизации. Помимо этого, планировалась посадка на поверхность Фобоса специализированных зондов, предназначенных для изучения его грунта. 7 и 12 июля 1988 года, стартовав с космодрома Байконур, четырехступенчатые ракеты-носители «Протон-К» вывели на траекторию полета к Марсу автоматические станции «Фобос-1» («1Ф», изделие № 101) и «Фобос-2» («1Ф», изделие № 102). К сожалению, оба «Фобоса» были потеряны. 2 сентября 1988 года из-за ошибки, допущенной оператором при составлении программы работы бортовой аппаратуры, произошло

отключение рабочего комплекта исполнительных органов системы ориентации, что привело к полету «Фобоса-1» в режиме, неориентированном относительно Солнца. По этой причине произошел разряд бортовых химических батарей, и космический аппарат потерял способность принимать радиокоманды. 29 января 1989 года «Фобос-2» достиг окрестностей Марса и был переведен на эллиптическую орбиту над марсианским экватором с периодом обращения трое суток. Несколько позже станцию перевели на эллиптическую орбиту наблюдения высотой около 6300 километров. Исследования продолжались почти два месяца. Станция слушалась команд с Земли, передавала четкие снимки Марса и Фобоса. Все закончилось, когда станция стала сближаться с Фобосом, чтобы сбросить на его поверхность комплект бортовой аппаратуры.

И тут связь прервалась. Наиболее вероятной причиной его потери было признано одновременное «зависание» двух каналов бортовой вычислительной машины и, как следствие, потеря ориентации с переходом в беспорядочное вращение.



**Схема посадки зонда-пенетратора
космического комплекса «Марс-96»**

Следующий космический аппарат для изучения Марса, получивший название «Марс-96» («M1», изделие № 520), собрались запустить только через восемь лет. Это был целый комплекс, включавший орбитальную станцию (800 килограммов), два зонда-пенетратора (по 65 килограммов), сбрасываемых на поверхность планеты с целью изучения физикохимических свойств грунта, и две малые автоматические станции для изучения атмосферы (по 50 килограммов).

С помощью орбитальной станции намечалось выполнить серию дистанционных исследований планеты, включая телевизионную съемку. Расчетный срок ее существования — не менее года.

Малые автоматические станции, совершив посадку, должны были функционировать в течение 700 суток, исследуя атмосферу и климат на

Марсе, элементный состав его поверхности; результаты измерений передавались бы на орбитальную станцию, а с нее — на Землю.

Особый интерес представляют зонды-пенетраторы. Схема их посадки на Марс выглядела следующим образом. Перед отделением от космического аппарата производится закрутка каждого зонда относительно продольной оси. После отделения включаются твердотопливные двигатели, которые обеспечат его торможение и сход с орбиты. Перед входом в атмосферу надувается газом надувное тормозное устройство, а в момент удара о поверхность планеты происходит разделение двух частей пенетратора: внедряемой, проникающей на глубину до 4–6 метров, и хвостовой, остающейся в поверхностном слое грунта. После посадки из хвостовой части зонда выдвинется передающая антенна с телекамерой и датчиками научной аппаратуры.

И этот, весьма необычный, проект закончился катастрофой. 16 ноября 1996 года ракета-носитель «Протон-К» с автоматической станцией «Марс-96» на борту стартовала с космодрома Байконур. Уже через девять минут после старта выяснилось, что разгонный блок «Д», который сначала должен был вывести станцию на околоземную орбиту, сработал раньше времени. В результате станция оказалась на сильно вытянутой орбите, в апогее — 1500 километров, в перигее — порядка 75 километров. При этом станция «задевала» верхние слои атмосферы и сильно тормозилась.

Положение мог исправить тот же разгонный блок при повторном включении, но он со своей задачей не справился. Наши специалисты полагали, что аппарат продержится на орбите около месяца, после чего войдет в плотные слои атмосферы и упадет в Тихий океан. Эксперты НАСА предсказали другое: падение состоится через несколько часов. Второй расчет оказался вернее: через сутки после запуска станция сошла с орбиты и затонула в Тихом океане в районе острова Пасхи.

Этот провал стал последним для отечественной марсианской программы. У Российского Космического агентства не нашлось средств на перспективные исследования, и все проекты, запланированные на будущее, были закрыты. Под сокращение попал «Марс-98» — проект автоматической станции, которая должна была доставить на планету марсоход и аэростат. На 2001 год намечался запуск «Марса-2001» — еще один проект облегченного марсохода. Но и он, как мы знаем, остался на Земле...

Новый проект марсианской экспедиции НАСА

«НАСА сделало поразительное открытие, указывающее на возможность того, что более трех миллиардов лет назад на Марсе могла существовать примитивная форма микроскопической жизни».

В таких тщательно подобранных словах 7 августа 1996 года на пресс-конференции в Космическом центре имени Джонсона в Хьюстоне было сделано первое публичное сообщение о том, что было найдено в метеорите ALH84001.

Метеорит ALH84001 состоит из скальной породы, достоверный возраст которой составляет более 4,5 миллиарда лет.

Есть данные, позволяющие предполагать, что эта порода была «выплеснута» с поверхности Марса 15 миллионов лет назад в результате столкновения с кометой или астероидом. Затем она путешествовала по космическому пространству, пока не пересекла путь Земли всего лишь 13 тысяч лет назад и не упала среди материкового льда Антарктиды. В карбонатной части метеорита ученые НАСА обнаружили вытянутые яйцевидные структуры длиной в несколько десятков нанометров.

Именно их они называют «окаменелыми остатками марсианских сверхмикроскопических организмов. Однако их объем в тысячу раз меньше самых мелких земных бактерий.



Окаменелости «органического» происхождения,
обнаруженные в метеорите ALH84001

На основании этого оппоненты утверждают, что «ископаемые останки» лишь напоминают окаменевшие микроорганизмы, являясь продуктом естественных геологических процессов. Так, исследователи из Гавайского университета говорят, что предполагаемые «формы жизни» имеют минеральную природу и, вероятно, образовались в горячей, находящейся под высоким давлением жидкости, которая была как бы впрыснута в разломы.

Так или иначе, но открытие ученых НАСА оказалось весьма своевременным. Аэрокосмическое агентство США затеяло новую программу исследования красной планеты, которая нуждается в развитии, подкрепляемом серьезным финансированием.

Надежда на то, что на каком-то из этапов реализации этой программы удастся обнаружить на Марсе жизнь, подстегивает к новым свершениям не только исследователей, но и политиков.

В планах НАСА — значительное расширение присутствия роботов на красной планете. До самого последнего времени главной задачей марсианской миссии считалось обеспечение пилотируемой экспедиции. Ее проект был подготовлен еще в 1989 году по распоряжению президента Джорджа Буша-старшего и в качестве подготовительного этапа включал развертывание мощной сети автоматических устройств.

Первый шаг в соответствующем направлении был сделан 25 сентября 1992 года, когда к Марсу отправилась автоматическая орбитальная станция нового поколения «Марс Обсервер» («Mars Observer»). Ей предстояло произвести новую съемку поверхности Марса, по сути дублируя работу орбитальных аппаратов «Викинг», но на гораздо более высоком уровне разрешения. На станции была установлена камера, которая могла делать снимки с разрешающей способностью 1,4 метра на пиксель (против 50 метров на пиксель у «Викингов»).

Однако «Обсервер» потерпел неудачу прежде, чем успел выйти на околомарсианскую орбиту. Пресс-релиз НАСА так описывает случившееся: «Вечером в субботу 21 августа 1993 года была потеряна связь с космическим кораблем «Марс-Обсервер», когда он находился в трех днях полета от Марса. Инженеры и руководители полета из Лаборатории реактивного движения НАСА в Пасадене, штат Калифорния, задействовали резервные каналы, чтобы включить передатчик космического корабля и сориентировать его антенны на Землю. Начиная с 11 часов утра восточного поясного времени воскресенья 22 августа станции слежения, расположенные по всему земному шару, не получали ни одного сигнала с космического корабля».

Убедительного объяснения произошедшему нет до сих пор. Одна из гипотез — аппарат потерял ориентацию из-за разгерметизации топливного бака.

Несмотря на эту потерю, НАСА продолжило программу, запустив в ноябре и декабре 1996 года сразу две автоматические станции.

Первая из них — «Марс Глобал Сервейор» («Mars Global Surveyor») — должна была заменить утеранный «Обсервер».

На ее борту находилось оборудование только для пяти экспериментов вместо изначальных семи, но все же она имела отличную цифровую камеру «Mars Orbital Camera» конструкции Майкла Малина, что позволило делать прекрасные снимки марсианской поверхности.

Вторая станция — «Марс Патфайндер» («Mars Pathfinder», «Carl Sagan Memorial Station») — несла на себе шестиколесный марсоход «Соджорнер» («Sojourner»). 4 июля 1997 года спускаемый аппарат «Патфайндера» вошел в атмосферу Марса.

Сначала скорость аппарата была снижена за счет парашютной системы, на заключительной стадии спуска под днищем «Патфайндера» были надуты 24 воздушных шара, обеспечившие мягкую посадку. Уже на следующий день марсоход «Соджорнер» сел на поверхность Марса. За месяц работы посадочная станция и марсоход передали на Землю большое количество высококачественных фотоснимков и обследовали некоторые из камней, обнаруженных в месте посадки. Экспедиция «Патфайндера» обошлась бюджету НАСА всего лишь в 265 миллионов долларов, что очень дешево. Это позволило говорить о возможности засылки на Марс целого выводка «Соджорнеров», которые позволят непосредственно и достаточно подробно изучить красную планету. 11 декабря 1998 года в развитие программы «Марс Сервейор» к Марсу отправился еще один орбитальный аппарат — «Марс Климат Орбитер» («Mars Climate Orbiter»), задачей которого было изучать погодные изменения, распределение воды в атмосфере и на поверхности, а также поддерживать связь с полярным посадочным аппаратом «Марс Полар Ландер» («Mars Polar Lander»). 23 сентября 1999 года «Марс Климат Орбитер» слишком глубоко вошел в атмосферу Марса и сгорел. Позднее была установлена причина гибели аппарата — автор программы управления спутал фунты с ньютонами. Эта ошибка обошлась НАСА потерей космической системы стоимостью в пару сотен миллионов долларов.

Однако еще более серьезный удар по марсианской программе нанесла гибель полярного посадочного аппарата.

«Марс Полар Ландер», созданный для изучения ледяного покрова

южного полюса Марса, стартовал к красной планете 3 января 1999 года, а уже 3 декабря того же года связь с аппаратом была утеряна — по-видимому, он разбился при посадке.

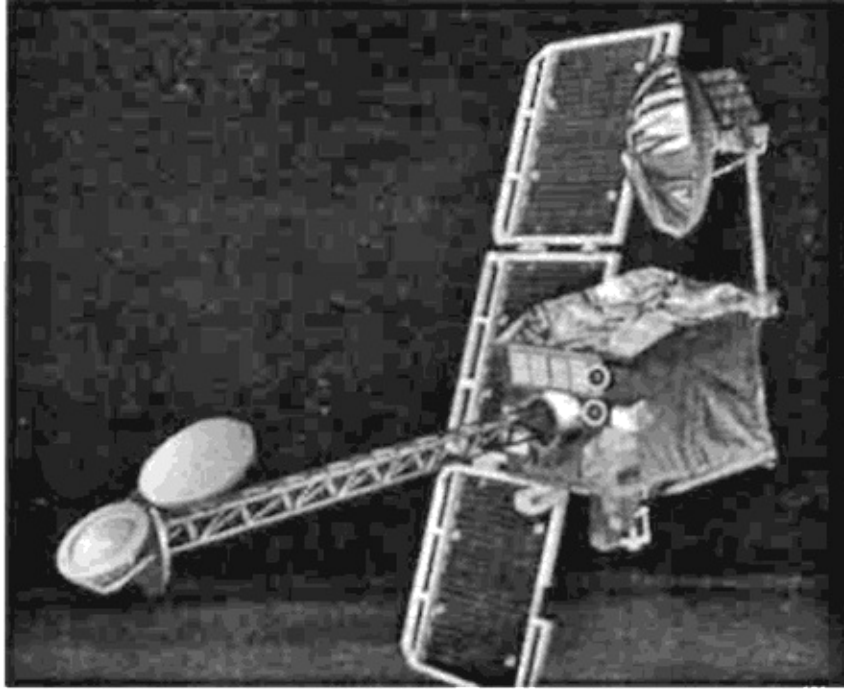
Две катастрофы подряд заставили американский Конгресс пересмотреть бюджет НАСА, а руководство Аэрокосмического агентства — кадровую политику своего ведомства, поскольку причины гибели двух станций увязывались в средствах массовой информации именно с «человеческим фактором».

В результате пришлось поумерить аппетиты и сократить обширные планы на астрономическое окно 2001 года. В этот период планировалось запустить к Марсу орбитальный аппарат «Марс Сервейор 2001 Орбитер» («Mars Surveyor 2001 Orbiter»), посадочный аппарат «Mars Surveyor 2001 Lander» и на его борту — марсоход «Marie Curie». 7 апреля 2001 года в обеспечение американской миссии на Марсе стартовал только один аппарат из трех — модифицированный «Марс Сервейор 2001 Орбитер», получивший имя «2001 Марс Одиссей» («2001 Mars Odyssey») в честь известного научно-фантастического романа Артура Кларка, экранизированного культовым режиссером Стэнли Кубриком.

С января 2002 по июль 2004 года «Одиссей» будет изучать Марс. С его помощью планируется проанализировать распределение минералов и химических элементов на поверхности планеты, а одним из главных пунктов поиска будет вода, которая, как мы знаем, является основой всего живого.

Также будет исследоваться интенсивность радиоактивного космического излучения вокруг планеты — это важно для оценки риска будущих пилотируемых экспедиций.

Параллельно с выполнением своей научной программы станция «2001 Марс Одиссей» станет ретранслировать данные с американских марсоходов «MER-A» («MER-A») и «MER-B» («MER-B») (посадка — 4 января и 25 февраля 2004 года соответственно) и посадочных аппаратов других стран. Станция также будет использоваться в качестве ретранслятора после завершения собственной программы — до 17 сентября 2005 года.

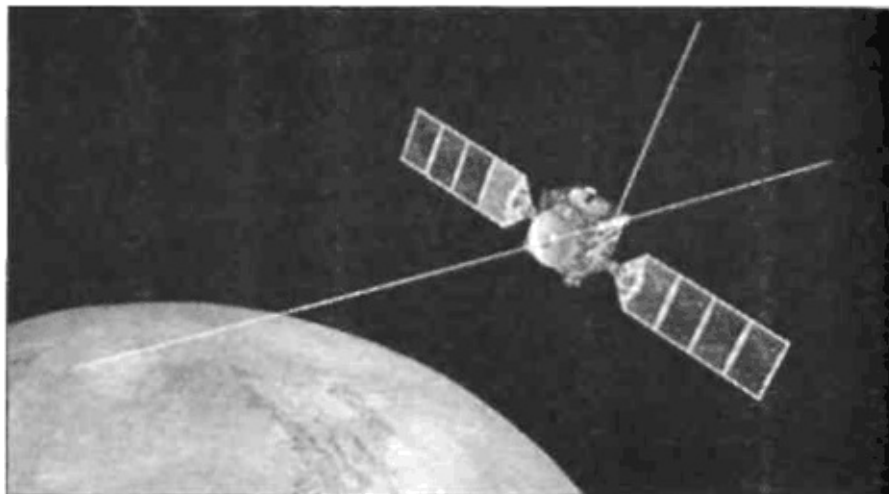


Орбитальный аппарат «2001 Mars Odyssey»

Дальнейшие планы США по освоению красной планеты таковы.

В начале лета 2003 года к Марсу должны отправиться две станции с марсоходами серии «МЕР» («MER», «2003 Mars Exploration Rovers»). Главной особенностью новых марсоходов является их мобильность и способность преодолевать большие расстояния. «МЕР» может проходить до 100 метров в день, изучая по дороге образцы грунта. Главной задачей марсоходов будет поиск воды. Вес аппаратов — 150 килограммов, гарантийное время работы — не менее 90 марсианских дней.

Помимо марсоходов в июне 2003 года на межпланетную траекторию запустят аппарат «Марс Экспресс» («Mars Express»), создаваемый НАСА совместно с Европейским космическим агентством ЕКА (ESA) и Итальянским космическим агентством. На этой станции будут размещены приборы, дублирующие тот комплект аппаратуры, который погиб вместе с «Марсом-96». Кроме того, «Марс Экспресс» понесет на себе посадочный зонд «Бигл-2» («Beagle 2»).



Орбитальный аппарат «Mars Express»

Задачей орбитального аппарата «Марс Экспресс» будет изучение полярных и приполярных областей, атмосферы и геологии Марса. «Бигл-2», снабженный оборудованием для биохимического анализа, будет высажен на поверхность в районе Изидис Планитиа и попытается выявить в марсианском грунте микроорганизмы.

На астрономическое окно 2005 года запланирован запуск следующего орбитального средства «2005 Mars Reconnaissance Orbiter». Этот аппарат будет снабжен цифровой камерой с разрешающей способностью от 20 до 30 сантиметров на пиксель, что позволит снимать объекты размером с футбольный мяч. С ее помощью ученые НАСА собираются переснять заново особенно интересные районы, отобранные из коллекции «Марс Глобал Сервейор».

На окно 2007 года также имеются свои виды, однако говорить о конкретных программах для этой даты пока рановато.

Тем не менее уже летом 2001 года НАСА объявило о десяти наиболее перспективных проектах исследования Марса, которые были отобраны среди множества предложенных вариантов.

Команды разработчиков получили финансирование в размере 150 тысяч долларов на проведение шестимесячных исследований.

Каждый из проектов заслуживает отдельного разговора, но здесь я дам им лишь краткую характеристику.

Проект «СКИМ» («SCIM», «Sample Collection for Investigation of Mars» — «Сбор Образцов для Исследования Марса») ставит своей целью сбор атмосферной пыли и газа с помощью аэрогеля с последующей доставкой на Землю по «траектории свободного возвращения».

Проект «Китти-Хок» («Kitty-Hawk») предусматривает использование трех планеров для изучения состава и стратиграфии (последовательности формирования горных пород) стен долины Маринеров в местах, недоступных для спутников и наземных аппаратов.

Проект «Юрэй» («Urey») — высадка наземного вездехода, позволяющего определить абсолютный возраст геологических материалов на любой планете.

Проект «МАКО» («MACO», «Mars Atmospheric Constellation Observatory» — «Марсианская Атмосферная Звездная Обсерватория») — запуск сети микроспутников, предназначенных для создания трехмерной карты атмосферы планеты, что позволит в дальнейшем по-новому взглянуть на местный климат.

Проект «Артемиды» («Artemis») — в этой миссии три микровездехода будут изучать поверхность «красной планеты», ее климат и органические материалы (если таковые обнаружатся).

Причем два аппарата из трех предназначены специально для исследования полярных регионов планеты.

Проект «МЕО» («Mars Environmental Observer» — «Исследователь Окружающей Среды Марса») — запуск научного спутника, который будет изучать количественный состав и роль воды, пыли, льда и других материалов в атмосфере планеты для того, чтобы определить основные этапы гидрологического цикла.

Проект «Паскаль» («Pascal») — создание сети из 24 метеорологических станций на поверхности Марса обеспечит более двух лет непрерывного мониторинга влажности, температуры, давления и других параметров.

Проект «МСР» («MSR», «Mars Scout Radar», «Марсианский Разведывательный Радар») — спутник при помощи радара с синтезированной апертурой позволит создать геоморфологическую карту поверхности и подповерхностного слоя глубиной до трех метров, для поиска скрытых источников воды и других подобных исследований.

Проект «Наяды» («The Naiades») — в этой миссии четыре посадочных модуля будут искать жидкую воду в нижнем горизонте почвы с помощью низкочастотного эхолотатора.

Проект «Крио-Разведчик» («CryoScout») — в ходе миссии планируется, расплавляя лед марсианских ледяных шапок, достигнуть глубин от 10 до 100 метров, по ходу движения исследуя состав воды и входящих в нее органических компонентов (если таковые будут найдены).

Помимо вышеописанных существуют также совместные проекты

НАСА с европейскими космическими агентствами.

Так, в октябре 2011 года к Марсу должна уйти станция «Mars CNES MSR 2011», создаваемая французами. Ее главной задачей станет доставка образцов марсианского грунта на Землю.

Все эти экспедиции, объединенные в единую программу с едиными стандартами связи и обработки информации, должны служить одной и самой важной цели — подготовке и материальному обеспечению пилотируемого полета к Марсу.

Еще несколько лет назад никто в НАСА не сомневался в необходимости такого полета. Схема пилотируемой экспедиции, согласно проекту НАСА, выглядит так.

Сначала на красную планету должны отправиться три грузовых корабля. Первый из них стартует в 2009 году и «перетащит» на орбиту Марса полностью заправленный космический корабль, на котором астронавтам предстоит вернуться на Землю. Второй обеспечит доставку уже непосредственно на марсианскую поверхность незаправленной ракетной капсулы, на которой экспедиция стартует к находящемуся на орбите космическому кораблю возвращения. Наконец, третий корабль доставит на планету модули жилых помещений, лабораторий, блок ядерного источника электроэнергии.

Лишь после этого стартует четвертый корабль, который и доставит шесть астронавтов непосредственно на Марс, где они проведут около 20 дней, занимаясь научными исследованиями.

Стоимость проекта, предусматривающего полеты трех экипажей к Марсу в течение 12 лет, оценивается всего лишь в 50 миллиардов долларов. Первый экипаж планировалось высадить на поверхность Марса 4 июля 2012 года.

После гибели аппаратов «Марс Климат Орбитер» и «Марс Полар Ландер» сроки пришлось пересмотреть. Отправка первого «грузовика» была перенесена на 20 ноября 2011 года, а старт первой экспедиции — на 1 декабря 2018 года.

К сожалению, чем дальше, тем меньше интереса в обществе вызывает сама идея пилотируемой экспедиции на Марс.

Все громче раздаются голоса о том, что нет смысла посылать людей туда, где прекрасно справляются автоматы. НАСА также переживает не лучшие времена, и в свежем стратегическом плане этой организации, опубликованном в конце декабря 2001 года, никаких упоминаний о пилотируемой экспедиции нет. Следовательно, на какое-то время этот проект будет отложен в долгий ящик. Хочется надеяться, что не навсегда...

Программа «Mars Direct»

Помимо официальной программы освоения Марса, предложенной НАСА, в США широко обсуждаются проекты, предлагаемые инженером-конструктором Робертом Зубриным, президентом международного «Марсианского общества» («Mars Society»).

Один из первых альтернативных проектов пилотируемой экспедиции на Марс Зубрин разработал в 1996 году.

Проект под названием «Атена» («Athena») предусматривал выведение на околомарсианскую орбиту постоянно действующей станции на двух человек. Наличие астронавтов-исследователей на орбите Марса позволило бы устранить проблему запаздывания команд, с которой сталкиваются операторы, управляющие марсианскими аппаратами с Земли.

Согласно проекту Зубрина, пилотируемая экспедиция к Марсу должна была выглядеть так. Обитаемая станция «Атена» и разгонный блок собираются на низкой околоземной орбите из нескольких модулей, выводимых туда двумя челноками «Спейс шаттл» и четырьмя ракетами «Протон». Марсоходы и комплект атмосферных зондов к Марсу доставляются отдельно — ракетой-носителем «Дельта 7925» или российской «Молнией».

Зубрин рассчитал три варианта экспедиции на Марс в зависимости от срока старта. Если бы старт к Марсу был осуществлен 16 апреля 2001 года, то станция вышла бы на околомарсианскую орбиту к 16 ноября 2001, а возвращение экипажа на Землю следовало бы ожидать 16 октября 2003 года.

Для старта 20 июля 2003 года прибытие планировалось на 15 июля 2004 года, возвращение — на 15 мая 2006 года. Для старта 29 августа 2005 года прибытие планировалось на 1 октября 2006 года, возвращение — на 5 мая 2008 года.

Габариты орбитальной станции «Атена»: длина — 15 метров, максимальный диаметр — 5 метров, полная масса — 25,9 тонны. Для создания искусственной гравитации станция должна была вращаться вдоль продольной оси. Электропитание (от 5 до 10 киловатт) осуществлялось с помощью солнечных батарей. Расчетный срок эксплуатации — 2,5 года.

Общий бюджет программы — 2,148 миллиарда долларов.

Проект Зубрина выгодно отличался от аналогичной программы НАСА низкой стоимостью и возможностью использования существующих

технологий. Однако не получил одобрения, поскольку шел вразрез с планами, утвержденными президентом и Конгрессом США.

Впрочем, Зубрин не остановился на достигнутом.

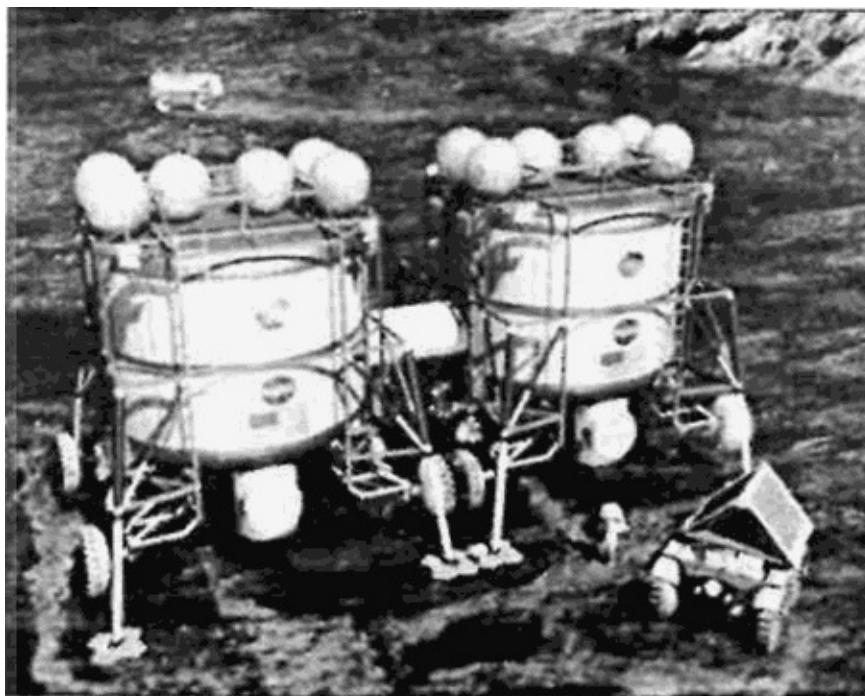
С 1991 года по сегодняшний день он при поддержке членов «Марсианского общества» разрабатывает масштабную программу «Марс Директ» («Mars Direct»), включающую не только организацию пилотируемой экспедиции к Марсу, но и создание на его поверхности постоянно действующей базы, а в далекой перспективе — и терраформирование красной планеты.

Основным исполнителем программы Роберт Зубрин определил НАСА, созданием элементов космической системы должна стать аэро-космическая фирма «Мартин-Мариетта» («Martin Marietta»).

Что касается собственно проекта пилотируемой экспедиции с высадкой экипажа на марсианскую поверхность, то он в общих чертах напоминает проект НАСА, но проще и дешевле его.

Для реализации проекта пилотируемой экспедиции в рамках программы «Марс Директ» Роберт Зубрин и его коллеги предлагают создать новую сверхмощную ракету-носитель «Арес» («Ares»), способную доставить полезный груз массой в 121 тонну на околоземную орбиту высотой 300 километров, массой 59 тонн — к Луне и массой 47 тонн — к Марсу. Первые две ступени носителя представляют собой классические ракеты с тягой 887 764 килограммов (первая ступень) и 113 500 килограмма (вторая ступень), работающие на жидком кислороде и водороде.

Третья ступень — перспективный космический корабль «Шаттл АСРМ» («Shuttle ASRM») с ракетными двигателями на твердом топливе.



Марсианская база программы «Mars Direct»

В варианте программы «Марс Директ» от 1991 года экспедиция на красную планету должна была выглядеть так.

На первом этапе одна ракета-носитель «Арес», стартуя в декабре 1996 года, доставляет на Марс 40-тонный груз, состоящий из возвращаемого аппарата «ЭРВ» («ERV», «Earth Return Vehicle»), двух или трех марсоходов, автоматизированного химического комбината («химического процессора»), производящего ракетное топливо прямо из атмосферы Марса, 100-киловаттный атомного реактора к химическому процессору и 6 тонн жидкого водорода. Водород является необходимым компонентом при процессе превращения атмосферного углекислого газа в метан и воду. Затем полученная вода электролизом разлагается на водород и кислород, водород идет в цикл, а кислород сжигается про запас. Всего химический процессор должен произвести 24 тонны метана и 48 тонн кислорода. Еще 36 тонн жидкого кислорода планировалось получить непосредственно разложением атмосферного углекислого газа. Таким образом, на выходе экспедиция имеет 107 тонн ракетного топлива: 96 тонн для «ЭРВ» и 11 тонн для марсоходов.

На втором этапе две ракеты «Арес», стартовав в 1999 году, выводят к Марсу 80-тонный полезный груз, включающий обитаемый модуль на экипаж из четырех человек с запасами продовольствия на три года

(габариты: диаметр — 8,4 метра, высота — 4,9 метра, полная масса — 35 тонн), двигательный отсек для схода с орбиты Марса и мягкой посадки и герметизируемый вездеход с кислородно-метановым двигателем и гарантированной дальностью езды не менее 1000 километров.

Посадка космического корабля с экипажем осуществляется по маяку, установленному на «ЭРВ». В случае «промаха» экипаж имеет возможность добраться до основной базы на герметизируемом вездеходе.

Кроме основных запусков ракет «Арес», Роберт Зубрин с коллегами предлагали осуществить еще один — дополнительный.

Он должен был состояться на несколько дней раньше, чем отправка пилотируемой экспедиции, и его целью определили доставку резервного возвращаемого аппарата «ЭРВ-2» на Марс. Экипаж мог воспользоваться резервным «ЭРВ» в случае непригодности или поломки основного возвращаемого аппарата. Если же никаких сбоев в программе экспедиции не произойдет, то «ЭРВ-2» останется на Марсе в ожидании следующего экипажа.

Планировалось, что первая экспедиция «Марс Директ» проведет на красной планете около 18 месяцев, изучив территорию радиусом в 500 километров, считая центром основную базу.

Роберт Зубрин также рассматривает вариант экспедиции, при котором в качестве третьей ступени ракеты «Арес» используется космический корабль с ядерным двигателем.

В этом случае масса полезного груза, доставляемого на Марс, увеличивается на 50 %. И тогда появляется возможность организовать на красной планете «перемещаемую» базу, которая будет буквально перепрыгивать с места на место, позволив экипажу за 550 дней изучить 18 районов Марса.

Понимая, что сразу решиться на столь смелый проект едва ли у кого-нибудь из руководства НАСА хватит духу, Зубрин предлагает развернуть «пробную» базу на Луне, используя то же оборудование, но без химического процессора.

К сожалению, программа «Марс Директ» все еще находится на стадии обсуждения. Из власть предержащих в Америке мало кто разделяет энтузиазм членов «Марсианского общества», созданного Робертом Зубриным. То обстоятельство, что НАСА удалило пункт о пилотируемой экспедиции из своего перспективного плана, ставит крест на надежде, что план Зубрина будет реализован в обозримом будущем.

Проекты марсианских экспедиций НПО «Энергия»

В Советском Союзе к идее пилотируемой экспедиции на Марс вновь обратились в 1987 году — после успешного запуска сверхтяжелой ракеты-носителя «Энергия».

Этот проект во многом использовал технические решения программы 1969 года, разработанной еще при Василии Мишине. Главным новшеством здесь было использование ракеты-носителя «Энергия» в качестве средства доставки элементов корабля на орбиту. Кроме того, для межпланетного перелета использовались две независимые двигательные установки, каждая из которых представляла собой пакет электрореактивных двигателей с ядерным источником электроэнергии мощностью по 7,5 МВт, снабженным тепловым радиатором. Это позволило резко увеличить надежность и безопасность межпланетного перелета без увеличения начальной массы и стоимости. Увеличению надежности также способствовало и то, что на корабле планировалось устанавливать бортовое оборудование, прошедшее «обкатку» на орбитальных станциях «Салют» и «Мир».

Была полностью пересмотрена конструкция спускаемого экспедиционного аппарата (ЭА). Вместо «фары» с тепловым экраном теперь предлагалось использовать «несущий корпус» с конической носовой частью диаметром 3,8 метра, длиной 13 метров и весом 60 тонн. Аппарат имел две двигательные установки. Одна, расположенная в хвосте, должна была осуществить сход с орбиты и плавное снижение; вторая, расположенная под «брюхом», обеспечивала мягкую посадку в горизонтальном положении на четыре опоры. После посадки экипаж спускался на поверхность Марса по цилиндрическому туннелю-тамбуру. В момент отправления в верхней части цилиндра ЭА открывался люк, и через образовавшийся проем стартовал возвращаемый модуль.

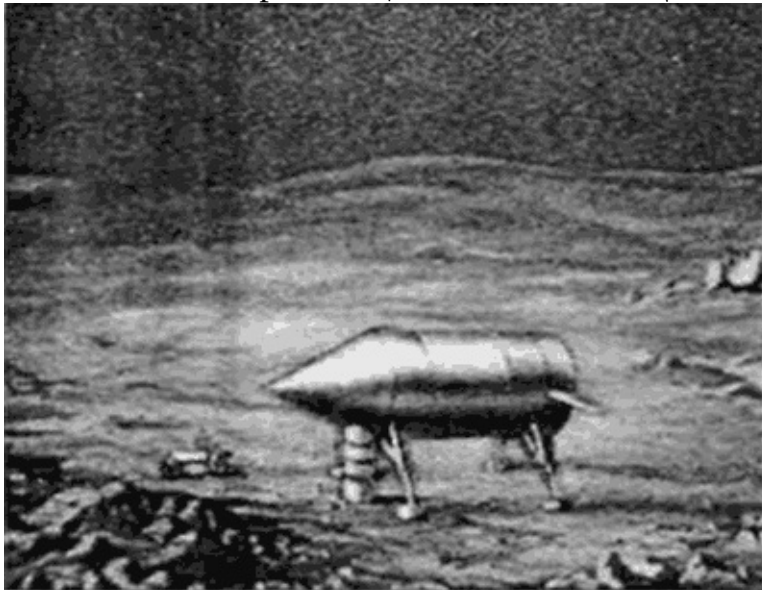


Межпланетный корабль «Марс-1987» НПО «Энергия»

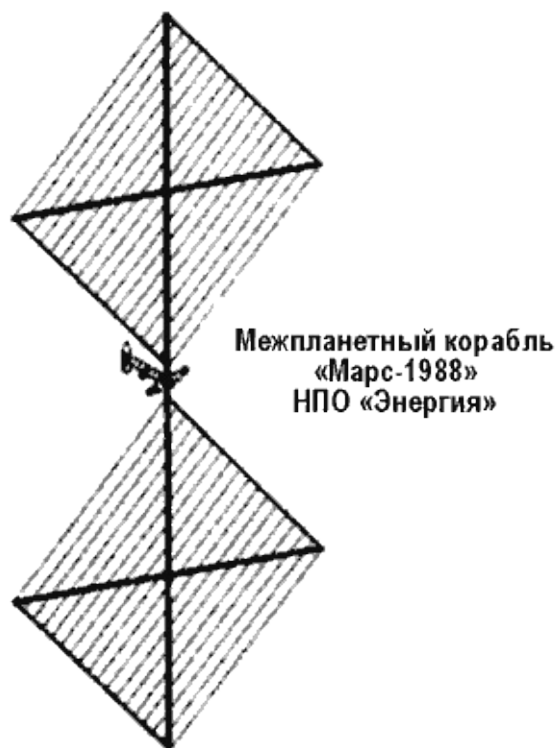
Сам межпланетный корабль имел такие габариты: полная длина — 210 метров, максимальный диаметр — 4,1 метра, полная масса — 365 тонн. Согласно расчетам экспедиция на красную планету с использованием

корабля «Марс-1987» заняла бы 716 дней.

Этот проект был существенно изменен в 1988 году, когда в экспедиционном комплексе в качестве энергетической установки вместо ядерного реактора предложили экологически чистую систему с использованием пленочных солнечных батарей на линейных разворачиваемых фермах, отработанных на станциях «Салют-7» и «Мир». Большое влияние на это решение оказал прогресс в создании пленочных фотопреобразователей энергии, что позволяло значительно упростить конструкцию солнечной электростанции большой мощности.



**Экспедиционный аппарат конструкции НПО
«Энергия» (1987 год)**



Межпланетный корабль на четырех космонавтов в версии 1988 года имел полную массу 355 тонн и состоял из следующих модулей: марсианский орбитальный аппарат (длина — 23 метра, диаметр — 4,1 метра, масса — 80 тонн, три жилых отсека, оранжерея), экспедиционный аппарат, возвращаемый аппарат (разработанный для «МЭК» 1969 года), панели солнечных батарей (площадью 200 на 200 метров каждая, масса — 40 тонн, мощность — 15 МВт), электроракетные двигатели (топливо — ксенон, тяга — 45 килограммов, скорость истечения — 40 км/с), баки с ксеноном (масса топлива — 165 тонн).

Схема полета к Марсу выглядела так. Для быстрого преодоления радиационных поясов Земли собранный на низкой орбите корабль сначала выталкивается двигателями по спирали на высоту до 40000 километров — этот переход должен занять не более 29 дней. Затем двигатели включаются на маршевый режим, подразумевающий меньшую тягу, но большую скорость истечения. 100 дней уйдет на достижение третьей космической скорости, еще 270 дней — на полет к Марсу и 38 дней — на маневр торможения.

Полетное время экспедиции в этом варианте составляло 716 дней, время пребывания на орбите Марса — 30 дней, время пребывания двух космонавтов на поверхности Марса — 7 дней.

Экспедицию на Марс планировалось провести с последовательным наращиванием средств, начиная с автоматов и заканчивая пилотируемым полетом.

Предполагалось три этапа.

Первый — отработка принципов совместного функционирования элементов марсианского экспедиционного комплекса с использованием его моделей, доставляемых грузовыми кораблями «Прогресс» на орбитальную станцию и собираемых там космонавтами и совершающих дальнейший самостоятельный полет в автоматическом режиме.

Второй — генеральная «репетиция» пилотируемой экспедиции, в ходе которой «солнечный буксир» доставит на поверхность Марса два посадочных аппарата вместо одного, причем один из них используется для отработки схемы посадки и возвращения экипажа, а второй (с несколькими марсоходами массой около 20 тонн) — для проведения детального исследования поверхности Марса.

Третий — собственно пилотируемая экспедиция на Марс.

За 10 лет проект марсианской экспедиции НПО «Энергия» (с 1994 года — РКК «Энергия» имени Королева) претерпел дополнительные коррективы в соответствии с изменившейся ситуацией в космической отрасли. Этапы подготовки экспедиции теперь напрямую связаны с этапами строительства Международной космической станции.

По сравнению с предыдущим проектом изменениям подверглись конструкция солнечных батарей — они стали модульными. Посадочный аппарат приобрел форму «диска», и теперь их два: пилотируемый и грузовой. Кроме того, конструкторы снова вернулись к численности экипажа экспедиции в шесть человек, что привело к увеличению расчетной массы межпланетного корабля до 600 тонн.

В отличие от предыдущих новый проект предусматривает широкую кооперацию с другими странами.

Например, США имеют большой опыт по посадке и взлету экипажа с Луны, посадке автоматических аппаратов на Марс. Поэтому целесообразно именно США взять на себя головную роль по разработке посадочного аппарата — одного из самых ответственных элементов экспедиции. Российская Федерация имеет большой опыт создания и эксплуатации орбитальных станций. Межпланетный орбитальный корабль по своим задачам очень близок к жилым модулям орбитальных станций. Поэтому Россия может взять на себя головную роль по разработке этого корабля. При принятии проекта РКК «Энергия» для межпланетного комплекса головная роль по разработке солнечного буксира может принадлежать как

США, так и России. Но в любом случае при этом будут использоваться российские технологии по созданию трансформируемых конструкций, работам экипажа по их развертыванию.

Это один из возможных вариантов кооперации. Возможны и другие. При этом для участия в проекте приглашаются европейские страны, Япония, Канада.

Стоимость экспедиции оценивается в 20 миллиардов долларов. В проекте уже принимают участие НАСА и компания «Боинг» — со стороны США, Европейское Космическое агентство и фирма «Астриум» — со стороны Евросоюза, РКК «Энергия», Росавиакосмос, Исследовательский центр имени Келдыша, Институт космических исследований РАН, Институт медико-биологических проблем, Институт микробиологии РАН — со стороны Российской Федерации. Для повышения результативности кооперации создан Международный комитет управления пилотируемой экспедиции на Марс, в который вошли восемь представителей России, восемь — США и пять — Европейского союза. Задача комитета — координировать национальные программы развития космонавтики так, чтобы они были направлены на достижение конечной цели — организацию полета человека к Марсу.

Руководство РКК «Энергия» убеждено, что если финансирование проекта начать прямо сейчас, то вполне реально уже в 2012 году вывести к Марсу беспилотный вариант корабля, а в 2015 году отправить пилотируемую экспедицию.

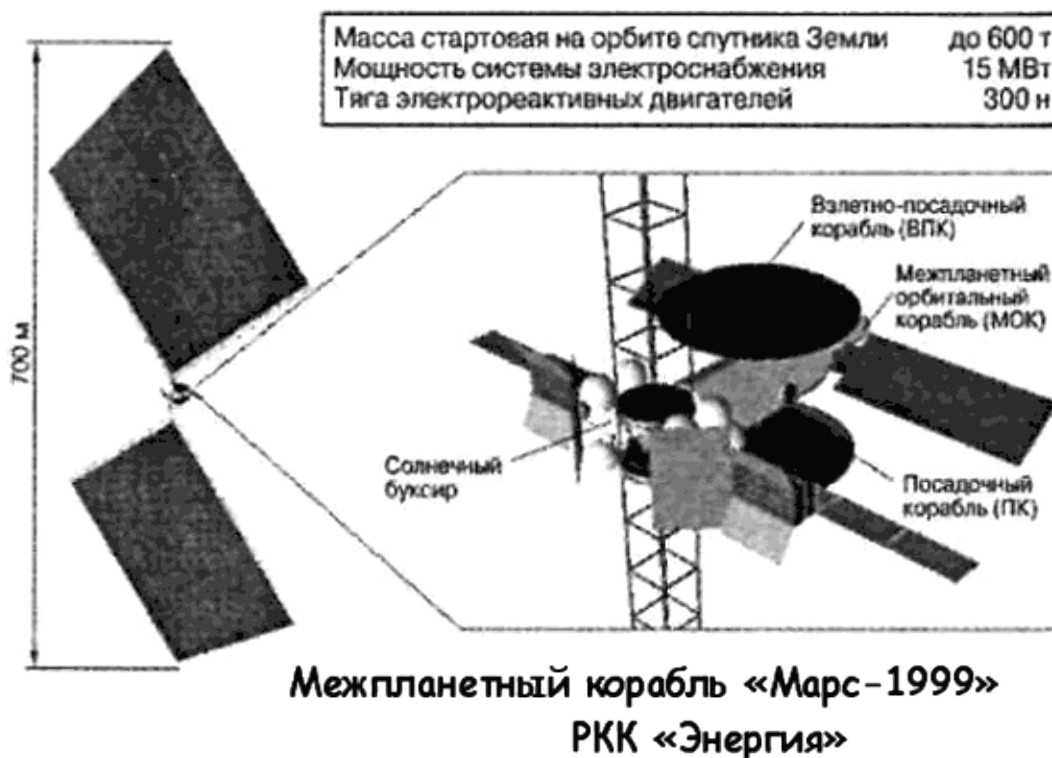
Пока же в инициативном порядке запущена программа создания и испытаний автоматических аппаратов для отработки технических решений, которые лягут в основу конструкции будущего марсианского корабля.

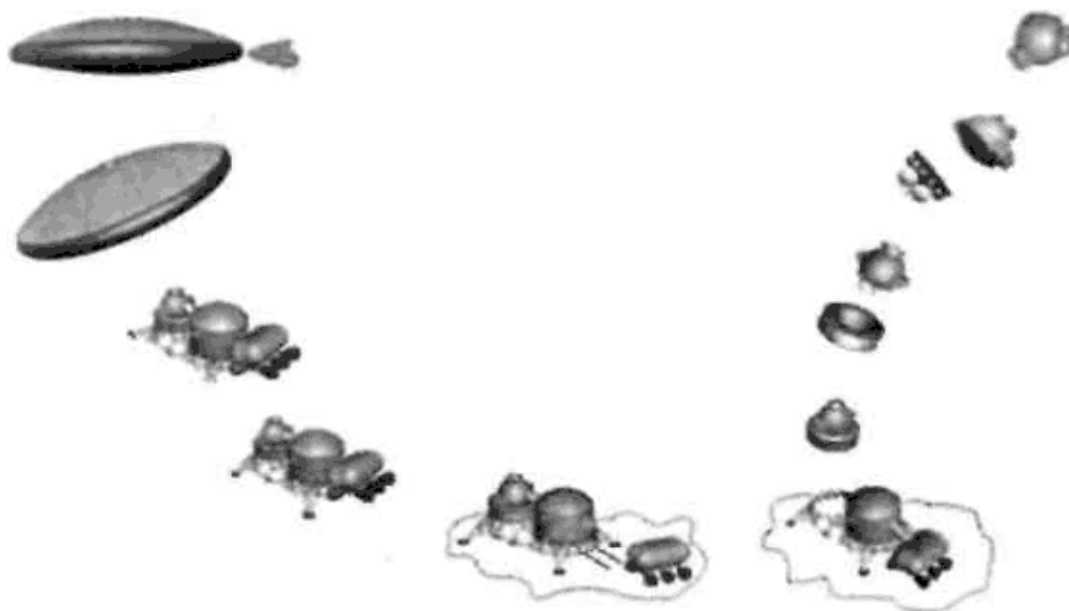
Первый такой аппарат, получивший название «Модуль-М», массой 225 килограммов планируется доставить на МКС в составе корабля «Прогресс», после чего экипаж при выходе в открытый космос выполнит сборку аппарата и отвод его от станции. Аппарат с помощью маршевых электрореактивных двигателей выйдет на орбиту высотой 1200 километров. Во время этого полета будут проведены исследования влияния длительной работы электрореактивных двигателей на бортовую аппаратуру.

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

Следующий аппарат «Модуль-М2» (масса — 960 килограммов) планируется направить в точку Лагранжа (высота — 1 500 000 километров). Наряду с отработкой принципиальных проблем полета межпланетного корабля этот аппарат собираются использовать для предупреждения о магнитных бурях на Земле, вызванных солнечной активностью.

И, наконец, «Марс-модуль» (масса — 2600 килограммов) должен будет отправиться к Марсу. Он станет первым аппаратом, который одновременно с отработкой конструкции и проблем полета межпланетного корабля предназначен для исследования Марса с помощью доставляемой на нем аппаратуры дистанционного зондирования и спускаемых аппаратов с необходимым оборудованием. При этом конструкторы обещают, что аппаратура, выведенная на околомарсианскую орбиту, проработает не менее двух лет. По необходимости «Марс-модуль» способен вернуться назад — на околоземную орбиту.



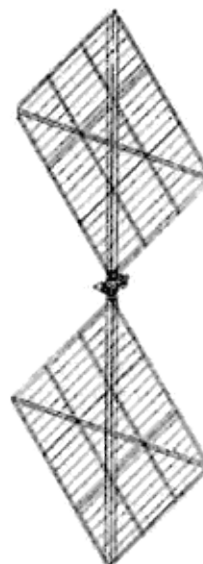


**Схема функционирования экспедиционного аппарата
конструкции РКК «Энергия» (1999 год)**

Модуль-М



Модуль-М2



**Автоматические аппараты для отработки технических решений
межпланетного корабля «Марс-1999», создаваемые в РКК «Энергия»**

С помощью «Марс-модуля» возможно решение следующих задач: исследование климата, поверхности и внутреннего строения Марса; глобальная фотосъемка поверхности Марса; дистанционное зондирование Марса.

Помимо отработки конструкционных решений, в России много лет проводятся исследования по изучению воздействия продолжительного

космического полета на человеческий организм и психику.

Так, в 1999 году Институт медико-биологических проблем проводил работы по проекту «Сфинкс» — группа из четырех космонавтов находилась в изоляции 240 дней, используя замкнутую систему жизнеобеспечения.

Не обойдена вниманием и проблема невесомости. Основу созданной системы защиты от воздействия невесомости составляет комплекс интенсивных физических упражнений в течение двух часов дневного полетного времени в сутки, прошедший проверку на станции «Мир». Кроме того, чтобы предотвратить потери солей из костей опорно-двигательного аппарата человека, космонавт должен в течение 10–12 часов носить специальный нагрузочный костюм «Пингвин»; этот костюм создает продольную нагрузку на позвоночник, кости таза, на суставы нижних конечностей человека, имитируя земное притяжение и противодействуя невесомости. Кроме того, на станции использовалось искусственное ультрафиолетовое облучение кожных покровов космонавтов для выработки у них витамина D, способствующего уменьшению деминерализации костей в длительных полетах. Подобная система мер профилактики может функционировать и на борту пилотируемого марсианского корабля.

Однако самое главное уже сделано. Еще во времена станции «Мир» врач-космонавт Валерий Поляков провел на орбите 437 суток и 18 часов, доказав таким образом принципиальную возможность полета человека на Марс.

Проект «МАРПОСТ»

Поскольку необходимые для реализации пилотируемого полета к Марсу двадцать миллиардов долларов правительства сверхдержав выделять не спешат, в РКК «Энергия» разрабатывается более практичный и более дешевый проект, получивший название «МАРПОСТ» («Марсианская пилотируемая орбитальная станция»).

Обитаемая орбитальная станция «МАРПОСТ» массой 400 тонн будет состоять из нескольких основных элементов: жилого отсека (диаметр — 6 метров, длина — 28 метров, экипаж — 6 человек), двигательной установки, солнечных батарей и спускаемого автоматического аппарата. Последний доставит на борт станции, находящейся на орбите Марса, образцы марсианского грунта. Все эти элементы могут быть выведены на околоземную орбиту четырьмя тяжелыми ракетаминосителями типа «Энергия».

Длительность полета «МАРПОСТ» (два с лишним года с учетом времени на орбите Красной планеты) и удаленность комплекса от Земли предполагают максимальную надежность его двигательной установки. Это электроракетный двигатель, работающий на ксеноне. «МАРПОСТ» будет использовать несколько сотен таких относительно небольших, связанных в соты двигателей, что еще больше повысит надежность комплекса.

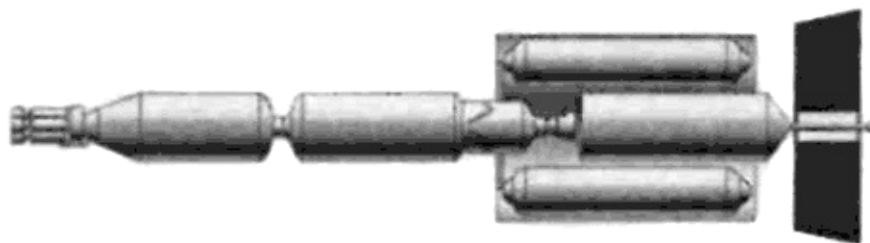
По мнению одного из ведущих конструкторов РКК «Энергия» Леонида Горшкова, данный проект имеет ряд неоспоримых преимуществ. Среди них — практически полная безопасность для космонавтов. С точки зрения возможности отказа техники экипаж «МАРПОСТА» подвергнется не большему риску, чем при полетах на околоземную орбиту.

Проект может быть реализован в течение 10 ближайших лет. Стоимость его осуществления — около 10 миллиардов долларов или 1 миллиард долларов в год. Эти показатели могут быть существенно снижены, если учесть, что в оборудовании корабля научной аппаратурой пожелают принять участие многие зарубежные корпорации, занимающиеся космическими исследованиями.

Проект марсианской экспедиции Центра имени Келдыша

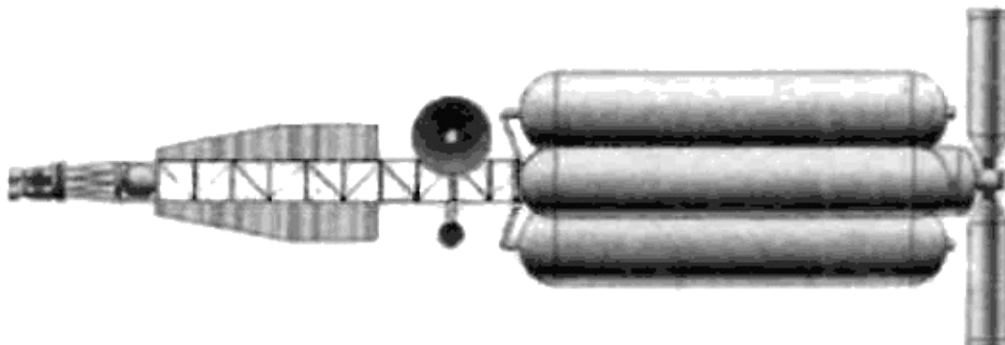
На основе созданной в 80-е годы ядерной двигательной установки «РД-0410» (более подробно о ней мы говорили в главе 19) было разработано два варианта тяжелого межпланетного корабля.

Первый из них, предложенный конструкторами НИИ имени Курчатова в 1989 году, предусматривал такую компоновку корабля, при которой баки с жидким водородом должны были окружать жилой модуль, защищая экипаж от радиоактивного излучения реактора и космических лучей; при этом радиаторы ЯРД располагались в носовой части корабля.



Тяжелый межпланетный корабль НИИ имени Курчатова (1989 год)

Второй, более детальный, проект был разработан в 1994 году в Исследовательском центре имени Мстислава Келдыша. Радиаторы ЯРД теперь размещались перед двигателями, а жилой модуль в окружении топливных баков в сборе с двумя посадочными аппаратами стыковался в носовой части.



Тяжелый межпланетный корабль НИЦ имени Келдыша (1994 год)

В этой компоновке корабль состоял из следующих элементов (от носа к хвосту): экспедиционный аппарат ЭА знакомой цилиндрической формы с коническим носом (длина — 13 метров, диаметр — 3,8 метра), такой же возвращаемый аппарат для спуска на Землю, жилой модуль типа «Мир» (длина — 33 метра, диаметр — 5,5 метра), шесть длинных баков для хранения жидкого водорода (длина — 36,5 метра, диаметр — 6 метра), соединительный лонжерон, идущий от кабины экипажа к ЯРУ с антенной дальней связи (длина — 18 метров, ширина — 3 метра), секция ЯРУ с четырьмя ядерными двигателями (длина — 11,5 метра).

Общие габариты корабля: длина — 84 метра, максимальный диаметр — 18 метров, общая масса корабля — 800 тонн, полезная нагрузка — 400 тонн. Параметры двигателя: тяга — 80 тонн, скорость истечения — 930 м/с, топливо — жидкий водород.

Экспедиция на красную планету для экипажа из пяти человек с использованием этого корабля должна была продлиться около 460 дней.

Разумеется, со временем и этот проект претерпел значительные изменения. В рамках кооперации по подготовке пилотируемой марсианской экспедиции конструкторы НИЦ имени Келдыша пересмотрели свои планы.

В новой версии проекта к Марсу планируется отправить два корабля — грузовой и пилотируемый. Каждый из них будет собираться на околоземной орбите из отдельных модулей, изготовленных в России, США и других странах. Масса пилотируемого корабля составит 585 тонн, «грузовика» — 143 тонны. Для запуска модулей предполагается использовать ракету «Энергия-М» или перспективный носитель «Ангара». Пригоден для ЭТИХ целей и французский носитель типа «Ариан-5».

Сборка пятимодульного «грузовика» займет от трех до четырех месяцев. Он доставит на марсианскую орбиту два ЭА для посадки на красную планету и взлета с нее. За ним «двинется» пилотируемый корабль.

Главное опасение конструкторов НИЦ имени Келдыша вызывает не столько невесомость, сколько длительное радиационное облучение. Поскольку доказано, что радиация оказывает наиболее сильное негативное воздействие на молодой организм, первый экипаж будет отбираться из космонавтов, достигших 40-летнего возраста. Кроме того, в жилом модуле предусмотрено специальное «радиационное убежище», куда экипаж будет отправляться в период «солнечных бурь».

Чтобы быстрее пройти опасные радиационные пояса, скорость пилотируемого корабля при старте с околоземной орбиты (используются жидкостные ракетные двигатели) будет намного выше, чем у грузового. И полет до красной планеты займет не 15 месяцев, а всего-то полгода с

небольшим — 190 суток.

Самый ответственный этап начнется после того, как оба корабля выйдут на запланированные марсианские орбиты.

Пилотируемый будет совершать облет планеты на высоте от 1000 до 20 000 километров, «грузовик» окажется существенно ниже — на расстоянии всего 400 километров до поверхности.

Далее экипажу предстоит разделиться. Командир экспедиции, бортинженер и врач останутся в межпланетном корабле, а пилот и двое ученых, заняв места в «космическом такси», отправятся на грузовой корабль. Для них он станет промежуточной остановкой. От «грузовика» вначале отстыкуется один экспедиционный аппарат, который в беспилотном режиме сядет в заданном районе Марса. Затем настанет кульминационный момент — во втором ЭА пилот и три члена экипажа совершат мягкую посадку в том же районе красной планеты.

Предполагается, что они проведут на Марсе чуть больше месяца, совершая близкие и дальние поездки на герметизируемом марсоходе в поисках воды и живых организмов. Через 34 дня трое космонавтов вернутся в одном из экспедиционных аппаратов в дежурящий на марсианской орбите корабль. Другой аппарат останется на поверхности планеты до следующей экспедиции.

Любопытно, что российские ученые уже определили возможные районы посадки на красной планете. Это находящиеся недалеко от экватора долины Тиу и Ганга, которые интересны тем, что здесь совсем недавно были выходы воды на поверхность, а также кратер Гусева на обратной стороне Марса.

Марсианский Интернет

В конце XIX века, когда вера общества в существование марсианской цивилизации достигла апогея, была высказана мысль о том, что за неимением средств для межпланетных перелетов неплохо бы установить с марсианами прямую и двустороннюю связь.

Первое, что пришло в голову энтузиастам идеи межпланетной связи, — это изобразить на поверхности Земли геометрические фигуры. Пусть такие фигуры возвестят всей вселенной, что и на нашей планете владычествует разум. Людям XIX века, взбудораженным открытиями Скиапарелли и Довела, этот наивный прожект представлялся в высшей степени привлекательным. К тому же автором его был не кто иной, как Карл Фридрих Гаус, великий математик и астроном.

Гаус без тени иронии предлагал изобразить на просторах Сибири грандиозный чертеж, подтверждающий правоту теоремы Пифагора. Гаус искренне верил, что достаточно сообщить вселенной о равенстве суммы квадратов катетов квадрату гипотенузы, чтобы разумные существа на соседних планетах без промедления откликнулись на этот сигнал.

Аналогичную мысль развивал и венский ученый Литров.

Он предлагал сделать площадкой для сигнализации Сахару и рекомендовал изображать гигантские чертежи траншеями, наполненными водой. На эту воду нужно было налить керосин и поджечь его с таким расчетом, чтобы сигнал горел шесть часов.

Но даже огненный фейерверк Литрова померк рядом с тем, что отстаивал французский изобретатель Шарль Кро.

Его книга «Средства связи с планетами», опубликованная в 1890 году, читалась как увлекательнейший роман. Воображению француза представлялись гигантские зеркала, фокусирующие солнечные лучи. Огненные «зайчики» этих зеркал, оплавляя своим жаром почву, должны были рисовать геометрически правильные фигуры, но не на Земле, а на поверхности тех планет, с которыми предстояло установить связь!

В конце концов случилось то, чего следовало ожидать с самого начала «марсианской истерии»: желаемое стало выдаваться за действительное. Коль скоро люди стремятся разглядеть Марс, то почему же не поверить, что марсианские астрономы не менее внимательно наблюдают за Землей? Так появилась заметка «Междупланетные сообщения», опубликованная анонимом 30 октября 1896 года на страницах газеты «Калужский вестник».

Основываясь на «сообщениях французской прессы», анонимный автор поведал калужанам о том, что два француза, Кальман и Верман, якобы разглядели на фотоснимках Марса геометрически правильные чертежи. Наделив несуществующих марсиан популярной на Земле мыслью о межпланетной связи, автор сообщения в «Калужском вестнике» заканчивал его так:

«Почему бы не предположить, что открытые ими (Кальманом и Верманом. — А. П.) на Марсе знаки есть не что иное, как ответ на прошлогоднюю попытку американских астрономов войти в сношения с жителями этой планеты посредством фигур из громадных костров, расположенных на большом пространстве? Во всяком случае, несомненно, что жители Марса оказывают желание сообщаться с нами; а какие это повлечет следствия, этого даже богатое воображение Жюль Верна и Фламариона не может себе представить; это только будущее может нам показать».

Сообщение, перепечатанное из французской газеты, заинтересовало жителей Калуги. Естественно, что редакция постаралась удовлетворить этот интерес. Почти месяц спустя, 26 ноября 1896 года, «Калужский вестник» публикует «научный фельетон» основоположника ракетостроения Константина Эдуардовича Циолковского «Может ли когда-нибудь Земля заявить жителям других планет о существовании на ней разумных существ?».

К сообщению французской печати о том, что на поверхности Марса якобы замечены круг с двумя взаимно-перпендикулярными диаметрами, эллипс и парабола, Константин Эдуардович отнесся с известной осторожностью: «Не беремся утверждать достоверности этих поразительных открытий...» — но не удержался от того, чтобы не предложить свой собственный проект по установлению межпланетной связи.

Циолковский верил, что во вселенной есть, кроме нас, и другие разумные существа. Идеей обитаемости других планет он проникся еще в ту пору, когда совсем юношей занимался самообразованием в Москве. И вот теперь он увидел реальную возможность вступить с инопланетянами в контакт.

Циолковский предложил установить на весенней черной пахоте ряд щитов площадью в одну квадратную версту, окрашенных яркой белой

краской.

«Маневрируя с нашими щитами, кажущимися с Марса одной блестящей точкой, мы сумели бы прекрасно заявить о себе и о своей культуре».

Каким образом? А очень просто. Для начала понадобится ряд одинаковых сигналов. Их необходимо посылать через равные промежутки времени. Они прозвучат как позывные — свидетельство того, что Земля преднамеренно вызывает на разговор всю вселенную, а дальше...

«Другой маневр: щиты убеждают марситов в нашем умении считать. Для этого щиты заставляют сверкнуть раз, потом 2, 3 и т. д., оставляя между каждой группой сверканий промежутки в секунды 10.

Подобным путем мы могли бы щегольнуть перед нашими соседями полными арифметическими познаниями: показать, например, наше умение умножать, делить, извлекать корни и проч. Знание разных кривых могли бы изобразить рядом чисел.

Так параболу рядом 1, 4, 9, 16, 25... Могли бы даже показать астрономические познания, например, соотношения объемов планет... Следует начать с вещей, известных марситам, каковы астрономические и физические данные.

Ряд чисел мог бы даже передать марситам любую фигуру: фигуру собаки, человека, машины и проч.

В самом деле, если они, подобно людям, знакомы хотя бы немного с аналитической геометрией, то им нетрудно будет догадаться понимать эти числа...»

Как и многие другие идеи Константина Циолковского, эта не получила практического применения, однако в ней, словно в зеркале, отразились умонастроения того времени и надежды, которые образованная часть общества связывала с Марсом и марсианами.

После фотоснимков, переданных «Маринером-9» и «Викингами», интерес общественности к Марсу заметно снизился.

Всем стало понятно, что встретить на красной планете братьев по разуму не получится — хорошо, если удастся найти хотя бы следы жизни. Однако старые «умершие» идеи имеют свойство оживать в новом качестве. Нечто подобное произошло и с идеей межпланетной связи.

Выше я уже упоминал, что 3 декабря 1998 года к Марсу стартовала автоматическая станция «Марс Полар Ландер»



Автоматическая станция «Mars Polar Lander»

Планировалось, что эта станция стоимостью 165 миллионов долларов совершит посадку в районе южной полярной шапки Марса в декабре 1999 года. Основной задачей станции было исследование климата и водных ресурсов Марса, а также состава его грунта.

Помимо телекамер и метеоприборов, на станции имелись ковш (который с гордостью называли «первым экскаватором в космосе») и печь для прогрева образцов грунта с целью выделения летучих веществ, в основном — углекислого газа и воды. Один из приборов был предоставлен Россией. Он носит название «лидар» и представляет собой лазерный локатор, способный посылать импульсы в зенит, а затем ловить рассеянный свет для изучения распределения в атмосфере тумана, пыли и облаков. К этому прибору был прикреплен миниатюрный микрофон, созданный по инициативе энтузиастов из американского «Планетного общества» и, в частности, его основателя — известного астрофизика Карла Сагана.

Предполагалось, что когда «Марс Полар Ландер» совершит благополучную посадку, то уже через час начнет передавать на Землю в режиме реального времени фотографии окружающего ландшафта и звуки Марса. Полюбоваться на картинки и послушать эти звуки можно было бы на сайте американского «Планетного общества», по адресу **www.planetary.org**. Фактически «Марс Полар Ландер» должен был стать первой веб-камерой, установленной на другой планете, а мы, пользователи

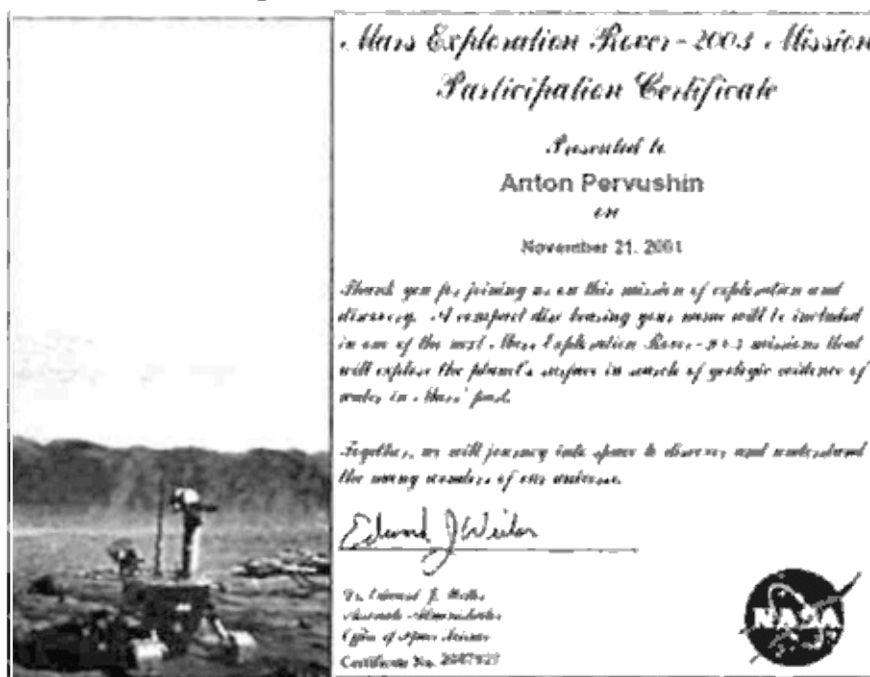
Интернета, могли бы присутствовать при рождении совершенно новой ветви глобальной электронной сети.

Сам ход экспедиции подробно освещался на <http://mars.jpl.nasa.gov/msp98>.

Признаться, я с нетерпением ждал того момента, когда «Марс Полар Ландер» начнет трансляцию звуков Марса, но не дождался. Посадка зонда закончилась катастрофой. Все попытки установить с ним связь провалились.

Впрочем, специалисты НАСА не оставляют надежды создать нечто вроде электронного почтового ящика на Марсе.

После гибели станции «Марс Полар Ландер», в мае 1999 года, НАСА пригласило всех желающих принять «виртуальное» участие в марсианской экспедиции 2003 года. На два «марсохода», которые высадятся на красную планету в январе 2004 года, будут помещены лазерные диски. Любой человек, имеющий доступ в Интернет, может зайти на страничку <http://spacekids.hq.nasagov/2003/nameform.cfm> и записать на эти диски свое гордое имя. Причем НАСА выдает электронный сертификат за индивидуальным номером, свидетельствующий о вашем участии в экспедиции «2003 Mars Exploration Rovers».



Сертификат участника экспедиции на Марс
«2003 Mars Exploration Rovers»

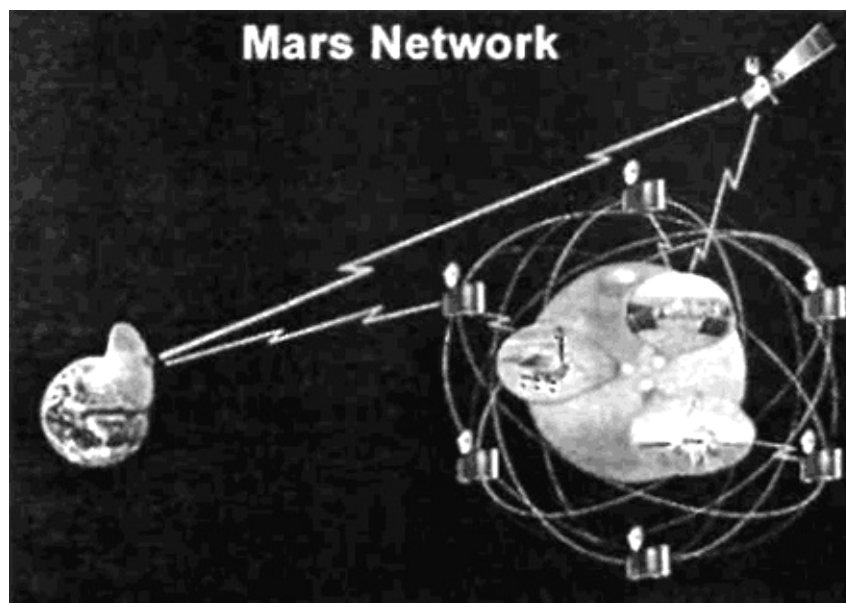


Схема связи с Марсом

Впрочем, специалисты НАСА понимают, что создание марсианской веб-камеры или отправка на красную планету диска с именами землян — это полумеры; связь в таком случае получается односторонней. А между тем межпланетная космонавтика (особенно в случае подготовки длительного пилотируемого полета) нуждается в двусторонней связи.

И вот недавно поступило сообщение, что группе по разработке стандартов Интернета «Internet Engineering Task Force» было предложено создать межпланетный Интернет-протокол. Испытать этот протокол планируется в том же 2003 году с использованием орбитальной станции «Марс Экспресс».

Предложенный протокол DARPA InterPlaNetary Internet (IPN) предусматривает развернуть целую Интернет-сеть, чтобы облегчить в будущем связь между планетами, спутниками, астероидами, беспилотными и пилотируемыми космическими кораблями, а также сформировать стабильную межпланетную сеть. Для этого предусмотрено формирование по всей Солнечной системе инфраструктуры, состоящей из большого количества стандартизированных, повторно используемых коммуникаций.

Хотя этот проект пока еще кажется фантастикой, его руководителем является Уинтон Серф — вице-президент «MCI WorldCom» и разработчик стандарта TCP/IP, который, как известно, является основным стандартом Интернет-коммуникаций.

Колонизация Марса

В качестве дальней перспективы освоения Марса современные энтузиасты пилотируемой космонавтики рассматривают возможность его колонизации.

Однако, чтобы человек не чувствовал себя чужеродным объектом в холодном и пустом мире, Марс предлагается «терраформировать», то есть превратить его в некое подобие Земли — с пригодной для дыхания атмосферой, с реками и морями, с флорой и фауной. Тогда на Марсе можно будет построить не одну или две базы под герметичным куполом, а настоящие города на тысячи и сотни тысяч колонистов.

Экономическую отдачу от подобного предприятия пока еще никто не считал, но это не волнует сторонников идеи терраформирования Марса — они, подобно пионерам ракетостроения, говорят о том, что создание колоний на других планетах способствует выживанию человеческой расы в самом глобальном смысле, а ради этого никакие расходы не покажутся слишком большими.

Создавать «новую Землю» на Марсе «терраформисты» собираются в два этапа.

«Прежде всего, мы постараемся поднять среднюю температуру поверхности Марса с -60°C до 0°C , — говорит Крисе Маккей из Исследовательского центра имени Эймса, — это необходимо для того, чтобы вода на поверхности Марса могла существовать в жидком виде...»

Первый этап займет от 100 до 200 лет. За это время Марс должен стать более теплым и влажным, нежели сегодня.

Его атмосфера увеличится в объеме. Давление достигнет одной восьмой от земного.

После этого начнется второй этап, который, возможно, займет не менее 10 тысяч лет. За это время климат планеты должен приблизиться к земному.

Переделку климата красной планеты терраформисты хотят поручить микроорганизмам, которые, возможно, придется специально выводить на земных «фермах», а затем отправлять на Марс. Кроме того, на красной планете, возможно, построят несколько автоматических фабрик, которые станут вырабатывать из горных пород кислород, азот, углекислый газ и выпускать их в атмосферу. Работать они будут на электроэнергии, получаемой с помощью солнечных батарей или ядерных реакторов.

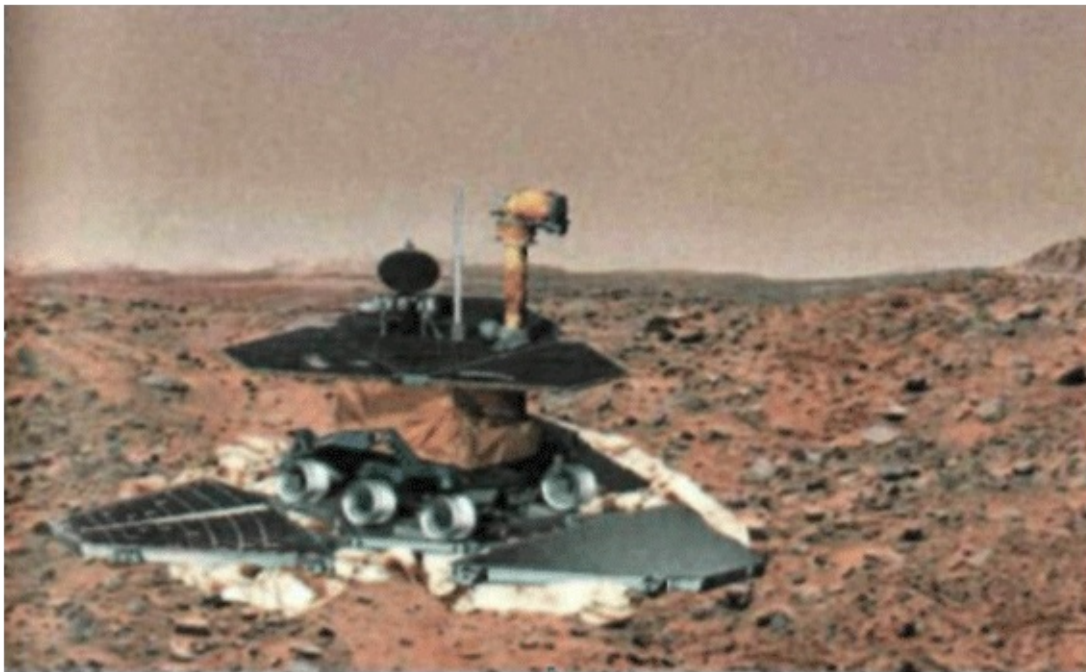
Двуокиси углерода или углекислого газа может понадобиться довольно

много. Газ этот будет использован для создания парникового эффекта, а также для выработки кислорода с помощью микробов.

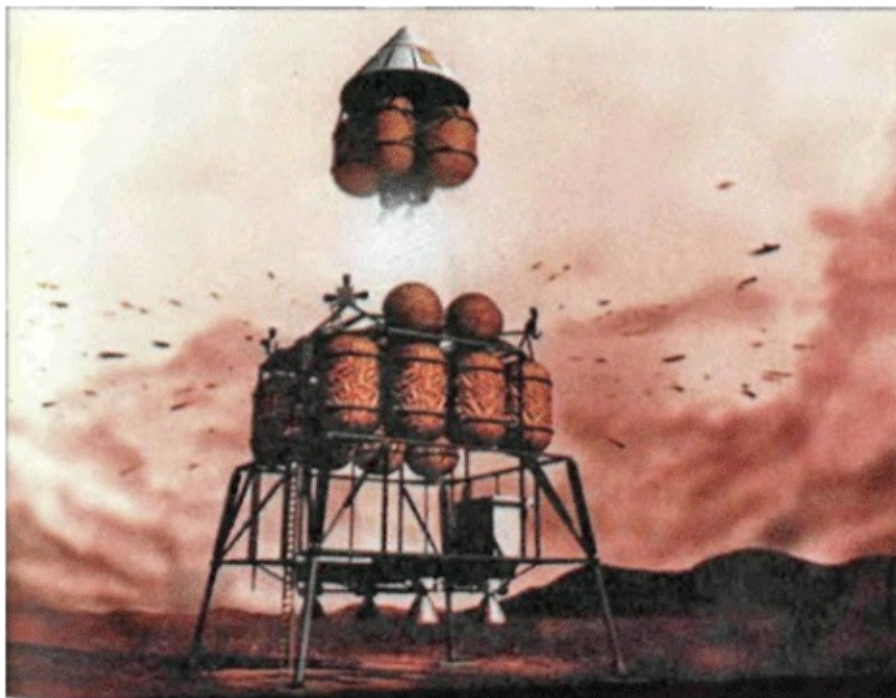
По расчетам специалистов, достаточно первоначально поднять температуру поверхности Марса всего лишь на 4 градуса, чтобы включился механизм парникового эффекта и дальнейшее повышение температуры происходило как бы само собой. Первоначальный же нагрев можно произвести, например, с помощью гигантских зеркал, которые будут собраны на околомарсианской орбите и направят свои солнечные зайчики на полярные шапки Марса. Под действием тепла шапки растают и пополнят запасы углекислого газа в атмосфере.

Когда давление на красной планете достигнет хотя бы 15 процентов от земного, колонисты смогут обходиться без скафандров, надевая лишь кислородные маски.

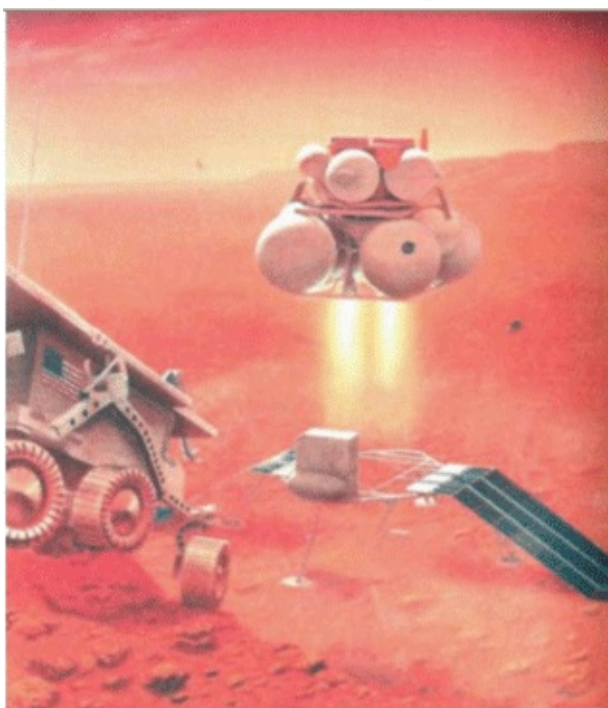
Пока этот проект еще очень далек от реализации. Но время идет, и возможно, мы доживем до начала глобального наступления на красную планету...



Марсоход НАСА «2003 Mars Exploration Rovers» (к гл. 23)



Старт с Марса возвращаемого аппарата «ERV» (к гл. 23)



Космический аппарат «Mars CNES M S R 2011», предназначенный для доставки образцов марсианского грунта на Землю (к гл. 23)

Несколько слов в заключение

Любому очевидно, что космонавтика сегодня переживает не лучшие времена. Интереснейшие идеи и проекты откладываются в долгий ящик, вычеркиваются из перспективных планов космических агентств, чертежи и тома описаний попадают в архив, чтобы сгинуть там навечно...

Теперь, когда вы дочитали эту книгу до конца (надеюсь, вам было не очень скучно?), я хочу сделать маленькое признание.

Мне не удалось рассказать здесь обо всех космических проектах, преданных забвению за мучительно длинный XX век. Наверное, это невозможно — никакой бумаги и времени не хватит для того, чтобы рассказать о всех. Но самое печальное, что список этот увеличивается с каждым днем.

Слушаю последние новости. НАСА только что отменило полет картографического спутника к Плутону, намеченный на 2006 год. Следующее «астрономическое окно» для такой экспедиции откроется только через сотню лет. Это значит, я никогда не увижу Плутона... Отменен рейс зонда-пенетратора на Европу, который должен был состояться в 2015 году, и этот замечательный проект тоже ляжет на полку...

Очень и очень жаль.

Я понимаю, конечно, что жаловаться в данном случае — грех. Названные проекты принадлежат НАСА, а я никоим боком не имею отношения к этой организации. Не числюсь я и американским гражданином, а потому не в праве требовать от рядовых американцев, чтобы они оплачивали мою страсть к познанию. В Америке хватает проблем и без Плутона с Европой — страшно представить, сколько сил и средств уйдет на возведение призрачных бастионов НПРО.

Я — гражданин России, а потому вправе требовать чего-то только от тех, кто сидит за стенами московского Кремля.

И здесь, и сейчас я могу обратиться с этой проблемой только к ним.

Соотечественники!

Для того чтобы вернуть себе статус ведущей космической державы, вовсе не нужны многомиллиардные расходы. Не слушайте лукавых. Идеи и проектов может быть сотни и тысячи, но по-настоящему ярких, этапных среди них считанные единицы. Все, что нужно для завоевания приоритета, у нас уже есть. Можно хоть сегодня отправить автоматическую станцию к Плутону, а уже завтра — зонд-пенетратор к Европе.

Если мы это сделаем, мы снова будет первыми. Но нам не хватает самой малости — воли. Проявите же волю наконец!
И небо снова станет нашим!..

Приложение I ПОНЯТИЯ

Апогей — максимальная высота эллиптической орбиты космического аппарата

Аэродинамическое качество — безразмерная величина, являющаяся отношением подъемной силы самолета к лобовому сопротивлению или отношением коэффициентов этих сил при угле атаки.

Максимальное аэродинамическое качество является важным фактором, влияющим на дальность горизонтального полета, на скороподъемность и дальность планирования.

Космическая скорость:

Первая космическая скорость — наименьшая начальная скорость, которую нужно сообщить космическому аппарату, чтобы он стал искусственным спутником данного небесного тела; вблизи поверхности Земли составляет 7,91 км/с

Вторая космическая скорость — наименьшая начальная скорость, которую нужно сообщить космическому аппарату, чтобы он, начав движение вблизи поверхности небесного тела, преодолел его притяжение; для Земли составляет 11,19 км/с

Третья космическая скорость (скорость убегания) — наименьшая начальная скорость, которую нужно сообщить космическому аппарату, чтобы он, начав движение вблизи поверхности планеты Солнечной системы, преодолел притяжение Солнца и вышел в межзвездное пространство; для Земли составляет 16,7 км/с

Наклонение орбиты — угол, под которым плоскость орбиты пересекает плоскость экватора. Если наклонение орбиты равно нулю, такая орбита лежит в экваториальной плоскости и называется экваториальной. При наклоне 90° орбита называется полярной.

Перегрузка — ускорение, выраженное в единицах g ($1g = 9,81 \text{ м/с}^2$).

Перигей — минимальная высота эллиптической орбиты.

Размах крыла — наибольший размер крыла (крыльев) перпендикулярно плоскости симметрии самолета.

Скорость истечения — скорость истечения продуктов сгорания из сопла двигательной установки; зависит от совершенства двигателя и рода применяемого топлива.

Спутный поток — воздушная турбулентия, образующаяся в

атмосфере под действием летательного аппарата.

Тяга двигателя — равнодействующая всех сил, действующих на внутренние и внешние поверхности двигателя, определяемая в предположении идеального внешнего обтекания.

Удельный импульс — отношение тяги ракетного двигателя к секундному массовому расходу рабочего тела; зависит от совершенства двигателя и рода применяемого топлива.

Угол атаки — угол между направлением набегающего воздушного потока и хордой крыла.

Угол крена — угол наклона летательного аппарата вокруг продольной оси, угол между поперечной осью и горизонтальной плоскостью.

Угол тангажа — угол наклона летательного аппарата относительно горизонтальной плоскости.

Число Маха (Мах) — безразмерная величина скорости, равная отношению скорости движущегося объекта к местной скорости звука. Если **М** больше **1**, значит аппарат движется со скоростью, превышающей звуковую.

Приложение II СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВИАМ - Всесоюзный институт авиационных материалов
ВКС - воздушно-космический самолет, воздушно-космическая система
ВОС - воздушно-орбитальная система — Всесоюзная приемная комиссия, военно-промышленный комплекс
ВПП — взлетно-посадочная полоса
ВРД — воздушно-реактивный двигатель
ГСР — гиперзвуковой самолет-разгонщик
ДУ — двигательная установка,
ТДУ — тормозная двигательная установка
ЖРД - жидкостный ракетный двигатель, двигатель на жидком топливе
ЗРК — зенитный ракетный комплекс
ИСЗ - искусственный спутник Земли
КА — космический аппарат
КБ — конструкторское бюро,
ОКБ — особое конструкторское бюро,
ЦКБ — центральное конструкторское бюро
ЛА — летательный аппарат
ЛИИ — Летно-исследовательский институт
М — число Маха
МАП — Министерство авиационной промышленности
МБР — межконтинентальная баллистическая ракета
МКС — Международная космическая станция
НПО — Научно-производственное объединение
ОС — орбитальный самолет
ПВО — противовоздушная оборона
ПВРД — прямоточный воздушно-реактивный двигатель,
ГПВРД — гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель
ПРО — противоракетная оборона,
НПРО — Национальная противоракетная оборона
РДТТ — ракетный двигатель на твердом топливе
РН — ракета-носитель
СЖО — система жизнеобеспечения
ТРД — турбореактивный двигатель
ЦАГИ — Центральный аэрогидродинамический институт

ЦУП — Центр управления полетами
ЭРД — электроракетный двигатель
ЯРД — ядерный ракетный двигатель
ЯРУ — ядерная реактивная установка

Единицы измерения

Длина — м — метр км — километр
Площадь — м^2 — метр в квадрате
Объем — м^3 — метр в кубе
Плотность — $\text{кг}/\text{м}^3$ — килограмм в метре кубическом
Скорость — $\text{м}/\text{с}$ — метр в секунду
 $\text{км}/\text{с}$ — километр в секунду
 $\text{км}/\text{ч}$ — километр в час
Ускорение — $\text{м}/\text{с}^2$ — метр в секунду за секунду
 $\text{км}/\text{с}^2$ — километр в секунду за секунду
Температура — $^{\circ}\text{C}$ — градус по шкале Цельсия — $^{\circ}\text{K}$ — градус по шкале Кельвина
Мощность — кВт — киловатт МВт — мегаватт

Приложение III СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авдуевский В., Рудев А. «Звездные войны» — безумие и преступление. — М: Политиздат, 1986.

Агапов В. Космические аппараты «ЗЕНИТ-2». — В журн.: «Новости космонавтики», № 10, 1996.

Александров С. «Третий путь» «Волшебного корабля». — В журн.: «Техника-молодежи», № 4, 2001.

Анисгшов Г. Возможности «Большого Вавилона». — В журн.: «Техника-молодежи», № 3, 1991.

Антонов В., Гордюков Н., Золотов В. Явление «Сотки». — В журн.: «Мир авиации», № 2, 2001.

Ануреев И. Ракеты многоразового использования. — М.: Воениздат, 1975.

Академик С. П. Королев. Ученый. Инженер. Человек. Творческий портрет по воспоминаниям современников: Сб. статей. — М: Наука, 1986.

Арбатов А., Васильев А., Велихов Е. и др. Космическое оружие: дилемма безопасности. — М: Мир, 1986.

Арлазоров М. Первые шаги к космическим двигателям. — В журн.: «Знание — сила», № 11, 1979.

Арлазоров М. Циолковский.-МЖ «Молодая гвардия», 1962.

Арсеньев К. Стратоплан для космолета. — В журн.: «Техника-молодежи», № 1, 1991.

Арсеньев К. «Такси» для орбиты. — В журн.: «Техника-молодежи», № 4, 1988.

Арцутанов Ю. В космос — на электровозе. — В газ.: «Комсомольская правда», 31 июля, 1960.

Аргутанов Ю. Тройная матрешка-В журн.: «Энергия», № 12, 1986.

Асташенков П. Главный конструктор. — М.: Воениздат, 1975.

Афанасьев И. «Лунная тема» после катастроф. — В журн.: «Авиация и космонавтика», № 2, 1993.

Афанасьев И. Неизвестные корабли. — М: Знание, 1991.

Афанасьев И. Пилотируемый полет на Марс, четверть века на зад. — «Вестник Воздушного Флота», № 7–8, 1996.

Афанасьев И. Р-12 «Сандаловое дерево». — М.: Экспресс-ПРЕСС, 1997.

Афанасьев А. Путешествие на Марс (Фантастическая повесть). — В кн.: Ежемес лит. прилож. к журн. «Нива», январь-апрель, 1901.-Спб., Изд-

во «А. Ф. Маркс».

Багров А., Смирнов М. XXI век: строим звездолет. — «Гипотезы. Прогнозы (Наука и фантастика)». Международный ежегодник. — М.: Знание, 1991-Вып. 24.

Боевский А. Космические автоматические аппараты США для изучения Луны и окололунного пространства (1958–1968 гг.) — М:

«Космонавтика» (Итоги науки), 1971.

Балабуха А. Проект «Дедал». — В журн.: «Уральский следопыт», № 4, 1979.

Барков С. Атомные двигатели в ракетной технике. — В кн.: Новое в военной технике. — Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, Москва, 1958.

Бауэре П. Летательные аппараты нетрадиционных схем-М: Мир, 1991.

Белецкий В., Аевин Е. Тысяча и один вариант «космического лифта». — В журн.: «Техника-молодежи», № 10, 1990.

Беляев П., Засыпкин Ю. На пути к «невесомому» самолету. — В кн.: Новое в военной технике. — Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, Москва, 1958.

Бирюков Ю. Для исследования стратосферы. — В журн.: «Техника — молодежи», № 4, 1981.

Богданов А. Красная звезда. — В кн.: «Вечное солнце: Русская социальная утопия и научная фантастика второй половины. XIX — начала XX века». — М.: Мол. гвардия, 1979.

Богданов А., Виноградов Р. Сверхзвуковые крылатые летательные аппараты. — М.: Воениздат, 1961.

Бойко Ю. Воздухоплавание: Привязное. Свободное. Управляемое. М.: Изд-во МГУП, 2001.

Борисов А. Отечественные ядерные двигатели. — В журн.: «Новости космонавтики», № 3–4, 2001.

Борисов О. «Буран» — полет в никуда? — В журн.: «Новости космонавтики», № 23/24, 1998.

Бритиков А. Русский советский научно-фантастический роман. — Л.: Наука, 1970.

Брод у. Звездное воинство.-В кн.: «Звездное воинство Америки»: Из амер. прозы и публицистики. — М.: Прогресс, 1988.

Брусиловский А. О двух аварийных пусках Н-1. — В журн. «Новости космонавтики», № 8, 2000.

Бряннов И. НИИ на орбите. — В журн.: «Техника-молодежи»,

№ 4, 1989.

Бурдаков В., Данилов Ю. Ракеты будущего.-М.: Атомиздат, 1980.

Бушков А. Россия, которой не было. — М.: ОЛМА-ПРЕСС; СПб.: «Нева»; Красноярск: «Бонус», 1997.

Берн Ж. Вокруг Луны. — В кн.: Ж. Берн. Собр. соч. в 6 т., Т. 1. — М.: «Современный писатель», 1993.

Берн Ж. С Земли на Луну прямым путем за 97 часов 20 минут. — Ж. Берн. Собр. соч. в 6 т., Т. 1. — М.: «Современный писатель», 1993.

Ветров Г. Первый спутник — В журн.: «Новости космонавтики», № 16, 1997.

Ветчинкин В., Глушко В., Королев С, Тихонравов М. Избранные труды. — В кн.: Пионеры ракетной техники (1929–1945 гг.) — М: «Наука», 1972.

Волк И. Как учили летать «Буран». — В журн.: «Вестник авиации и космонавтики», № 2, 2001.

Гагарин Ю. Доклад от 14 апреля 1961 г. на заседании государственной комиссии после космического полета. — В журн.: «Авиация и космонавтика», № 4, 1991.

Галлай М. Через невидимые барьеры. Испытано в небе. Из записок летчика-испытателя. — М.: «Молодая гвардия», 1965.

Гансвиндтп Г., Годдард Р., Эсно-Пельтпри Р., Оберт Г., Роман В.

Избранные труды. — В кн.: Пионеры ракетной техники (1891–1938).- М.: «Наука», 1977.

Гильзин К. Электрические межпланетные корабли.-М.: «Наука», 1970.

Гладкий В. Как мы компоновали «семерку». — В журн.: «Авиация и космонавтика», № 8, 1998.

Глебов Б. «Фобосы»: драма в космосе. — В журн.: «Вестник Воздушного Флота», № 4, 1995.

Голдсмит Д, Оуэн Т. Поиски жизни во Вселенной.-М.: Мир, 1983.

Голованов Я. Королев: факты и мифы. — М.: Наука, 1994.

Голованов Я. Правда о программе «APOLLO». — М: ООО Изд-во Яуза, ЗАО Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2000.

Головачев В. Звездный ЯРД России. — В газ.: «Труд-7» от 13 апреля 2000 года.

Гольдовский Д., Назаров Г. Первые полеты в космос (к 25-летию полета Ю. А. Гагарина). — М.: Знание, 1986.

Грин В., Кросс Р. Реактивные самолеты мира. — Губанов Б. Триумф и трагедия «Энергии»: размышления главного конструктора. Том 3: «Энергия — Буран». — Нижний Новгород, Издательство НИЭР, 1998.

Губанов Б. Триумф и трагедия «Энергии»: размышления главного конструктора. Том 4: Полет в небытие. — Нижний Новгород, Издательство НИЭР, 1999.

Дузь Л. История воздухоплавания и авиации в России.-М.: Машиностроение, 1981.

Железняков А. Советская космонавтика: хроника аварий и катастроф. СПб, 1998.

Загадки звездных островов. Кн. I (Сост. С. Алымов).-М.: Мол гвардия, 1982.

Запольскис А. Реактивные самолеты Люфтваффе. — Минск: Харвест, 1999.

Засельский В., Чернышева О. Про любимый лунный трактор. — В журн.: «Огонек», № 15 от 14 апреля 1997.

Зшуненко С. XX век: хроника необъяснимого. Тайны космоса: сенсации наших дней.-М.: Олимп; ООО «Фирма «Издательство АСТ», 1998.

Зшуненко С. «Гиперболоиды» действительно существуют. — В журн.: Казьмин В. Тихая трагедия «ЭПОСА» — В журн.: «Крылья Родины», № 11, 1990; «Крылья Родины», № 12, 1990.

Калашников М. Битва за небеса.-М.: «Крымский мост-9Д», «Форум», 2000.

Калашников М. Сломанный меч империи. — М.: «Крымский мост-9Д», «Палей», «Форум», 1998.

Каманин И. Скрытый космос Книга первая. — М: ИнфортекстИФ, 1995.

Каманин Н. Скрытый космос Книга вторая.-М.: ИнфортекстИФ, 1997.

Кантемиров Б. Цыган, Дезик и проект ВР-190. — В журн.: «Новости космонавтики», № 9, 2001.

Караш Ю. Вперед — на Марс! — В газете: «НГ: НАУКА», № 9 от 18 октября 2000.

Караш Ю. Российская орбитальная станция готова стартовать к Марсу. — В газете: «НГ: Наука», № 5 от 23 мая 2001 года.

Карпов Ю. ЧП при спуске не было. — В газ.: «Красная звезда» от 12 апреля 2001.

Касьян И. Первые шаги в космос-М: Знание, 1985.

Каторин Ю., Волковский Н., Тарнавский В. Уникальная и парадоксальная военная техника. — М.: «Фирма «Издательство АСТ»; СПб.: ООО «Издательство Полигон», 2000.

Кибальчич И., Циолковский К, Цандер Ф., Кондратюк Ю. Избранные

труды.-В кн.: Пионеры ракетной техники.-М.: Наука, 1964.

Колтовой Б., Коновалов Б. Эстафета космических подвигов. — М: Известия, 1981.

Комаров Б. М., Садовой Г. А. Об истории отечественных исследований пуска ракет из-под воды. — «Космонавтика и ракетостроение», № 3, 1995.

Косминков К, Перов В. Последние БИ. — В журн: «Вестник воздушного флота», № 3–4, 1996.

Корзун М. Проблемы перехвата межконтинентальных самолетовснарядов. — В кн.: Новое в военной технике. — Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, Москва, 1958.

Касьян И. Первые шаги в космос-М.: Знание, 1985.

Кинг С. Пляска смерти. — М: ООО «Издательство АСТ», 2001.

Космонавтика. — М.: Сов. энциклопедия, 1968.

Космонавтика: Энциклопедия.-М: Сов. энциклопедия, 1985.

Красногорский Б. По волнам эфира. Астрономический роман. — СПб., Типограф. «Рассвет», 1913.

Красногорский Б., Святский Д. Острова эфирного океана. Астрономический роман. (Окончание романа «По волнам эфира»). — Пгр, Типография «Рассвет», 1917.

Криксунов В. Проблемы перехвата межконтинентальных баллистических управляемых реактивных снарядов. — В кн.: Новое в военной технике. — Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, Москва, 1958.

Кручинин В. Межконтинентальные снаряды. — В кн.: Новое в военной технике. — Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, Москва, 1958.

Куландин А., Тимашев С, Иванов Б. Энергетические системы космических аппаратов. — М.: Машиностроение, 1979.

Аантрашов К. В Китае скоро будут свои Гагарин, Леонов и «Мир». — В журн.: «Новости космонавтики», № 8, 2000.

Лантратов К. «Космический отель» Mini Station 1. — В журн: «Новости космонавтики», № 10, 2001.

Аантратов К. Новые «Звездные войны»: Потенциал для превосходства. — В журн.: «Новости космонавтики», № 10, 2000.

Аантратов К. Первый модуль 77-й серии. — В журн.: «Новости космонавтики», № 11, 2000.

Аантратов К. Убийцы спутников, фотографы спутников... — В журн.: «Новости космонавтики», № 10, 2000.

Ларионов Ю. «Боры» над планетой. — В журн.: «Новости

космонавтики», № 7, 2000.

Лебедев И. Пять пуль профессору Бюлю. — В журн.: «Техника-молодежи», № 3, 1991.

Лей В. Ракеты и полеты в космос-М.: Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, 1961.

Лисов И. Безответственные байки. — В журн.: «Новости космонавтики», № 6, 2001.

Лисов И. Полет Гагарина: нужна вся правда! — В журн.: «Новости космонавтики», № 6, 2001.

Лукьянов Б. Мы верим, друзья, караваны ракет... — М: Мол гвардия, 1965.

Максимов А. Космическая одиссея, или Краткая история развития ракетной техники и космонавтики. — Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1991.

Максимов Г. «Энергия» — «Буран»: новый шаг советской космонавтики. — «Крылья Родины», № 1, 1989.

Максимовский В. Опередившие время. — В журн.: «Вестник Воздушного Флота», № 6, 1996.

Маликов В. «Могильник» на орбите? — В журн.: «Техника-молодежи», № 7, 1991.

Малышев Г. После «Мира» у нас осталась только «Надежда». — В журн.: «Техника-молодежи», № 4, 2001.

Малышев Г., Кульков В., Ламьин В. Цель — орбита. — В журн.: «Техника-молодежи», № 4, 2001.

Маринин И. А., Шамсутдинов С. Х. Советские программы пилотируемых полетов к Луне. — В журн.: «Земля и Вселенная», № 4–5, 1993
Марков А. «25 мая». К 40-летию выступления президента Дж. Кеннеди, определившего срок высадки человека на Луну. — В журн.: «Новости космонавтики», № 7, 2001.

Марков А. «31 января». К годовщине первого американского спутника и юбилею полета в космос шимпанзе Хэма. — В журн.:

«Новости космонавтики», № 3, 2001.

Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения.-М: РВСН, 1996.

Мейлер И. Из пламени на Луну. — В кн.: «Звездное воинство Америки»: Из амер. прозы и публицистики. — М.: Прогресс, 1988.

Меницкий В. Моя небесная жизнь: Воспоминания летчика-испытателя. М: ОЛМА-ПРЕСС, 1999.

Мохов В. Лазер для космоса стреляет на Земле. — В журн.: «Новости

космонавтики», № 3, 2001.

Мохов В. Модуль для «Бурана» — В журн; «Новости космонавтики», № 23/24, 1998.

Муханов Н. Пылающие бездны (Фантастический роман). — Изд-во «П. П. Сойкин», Ленинград, 1924.

Мухин А. Планеты и жизнь.-М.: Мол. гвардия, 1980.

Нестеренко Г. Космическая авиация. — Воениздат, 1969.

Никольский В. Через тысячу лет (Научно-фантастический роман). — Изд-во «П. П. Сойкин», Ленинград 1928.

Никольский М. «Черная молния» SR-71.-М: ООО «Издательство Астрель»; ООО «Издательство АСТ», 2001.

Никольский М. Черная птица Кларенса Джонса. — В журн.: «Авиация и космонавтика», № 9, 2000.

Оберт Г. Пути осуществления космических полетов. — М.: Оборонгиз, 1948.

Однажды и навсегда... Документы и люди о создателе ракетных двигателей и космических систем академике Валентине Петровиче Глушко. — М: Машиностроение, 1998.

Павельцев П. Планов — громадье! — В журн: «Новости космонавтики», № 3, 2002.

Павлов Е. Штормовая посадка «Бурана». — «Крылья Родины», № 4, 1989.

Нервов М. Межконтинентальные баллистические ракеты СССР и России. Краткий исторический очерк. — М: ПФ «Красный пролетарий», 1998.

Нервов М. Ракетные комплексы РВСН. — «Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра», май-июнь, 2001.

Перминов В. Проект М-71. — В журн: «Новости космонавтики», № 1, 2002.

Перминов В. Советский грунт с Марса. — В журн: «Новости космонавтики», № 10–11, 2000.

Петраков В. Третье направление. — В журн- «Вестник воздушного флота»

Петров А. Атомные двигатели в авиации и наземном транспорте. — В кн.: Новое в военной технике. — Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, Москва, 1958.

Платонов А. Лунная бомба. — Платонов А «Потомки Солнца. Рассказы и повести» — М: Правда, 1987.

Поляков Г. Как обнаружить космическую цивилизацию? — В журн:

«Техника-молодежи», № 4, 1990.

Поляков Г. Космическое «ожерелье» Земли. — В журн: «Техника-молодежи», № 4, 1977.

Поляченко В. Письма читателей. — В журн: «Новости космонавтики», № 2, 2001.

Поляхова Е. Космический полет с солнечным парусом проблемы и перспективы.-М: Наука. Гл. ред физ.-мат. лит., 1986.

По Э. Необыкновенное приключение некоего Ганса Пфааля. — В кн.: Эдгар По. Стихотворения. Проза.-М.: Худ. лит., 1976.

Попов Е., Харламов И. «Сюрпризы» на орбите. — М.: Знание, 1990.

Пречанин В. Развитие зенитных управляемых реактивных снарядов. — В кн.: Новое в военной технике. — Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, Москва, 1958.

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королева: 1946–1996. — М: Менонсовполиграф, 1996.

Ребров М. Космические катастрофы. Странички из секретного досье.-М.: ЭксПринт НВ, 1996.

Романов А. Королев. — М.: Мол. гвардия, 1990.

Рынин Н. Астронавигация (Летопись и библиография). — Изд во Академии наук СССР, Ленинград, 1932.

Рынин И. В воздушном океане (фантазия). — Пг., Транспечать, 1924.

Рынин И. Космические корабли (Межпланетные сообщения в фантазиях романистов). — Изд-во «П. П. Сойкин», Ленинград, 1928.

Рынин Н. Ракеты и двигатели прямой реакции (История, теория и техника). — Изд-во «П. П. Сойкин», Ленинград, 1929.

Салахутдинов Г. Приключения на орбитах. — М.: Изд-во МАИ, 1993.

Северин Г. Мы всегда работали вместе. — В журн.: «Вестник авиации и космонавтики», № 2, 2001.

Сеидов И. Ночной заслон (малоизвестные страницы Корейской войны 1950–1953 гг.) — В журн.: «Мир Авиации», № 1, 1993.

Серпокpыл С. Подвиг перед казнью. — Л: Лениздат, 1971.

Славин С. И. Секретное оружие третьего рейха. — М.: Вече, 1999.

Соловьев Ц. Из пушки на Луну. — В журн.: «Техника — молодежи», № 4, 1973.

Тарасенко М. Военные аспекты советской космонавтики. — М.:

Агентство Российской печати. ТОО «Николь», 1992.

Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева.

Избранные труды и документы. — М.: Наука, 1980.

Тихов Г. Новейшие исследования по вопросу о растительности на

планете Марс стенограмма публичной лекции, прочитанной в Центральном лектории Общества в Москве. — Всесоюзное Общество по распространению политических и научных знаний, Москва, 1948.

Толстой А. Аэлита (Закат Марса). — В кн.: А. Толстой. Собр. соч. в 10 томах, т. 4.- М: Гослитиздат, 1958.

Список литературы У майский С. Автоматы исследуют Марс-В журн.: «Вестник Воздушного Флота», № 4, 1995.

Урусов О. «Космосы» для штурма Америки: к 30-летию орбитальных ракет. — В журн.: «Новости космонавтики», № 7–8, 2000.

Ушаков Ю., Сопов Ю. Создание и испытание ВКС «Буран». — «Вестник авиации и космонавтики», № 2, 2001.

Уэллс Г. Первые люди на Луне. — В кн.: Г. Уэллс Избранные научнофантастические произведения в 3-х томах, т. 2. — М: Мол. гвардия, 1956.

Фролов К. и др. Анатолий Александрович Благодоров (1894–1975).- М: Наука, 1982.

Хозин Г. Великое противостояние в космосе (СССР — США).

Свидетельство очевидца. — М.: Вече, 2001.

Хоровиц И. Поиски жизни в Солнечной системе — М.: Мир, 1988.

Хэнкок Г., Бьюэл Р., Гризби Д. Тайны Марса. История заката двух миров.- М: Вече, 1999.

Циолковский К. Вне Земли (Повесть). — М: Изд-во АН СССР, 1958.

Циолковский К. На Луне (Фантастическая повесть). — Изд-во «И. А Сытин», Москва, 1893.

Циолковский К. Собрание сочинений, т. I, Аэродинамика. — Изд-во Академии наук, Москва, 1951.

Циолковский К. Собрание сочинений, т. II, Реактивные летательные аппараты. — Изд-во Академии наук, Москва, 1954.

Цихош Э. Сверхзвуковые самолеты: Справочное руководство. М.: Мир, 1983.

Цыплаков В. Развитие технологий летных исследований и испытаний авиационной техники. — «Вестник авиации и космонавтики», № 2, 2001.

Червов И. Ядерный круговорот: что было, что будет. — М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001.

Черный И. Крах программ Х-33 и Х-34. — В журн.: «Новости космонавтики», № 5, 2001.

Черток Б. Ракеты и люди. — М.: Машиностроение, 1999.

Черток Б. Ракеты и люди. Горячие дни холодной войны. — М.: Машиностроение, 1999.

- Черток Б. Ракеты и люди. Лунная гонка. — М.: Машиностроение, 1999.
- Черток Б. Ракеты и люди. Фили — Подлипки — Тюратам-М.: Машиностроение, 1999.
- Шавров В. История конструкций самолетов в СССР до 1938 года. — М: Машиностроение, 1986.
- Шамсутдинов С. «Алмазные» космонавты. — В журн.: «Новости космонавтики», № 12, 2000.
- Шевченко В. Лунная база-М.: Знание, 1991.
- Шумейко И. Крылатые космические корабли.-М.: Академия наук СССР, Институт научной информации, 1966.
- Шумейко И. Пилотируемые полеты на Луну. Конструкция и характеристики SATURN V APOLLO. — М; «Ракетостроение» (Итоги науки и техники), т. 3, 1973.
- Юницкий А. В космос... на колесе. — В журн.: «Техника-молодежи», № 6, 1982.
- Ярославский А. Аргонавты вселенной (Роман-утопия). — М.-Л.: «Биокосмисты», 1926.
- Gourley, Scott R. The Jules Verne Gun. — В журн.: «Popular Mechanics», December, 1996.

Приложение IV СЕТЕВЫЕ РЕСУРСЫ

Encyclopedia Astronautica <http://www.astronautix.com/> (энциклопедия астронавтики Марка Вейда)

History Homepage by NASA
<http://www.hq.nasagov/office/pao/History/history.html> (исторический сайт НАСА)

Jet Propulsion Laboratory (официальный сайт Лаборатории реактивного движения США) <http://www.jpl.nasa.gov/>

Membrana (научно-популярный сетевой журнал)
<http://www.membranaru/>

Orbital Infomation Group (база данных по искусственным спутникам)
<http://oigsysop.atscallied.com>

База данных по космическим запускам <http://www.zabor.com/launch>

Библиотека книг о космонавтике на сайте «Авиабаза»
<http://airbase.uka.ru/books/space/>

«Буран» (авторский сайт Вадима Лукашевича) <http://www.buran.ru>

«Взгляд из дюзы»: русская фантастика от Сергея Бережного (авторский сайт) <http://barros.rusf.ru/>

Войска ракетно-космической обороны (авторский сайт) <http://prolpko.chat.ru/index.htm>

Журнал «Вестник воздушного флота»
<http://win.www.online.ru/sp/afherald/>

История Российской/Советской космонавтики (авторский сайт Александра Красникова) <http://space.hobby.ru>

«Настоящие сверхзвуковые» <http://sergib.al.ru> (авторский сайт Сергея Бабаина)

[http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Station/9204/rus slanghtm](http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Station/9204/rus_slanghtm)

Официальный сайт ГКНПЦ им. Хруничева <http://www.khrunichev.ru>

Официальный сайт РКК «Энергия» <http://www.energia.ru>

Сайт FidoNet-конференции RU.SPACE <http://space.org.ru>

Энциклопедия космонавтики (авторский сайт Александра Железнякова) <http://www.ipclub.ru/space/>

Научно-популярное издание

Первушин Антон

БИТВА ЗА ЗВЕЗДЫ

Космическое противостояние

Ответственные за выпуск И. Петрушкин, А. Тишинин

Ведущий редактор П. Каракозов

Редактор И. Петрушкин

Художник В. Домогацкая

Художественные редакторы О. Адаскина, В. Андреева

Верстка: Н. Лукина

Корректор Л. Быстрова

notes

Notes