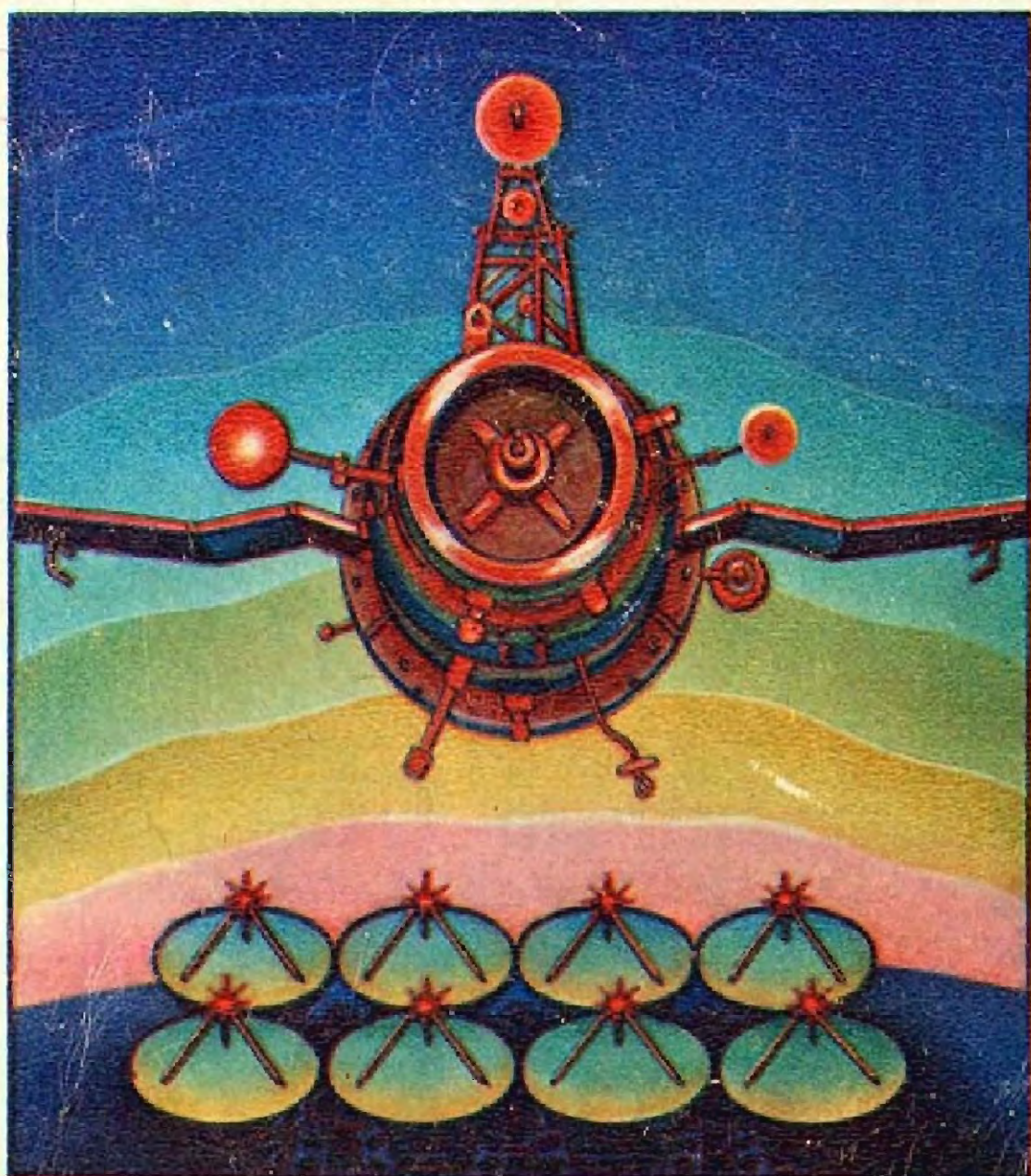


Ю. В. Колесников
Ю. Н. Глазков

ученые
ДЭ
жольнику

На орбите космический корабль





ЮРИЙ ВЕНИАМИНОВИЧ КОЛЕСНИКОВ — журналист, работающий в области популяризации науки. Родился в 1935 г., в 1959 г. окончил электромеханический факультет Московского энергетического института. Статьи Ю. В. Колесникова, посвященные различным проблемам космонавтики, астрономии, биологии, истории, регулярно публикуются в журналах «Знание — сила», «Наука и жизнь», в центральных газетах.



ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ГЛАЗКОВ — летчик-космонавт СССР. Герой Советского Союза, кандидат технических наук. Родился в 1933 г. В 1962 г. окончил Харьковское высшее авиационное инженерное военное училище и работал инженером в авиационных частях Советской Армии. В 1965 г. он был зачислен в отряд советских космонавтов, где освоил профессию летчика и стал инструктором парашютно-десантной подготовки. Ю. Н. Глазков неоднократно участвовал в управлении полетами космических кораблей и орбитальных станций; в 1977 г. в качестве бортинженера совершил космический полет на корабле «Союз-24» и орбитальной научной станции «Салют-5». Ю. Н. Глазков ведет важную научную работу.

Ю. В. Колесников,
Ю. Н. Глазков

Библиотечка
Детской
энциклопедии



На орбите — космический корабль

Редакционная
коллегия:

И. В. Петрянов
(главный редактор),
И. Л. Кнуляц,
А. Л. Нарочницкий



Москва
«Педагогика», 1980

ББК 74. 213. 851

К55

Колесников Ю. В., Глазков Ю. Н.
К55 На орбите — космический корабль. — М.: Педагогика, 1980 — 128 с., ил. — (Б-чка Дет. энциклопедии «Ученые — школьнику»).

30 коп.

В книге космонавта Ю. Н. Глазкова и журналиста Ю. В. Колесникова рассказывается об основных технических средствах, которые дают возможность человеку выходить в околоземное и межпланетное пространство, о наиболее важных этапах освоения космоса, о развитии космонавтики.

Космонавтика широко использует достижения различных отраслей знания. Поэтому юный читатель, узнавая о полетах космических кораблей, орбитальных и межпланетных станций, попутно познакомится со многими последними открытиями в астрофизике, космологии, геофизике, биологии, с новейшими достижениями самой передовой технической мысли.

60403-022
К ————— 53-80.4306000000
005(01)-80

ББК 74. 213. 851

© Издательство «Педагогика», 1980

К будущим исследователям космического пространства

В одной из первых книг серии «Ученые — школьнику», в которой рассказывается о том неведомом, что еще ждет ваших поисков и открытий, говорится: «Вам предстоит изучать изъеденную кратерами Луну... Предстоит высадиться на Марс, проникнуть в парниковую печь Венеры, основать станции на спутниках больших планет и прощупать непроглядную атмосферу Юпитера и Сатурна. Предстоит изучать Солнце, пространство околосолнечное и межзвездное, а затем и бесчисленные звезды, одну за другой, звезды, похожие на Солнце и совсем непохожие... Впрочем, вы и сами рветесь в космонавты, едва ли нужно рассказывать, как заманчивы космические поиски».

Но прежде чем отправиться на эти поиски, вам нужно будет хорошо изучить и в совершенстве овладеть всеми предназначенными для этого техническими средствами. И не только, чтобы умело управлять уже существующими космическими кораблями и станциями, но и для того, чтобы потом создавать новые, еще невиданные звездолеты и планетоходы.

На ракете в космос

Множество искусственных спутников — автоматических аппаратов различных назначений — совершают полет вокруг нашей планеты. Их унесли в космос ракеты. Посланные человеком автоматические аппараты летят к планетам Солнечной системы и за ее пределы. И они вырваны из власти земного тяготения той же силой — ракетой.

Рассказ о космическом транспорте — ракете — мы начнем со знакомства с ее могучим двигателем.

Принцип действия его несложен. Сила тяги ракетного двигателя создается выбрасыванием из него газов, образующихся при сгорании топлива. Чем больше газа выбрасывается в единицу времени, тем значительнее реактивная сила — сила тяги двигателя. Регулировать силу тяги можно, изменяя массу газов, покидающих ракету в единицу времени, или регулируя скорость истечения газовой струи.

Ракетное топливо бывает жидким и твердым. В соответствии с этим делятся на две основные группы и ракетные двигатели. Давайте сначала разберемся в устройстве жидкостного ракетного двигателя — ЖРД.

Тягу создают продукты сгорания топлива. Камера сгорания — основная часть ракетного двигателя. Для создания большой силы тяги нужно не просто горение, а мощная и сравнительно продолжительная вспышка, как бы затянувшийся взрыв. Наверное, все видели, как спокойное пламя лучинки в струе кислорода вспыхивает ослепительным бенгальским огнем. Из этого школьного опыта понятно, почему в ракетном двигателе имеется два бака — с горючим и окислителем. Чаще других окислителем служит жидкий кислород, а горючим — продукты перегонки нефти или соединения азота с водородом.

Горючее и окислитель подаются в камеру сгорания центробежными насосами или вытесняются туда инертными газами. Насосы приводятся в действие газовой турбиной. Газ для турбины вырабатывается в газогенераторе из разлагающихся или сгорающих в нем веществ, иногда тех же горючего и окислителя.

Раскаленные газы из камеры сгорания выбрасываются наружу через реактивное сопло. Стенки камеры и сопла двойные. Полость между ними во время работы двигателя омывается охлаждающими компонентами топлива. Такая охлаждающая «рубашка» спасает эти части установки от расплавления.

Схема ракетного двигателя на жидком топливе (вверху).

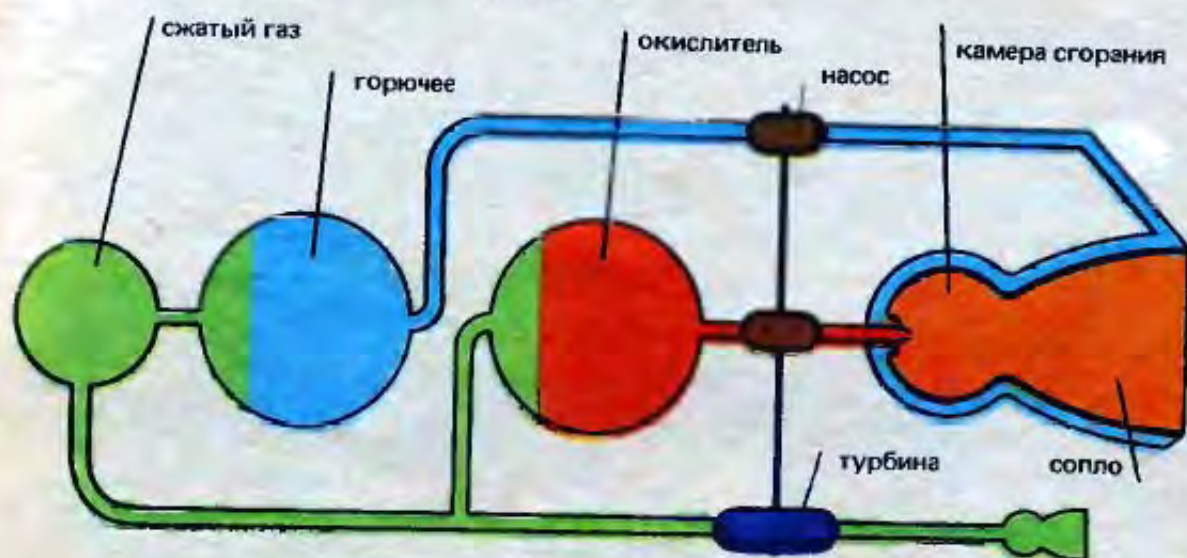


Схема ракетного двигателя на твердом топливе.



Хотя мы начали рассказ с ЖРД, нужно сказать, что первым был создан ракетный двигатель на твердом топливе — РДТТ. Во время Великой Отечественной войны прославились многозарядные минометы — легендарные «катюши». Их реактивные снаряды были оснащены такими двигателями.

РДТТ — прямой потомок давно известных пороховых ракет — устроен довольно просто. Топливо — специальный ракетный порох — находится здесь непосредственно в камере сгорания. Камера с реактивным соплом — вот и вся конструкция. И все же, несмотря на свою простоту, РДТТ применяется в космонавтике не так широко, как ЖРД. При достаточно

солидных размерах двигателя с твердым топливом могут создать большую тягу, но действуют слишком коротковременно. Иногда их используют для ускорения движения мощных ракет-носителей сразу после старта. Правда, при таком взлете возникают высокие перегрузки, и это затрудняет использование ракет с РДТТ для выведения на орбиты пилотируемых кораблей — космонавтам может прийти нелегко. А вот на космических кораблях пороховые двигатели применяются, например чтобы обеспечить мягкую посадку или в системах аварийного спасения. Но об этом мы расскажем подробнее в главе о космическом корабле.

Сердце ракеты — ракетный двигатель. Космические корабли и орбитальные станции, межпланетные аппараты и искусственные спутники Земли выводятся в космос ракетами, оснащенными мощными ракетными двигателями. Они развивают огромную тягу. Но в космической технике рядом с крупными силовыми установками широко используются управляющие двигатели малой тяги. Это уменьшенная копия мощных двигателей. Однако, сохраняя принцип их действия, управляющие двигатели имеют свои особенности: у них менее сложная система подачи топлива — горючее и окислитель не перекачиваются насосами, а вытесняются из баков сжатым инертным газом; несколько камер сгорания могут получать топливо из одних и тех же баков и т. д.

Существуют и совсем крохотные ракетные двигатели. Некоторые из них могут уместиться на ладони. Тяга таких микродвигателей очень мала. Но и этой силы бывает достаточно, чтобы развернуть искусственный спутник или космический корабль и удерживать их какое-то время в нужном положении: ведь в космосе нет трения.

Конструкторы создали также индивидуальные



Схема небольшого жидкостного ракетного двигателя



Схема газового ракетного микродвигателя

установки с малыми ракетными двигателями. Они и служат для передвижения и маневрирования космонавтов в свободном полете вне кабины. Такие установки могут быть ручными или укрепленными на скафандрах.

Тяга наиболее простых микродвигателей создается струей сжатого газа. Металлические баллоны заряжают сильно сжатыми азотом или воздухом. Высокое давление позволяет в небольшом объеме иметь запас газа, достаточный для продолжительной работы установки. В трубку, соединяющую баллон с реактивным соплом, встроены газовый редуктор, преобразующий скорости движения, и электромагнитный клапан. Редуктор снижает давление, чтобы создать более равномерную и постоянную тягу, а клапан открывает доступ газа к соплу. Двигатель включается практически мгновенно — достаточно лишь открыть клапан. Это очень важно при управлении космическими аппаратами: любая задержка в испол-

нении маневра при космических скоростях недопустима.

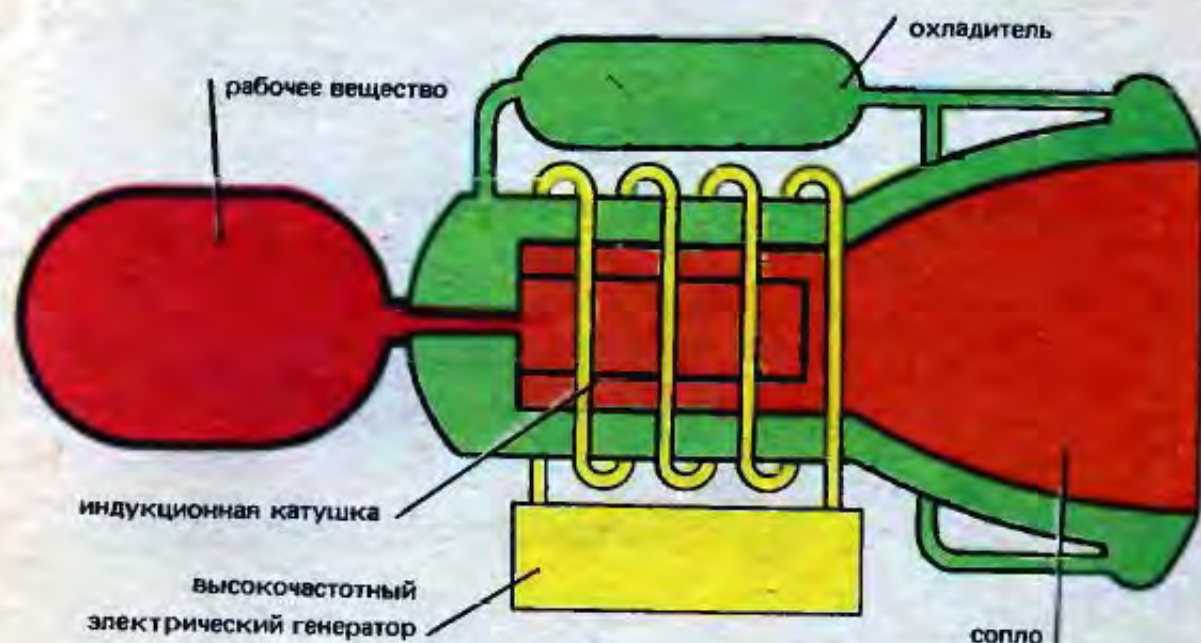
Сейчас уже созданы микродвигатели и на «твердом газе». Некоторые вещества, например известный всем нафталин или соли аммония, при нагревании сразу переходят из твердого состояния в газообразное, минуя стадию жидкости. Этот процесс называется возгонкой или сублимацией. Для превращения «кристаллического горючего» в газ достаточно тепла, выделяемого работающей бортовой аппаратурой, или коротких импульсов электрического тока. Однако для включения микродвигателя на сублимирующем топливе требуется гораздо больше времени, чем для запуска обычных газовых двигателей.

Разнообразие двигателей малой тяги предоставляет конструктору свободу выбора. Размещая на одном космическом аппарате управляющие установки разных типов, можно компенсировать недостатки одних двигателей достоинствами других. Такое сочетание позволяет создавать совершенные системы управления космическими объектами.

Большое будущее принадлежит принципиально новому виду ракетных двигателей — электрическому. Мы уже говорили, что сила тяги ракетного двигателя зависит от скорости истечения газовой струи. Так вот, у электроракетных двигателей газ покидает сопло с огромной скоростью, недоступной для установок с использованием химической энергии топлива. Это большое преимущество. Однако им требуется много электроэнергии, а установить на ракете мощную и, следовательно, тяжелую электростанцию пока еще невозможно. И все же первые экспериментальные образцы электроракетных двигателей уже побывали в космосе.

Важнейшие узлы и агрегаты ракеты. Знакомство с ракетой мы начали с двигателя. Но в ракете-носителе

Схема
электротермического
ракетного двигателя.



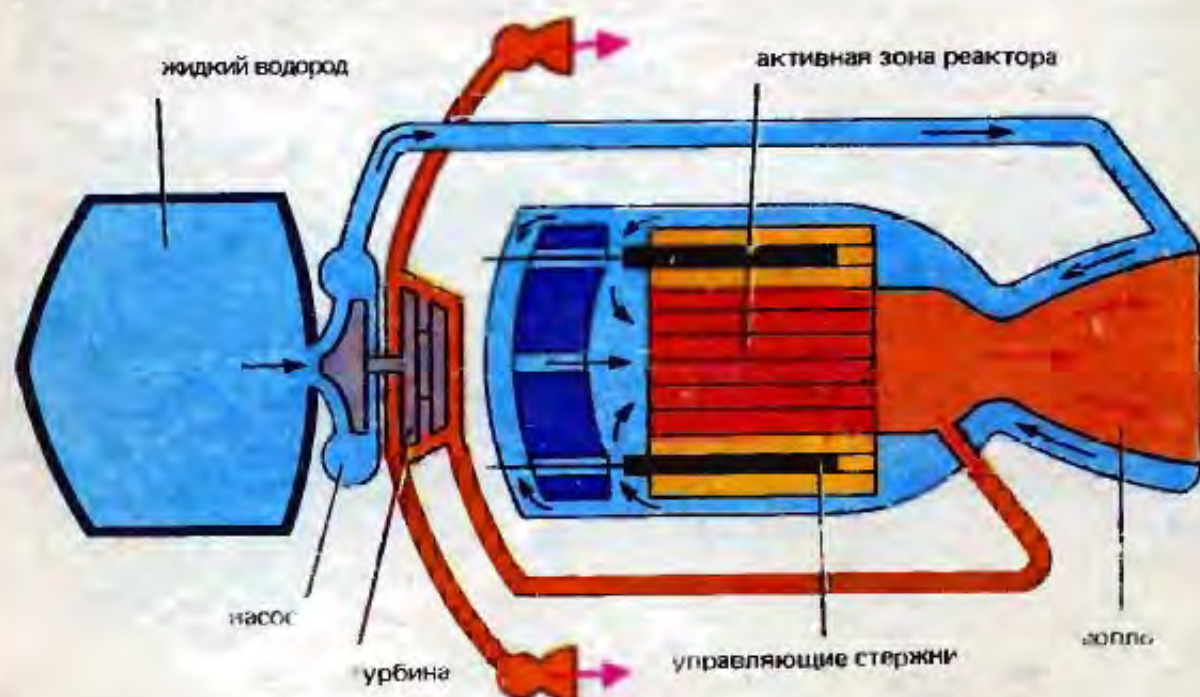
ле есть еще много не менее важных узлов и агрегатов.

Расскажем о важнейших из них.

Как любой летательный аппарат, ракета должна быть чрезвычайно легкой, но в то же время прочной. А это очень трудно совместить. И все же создателям ракет это удалось. Например, они заставили огромные топливные баки служить корпусом ракеты и, таким образом, выиграли в весе. Создали для ракет и новые сплавы повышенной прочности.

Ни один вид транспорта не обходится без рулевого управления. Есть рулевые устройства и на ракете. На первых ракетах это были поворотные пластины, устанавливаемые на пути газов при выходе их из сопла. Встречаясь с плоскостями рулей, газовый поток отклонялся в сторону, и ракета поворачивалась. Однако раскаленная струя газов — малоподходящая среда для работы даже тугоплавких металлов. Поэтому у одних современных ракет главные двигатели

**Схема ядерного
ракетного двигателя.**



могут поворачиваться на заданный угол с помощью универсальных шарниров (карданов), а у других дополнительно устанавливаются специальные поворотные рулевые ракетные двигатели. Рулевых двигателей на одной ракете может быть несколько, бывают они и неподвижными. В этом случае при маневре такие двигатели включаются в определенной последовательности.

Многие ракеты состоят из двух или трех ракет, называемых ракетными ступенями. К. Э. Циолковский называл такие ракеты ракетными поездами. Ступени составной ракеты работают, как правило, последовательно. Сначала весь «поезд» «везет» первая ступень. Когда в ней израсходуется все топливо, первая ступень отделяется от ракеты и падает на Землю, чтобы уменьшить массу, остающуюся для дальнейшего полета. Затем включаются двигатели второй ступени. Они продолжают разгон оставшихся частей ракеты. Потом отбрасывается и вторая сту-

Старт
многоступенчатой
ракеты

с космическим кораблем
и возвращение его
на Землю.

пень. Эстафета передается третьей. Эта ступень (если ракета трехступенчатая) несет уже только полезный груз — автоматическую станцию или космический корабль, и лишь она достигает нужной космической скорости.

На последней ступени размещается обычно и приборный отсек. В нем установлены приборы, управляющие полетом ракеты. Отсюда поступают команды: включить или выключить двигатели, разделить ступени, изменить направление или поддержать нужную скорость полета и т. д.

Верхняя часть ракеты всегда укрывается головным обтекателем, который имеет заостренную форму. Он уменьшает сопротивление воздуха во время прохождения ракеты через плотные слои атмосферы и, соответственно, сокращает расход топлива на подъем. Кроме того, во время выведения ракеты на орбиту обтекатель защищает спрятанную под ним станцию или космический корабль от трения о воздух и чрезмерного нагревания.

Если ракета несет космический корабль с космонавтами, на ее вершине устанавливается еще одна небольшая ракета. Она предназначена для спасения экипажа в случае аварии на старте или на начальном участке полета. В нужный момент эта небольшая ракета может унести кабину с космонавтами на безопасное расстояние.

С космодрома в космос. Новые самолеты сами летят к месту своей постоянной работы. От верфи до порта приписки новые морские корабли идут своим ходом. А ракета на всем пути от завода-изготовителя до места запуска — пассажир. Чаще ракеты перевозят в

выход корабля на орбиту
и отделение третьей ступени

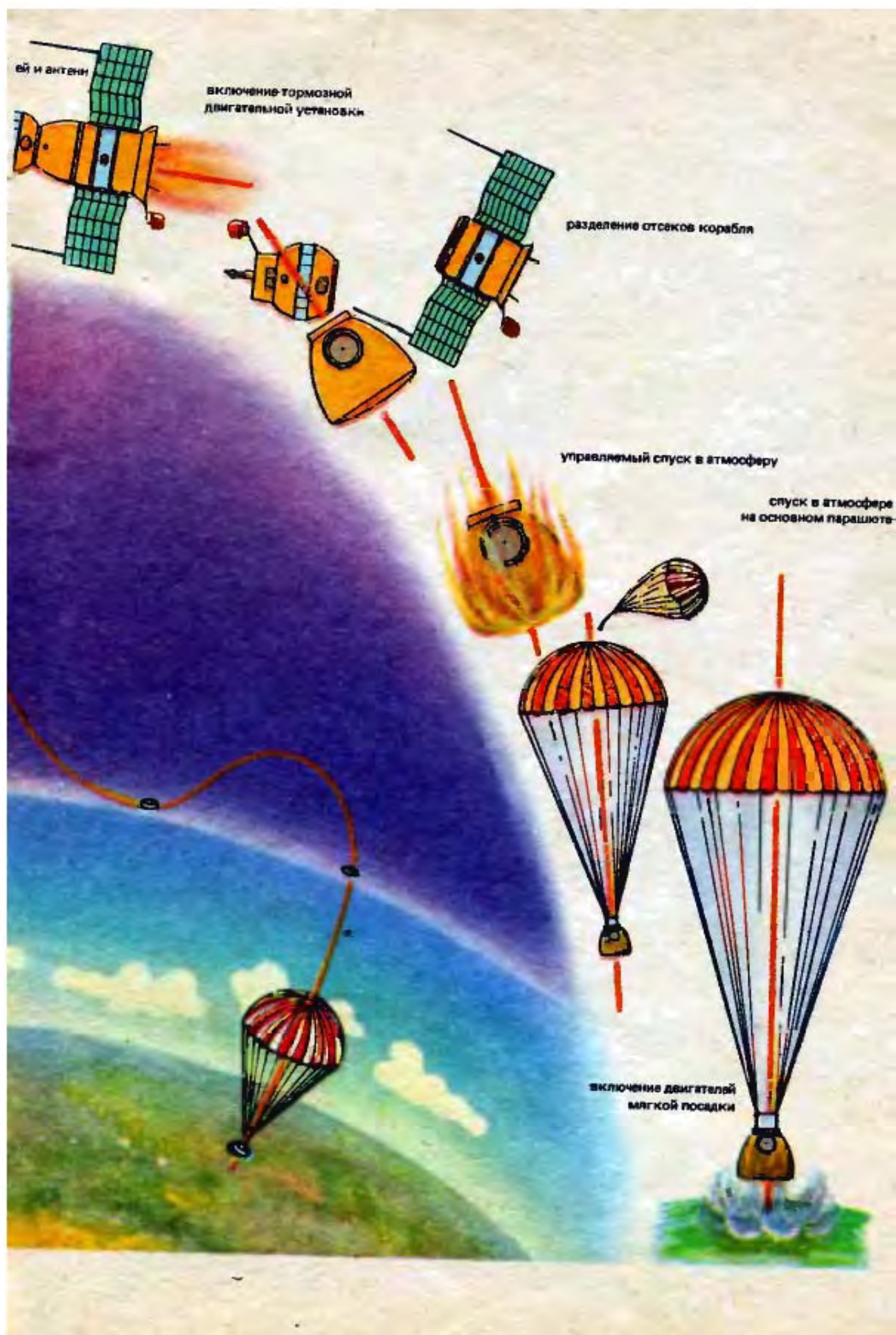
полет корабля по орбите,
раскрытие панелей солнечных батарей

сброс
головного обтекателя
отделение двигателя аварийного спасения
и двигателя второй ступени

отделение
первой ступени

старт





обычных железнодорожных вагонах, самолеты, как правило, для нее слишком малы.

И вот ступени ракеты доставлены на космодром. Отсюда «ракетный поезд» отправится в космос. Окинем взглядом панораму космического порта. Первым наше внимание привлечет большое здание **монтажно-испытательного корпуса — МИКа**. Здесь производятся сборка и проверка ракеты. Кроме мостовых кранов и рельсовых тележек для сборки ракеты в залах МИКа много контрольно-проверочной аппаратуры. Здесь вновь испытывают все узлы и агрегаты ракетных ступеней. Ведь при перевозке могли возникнуть какие-то неисправности. К тому же только на полностью собранной ракете можно проверить работу систем, ведающих взаимодействием ступеней в полете.

А в соседнем помещении столь же тщательную проверку проходит космический корабль. Только безупречная работа всех его бортовых систем даст ему право на встречу с ракетой.

Наконец все специалисты удовлетворены. Корабль пристыковывается к ракете и закрывается створками головного обтекателя.

Медленно передвигается по космодрому железнодорожный транспортер-установщик. Ракета лежит на подъемной стреле — металлической конструкции, укрепленной шарнирами на платформе транспортера. Поезд движется к стартовой позиции.

Транспортер останавливается около массивного железобетонного сооружения. Эта серая каменная громада чем-то напоминает плотину. Перед нами стартовое устройство космодрома. Теперь ракету нужно установить в вертикальное — рабочее положение.

Пущены в ход гидравлические домкраты транспортера. Стрела вместе с лежащей на ней ракетой отрывается от платформы и медленно поднимается.

Проходит немного времени, и ракета мягко опускается на верхнюю часть стартового устройства — пусковую систему. Рядом поднимаются высокие металлические фермы. Это заправочная кабель-мачта и башня обслуживания. Башня подходит вплотную к ракете и со всех сторон охватывает ее площадками, выступающими на разной высоте. На площадки можно попасть с помощью лифта. От кабель-мачты к люкам ракеты протягиваются толстые жгуты электрических кабелей. На борту есть свои источники электроэнергии, но они будут нужны в полете. А пока можно начинать последние предстартовые проверки и испытания ракетных систем, пользуясь энергией электростанции космодрома.

Эти работы скоро заканчиваются, все системы настроены и работают безотказно. Наступает напряженная пора для специалистов по заправке. Из подземных хранилищ насосные станции перекачивают в баки ракеты сотни тонн горючего и окислителя (жидкого кислорода). Жидкий кислород испаряется, ракета окутана белыми облаками.

До старта остается несколько часов. Подъезжают космонавты. Короткое прощание, и пилоты занимают свои рабочие места в космическом корабле. Начинаются завершающие проверки, теперь уже с участием космонавтов. До старта менее двух часов. Отсек экипажа герметично закрывается. Теперь космонавтов связывает с землей только радио.

Один из авторов этой книги — летчик-космонавт СССР Ю. Н. Глазков участвовал в космическом полете. Многие операции, о которых здесь рассказывается, ему пришлось проделать своими руками.

Первым в корабль «Союз-24» прохожу я — рабочее место борт-инженера находится в глубине кабины за креслом командира. А вот и сам командир. Виктор Васильевич Горбатко закончил проверки в орбитальном отсеке и занимает свое место рядом со мной. Приступаем к проверкам средств радиосвязи.

Включаю приемник и слышу в шлемофонах характерный по-рох. С наземного пункта управления доносится: «Включить УКВ-передатчик». Выполняю команду, и на Земле слышат наши голоса.

Контролируем остальные системы. Перед нами на пульте светится маленький телеэкран. Нажимаем различные кнопки и клавиши, и на нем появляются цифры: давление газа в системе двигательной установки, состав воздуха в кабине и т. д. Так последовательно «обходим» все системы корабля.

Пора заняться скафандром. Одеваем перчатки, опускаем стекла гермошлемов. Потом открываем вентили, и сжатый воздух из баллонов поступает в скафандр. По приборам на руках следим за давлением. Все в порядке, мы готовы к старту.

Космические расписания значительно точнее земных. Если отправление поездов или самолетов выдерживают с точностью до одной минуты, то на космодроме властвует стрелка секундомера. Поэтому так важно строго соблюдать график работ, вести их в заранее определенном ритме.

Все пункты космодрома оснащены специальными точными часами, образующими систему единого времени. Ее сигналы позволяют синхронизировать работу различных систем и служб стартового комплекса и всего космодрома, фиксировать точное время начала и конца работы многочисленных приборов, устройств, механизмов в период предстартовой подготовки, пуска и полета ракеты.

Закончились предстартовые работы. Уходят в укрытие последние представители стартовой команды. Объявляется пятиминутная готовность. Сейчас в командном пункте — расположенном неподалеку бетонном бункере сосредоточено все управление ракетой и космическим кораблем. На экранах телевизоров видны спокойные лица космонавтов. С ними постоянно поддерживается радиосвязь.

До старта считанные секунды. От ракеты отводятся башня обслуживания и кабель-мачта.



Старт! Все заглушает могучий рев двигателей. Из-под ракеты вырывается бушующее пламя. Кажется, что огненный ураган охватил все вокруг. Но это впечатление обманчиво: газоотводные каналы направляют раскаленные газы в сторону от стартовых сооружений и ракеты. Вот двигатели набрали полную мощность, сила тяги их превысила вес ракеты. Освобожденная от поддерживающих захватов, она дрогнула, медленно, как бы нехотя оторвалась от земли, а потом рванулась вверх в небо.

«Команда «Подъем», и мы слышим отдаленный гром это там, далеко внизу заработали двигатели первой ступени. Раскаты все громче, они сливаются в сплошной рев, и вот ракета медленно отрывается от стартового устройства и, чуть покачиваясь, устремляется вверх. Полет начался. Нас сопровождает голос Земли: «40 секунд — полет нормальный, 50 секунд — двигатели в норме, тангаж, рыскание, крен в норме...» И так все время, пока работают двигатели, специалисты подтверждают, что параметры их работы соответствуют расчетным, а угловые отклонения ракеты находятся в допустимых пределах».

Все выше и выше уходит ракета. Но связь космодрома с ней не прерывается. «Одновременно с объективами оптических приборов следят за ней антенны радиолокационных станций. На экранах ракета выглядит движущейся светящейся точкой. Настроены на волну космического корабля и все радиостанции космодрома.

Перегрузки нарастают. Виктор Васильевич Горбатко докладывает: «Давление в СА в норме». Действительно, в нашей кабине (в спускаемом аппарате) по-прежнему сохраняются нормальные «комнатные» условия. Все выше поднимается ракета. Слышим, как срабатывают пиропатроны, отделяющие блоки первой ступени. Тут же слегка уменьшаются перегрузки. Но вот оставшуюся часть «ракетного поезда» подхватили двигатели второй ступени, и перегрузки снова возрастают.

Плотные слои атмосферы остаются внизу. Теперь уже разреженный воздух не опасен космическому кораблю. Раскрываются и сбрасываются створки головного обтекателя. В открывшихся иллюминаторах видим черное небо и яркие немигающие звезды: наш «Союз-24» выходит на орбиту над ночной стороной Земли. Сбрасывается вторая ступень, и запускаются двигатели третьей. Теперь летим почти горизонтально. Чтобы

стать спутником планеты, корабль должен разогнаться до первой космической скорости.

Слышится треск пиропатронов, и как будто кто-то сильным толчком бросает корабль вперед. Мгновение, и мы повисаем на ремнях, только что притягивавших нас к креслам. Бортовые журналы уже не оттягивают руки, прямо передо мной всплывает привязанный за нитку карандаш. Невесомость!

Приступаем к очередному контролю бортовых систем, теперь уже на орбите. А через несколько минут в иллюминаторы врывается ослепительный солнечный свет — корабль вошел в свой первый космический день. Где-то внизу и справа видны искривленный горизонт Земли, голубая атмосфера с белыми облаками. Под нами проплывают леса и поля, моря, озера и реки, заснеженные горные массивы. Но нужно работать. Командир уже заканчивает доклад о результатах контроля, и пора начинать подготовку к первому маневру на орбите.

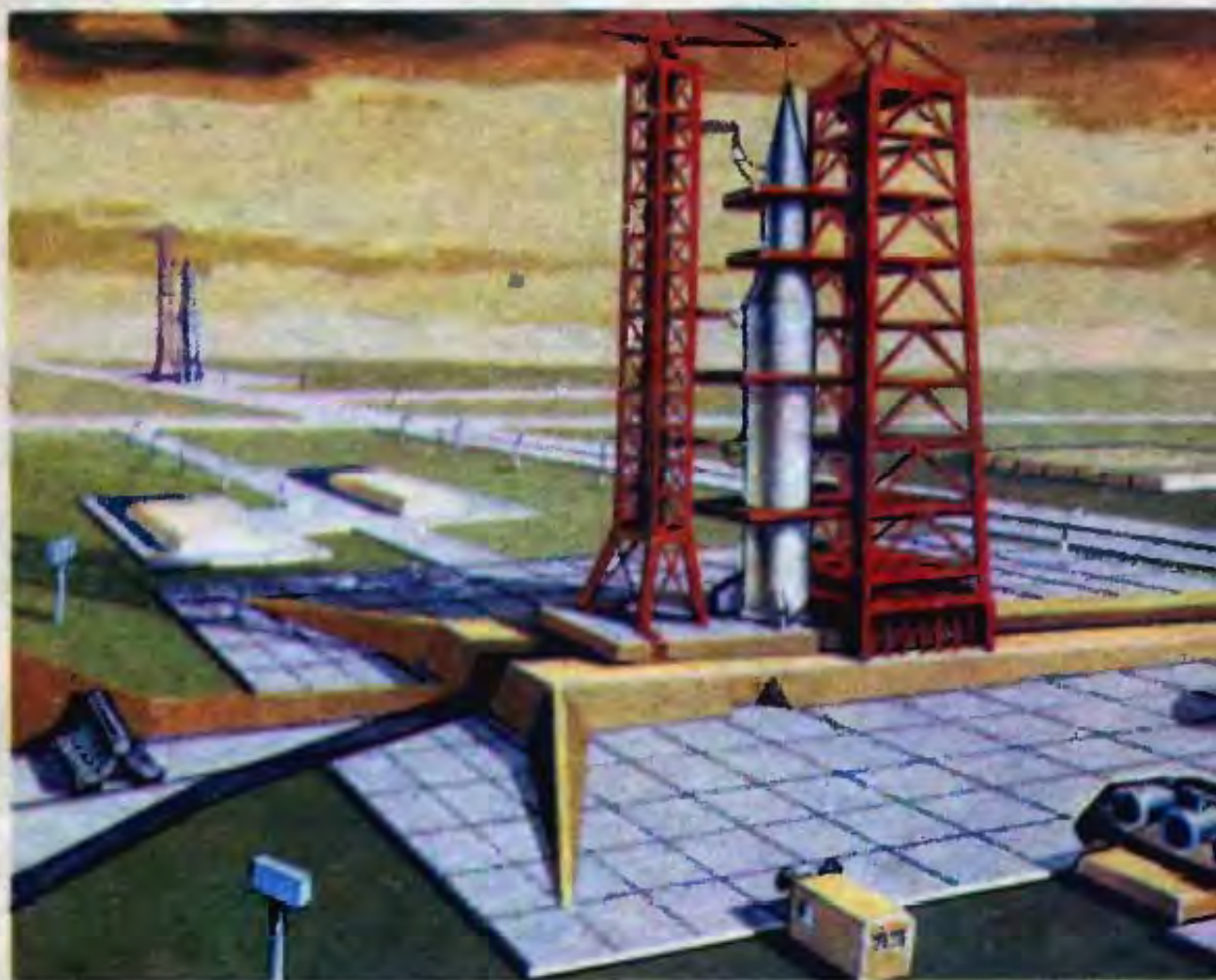
На орбите — космический корабль

Не такой уж большой срок отделяет нас от 12 апреля 1961 г., когда легендарный «Восток» Юрия Гагарина штурмовал космос, а там уже побывали десятки космических кораблей.

Все они во многом похожи друг на друга. Это и позволяет говорить о космическом корабле вообще, как мы говорим просто об автомобиле или самолете, не имея в виду определенной марки машины.

Устройство космического корабля. С космическим кораблем мы познакомимся на примере советского корабля «Союз», пришедшего на смену «Востокам» и «Восходам». Корабль имеет длину 7,5 м, максимальный диаметр около 3 м и состоит из трех основных отсеков.

В орбитальном отсеке космонавты отдыхают и выполняют научные эксперименты во время многодневных орбитальных полетов. На этом отсеке уста-



навливается и стыковочный агрегат, необходимый для стыковки корабля с орбитальными станциями. Круглый люк соединяет орбитальный отсек со спускаемым аппаратом, в котором космонавты находятся во время выведения на орбиту, стыковок и спуска на Землю.

Закрывая переходной люк, спускаемый аппарат надежно изолируют от орбитального отсека. Это дает возможность использовать орбитальный отсек в качестве шлюзовой камеры, разгерметизируя его для выхода в открытый космос. В спускаемом аппарате для космонавтов установлены специальные кресла. Чтобы легче переносить перегрузки, на участках

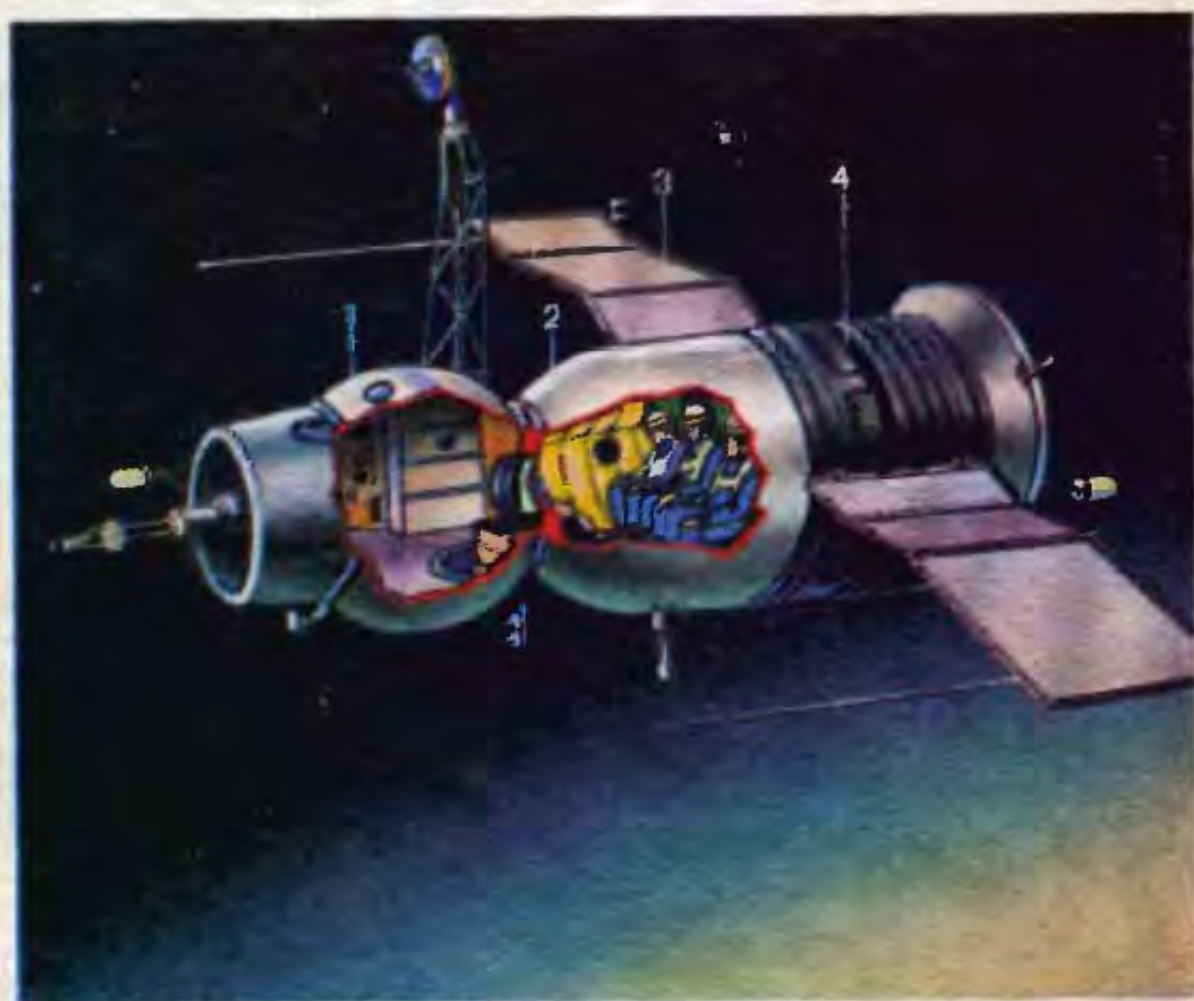


подъема и спуска с орбиты они в них не сидят, а лежат. Для этого в креслах имеются так называемые ложементы, отлитые точно по фигуре каждого члена экипажа.

Слева и справа на кресле есть ручки управления, перемещая которые можно разворачивать корабль вокруг его центра масс или перемещать его в пространстве. Тут же имеется ручка для включения систем радиосвязи, что особенно удобно при работе в скафандре.

Перед космонавтами находится центральный пульт управления кораблем. Слева и справа от него — командно-сигнальные устройства. С них можно

Космический корабль «Союз»:
1 — орбитальный отсек; 2 — спускаемый аппарат; 3 — панель солнечных батарей; 4 — приборно-агрегатный отсек.



выдавать различные команды системам корабля. На центральном пульте располагается множество приборов. Расскажем о некоторых из них.

Работа в космосе связана с точной привязкой по времени. На космических часах кроме указателя текущего времени есть и секундомеры, которые можно запускать и останавливать. Дело в том, что управление кораблем связано с целой серией команд, которые должны выдаваться через строго определенные промежутки времени.

Вот еще один интересный прибор — навигацион-

ный глобус. Глядя на него, можно всегда узнать, над каким участком земной поверхности пролетает сейчас корабль. По глобусу космонавт может выбрать и место посадки своего корабля, если неожиданно нужно прервать полет. По глобусу космонавты могут узнать и время входа корабля в тень Земли и выхода из нее. Это необходимо при проведении научных исследований, при ориентации по земной поверхности и т. д. На этом же приборе космонавт видит, сколько витков сделано всего и в какой части витка он сейчас находится. Конечно, описать все приборы пульты невозможно. Скажем только еще, что здесь же расположены и приборы, позволяющие контролировать процесс сближения и стыковки с орбитальной станцией.

На центральном пульте перед командиром корабля расположен также ряд сигнализаторов различного цвета. Зеленый цвет — все хорошо, желтый — смотри внимательнее, красный — беда, действуй! Кроме этого, для привлечения внимания применяются мигающие табло и звуковые сигналы. Снаружи на корпусе спускаемого аппарата установлены двигатели управления спуском и двигатели мягкой посадки.

За спускаемым аппаратом следует третий, приборно-агрегатный отсек. Здесь размещаются главная двигательная установка корабля, более 20 небольших двигателей причаливания и ориентации, баки с топливом, системы, обеспечивающие автономный полет, а также совместный полет с орбитальной станцией. В этом же отсеке устанавливаются источники электроэнергии и часть системы, поддерживающей необходимую температуру в жилых отсеках корабля. Снаружи приборно-агрегатного отсека установлены панели солнечных батарей (их имеют не все «Союзы»), антенны и радиатор системы терморегулирования.

Теперь более подробно расскажем о системах космического корабля.

Космическая электростанция. На орбите «Союз» напоминает парящую птицу. Это сходство придают ему «крылья» раскрытых панелей солнечных батарей. Для работы систем и приборов корабля нужна электроэнергия. Они получают ее от солнечных батарей, преобразующих в электричество энергию солнечных лучей, и от химических аккумуляторов. Когда напряжение в бортовой сети уменьшается ниже определенного уровня, автоматы подключают солнечные батареи к аккумуляторам и таким образом пополняют запасы электроэнергии.

Система энергоснабжения не заканчивает свою работу и после посадки спускаемого аппарата на Землю. До прибытия поисково-спасательной партии она обеспечивает работу радиоприемников и передатчиков, системы жизнеобеспечения, световых маяков, помогающих обнаружить корабль.

В последнее время на некоторых космических кораблях источниками электроэнергии служат топливные элементы. В этих необычных гальванических элементах химическая энергия топлива без горения преобразуется в электрическую. Топливо — водород окисляется кислородом. Реакция рождает электрический ток и воду. Потом эту воду можно использовать для системы терморегулирования или для питья.

Наряду с высоким коэффициентом полезного действия это — большое достоинство топливных элементов. Энергоемкость топливных элементов в 4—5 раз выше, чем аккумуляторов. Однако топливные элементы не лишены недостатков. Самый серьезный из них — большой вес.

Этот же недостаток пока еще препятствует применению в космонавтике атомных батарей. Защита

экипажа от радиоактивного излучения слишком утяжелила бы корабль.

Система ориентации. Отделившись от последней ступени ракеты, стремительно несущийся по инерции корабль начинает беспорядочно вращаться. Попробуйте в таком положении определить, где Земля и где «небо». В кувыркающейся кабине космонавтам трудно определить местонахождение корабля, нельзя вести наблюдения за небесными телами, невозможна в таком положении и работа солнечной батареи. Поэтому корабль заставляют занимать в пространстве определенное положение — его ориентируют. При астрономических наблюдениях ориентируются на некоторые яркие звезды, Солнце или Луну. Чтобы получить ток от солнечной батареи, надо подставить ее панели Солнцу. Сближение двух кораблей требует их взаимной ориентации. Выполнение маневров также можно начинать только в ориентированном положении.

Для ориентации космического корабля или станции применяются различные приборы. Один из них — оптический визир по положению видимого диска Земли помогает космонавту определить угловое отклонение корабля от местной вертикали — линии, соединяющей центр Земли и центр масс корабля. «Построить» местную вертикаль можно и с помощью другого прибора — инфракрасной вертикали. Его действие основывается на сравнении температур Земли и космического пространства.

На космическом корабле устанавливается несколько небольших реактивных двигателей системы ориентации. Включая и выключая их в определенной последовательности, можно поворачивать корабль вокруг любой из осей.

Вспомним простой школьный опыт с водяной вертушкой. Реактивная сила струек воды, брызжу-

щих из изогнутых в разные стороны концов трубочки, подвешенной на нити, заставляет вертушку вращаться. То же происходит и с космическим кораблем. Подвешен он идеально — корабль невесом. Для поворота корабля относительно какой-нибудь оси достаточно пары микродвигателей с противоположно направленными соплами.

Включенные в определенном сочетании, несколько двигателей малой тяги могут не только как угодно поворачивать корабль, но и придавать ему добавочное ускорение или перемещать в сторону от первоначальной траектории.

Однако «малой тяги» достаточно только для выполнения небольших маневров. Значительные изменения траектории требуют уже включения мощной основной двигательной установки.

Маршруты «Союзов» пролегают в 200—450 км от поверхности Земли. При длительном полете даже в той сильно разреженной атмосфере, какая существует на таких высотах, корабль постепенно тормозится о воздух и снижается. Если не принимать никаких мер, «Союз» войдет в плотные слои атмосферы значительно раньше заданного срока. Поэтому время от времени корабль переводится на более высокую орбиту включением основной или, как ее называют, корректирующе-тормозной, двигательной установки. Двигатель работает не только при переходе на более высокую орбиту. Он включается во время сближения кораблей при стыковке, при различных маневрах на орбите, а также для торможения перед посадкой на Землю.

Ориентация — очень важная часть космического полета. Но только сориентировать корабль недостаточно. Его еще нужно удерживать в этом положении — стабилизировать. В безопорном космическом пространстве сделать это не так просто. Один из самых простых методов стабилизации — стабили-

зация вращением. При этом используется свойство вращающихся тел сохранять направление оси вращения и сопротивляться его изменениям. (Все вы видели детскую игрушку — волчок, упрямо не желающий упасть почти до самой остановки.) Приборы, основанные на этом принципе, — гироскопы широко применяются в системах автоматического управления движением космических аппаратов. Например, они позволяют «запомнить» положение корабля и автоматически поддерживать его, включая и выключая те или иные двигатели. Подобен массивному волчку и вращающийся корабль: ось его вращения некоторое время практически не меняет своего положения в пространстве.

Если солнечные лучи падают на панель солнечной батареи перпендикулярно ее поверхности, батарея вырабатывает электрический ток наибольшей силы. Поэтому во время подзарядки аккумуляторов солнечная батарея должна «смотреть» прямо на Солнце. Для этого на корабле проводится закрутка. Вначале космонавт, поворачивая корабль, ищет Солнце. Появление светила в центре шкалы специального прибора означает, что корабль сориентирован правильно. Теперь включаются микродвигатели, и корабль закручивается вокруг оси корабль — Солнце.

Управление космическим кораблем. Стабилизация вращением не единственный способ сохранить положение корабля в пространстве. Выполняя другие операции и маневры, корабль стабилизируется тягой двигателей системы ориентации. Делается это следующим образом. Вначале космонавты, включая соответствующие микродвигатели, разворачивают корабль в нужное положение. По окончании ориентации к системе управления подключаются заранее раскрученные гироскопы. Они «запоминают» поло-

жение корабля. Пока космический аппарат остается в заданном положении, гироскопы «молчат», т. е. не выдают сигналов двигателям ориентации. Однако при каждом повороте корабля его корпус смещается относительно осей вращения гироскопов. При этом гироскопы подают необходимые команды микродвигателям, которые своей тягой возвращают корабль в исходное положение.

Можно стабилизировать корабль и без гироскопов, включая двигатели вручную. Однако, прежде чем «повернуть руль», космонавт должен точно представить себе, где он сейчас находится. Водитель наземного транспорта ориентируется по различным неподвижным предметам. В космическом пространстве космонавты ориентируются по ближайшим небесным телам и далеким звездам.

Штурман «Союза» все время видит перед собой навигационный глобус. Эта «Земля» никогда не бывает укрыта облачным покрывалом, как настоящая планета. Это не просто объемное изображение земного шара. В полете два электродвигателя вращают глобус одновременно вокруг двух осей. Одна из них параллельна оси вращения Земли, а другая перпендикулярна плоскости орбиты космического корабля. Первое движение моделирует суточное вращение Земли, а второе — полет корабля. На неподвижном стекле, под которым установлен глобус, нанесен небольшой крестик. Это наш космический корабль. В любое время космонавт, посмотрев на поверхность глобуса под перекрестием, видит, над каким районом Земли он сейчас находится. В этом ему помогает и давно известный навигационный прибор — секстант. Космический секстант несколько отличается от морского: им можно пользоваться в кабине корабля, не выходя на «палубу».

Вскоре после выхода на орбиту мы стали готовиться к первому маневру. Для стыковки с орбитальной станцией нуж-

но перевести корабль на так называемую монтажную орбиту, где впереди и выше нас летит сейчас «Салют-5».

Видим Землю в одном из иллюминаторов. Отклоняя ручку справа от себя, Виктор Васильевич Горбатко разворачивает корабль до тех пор, пока Земля не показывается в оптическом визире. При повороте ручки электрический сигнал подается в логическое устройство, и оно выбирает двигатели, которые нужно включить. Открываются клапаны, и в эти двигатели впрыскивается топливо. Корабль медленно разворачивается. В визире появляется изображение Земли и постепенно равномерно заполняет поле зрения прибора.

Теперь нужно так развернуть корабль, чтобы корректирующий двигатель смотрел соплом в сторону, противоположную направлению движения. Такую ориентацию мы называем «на разгон», так как при работе двигателя в этом положении корабль разгоняется и, как следствие, выходит на более высокую орбиту.

Сейчас командир выполнит эту операцию. Вновь его взгляд прикован к оптическому визиру. В нем хорошо различимы детали рельефа земной поверхности. Они перемещаются под нами, «бегут». Этот «бег» Земли должен быть направлен строго сверху вниз — тогда корабль займет нужное нам положение. Вот оно, фиксируем его с помощью гироскопов. Теперь уже они, как перед этим ручка управления, командуют кораблем. Реагируют на малейшие отклонения от занятого положения и, посылая команды двигателям, тут же возвращают корабль обратно.

Наступает расчетный момент включения корректирующего двигателя. В то же мгновение ощущаем толчок. Время работы двигателя задано заранее. Отработав положенное количество секунд, он выключается. Коррекция траектории закончена. Мы на новой орбите.

Не жарко и не холодно. Обращаясь вокруг Земли, корабль то погружается в ослепительные раскаленные лучи Солнца, то вновь оказывается в темноте морозной космической ночи. А космонавты работают в легких костюмах, не испытывая ни жары и ни холода. В кабине постоянно поддерживается привычная человеку комнатная температура. Отлично чувствуют себя в этих условиях и приборы корабля.

Перед полетом корабль одевают в шубу экранно-вакуумной изоляции. Такая изоляция состоит из

многих чередующихся слоев тонкой металлизированной пленки — экранов, между которыми в полете образуется вакуум. Это надежная преграда на пути жарких солнечных лучей. В промежутках между экранами проложены слои стеклоткани или других материалов с низкой теплопроводностью.

На все части корабля, которые по тем или иным причинам не укрываются экранно-вакуумным одеялом, наносятся покрытия, способные большую часть лучистой энергии отражать обратно в космос. Например, поверхности, покрытые окисью магния, поглощают всего лишь четвертую часть падающего на них тепла.

И все-таки, используя только такие пассивные средства защиты, невозможно уберечь корабль от перегрева. Поэтому на космических аппаратах применяются и более действенные активные средства терморегулирования.

На внутренних стенках герметичных отсеков плавает металлическая трубка. В ней циркулирует специальная жидкость — теплоноситель. Снаружи корабля устанавливается радиатор-холодильник, поверхность которого не закрыта экранно-вакуумной изоляцией. С ним соединяются трубки активной системы терморегулирования. Нагретая внутри отсека жидкость-теплоноситель перекачивается в радиатор, который «выбрасывает», излучает ненужное тепло в космическое пространство. Затем охлажденная жидкость вновь возвращается в корабль, чтобы начать все сначала.

Жидкость-теплоноситель может менять свой путь. Если нужно снизить температуру внутри корабля, то большая ее часть идет в радиатор-холодильник, а меньшая — циркулирует внутри корабля. Если нужно повысить температуру, то количество жидкости на пути к радиатору-холодильнику уменьшается. Это распределение осуществляет автоматический

регулятор, поддерживая тем самым в отсеках корабля заданную температуру. Космонавты могут изменять температуру по своему вкусу.

Но система терморегулирования не только уносит тепло, охлаждая аппаратуру, корабль и воздух в отсеках. В ее функции входит и обогрев двигателей, баков с окислителем и горючим. Для этого можно использовать направляемые на Солнце панели-нагреватели, в которых с помощью насосов также циркулирует жидкий теплоноситель.

Теплый воздух легче холодного. Нагреваясь, он поднимается вверх, вытесняя вниз холодные, более тяжелые слои. Происходит естественное перемешивание воздуха — конвекция. Благодаря этому явлению термометр в вашей квартире, в какой бы угол вы его ни поставили, покажет почти одну и ту же температуру.

В невесомости такое перемешивание невозможно. Поэтому для равномерного распределения тепла по всему объему кабины космического корабля приходится перемешивать воздух с помощью обыкновенных вентиляторов.

В космосе как на Земле. На Земле мы не думаем о воздухе. Мы им просто дышим. В космосе дыхание становится проблемой. Вокруг корабля космический вакуум, пустота. Чтобы дышать, космонавты должны брать с собой запасы воздуха с Земли.

Человек в сутки потребляет около 800 г кислорода. Хранить его на корабле можно в баллонах в газообразном состоянии под большим давлением либо в жидком виде. Однако 1 кг такой жидкости «тащит» за собой в космос 2 кг металла, из которого изготовлены кислородные баллоны, а сжатый газ и того больше — до 4 кг на 1 кг кислорода.

Но можно обойтись и без баллонов. В этом случае на борт космического корабля загружают не чистый

кислород, а химические вещества, содержащие его в связанном виде. Много кислорода в окислах и солях некоторых щелочных металлов, в известной всем перекиси водорода. Причем у окислов есть еще одно очень существенное достоинство: одновременно с выделением кислорода они очищают атмосферу кабины, поглощая вредные для человека газы.

Организм человека потребляет кислород, выделяя при этом углекислый газ, окись углерода, водяной пар и много других веществ. Накопившись в замкнутом объеме отсеков корабля, окись углерода и углекислый газ могут вызвать отравление космонавтов. Воздух кабины постоянно пропускается через сосуды с окислами щелочных металлов — регенераторы. При этом происходит химическая реакция: выделяется кислород, а вредные примеси поглощаются. Например, 1 кг надперекиси лития содержит 610 г кислорода и может поглотить 560 г углекислого газа. Широко применяется сейчас и надперекись калия.

Время от времени мы контролируем состав атмосферы нашей кабины. Для этого на борту корабля установлен специальный прибор — газоанализатор. Включая его, видим на индикаторе, сколько содержится в воздухе кислорода, углекислого газа, паров воды.

Сейчас транспарант на пульте горит спокойным зеленым светом. Это означает, что работает вентилятор, который прогоняет воздух кабины через регенератор. Можно продолжать выполнять программу полета. Если кислорода будет выделяться недостаточно или слишком много, если в кабине скопится избыток углекислоты, автоматический сторож — газоанализатор зажжет красный транспарант. На него трудно не обратить внимание, но, если мы вовремя не заметим тревожного сигнала, нас предупредит об опасности громкий звук сирены.

Кроме кислорода космонавты берут в полет запасы воды и пищи. Вода хранится в прочных емкостях из полиэтиленовой пленки. Чтобы вода не портилась и не теряла вкуса, в нее добавляют небольшое количество специальных веществ — так называемых консервантов. Так, 1 мг ионного серебра, растворенного в



**Космический
скафандр.**

10 л воды, сохраняет ее пригодной для питья в течение полугода.

От бачка с водой отходят две трубки. Одна оканчивается мундштуком с запирающим устройством, другая ведет к насосу. Создав насосом избыточное давление в бачке, космонавт берет мундштук в рот, нажимает на кнопку запирающего устройства и всасывает воду. Только так можно пить в космосе. В невесомости вода выскальзывается из открытых сосудов и, распадаясь на мелкие шарики, плавает по кабине.

Вместо пастообразных пюре, которые брали с собой первые космонавты, экипаж «Союза» питается

почти «земной» пищей. Корабль имеет даже миниатюрную кухню, где разогревают готовый обед.

На многих фотографиях космонавты одеты в скафандры, улыбающиеся лица смотрят на нас сквозь стекла гермошлемов. Скафандр защитит космонавта в случае разгерметизации корабля.

Если давление в кабине упадет, автомат подключит к скафандрам баллоны со сжатым воздухом. Скафандры нужны человеку и для того, чтобы выйти в открытый космос или на поверхность другого небесного тела.

Скафандр часто сравнивают с уменьшенной до размеров тела человека герметичной кабиной. И это справедливо. Скафандр не один костюм, а несколько надеваемых друг на друга. Верхняя теплостойкая одежда окрашена в белый цвет, хорошо отражающий тепловые лучи. Под верхней одеждой — костюм из экранно-вакуумной теплоизоляции, а под ним — многослойная оболочка. Это обеспечивает скафандру полную герметичность.

Одна из оболочек скафандра — вентиляционная. Кто хоть раз надевал резиновые перчатки или сапоги, знает, как неудобен костюм, не пропускающий воздуха. Но космонавты не испытывают таких неудобств. От них избавляет человека система вентиляции скафандра. Перчатки, ботинки, шлем завершают «наряд» космонавта, выходящего в открытый космос. Иллюминатор шлема снабжен светофильтром, защищающим глаза от ослепляющих солнечных лучей.

На спине у космонавта ранец. В нем запас кислорода на несколько часов и система очистки воздуха. Ранец соединен со скафандром гибкими шлангами. Провода связи и страховочный канат-фал соединяют космонавта с кораблем. «Плывать» в космосе космонавту помогает небольшой реактивный двигатель. Таким газовым двигателем в виде пистолета пользовались американские астронавты.

Земля всегда с тобой. Сооружения для управления космическими полетами особенно необычно выглядят ночью. На фоне звездного неба чернеют причудливые конструкции громадных антенн. Запрокинув чаши рефлекторов, они вглядываются в бескрайние дали космоса. Несмотря на позднее время, окна служебных помещений ярко освещены, Рабочее время определяется здесь не восходом и заходом Солнца, а графиком космических полетов.

В небе появляется маленькая звездочка. Она медленно движется среди неподвижных звезд. Это за нею, плавно поворачиваясь, следит многотонная чаша приемной антенны.

Еще одна антенна — передающая — установлена в нескольких километрах отсюда. На таком расстоянии передатчики не мешают приему сигналов из космоса.

Испытанный и верный помощник всех современных путешественников — радиоволны надежно связывают космический корабль с Землей. По всей огромной территории Советского Союза на значительных расстояниях друг от друга разбросаны пункты наземного командно-измерительного комплекса. Без их постоянной помощи и заботы невозможен ни один космический полет.

Зачем нужно так много станций связи с космосом? Дело в том, что каждый измерительный пункт может поддерживать связь с космическим кораблем недолго, всего лишь несколько минут. Затем корабль выходит из зоны радиовидимости этого пункта. Немного успеешь передать и принять за такое ограниченное время. А объем информации, которой обмениваются корабль и Центр управления полетом, очень велик. Радиоволны несут с борта космического корабля не только доклады космонавтов о ходе выполнения программы полета, о самочувствии, обо всем новом и интересном, что видели они с космической вы-

соты, но и колоссальное количество данных телеметрических измерений.

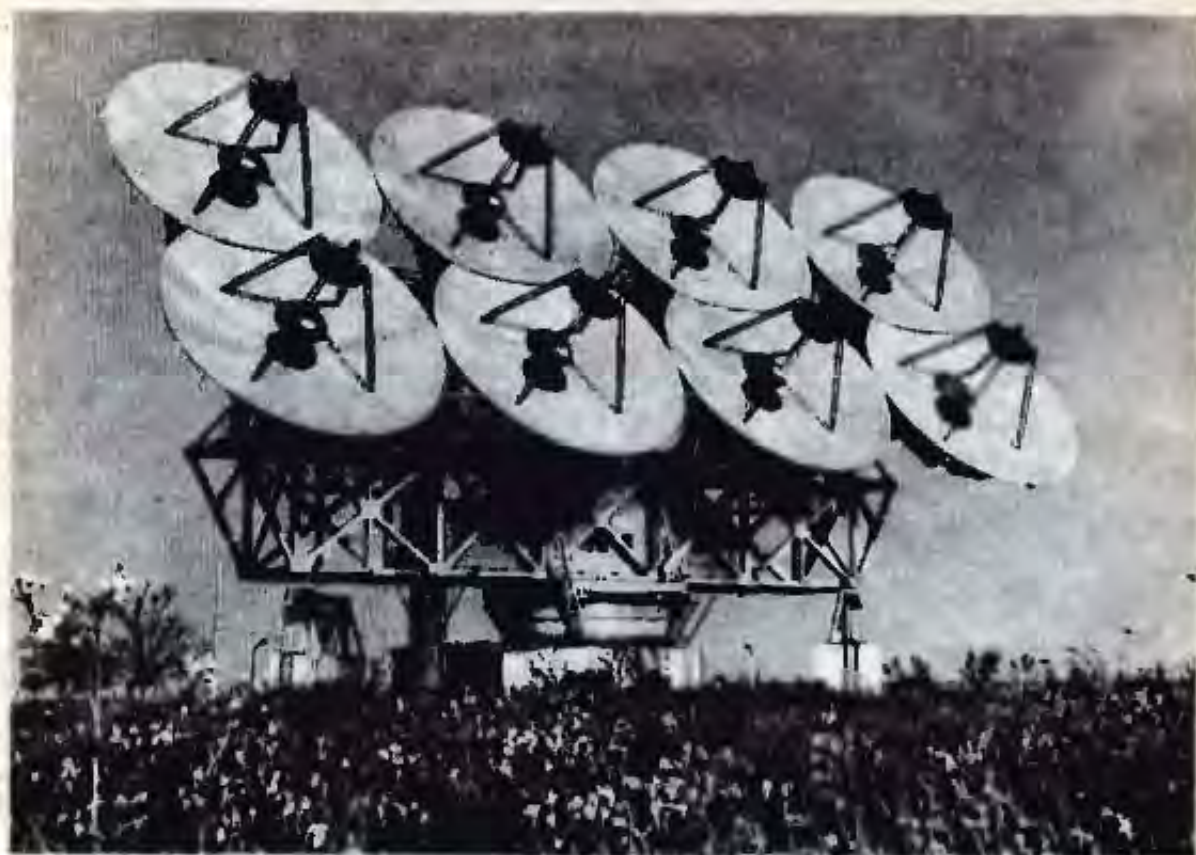
На корабле установлены сотни датчиков. Они стоят везде, где требуется систематически измерять температуру и давление, скорость и ускорение, напряжение и вибрацию в отдельных узлах конструкции и т. п. На корабле постоянно измеряется несколько сотен параметров, характеризующих состояние бортовых систем. Датчики преобразуют значения этих физических величин в электрические сигналы, которые затем по радио передаются на Землю. Тысячи цифр в секунду шлют в Центр управления радиопередатчики космического корабля. И от многих из них зависит судьба полета.

Может возникнуть вопрос: зачем нужна телеметрическая информация? Ведь есть космонавты, есть приборы, с помощью которых они контролируют работу бортовых систем. Но если все интересующие параметры вывести на пульт управления корабля, он станет непомерно большим и сложным. Кроме того, в полете регистрируется целый ряд параметров, интересующих только конструкторов космической техники.

Каждая минута связи с кораблем должна использоваться с максимальной пользой. Экономить время помогают специальные приборы, установленные на борту космического корабля. Один из них — программно-временное устройство. Оно принимает с Земли всего один сигнал, а космическому кораблю передает целую серию команд. Последовательность этих команд — программа разрабатывается заранее и закладывается в программно-временное устройство корабля еще до старта. Сигнал с Земли только включает нужную программу, а потом задуманная заранее последовательность действий выполняется автоматически.

Но ведь кроме команд нужно передать космонав-

**Антенны Центра дальней
космической связи.**



там распоряжения и советы группы управления, сообщить им данные, полученные в результате обработки телеметрической информации, иногда внести некоторые изменения в программу полета. Конечно, сделать все это за 5—10 минут невозможно. Поэтому на территории нашей страны и организована целая сеть измерительных пунктов. Они расположены в местах, над которыми пролегают космические трассы. Зоны радиовидимости соседних пунктов частично перекрываются друг другом. Еще не полностью выйдя из одной зоны, корабль уже попадает в другую. Каждый пункт командно-измерительного комплекса, закончив «разговор» с кораблем, «передает» его следующему. Полученная из космоса информация тут же отправляется в Центр управления.

Космическая эстафета продолжается и за преде-

Флагман
космического флота —
«Космонавт
Юрий Гагарин».



лами нашей Родины. Задолго до полета выходят в море специально оборудованные суда экспедиционного флота Академии наук СССР. Вот один из кораблей этой необычной эскадры — теплоход «Космонавт Владимир Комаров». Огромные сверкающие белизной шары придают громадному кораблю экзотический вид. В этих шарах вращаются параболические чаши антенн. Сферические оболочки защищают их от ураганных ветров, от любой непогоды и в то же время легко пропускают радиоволны. Стабилизирующие устройства и специализированные вычислительные машины в любую качку удерживают основания антенн в горизонтальном положении. Ни на миг не должна прерываться связь между океанским и космическим кораблями во время сеанса. Многочисленные лаборатории теплохода оснащены самой совершенной научной аппаратурой, вычислительной техникой.

В Индийском, Тихом, Атлантическом океанах несут вахту многие другие суда «космического» флота во главе с флагманом «Космонавт Юрий Гагарин».

На Земле обитателей космического корабля не только слышат, но и видят с помощью передающих телевизионных камер, установленных в отсеках экипажа. Пользуясь переносной камерой, космонавты проводят телерепортажи из своего космического дома, показывают телезрителям Землю, Луну.

Радио дает возможность поддерживать с космическим кораблем двустороннюю связь. Радиосигналы, посылаемые на Землю космическими аппаратами, намного слабее сигналов мощных земных радиостанций. Именно поэтому приемные антенны так велики. Чем больше диаметр параболической чаши, тем больше энергии соберет она из космоса.

Кроме передатчиков кораблей и спутников в космическом пространстве есть и другие источники радиоволн. Невидимыми лучами обстреливают Землю так называемые радиозвезды, мощным генератором радиоволн является Солнце. Чтобы сигналы космического аппарата пробилась сквозь этот галактический радиощум, их нужно значительно усилить. Выделить сигнал помогают системы сложных фильтров.

Информация из космоса проходит на Землю в «зашифрованном» виде. Радиосигналы, записанные на больших бобинах магнитной пленки, требуют тщательной обработки, точного перевода на доступный специалистам язык. Причем сделать это необходимо очень быстро.

Оборудованный самой современной вычислительной техникой (универсальные вычислительные машины делают до миллиона операций в секунду), Центр управления полетом оперативно производит сложнейшие расчеты.

В Центре рассчитываются данные для проведения коррекций орбиты, разрабатываются программы

работы на определенные витки, сутки, сеансы связи. В конце полета определяется момент включения тормозной установки и продолжительность ее работы для возвращения корабля на Землю.

На многочисленных вычислительных машинах специалисты Центра обрабатывают огромное количество телеметрической информации. В первую очередь обрабатываются данные, которые необходимо знать в каждый момент полета, а затем уже менее срочные сведения. В результате тщательного анализа полученной с борта корабля информации Центр выдает рекомендации по управлению полетом. Поэтому, даже когда корабль надолго уходит из зоны радиовидимости или экипаж его отдыхает, в Центре продолжают работать группы специалистов.

Программа полета полностью выполнена. Впереди один из самых ответственных этапов космического путешествия — возвращение на Землю.

Мы готовимся к посадке. «Союз-24» покинул станцию «Салют-5» и самостоятельно кружит над планетой. Чтобы устремиться к Земле, необходимо снизить орбитальную скорость корабля, сделать ее меньше первой космической.

Для этого нужно сориентировать корабль на торможение. Следим за поверхностью Земли через оптический визир, и не спеша разворачиваем корабль. Команда от ручки управления прежде, чем дойти до двигателей, проходит сложный путь. Сначала ее принимают гироскопы, а затем передают дальше — логическим блокам, определяющим длительность работы двигателей и комбинации их включения. И только потом уже вырабатывается команда управляющим клапанам, открывающим доступ топлива в двигатели.

Нажимаю клавишу на пульте, и загоревшийся зеленый транспарант говорит о том, что гироскопы готовы к работе. Выдаю следующую команду, загорается транспарант РО (ручная ориентация). Теперь при отклонении ручки управления сигнал пойдет к гироскопам и далее — к двигателям. Двигатели ориентации на «Союзе» разные: с малой тягой и тягой побольше. Новая команда, и загорается транспарант ДО (двигатели ориентации), означающий, что выбраны двигатели малой тяги.

Командир отклоняет ручку управления, на пульте начи-

нает мигать транспарант. Значит, двигатели ориентации периодически включаются и выключаются, поворачивая наш корабль. «Бег» Земли в оптическом визире изменяет свое направление, приближаясь к нужному нам. Для торможения корабля сопло его корректирующе-тормозной двигательной установки должно смотреть вперед по направлению полета. При этом Земля должна «бежать» в визире не сверху вниз, как при разгоне, а, наоборот, снизу вверх.

Транспарант перестал мигать — двигатели ориентации выключились, и корабль вращается по инерции. Командир возвращает ручку в первоначальное положение, вновь мигает транспарант, снова работают двигатели, гасящие теперь угловую скорость. Вращение корабля замедляется и скоро совсем прекращается. Нужно положение достигнуто, можно включать главный двигатель на торможение. Но чтобы посадка была совершена в запланированном месте, мы сделаем это точно в заданное время.

После торможения происходит разделение корабля на отсеки. Ставшие ненужными приборно-агрегатный и орбитальный отсеки вскоре сгорают в атмосфере, а спускаемый аппарат с космонавтами движется к Земле.

Спускаемый аппарат корабля «Союз» внешне напоминает большую автомобильную фару. Такая форма придана ему неспроста. У первых советских космических кораблей спускаемые аппараты имели форму шара. После торможения и разделения отсеков спускаемый аппарат с космонавтом совершал неуправляемый полет к Земле по так называемой баллистической траектории. При этом в плотных слоях атмосферы на космонавтов действовали большие перегрузки.

Способ уменьшения перегрузок при спуске конструкторы космической техники позаимствовали у авиаторов. При посадке самолета летчики изменяют подъемную силу крыльев, увеличивая или уменьшая угол атаки (угол между продольной осью самолета и направлением скорости полета, а для космических летательных аппаратов — угол между продольной осью летательного аппарата и встречным газовым

потоком), выдвигая закрылки и пользуясь другими устройствами. Иначе говоря, над посадочной полосой аэродрома изменяется аэродинамическое качество летящей машины (аэродинамическим качеством летательного аппарата называют отношение подъемной силы к силе лобового сопротивления).

Форма спускаемого аппарата корабля «Союз» при полете в атмосфере тоже обеспечивает ему подъемную силу. Ее величину и направление можно регулировать, разворачивая аппарат вокруг продольной оси с помощью реактивных двигателей малой тяги, установленных на корпусе спускаемого аппарата. Таким образом, спуск с аэродинамическим качеством — это уже спуск управляемый.

Маневрируя по высоте и направлению полета, можно снизить перегрузки, действующие на экипаж, в 2—3 раза по сравнению с баллистическим спуском. Кроме того, управляемый спуск позволяет значительно повысить точность приземления. Увеличивая подъемную силу, мы удлиняем траекторию снижения, уменьшая — укорачиваем ее. Таким образом, можно осуществить спуск точно в тот район, где космонавтов ждет поисковая группа.

Однако кроме перегрузок космонавтам во время возвращения на Землю грозит и другая опасность — огромная температура. Включение тормозной двигательной установки дает возможность космическому кораблю только сойти с околоземной орбиты. Основное торможение корабля происходит за счет сопротивления атмосферы. При движении спускаемого аппарата в атмосфере перед ним возникает ударная волна. В ней температура обтекающего аппарат воздушного потока достигает 3500—4000°C. Помните, что температура на поверхности Солнца 6000°C!

Можно было бы значительно уменьшить нагрев, плавно замедляя движение корабля на всем участке

спуска с помощью той же двигательной установки. Но для этого потребовалось бы слишком много топлива. Космонавты, рассчитывающие при возвращении из межпланетного рейса пройти земную атмосферу только с помощью двигателей, должны были бы взять с собой дополнительный запас топлива, равный почти половине общей массы своего корабля. Позволить такую роскошь, зная цену каждого килограмма доставленного в космос полезного груза, конструкторы космической техники не могут.

Посадка с использованием аэродинамического качества значительно уменьшает нагрев спускаемого аппарата. Во время управляемого спуска на поверхности аппарата выделяется в 10 раз меньше тепла, чем при баллистическом спуске. Но и этого достаточно, чтобы расплавить металлические стенки, за которыми укрылись космонавты. Поэтому конструкторы предусмотрели теплозащитный экран, который устанавливается на переднюю, наиболее нагреваемую часть спускаемого аппарата.

Экран состоит из одного или нескольких слоев материалов с низкой теплопроводностью. Под действием теплового потока наружная поверхность экрана нагревается, а затем, минуя стадию плавления, испаряется. Мощный встречный поток воздуха уносит частицы горящего материала, и за время спуска масса теплозащиты изрядно уменьшается. Зато конструкция аппарата остается неповрежденной. Пламя, бушующее за бортом спускаемого аппарата, огненными языками лижущее стекла иллюминаторов, не в силах повысить температуру внутри отсека более чем на 10—20°C.

Но вот скорость аппарата уменьшилась до 200 м/с. До Земли еще около 9 км. Можно вводить в действие парашютную систему. Отстреливается крышка люка, и раскрывается небольшой тормозной парашют, снижающий скорость падения аппарата.

Новый щелчок взрыва — и бесформенное полотно тормозного парашюта отлетает в сторону. Над спускаемым аппаратом раскрываются сначала вытяжные парашюты, а затем огромный многоцветный купол основного парашюта. Еще один негромкий взрыв, и, кувыркаясь в воздухе, летит вниз отстреленная чаша теплозащитного экрана. Масса аппарата уменьшается, а значит, уменьшается и скорость снижения.

Медленно спускается кабина с космонавтами. До Земли остается 1 м. Еще один взрыв. Мощные струи огня вырываются со дна аппарата. Сработали пороховые двигатели мягкой посадки. Облака пыли плотной завесой окутывают кабину. Мягкий, напоминающий остановку лифта, толчок. Космический полет окончен, корабль совершил посадку.

Рассмотрим теперь, как происходит возвращение космических аппаратов с межпланетных трасс. Корабль, вернувшийся из космоса, входит в земную атмосферу с огромной скоростью. Она в полтора раза выше скорости аппарата, сходящего с околоземной орбиты. Чтобы перегрузки при спуске не превысили допустимых и корабль произвел посадку в заданном районе, нужно точно выдержать угол и место входа его в атмосферу.

Точность посадки определяется в первую очередь условным перигеем. Условный перигей — это наименьшее расстояние от Земли, на котором прошел бы корабль, если бы у Земли отсутствовала атмосфера. При условном перигее выше расчетного космический аппарат будет менее интенсивно тормозиться в верхних разреженных слоях атмосферы и пролетит расчетное место посадки. При условном перигее ниже расчетного, напротив, произойдет недолет. Причем ошибка в высоте условного перигея всего лишь на 1 км приводит к промаху на 50 км. Отклонение условного перигея от расчетного на 10—20 км приведет либо к пролету корабля мимо Земли, либо

к недопустимо высоким перегрузкам. Аналогично влияют на полет космического аппарата и ошибки по углам входа в атмосферу. Межпланетный корабль должен входить в атмосферу под очень малым углом, почти по касательной. Отклонение всего на 1° от расчетного угла входа уже грозит неприятными последствиями.

Сравнивая приведенные цифры с колоссальной протяженностью межпланетных трасс, можно судить, каким техническим совершенством должны обладать системы ориентации и управления дальних космических кораблей.

О схеме управляемого спуска межпланетного корабля следует рассказать особо. Такой спуск намного сложнее, чем баллистический, так как аппарат входит в атмосферу дважды. При первом погружении в атмосферу происходит частичное торможение аппарата. Управление при этом осуществляется таким образом, чтобы подъемная сила не дала аппарату опуститься ниже расчетной высоты и вытолкнула бы его снова в космическое пространство. Выйдя из плотных слоев атмосферы, корабль совершает неуправляемый полет по баллистической траектории. Перед вторым погружением в атмосферу система управления вновь разворачивает и стабилизирует аппарат в нужном для дальнейшего полета положении. Последующее снижение почти ничем не отличается от управляемого спуска корабля — спутника Земли. Управляемым спуском с двойным погружением в атмосферу заканчивались полеты облетавших Луну советских автоматических станций «Зонд-6» и «Зонд-7» и американских космических кораблей «Аполлон».

От орбитальных станций к «эфирным поселениям». «Человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала роб-

ко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство». Вряд ли кто-нибудь тогда, в 1911 г. верил в это пророчество. Но К. Э. Циолковский продолжает развивать свои идеи. Через 15 лет появляется его «План работы» по освоению человечеством космического пространства. Прошло немногим более полувека, а половина намеченного ученым уже выполнена.

Всего в плане 16 пунктов. Вот шестой из них: «Реактивные приборы все более удаляются от воздушной оболочки Земли и пребывают в эфире все дольше и дольше. Все же они возвращаются, так как имеют ограниченный запас пищи и кислорода». Циолковский писал «реактивные приборы», мы говорим сегодня — космические корабли.

Еще несколько этапов, часть из которых тоже уже позади. И вот очередной — десятый: «Вокруг Земли устраиваются обширные поселения». Только представьте себе — 1926 г., отсталая страна, только что залечившая тяжелые раны мировой и гражданской войн, провинциальная Калуга и... такие слова. Но то, что тогда выглядело как возвышенная мечта, в наши дни обретает конкретные зримые черты. Доктор технических наук летчик-космонавт К. П. Феоктистов пишет: «Проект космического поселения выглядит реалистичным. Действительно, в таком городе можно осуществить энергобаланс в замкнутый экологический цикл. Условия жизни представляются не только приемлемыми, но и привлекательными. Проникнув в космическое пространство, человечество не остановится на пороге, начнет осваиваться, расселяться...»

Конечно, пока это еще далекая цель. Чтобы достигнуть ее, нужно постепенно увеличивать численность и продолжительность пребывания людей в космическом пространстве, одновременно расширяя там возможности научной и производственной дея-

тельности. Первые шаги по этому пути уже сделаны — создан принципиально новый вид космической техники — орбитальные станции.

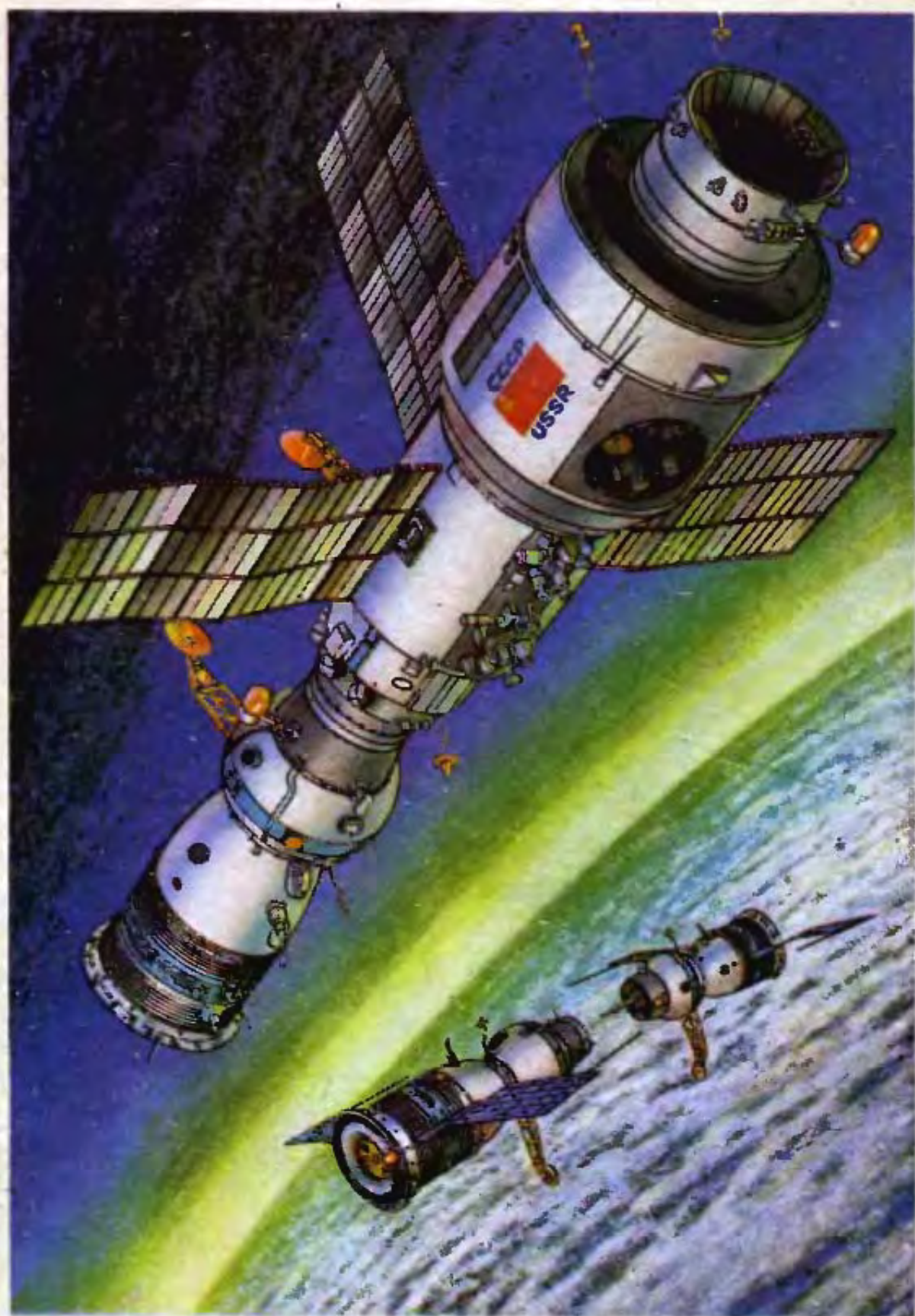
Это тяжелые искусственные спутники Земли, на которых могут долгое время жить и работать космонавты. В отличие от космических кораблей орбитальные станции не возвращаются на Землю, лишь время от времени меняются их хозяева.

Стыковка в космосе. Станции создать было невозможно, не овладев в совершенстве различными способами маневрирования и стыковки в космосе. В 1967 г. в Советском Союзе была впервые произведена автоматическая стыковка искусственных спутников Земли. В 1969 г. корабли «Союз», соединившись на орбите, образовали первую экспериментальную космическую станцию. За стыковкой последовала космическая пересадка. Космонавты перешли из корабля в корабль через открытый космос.

19 апреля 1971 г. радио сообщило: «В полете орбитальная научная станция «Салют». Вскоре на ее борт ступили прибывшие на корабле «Союз-11» Г. Добровольский, В. Волков и В. Пацаев. Станция стала пилотируемой. Поражали ее размеры: длина вместе с транспортным кораблем — 23 м, вес — около 25 т, объем герметичных отсеков — 100 м³.

Из корабля космонавты попадали в цилиндрический переходной отсек. В нем размещалась часть научной аппаратуры, а также пост управления телескопом «Орион». Затем следовало главное помещение космического дома — рабочий отсек. Эта самая большая часть станции состояла из двух цилиндров, соединенных конусом. Один цилиндр диаметром около 3 м, другой — свыше 4 м.

В меньшем цилиндре располагались рабочие места космонавтов и центральный пульт управления станцией. В конической части рабочего отсека разме-



Орбитальный
комплекс
«Салют» — «Союз»
в полете

и сближение двух
космических кораблей
«Союз» для стыковки.

щалось оборудование для физических упражнений — «стадион» космонавтов, а также приборы и средства для медицинских исследований и контроля. По самодвижущейся дорожке члены экипажа совершали прогулки и пробежки.

В рабочем отсеке были оборудованы и спальные места. Спящий укладывался в спальный мешок и закреплялся ремнями в удобной позе. Здесь же имелись холодильник, запасы воды, пищи, устройство для разогревания еды. За стеной рабочего отсека располагалась корректирующая двигательная установка. С ее помощью станция выполняла маневры на орбите. Орбитальные станции летают сравнительно невысоко. На высотах 300—500 км еще чувствуется сопротивление атмосферы. Поэтому время от времени нужно корректировать орбиту — поднимать ее.

Для работы систем станции и научной аппаратуры необходимо много электроэнергии.

Экипаж «Салюта» вел большую научную работу. На борту находились гамма-телескоп, комплекс «Орион», исследовавший спектры далеких звезд. Впервые за пределами атмосферы работала такая астрономическая обсерватория. Уделяя много времени астрономии, экипаж не забывал и о Земле. Космонавты наблюдали за развитием циклонов, изучали снежный покров и состояние сельскохозяйственных угодий, определяли чистоту воздуха и вод, проводили геологическую съемку для облегчения поисков полезных ископаемых, выполняли много других экспериментов в интересах различных отраслей народного хозяйства. Занимались космонавты и, казалось бы, такой далекой от их профессии наукой, как биология.

Даже из этого краткого и неполного перечня

видно, сколь широк был круг научных интересов экипажа первой орбитальной станции «Салют». Три недели продолжается полет корабля. За это время космонавты полностью выполнили запланированную программу исследований. Подвиг Г. Добровольского, В. Волкова и В. Пацаева был по достоинству оценен во всем мире. Летчик-космонавт СССР В. Шаталов говорил: «Мы, советские космонавты, понимаем, что дорога в космос неизведанна, трудна и сложна. Но ничто не может остановить дальнейшее развитие и совершенствование космической техники, стремление к познанию тайн Вселенной».

Весной 1973 г. на орбиту была выведена первая американская орбитальная станция «Скайлэб». Небесную лабораторию (так переводится ее название) создали из третьей ступени ракеты «Сатурн-5». В ее баке горючего оборудовали жилое и рабочее помещение, бак окислителя переделали в емкость для отходов. Соединенные со станцией причальная конструкция и шлюзовая камера увеличили ее длину до 25 м.

На орбите «Скайлэб» должен был «расправить крылья» — раскрыть две панели солнечной батареи. Но на пути в космос не обошлось без происшествий: во время подъема одна панель солнечной батареи оторвалась, а вторая не раскрылась. На этом участке, кроме того, был сорван противометеоритный экран. Вследствие этого температура в космическом доме резко повысилась. Возникли сомнения — посылать ли на станцию астронавтов? И все же 26 мая корабль «Аполлон» с экипажем в составе Ч. Конрада, П. Вейца и Д. Кервина подошел к станции.

После стыковки астронавты не спешили покинуть корабль. Сначала нужно было раскрыть оставшуюся панель солнечной батареи, а для этого — выйти в открытый космос и по корпусу станции добраться до панели. Правда, можно было «подъехать» к ба-

тарее на космическом корабле. Этот путь и избрали астронавты.

Высунувшись по пояс из люка корабля, летящего рядом со станцией, одетый в скафандр П. Вейц резак и багром попробовал освободить панель. Попытка не удалась. Тогда астронавты раскрыли над станцией «солнечный зонтик» — теплозащитный экран. Температура в космической лаборатории понизилась, и астронавты смогли приступить к работе.

С помощью астрономических приборов астронавты изучали Солнце. Отсюда человек мог без атмосферных помех подолгу наблюдать за развитием пятен и вспышек. Видели астронавты и протуберанцы. «Самое огромное и невероятное явление из всех, которые нам удалось наблюдать на Солнце», — доложили с орбиты.

Еще в 1969 г. борт-инженер «Союза-6» впервые провел в космосе сварку металлов. Это был первый технологический эксперимент на орбите. На установленной в станции «Скайлэб» электрической печи американские астронавты продолжили работы в этой области.

Первый экипаж пробыл на орбите месяц. За две недели до посадки астронавты все-таки сумели освободить заклинившуюся панель солнечной батареи и подготовить станцию к приему смены. Новый экипаж «Скайлэба» проработал в космосе два месяца.

А советские конструкторы продолжали совершенствовать «Салют». На каждой следующей станции этого типа появлялись различные новшества. Например, на третьем и четвертом «Салютах» были внесены существенные изменения в систему энергоснабжения.

Раньше солнечные батареи жестко крепились к корпусу станции и, чтобы получать от них максимальный ток, станция вместе с кораблем должны были подолгу ориентироваться на Солнце, сохраняя та-

кое положение при помощи вращения. На новых «Салютах» панели солнечной электростанции обрели некоторую свободу. Они могли поворачиваться относительно корпуса, каждая — с помощью собственного привода. По сигналам солнечных датчиков панели сами подставляли себя лучам светила. Регулярная «закрутка» на Солнце перестала быть обязательной. А это означало, что станции стали более самостоятельными, увеличилось время для научных наблюдений. Ведь раньше на время закрутки многие из них приходилось приостанавливать или прекращать.

Появилось новое и внутри орбитальных лабораторий. Так, на «Салюте-4» космонавты собирали бытовые отходы в металлические контейнеры и через специальные шлюзы выбрасывали их за борт, где они сгорали в атмосфере. Лучше использовали на «Салюте-4» влагу, собираемую из заполняющего станцию воздуха. Если на «Салюте-3» ее расходовали лишь на бытовые нужды, то члены экипажа «Салюта-4» могли ее пить — такой стала чистой эта вода. Таким образом, на орбите создавались отдельные элементы кругооборота веществ. На «Салюте-4» впервые появился и велоэргометр — эффективное средство для тренировки космонавтов.

«Салют-4» летал заметно выше своих предшественников. А это существенно увеличило время его нахождения на орбите без коррекций траектории. Когда на борту станции не было экипажа, она двигалась в автоматическом режиме. Большую роль при этом играла новая система «Каскад», поддерживающая нужную ориентацию станции. Впервые работала на «Салюте-4» и экспериментальная система автономной навигации. Она освободила космонавтов от ежедневного приема с Земли большого объема информации, рассчитывая необходимые данные прямо здесь, на борту.

Следующая станция — «Салют-5» — тоже имела отличия от своих предшественниц. Одно из них — система стабилизации. В ней использовались не только реактивные двигатели, но и шар-маховик, подвешенный в магнитном поле. Когда станция отклонялась от какого-то положения (скажем, за счет того, что космонавт оттолкнулся от «стены»), сигнал от системы управления шел на электромагниты, которые раскручивали шар-маховик. Создаваемый им реактивный момент разворачивал станцию в противоположном направлении и восстанавливал исходное положение. Если бы на станции были лишь реактивные двигатели, они все время расходовали бы на стабилизацию столь необходимое топливо. А на «Салюте-5» двигатели срабатывали лишь после того, как шар-маховик достигал максимальной скорости, что существенно экономило топливо.

Два экипажа выполнили на станции более 300 различных исследований и экспериментов. При этом был получен огромный объем информации, которую нужно было передать на Землю. Обычно это делается по радио или материалы прибывают на Землю вместе с космонавтами. На «Салюте-5» имелась еще одна возможность. На нем помещался небольшой возвращаемый аппарат. В него укладывались нужные материалы и приборы, и он совершал самостоятельный спуск на Землю.

29 сентября 1977 г. на орбиту была выведена станция «Салют-6». Эта орбитальная станция стала надежной космической базой.

Никогда еще не стояло у космических причалов сразу по два корабля. И гости, прибывшие ненадолго и вернувшиеся на землю в корабле хозяев, — тоже впервые. Впервые космонавты в ходе полета не только отправляли с орбиты материалы исследований, но и получали обратно обработанные специалистами результаты. В этом полете была выпол-

нена еще одна новая и сложная операция. Перестыковка! Рабочий маневр, выполнять который будущим строителям космических городов и фабрик на других планетах придется довольно часто.

А сколько космонавтов побывало на борту станции? Ю. Романенко и Г. Гречко, установившие мировой рекорд длительности космического полета. О. Макаров и В. Джанибеков — первые гости на орбите. А. Губарев и В. Ремек, составившие первый международный экипаж космического корабля, В. Коваленок и А. Иванченков, побившие рекорд Ю. Романенко и Г. Гречко. И у них были гости — сначала П. Климук и М. Гермашевский, затем В. Быковский и первый космонавт ГДР З. Йен. С каким вниманием следили за космическими полетами в Чехословакии, Польше, ГДР: в космосе — соотечественники! Вместе с советскими космонавтами проводят научные эксперименты, подготовленные специалистами их стран и советскими учеными. После двух основных экспедиций на станцию прибыла третья. Космонавты В. Ляхов и В. Рюмин пробыли на орбите небывалое время. Их работа в космосе длилась полгода.

Шли недели, месяцы, годы, сменялись экипажи, а станция продолжала все так же надежно работать, предоставляя космонавтам широкие возможности пункт за пунктом выполнять намеченную программу. Удлинить полет, сделать его значительно более насыщенным и плодотворным помогли впервые использованные в космонавтике автоматические грузовые корабли «Прогресс».

Чем дольше длится полет орбитальной станции, тем меньше остается топлива в баках ее двигательной установки. Впервые в мире дозаправку в космосе выполнил космический танкер — грузовой корабль «Прогресс».

Внешне «Прогресс» очень напоминает «Союз».

Действительно, он создан на базе «Союза». И все-таки корабль изменился. Другое назначение, естественно, отразилось на конструкции. Машина стала беспилотной — исчезли системы, которыми управляли космонавты, появились другие — выполняющие команды Земли автоматически. На корабле не стало экипажа — стал ненужным спускаемый аппарат со всеми системами, обеспечивающими снижение и посадку. Вместо него появился отсек с баками горючего и окислителя. А орбитальный отсек, в котором космонавты «Союзов» проводят основное время в космосе, стал в «Прогрессе» грузовым. Корабль привез на станцию регенераторы воздуха, фильтры, поглотители углекислого газа, другие узлы и агрегаты станции. «Прогресс» доставил питьевую воду, продукты, запасы воздуха, чистое белье и многое другое. Прибыла установка «Сплав» для технологических экспериментов, новые научные приборы.

К перекачке топлива готовились долго. Все-таки эта операция выполнялась в космосе впервые. До-заправка на орбите прошла успешно. Потом космонавты перенесли грузы из корабля в станцию, разместили их по местам, а ненужное оборудование и тару уложили в «Прогресс»: ему предстояло сгорать в атмосфере.

Первый «Прогресс» открыл дорогу следующим грузовикам. Так маршрут «Земля — орбита» был освоен еще одним видом космического транспорта.

Космонавты должны иногда выходить из станции. Потребность выйти в космос диктуется не только долгим пребыванием в замкнутом пространстве, но и чисто практическими задачами. Экипаж должен иметь доступ не только к системам и агрегатам внутри станции, но и вне ее. Только тогда он может быть полным хозяином своего космического дома.

В первый раз «дверь» «Салюта-6» была открыта через полторы недели после прибытия на станцию

первого экипажа. Г. Гречко и Ю. Романенко ждали гостей. К их приему было уже почти все готово. Но кое-какие сомнения оставались. Корабль «Союз-25», подходивший к станции двумя месяцами раньше, мог повредить тогда какие-то элементы ее второго стыковочного узла. Следовало осмотреть узел и убедиться в его исправности, а в худшем случае — отремонтировать нарушенное. Узел оказался исправным и через 20 дней принял корабль, пилотируемый О. Макаровым и В. Джанибековым. Потом на станцию прибыли «Прогресс» и еще два «Союза». Причалы космического корабля «Салют» действовали безотказно.

И тем не менее вновь потребовалось выйти в открытый космос. Пора было снять установленные снаружи прибор для регистрации микрометеоров, кассеты с органическими веществами, оптическими и конструкционными материалами, установить вместо некоторых из них новые, укрепить на внешней поверхности станции прибор для регистрации космического рентгеновского излучения. Станция к тому времени летала уже около года, и следы воздействия метеорной бомбардировки и космического облучения должны были заметно проявиться на укрепленных снаружи образцах.

Новая экипировка космонавтов. Обитатели «Салюта-6» впервые использовали скафандры новой конструкции. Они заставили нас вспомнить о средневековых рыцарях. Авторы нового космического одеяния сами вызвали эти ассоциации, упомянув в описании скафандра о кирасе. Так называли когда-то сооружение из двух металлических листов, скрепленных ремешками и выгнутых по форме спины и груди одевающего их воина. И вот через столетия кираса преобразилась в металлическое туловище нового скафандра. Правда, в космосе кираса утратила

тяжесть — главный недостаток, заставивший ее когда-то выйти из моды.

В перечне действий, последовательно выполняемых космонавтами перед выходом в космос, было обозначено: «Вход в скафандры». Да, эти скафандры не надевают, в них входят. Входят (или всплывают, если хотите), как в дверь, через люк на спине. Здесь же на крышке дверцы-люка размещен ранец системы жизнеобеспечения. К жесткому туловищу неподвижно крепится шлем со стеклянным иллюминатором, оболочки рук и ног по-прежнему остались мягкими. Скафандр давал космонавту возможность дышать, создавал нормальный микроклимат, позволял совершать в космосе необходимые рабочие операции. Ранец составляет единое целое со скафандром, не соединяясь с ним, как раньше, внешними шлангами. Меньше стало в космическом костюме и застежек. И то и другое повысило надежность и безопасность конструкции.

Так, благодаря планомерным усилиям ученых и конструкторов, постепенно, шаг за шагом все более отчетливо вырисовываются реальные черты будущих «эфирных поселений».

Но мысль создателей космической техники уже сейчас устремляется дальше.

Может быть, орбитальные станции будущего, как и современные дома, будут собираться в космосе из типовых блоков. Части станции могли бы доставляться на околоземные орбиты и там собираться воедино. Отдельные жилые отсеки должны быть герметичными, поэтому попадание даже крупных метеорных частиц не выведет из строя станцию.

В некоторых проектах предусматривается создать в космосе искусственную силу тяжести. Земное притяжение может заменить центробежная сила, возникающая при медленном вращении станции. Этим во многом определяется и форма будущих орбиталь-

ных станций. Предлагаются самые различные конструкции: огромные «бублики» и «гантели», «колеса», «звезды» и др.

Для отправки пилотируемых космических кораблей в далекие межпланетные рейсы необходимо иметь промежуточные станции на околоземных орбитах. На таких базах можно оборудовать стапели для сборки огромных межпланетных лайнеров, так как вывести такой корабль в космическое пространство с Земли будет не под силу даже самой мощной ракете. Большие долговременные орбитальные станции станут настоящими космодромами в космосе.

На орбите — робот

Спутники на службе погоды. Советское судно, обогнув с юга Африку, приближалось к Мозамбикскому проливу. Радист корабля принял тревожную радиogramму. Синоптики из далекой Москвы предупреждали: навстречу кораблю движется мощный тропический циклон. Они советовали избежать встречи, обойдя Мадагаскар с восточной стороны. Но в сводках местных береговых метеорологических станций говорилось о надвигавшемся на остров с востока урагане.

Корабль взял курс на восток. Через несколько дней, пройдя без особых осложнений через небольшой шторм у Мадагаскара, благополучно продолжал свой путь. А в это время у берегов Африки бушевал тропический циклон.

Как же московские синоптики смогли точнее местных специалистов оценить метеорологическую обстановку? Сделать это им помог искусственный спутник Земли «Космос-184». Фотографии, снятые им над Индийским океаном и полученные в Москве,

показали, что восточный ураган менее опасен, чем циклон.

Искусственные спутники Земли впервые позволили человеку посмотреть на свою планету со стороны. Первый советский метеорологический спутник «Космос-122» был выведен на орбиту 25 июня 1966 г. Не прошло и года, как в строй вступила космическая метеорологическая система «Метеор», состоящая уже из трех спутников. С тех пор эта система действует постоянно и регулярно пополняется новыми спутниками «Метеор». Они выходят на круговые орбиты с высотой около 600 км от поверхности Земли и помогают метеорологам делать более правильные прогнозы погоды.

Немногим более полутора часов требуется космическому разведчику погоды, чтобы облететь земной шар. Углы между плоскостями орбит советских метеорологических спутников и плоскостью экватора близки к 90° . Таким образом, спутники при каждом обороте вокруг Земли проходят над ее полярными областями. Так как Земля вращается вокруг своей оси с запада на восток, то каждый следующий виток проходит над более западными районами планеты, чем предыдущий.

Как работает космическая метеостанция. На рисунке показан спутник системы «Метеор». Его аппаратура должна работать как можно дольше. Поэтому снабжать ее электроэнергией конструкторы поручили солнечным батареям. Собственная система ориентации солнечных батарей все время следит за тем, чтобы их поверхности были перпендикулярны лучам Солнца. Как уже говорилось, сила тока от батарей при этом условии будет максимальной.

Сам спутник состоит из двух цилиндрических отсеков. В меньшем размещена аппаратура для метеорологических наблюдений, а в большем — служеб-

ные и вспомогательные системы. В полете спутник ориентирован. Его главная ось все время направлена точно на центр Земли. Если ориентация и стабилизация космических кораблей в основном осуществляются с помощью реактивных двигателей, то определенное положение в пространстве метеорологических спутников достигается и поддерживается несколькими вращающимися маховиками. Управляющие космическим аппаратом силы развиваются при изменении скорости вращения этих маховиков. Маховики приводятся в движение энергией солнечных батарей: каждый маховик — это массивный ротор электрического двигателя. Таким образом, обеспечивается длительная работа системы ориентации и стабилизации спутников, ведь запасы солнечной энергии в космосе неисчерпаемы.

Спутник «осматривает» освещенную сторону Земли двумя телевизионными камерами. Их направленные вниз объективы установлены под небольшим углом друг к другу. Таким образом площадь обзора увеличивается почти в два раза. Телевизионные камеры, непрерывно работая в полете, видят полосу земной поверхности или ее облачного покрова шириной до 1000 км и более. Полученное изображение записывается на магнитную пленку, а когда спутник пролетает над пунктами приема информации, передается на Землю. При выходе спутника из тени Земли первые лучи Солнца сами автоматически включают телевизионную аппаратуру.

Спутник «осматривает» освещенную сторону Земли двумя телевизионными камерами. Их направленные вниз объективы установлены под небольшим углом друг к другу. Таким образом площадь обзора увеличивается почти в два раза. Телевизионные камеры, непрерывно работая в полете, видят полосу земной поверхности или ее облачного покрова шириной до 1000 км и более. Полученное изображение

записывается на магнитную пленку, а когда спутник пролетает над пунктами приема информации, передается на Землю. При выходе спутника из тени Земли первые лучи Солнца сами автоматически включают телевизионную аппаратуру.

Но космический синоптик не прекращает своих наблюдений и над ночной стороной планеты. Здесь вместо телевизионной на вахту становится инфракрасная аппаратура. Ее «глаз», как маятник, качаясь перпендикулярно плоскости полета спутника, таким образом, «осматривает» полосу земной поверхности такой же ширины, как и при съемке телевизионными камерами. Инфракрасные приемники измеряют тепловое излучение земной поверхности. Облака всегда холоднее поверхности Земли, поэтому облачные образования — тайфуны, циклоны и т. д. — четко различимы на таких снимках. Во время полярной ночи в северных и южных областях планеты только «ночные глаза» метеорологического спутника позволяют человеку видеть облака.

Спутники связи. Потребности в телефонной связи растут в наше время очень быстро. Однако прокладка кабеля на тысячи и больше километров — дело длительное, трудоемкое и дорогое.

Радио тоже не всегда может помочь. Несколько десятилетий назад, когда радиостанции были сравнительно редки, они работали на длинных и средних, а затем и на коротких волнах. Сейчас на земном шаре так много радиостанций, что при работе только в этих диапазонах длин волн они неизбежно будут мешать друг другу. Поэтому радисты обратились к ультракоротким волнам.

Однако эти волны, способные передавать сигналы практически без всяких помех, имеют существенный недостаток: они распространяются прямолинейно, как луч света, и от ионосферы почти не отра-

жаются. С появлением искусственных спутников Земли возникла мысль использовать их как радиозеркала для отражения ультракоротких радиоволн. Эта мысль не была совсем новой. Спутник Земли для этой цели уже использовался, правда не искусственный, а естественный. Опыты с радиосвязью через Луну проводились еще в 1948 г. В 1964 г. через ночное светило была успешно осуществлена радиосвязь между английской обсерваторией Джодрелл-Банк и советской обсерваторией под городом Горьким. Однако радиосвязь с отражением от лунной поверхности возможна лишь в очень ограниченное время суток, когда Луна видна одновременно из обоих связываемых пунктов.

Искусственный спутник Земли, запущенный на специально выбранную орбиту, может находиться в зоне радиовидимости нужных пунктов гораздо дольше. Такой спутник связи, получивший название «Эхо-1», был запущен в 1960 г. в США. Этот шарообразный спутник отражал почти все радиоволны, направленные на него с Земли, тогда как Луна — всего лишь 7% принятой энергии. Но как естественному, так и искусственному спутнику Земли было безразлично, куда рассеивать отраженную энергию. Поэтому к Земле на вход приемника, принимающего отраженные от спутника сигналы, возвращалась ничтожная доля излученной передатчиком мощности. Этот и другие недостатки заставили ученых отказаться от таких пассивных спутников связи.

23 апреля 1965 г. в Советском Союзе был запущен первый советский спутник связи — активный ретранслятор «Молния-1». Многие месяцы он обеспечивал обмен телевизионными программами и регулярную телефонную связь между Москвой и Владивостоком. 14 октября 1965 г. запустили второй спутник — была начата опытная эксплуатация сис-

темы дальней двусторонней телевизионной и телефонно-телеграфной связи. Третий спутник «Молния» использовался уже для обмена телевизионными программами между СССР и Францией.

За несколько лет, прошедших со времени выхода на орбиту первой «Молнии», в Советском Союзе запущено много спутников этого типа. Трудятся в космосе спутники связи «Молния-2» и «Молния-3». Система связи, использующая спутники «Молния», работает следующим образом. Передающая станция с помощью остронаправленной антенны посылает сигналы в виде узкого радиолуча на спутник. Принятый приемопередающей антенной спутника сигнал поступает в его радиоприемное устройство. Там сигнал усиливается, и передатчик спутника отправляет его на Землю, где его принимает приемная станция.

Посмотрите на фотографию спутника связи «Молния». В герметичном цилиндрическом корпусе размещается аппаратура ретранслятора, состоящая из чувствительного приемника и мощного передатчика, а также различные вспомогательные системы. На спутнике установлены корректирующая двигательная установка, микродвигатели системы ориентации, панели солнечной батареи. Солнечная батарея подзаряжает аккумуляторы, питающие электроэнергией всю аппаратуру спутника. Снаружи корпуса спутника установлены также радиатор-холодильник и панель-нагреватель системы терморегулирования. Внутри спутника все время автоматически поддерживается необходимая температура.

Если панели солнечной батареи должны все время «смотреть» на Солнце, то раскрывающиеся зонтики параболических антенн с тем же постоянством обязаны видеть Землю. Поэтому спутник по сигналам датчика ориентации на Землю разворачивается, направляя антенны на Землю. Точное наведение антен-

ны на Землю завершается поворотом штанги, на конце которой установлен зонтик. Затем достигнутое положение спутника стабилизируется.

50-летие Великой Октябрьской социалистической революции было отмечено вводом в строй системы станций сверхдальних телевизионных передач «Орбита». Только в нашей стране создана такая широкая сеть наземных станций космической связи. Через «Молнию» могут связываться Европа и Азия или Европа и страны американского континента.

Вслед за «Молниями» в космос вышли новые спутники связи «Радуга». Эти аппараты, в отличие от своих предшественников, движутся на высоте около 40 тыс. км по круговой орбите в плоскости экватора синхронно с вращением Земли и потому кажутся земному наблюдателю неподвижными. Такая орбита называется стационарной. Спутники «Радуга» обслуживают районы Сибири и Крайнего Севера.

Однако для приема сигналов «Радуги», как и для связи с «Молниями», нужны крупные антенны и довольно сложные приемные станции. На новом спутнике связи «Экран», выведенном тоже на стационарную орбиту, установлены бортовые передатчики повышенной мощности. Их сигналы могут улавливать на Земле сравнительно простые и недорогие антенны. Таким образом, с помощью спутников «Экран» телепередачи из Москвы могут смотреть в отдаленных небольших населенных пунктах, где строительство станций «Орбита» экономически нецелесообразно.

Все спутники связи служат не только для ретрансляции телевизионных изображений, но и для телефонной и телеграфной радиосвязи.

Спутники-маяки. Издавна путешественникам в затруднительных случаях помогали ориентироваться

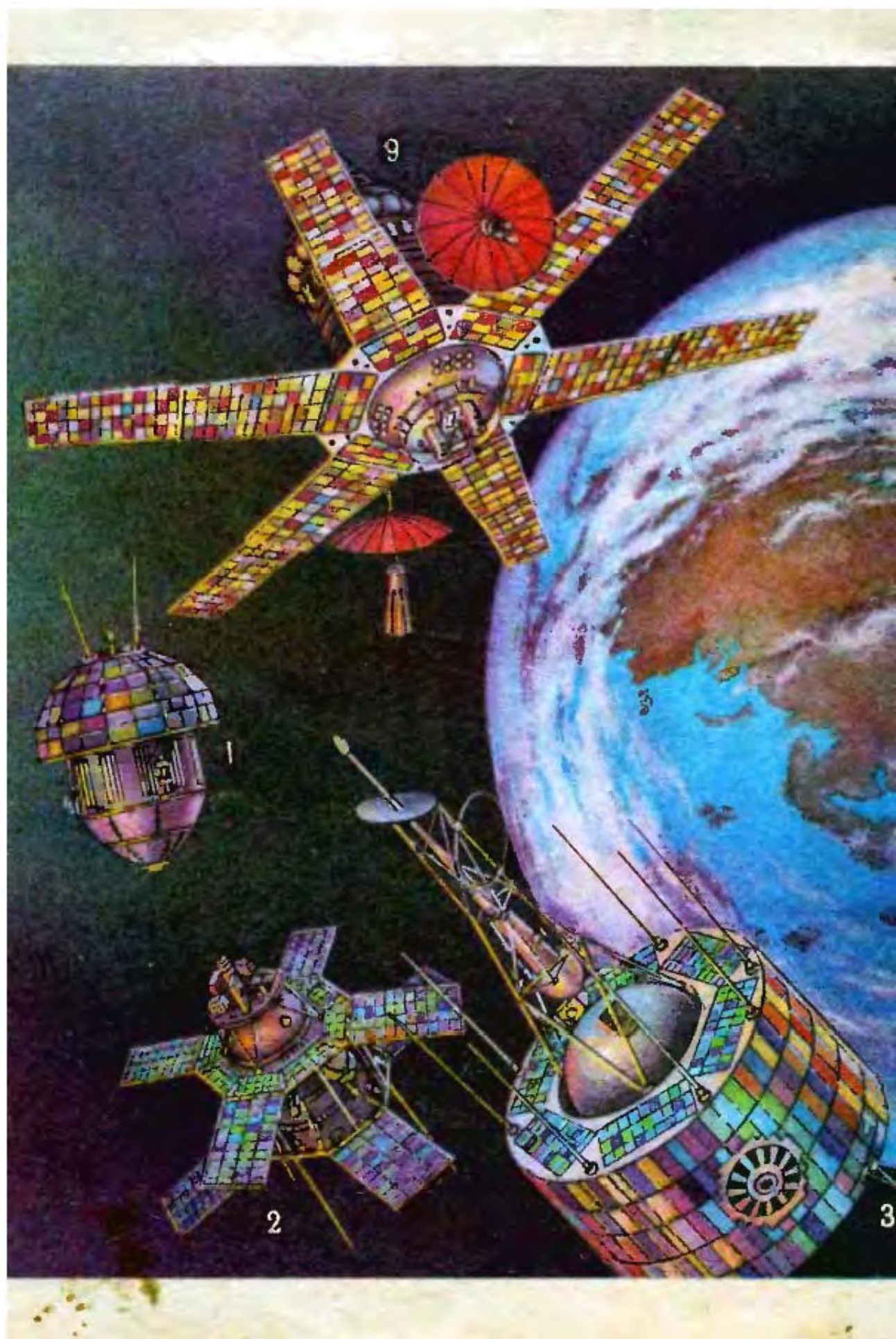
Искусственные
спутники Земли:
1, 3 — серии «Космос»;
2 — «Интеркосмос»;
4 — третий советский
спутник;

5 — «Протон-1»;
6, 7 — «Электрон-2» и
«Электрон-1»; 8 — «Метеор»
9 — «Молния».

небесные светила. И сейчас каждый штурман имеет секстант или другой прибор для определения своего положения по звездам, Солнцу и Луне. Ну а как быть в туман или когда небо затянуто пеленой облаков? Недавно был найден выход и из этого положения. Помогла радиоастрономия. Для радиоизлучения небесных тел облачность не помеха. Приемные антенны позволили навигаторам видеть небо сквозь тучи. Однако точность радиосекстантов оказалась не очень высокой, и полностью полагаться на их показания пока еще небезопасно. Надежными маяками для штурманов самолетов и кораблей стали специальные навигационные спутники.

Какой-нибудь земной предмет или небесное тело только в том случае может служить ориентиром, если точно известно его положение на поверхности Земли или относительно нашей планеты. Положение спутника относительно какой-то точки данной поверхности можно указать с высокой точностью в любой момент времени. Нужно только знать параметры первоначальной орбиты спутника и законы небесной механики, которым подчиняется его движение.

Количество навигационных спутников и их орбиты выбираются таким образом, чтобы эти космические ориентиры достаточно часто пролетали над обслуживаемым районом земной поверхности. Установленный на спутнике радиопередатчик периодически излучает сигналы. Корабельная или самолетная радиостанция во время пролета над нею спутника определяет его угловые координаты — высоту





и азимут или расстояние до него. Теперь, зная положение спутника относительно наблюдателя и его координаты в моменты связи, нетрудно определить и координаты самого наблюдателя, т. е. корабля или самолета.

А о своих координатах спутник докладывает сам. Для этого их заранее рассчитывают и по радио посылают в запоминающее устройство спутника. Пролетая над «своим» районом, спутник по командам автомата извлекает из «памяти» заложенные в него данные и передает их на Землю.

Принятая со спутника информация поступает в корабельную или самолетную вычислительную машину, которая и выдает штурману интересующие его географические координаты.

Искусственные спутники Земли служат науке. 16 марта 1962 г. в Советском Союзе начались запуски спутников серии «Космос» по программе, составленной Академией наук СССР. Перечень научных задач спутников этой серии очень велик. «Космосы» изучают магнитное поле и радиационную обстановку вблизи Земли, исследуют рентгеновское и ультрафиолетовое излучение Солнца, выполняют разносторонние биологические эксперименты.

Спутники «Космос», кроме того, стали для конструкторов испытательной лабораторией в космосе. Многие технические проблемы космонавтики были решены с их помощью: защита космонавтов от опасных излучений, воздействие космических условий на элементы конструкций аппаратов, автоматическая стыковка на орбите, вход в атмосферу и посадка на Землю — вот только некоторые из них. Уже второй спутник серии «Космос» имел профессию испытателя. На его борту проверялась работа системы ориентации, использующей новые ионные датчики.

Спутники «Космос» неоднократно были и в солнечном дозоре. «Космос-166» и «Космос-230» вни-

мательно изучали жизнь нашего дневного светила. Их собрат под номером 348 исследовал солнечно-земные связи, и в частности влияние солнечной активности на земную атмосферу.

В изучении Солнца участвовало несколько других советских автоматических аппаратов. Среди них — автоматические станции «Прогноз». Научная аппаратура, установленная на этих спутниках, исследовала гамма- и рентгеновское излучение нашей звезды, изучала потоки солнечной плазмы и то, как она взаимодействует с магнитным полем Земли. Точное прогнозирование солнечной активности, методику которого помогали разрабатывать эксперименты на этих спутниках, необходимо ученым и практикам многих специальностей.

Для исследования радиационного пояса Земли и ее магнитного поля в 1964 г. в Советском Союзе были запущены спутники серии «Электрон». Одна ракета выводила при этом на разные орбиты по два спутника. Это позволило одновременно изучать внешнюю и внутреннюю зоны радиационного пояса.

Тяжелую научную аппаратуру, необходимую для исследования космических частиц высоких и сверхвысоких энергий, доставляли на околоземные орбиты советские станции «Протон». Вес только научной аппаратуры на них составлял более 12 т.

В изучении космического пространства Советский Союз тесно сотрудничает со всеми социалистическими странами. Регулярно советские ракеты выводят на орбиты спутники серии «Интеркосмос». Установленная на них научная аппаратура, методика проведения экспериментов, программа полета разрабатываются совместно учеными разных социалистических стран. Каждый полет дополняет полученные ранее результаты, сообщая новые сведения об объектах исследования. А их у спутников дружбы немало — Солнце и его космическое окружение, воз-

душная и магнитная оболочка Земли, полярные сияния и многое другое.

Запуском спутника «Интеркосмос-15» социалистические страны открыли новый этап в совместном освоении и использовании космоса. В отличие от всех предыдущих спутников, этот аппарат — автоматическая универсальная орбитальная станция, предназначенная для широких научных исследований. Станция отличается не только тем, что на ее борту могут быть установлены самые различные научные приборы, но и тем, что она впервые оборудована единой телеметрической системой для передачи научной информации непосредственно на приемные пункты стран — участниц международной программы.

Совместная работа в космосе дает важные практические результаты, она вырабатывает у исследователей разных стран необходимость трудиться сообща, порождает чувство взаимного уважения, служит наглядным образцом отношений, которые должны быть между народами.

«Союз» — «Аполлон»: рукопожатие на орбите

Экипаж космического корабля может попасть в трудное положение. А чтобы оно не стало безвыходным, космонавты разных стран должны не только быть готовыми немедленно прийти на помощь попавшим в беду коллегам, но и иметь для этого техническую возможность. Создать такие средства и решили две первые космические державы.

В Соглашении, заключенном нашей страной с Соединенными Штатами Америки в мае 1972 г., записано: «Стороны договорились о проведении работ по созданию совместных средств сближения и стыковки советских и американских пилотируе-

мых космических кораблей и станций с целью повышения безопасности полетов человека в космос и обеспечения возможности осуществления в дальнейшем совместных научных экспериментов».

Для первого полета выбрали корабли, совершившие уже много рейсов в космос. Космический корабль «Союз» провел на орбите не одну стыковку. «Союзы» встречались между собой, доставляли космонавтов на орбитальные научные станции «Салют». Не новички в космосе и американские корабли «Аполлон».

Опыт космических встреч пригодился советским и американским конструкторам. Но чтобы разработанные независимо друг от друга корабли смогли образовать на орбите единое целое, необходимо было во многом изменить их конструкцию. Прежде всего это касалось систем, обеспечивающих сближение и стыковку кораблей. Их нужно было сделать, как говорят специалисты, совместимыми. Хорошо пояснил этот термин летчик-космонавт СССР Н. Н. Рукавишников. «Если ключ открывает замок, — сказал он, — то это и означает, что они совместимы». Продолжая эту мысль, можно сказать еще, что в паре ключ-замок «активен» всегда ключ. Замок же лишь ждет, чтобы его открыли или закрыли. Точно так же и из двух космических кораблей, когда-либо участвовавших в стыковке, один всегда был активным, а другой — пассивным.

Для «Союза» и «Аполлона» стыковочные агрегаты решили сделать одинаковыми. Такое решение позволяет любому кораблю подходить к другому и стыковаться с ним.

На одной из пресс-конференций в Москве журналисты попросили американского директора проекта «Союз — Аполлон» рассказать, как устроены и как будут действовать новые стыковочные узлы. Ответ был краток и понятен без перевода. Доктор Ланни

развел в стороны руки с разведенными пальцами, а затем свел их воедино и сжал так, что пальцы одной руки плотно сцепились с пальцами другой. И действительно, новые стыковочные узлы «Союза» и «Аполлона» похожи друг на друга, как две ладони одного человека.

Стыковка. А достаточно ли только стыковки для пересадки космонавтов и астронавтов из корабля в корабль? Чтобы ответить на этот вопрос, придется вспомнить о ...водолазах. Почему они так медленно и осторожно поднимаются с больших глубин? Да потому, что при резком понижении давления, а под водой оно всегда выше, чем на поверхности, из крови начинают выделяться пузырьки растворенного в ней азота. Газовые пробочки закупоривают кровеносные сосуды, а это вызывает сильные боли в мышцах и сосудах.

То же самое ожидало бы и членов экипажей при переходе из советского корабля в американский. Дело в том, что атмосфера «Союза» практически не отличается от обычной земной — то же давление и тот же состав. В отсеках же «Аполлона» давление примерно в три раза ниже, и заполняются они чистым кислородом.

Проще всего было бы выбрать для обоих космических кораблей единую атмосферу. Но это повлекло бы за собой значительные переделки в системах и конструкции по крайней мере одного из кораблей. Поэтому решили пойти на компромисс. Чтобы избежать расстройств от смены давления во время совместных операций, давление в «Союзе» несколько снижать, а в «Аполлоне» — повышать. А чтобы разные по составу атмосферы не смешивались между собой, соединять корабли через специальный шлюз — так называемый стыковочный модуль. Космонавты или астронавты, войдя в этот отсек, должны были

Космические корабли
«Союз» — «Аполлон»
в совместном полете.



плотно закрывать за собой люки, отделяющие их от своего космического дома, и создавать в шлюзе атмосферу принимающего космического корабля. После этого уже можно было смело идти в гости.

Чтобы хорошо понимать друг друга, гости и хозяева должны говорить на одном языке. Выбрали вариант, одинаково устраивающий обе стороны. Американские астронавты должны были обращаться

к советским коллегам на русском, а ответы получать на английском. И пусть Алексею Леонову и Валерию Кубасову не очень хорошо давалось английское произношение, а Томасу Стаффорду, Вэнсу Бранду и Дональду Слейтону — трудные русские слова, космонавты и астронавты вскоре смогли отлично понимать друг друга.

Подготовка к совместному полету завершилась в Президиуме Академии наук СССР подписанием акта «О готовности сторон к предстоящему космическому полету кораблей «Союз» и «Аполлон» и об итогах подготовительных работ по проекту».

15 июля 1975 г. в 15 часов 20 минут по московскому времени с космодрома Байконур стартовал в космос советский корабль «Союз». Через семь с половиной часов с мыса Канаверал за ним последовал американский корабль «Аполлон». Двое суток космические корабли летали отдельно, а затем встретились на орбите.

Расскажем о некоторых совместных экспериментах, проведенных на орбите космонавтами и астронавтами.

Многие расплавленные вещества, остывая, переходят в кристаллическое состояние. По мере охлаждения замедляется и упорядочивается хаотичное движение атомов огненной жидкости. Постепенно каждый атом находит отведенное ему место и застывает там, образуя вместе с мириадами своих собратьев стройную архитектуру кристаллической решетки.

Силы, под действием которых протекает этот процесс, разнообразны. И одна из главных среди них — сила тяжести. А как будет идти кристаллизация в ее отсутствие? Хорошо, если вещество однородно. А представьте себе, что нужно получить сплав двух разных металлов, один из которых легче другого и плавится при более низкой температуре. Тогда при нагревании первый металл расплавится раньше, а

Схема полета кораблей
«Союз» — «Аполлон».



второй металл, еще не успев превратиться в жидкость, осядет на дно. Среди различных материалов таких пар сколько угодно. А ведь многие их сочетания могли бы обладать уникальными механическими, электрическими и другими нужными свойствами.

Возьмем, к примеру, полупроводники. При их производстве в основной материал специально добавляют небольшие количества примесей. Скажем, к германию «присаживают» кремний.

Многие не раз видели на экранах телевизоров

передачи из космоса. И наверное, больше всего их поражал вид людей и предметов, потерявших вес. Теперь вы можете хорошо представить себе, с каким чувством смотрят эти передачи металлурги и технологи — создатели новых сложных материалов. Поработать бы там! И вот такая возможность им представилась.

Американский космический корабль «Аполлон» доставил на орбиту небольшую нагревательную печь. Советские космонавты захватили с собой в космос капсулы с образцами различных металлов. В каждой капсуле воспроизвели модель одного из процессов, которые так трудно даются заводским технологам или которые совсем невозможно провести на Земле. В одной из капсул был обогащенный кремнием германий, а в другой — легкий алюминий, начиненный тяжелыми шариками из вольфрама, в третьей — алюминиевый порошок.

Последний эксперимент больше других заинтересовал работников заводов, производящих шарикоподшипники. Известно, что в невесомости капли жидкости принимают шарообразную форму. Капли расплавленного металла тоже должны превращаться в космосе в идеально круглые шарики. Проверить это и должен был опыт с третьей капсулой.

Эксперименты с плавильной печью предложили американские ученые, а их советские коллеги разработали программу исследований. И проводили их два экипажа — советский и американский.

Затмение по заказу. Солнечную корону можно увидеть лишь во время полных солнечных затмений. А это явление довольно редкое. Достаточно сказать, что общее время наблюдений короны за весь наш XX в. составляет менее 6 часов. Во время затмения Солнце, Луна и Земля должны занять друг относительно друга совершенно определенное положение.

А такое, по законам небесной механики, случается не часто. Но ведь человек уже около 20 лет регулярно посылает в космос рукотворные планеты и луны. Нельзя ли с их помощью самим устроить солнечное затмение? В наше время создание искусственного солнечного затмения стало вполне реальным.

Солнечные затмения происходят, когда Луна, оказавшись между Солнцем и Землей, закрывает видимый диск светила. Искусственные луны слишком малы, чтобы заслонить собой Солнце. Однако все мы знаем, как по мере приближения к рассматриваемому предмету увеличиваются его размеры. Значит, выход есть? Приблизить наблюдателя к искусственной луне. Сделать это может космический корабль.

Так в научной программе предстоящего полета «Союза» и «Аполлона» появился эксперимент, названный «Искусственное солнечное затмение».

На четвертые сутки совместного полета космонавты Леонов и Кубасов снова, уже в который раз, переменили профессию. В этот день они стали астрономами. Их «Союз» играл роль Земли, а «Аполлон» — Луны. Перед началом эксперимента связку из двух кораблей сориентировали вдоль прямой, направленной на Солнце. При этом ближе к Солнцу был «Аполлон». Затем корабли разделились, включили двигатели и стали расходиться. При этом американский корабль закрывал собой Солнце, затмевая его для обитателей «Союза».

В обращенной к «Аполлону» части «Союза» в центре люка стыковочного узла было круглое окошко — иллюминатор. В него во время эксперимента смотрел объектив фотокамеры. Управляемая программным механизмом, она автоматически с разными выдержками фотографировала солнечную корону.

Когда расстояние между кораблями превысило

200 м, а размеры искусственной луны — «Аполлона» оставались еще вдвое больше диаметра солнечного диска, корабли вновь начали сближаться для повторной стыковки. Затмение, впервые созданное человеком, длилось около пяти минут.

Не правда ли, просто? Не будем только забывать, что речь идет о групповом полете космических кораблей, несущихся над планетой со скоростью более 8 км в секунду. А в следующем эксперименте «Союзу» и «Аполлону» пришлось не просто расходиться и сближаться, но уже вместе выполнять фигуры высшего космического пилотажа.

На крыше Земли. Там, где летают многие искусственные спутники Земли, в том числе и пилотируемые, совсем еще не тот космос, который окружает планеты, Солнце, звезды. На этих высотах еще чувствуется присутствие Земли, там есть атмосфера. Конечно, это не тот плотный воздух, который поддерживает крылатые летательные аппараты. На орбитах, протянувшихся на высотах 200—250 км от поверхности Земли, от атмосферы остаются лишь редкие атомы и молекулы. Однако они все же тормозят стремительное движение искусственных лун, первыми встречают солнечные и космические излучения, угрожающие гибелью всему живому. Вот почему важно знать состав и свойства верхней атмосферы Земли. Ее изучают автоматические спутники и орбитальные лаборатории, свой вклад в эти исследования внесли и экипажи «Союза» и «Аполлона».

Атомы кислорода и азота, пожалуй, наиболее трудно уловимые из всех частиц, составляющих наружный слой воздушной оболочки нашей планеты. Дело в том, что они не любят одиночества. Быстро объединяются с себе подобными, и вот перед нами уже не атомы, а молекулы. А не зная количества свободных атомов этих элементов, трудно от-

ветить на многие неясные вопросы физики верхних слоев атмосферы.

«Союз» и «Аполлон» измерили концентрацию этих невидимых частиц на высоте полета. И сделали это с помощью невидимого же света. На американском корабле был установлен источник ультрафиолетовых лучей, а на советском — их отражатель. Во время эксперимента корабли летели одни над другим: «Союз» — вытянувшись вдоль орбиты, а «Аполлон» — над ним, как бы «стоя на голове». Расстояние между кораблями менялось при этом от нескольких сотен метров до километра.

Лучи, посланные источником, установленным на «Аполлоне», отразившись от смонтированных на «Союзе» специальных зеркал, возвращались к американскому кораблю. Каждый раз они дважды преодолевали пространство между кораблями и возвращались, запечатлев в себе следы встреченных на пути атомов.

Только что мы говорили об атмосфере как о защитнице жизни на Земле. Но, даже отгородившись плотным воздушным покрывалом, мы все равно остаемся зависимыми от космоса. Это влияние проявляется по-разному, и прежде всего в периодических колебаниях характера биологических процессов и явлений. Космонавты и астронавты помогли ученым разобраться в этом.

Ритмы жизни. Весна. Зазеленели посевы. Появились листочки и на поле, засеянном горохом. Пока светло, тянутся они вверх, к Солнцу, а ночью опускаются, как бы обессилив за день. И так каждые сутки, повинувшись вращению Земли.

Выкопаем один из ростков и вместе с землей перенесем куда-нибудь в темный чулан. Растение и там не изменит своей привычке. В полной темноте будет отмечать каждый полдень поднятыми листья-

ми, а полночь — опущенными. Это одно из ярких проявлений так называемого суточного ритма.

Помещенные в аквариум морские моллюски еще долго помнят регулярно наступающие приливы и отливы, в такт им открывают и закрывают створки своих раковин. Это лунный ритм. Он проявляется в жизни большинства растений и животных прибрежной морской зоны. Существуют и другие биологические ритмы — годовые, месячные, сезонные. Все живое на Земле подчиняется им, приобретает способность ориентироваться во времени.

А в космосе? Невесомость, перегрузки, космические лучи — не выведут ли они из строя таинственный механизм биологических часов? Не изменят ли их ход? Ответить на эти вопросы должен был лучистый грибок — микроорганизм, сочетающий в себе черты бактерий и грибов. Обычно обитающий в почве, он на этот раз получил космическую прописку на «Союзе» и «Аполлоне». Грибок этот неприхотлив и удобен для исследований. Его грибница образует на твердой питательной среде хорошо заметные кольца. За сутки — кольцо. Через несколько дней в плоской круглой чашке, где растет грибок, можно наблюдать картину, весьма напоминающую рисунок на срезе ствола дерева. Есть у грибка и другое достоинство, которое помогло ему получить путевку в космос. Он хорошо усваивает ритм чередования света и темноты, запоминает его и, если ничто не мешает, долго живет, подчиняясь ему.

Годичные кольца помогают ученым не только определять возраст деревьев, но и заглянуть в их прошлое. Скажем, в засушливые, жаркие годы рост растений замедляется, более тонкими выглядят и кольца, образовавшиеся в эти годы. Так и с грибком. Окружающие условия влияют на ритм его жизни и ход развития.

В ходе совместного полета космонавты и астро-

навты регулярно фотографировали свои чашки с культурой грибка, а после стыковки обменялись частью из них. Снимки не только рассказали о том, как жилось грибку в невесомости, на них были видны следы попаданий в грибницу космических частиц. Следовательно, эксперимент поможет объяснить и то, как влияют космические лучи на живые организмы. А не зная этого, трудно было бы разрабатывать средства защиты людей, которые когда-нибудь в будущем отправятся в длительные путешествия по межпланетным трассам.

Рассказ о первом совместном полете космических кораблей разных стран хочется закончить словами одного из участников — летчика-космонавта СССР Героя Советского Союза Алексея Леонова: «Надо надеяться, что техническая база, созданная советскими и американскими специалистами в ходе подготовки к нашему полету, тот климат дружбы, который характеризует отношения между всеми участниками программы «Союз» — «Аполлон», лягут в основу дальнейших крупных научных междупародных космических экспериментов, будут содействовать упрочению мира на Земле».

Человек осваивает Луну

Штурм Луны начался вскоре после запуска первого искусственного спутника Земли. В 1959 г. в сторону ночного светила стартовала советская автоматическая станция «Луна-1». Это был первый аппарат, который преодолел силы земного тяготения и со второй космической скоростью вырвался в космический простор. Пройдя на расстоянии 6 тыс. км от поверхности Луны, станция вышла из сферы действия Земли и стала первой искусственной планетой Солнечной системы.

Не прошло и года, как новая советская станция взяла курс на Луну. Она доставила на поверхность нашего вечного спутника вымпел с изображением Государственного герба СССР. Кроме этого, второй лунник положил начало научным исследованиям Луны средствами космонавтики. Так, он доказал, что у Луны нет заметного магнитного поля.

Меньше месяца прошло со времени полета второго лунника, а к Луне уже приближался третий. Это был космический фотограф. Автоматическая станция «Луна-3», облетев Луну, сфотографировала ее обратную сторону и впервые показала ее человеку.

Первые автоматические станции выводились на траекторию полета к Луне прямо с Земли. Коррекций траектории в полете не было. При этом нужно было с высокой точностью выдержать время старта и обеспечить скрупулезное выполнение программы всеми ступенями ракеты, чтобы к моменту выключения двигателей величина и направление скорости станции строго соответствовали расчетным. Малейшее отклонение значений этих величин от заданных могло привести к огромному промаху при полете к такой дальней цели, как Луна. Кроме того, при старте к Луне непосредственно с Земли приходилось выбирать не самые выгодные с точки зрения затрат топлива траектории полета.

Поэтому все последующие советские станции начинали полет к Луне по другой схеме. Вначале мощная ракета доставляла станцию вместе с разгонным ракетным блоком, проще говоря с меньшей космической ракетой, на орбиту искусственного спутника Земли; затем в нужное время происходил следующий старт, и станция переходила на траекторию полета к Луне. Если эта траектория отличалась от расчетной, на помощь приходил корректирующий двигатель. Успех первых полетов доказал реальность и своевременность постановки очередной



Схема полета
автоматической
межпланетной станции
«Луна-9»: 1 — старт;
2 — коррекция
траектории;
3 — посадка.

задачи — мягкой посадки на Луну. В следующих полетах отрабатывались методика, аппаратура и система управления мягкой посадки.

И вот наступило 3 февраля 1966 г. В этот день земной аппарат уже не просто достиг поверхности Луны, а мягко «прилунился» в Океане Бурь. Посадку совершила советская автоматическая станция «Луна-9».

Когда станцию отделяли от Луны несколько тысяч километров, она была сориентирована таким

образом, что сопло ее тормозной двигательной установки смотрело на центр Луны. На высоте около 75 км двигатель включился, и его огненные струи, направленные на лунную поверхность, смягчили падение станции.

«Луна-9» несла специальный посадочный аппарат — автоматическую лунную станцию. Во время торможения окружающая ее эластичная оболочка наполнилась газом и превратилась в большой упругий шар. Смягчив удар о поверхность, оболочка распалась на половины, освободив лунную станцию. Покачавшись на месте, как ванька-встанька, станция оказалась в устойчивом рабочем положении. Верхняя часть ее корпуса раскрылась, образовав четыре лепестка антенны. Распрямились штыревые антенны, и стало казаться, что на безжизненной серой поверхности распустился экзотический цветок.

Установленная на аппарате телевизионная камера приступила к съемке первой круговой панорамы лунного ландшафта. На следующий день этот пейзаж занял первые полосы газет всего мира. Люди впервые видели Луну так, как если бы сами побывали на ней.

«Луна-9» рассказала лишь об одном маленьком участке поверхности Луны. Чтобы иметь ясное представление о всей Луне, необходимо было длительно наблюдать ее с близкого расстояния. Это мог сделать только искусственный спутник Луны. Им впервые стала советская станция «Луна-10». Установленная на ней научная аппаратура провела широкие исследования Луны. Однако подробные сведения о лунных породах могли дать только прямые измерения специальными приборами.

Посадочный аппарат станции «Луна-13» совершил мягкую посадку в декабре 1966 г. Рядом с лепестками антенн две полутораметровых «руки» опустили на лунную поверхность грунтомер-пенетро-

**Автоматическая станция
«Луна-9».**

**Схема посадки станции
«Луна-9»:**

- 1 — отделение станции;**
- 2 — станция после**
прилунения;
- 3 — станция после**
сброса амортизатора;
- 4 — рабочее положение**
станции.



метр и радиационный плотномер. Пенетрометр определял твердость грунта. Маленький пороховой ракетный двигатель вдавливал в грунт с определенным усилием металлический конус. Ход конуса преобразовывался в электрическую величину и передавался на Землю по радиолинии.

Плотность грунта измерили с помощью радиоактивных материалов. В плотномере установили источник радиоактивного излучения и счетчики заряженных частиц. Часть излучения поглощал грунт, а другая часть после многократного рассеяния в нем возвращалась и регистрировалась счетчиками. Количество вернувшихся частиц зависело от плотности грунта.

Спустя несколько месяцев после «Луны-13» поверхность ночного светила была потревожена ковшом миниатюрного экскаватора, установленного на американском аппарате «Сервейер-3». Миниатюрный ковш не только рыл траншеи в лунном грунте, но и с определенным усилием разбивал комки, извлеченные им самим с небольшой глубины.

Полеты советских и американских автоматических станций к Луне продолжались. Автоматы рассказали о покрове Луны много важного и интересного. Мы узнали, что его складывают породы, похожие на слежавшийся песок. Мы перестали страшиться лунной пыли и обрели уверенность в достаточной прочности лунной поверхности для посадки тяжелых аппаратов. Не будет преувеличением сказать, что автоматы проложили дорогу человеку к Луне.

Первыми увидели Луну во время полета с близкого расстояния астронавты Ф. Борман, Д. Ловелл и У. Андерс. Это было в конце 1968 г. Затем последовал еще один испытательный полет к Луне с астронавтами Т. Стаффордом, Д. Янгом, Ю. Серняном. В июле 1969 г. с космодрома на мысе Канаверал стартовала ракета «Сатурн-5» с кораблем «Апол-

На Луне
американский
космонавт
Джеймс Ирвин
около лунного
электромобиля.



лон-11». На его борту находились Н. Армстронг, М. Коллинз и Э. Олдрин.

Корабль «Аполлон» состоял из трех частей: отсека экипажа, служебного отсека и лунной кабины. В этом космическом «поезде» «локомотивом» являлся служебный отсек. В нем имелся двигатель, выполнявший роль и ускорителя, и тормоза. Лунная кабина предназначалась для посадки астронавтов на Луну и возвращения их обратно на селеноцентрическую орбиту. «Восьмигранное основание поддер-

живается четырьмя веретенообразными стойками-ногами. На это основание поставлено сооружение, отдаленно напоминающее голову человека... Люк похож на рот человека, а треугольные иллюминаторы выглядят, как два глаза» — так описывала лунную кабину одна из американских газет.

После выхода на окололунную орбиту и маневров на ней кабина с астронавтами Н. Армстронгом и Э. Олдрином на борту отделилась от корабля и стала снижаться. «Аполлон-11», управляемый Коллинзом, продолжал свой полет вокруг Луны.

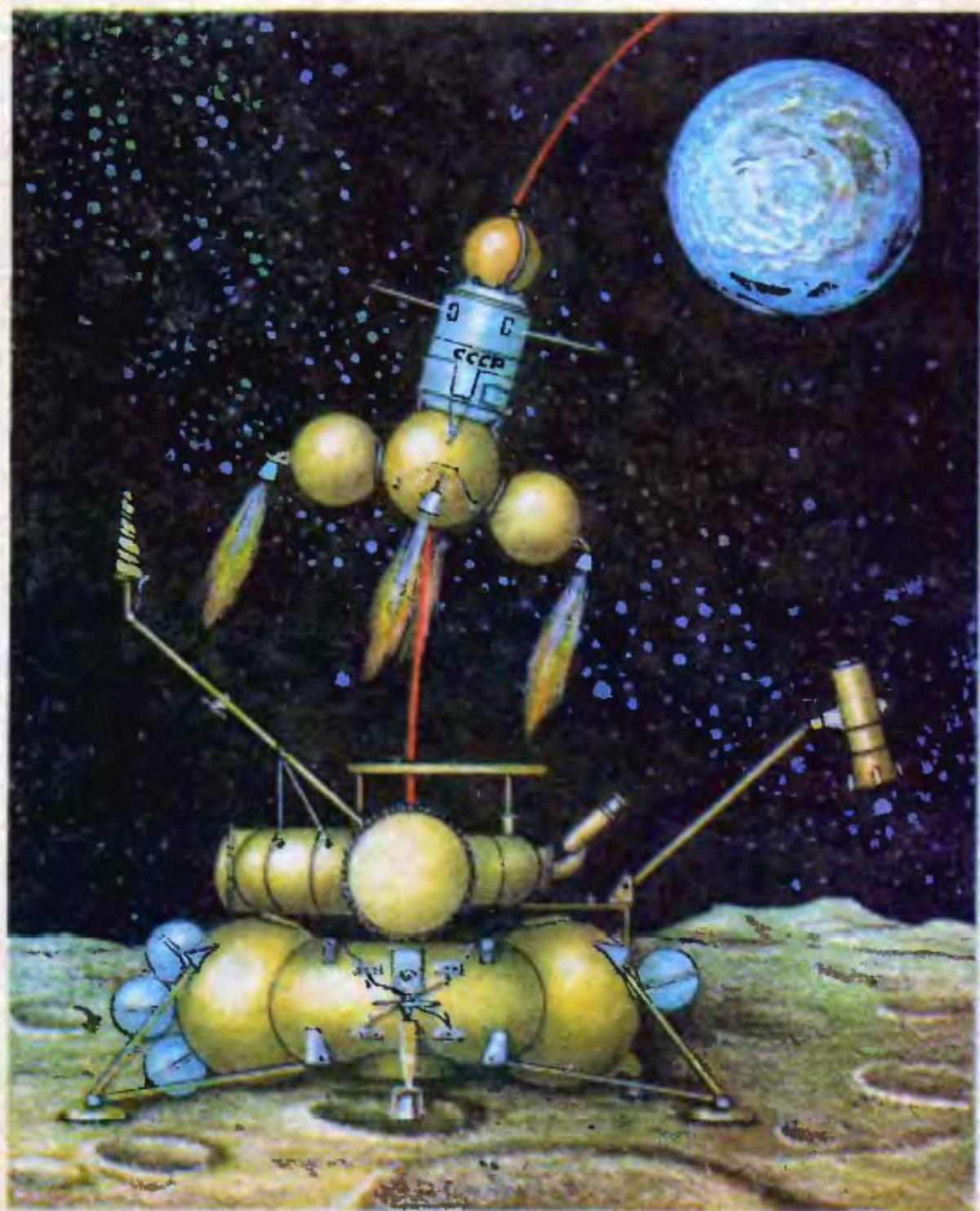
Благополучно спустившись на Луну, астронавты стали готовиться к выходу из кабины. 21 июля 1969 г. в 5 часов 56 минут на поверхность Луны ступил Нейл Армстронг. Затем к нему присоединился и Эдвин Олдрин. Экипаж установил на Луне научные приборы и собрал образцы грунта. Через несколько часов взлетная ступень лунной кабины оторвалась от ее посадочной части и вышла на орбиту вокруг Луны. После стыковки с кораблем и перехода в него астронавтов взлетная ступень отделилась и осталась в космосе. «Аполлон-11» покинул селеноцентрическую орбиту и отправился к Земле. 24 июля спускаемый аппарат корабля успешно приводнился в водах Тихого океана. Так закончился первый рейс человека на Луну.

По пути, проторенному первым экипажем лунопроходцев, отправился «Аполлон-12». Астронавты Ч. Конрад, Р. Гордон и А. Бин привезли с Луны еще одну порцию лунного грунта.

Рейс «Аполлона-13» напомнил всем, что космические дороги полны неожиданностей и опасностей. Авария на корабле заставила руководителей полета изменить его маршрут. Вместо посадки на Луну экипаж совершил ее облет и, проявив мужество и выдержку, благополучно вернулся на Землю.

После этого экипажи еще четырех «Аполлонов»

Возвращаемый аппарат
станции «Луна-16»
стартует на Землю
с посадочной лунной
ступени.



побывали на Луне. Во время последних экспедиций исследователи путешествовали по лунной поверхности не только пешком, но и на специальном электро-мобиле. Американская программа исследования Луны с помощью пилотируемых кораблей была завершена рейсом «Аполлона-17».

В сентябре 1970 г. в полет отправилась советская автоматическая станция «Луна-16». Как и предыдущие лунники, она должна была мягко опуститься на поверхность нашего естественного спутника, а затем сделать то, чего до нее не делал ни один космический автомат, — вернуться обратно на Землю. Поэтому кроме посадочной ступени на станции имелась специальная ракета «Луна—Земля».

Внешне она напоминала уменьшенный в размерах космический корабль первых космонавтов «Восток». Возвращаемый аппарат и здесь и там имел шарообразную форму, только в одном размещалось кресло космонавта, а в другом — контейнер для лунного грунта. В обоих случаях в возвращаемый аппарат укладывались парашюты и пеленгационные передатчики для облегчения поиска аппарата. Как у «Востока», так и в ракете «Луна—Земля» за приборным отсеком следовал двигательный. Стартовой площадкой для взлета ракеты «Луна—Земля» с Луны служила посадочная ступень.

Станция должна была привезти с Луны бесценный груз. Для этого ее оснастили грунтозаборным устройством.

Станция прилунилась в Море Изобилия. По команде с Земли раскрылся замок, удерживающий во время полета буровой механизм около возвращаемого аппарата, и электродвигатели опустили его на лунную поверхность. Полый бур, вращаясь, внедрился в породу и заполнился ею. Вновь штанга совершила сложные движения, но теперь в обратном порядке. И вот уже бур с грунтом вошел в контейнер возвра-

щаемого аппарата. Еще одна команда, и бур отделился от механизма и остался в контейнере.

Теперь — домой! Последняя проверка состояния ракеты, и в точно назначенное время — старт. Ослепительная вспышка осветила посадочную ступень, навсегда оставшуюся на Луне. Набирая скорость, ракета «Луна—Земля» рванулась к Земле. После трех дней пути отделившийся от ракеты возвращаемый аппарат вошел в атмосферу Земли.

Лунный грунт на Земле! Но то, что еще недавно казалось чудом, теперь не удовлетворяло ученых. Выяснив, из каких пород состоит «морская» поверхность, они захотели узнать, из чего сложены лунные материки. И очередной космический геолог — автоматическая станция «Луна-20» отправилась в лунные горы. Несмотря на сложные условия посадки, полет был успешным. Вскоре ученые смогли положить под микроскоп частички лунного материка. Не прошло и пяти лет, как в земные лаборатории прибыла еще одна порция лунного грунта, на этот раз с «прибрежья» Моря Кризисов. Эта проба имела особую ценность: станция «Луна-24» взяла породу не с поверхности Луны, а с глубины около 2 м.

Вездеходы самых немыслимых конструкций давно уже бороздили лунные «моря», переправлялись через трещины, ползли по крутым стенкам кратеров. Только Луна эта была на ...Земле. Создать на нашей планете жесткие лунные условия трудно. Но проектировщики испытательных лунных полигонов построили кратеры, трещины, нагромождения валунов и скалистые склоны.

Металлические гусеницы, пластмассовые шары, шнековые движители, напоминающие чудовищных червяков, неловко шагающие голенастые «ноги» — на чем только не передвигались лунные вездеходы. Не последнее место среди испытываемых движите-

лей занимало и старое простое колесо. Неожиданно именно оно оказалось самым надежным.

И вот колеса первого лунохода проложили трассы в Море Дождей. Его доставила сюда советская станция «Луна-17». При взгляде на «Луноход-1» поражало несоответствие: невысокие хрупкие с виду колеса несли на себе большой тяжелый бак — приборный контейнер. И только потом доходило до сознания — ведь там на Луне все весит в 6 раз меньше, чем на Земле.

Каждое колесо лунохода вращалось собственным электродвигателем и имело собственный тормоз. Почему электродвигатель? Да потому, что это единственный мотор, для которого на Луне есть «горючее». Его в неограниченных количествах поставляет Солнце. На внутренней стороне верхней крышки приборного контейнера крепились элементы солнечной батареи. Крышка могла подниматься на любой угол до горизонтального положения. Таким образом можно было регулировать силу тока, заряжающего химические источники электроэнергии.

Луноход мог не только двигаться вперед и назад, но и поворачиваться: колеса на одной стороне аппарата вращались, а на другой тормозились. Это обеспечивало высокую маневренность. Аппарат не лез, очертя голову, в любой кратер и не карабкался на недоступные скалы. При превышении допустимых углов наклона он автоматически останавливался.

Космический вакуум заставил сделать приборный контейнер герметичным, резкая смена температур — от 130-градусной жары лунным днем до 170-градусного мороза ночью — создать сложную систему терморегулирования. Лунным днем эта система отводила тепло от аппаратуры, размещенной внутри контейнера, ночью подогревала газ, заполняющий его.

Глаза лунохода — телевизионные камеры. Осмат-

Схема посадки станции
«Луна-21»:

1 — приближение
к поверхности
Луны;

2 — включение
тормозного двигателя;

3 — включение
двигателей мягкой
посадки;

4 — «Луноход-2»
покидает станцию.



равая дорогу, они все увиденное передавали своему экипажу. Рабочие места командира, штурмана, водителя и борт-инженера лунохода находились за сотни тысяч километров от их машины — у пультов Центра дальней космической связи. Отсюда экипаж по радио управлял аппаратом. Это было непросто. Ведь за время, которое радиосигнал шел к Луне и возвращался обратно ответ лунохода, он успевал пройти несколько метров.

Местность вокруг лунохода была бедна заметными ориентирами. И все же экипаж вел свою машину строго по намеченному маршруту. Так, после длительного передвижения по Морю Дождей аппарат вновь был выведен точно к месту посадки станции «Луна-17». И притом новой дорогой. Какие же приборы помогали штурману лунного транспорта вести машину?

На Луне магнитная стрелка компаса совершенно бесполезна: у Луны нет собственного магнитного поля. Зато на ее поверхности легко ориентироваться по звездам, Солнцу и... Земле. Ведь в лунном небе не бывает облаков, затрудняющих наземные наблюдения светил. Для астрономической навигации на «Луноходе-1» использовались две телевизионные камеры — астрономические телефотометры. С их помощью аппарат видел Солнце и Землю. Переданные в Центр дальней космической связи изображения этих самых крупных на лунном небе светил помогали штурману определить местонахождение и направление движения лунохода.

Угол поворота самоходной тележки определялся с помощью курсового гироскопа. При повороте лунохода ось гироскопа оставалась в исходном положении, тогда как корпус, в котором был установлен прибор, перемещался относительно нее.

Путь, проделанный самоходной лабораторией, подсчитывался по количеству оборотов колес, на

каждом из которых были установлены специальные датчики. Если на каком-нибудь участке трассы машина буксовала, в расчеты вносилась поправка. Она определялась оборотами свободно катящегося, не буксующего девятого колеса. О наклонах экипажу сообщал еще один гироскопический датчик — так называемая **гировертикаль**.

У лунного путешественника было много разных специальностей. Он передал на Землю десятки панорам окружающей местности. Приборы, установленные на его корпусе, систематически определяли прочность, плотность и химический состав лунных пород. Покрытая радиоактивными изотопами пластина облучала грунт рядом с луноходом, и каждый химический элемент откликался на облучение собственным «голосом».

На луноходе был установлен **лазерный светотражатель**. По времени распространения лазерного луча, посланного с Земли и отраженного обратно, точно измеряли расстояние от Земли до Луны.

Занимался луноход и астрофизикой. Прямо в зенит были направлены датчики установленного на нем рентгеновского телескопа.

Почти год длилась лунная экспедиция первой автоматической самоходной лаборатории. За это время ученые узнали о Луне много нового, а конструкторы лунохода накопили богатый опыт эксплуатации первого образца инопланетного транспорта. Как инженеры использовали результаты этих испытаний, стало ясно, когда в начале 1972 г. в Море Ясности сделал первые шаги «Луноход-2», доставленный на Луну станцией «Луна-21».

Новый луноход стал лучше видеть. Конструкторы увеличили обзор, подняв повыше одну из телевизионных камер. И кадры на экране водителя стали сменяться чаще. Движение стало нагляднее, осязательнее, словно водителя и лежащую в 400 тыс. км от

него «дорогу» разделяло лишь стекло в окошке телевизора. Новый луноход пошел быстрее. Он разворачивался на ходу, свободнее выполнял команды.

В отличие от своего предшественника «Луноход-2» не только исследовал морскую поверхность, но и вышел к лунным горам. Изменения и усовершенствования, внесенные в научное оборудование лунохода, также значительно расширили его возможности.

Конечно, мы еще далеко не все знаем о естественном спутнике Земли. Но как за великими географическими открытиями всегда следовали заселение и освоение новых земель, так и исследования Луны неизбежно приведут к использованию ее богатств на благо людей.

Марс принимает гостей

Совсем недавно все наши представления о планете Марс основывались на астрономических наблюдениях. Но вот на помощь астрономам пришла космическая техника.

Первой в сторону Марса отправилась советская станция «Марс-1». Этот аппарат в 1962 г. поставил рекорд дальности космической радиосвязи, но цели не достигнул.

В конце 60-х гг. американские аппараты «Маринер-4», «Маринер-6 и 7», пролетая мимо Марса, сфотографировали его с близкого расстояния. Однако рядом с планетой аппараты находились слишком недолго. Поэтому и сообщения их были не слишком подробными.

Как убедительно показал к тому времени пример Земли, «глобальные» исследования планет более удобно проводить с орбит их искусственных спутников. Появились они и у Марса. В 1971 г. на орбиты

вокруг планеты вышли американский аппарат «Маринер-9» и советские автоматические станции «Марс-2 и 3».

При подлете к планете от станции «Марс-2» была отделена капсула, доставившая на поверхность Марса вымпел с изображением Герба Советского Союза. Сама станция перешла на орбиту искусственного спутника. За этой последней фразой скрыт целый каскад сложнейших операций, выполненных автоматом в сотнях миллионов километров от Земли. Давайте вернемся в то время и на примере «Марса-3» попробуем восстановить последовательность прошедших событий.

Когда планету и станцию разделяло всего 70 тыс. км, началась последняя коррекция траектории. При этом все операции космический аппарат, как и до него «Марс-2», выполнял самостоятельно, без «подсказок» с Земли. Чтобы поддерживать связь, установленная на нем чаша передающей антенны должна была быть направленной на Землю. Ориентирами станций служили Солнце и звезда Канопус. Реактивные микродвигатели развернули аппарат таким образом, что светила попали каждое в свой датчик. Теперь антенна смотрела точно на Землю. Найденное положение станции сохранялось с помощью микродвигателей стабилизации.

Теперь навигационная система должна была определить расстояние до Марса и направление на центр диска планеты. Определить расстояние до удаленного предмета нетрудно, если знаешь его истинные размеры. Диаметр Марса давно известен. Когда станция была еще далеко, планета казалась ее «глазам» небольшим круглым пятном. По мере приближения к Марсу оно росло, и вскоре серебристый диск занял все поле зрения специального оптического прибора. Это означало, что до Марса оставалось заданное расстояние. «Органы чувств» станции передали

полученную информацию ее «мозгу» — бортовой вычислительной машине.

Начались расчеты. После коррекции станция должна была выйти на траекторию, проходящую в 1500 км от поверхности планеты. Учитывая это, машина определила, куда должно быть направлено сопло двигательной установки, и отдала микродвигателям ориентации приказ соответствующим образом развернуть станцию. Одновременно ее мозг скомандовал программно-временному устройству, когда и на сколько времени оно должно включить главный двигатель. В назначенный момент струя газов, вырвавшаяся из сопла, передвинула станцию на новую траекторию. Солнце и Канопус подсказали ей, как повернуться, чтобы антенна вновь обратилась к Земле.

Сеанс коррекции длился более часа. Все это время связь со станцией была прервана. Земля не сразу услышала ее сигналы и после того, как заработал передатчик: целых 8 минут требовалось радиосигналу, чтобы долететь от Марса до приемных антенн Центра дальней космической связи. Именно поэтому управление станцией на заключительном этапе межпланетного полета было передано в ее «собственные руки».

Сразу после коррекции траектории от «Марса-3» отделился спускаемый аппарат. Некоторое время он и станция летели рядом. Затем двигатель аппарата перевел его на траекторию встречи с планетой. Через четыре с половиной часа конический щит, укрывающий спускаемый аппарат спереди, коснулся газовой оболочки планеты.

Атмосфера Марса очень разрежена, а в верхних слоях плотность ее совсем незначительна. Поэтому, несмотря на огромную скорость движения, аппарат какое-то время не испытывал сопротивления. Однако по мере снижения аппарата атмосфера становилась плотнее, а ее напор на защитный конус — сильнее.

Вскоре сопротивление атмосферы замедлило скорость снижения, и перегрузки начали уменьшаться. По команде датчика перегрузок пороховой реактивный двигатель извлек вытяжной парашют. Маленький купол потянул за собой большой. Скорость снижения упала, но все еще превышала скорость звука. Сделав свое дело, вытяжной парашют отделился от основного, и маленький реактивный двигатель увел его в сторону. Основной парашют раскрылся не сразу. Это спасло его от разрыва встречным напором марсианского «воздуха».

Движение аппарата еще более замедлилось, и программно-временной механизм разрешил основному парашюту раскрыться полностью. Отделился и упал вниз защитный конус, а на аппарате раскрылись антенны радиовысотомера системы мягкой посадки.

Поверхность планеты приближалась. Когда до нее осталось не более 30 м, еще один реактивный двигатель увел в сторону основной парашют, чтобы его огромное полотнище не накрыло собой аппарат.

Тем временем программно-временной механизм включил двигатели мягкой посадки. Последнее торможение. Проработав заданное время, двигатель отлетел в сторону. Еще мгновение — и аппарат коснулся поверхности Марса. Программно-временной механизм продолжал работать. По его команде космический аппарат впервые в истории человечества послал сигнал с «красной планеты».

Создатели межпланетной станции знали, что на Марсе случаются пыльные бури, и постарались защитить от них аппарат. Но предугадать заранее, что в сентябре на планете разразится шторм небывалой силы, который на много месяцев затянет пыльной пеленой весь Марс, они, естественно, не могли. Марс словно вспомнил о воинственном божестве, подарившем ему свое имя. Скорость ветра у поверхности до-

стигала ураганной. Может быть, поэтому передача с Марса прервалась так скоро.

А где же находилась в это время межпланетная станция «Марс-3»? Избавившись от своего пассажира — спускаемого аппарата, она приближалась к Марсу. Однако путь ее лежал в стороне от планеты.

Началась подготовка к торможению. Снова вычислительная машина развернула станцию и в нужное время включила двигатель. Плавню обогнув планету, «Марс-3» стал ее новым спутником.

Когда станция пролетала над местом посадки своего спускаемого аппарата, она услышала его «голос». Он был слишком слаб, чтобы преодолеть огромное расстояние, разделяющее две планеты. Мощные передатчики станции «переправили» его на Землю.

Ученые наделили «Марс-2 и 3» многими исследовательскими профессиями. На спутниках были установлены различные научные приборы. Одни из них нарисовали тепловой портрет Марса — карту распределения температур на поверхности, другие уточнили состав и плотность его атмосферы, третьи подробно рассказали о рельефе планеты.

На спутниках были установлены разные фотокамеры. Одни из них снимали большие участки поверхности, другие делали детальные снимки. Станции фотографировали Марс с различных расстояний и через разные светофильтры. Пленка проявлялась на борту станций, а затем с помощью телевизионных камер полученное изображение передавалось на Землю.

Снимки заново открывали Марс. Изумление вызвали невиданные колоссальные вулканы (один из них — Никс Олимписка имеет высоту около 20 км и диаметр в основании порядка 500 км). Поражали чудовищные расщелины, рядом с которыми даже Каньон Колорадо казался царапиной, обширные гладкие, как стол, пустыни.

Но не это сильнее всего удивило планетологов. Их



Схема полета
автоматической
межпланетной станции
«Марс-5»:
1 — старт;
2—4 — коррекции
траектории;
5 — торможение для
вывода станции
на орбиту
искусственного
спутника Марса.

внимание приковали к себе странные длинные борозды, вьющиеся среди марсианских гор и холмов. Нет, рожденные обманом зрения знаменитые каналы были здесь ни при чем. Странные детали рельефа больше всего напоминали... русла высохших рек. Реки на Марсе?! На планете со столь редкой атмосферой, что на ней жидкая вода непременно должна вскипать и испаряться? Однако русла были, были и огромные овраги, мало отличающиеся по форме от земных.

Летом 1973 г. к Марсу направились сразу 4 советские станции. «Марс-4» и «Марс-5» достигли окрест-

ностей планеты уже в новом, 1974 году. Сначала «Марс-4» прошел в 2200 км от ее поверхности и передал на Землю фотографии, а через два дня «Марс-5» вышел на орбиту вокруг планеты.

«Марс-5» вновь определил количество водяного пара в атмосфере. На этот раз его оказалось побольше, чем показали первые спутники, но все равно слишком мало: для образования водоемов этой воды было явно недостаточно. Данные этих измерений не внесли ясности в проблему марсианских рек. Наступила пора гипотез. Одна из них, крайне невероятная с первого взгляда, стала особенно популярной. Ее приверженцы доказывали, что климат на Марсе может меняться регулярно через каждые несколько миллионов или даже сотен тысяч лет. По мнению авторов гипотезы, Марс как бы качается на качелях эволюции. Поэтому сравнительно недавно он мог и иметь воду на поверхности, и обладать атмосферой, близкой по плотности к земной. Потом вследствие изменения климата атмосфера была заморожена и предстала перед нами в виде полярных шапок.

«Марс-5» проработал на орбите уже месяц, когда к планете подошел следующий посланец Земли. Спускаемый аппарат станции «Марс-6» мягко опустился на поверхность Марса. Перед этим он, снижаясь на парашюте, впервые исследовал изнутри атмосферу планеты. Американские специалисты заявили: «Советский Союз, обеспечив мягкую посадку на Марс, сделал то, что США смогут сделать не ранее 1976 г.». И вот названный срок наступил. На Марсе оказалось два американских аппарата под одноименным названием «Викинг».

В свое время «Маринер-9» передал на Землю фотографии поверхности Марса. На них нашли, казалось бы, удобную площадку для посадки первого из двух аппаратов. Но когда его телеглаз обследовал выбранный район, в поле зрения попали кратеры,

трещины в лаве, нагромождения скал. Еще меньше доверия внушали «промоины и острова» — следы исчезнувших водных потоков. С посадкой решили повременить. Ее пришлось откладывать и еще раз: найти на «планете» «аэродром» оказалось не так просто. Помогли астрономы. Ощупав Марс лучом радиотелескопа, они обнаружили на краю равнины Хризе подходящую ровную площадку. Сюда и прибыл посадочный блок первого «Викинга». Его сообщения об этом ждали почти 20 минут — столько времени преодолевали радиоволны 340 млн. км, разделявших тогда Марс и Землю.

Облачное покрывало Венеры, кольца Сатурна, Красное пятно Юпитера — признаки, позволяющие без труда узнать эти планеты Солнечной системы. Марс отличается от своих космических соседей цветом. Однако вряд ли кто ожидал, что планета окажется такой красной, но вот снимок, весь залитый алым. Словно глядишь на эту слегка всхолмленную, густо усеянную камнями равнину сквозь прозрачный красный осколок. Над красной пустыней — нежно-розовое светящееся книзу небо. Утих ветер, оставив за каждым камнем гладкий барханчик розовой пыли, оголив рыжеватые пятна плоской скалы. Закатным земным покоем веет от этого безумно далекого, неведомого мира. И, как на Земле по утрам, застилает горизонт легкая туманная дымка.

Автоматическая рука выдвинулась из аппарата и зачерпнула горсть оранжево-красных, словно покрытых окалиной, камней. След ковша еще раз заставил вспомнить Луну: как и там, края канавки получились острыми, а стенки не осыпались и остались вертикальными, как в мокром песке.

В грунте планеты оказалось много железа — около 15%. Кроме него рентгеновский спектрометр «Викинга» обнаружил немало кремния, кальция, фосфора, алюминия. Замечено было также присут-

ствие рубидия, стронция, циркония, калия... Вслед за Венерой Марс предоставил еще одно доказательство родства планет земной группы: большая часть камней оказалась осколками базальтовой лавы. Значит, и здесь, как на Земле и Луне, поработали когда-то вулканы.

Но главным в программе исследований на поверхности Марса были поиски жизни.

Земные микроорганизмы, поглощая в процессе жизнедеятельности питательные вещества, выделяют различные газы. Логично было предположить, что и неведомые марсианские бактерии поступают так же. Гипотетическим инопланетянам предложили пищу, приправленную особыми «специями», — питательный раствор, содержащий меченые атомы углерода. Если марсианские бактерии действительно усваивали углерод подобно земным, его радиоактивный изотоп должен был встретиться в выделяемых ими газах.

Первые вести с Марса обрадовали и в то же время озадачили. Счетчик прибора щелкал там куда чаще, чем в земной лаборатории, где в контрольном эксперименте «работали» реальные микроорганизмы. По словам одного из руководителей биологической программы, полученную с Марса информацию можно было толковать как наличие жизни. Но сначала нужно было исключить все другие объяснения, которых могло быть очень и очень много.

Еще больше волнений вызвали показания второго прибора для исследования газообмена предполагаемых организмов с окружающей средой. Грунт, находящийся в атмосфере планеты, смачивали питательным бульоном и подогревали. Периодически из камеры отбирались пробы «воздуха» для анализа. Очень скоро (всего через двое суток вместо расчетных двенадцати) было зарегистрировано выделение кислорода, в 15—20 раз превышавшее ожидаемое. Научный

руководитель программы «Викинг» не скрывал растерянности. «С нашей стороны было бы просто не серьезно говорить, что мы знаем, что означают эти данные».

Действительно, реакция сухого грунта с жидкостью могла проходить довольно бурно. Однако заманчиво было предположить и биологические причины. За догадками, подчас довольно рискованными, дело не стало: «Учитывая суровые условия на Марсе (температура в месте посадки меняется от минус 85° до минус 30°), не исключено, что живые организмы находятся там в состоянии «спячки» и им нужны соответствующие условия для возвращения к жизни. Обильное количество воды и питательных веществ было бы настоящим пиршеством для этих микроорганизмов».

Выделение газов в обоих приборах длилось дольше, чем обычно при химических реакциях, но меньше, чем в биологических процессах. «Мы находимся где-то посредине», — констатировал один из ученых.

На Земле клетки, содержащие хлорофилл, образуют под действием солнечных лучей органические вещества из углекислого газа и воды. Не так ли использует энергию светила и марсианская жизнь? В марсианский воздух, заполнивший сосуд с грунтом, добавили немного радиоактивного изотопа углерода. Чтобы микробы, если они есть, чувствовали себя, как дома, над ними зажгли лампочку, имитирующую характерный для Марса солнечный свет. Инкубация продолжалась несколько суток. Клеткам давали возможность как следует усвоить меченый углерод. Потом камеру очистили от газов, а грунт нагрели до 600° . При этом из него должны были улетучиться образованные в процессе фотосинтеза органические вещества, а счетчик радиоактивных частиц — подсчитать в газе количество меченых атомов. Ход этого эксперимента тоже вызвал у ученых опре-

деленное замешательство. Зарегистрированный в нем уровень радиоактивности в 6 раз превысил тот, который наблюдался бы в случае отсутствия в грунте микроорганизмов. Однако постановщик эксперимента констатировал: «Мы не обнаружили жизни на Марсе, так как для объяснения использования углерода чем-то, содержащимся в пробах почвы, можно найти целый ряд объяснений».

Окончательно отнести это «что-то» к живой или мертвой природе должны были помочь контрольные опыты. В приборах, предназначенных для обнаружения обмена веществ и фотосинтеза, поместили новые порции грунта и простерилизовали их длительным нагреванием. При этом микроорганизмы, если они имелись, должны были погибнуть. Естественно, не могли теперь появиться и продукты их жизнедеятельности.

Все произошло почти так, как ожидали биологи. «Если бы мы наблюдали эти результаты в какой-нибудь лаборатории, — заметил один из исследователей, — мы сделали бы вывод, что получен слабый, но бесспорно биологический сигнал». Но тут же добавил, что «поскольку сигнал приходит с Марса, нужно проявлять осторожность». Другой исследователь добавил: «В результате контрольного эксперимента мнение о биогенной природе углекислого газа получило равные права с мнением о его химической природе. Однако до категорического ответа далеко...»

Земные формы жизни — клетки и примитивные организмы состоят из веществ, построенных на основе углерода. Их поиск тоже был одной из задач, поставленных перед автоматическими биологическими лабораториями. «Если бы жизнь состояла из слов и предложений, то эксперимент, который начинает мини-лаборатория «Викинга», представляет собой поиски отдельных букв. Органический анализ марсианской почвы может выявить «буквы», т. е. орга-

нические молекулы, свидетельствующие о наличии жизни на красной планете в прошлом или теперь», — писали американские газеты.

Поиски признаков внеземной жизни на молекулярном уровне ведутся уже давно. Следы органического вещества не раз обнаруживали в составе метеоритов; даже среди межзвездных молекул встречаются сложные соединения углерода. На Марсе органическое вещество могло появиться в результате химических процессов, его могли занести туда метеориты, наконец, без него не могла обойтись ни давно угасшая, ни существующая жизнь.

Скажем сразу — органических веществ на Марсе не нашли. Этот результат обескуражил биологов. Но они все же не теряли надежды и ждали посадки второго «Викинга». Он «примарсился» в нескольких тысячах километров от первого, на противоположной стороне планеты.

С орбиты спутника область Утопия сильно отличалась от места посадки первого аппарата. Но, ко всеобщему удивлению, очутившемуся там второму посадочному блоку открылась знакомая картина. Такая же, как на первых снимках, безжизненная красная равнина, то же обилие камней, та же розовая пыль и над всем этим то же алое небо. Положи рядом два снимка — «старый» и только что полученный с Марса, и не каждый отличил бы их друг от друга. Но еще более разительным оказалось сходство показаний научных приборов.

Так что же все-таки — есть ли жизнь на Марсе? Руководители программы «Викинг» на этот вопрос дали такой ответ: «Мы не знаем, есть ли жизнь на Марсе, но считаем, что у нас нет никаких доказательств, заставляющих исключить такую возможность». Известный астробиолог профессор К. Саган высказался более определенно: «Самые великие формы жизни могут быть так необычны и причудливы

и по форме, и по химическому составу, и по поведению, что их невозможно идентифицировать как жизнь. Опыты на «Викинге» могут проходить отрицательно, а в это время марсианские организмы, может быть, уже с наслаждением обглаживают циркониевую краску с аппаратов, высадившихся на Марсе».

Зато оснований для гипотез «Викинги» добыли предостаточно. Тот же К. Саган, например, не исключает возможности на Марсе изолированных оазисов жизни. Большое количество воды, обнаруженное на планете (измерения одного из спутников показали, что северная полярная шапка Марса действительно покрыта почти километровым слоем обычного льда, а не углекислоты, как считалось раньше) говорит в пользу этого предположения.

Известный советский планетолог профессор В. И. Мороз писал: «Гвоздем научной программы «Викинг» являлись три биологических эксперимента, которые должны были ответить на коронный вопрос: есть ли жизнь на Марсе,— однако результат экспериментов поставил в тупик экспериментаторов. Эти эксперименты не могут рассматриваться, как положительный или отрицательный ответ». Но, отдавая должное американским исследователям, советский ученый высоко оценил полученные ими новые важные данные о состоянии атмосферы, о механических характеристиках грунта, вертикальной структуре атмосферы, геологических характеристиках районов Марса.

Станция назначения — Венера

История научного исследования Венеры начинается с двух великих имен — Галилея и Ломоносова. Галилей в 1610 г. впервые обнаружил фазы планеты,

Ломоносов в 1761 г. доказал наличие у нее атмосферы. Почти два столетия после открытия Ломоносова знания о Венере пополнялись очень медленно. И вот наступил XX в. — век научно-технической революции.

Радиоволны, посланные к Венере и отраженные ею обратно на Землю, помогли определить направление вращения планеты и продолжительность ее суток. Год на Венере состоит всего из двух суток, каждые из которых длятся 118 земных. Сезонных изменений на утренней звезде не происходит.

Исследование с Земли теплового излучения планеты позволило судить о температуре и химическом составе атмосферы выше слоя облаков, постоянно окутывающих Венеру. В ее атмосфере был найден углекислый газ, но исследователи полагали, что его концентрация невелика и что газовая оболочка планеты в основном состоит из азота. С помощью радиотелескопов исследовалось и собственное радиоизлучение Венеры. Выяснилось, что поверхность планеты сильно разогрета, но в оценке температур мнения существенно расходились. Открытым оставался и вопрос о давлении.

Прошло всего 4 года с начала космической эры, и в долгий путь к Венере отправилась советская автоматическая станция. В 1965 г. по ее следам были запущены уже два аппарата. Один из них — «Венера-3» — достиг планеты. Завершился первый в истории космонавтики межпланетный перелет.

Полученный опыт помог советским конструкторам и ученым уже через год провести уникальный эксперимент по зондированию атмосферы Венеры. Выполнила его станция «Венера-4». Ее спускаемый аппарат, войдя в атмосферу Венеры со второй космической скоростью, продолжал спуск на парашюте. После этого полета стало ясно, что плотная оболочка планеты почти полностью состоит из углекислого

газа. Впервые были проведены прямые измерения температуры, давления и плотности атмосферы.

В 1969 г. сразу две автоматические станции — «Венера-5 и 6» провели глубокое зондирование атмосферы в разных районах планеты. Кроме углекислого газа были обнаружены незначительные количества азота, водяного пара и кислорода. Станции закончили измерения на высоте около 20 км от поверхности. Собранные ими данные согласовывались с данными «Венеры-4» и американского аппарата «Маринер-5», который, пролетая мимо, исследовал атмосферу методом радиопросвечивания. Когда аппарат заходил за планету, характеристики радиоволн, посылаемых на Землю его радиопередатчиком, существенно изменялись. Это происходило за счет того, что при таком взаимном расположении планеты и «Маринера» его сигналы проходили через газы атмосферы.

Но поверхность Венеры все еще оставалась недосыгаемой. Так было до 15 декабря 1970 г. В этот день на неведомую твердь опустился спускаемый аппарат советской станции «Венера-7».

Как и предыдущие станции этого типа, «Венера-7» состояла из двух основных частей — орбитального отсека и спускаемого аппарата. Орбитальный отсек — большой металлический цилиндр, внутри которого размещались приборы, управляющие полетом станции, радиоприемники, передатчики и другое оборудование. Для связи с Землей на корпусе станции раскрывался большой «зонтик» остронаправленной антенны.

На орбитальном отсеке имелась корректирующая двигательная установка. Благодаря ее работе станция была выведена точно к цели. К отсеку крепился и спускаемый аппарат.

Аппаратура станции питалась электроэнергией от аккумуляторов, тоже установленных в орбиталь-



ном отсеке. Запасы энергии пополнялись солнечными батареями.

В течение почти всего полета станция была ориентирована на Солнце. Оптические датчики держали в поле своего зрения Солнце и Землю или Солнце и специально выбранную звезду. По командам датчиков автоматические устройства системы ориентации включали и выключали газореактивные микродвигатели.

Главная задача орбитального отсека — доставка спускаемого аппарата к планете. В предыдущих по-

летах эта задача выполнялась неукоснительно. Поэтому основное внимание новой станции конструкторы уделили спускаемому аппарату. По форме он напоминал огромное яйцо. Если бы мы могли разрезать его, то увидели бы внутри «желток» — шарообразный герметичный приборный отсек. Выше этого отсека размещался другой — парашютный. В нем же была установлена и антенна.

При столкновении аппарата с атмосферой резко возросли перегрузки, вес каждой гайки, каждого прибора превысил земной в 300—350 раз. Перед аппаратом возникла так называемая ударная волна. Между нею и корпусом температура почти мгновенно повысилась до 11 тыс. градусов. Но толстый слой теплозащитного материала и система терморегулирования защитили аппарат. В приборном отсеке поддерживалась нормальная рабочая температура.

Атмосфера быстро затормозила движение. Вскоре над аппаратом раскрылся купол парашюта. Начался плавный спуск. Вот уже пройдена знакомая высота 20 км. Впереди была неизвестность. Температура продолжала расти: 400, 450 и, наконец, 475 градусов! И вновь 475, и через минуту та же цифра. Рост температуры прекратился, в то же время скорость аппарата относительно планеты, измеренная по изменению частоты бортового передатчика, стала равна нулю. Это могло означать лишь одно — аппарат на поверхности Венеры. Температура около 500 градусов, давление, близкое к 100 атмосферам. В такой печи размягчаются обычные стали, но сделанный из жаропрочных сплавов корпус аппарата выдержал жаркие объятия планеты.

До сих пор путь всех разведчиков Венеры заканчивался на ее ночной стороне. Спускаемому аппарату новой советской межпланетной станции «Венера-8» предстояло впервые совершить мягкую посадку на освещенную сторону Венеры. Однако этот

дневной «прыжок» спускаемого аппарата оказался значительно сложнее совершенной до этого посадки в темноту венерианской ночи.

Надежность радиосвязи между Землей и космическим аппаратом в первую очередь определяется расстоянием между ними. Поэтому станция должна была достичь Венеры до того, как эта планета уйдет далеко от Земли. Так как орбита Венеры расположена ближе к Солнцу, чем орбита Земли, планеты максимально сближаются тогда, когда обе они находятся по одну сторону от Солнца. При этом обращенная к нам неосвещенная сторона Венеры не видна земному наблюдателю. Когда после наибольшего сближения планеты начинают расходиться, часть диска Венеры становится видимой с Земли в форме узкого освещенного серпа. В этот тонкий серп и должен был попасть спускаемый аппарат новой советской межпланетной станции.

Трудности посадки на освещенную сторону планеты этим не исчерпывались. Полет закончился слишком крутым спуском в атмосфере Венеры, аппарат мог не выдержать возникающих при этом перегрузок; при снижении же по очень пологой траектории он мог пролететь мимо планеты. Значит, аппарат должен был так подойти к планете, чтобы угол входа его в атмосферу был не больше и не меньше заданного. Вот почему район посадки, удобный со всех точек зрения, представлял собой лишь крохотный «пятачок» на и без того малой видимой с Земли освещенной части поверхности Венеры.

Трудно, очень трудно попасть в такую мишень. И тут космическим «стрелкам» — баллистикам на помощь приходит то, что кажется нам главным препятствием, — десятки миллионов километров, разделяющие «стрелков» и «мишень». Это огромное расстояние позволяет успеть по пути к цели скорректировать направление движения станции. Прав-

да, для проведения коррекции траектории необходимо точно знать, где будет находиться цель — планета, когда к ней приблизится посланец Земли. Астрономы определили положение Венеры в момент встречи с межпланетной станцией. И все же для ювелирной посадки потребовались уточнения. Эти поправки получили путем систематической радиолокации Венеры с Земли во время всего полета.

Баллистики отлично справились с трудной задачей.

Спускаемый аппарат станции «Венера-8» опустился точно в назначенное место.

Автоматическая лаборатория начала работать уже во время спуска на парашюте. Впервые на освещенной стороне Венеры измерялись температура и давление атмосферы. Оказалось, что и здесь эти характеристики меняются с высотой почти так же, как на ночной стороне планеты.

Облачное покрывало, навсегда скрывшее Венеру от наших глаз, уже давно создало ей репутацию одной из самых таинственных планет Солнечной системы. Но ничуть не меньше того, что скрывается под ними, интересуют ученых сами венерианские облака. И тому есть особые причины.

Близкая к Солнцу Венера раскалена настолько, что, скажем, цинк и свинец, если бы они там были, могли существовать на ней только в расплавленном состоянии. При таких температурах и огромном давлении жизнь на поверхности планеты практически невозможна. А вот в расположенных на большой высоте облаках условия совсем иные. Здесь и давление небольшое и температуры умеренные. Примерно такие, как у нас на Земле. Так, может, именно облачный слой мог стать колыбелью и хранилищем жизни?

Сначала скажите, из чего состоят эти самые облака, — вопросом на вопрос отвечали биологи.

Но этого как раз и не знали. Предположения высказывались разные. Самые странные соединения побывали в кандидатах на первое место среди веществ, входящих в состав облаков утренней звезды. Американский астроном С. Расул, например, полагал, что самый подходящий материал для них — ядовитые соединения ртути. Заволновались астрономы и после открытия советскими физиками так называемой аномальной воды, более плотной по сравнению с обычной.

Именно из такой воды состоят венерианские облака, — утверждали некоторые планетологи. Позже исследователи предположили, что в облаках есть и аммиак.

К этому времени вопрос о составе облачного слоя стал таким острым, что им решили заняться вплотную. На станции «Венера-8» был установлен прибор для поиска аммиака. Когда спускаемый аппарат станции опускался на парашюте, прибор показал: действительно, аммиак в облаках есть. Но и это не прекратило споров.

Чтобы разгадать тайны планеты, нужно было приоткрыть облачное покрывало Венеры, посмотреть, какая она — ее поверхность? Но увидеть можно лишь то, что освещено. А может быть, на планете вообще вечная ночь? Во время спуска на аппарате «Венеры-8» работал измеритель освещенности — фотометр. Чем ниже опускался аппарат, тем более сумрачно становилось вокруг него. И все же света оставалось достаточно. Теперь мы знаем: в полдень на Венере так же светло, как в пасмурный день на Земле.

Около часа работал аппарат на поверхности Венеры. Конструкторы применили в нем новые средства теплозащиты — материалы с очень высокой теплоемкостью. Когда раскаленные газы охватили посланца Земли, эти материалы приняли на себя пер-

вый удар, отобрав значительную долю тепла и не сразу подпустив его к работающим приборам. Один из них — гамма-спектрометр впервые исследовал химический состав грунта Венеры. Прибор «рассматривал» грунт, находясь внутри герметичного отсека.

Горные породы можно отличить друг от друга по количеству содержащихся в них радиоактивных элементов. Возникающее при радиоактивном распаде гамма-излучение выдает их содержание. Гамма-спектрометр измерил интенсивность и энергию гамма-излучения поверхности в месте посадки. По этому принципу венерианские породы оказались похожими на земные граниты.

Летом 1975 г. с советского космодрома к Венере отправились две «Венеры» нового типа. Им предстояло стать первыми искусственными спутниками планеты. Старые станции для этого не годились. Поэтому конструкторы вспомнили о «Марсах». Ведь эти аппараты выполнили аналогичную задачу еще в 1971 и 1973 гг. Конечно, в орбитальных отсеках «Марсов» пришлось кое-что изменить. Например, уменьшились солнечные батареи: Венера ближе к Солнцу, чем Марс, по этой же причине переделали систему терморегулирования. Не понадобилась и большая «марсианская» антенна: от Земли до Венеры не так далеко.

Межпланетный рейс продолжался более четырех месяцев. Когда до встречи с Венерой оставалось всего двое суток, от станции отделились спускаемые аппараты. Они по-прежнему направлялись к планете, а сами станции перешли на новые траектории, проходящие примерно в 1500 км от ее поверхности. Точно в назначенное время двигатели станций затормозили их движение, и они превратились в спутники Венеры.

Установленная на них научная аппаратура несколько месяцев следила за планетой. Измерялись

состав и физические характеристики верхних слоев атмосферы, температура верхней границы облачного слоя, исследовались межпланетные магнитные поля вблизи планеты.

Но вернемся к спускаемым аппаратам. Их пришлось создавать заново. Посмотрите на рисунок, и вы сразу увидите разницу. Широкая «юбка» вокруг приборного контейнера — своего рода металлический парашют. Аэродинамическое тормозное устройство, как его называют, замедляло движение аппарата в плотных слоях венерианской атмосферы после отстрела настоящих парашютов. На аппаратах вы не видите большой антенны. Без нее смогли обойтись, так как аппарат передавал информацию не сразу на Землю, как раньше, а на станцию, летящую недалеко по орбите искусственного спутника Венеры, и уже оттуда сигналы шли к антеннам Центра дальней космической связи. По бокам аппаратов видны их «глаза» — телефотометры. Это они впервые показали нам поверхность Венеры. Вот как это было.

«Наземный измерительный пункт начал прием изображения поверхности Венеры. Качество изображения хорошее». Слова диктора-информатора сосредоточили внимание всех присутствующих в зале Центра. Какую картину нарисует сейчас электронный луч? Этого никто не знал.

И вот ответ. Внимательно всматривается в детали снимка академик М. В. Келдыш: «По четкости, пожалуй, не уступит первой лунной панораме». На завтра к его мнению присоединится один из руководителей Национального управления по авиации и исследованию космического пространства США — доктор Расул: «Полученные снимки показывают, что углекислый газ у поверхности, безусловно, прозрачен и что свет доходит до поверхности через толщу облаков».

Камни. Хорошо освещенные, четких очертаний,

с тенями плотными, но не резкими. Крупные глыбы и мелкие осколки. Молодые — неровные и острые. Старые — округлые, со сглаженными краями. Немало загадок кроется в форме этих камней. Какие процессы могли загладить острые грани кусков венерианской породы? На Земле это делают ветер, влага, резкие смены температур. А на Венере? .

Через три дня «Венера-10» показала нам совсем другую картину. Аппарат стоял на светлой гладкой плите с изрезанными краями, покрытой глубокими трещинами. Такие же светлые островки, видимо выходы скальной породы, разбросаны вокруг насколько хватает «взгляда». Между ними темный, почти черный грунт. Все плоско, заглажено. И никаких камней.

Снимки Венеры еще больше подогрели интерес к нашей космической соседке, но, чтобы удовлетворить его, пришлось ждать более 3 лет. Баллистические «окна» — благоприятные периоды стартов к Венере — распахиваются нечасто. Зато очередным окном воспользовались сразу обе ведущие космические державы: СССР и США. С советского космодрома отправились «Венера-11 и 12», с мыса Канаверал стартовали «Пионер—Венера-1 и 2».

Новые советские станции были такого же типа конструкции, что и две предыдущие. Каждая из них несла спускаемый аппарат, а сама служила летающим ретранслятором. Только в прошлый раз станции стали искусственными спутниками Венеры, а теперь они должны были «на ходу» передать на Землю информацию со спускаемых аппаратов, а затем продолжить полет вокруг Солнца.

Двум «Пионерам» предстояло выполнить разные задачи. Первый аппарат проектировался, как спутник планеты, главной целью второго была доставка в ее атмосферу четырех зондов.

Спускаемые аппараты расстались со своими носи-

телями незадолго до окончания полета. Аппараты продолжали лететь к планете, а станции свернули на траектории, проходящие над нею на высоте тридцати с лишним тысяч километров. Там они должны были принимать информацию от автоматических разведчиков и передавать ее на Землю.

Когда оба аппарата входили в атмосферу Венеры, Центр управления был еще погружен в темноту. А там, где раскачивались на цветных парашютах посланцы Земли, ярко светило Солнце. Это подтверждали и приборы, измерявшие яркость раскинувшегося над ними неба. Аппараты все глубже погружались в атмосферу. Все более высокими становились температура и давление.

Незаметно вошли в облака. Кажущиеся издали густыми и плотными, они оказались похожими на легкий туман. Как выяснилось, обманчивое впечатление создавалось многокилометровой толщиной слоя. Состав облаков Венеры известен не был. На этот счет высказывалось немало различных предположений. Наземные наблюдения подсказывали, что туманная пелена, укрывающая планету, должна состоять из капелек какой-то жидкости, не замерзающей даже при больших морозах, которые царят у верхней границы облаков. Американские ученые Силл и Янг нашли, что такими и другими подходящими к данному случаю свойствами обладает концентрированная серная кислота.

Каждые 10 с включались в облаках и под ними спектрометры. И каждый раз газы, окружавшие приборы, оставляли на спектрах свои следы. Аппараты исследовали облака и «на ощупь». Из облаков забирались пробы, фильтровались, а затем задержанные частички облаков облучались радиоизотопными источниками. При этом в веществе капель возбуждалось рентгеновское излучение, по характеру которого определялось, какие атомы и молекулы его испу-

скают. Неожиданно вместе с ожидаемой серой в облаках обнаружили хлор.

Двумя неделями раньше достигли Венеры четыре зонда с американского аппарата «Пионер—Венера-2». Перед отделением трех малых зондов аппарат раскрутили, и центробежная сила развела их в разные стороны. Благодаря этому зонды смогли оправдать свои названия — «Север», «День» и «Ночь». Первый из них вошел в атмосферу в не освещенной Солнцем части северного полушария, два других — на дневной и ночной сторонах южного полушария. Четвертый, большой зонд, в отличие от своих собратьев, опустился на парашюте и исследовал экваториальную зону. Сам же «Пионер—Венера-2», как и предусматривалось программой, сгорел в атмосфере.

Сходство научных задач давало редкую возможность сопоставить результаты советских и американских измерений. Во всех шести районах Венеры (наш второй аппарат сел в 800 км от первого) облачный слой располагался примерно на одной высоте и имел практически одинаковую толщину. Неожданное подтверждение сернокислотной гипотезы дали... температурные датчики. На всех четырех американских зондах они вышли из строя на высоте 14 км. По мнению одного из ученых, к этому времени кислота разъела выведенные наружу детали. Однако не следует забывать, что соляная кислота, в состав которой входит найденный в облаках хлор, губит металлы не хуже серной.

На советских спускаемых аппаратах впервые стояли грозоотметчики. С их помощью ученые попытались узнать, какие процессы влияют на состав атмосферы Венеры. Ведь на Земле грозы образуют в воздухе озон и окислы азота. Грозы могли быть и на Венере. Частые и сильные грозы вполне могли быть к тому же и причиной свечения ночного неба Венеры.

Грозоотметчикам удалось поймать сильные и продолжительные электрические разряды. Действительно ли их вызвали молнии? Это еще предстоит выяснить.

Измерив температуру поверхности, новые «Венеры» показали все те же 470 градусов. И еще раз заставили задуматься о причинах разогрева планеты. Главным виновником этого считается «парниковый эффект». Суть его в том, что углекислый газ, из которого на 95% состоит атмосфера планеты, пропуская к поверхности солнечные лучи, задерживает отраженное от нее тепловое излучение. В последнее время с этим объяснением стала соперничать новая гипотеза.

Пытаясь объяснить медленное вращение планеты (продолжительность суток там, как уже говорилось, равна 118 земным) влиянием массивного естественного спутника, некогда покинувшего планету, астрономы, к своему удивлению, узнали его в Меркурии. Выполненные на ЭВМ расчеты эволюции движения Меркурия, помещенного на орбиту спутника Венеры, и вправду показали неизбежность его бегства от своей «хозяйки».

Но если планеты были когда-то связаны столь тесными узами, их взаимодействие должно было сопровождаться выделением огромной энергии. Причем значительная часть этой энергии расходовалась на разогрев недр обоих небесных тел и усиленное выделение газов из слагающего их первичного вещества. Однако подтвердить или опровергнуть предположение о родстве двух планет могли только эксперименты.

Для этого прежде всего нужно было определить содержание инертных газов в атмосфере Венеры. Дело в том, что, попав в атмосферу еще при рождении планет, они уже не могут химически связаться ни с какими другими элементами и остаются практически

неизменными свидетелями самых ранних этапов их эволюции.

Особенно важно знать соотношение различных изотопов аргона. На Земле аргон представлен в основном тяжелым изотопом с атомной массой 40. Он образуется в результате радиоактивного распада калия с той же массой, и его количество в атмосфере постепенно растет. Содержание же легких изотопов в воздухе меньше и со временем почти не меняется.

Так как возраст, масса, размеры Земли и Венеры примерно одинаковы, то, казалось бы, обе планеты не должны отличаться и по содержанию аргона в атмосфере. Если же Венера действительно пережила когда-то эпоху бурного развития, связанную со спутником и сопровождавшуюся интенсивным выделением летучих веществ из ее недр, то соотношение легких и тяжелого изотопов аргона на ней должно быть выше, чем на Земле. Что же оказалось на самом деле?

Выяснилось, что легких изотопов аргона на Венере почти столько же, сколько и тяжелого. А количество аргона в ее атмосфере примерно в сто раз уступает его содержанию в земном воздухе. Новая загадка. Не означает ли этот результат, что процессы формирования Земли и Венеры из протопланетной туманности с самого начала шли по-разному?

Одна из самых больших странностей Венеры связана с водой. Вся вода на Венере растворена в атмосфере. На раскаленной поверхности даже при давлении 100 атмосфер жидкая вода существовать не может. Водяного пара в атмосфере на Венере по сравнению с Землей оказалось ничтожно мало. Понять причину этого очень важно. Ведь если бы на Венере было больше воды, то на ней не было бы такого обилия углекислого газа. Как и на Земле, он взаимодействовал бы с водой, образуя твердые кар-

бонатные породы. А меньше углекислоты — слабее «парниковый эффект» и, следовательно, не столь высокая температура поверхности. И так далее...

Интересно, что сухость атмосферы можно отчасти объяснить присутствием в облаках той же серной кислоты — ее концентрированный раствор очень хорошо поглощает воду. А может быть, на Венере никогда и не было много воды? Как это часто бывает в науке, ответы на одни вопросы ставят взамен множество новых.

На примере исследований Венеры отчетливо проявляются характерные черты советской космонавтики. Планомерность и последовательность, постепенное усложнение решаемых задач, создание для этого новых, более современных технических средств — таков путь к успеху.

«Невозможное сегодня станет возможным завтра»

«...Стать ногой на почву астероидов, поднять рукой камень с Луны, устроить движущиеся станции в эфирном пространстве, образовать живые кольца вокруг Земли, Луны, Солнца, наблюдать Марс на расстоянии нескольких десятков верст, спуститься на его спутники или даже на самую его поверхность — что, по-видимому, может быть сумасброднее!» — всего 60 лет отделяют нас от времени, когда К. Э. Циолковский сказал эти слова. Стремительное развитие космонавтики сделало многие мечты Циолковского реальностью. Но что же еще «невозможное сегодня станет возможным завтра»? Трудно заглянуть вперед на века и тысячелетия. Однако можно попытаться увидеть ближайшую перспективу, отдаленную от сегодня несколькими десятилетиями.

Уровень технического прогресса прежде всего

определяется состоянием энергетики. Будущее космонавтики в первую очередь решат экономические способы получения энергии для отправки человека и автоматов в далекие космические рейсы. Конкретно это должно выразиться в создании принципиально новых двигателей.

Например, уже готовится к выходу в космос мирный атом, до сих пор удивляющий нас колоссальной мощностью, скрытой в мизерном объеме ядерного горючего.

В реактивном атомном двигателе энергия, выделяющаяся при расщеплении ядер урана или плутония, будет преобразовываться в тепло и нагревать теплоноситель — жидкость или газ, — пропускаемый через реактор. Нагретый до температуры в несколько тысяч градусов и выброшенный затем через сопло, пар или газ создаст мощную реактивную тягу. Мы уже говорили и об электроракетных двигателях, которым принадлежит большое будущее.

Сегодня, когда Земля только начинает знакомиться со своими ближайшими космическими соседями, ученые уже задумываются о полетах к звездам. Отправиться в межзвездный полет человек рискнет, видимо, только на такой ракете, скорость которой будет близка к скорости света. Иначе для такого путешествия может не хватить человеческой жизни. Разрабатываются модели двигателей, которые, по расчетам специалистов, смогут развивать такие скорости. Например, прямоточный двигатель, где вместо воздуха предлагается использовать такое «призрачное» вещество, как... межзвездный газ.

Космонавтике предстоит решить в ближайшее время много серьезных технических проблем. Одна из них — создание транспортных кораблей многократного использования. Такие корабли будут доставлять в околоземное космическое пространство детали орбитальных станций и других космических

построек, а сами будут возвращаться на Землю, как обычные самолеты.

Да и орбитальные станции будущего будут лишь отдаленно напоминать первенцев космического «домостроения». В огромных помещениях создадут все условия для продолжительного пребывания и нормальной работы больших коллективов. Искусственная тяжесть позволит забыть о неудобствах невесомости, крупные оранжереи во многом решат проблемы питания и дыхания космонавтов.

Возможно, не так далеко время, когда на орбитах искусственных спутников Земли появятся первые космические заводы. Ведь орбитальные полеты проходят в необычных условиях. Длительная невесомость, глубокий вакуум, неограниченные возможности использовать солнечную энергию — это редкое сочетание делает околоземный космос весьма заманчивым местом для проведения многих технологических операций.

В невесомости можно производить сплавы, которые на Земле получить невозможно. Скажем, алюминия и вольфрама. В обычных условиях алюминий попросту всплывает в тяжелом вольфраме. Не менее привлекательной выглядит идея введения газа в жидкий металл. После остывания насыщенный газовыми пузырьками металл может приобрести губчатую структуру и, сохраняя прочность, стать легким.

Хорошо идут в невесомости процессы разделения биологических препаратов. Это сулит медицине новые эффективные лекарства. Первые из них уже получены.

В космосе можно выращивать большие и чистые кристаллы с заданным распределением нужных примесей. Такие кристаллы необходимы для миниатюрных полупроводниковых приборов, уже занявших ведущее место в радиоэлектронике.

Пока космическая технология делает свои первые шаги. Но за ними непременно последуют другие.

Думается, мы с вами будем свидетелями организации первых поселений на Луне, новых экспедиций к планетам Солнечной системы, а потом кто-нибудь из вас может стать к штурвалу первого межпланетного лайнера...

А теперь попытаемся заглянуть в более отдаленные времена.

...Быстро пролетело время учебы. Несколько дней назад комиссия по распределению выпускников Высшего космического училища направила тебя в Центр межпланетных полетов. Здесь в отделе космических перевозок была свободная должность пилота третьего класса. Пока всего лишь третьего, о втором можно будет заикнуться лишь после десятка-другого рейсов к Луне или нескольких лет полетов между орбитальными поселениями. В отделе много настоящих асов, и только им доверяют командовать межпланетными кораблями, обслуживающими научные базы на Меркурии и спутниках Сатурна. Им тоже пришлось в свое время свозить на Луну или Марс не одну сотню туристов, прежде чем они получили право на рейсы к окраинам Солнечной системы.

Но огорчаться не стоит. Ты еще молод, и у тебя все впереди. Это для тебя ведут разведку автоматические станции, недавно достигшие Плутона, тебе прокладывают трассы умные роботы, посланные с Земли еще дальше — в неведомое межзвездное пространство. А может, побывав несколько раз на Марсе, ты захочешь посвятить себя «красной планете» и останешься там на одной из научных баз? Или тебя увлечет проблема связи с внеземными цивилизациями и ты станешь готовиться к первому полету в таинственный уголок Вселенной, откуда донеслись к нам сигналы неизвестных разумных существ?

Однако не будем увлекаться. Вспомним только,

что действительность уже не раз опережала самые смелые прогнозы ученых и фантастов. Но чтобы сделать мечту реальностью, человеку всегда приходится основательно потрудиться. А для успешной работы нужно многое знать. Будем же учиться, учиться для будущего.

Завтрашний день космонавтики — это общая судьба всех людей планеты. Приближать его большая честь и большая ответственность для каждого человека, коллектива, государства.

В нашей стране никто не забывает об этом. И потому уделяется такое внимание исследованиям и использованию космического пространства в мирных целях. Ибо все понимают, как прав был К. Э. Циолковский, утверждая, что в будущем космонавтика принесет «обществу горы хлеба и бездну могущества».



Содержание

- К будущим
исследователям
космического
пространства**
3
- На ракете в космос**
3
- На орбите —
космический корабль**
19
- На орбите—робот**
58
- «Союз» — «Аполлон»:
рукопожатие
на орбите**
70
- Человек осваивает
Луну**
81
- Марс принимает
гостей**
96
- Станция
назначения —
Венера**
108
- «Невозможное
сегодня
станет возможным
завтра»**
123

**На орбите —
космический
корабль** *Юрий Вениаминович
Колесников
Юрий Николаевич
Глазков*

**Для среднего и старшего
школьного возраста**

**Художник
Радаев В.**

**Фото
Пушкарев А.**

**Заведующий
редакцией
В. Ю. Кирьянов**

**Редактор
Т. Ляхова**

**Художественный
редактор
В. Храмов**

**Технические
редакторы
Т. Иванова
И. Пономаренко**

**Корректор
Н. Иамвайлова**

ИБ № 431

Сдано в набор 29.03.1979.
Подписано в печать 21.12.
1979. А04083. Формат
70×100/32. Бумага оф-
сетная № 2. Печать оф-
сетная. Усл. печ. л. 5,16.
Уч.-изд. л. 5,75. Тираж
200 000 экз. Заказ
№ 480.
Цена 30 коп.

Издательство «Педагоги-
ка» Академии педагоги-
ческих наук СССР и Го-
сударственного комитета
СССР по делам изда-
тельств, полиграфии и
книжной торговли
Москва, 107847, Лефортов-
ский пер., 8

Ордена Трудового Крас-
ного Знамени Калинин-
ский полиграфический
комбинат Союзполиграф-
прома при Государствен-
ном комитете СССР по
делам издательств, поли-
графии и книжной торгов-
ли
г. Калинин, пр. Ленина, 5



30 коп.

Читайте
следующую
книгу —

«Ученые —
школьнику»!

Знал ли Ньютон,
что алмаз состоит
из углерода?

Где можно найти
алмаз?

Можно ли увезти
годовую добычу
алмазов
на одном грузовике?

Как нужно сжать
графит, чтобы
превратить в алмаз?

Как растут алмазы
из газа?

Знаете ли вы, что
метан, пропан,
ацетилен — сырье
для синтеза алмаза?

Могут ли мелкие
алмазы стоить дороже
крупных?

Что такое
алмазные усы?

Обо всем этом и еще
о многом другом вам
расскажет
увлекательная книга

Дерягина Б. В.
и Федосеева Д. В.

«Алмазы делают
химики».



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПЕДАГОГИКА»