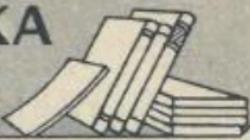
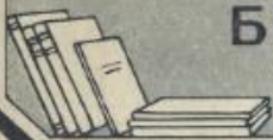
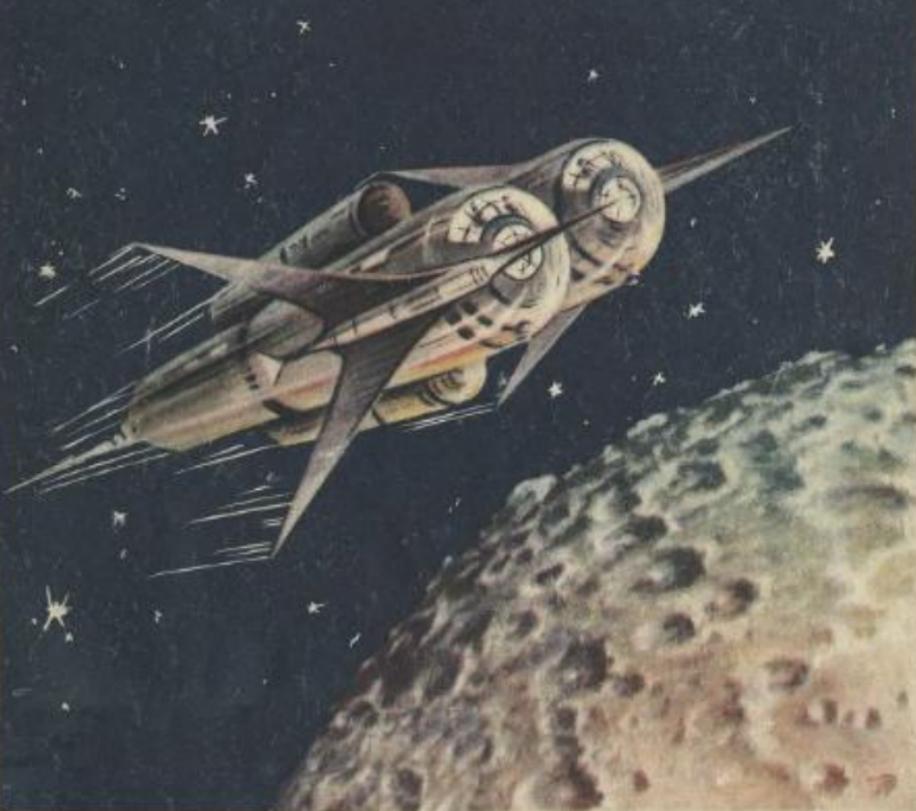


НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ
БИБЛИОТЕКА



А. А. ШТЕРНФЕЛЬД

Межпланетные полёты



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА
ВЫПУСК 82

А. А. ШТЕРНФЕЛЬД

**МЕЖПЛАНЕТНЫЕ
ПОЛЁТЫ**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1955

Штернфельд Арио Абрамович. Межпланетные полеты.

Редактор А. Ф. Плонский.

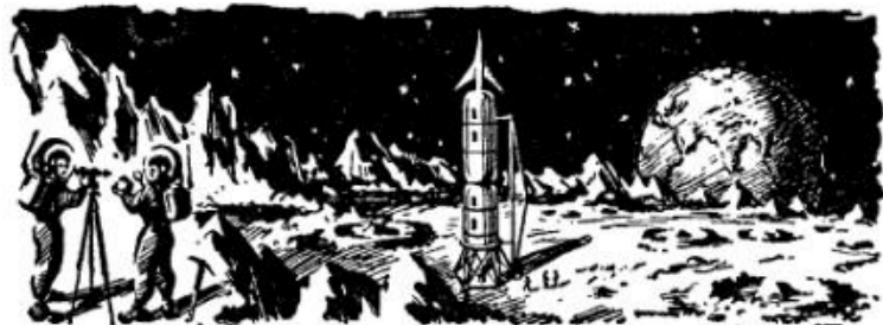
Техн. редактор С. С. Гаврилов.

Корректор Н. В. Казанекая.

Сдано в набор 4/VII 1955 г. Подписано к печати 10/IX 1955 г. Бумага 84 × 108^{1/8}.
Физ. печ. л. 1,75. Условн. п л. 2,87 Уч.-изд. л. 2,93 Тираж 100 000 экз. Т-04988.
Цена книги 90 коп Заказ № 616.

Государственное издательство технико-теоретической литературы,
Москва В-71, Б Калужская, 15

3-я типография «Красный пролетарий» Главполиграфпрома
Министерства культуры СССР. Москва, Краснопролетарская, 16.



ОТ ЛЕГЕНДЫ ДО НАУКИ О КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЁТЕ

В течение многих столетий полёт на другие небесные тела казался несбыточной мечтой. В разные времена возникали легенды о полёте в мировое пространство и о посещении Земли обитателями других миров.

Древнегреческая мифология изобилует легендами на эту тему. В одной из таких легенд рассказывается о полёте Икара. Прикрепив воском к своей спине крылья из перьев, он подлетел так близко к Солнцу, что воск, скреплявший крылья, растаял. Икар упал в море и утонул.

Есть легенда о том, как известный греческий полководец Александр Македонский пытался побывать на небесах в колеснице, запряжённой орлами.

В одной китайской легенде утверждается, что китайцы прибыли на Землю с Луны.

В мрачное средневековье люди были вынуждены оставить мечту о полёте на небеса из-за преследований со стороны церкви. Исключение составляет лишь индийский эпос «Рамаяна», главный герой которого совершает путешествие по небу.

В эпоху Возрождения вновь пробудился интерес к фантастическим полётам за пределы Земли. Но, по мере того как человек познавал окружающую его природу, легенды уступали место научным предположениям.

В XVII веке рождаются первые технические замыслы об установлении связи между Землёй и другими небесными телами. Однако эти проекты ещё не были научно обоснованы.

Указание о возможности космических полётов на машинах есть у английского учёного Уилкинса в его «Рассуждениях о новом мире и о другой планете». Ещё дальше пошёл французский писатель Сирано де Бержерак. Задолго до того, как люди овладели воздухоплаванием, он высказал мысль о возможности применения ракет для космических полётов. Он даже дал описание простейшего ракетного корабля.

В XIX веке появляется ряд фантастических романов, посвящённых межпланетным путешествиям. Жюль Верн отправляет своих героев на Луну из пушки. Но писатель неверно рисует картину нормальной жизни в снаряде, лёгким на Луну: в момент выстрела пассажиры были бы неизбежно раздавлены.

В начале нашего столетия большой популярностью пользовались фантастические романы английского писателя Уэллса и А. Богданова, а в более поздние годы — А. Толстого и А. Беляева о жителях других миров.

Романы и повести о космических путешествиях писали не только литераторы, но и учёные, как, например, К. Э. Циолковский.

* * *

В наши дни наука о полёте в мировом пространстве — астронавтика¹⁾ уже завоевала прочное место среди других наук.

История астронавтики — это одновременно и история самых различных областей науки и техники. В частности, астронавтика немыслима без астрономии, без учения Николая Коперника о строении солнечной системы.

Коперник показал, что планеты обращаются не вокруг Земли, а, как и сама Земля, движутся вокруг Солнца, а Кеплер установил законы, которым подчиняется движение планет. Ньютона чётко сформулировал основные законы небесной механики — науки о движении небесных тел. Он высказал также мысль о возможности превращения снаряда в миниатюрную «Луну» — искусственный спутник Земли — и удаления тела с поверхности Земли в бесконечность.

¹⁾ То же, что космонавтика; от греческих слов «астрон» — светило, «космос» — вселенная и «наутика» — всё, относящееся к плаванию.

Учение Коперника, законы Кеплера и Ньютона имеют величайшее значение для астронавтики, ибо космические корабли — это своего рода небесные тела, которые, подобно Луне, Земле и другим планетам, будут следовать по совершенно определённым путям, подчиняясь тем же законам.

Развитие астрономии и возникновение ракетной техники создали условия для зарождения астронавтики.

Остановимся немного на истории ракеты.

Ещё в глубокой древности пороховые ракеты в Китае служили средством развлечения во время народных праздников. В средние века ракеты применялись уже не только для развлекательных целей; ими стали пользоваться и как боевым средством. В конце XVI века встречаются уже описания и чертежи сложных составных ракет, а в половине XVII века — первые рисунки ракет, снабжённых воздушными стабилизаторами.

В России с производством ракет знакомятся в начале XVII века благодаря работе подьячего Онисима Михайлова. А в 1680 году в нашей стране было основано первое «Ракетное заведение». В середине прошлого столетия «Ракетное заведение» возглавлял крупнейший специалист ракетного дела в дореволюционной России К. И. Константинов, который значительно усовершенствовал русскую боевую ракету. В 1881 году Н. И. Кибальчич разработал проект ракетного летательного аппарата.

Теорию движения ракеты в межпланетном пространстве разработал К. Э. Циолковский (1857—1935 гг.), которого называют отцом астронавтики. Он же впервые дал схему ракеты, работающей на жидком топливе.

Последователями Циолковского и продолжателями его дела были Ф. А. Цандер (1887—1933 гг.), Ю. В. Кондратюк (погиб в 1942 г.) и другие.

Много сделали для развития астронавтики зарубежные пионеры этой науки Эсно-Пельтри (Франция), Оберт (Германия), Годдард (США), Зенгер (Германия) и другие, а также межпланетные общества (Британское и другие).

Жидкостная ракета Годдарда поднялась в 1929 году на высоту 300 метров. Пуск первой советской жидкостной ракеты конструкции М. К. Тихонравова состоялся в 1933 году.

О бурном развитии ракетной техники говорят следующие цифры. В тридцатых годах рекорд высоты полёта

простой жидкостной ракеты составлял 13 километров, в 1952 году — 217 километров, в 1954 году — 254 километра.

Более сложные составные ракеты давали, естественно, лучшие результаты: в 1949 году была достигнута высота около 400 километров, в 1953 — немногим меньше 500 километров, а в настоящее время, повидимому, более тысячи километров. Понятно, что по сравнению с расстояниями,



К. Э. Циолковский (1903 г.).

отделяющими нашу планету от других небесных тел, это ещё очень немного. Ведь Луна находится от нас в сотни раз, а ближайшая планета — в десятки тысяч раз дальше. Но всё же достижения ракетной техники весьма значительны.

Достаточно, например, увеличить скорость современной ракеты примерно в два раза, и она превратится в искусственный спутник Земли. Это может быть достигнуто в ближайшие годы. А ещё один шаг — трёхкратное увеличение скорости, — и ракета вырвётся из оков земного тяготения и долетит до Луны.

Однако практически это не так просто осуществить. Для достижения таких скоростей ракета должна быть значительно легче, иметь больший коэффициент полезного действия, выдерживать более высокие температуры и давления. На решение этих задач направлены сейчас усилия инженеров и учёных.

Многие думают, что для осуществления межпланетного полёта необходимо совершить революцию в технике. Это не так. Проникновение человека в межпланетное пространство осуществляется постепенно. В этом направлении уже многое сделано. Достижения в области ракетостроения, радиотелевидения, физических и биологических наук дают основание утверждать, что человечество накануне космического полёта. Над решением этой проблемы работают сейчас во всех странах. Астронавтикой интересуются не только специалисты, но и широкие круги общественности. В послевоенные годы астронавтические общества созданы более чем в двадцати странах.

В Советском Союзе первые астронавтические кружки возникли свыше тридцати лет тому назад. В начале 1954 года организована секция астронавтики при Центральном аэроклубе СССР имени В. П. Чкалова, которая объединяет энтузиастов межпланетного полёта. Академией Наук СССР недавно создана Межведомственная комиссия по межпланетным сообщениям и учреждена медаль имени К. Э. Циолковского для поощрения исследований в этой области. Всё это, несомненно, будет способствовать быстрейшему разрешению проблемы космического полёта.

В нашей книжке мы коротко расскажем о реальных возможностях межпланетных полётов в наше время.

I. КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ

1. ЧТО НАДО ПРЕОДОЛЕТЬ

Взглядите на план нашей солнечной системы (рис. 1), в просторах которой будут мчаться межпланетные корабли.

Земля — одна из девяти больших планет солнечной системы. С огромной скоростью мчится она в безвоздушном пространстве по своей почти круговой орбите вокруг Солнца на расстоянии около 150 миллионов километров от него. Это расстояние принимают за одну астрономическую

ческую единицу. Приблизительно в плоскости этой же орбиты движутся и остальные восемь больших планет, а также большое количество малых планет — астероидов. На рисунке 2 даны сравнительные размеры Солнца и планет.

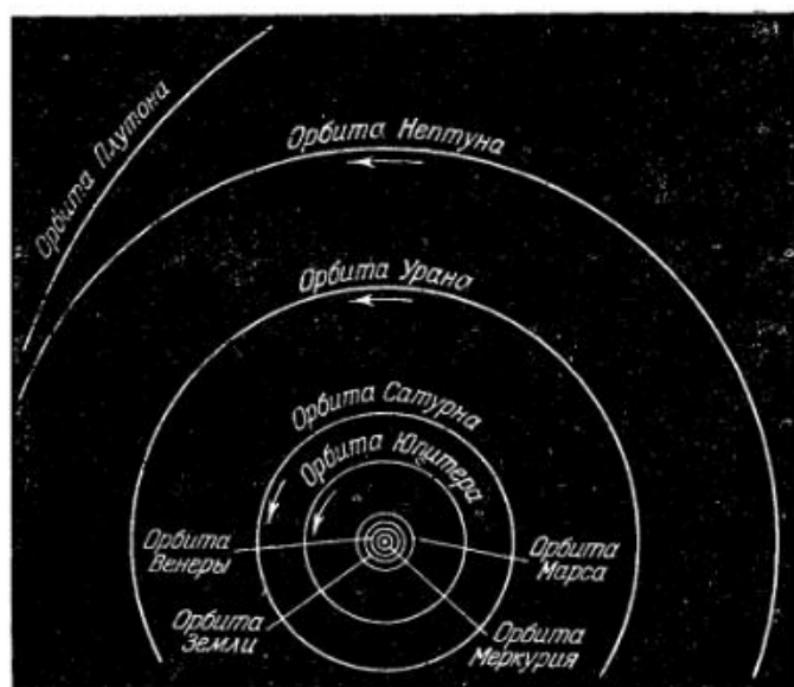


Рис. 1. План солнечной системы.

Межпланетное пространство ограничивается орбитой самой отдалённой планеты — Плутона, находящейся от Солнца на расстоянии около шести миллиардов километров. В этом безбрежном пространстве, преодолевая или используя могучее солнечное притяжение, минуя блуждающие метеорные тела и рои астероидов, и должны будут проложить свои пути межпланетные корабли.

Что мешает нам осуществить полёт в мировое пространство?

Прежде всего сила тяготения. Всё, находящееся на Земле, притягивается к её центру. Но не только Земля, а любое тело — мельчайшая песчинка и звезда-гигант — обладает этим свойством материи, которое мы называем силой тяготения. Все окружающие нас предметы притяги-

вают друг друга, хотя мы этого не замечаем из-за ничтожной величины притягивающих сил. Сила же притяжения земного шара постоянно нами ощущается.

Если бы не было силы тяготения, все предметы улетели бы с Земли в мировое пространство, Земля удалилась бы бесконечно далеко от Солнца, а Луна от Земли. Сила притяжения затрудняет и космический полёт.

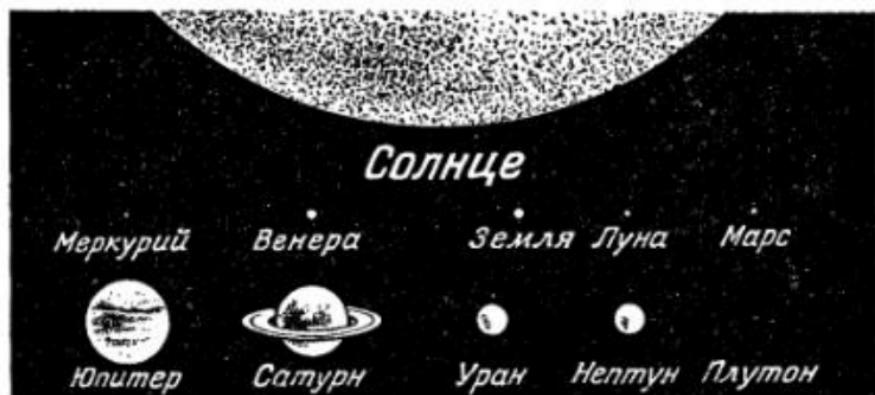


Рис. 2. Сравнительные размеры Солнца и планет.

Может ли ракета оторваться от Земли и больше не упасть на её поверхность?

Да, может. Представьте себе, что на горе, достигающей такой высоты, где воздух уже не препятствует движению ракеты, сооружена горизонтальная пусковая площадка (рис. 3). С этой площадки с определённой скоростью стартует ракета. Описав круговую дугу, она упадёт на некотором расстоянии от горы. Удвоим запас топлива — скорость и дальность полёта увеличатся, дуга — траектория, по которой летит ракета, окажется более пологой. Далее, ракете можно сообщить и такую скорость, при которой кривизна её траектории будет равна кривизне поверхности Земли. В этом случае ракета облетит Землю кругом и вновь отправится в полёт вокруг неё. И так будет повторяться снова и снова. Таким образом, ракета, подобно Луне, станет спутником нашей планеты и никогда не упадёт на её поверхность.

Наименьшая скорость, при которой тело начнёт двигаться вокруг Земли, не падая на её поверхность, называется первой астронавтической скоростью или круговой скоростью.

Почему при такой скорости тело не падает на Землю?

Когда самолёт облетает Землю по экватору или меридиану, то на него действует центробежная сила, которая тем больше, чем выше скорость. Эта сила направлена обратно силе тяжести, она стремится оторвать самолёт от Земли. При небольших скоростях центробежная сила почти незаметна, но при скорости 7,9 километра в секунду она становится равной силе тяжести и уравновешивает её. Это и есть первая астронавтическая скорость. Если бы не было сопротивления воздуха, то самолёт, достигший такой



Рис. 3. С увеличением скорости увеличивается дальность полёта ракеты и уменьшается кривизна её пути. Достигнув круговой скорости (верхняя орбита), ракета летит параллельно поверхности Земли и становится её спутником.

скорости, вращался бы беспрерывно вокруг Земли при выключенном двигателе. Он превратился бы в искусственный спутник Земли.

А какой скоростью должно обладать тело, чтобы преодолеть земное притяжение и улететь в мировое пространство?

Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны ближе познакомиться с действием силы тяготения.

Сила притяжения Земли, как и других небесных тел, по мере удаления от её центра уменьшается. Она ослабевает так же быстро, как освещённость предмета по мере удаления источника света, то есть обратно пропорционально квадрату расстояния (рис. 4). Другими словами, на расстоянии, вдвое большем от центра Земли, сила притяжения в четыре раза меньше, на расстоянии, в три раза большем, она в девять раз меньше и т. д.

Чтобы освободить тело от притяжения планеты, необходимо выполнить такую же работу, как для его подъёма на высоту, равную радиусу планеты, если допустить, что сила тяжести не меняется по мере удаления тела от центра планеты. Это количество энергии можно сообщить телу, придав ему определённую скорость вблизи поверхности Земли. Обладая такой скоростью, тело двига-

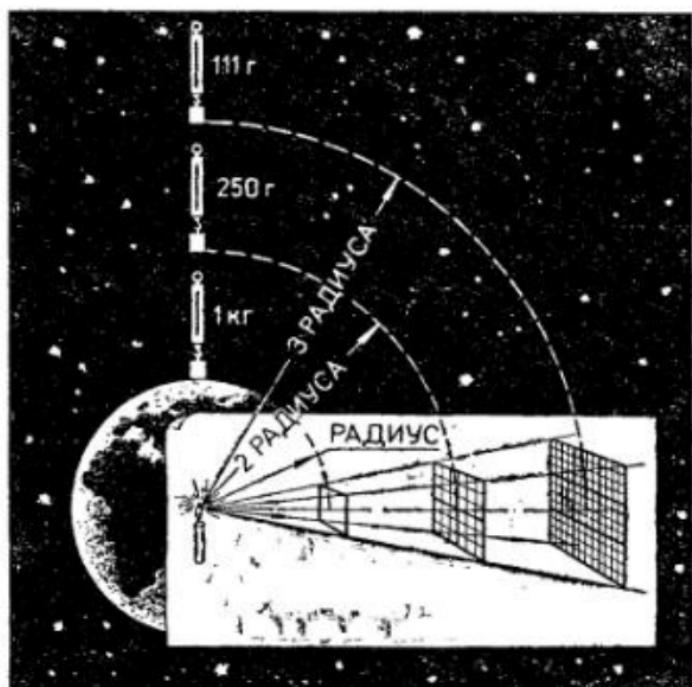


Рис. 4. Притяжение Земли уменьшается с расстоянием так же, как освещённость предметов по мере их удаления от источника света.

лось бы по ветви параболы (рис. 5). Отсюда — название этой скорости: параболическая скорость, или вторая астронавтическая скорость, иные называют её ещё «скоростью ускользания». На поверхности Земли эта скорость равна 11,2 километра в секунду.

Если телу сообщить скорость, большую круговой скорости, но меньшую параболической, то оно начнёт двигаться по эллиптической орбите. Если же скорость будет

больше параболической, то тело будет двигаться по ветви гиперболы (рис. 5).

Для простоты мы считали, что тело находится под действием силы притяжения только одной Земли. В действительности же на него действует также сила притяжения Солнца. Расчёты показывают, что для того, чтобы одновременно освободить тело от притяжения Земли и Солнца,



Рис. 5. Пути следования космических кораблей.

следует сообщить ему скорость не меньше чем 16,7 километра в секунду. Это — так называемая третья астронавтическая скорость.

Достигнуть первой, второй и третьей астронавтических скоростей — задача астронавтики.

2. РАКЕТА — ПРООБРАЗ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ

Сейчас общепризнано, что двигателем космического корабля будет ракета. Такой корабль сможет передвигаться в безвоздушном пространстве, так как опорой ему будут служить выбрасываемые ракетой газы. Для пассажиров движение ракеты безопасно — в отличие от пушечного снаряда ракета набирает скорость постепенно. Поэтому при взлете перегрузки сравнительно невелики и они не принесут астронавтам вреда.

Поскольку скорость полёта в пределах атмосферы относительно мала, корабль с ракетным двигателем не будет испытывать большого сопротивления воздуха, и нагрев в результате трения о воздух окажется незначительным.

С помощью ракетного двигателя можно ускорить или замедлить движение корабля в безвоздушном пространстве и, когда это нужно, изменить направление полёта.

Каков же принцип движения ракеты?

Известно, что при выстреле ружьё толкает стрелку в плечо. Происходит это потому, что газы, образующиеся при сгорании пороха, с одинаковой силой давят и на пулю и на ружьё. Но так как масса ружья намного больше, чем масса пули, оно отталкивается с небольшой скоростью. Это явление объясняется одним из основных законов механики — законом равенства действия и противодействия (реакции). Движение, вызванное действием силы реакции, называют реактивным движением.

Пороховые ракеты, подобные тем, что пускают во время салютов, не годятся в качестве двигателя для космического корабля. Это объясняется тем, что при сгорании пороха образуется очень высокое давление. Чтобы выдержать такое давление, ракета должна быть сверхпрочной, а значит и очень тяжёлой. Кроме того, расход пороха во время полёта ракеты не поддаётся регулированию, как не регулируется пламя свечи. Нельзя прекратить горение пороха и остановить двигатель в случае необходимости.

Этих недостатков лишены так называемые жидкостные ракеты, широко применяемые в современной технике.

Как видно из рис. 6, жидкостная ракета имеет два бака: в одном находится горючее, например этиловый спирт, в другом — окислитель, например жидкий кислород.

Два насоса, приводимые в движение турбиной, постепенно перегоняют обе жидкости в специальную камеру, где происходит химическая реакция между горючим и окислителем (то есть сгорание жидкого топлива). Образующиеся при этом газы вырываются из камеры сгорания наружу и силой отдачи заставляют ракету лететь вперёд.

Устойчивость движения как пороховых, так и жидкостных ракет обеспечивается воздушными стабилизаторами и рулями.

Но вот ракета вырвалась из пределов земной атмосферы. Остальной путь она пролетит в безвоздушном

пространстве. Воздушные стабилизаторы и рули больше не пригодны для её управления. Как же удаётся повернуть ракету или восстановить нарушенное направление её полёта? Решение этого вопроса было дано К. Э. Циолковским. Он предложил поместить рули в струе извергающихся из ракеты газов. Такие, как их называют, газовые рули смогут применяться для изменения направления ракеты в безвоздушном пространстве.

От чего зависит скорость ракеты?

Вне поля тяготения в безвоздушном пространстве ракета движется тем быстрее, чем больше она израсходовала топлива и с чем большей скоростью извергаются из неё газы. Поэтому применяют такие топлива, которые дают наибольшую скорость истечения газов. С этой точки зрения очень выгоден водород с кислородом. Однако водород даже в жидким виде лёгок и требует значительно больших баков, чем другое горючее. Кроме того, он кипит уже при температуре -253°C .



Рис. 6. Жидкостная ракета.

Более выгоден гидразин с азотной кислотой (химическое соединение азота и водорода). Эти жидкости (они тяжелее воды) можно поместить в небольших баках, и обращение с ними не представляет трудностей.

В жидкостных ракетных двигателях в качестве горючего применяются также керосин, бензин, скипидар, пара-

фин и др. Окислителем могут служить хлорная кислота, перекись водорода и др.

Термохимические (обычные) топлива дают скорость истечения газов порядка 2,5 километра в секунду. Но есть основания полагать, что эту скорость удастся увеличить до четырёх километров в секунду. Это облегчит создание космического корабля.

Имеется ещё другой способ увеличения скорости ракеты и поднятия её «потолка». Для этого нужно разогнать ракету до её запуска при помощи другой вспомогательной ракеты. Когда вспомогательная ракета отработала, она автоматически отцепляется и спускается на парашюте. Затем запускается основная ракета. Таким образом, в момент запуска она уже находится на некоторой высоте и обладает определённой скоростью, что позволит ей подняться выше обычной ракеты. Такая сложная ракета называется составной (ступенчатой) (рис. 7). Увеличив количество ступеней (вспомогательных ракет), можно добиться дальнейшего увеличения скорости ракеты и достигаемой ею высоты (или дальности).

Практика последних лет показала, что в качестве вспомогательных ракет выгодно употреблять пороховые ракеты, так как их сила тяги по сравнению с собственным весом очень велика. Повидимому, эти ракеты смогут также служить для первоначального разгона космического корабля.

Чтобы ещё более ускорить истечение газов, нужно перейти от обычного горючего к ядерному.

Что такое ядерное горючее и каковы его преимущества?

Новейшая физика успешно решила проблему превращения одних химических элементов в другие. Эти преобразования сопровождаются в некоторых случаях выделением атомной энергии. Вещество, выделяющее такую энергию, называют ядерным горючим. Особенностью ядерного горючего является то, что в малом его количестве заключена огромная энергия.

Хотя процесс выделения атомной энергии протекает очень быстро, он поддается управлению.

Атомная энергия может быть использована для превращения какой-нибудь жидкости (например, жидкого водорода или гелия) в газ и для последующего выталкивания этого газа из ракеты.

Ядерное горючее вместе с жидкостью или газом называют «атомным топливом».

Заметим, что термины «ядерное горючее» и «атомное топливо» — понятия условные, так как выделение атомной



Рис. 7. Составная ракета.

энергии и её передача инертному телу не представляют собой процессов обычного горения.

При использовании атомной энергии струя газов будет извергаться со скоростью до нескольких десятков километров в секунду. А чем выше скорость истечения газов, тем меньше топлива требуется для осуществления межпланетного полёта. В этом большое преимущество атомной ракеты.

Атомная ракета действует по следующему принципу. В небольшой сосуд, напоминающий камеру сгорания жидкостной ракеты, поступает жидкий водород (или какая-нибудь другая жидкость). Атомная энергия, выделяемая в виде тепла, мгновенно нагревает водород до очень высокой температуры. При этом он переходит в газообразное состояние и под огромным давлением устремляется наружу.

Таким образом, принципиально атомная ракета ничем существенным не отличается от обычных ракет. Но её созданию препятствует ряд технических трудностей. Так, например, нужно «укротить» сверхвысокие температуры и давления, которые возникают в атомной ракете, иначе их не выдержит ни один металл. Необходимо также принять меры для защиты людей от радиоактивных излучений, сопутствующих выделению атомной энергии. Для этого нужен материал, поглощающий такие излучения и вместе с тем достаточно лёгкий, поскольку всякий добавочный груз сильно отражается на радиусе действия ракеты.

3. УСТРОЙСТВО КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ

Конструкция космического корабля зависит от его назначения. Корабль для посадки на Луну окажется во многом не похож на корабль, предназначенный для полёта вокруг неё; корабль для полёта на Марс должен быть построен иначе, чем корабль, отправляющийся на Венеру; ракетный корабль на термохимическом топливе будет существенно отличаться от атомного корабля.

Космический корабль напоминает подводную лодку: здесь и там экипаж вынужден жить в герметической кабине, полностью изолированной от внешней среды. Состав, давление, температура и влажность воздуха внутри кабины будут регулироваться специальными аппаратами. Но преимуществом космического корабля по сравнению с подводной лодкой явится меньшая разница между давлением внутри кабины и снаружи. А чем меньше эта разница, тем тоньше могут быть стенки корпуса.

Для отопления и освещения кабины корабля можно использовать солнечные лучи. Обшивка корабля, подобно земной атмосфере, задерживает пронизывающие межпланетное пространство ультрафиолетовые лучи Солнца, которые в больших количествах вредны для человеческого организма. Для лучшей защиты при столкновениях с

метеорными телами обшивку корабля целесообразно делать двойной.

Космический корабль на термохимическом топливе, предназначенный для перелёта на искусственный спутник, будет представлять собой многоступенчатую ракету размерами с дирижабль.

При старте такая ракета должна весить несколько сот тонн, а её полезный груз — примерно в сто раз меньше. Плотно примыкающие друг к другу ступени будут заключены в обтекаемый корпус для лучшего преодоления сопротивления воздуха при полёте в атмосфере. Сравнительно небольшая кабина для экипажа и кабина для остального полезного груза разместятся, повидимому, в носовой части корабля. Так как экипажу придётся пролететь на борту такого корабля лишь непродолжительное время (меньше часа), отпадёт необходимость в сложном оборудовании, которым будут оснащены межпланетные корабли, предназначенные для длительного полёта.

Точно в установленный момент автоматический стартер произведёт пуск ракеты. Управление полётом и все измерения будут осуществляться автоматически.

Отработавшие ступени ракеты можно будет спускать обратно на Землю либо на парашюте, либо с помощью выдвижных крыльев, превращающих ступень в планёр.

Рассмотрим ещё один вариант космического корабля (см. на стр. 28—29 рис. 10, в центре). Корабль отправится с искусственного спутника в полёт на Луну для продолжительного обследования её поверхности без посадки. Выполнив задание, он вернётся прямо на Землю. Как видим, этот корабль состоит в основном из двух спаренных ракет с тремя парами цилиндрических баков, наполненных горючим и окислителем, и двух космических планёров с выдвижными крыльями, предназначенных для спуска на поверхность Земли. Корабль не нуждается в обтекаемой обшивке, так как старт производится за пределами атмосферы.

Такой корабль будет полностью построен и испытан на Земле, а затем переброшен на межпланетную станцию в разобранном виде. Отдельными партиями туда доставят топливо, снаряжение, запасы продовольствия и кислорода для дыхания.

После того как корабль соберут на межпланетной станции, он отправится дальше в мировое пространство.

Горючее и окислитель будут поступать в двигатель из центральных цилиндрических баков, которые представляют собой основные кабины космического корабля, временно залипые топливом. Они опорожняются спустя несколько минут с момента взлёта. Временно экипаж располагается в менее удобной кабине планёра.

Достаточно открыть небольшой кран, соединяющий баки с безвоздушным пространством, чтобы остатки топлива мгновенно улетучились. Затем баки-кабины наполняются воздухом, и экипаж переходит в них из планёра; здесь астронавты проведут всё остальное время полёта.

Подлетев к Луне, корабль превращается в её искусственный спутник. Для этого используются горючее и окислитель, находящиеся в задних боковых баках. После использования топлива баки отцепляются.

Когда наступит время возвращения на Землю, астронавты снова включают двигатель. Топливо для этой цели хранится в передних

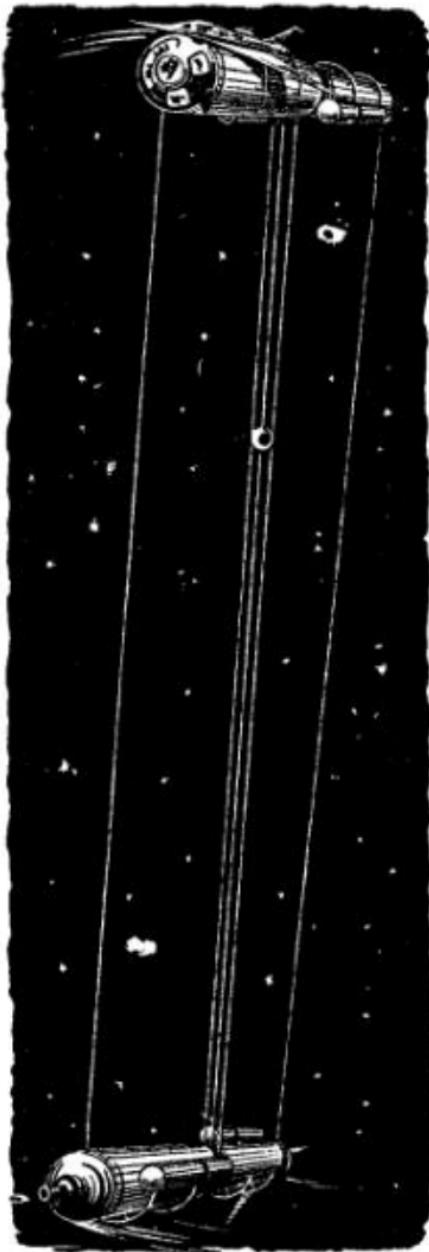


Рис. 8. Создание искусственной тяжести на космическом корабле.

боковых баках. Перед погружением в земную атмосферу экипаж пересаживается в космический планёр, который отцепляется от остальной части корабля, продолжающей кружить вокруг Земли.

Планёр входит в атмосферу Земли и, маневрируя выдвижными крыльями, постепенно снижается.

При полёте с выключенным двигателем люди и предметы на корабле будут невесомы. Это представляет большие неудобства. Поэтому конструкторам, возможно, придётся создать на борту корабля искусственную тяжесть.

Корабль, изображённый на рис. 10, построен как раз по этому принципу. Две его составные части, взлетающие как одно целое, затем отделяются друг от друга, оставаясь, однако, связанными тросами, и при помощи небольших ракетных двигателей приводятся в круговое движение вокруг общего центра тяжести (рис. 8). После того как будет достигнута требуемая скорость вращения, двигатели выключаются и движение продолжается по инерции. Возникающая при этом центробежная сила, согласно идеи Циолковского, должна заменить путешественникам силу тяжести.

II. НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ

1. ВЗЛЕТ

Автомобиль, поезд или парусное судно движутся до тех пор, пока действует движущая сила: пока работает двигатель или пока ветер надувает паруса. Но достаточно остановить двигатель, свернуть паруса, перестать топить котёл паровоза, чтобы движение прекратилось.

Правда, каждый из этих видов транспорта останавливается не сразу после исчезновения движущей силы, а проходит ещё некоторое расстояние по инерции. Но это сравнительно небольшой пробег, так как накопленная энергия быстро поглощается трением и сопротивлением воздуха.

Другое дело — межпланетный корабль. Его двигатель за несколько минут сообщает ракете большую скорость. После этого корабль движется в межпланетном пространстве по инерции: там он не встречает ни трения, ни сопротивления воздуха.

Чем быстрее космическая ракета достигнет необходимой скорости, тем меньше времени двигателю придётся бороться с силой тяжести и тем меньше потребуется топлива.

Огромную экономию топлива можно получить, если мгновенно разогнать корабль до нужной скорости, а затем продолжать полёт по инерции, с выключенным двигателем. Но это практически невозможно: ракета, естественно, может набирать скорость только постепенно, по мере сгорания топлива. Кроме того, скорость взлёта ограничена выносливостью человеческого организма.

Часто на обложках книг о межпланетных полётах изображают такую картину: по прямой, соединяющей Землю с Луной, летит ракета. Она уже на полпути или даже совсем близко к цели полёта, а её двигатель всё ещё работает. Такое представление неверно. В действительности траектория космического корабля не будет прямой, а его двигатель перестанет работать спустя несколько минут с момента взлёта, ещё вблизи Земли. Только при этом условии корабль сможет унести необходимое ему количество топлива.

От правильного выбора траектории взлёта зависит судьба всего полёта. Траектории, при которых расход топлива минимален, очень сложны. Летя по ним, ракета должна постоянно менять направление и ускорение движения. Если же лететь по упрощённой траектории (например, подняться вертикально), то расход топлива окажется в несколько раз больше.

Решающее значение для всего полёта имеет также точный выбор момента взлёта: ведь не только Земля, но и небесное тело, к которому направляется корабль, подвижно. Нечто похожее бывает при стрельбе из пушки с раскачиваемого морскими волнами судна. Орудие заряжено. Наводчик застыл у прицельной трубы. Вот на мгновение мелькнула в ней цель. Наводчик быстро дёргает спусковой шнур: опоздай он на миг — и снаряд зароется в волны у самого борта или же, наоборот, полетит высоко в небо. Следовательно, взлёт на космическом корабле будет коренным образом отличаться от взлёта аэроплана.

2. В ПОЛЕТЕ

...И вот двигатель выключен.

Теперь, то есть на участке пути, превышающем 99 процентов протяжённости всего маршрута, космический корабль движется по инерции. Так, например, при полёте на ближайшие небесные тела ракетный двигатель будет

работать на участке длиной примерно в две тысячи километров, в то время как расстояние до Луны выражается сотнями тысяч километров, а до планет — миллионами.

В земных условиях только рельсовый транспорт движется по точно определённым путям; все же иные средства передвижения постоянно отклоняются от геометрической линии маршрута. Тут влияют неровности пути, движение ветра и воды, неровная работа двигателей и многие другие факторы. Другое дело межпланетный корабль. Почти на всём пути на него практически влияет одно лишь притяжение Солнца. И он движется по строго определённому маршруту, точно по невидимым рельсам.

Казалось бы, поскольку в межпланетном пространстве хватает простора и космическому кораблю не угрожает столкновение со встречным кораблём, отклонение от правильного пути не так уже страшно. Между тем космические полёты требуют большей точности в управлении кораблём и большей бдительности, чем мореплавание или авиация. Малейшее отклонение в скорости полёта или в направлении движения чревато большой опасностью. Это видно из следующих примеров.

При отлёте на Луну с минимальным разгоном уменьшение скорости отлёта на 1 метр в секунду сокращает радиус действия корабля на 4 тысячи километров. А ведь за одну десятую секунды скорость корабля нарастает на 4—5 метров в секунду.

Ещё более серьёзно обстоит дело при полёте на планеты: в этом случае уменьшение скорости на один метр в секунду изменяет радиус действия на десятки и сотни тысяч километров.

Допустим, например, что мы отправляемся на Юпитер по траектории, требующей самой малой скорости отлёта — 14 226 метров в секунду. Если уменьшить эту скорость всего лишь на один метр в секунду, то корабль не долетит до цели на четыреста тысяч километров. Если же ошибка в скорости будет составлять одну десятую процента, то перелёт или недолёт выразится величиной, превышающей пять миллионов километров. Отклонение в угле взлёта на одну десятую градуса может повлечь за собой пролёт мимо цели на расстоянии миллиона километров от неё.

Поэтому пилотам придётся постоянно проверять курс корабля и корректировать его траекторию при помощи миниатюрного ракетного двигателя.

Как будет измеряться пройденный кораблём путь?

При полёте на Луну расстояние корабля как от Земли, так и от Луны можно будет определять, измеряя угол, под которым видна Земля или Луна: чем меньше этот угол, тем расстояние больше. Расстояние от Солнца можно будет узнавать по изменению температуры. Современные электрические термометры отмечают колебания температуры до одной миллионной градуса. С их помощью можно будет обнаружить перемещение корабля относительно Солнца уже на 2—3 километра.

3. ЖИЗНЬ НА КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ

Свыше ста лет тому назад, споря со смелым новатором железнодорожного транспорта Стефенсоном, один английский журнал писал:

«Что же может быть более смешно и нелепо, чем обещание построить паровоз, движущийся вдвое быстрее почтовой кареты! С одинаковым успехом можно бы полагать, что жители Вулица (предместье Лондона) доверятся такой машине, как тому, что они выстрелятся в ракете».

Ответ Стефенсона был весьма остроумен. Свой паровоз, строившийся тогда для состязания, он назвал «Ракетой», и его «Ракета» двигалась в несколько раз быстрее почтовой кареты, благополучно доставляя пассажиров к месту назначения.

Но каково было бы изумление самого Стефенсона, если бы он узнал, что и ракете, развивающей космическую скорость, человек может довериться при соблюдении определённых условий!

В момент взлёта космический корабль и организм астронавтов подвергаются перегрузке.

Величина допустимой перегрузки, а следовательно, и ускорение во время взлёта ограничены выносливостью человеческого организма. При перегрузке, в 4—5 раз превышающей силу тяжести на поверхности Земли, космические скорости могут быть достигнуты в течение нескольких минут.

Из обыденной жизни мы знаем, что человек способен перенести такие и даже более высокие перегрузки: при резком торможении транспорта, при прыжках в воду (в момент погружения) и т. п. Лётчики переносят большие

перегрузки при фигурных полётах, при взлёте с помощью катапульты, при резких поворотах.

Были проделаны и специальные опыты. Устраивалась своего рода карусель радиусом в 5 метров. Вращаясь на этой карусели в течение шести минут со скоростью 14 метров в секунду, мы испытаем примерно такую же перегрузку, как при перелёте с поверхности Земли на ближайшие небесные тела. Подобные опыты оказались совершенно безвредными для человека.

Выносливость организма во многом зависит от положения тела во время действия перегрузки: стоя человек переносит перегрузку по-иному, чем сидя или лёжа. Как показали приспособленные опыты, легче всего перенести перегрузку лёжа на животе или на спине.

В настоящее время для увеличения сопротивляемости организма в ракетных самолётах, например, применяются особые («контурные») лежанки, в которых учитываются изменения формы тела лётчиков под влиянием перегрузки.

Большую роль играет также тренировка: известны случаи, когда натренированные люди, лёжа навзничь, в течение двух-трёх минут переносили перегрузку, в 15 раз превышающую вес тела. Этого, с физиологической точки зрения, достаточно для вылетов не только в межпланетное пространство, но и за его пределы.

Когда корабль движется в безвоздушном пространстве по инерции, люди, находящиеся на его борту, чувствуют себя невесомыми. И вот почему: ощущение веса получается в результате давления опоры (пола, стула, кровати и т. д.) на тело и взаимного давления одних частей тела на другие. Если же убрать опору, исчезнет и ощущение веса.

Поясним это на примере. Допустим, что мы находимся в специально сконструированном лифте, опускающемся как свободно падающее тело. Все предметы в кабине падают с одинаковой скоростью, поэтому они не давят друг на друга. Если у вас в руке портфель, то он не упадёт на пол, даже если вы его отпустите: он, как и всё в кабине, в том числе и мы сами, потерял свой вес.

А вот другой пример.

Возьмём три кирпича и положим их друг на друга. Верхний кирпич давит на средний с определённой силой, а средний кирпич на нижний — с силой вдвое большей. Но если мы те же три кирпича выбросим вместе через окно,

то, падая, кирпичи не будут давить друг на друга: ни один из кирпичей не представляет опоры для другого.

На Земле мы ощущаем потерю веса, например, при прыжках в воду, когда, покинув опору, летим в воздухе. То же ощущение испытывает парашютист во время затяжного прыжка. Если прыгнуть, держа в кармане какую-нибудь тяжесть, то, повиснув в воздухе, мы не будем ощущать её веса. Частичную потерю веса мы чувствуем также, когда скатываемся на лыжах с горы или качаемся на качелях, особенно в высшей точке подъёма. Парашютисты, акробаты и т. д. во время прыжков испытывают отсутствие силы тяжести, не теряя при этом самообладания и ориентировки.

В литературе по астронавтике под «весом» обычно подразумевают силу, которая действует на предметы и людей в кабине космического корабля по отношению к его полу. При её отсутствии предметы не давят друг на друга, люди не ощущают никакой силы, теряют вес.

Иногда говорят о «кажущемся» увеличении веса или о «кажущейся» потере веса на летящей ракете. Такой взгляд сугубо ошибочен: увеличение и потеря веса — это совершенно реальные явления и их можно установить с помощью приборов.

На рис. 9 показано, как меняется вес тела во время космического полёта. На Земле гиря в один килограмм, подвешенная к пружинным весам, натягивает стрелку до деления «1 кг». Однако при взлете вес гири, как и вес всех тел, находящихся в ракете, увеличивается в несколько раз, например в четыре раза, и стрелка



Рис. 9. Как меняется вес тела во время космического полёта.

весов показывает 4 кг. Во время же полёта по инерции все предметы на космическом корабле теряют вес; поэтому и стрелка весов переходит на «0».

Хотя вопросы снабжения астронавтов кислородом, водой и продуктами питания в герметически закрытой кабине межпланетного корабля разрешимы уже в наши дни, над этими вопросами придётся ещё немало потрудиться. Ведь первые экспедиции на Марс и Венеру могут длиться больше двух лет.

Недостаточно исследованы ещё и вопросы очистки воздуха и воды на борту космического корабля, но это не представляет больших трудностей.

4. ОПАСНОСТИ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Земля постоянно подвергается бомбардировке «странниками межпланетного пространства» — метеорными телами. В течение года на поверхность нашей планеты падает несколько тысяч метеоритов. Эти железные или каменные тела до их проникновения в земную атмосферу имеют различные размеры; поперечник некоторых из них достигает до нескольких метров. Что же касается метеорных пылинок, то их на Землю падает от 10 до 100 тысяч в одну секунду. Общий вес метеорных тел, падающих на Землю в течение суток, оценивается в 10—20 тонн, скорость их проникновения в земную атмосферу составляет от 10 до 70 километров в секунду.

Пересекая атмосферу, метеорные тела раскалываются от трения о воздух и светятся иногда с яркостью Солнца; бывают и ещё более яркие. При падении на поверхность Земли метеориты образуют иногда огромные кратеры диаметром в несколько километров.

Попадание метеорного тела в космический корабль может быть причиной его гибели, малейшая пробоина нарушит воздухонепроницаемость кабины, и воздух улетучится из неё со скоростью звука. Однако, как показали опыты, при резком падении внешнего давления человек сохраняет самообладание примерно 15 секунд, а этого достаточно, чтобы включить кислородный аппарат скафандра.

Даже микроскопические метеорные тела могут постепенно разрушить обшивку корабля. Эта опасность особенно велика для искусственных спутников, продолжительное время обращающихся вокруг Земли. «Капля долбит

камень не своей силой, а частым падением» — говорит древняя пословица.

В одном опыте, произведённом в США в 1953 году на высотах от 40 до 140 километров, было зарегистрировано 66 столкновений за 144 секунды. На квадратный метр в течение секунды приходилось 4,9 столкновения. В других опытах на отполированных металлических плитках после пребывания на больших высотах были обнаружены под микроскопом ямочки от попадания микрометеоритов.

Действенные способы предохранения космического корабля от метеорной опасности пока не найдены. Однако распределение метеорных тел в пространстве и во времени неравномерно. Изучен ряд метеорных потоков и время их действия. Подробно исследованы орбиты многих роев метеорных тел. И астронавты учатся эти данные при выборе траектории и времени полёта. Имеется возможность во время «метеорного штиля» слетать на Луну и вернуться обратно, почти не подвергаясь опасности встречи со сколько-нибудь значительным метеорным телом. Обычная обшивка космического корабля будет служить защитой от метеорной пыли, а двойная или многослойная — от мелких метеоров, которые могут встретиться на его пути.

Когда космический корабль выйдет за пределы орбиты Марса, астронавтам будет ещё угрожать опасность столкновения с малыми планетами. Астрономы знают пока около 1600 таких небесных тел и пути их следования. Эти астероиды врачаются вокруг Солнца преимущественно между орбитами Марса и Юпитера.

Масса известных малых планет приблизительно равна массе всей метеорной материи солнечной системы (около одной тысячной массы Земли). Совершенно ясно, что столкновение даже с наименьшим из этих тел, поперечником почти в один километр, означало бы катастрофу для космического корабля.

Для борьбы с этой опасностью будут применяться радиолокационные установки, своевременно сигнализирующие о грозящей опасности и автоматически отклоняющие путь корабля. Однако ввиду огромной скорости движения тел в космическом пространстве решение этой задачи будет весьма сложным.

Межпланетное пространство пронизывается ультрафиолетовыми лучами Солнца и так называемыми космиче-

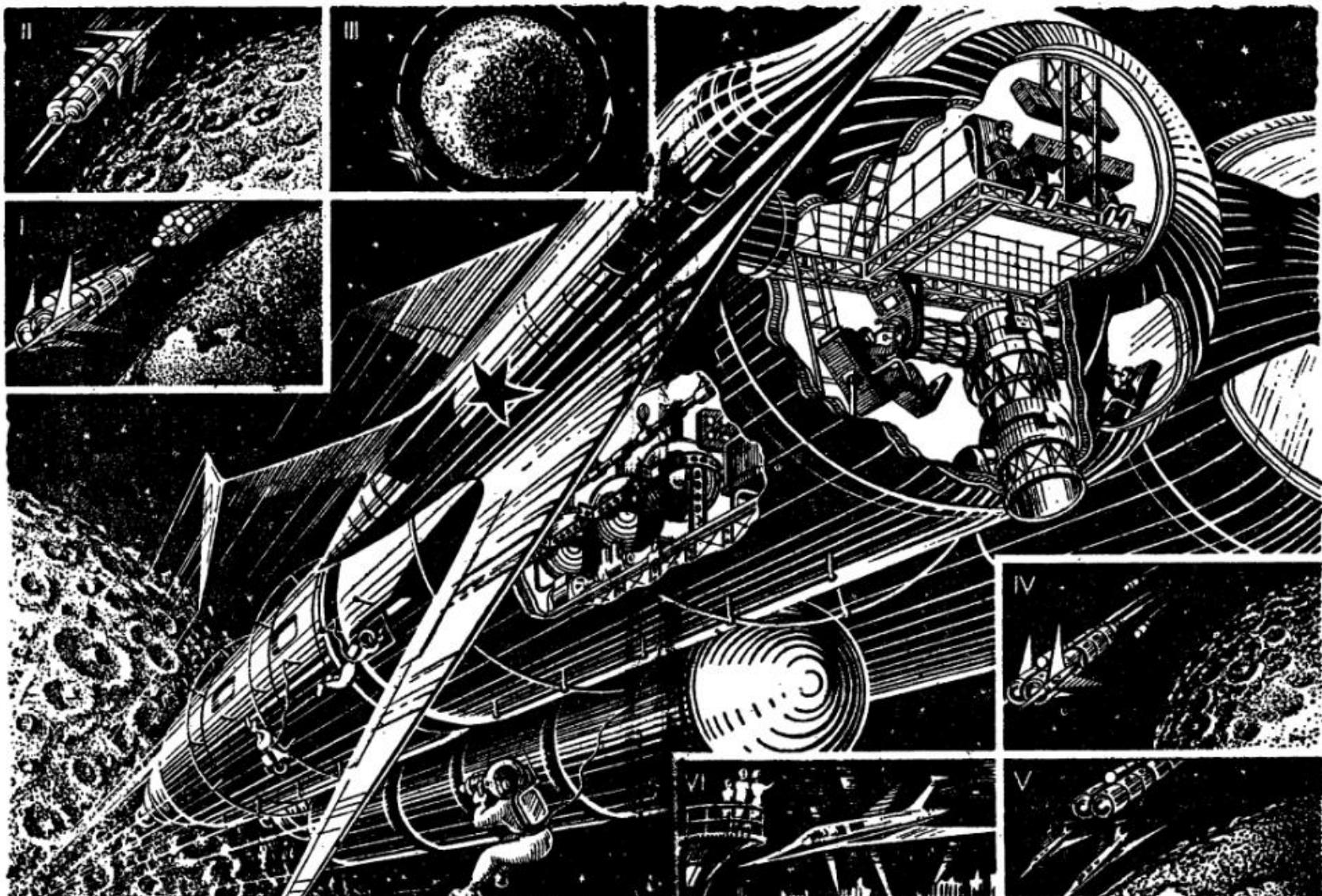


Рис. 10. В центре рисунка — примерная конструкция космического корабля для обследования Луны с птичьего полёта. I — отправление корабля с искусственного спутника Земли; II — корабль вокруг Луны; III — путь планёров от корабля при его приближении к Земле; IV — корабль улетает от Луны; V — отделение на Землю космических планёров.

корабля для обследования Луны с птичьего полёта. корабль превращается в искусственный спутник Луны; III — путь планёров от корабля при его приближении к Земле; IV — корабль улетает от Луны; V — отделяние на Землю космических планёров.

скими лучами. Ультрафиолетовые лучи, как уже говорилось, задерживаются обшивкой корабля.

Космические же лучи обладают огромной проникающей способностью, и способы защиты от их действия пока недостаточно изучены.

Для проверки действия этих лучей на человеческий организм был проделан, например, следующий опыт.

Небольшой кусок консервированной человеческой кожи поднимался на высотной ракете и подвергался действию космических лучей. После спуска ракеты эту кожу удавалось привить человеку: она не потеряла жизнеспособности.

Как показали другие опыты, произведённые при помощи высотных ракет, кратковременное действие как ультрафиолетовых, так и космических лучей безвредно не только для низших организмов, но и для обезьян. Но это, как и опыт с человеческой кожей,— лишь первые опыты, не позволяющие пока делать окончательные выводы.

На атомной ракете астронавтам угрожает ещё опасность со стороны радиоактивных излучений ядерного горючего. Некоторые части космического корабля могут приобрести искусственную радиоактивность и оказывать вредное действие на живой организм. Поэтому потребуются специальные защитные экраны против этих лучей.

5. СПУСК

Как будет происходить спуск корабля, возвращающегося из космического полёта?

Теоретически можно было бы использовать для этой цели ракетный двигатель. Повёрнутый «задом наперёд» двигатель не увеличивал бы скорость, а уменьшал её, так как выхлопные газы толкали бы ракету в обратную сторону. Но ракета не в силах унести то огромное количество топлива, которое потребовалось бы для этого.

Можно использовать для торможения корабля сопротивление воздуха. Но громадное количество тепла, которое будет выделяться при трении корабля о воздух, делает невозможным применение для этой цели парашютов: они сгорели бы мгновенно. Кроме того, такое торможение было бы слишком резким. Громоздкий и необтекаемый межпланетный корабль с тонкими стенками вообще не приспособлен для посадки на Землю. При погружении в атмосферу Земли он, несомненно, раскалился бы добела. Поэтому

перед спуском ещё до погружения в верхние слои земной атмосферы экипаж перейдёт в космический планёр, имеющий идеально обтекаемую форму. А судьба корабля может быть двоякой: либо он сгорит в атмосфере, как метеор, либо, если будет запущен двигатель на короткое время, корабль превратится в спутника Земли.

Приблизившись к Земле, планёр, чтобы снизить скорость, превышающую 11 километров в секунду, погружается в верхние слои атмосферы, а затем опять выходит из них и удаляется в безвоздушное пространство. За время пребывания в атмосфере планёр частично замедлит своё движение и вынырнет из неё с меньшей скоростью. Повторив несколько раз такие вылеты за пределы атмосферы, планёр постепенно значительно снижает скорость. При такой посадке обшивка планёра не успевает нагреться до высокой температуры.

По мере уменьшения скорости планёра поверхность его небольших «зачаточных» крыльев становится недостаточной для планирования и тогда вступают в действие выдвижные крылья. Постепенно планёр погружается во всё более плотные слои атмосферы. Спуск на поверхность Земли продолжается несколько часов. Таким образом, торможение в планирующем полёте производится постепенно, благодаря чему аппарат не перегревается, и температура в кабине не поднимается слишком высоко. Когда, наконец, скорость планёра будет почти погашена, он приземлится.

Подобным же образом можно будет вернуться на Землю с межпланетной станции. В этом случае с помощью миниатюрного ракетного двигателя планёр «сбрасывается» со станции с небольшой скоростью против её движения. Вследствие этого скорость планёра уменьшается, и он постепенно погружается в атмосферу.

III. ИСКУССТВЕННЫЙ СПУТНИК ЗЕМЛИ

1. СООРУЖЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА

Первым шагом в покорении мирового пространства будет сооружение искусственного спутника Земли — летательного аппарата, который будет вращаться вокруг нашей планеты подобно Луне.

Искусственный спутник, как и космический корабль, будет строиться и испытываться на Земле. Затем его

разберут на части и переправят на заранее выбранную орбиту, где вновь соберут в одно целое (рис. 11).

Сооружение спутника начнётся с запуска трёх- или четырёхступенчатой ракеты.



Рис. 11. Примерная конструкция искусственного спутника. В нижней части искусственного спутника царит невесомость; в верхней части спутника благодаря её вращательному движению ощущается искусственная тяжесть.

Представим себе, что к такой ракете, ставшей искусственным спутником Земли, подлетает вторая ракета, затем третья, четвёртая... Все эти ракеты скрепляются в одно целое. Кабины и баки, освобождённые из-под топлива и соответственно оборудованные ещё на Земле, служат в

качестве помещений для жилья, лабораторий, мастерских и т. д. Во всех этих помещениях создаётся искусственная атмосфера, а для того, чтобы воздух не улетучился, всё сооружение делается воздухонепроницаемым.

Постепенно станция снабжается специальным оборудованием, доставляемым с Земли. Снятые с причаливших ракет газовые турбины, манометры, термометры и другие приборы, остатки горючего и окислителя смогут быть использованы на искусственном спутнике.

На спутнике, как и на космическом корабле, возможна искусственная тяжесть (рис. 11). На какой высоте будут сооружать искусственные спутники?

Близость спутника к Земле значительно облегчила бы связь с ним. Однако, если бы спутник находился в плотных



Рис. 12. Искусственный спутник может двигаться только в плоскости, проходящей через центр Земли.

слоях земной атмосферы, она препятствовала бы движению, постепенно уменьшая его скорость. В конечном счёте это привело бы к падению спутника на Землю. Поэтому он должен находиться за пределами плотных слоёв воздушной оболочки Земли.

Атмосфера нашей планеты не имеет точно определённой верхней границы, но плотность воздуха резко

уменьшается с высотой. Так, например, на вершине пика Энгельса (6,8 километра) плотность воздуха уже вдвое меньше, чем на уровне моря; на высоте десяти километров — в три раза меньше, на высоте восемнадцати километров — в десять раз меньше. В слоях атмосферы, расположенных выше 150 километров, метеоры не загораются, несмотря на то, что они движутся до десяти раз быстрее спутника. На высотах, превышающих двести километров, воздух настолько разрежен, что практически больше не препятствует движению спутника. Следовательно, именно на таких высотах целесообразно сооружать искусственные спутники.

Искусственный спутник, подобно падающему телу, сможет двигаться лишь в плоскости, проходящей через центр Земли, например по меридиану (рис. 12).

Искусственные спутники подчиняются тем же законам природы, каким подчиняются другие небесные тела. Поэтому скорость движения и время обращения спутника вокруг Земли зависят от высоты полёта.

Если скорость уменьшится даже незначительно, спутник сойдёт с круговой орбиты и начнёт падать по растянутой дуге на Землю.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА

Современная метеорология не располагает ещё достаточными данными для точного определения закономерностей атмосферных процессов, так как сейчас возможны только очень кратковременные наблюдения верхних слоёв атмосферы. Для этой цели будут очень полезны искусственные спутники Земли, с помощью которых такие наблюдения можно производить постоянно.

Небольшой искусственный спутник без экипажа, управляемый автоматически, можно создать уже в ближайшее время. Показания различных приборов, находящихся на нём, будут передаваться на Землю по радио.

Следующим шагом явится создание летающих обсерваторий уже не только с приборами, но и с людьми.

В качестве летающих обсерваторий для наблюдения земной поверхности удобны были бы спутники, проходящие над земными полюсами. С высоты такого спутника, вследствие вращения Земли вокруг своей оси, можно было бы в течение одних суток сфотографировать всю поверх-

ность нашей планеты в дневном освещении. За это время спутник может сделать до шестнадцати оборотов вокруг Земли.

Со спутника особенно удобно изучать распределение и характер облачного покрова над большими пространствами земного шара, определять границы тёплых и холодных воздушных масс, наблюдать распространение бурь. На летающих метеорологических станциях можно будет точно измерить температуру, давление, плотность воздуха и т. д. в верхних слоях атмосферы. Изучение солнечной радиации позволит периодически определять потребление лучистой энергии нашей планетой. Это явится существенным подспорьем для правильного предсказания не только погоды, но и условий радиосвязи.

На искусственном спутнике почти никогда не будет ощущаться недостатка в солнечной энергии. Огромные потоки лучистой энергии Солнца К. Э. Циолковский предлагал улавливать и использовать для выращивания во внеземных оранжереях растений, которые обитатели небесного острова смогут употреблять в пищу.

На искусственном спутнике можно создать лаборатории ядерной физики, которые будут располагать в изобилии космическими лучами.

Возможность использования искусственных спутников для телевизионных и других ультракоротковолновых передач считается неоспоримой.

Чтобы облегчить межпланетные перелёты, К. Э. Циолковский предложил использовать искусственный спутник Земли в качестве своего рода «пересадочной» станции и разделить космическое путешествие на этапы. Такая станция могла бы служить трамплином для дальнейшего проникновения человека в мировое пространство.

С неё гораздо легче, чем с Земли, достичь Луны, любой планеты и даже улететь за пределы нашей солнечной системы. Для достижения Луны, Венеры, Марса достаточно развить скорость 3,1—3,6 километра в секунду вместо 11,2 километра в секунду при отлёте с Земли, поскольку сама станция уже обладает скоростью около восьми километров в секунду.

Согласно некоторым проектам ракета, прибывшая на межпланетную станцию с Земли, будет служить для дальнейшего полёта. Здесь астронавты смогут запастись всем, что необходимо для продолжения и завершения

космического рейса: топливом, снаряжением, продовольствием и т. д.

Согласно иным проектам на межпланетной станции астронавты пересаживаются в другой корабль, собранный из частей, доставленных с Земли. Для снаряжения межпланетного корабля можно будет также использовать двигатели и другие части, снятые с прибывших на станцию ракет.

Ещё задолго до того, как человек устремится в полёты по безграничным просторам Вселенной, можно будет проверить условия таких полётов на межпланетной станции. На ней можно будет установить, безвредна ли длительная невесомость для человеческого организма, как действует на него искусственная тяжесть и т. д. На небесном острове удастся также изучить средства защиты от метеорной опасности. Опираясь на межпланетную станцию как на базу, астронавты смогут пройти сложную практику кораблевождения в безвоздушном пространстве.

На межпланетной станции можно будет также определить многие данные, необходимые для создания наиболее рациональной конструкции космического корабля и планёра.

Некоторые думают, что можно использовать Луну в качестве межпланетной станции. Но Луна непригодна для этой цели: она расположена слишком далеко от поверхности Земли. Кроме того, поскольку её масса, а следовательно, и притяжение сравнительно велики, приходилось бы затрачивать немало топлива для спуска межпланетного корабля на её поверхность и последующего взлёта.

Но нет ли у Земли второй, меньшей Луны или даже ряда небольших естественных спутников, которые по сей день ещё не обнаружены? На них сравнительно легко было бы оборудовать летающую обсерваторию и межпланетную станцию.

Разумеется, что если такие спутники и имеются, то это могут быть лишь совсем миниатюрные небесные тела, и обнаружить их — чрезвычайно сложная задача. Вследствие большой скорости движения такой крохотный спутник, к тому же расположенный вблизи Земли, неуловим в телескоп. Повидимому, возможность создания межпланетной станции на естественном спутнике Земли очень мала.

IV. КОСМИЧЕСКИЕ ПОЛЕТЫ

I. ПОЛЕТ НА ЛУНУ

Несомненно, целью первого космического путешествия будет спутник Земли — Луна. Ведь она находится на расстоянии всего 384 тысяч километров от нас, то есть в сто раз ближе, чем ближайшая из планет — Венера во время её прохождения мимо Земли. Даже в земных масштабах это сравнительно небольшое расстояние. Многие железнодорожники и моряки преодолели такое расстояние. Многие лётчики налетали значительно больше километров, чем от Земли до Луны и обратно.

Человек способен взобраться на высочайшие горы. Но хватило ли бы ему сил, чтобы добраться до Луны, если бы между Землёй и Луной имелась лестница?

Многочисленными опытами установлено, что для того, чтобы подняться на высоту около 1550 метров, нужно затратить полный рабочий день. Таким образом, если разделить среднее расстояние от Земли до Луны на путь, который прошёл бы за первый день «луинный альпинист», окажется, что для достижения Луны потребовалось бы 680 лет. Но такой расчёт был бы верен, если предположить, что весь «переход» будет совершаться в условиях и темпами первого дня. Между тем такое предположение неверно: поскольку с высотой сила тяжести уменьшается, итти было бы всё легче и легче, и темпы неуклонно возрастили бы так, что уже спустя одиннадцать лет «альпинист» оказался бы у цели своего путешествия.

А сколько времени потребуется ракетному кораблю, чтобы долететь до Луны?

Улетев с Земли со скоростью в 11,2 километра в секунду, корабль достиг бы Луны через 51 час.

Так же как и первые спутники Земли, первые лунные ракеты будут, повидимому, управляться автоматически. Передаваемые ими радиосигналы позволят следить за их полётом. О достижении цели мы узнаем, например, по вспышке светового заряда при падении ракеты на поверхность Луны. Особенно хорошо будет видна такая вспышка на неосвещённой Солнцем части диска Луны. Кроме того, при ударе о поверхность Луны ракета может рассыпать белый порошок на достаточно большом пространстве, чтобы оставленное пятно было замечено с Земли.

В дальнейшем более мощные ракеты с экипажем, взлетев с межпланетной станции, смогут превратиться в искусственные спутники Луны и в течение длительного времени вращаться вокруг неё без затраты топлива. Поэтому изучение Луны с такого корабля очень выгодно.

Как показывает расчёт, при скорости истечения газов в 4 километра в секунду ракета весом, например, в 10 тонн, отправляющаяся с искусственного спутника в полёт вокруг Луны, должна унести всего 12 тонн топлива. При отлёте же с поверхности Земли ей понадобилось бы 150 тонн топлива. Если принять скорость истечения газов равной 2,5 километра в секунду, то ракете понадобилось бы в первом случае 25 тонн, а во втором случае 840 тонн топлива. При этом не учитывается то количество топлива, которое необходимо кораблю для преодоления сопротивления воздуха, и допускается, что корабль разгоняется мгновенно до нужной скорости.

С Земли нам всегда видно только одно полушарие Луны. Большой интерес представит исследование её другого полушария, недоступного для наблюдения с поверхности нашей планеты. Полёт над этим полушарием Луны можно приурочить к такому времени, когда оно полностью освещено солнечными лучами и, следовательно, хорошо будет видно астронавтам. Это соответствует периоду новолуния на Земле.

Надо полагать, что сторона Луны, невидимая с Земли, не отличается ничем существенным от обращённого к нам полушария. Она также лишена сколько-нибудь плотной атмосферы, суха и безводна. Взорам путешественников откроются большие тёмные пятна равнин, так называемых «морей»; горные хребты, перерезанные глубокими расщелинами; ярко освещённые вершины гор, подножья которых погружены в темноту; зазубрины обширных кольцевых валов, круто обрывающихся внутри и полого спускающихся к наружному краю (так называемые «цирки»); цепи кратеров; сияющие полосы белоснежного вулканического пепла («световые лучи»).

Представим себе, что для обследования Луны с межпланетной станции отправляется корабль, конструкция которого была описана ранее (см. рис. 10, I).

Во время полёта по инерции скорость космического корабля резко меняется. Он, подобно подброшенному камню, постепенно замедляет ход. Спустя пять суток корабль под-

летает к Луне и, попав в сферу её притяжения, вновь начинает набирать скорость. На высоте в несколько десятков километров над поверхностью Луны эта скорость составляет уже около двух с половиной километров в секунду.

Для превращения корабля в искусственный спутник Луны на высоте, например, 10 километров над её поверхностью приходится затормозить его скорость до 1,7 километра в секунду — это круговая скорость для данной высоты (рис. 10, II). Период обращения корабля-спутника составляет 1 час 50 минут, дальность горизонта — 186 километров, минимальные размеры предметов на Луне, видимых простым глазом, — 3 метра.

Корабль может кружить вокруг Луны сколь угодно долго без расхода топлива (рис. 10, III).

Перед возвращением на Землю включаются двигатели, скорость корабля увеличивается, и корабль отделяется от круговой орбиты, по которой продолжают кружить отцепленные баки (рис. 10, IV). В таких баках можно установить автоматические приборы, которые будут систематически передавать по радио на Землю результаты разных измерений.

Спуск корабля производится так, как это описывалось выше (рис. 10, V). Посадка космического планёра совершается при полностью выдвинутых крыльях (рис. 10, VI).

После разведывательных полётов вокруг Луны последуют полёты с посадкой на её поверхность.

Можно ли будет опуститься на поверхность Луны без расхода топлива? Имеет ли Луна атмосферу?

Как показали наблюдения, атмосфера на Луне крайне разрежена. Так, по предварительным данным масса воздуха над каждым квадратным сантиметром поверхности Луны в две тысячи раз меньше, чем на нашей планете. Плотность же атмосферы у лунной поверхности соответствует плотности земной атмосферы на высоте примерно 60 километров. Повидимому, такой разрежённой атмосферой нельзя будет воспользоваться для торможения корабля при спуске на Луну. Следовательно, для этой цели, вероятно, придётся использовать ракетный двигатель.

На Луне, как и на планетах, лишённых атмосферы, астронавты должны будут находиться в непроницаемых для воздуха помещениях. Выходить наружу, как и на искусственном спутнике, можно будет лишь в специальных скафандрах. Несмотря на эту обременяющую одежду,

астронавты смогут легко передвигаться, так как сила притяжения на Луне в 6 раз меньше, чем на нашей планете.

Чтобы освободиться от притяжения Луны, нужно в двадцать раз меньше энергии, чем для преодоления притяжения Земли. Следовательно, скорость взлёта, необходимая для возвращения корабля на Землю, значительно меньше той скорости, которая требуется для полёта с Земли на Луну. Она меньше двух с половиной километров в секунду. Современные жидкостные ракеты способны развить большую скорость.

2. ПОЛЕТ НА МАРС

Большой интерес представляет также полёт на Марс. Благодаря близости к Земле и сходству с ней в отношении физических условий Марс привлекает к себе исключительное внимание астрономов и других учёных, особенно на протяжении последних трёх веков. Изучение поверхности Марса по его миниатюрным изображениям в крупнейших телескопах не удовлетворяет больше специалистов.

Путешествию на Марс со спуском на его поверхность, как и полёту на Луну, будут, очевидно, предшествовать разведывательные полёты вокруг этой планеты. Для этой цели ракетные корабли превратятся на время в искусственные спутники Марса. В самом деле, посадка на планету с последующим взлётом будет на первых порах сопряжена с огромными трудностями, тем более, что всё топливо, необходимое для возвращения, придётся привозить с собой с Земли. Подробное изучение поверхности Марса даст возможность наметить подходящие районы для посадки последующих экспедиций. Можно будет также собрать ряд данных, которые нельзя получить в земных обсерваториях и точное установление которых необходимо, прежде чем предпринять экспедицию со спуском на Марс.

В первую очередь нужно будет установить, позволит ли строение и состав атмосферы Марса использовать её для торможения при спуске космического корабля. Изучение атмосферы Марса поможет также выяснить, имеется ли на этой планете среда, в которой человек может существовать; является ли атмосфера Марса достаточной защитой от бесчисленных «падающих звёзд» и вредоносных излучений, пронизывающих межпланетное пространство. Как установлено, атмосфера Марса почти не содержит озона, поглощающего ультрафиолетовые лучи Солнца,

вследствие чего они проникают до самой поверхности планеты, а это представляет опасность для астронавтов.

Полёт вокруг Марса сможет совершаться по различным траекториям, которые отличаются друг от друга как продолжительностью полёта, так и требуемыми скоростями разгона корабля.

Возьмём траекторию, перелёт по которой вместе с возвращением на Землю продлится два года (рис. 13). Корабль отправляется с межпланетной станции в полночь по



Рис. 13. Облёт Марса в два года. Сверху показан старт ракеты с межпланетной станции.

местному времени, когда центр Земли находится на прямой, соединяющей станцию с Солнцем. Это — самый удобный момент, так как направления движения стартующей ракеты и станции тогда совпадают. Благодаря этому ракета, используя скорость движения самой станции, может улететь с самой малой скоростью — 4,3 километра в секунду. При отлёте же непосредственно с Земли на Марс кораблю понадобилось бы развить скорость 12,3 километра в секунду.

Если вес ракеты с экипажем принять равным 10 тоннам, то при скорости истечения газов 4 километра в

секунду корабль, взлетая с межпланетной станции, должен был бы унести 19,6 тонны топлива, а при взлете с Земли — 216 тонн.

Скорость корабля в межпланетном пространстве постоянно меняется. При взлете она наибольшая, а по мере удаления от орбиты Земли корабль постепенно замедляет движение.

Приблизившись к Марсу на предусмотренное расстояние, корабль пролетит мимо него и уйдет дальше в межпланетное пространство. Во время полёта мимо Марса астронавты смогут сфотографировать всю его поверхность благодаря вращению планеты вокруг своей оси.

Спустя год с момента вылета корабль достигнет самой удалённой точки своей траектории — 2,175 астрономической единицы. Здесь его скорость будет самой малой.

Далее корабль вновь начнёт со всей возрастающей скоростью приближаться к орбите Марса. Но при вторичном пересечении этой орбиты он больше не встретит на ней планеты. Замкнув эллиптическую траекторию полёта, ровно через два года корабль вернётся на Землю с такой же скоростью, с какой он её покинул.

Более мощные ракеты смогут спуститься на миниатюрные спутники Марса — Фобос и Деймос, откуда можно будет производить продолжительные исследования. Деймос находится в 23 тысячах километров от Марса, что в 17 раз ближе, чем расстояние Луны от Земли. Фобос же парит на высоте девяти тысяч километров над поверхностью Марса. Эти спутники очень быстро вращаются вокруг своей планеты; Фобос завершает одно обращение примерно в восемь часов, а Деймос — в тридцать часов. Размеры и массы этих небесных тел невелики, сила их притяжения ничтожна. Поэтому опуститься на эти спутники и впоследствии взлететь обратно — задача более лёгкая, чем посещение самой планеты Марс.

По данным современной астрофизики можно предполагать, что на поверхности Марса человек найдёт условия, более сходные с земными, чем на других планетах. Советские астрономы во главе с Г. А. Тиховым, опираясь на результаты своих многолетних наблюдений, считают, что на Марсе существует растительность. Повидимому, атмосфера Марса содержит кислород и лишена вредных для человеческого организма газов. Но она очень разрежена даже у самой поверхности планеты. Поэтому космонавтам

придётся там жить в герметически закрытых помещениях, где можно будет, как и на Луне, соответственно регулировать давление воздуха и его температуру. Для выхода наружу нужно будет надевать скафандры. Вероятно, человек найдёт на Марсе также воду. Интенсивность солнечного излучения здесь в два раза меньше, чем на Земле, вследствие чего климат Марса значительно более суров.

Какие траектории можно считать выгодными для экспедиции, направляющейся на Марс с посадкой на его поверхность?

Кратчайшая линия, соединяющая две точки в пространстве,— это прямая. Однако маршрут космического корабля не может, как правило, быть прямолинейным. Как притяжение Земли искривляет траекторию брошенного под углом камня, так и притяжение Солнца изгибает траекторию корабля в межпланетном пространстве. Конечно, при непрерывной работе ракетных двигателей траектория может быть выпрямлена, но это чрезмерно увеличило бы расход топлива. Лишь в том исключительном случае, когда полёт совершается по вертикали относительно Солнца (то есть вдоль солнечного луча), сила его притяжения не искривляет прямолинейной траектории корабля. Но для осуществления такого полёта потребовалась бы непомерная затрата топлива, так как корабль должен был бы погасить ту огромную скорость, с которой он вместе с Землёй движется вокруг Солнца,— около 30 километров в секунду. Эта скорость уводит корабль в сторону от намеченного пути, подобно тому как течение реки сносит лодку при переправе перпендикулярно к берегу.

Допустим всё же, что перелёт на Марс совершается по кратчайшей прямой траектории. Он продлился бы тогда 85 суток, но для этого потребовалось бы разогнать корабль до скорости 39 километров в секунду. Как видим, это очень невыгодная траектория.

Минимальная скорость разгона при старте с Земли потребуется кораблю, следующему по полуэллиптической траектории. Скорость, которую в этом случае придётся погасить при спуске на поверхность планеты, также будет минимальной (рис. 14).

Вылет межпланетной ракеты, следующей по определённому маршруту, как говорилось, не может совершиться в любой момент. Для того чтобы ракета, прибыв к марсианской орбите, встретила на ней Марс, необходимо

определенное расположение этой планеты относительно Земли. Такое взаимное расположение этих двух планет повторяется в среднем через каждые 780 суток.

Продолжительность полёта на Марс по полуэллиптической траектории 259 суток. Для возвращения на Землю по аналогичной траектории следует выжидать соответствующего расположения планет в течение 454 суток.

Корабль, следующий на Марс по описанной траектории, должен развить при взлёте скорость 11,6 километра в секунду. Но будущие астронавты вряд ли остановят свой

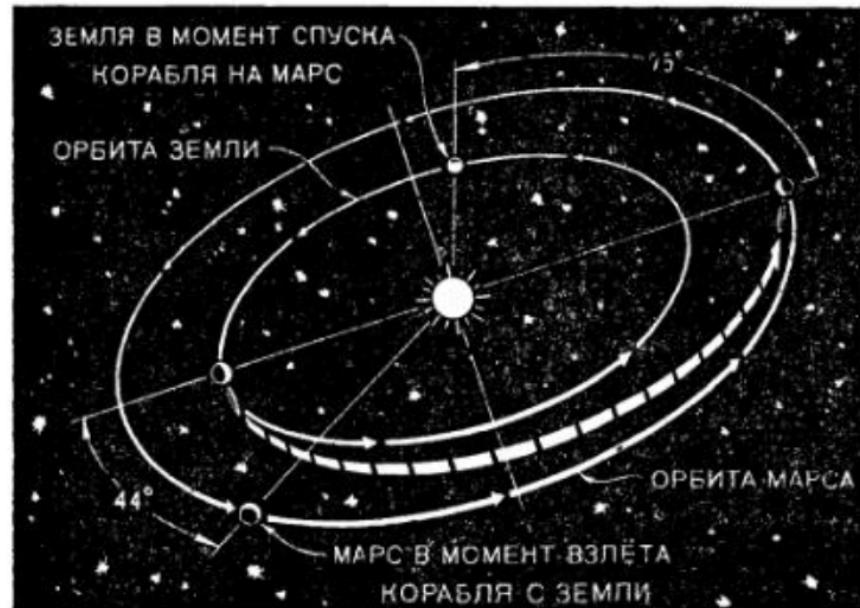


Рис. 14. Полёт на Марс по полуэллиптической траектории.

выбор на таком длительном маршруте. Они, видимо, пытаются сократить время перелёта за счёт увеличения скорости разгона. Тогда им представится возможность лететь, например, по параболической траектории. При скорости разгона 16,7 километра в секунду полёт по этой траектории будет продолжаться всего 70 суток.

Это — одна из замечательных особенностей космической навигации: при увеличении начальной скорости лишь в 1,4 раза продолжительность полёта уменьшится в 3,7 раза.

В конце прошлого века было широко распространено мнение о существовании на Марсе высокоразвитых су-

ществ. На эту тему было написано немало художественных произведений. Их авторы не стесняют своих героев ни в выборе времени, ни в выборе траектории для перелёта. В действительности же дело обстоит значительно сложнее. Для перелёта с планеты на планету возможны лишь определённые «разумные» маршруты. Этим маршрутам соответствуют совершенно определённые взаимные расположения планет. Поэтому и даты возможных вылетов и прилётов космических кораблей строго определены.

Если составить график возможных отлётов на Марс или Венеру и спуска на них, то получится поразительный результат: в этих графиках будут перерывы, «мёртвые сезоны», длительностью от нескольких месяцев до полутора лет и больше, в течение которых ни один корабль не может подняться с поверхности Земли или приземлиться: неподходящее расположение планет исключает возможность полёта.

3. ПОЛЕТ НА ВЕНЕРУ

Когда, проводив взором заходящее Солнце, мы смотрим на темнеющий небосвод, нам часто бросается в глаза особенно яркая «звезда». Это — Венера. Временами она появляется и перед рассветом, а иногда видна даже при дневном свете. Ярость Венеры объясняется её близостью к Солнцу и большой способностью отражать получаемые от него лучи.

Венера — не только ближайшая соседка Земли. Из девяти планет нашей солнечной системы она наиболее похожа на Землю. Её размеры и масса только незначительно меньше, чем размеры и масса нашей планеты. Поэтому путешественники, высадившиеся на поверхность Венеры, будут чувствовать себя почти привычно в отношении веса.

Ещё в 1761 году М. В. Ломоносов обнаружил при помощи телескопа световой обод вокруг Венеры во время её приближения к диску Солнца. Он объяснил это явление существованием на Венере атмосферы. И в самом деле свящий ореол представляет собой атмосферу планеты, освещённую Солнцем. Он наблюдался в последний раз в 1882 году, и повторение его предвидится только в 2004 году. С борта космического корабля можно будет производить наблюдения такого положения Венеры несколько раз в год.

Долгое время предполагали, что облака на Венере образованы водяными парами, которые хорошо отражают солнечные лучи. Но новые исследования верхних слоёв атмосферы, окружающей Венеру, показали, что в них нет ни водяного пара, ни кислорода и что они содержат большое количество ядовитого углекислого газа. Возможно, что и у самой поверхности планеты воздух также ядовит, поэтому астронавты должны будут захватить с собой необходимые для дыхания запасы кислорода. Некоторые астрономы приписывают Венере атмосферу, по своему строению аналогичную земной. Другие считают, что атмосфера Венеры имеет большую высоту, чем земная. Судя по наблюдениям, производимым во время сумерек на Венере, атмосферное давление у её поверхности должно быть в два-три раза больше, чем на Земле. Это облегчит торможение корабля при его спуске на поверхность планеты.

О периоде обращения Венеры вокруг своей оси (т. е. о времени одного полного поворота) ещё нет окончательно установленвшегося мнения: одни исследователи считают, что он составляет 68 часов; иные принимают его равным периоду вращения Земли вокруг своей оси; согласно другим данным он равен периоду обращения планеты вокруг Солнца, то есть 225 суткам. Не установлена также величина угла наклона экватора Венеры к её орбите, а от этого зависит изменение длительности дня и ночи в течение года. Возможно, что только будущим исследователям, которые совершают полёт вокруг Венеры, удастся решить эти вопросы со всей точностью. Располагая такими данными, можно будет также установить, на какой высоте и в каком направлении космические корабли должны будут погрузиться в атмосферу Венеры, чтобы произвести наиболее безопасную посадку. В самом деле, чем меньше скорость корабля относительно газовой оболочки планеты, тем легче и безопаснее осуществить посадку. А эта скорость весьма различна в зависимости от того, погружается ли ракета в атмосферу планеты в направлении её движения вокруг оси или же против этого движения.

Первым разведывательным экспедициям предстоит подробно исследовать строение коры Венеры, выяснить, существует ли там растительный и животный мир, и т. д. Эти наблюдения значительно затруднены густым покровом облаков, которыми окружена Венера. Однако с помощью новых методов фотографирования в невидимых инфракрас-

ных лучах можно будет с борта космического корабля за- снять поверхность Венеры сквозь облака.

Представим себе, что мы находимся на борту корабля, взявшего курс на Венеру (рис. 15). После взлёта с Земли со скоростью 11,5 километра в секунду пилот выключил ракетный двигатель, и корабль, как брошенный из пращи камень, полетел по инерции. Ощущение тяжести исчезло, пассажиры устремились к иллюминаторам. Совсем недалеко, в абсолютно чёрном пространстве висит зеленовато-



Рис. 15. Полёт на Венеру по эллиптическим траекториям.

голубой, медленно поворачивающийся шар — наша планета. В прорывах между облаками на освещённой Солнцем части земного диска отчётливо вырисовываются очертания материков. Корабль вырвался из поля тяготения Земли; расстояние между планетой и космическим кораблём постепенно увеличивается.

Проходят месяцы. Давно превратилась в яркое голубое светило далёкая Земля. Стало более ощутимо горячее лучистое дыхание Солнца. И за окнами, стремительно вырастая, возник новый неведомый мир — сверкающая голубовато-снежным отливом Венера. Её стремительно прибли-

жающийся диск закрывает всё больше и больше звёзд. Надо уравнять скорости и затормозить падение, иначе корабль, подобно гигантскому метеориту, врежется в кору Венеры. При этом энергия движения перейдёт в тепловую, и взрыв испарит металл, так что не останется и следа от корабля — ничего, кроме гигантской воронки.

Но пилот корабля применил всё своё искусство, чтобы избежать удара о планету. Он вошёл в атмосферу Венеры почти параллельно её поверхности и, пользуясь сопротивлением воздуха, постепенно снизил скорость корабля. Окончательно скорость полёта гасит небольшой ракетный двигатель, расположенный перед носом корабля. Ещё несколько мгновений... замедленный плавный спуск, и земной корабль садится на почву ближайшей к нам планеты.

Стремительно бегут дни, заполненные наблюдениями, опытами, сборами разных коллекций и другими научными работами. И вот настал день отлёта на Землю. При взлёте корабль развил скорость 10,7 километра в секунду и полетел по полуэллипсу, касательному к орбитам Венеры и Земли. В земную атмосферу корабль влетел со скоростью 11,5 километра в секунду. Планирующий полёт сначала в высоких, разрежённых слоях атмосферы, а затем в более плотных погасил эту скорость.

Космический корабль благополучно доставил на родную Землю путешественников по вселенной.

Полёт на Венеру по описанной выше траектории продолжится 146 суток. Можно сократить срок этого перелёта, например, до 81 или 60 суток и даже больше (рис. 15). Как известно, в земных условиях для этой цели следовало бы увеличить скорость; действительно, чем с большей скоростью бросить камень, тем быстрее он полетит. Но для межпланетных полётов это не всегда так. В данном случае чем больше будет начальная скорость корабля по отношению к Земле, тем медленнее он будет двигаться в межпланетном пространстве по отношению к Солнцу, так как разгон его производится в направлении, противоположном движению Земли. Так, чем быстрее человек перемещается внутри поезда в направлении, обратном его движению, тем медленнее он движется относительно Земли.

Почему же, несмотря на меньшую скорость движения ракеты в межпланетном пространстве, сокращается длительность перелёта?

Разгадку даёт рисунок 15. Как видим, путь корабля в каждом из следующих вариантов маршрута перелёта значительно короче предыдущего. Это позволяет сократить длительность путешествия, несмотря на меньшую скорость полёта.

4. ПОЛЕТЫ НА ДРУГИЕ НЕБЕСНЫЕ ТЕЛА

Мы описали условия полёта на три ближайшие небесные светила: Луну, Венеру и Марс. Полёты на другие планеты солнечной системы сопряжены со значительно большими трудностями.

Мы видели выше, что скорости отлёта с Земли на другие планеты зависят от избранного маршрута и что с этой точки зрения самой экономной является полуэллиптическая траектория. Какие же минимальные скорости нужны для достижения других планет нашей солнечной системы и как долго будут длиться такие перелёты?

Ответ на этот вопрос содержится в следующей таблице, составленной по расчётным данным:

Планета, к которой направляется космический корабль	Минимальная скорость отлёта в километрах в секунду	Продолжительность полёта в одном направлении	
		дн	суток
Меркурий	13,5	—	105
Венера	11,5	—	146
Марс	11,6	—	259
Юпитер	14,2	2	267
Сатурн	15,2	6	18
Уран	15,9	16	14
Нептун	16,2	30	225
Плутон	16,3	45	149

Интересно отметить одно на первый взгляд парадоксальное явление.

Несмотря на то, что Венера ближе подходит к Земле, чем Меркурий, полёт на Меркурий по полуэллиптическому маршруту займёт значительно меньше времени, чем полёт на Венеру. Почему это так, станет понятным,

если посмотреть на рис. 16, где видно, что маршрут Земля — Меркурий короче маршрута Земля — Венера.

Следующая за Марсом планета, Юпитер, в несколько раз дальше от Земли, чем Марс. Между Марсом и Юпитером имеется пояс бесчисленных мелких астероидов, опасных для космического корабля. Солнце в этих областях слабо греет. К тому же на Юпитере параболическая



Рис. 16. По полуэллиптическому маршруту полёт на Венеру продолжительнее, чем на более удалённый Меркурий.

скорость в пять с лишним раз больше, чем на Земле, а сила тяжести — почти в три раза больше. Это сковывало бы движения астронавтов и, быть может, сделало бы их пребывание на этой планете невозможным. Имеются и другие обстоятельства, затрудняющие спуск на Юпитер (холод, ядовитые газы). Однако со временем можно будет производить обследования Юпитера с борта космического корабля, превращённого в искусственный спутник этой планеты.

При полётах на Меркурий нужно будет учитывать следующие обстоятельства. Время одного полного оборота Меркурия вокруг Солнца равно периоду его вращения вокруг своей оси (88 дней). Таким образом, одно полушарие планеты постоянно подвержено действию солнечных лучей, а другое погружено в вечный мрак, вследствие чего темпе-

ратура на нём очень низка. На границе освещённой и тёмной поверхностей имеется узкий полуосвещённый пояс с умеренным климатом. Впрочем, о климате на Меркурии можно говорить лишь условно, так как эта планета, повидимому, лишена атмосферы.

Энергия солнечных лучей на Меркурии в среднем почти в 7 раз интенсивнее, чем на Земле. Температура почвы на освещённом полушарии доходит до четырёхсот градусов Цельсия. Поэтому необходимо, чтобы обшивка корабля, приближающегося к этой жаркой планете, отражала в пространство большую долю падающих на неё солнечных лучей.

Спуск на Меркурий можно будет, повидимому, произвести только при помощи ракетного двигателя, что затрудняет осуществление такого путешествия.

Полёты на Сатурн, Уран, Нептун, Плутон по траекториям, требующим минимальной скорости взлёта, были бы слишком длительны. Поэтому для достижения перечисленных планет потребуются сверхмощные «скорые» и «курьерские» ракеты. Так, например, если увеличить скорость отлёта на Плутон на 5 процентов и улететь с Земли со скоростью освобождения от солнечной системы (16,7 километра в секунду), то длительность перелёта сократилась бы больше, чем наполовину.

Хотя сила тяжести на этих планетах примерно такая же, как и на Земле, их природные условия непригодны для жизни человека. Установлено, что атмосфера Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона содержит главным образом метан («болотный газ»). Температура на них очень низка.

Как же обстоит дело с перелётами на ближайшие звёзды?

Когда мы смотрим на небосвод невооружённым глазом или в телескоп, мы не в состоянии оценить разницы в расстоянии светил от Земли: планеты и звёзды кажутся одинаково отдалёнными. В действительности же огромное расстояние отделяет планеты от звёзд. От самой далёкой планеты нашей солнечной системы — Плутона — световой луч идёт к нам не дольше семи часов (скорость света равна 300 000 километров в секунду), в то время как от ближайшей видимой звезды он «путешествует» до Земли выше четырёх лет. Вот почему полёты к звёздам, в противоположность межпланетным полётам, кажутся делом очень далёкого будущего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой небольшой книжке мы попытались заглянуть в ближайшее будущее астронавтики.

Для осуществления космического полёта необходимо развить скорости, в несколько раз превышающие те, которые знает современная техника: для достижения Луны и всех планет нашей солнечной системы ракета должна обладать скоростью порядка 11,1—16,3 километра в секунду.

Обстоятельством, облегчающим решение этой проблемы, явится сооружение межпланетной станции. Благодаря этому начальную скорость можно будет сообщить космическому кораблю не сразу; при взлёте с Земли корабль разгоняется до круговой скорости (около 7,9 километра в секунду), а при отлёте с межпланетной станции ему сообщается дополнительная скорость, порядка 3—4 километров в секунду.

Но для того, чтобы ракета могла достичь космической скорости, необходимо улучшить её технические характеристики. Это относится прежде всего к скорости истечения газов. Из современных жидкостных ракет газы извергаются со скоростью около 2,5 километра в секунду. Можно предположить, что эту скорость удастся довести до 4 километров в секунду. Другой важный вопрос, от решения которого зависит успех дела,— это увеличение относительного запаса топлива.

В настоящее время вес уносимого жидкостной ракетой топлива почти в 5 раз превышает вес самой ракеты. Но в связи с применением новых материалов и более удачных конструкций можно надеяться на удвоение этого соотношения.

В современном ракетостроении наблюдаются также тенденции к увеличению мощности двигателя и количества составных ступеней ракеты.

Вследствие быстрого ослабевания силы притяжения по мере удаления от центра Земли даже при незначительном увеличении скорости отлёта космического корабля его потолок значительно поднимается. Поэтому надо полагать, что рекорды высоты будут достигаться скачкообразно.

Полёт в мировое пространство может быть осуществлён при помощи ракеты, работающей на термохимическом

топливе. Но нет сомнения, что применение атомной энергии откроет перед астронавтикой новые возможности и что со временем будет построен и атомный космический корабль, который своими лётными и другими качествами превзойдёт самые совершенные термохимические ракеты.

С помощью атомной ракеты станут возможны полёты на Луну и на планеты без промежуточной остановки на межпланетной станции. Торможение корабля при посадке на планеты и на спутники, лишённые атмосферы, сможет успешно осуществляться с помощью такой ракеты. На атомном корабле можно будет вернуться на Землю с любого тела нашей солнечной системы. Наконец, отлёт атомного корабля можно будет благодаря его большой скорости производить, не дожидаясь наиболее благоприятного взаимного расположения планет.

Космический корабль, получив первоначальный разгон, будет совершать полёт за счёт накопленной энергии, без расхода топлива: такой полёт наиболее экономичен. Из этих же соображений космические ракеты, в отличие от других видов транспорта, не будут направляться к цели по кратчайшему, прямому пути; их траектории будут представлять собой дуги эллипсов, а затем — парабол и гипербол.

Прежде чем в мировое пространство отправятся экспедиции, туда, несомненно, будут посланы ракеты, автоматически управляемые по радио. Они помогут установить все данные, необходимые для постройки космического корабля. Физиологические условия космического полёта будут также предварительно проверены на животных.

Первым этапом на пути осуществления межпланетных полётов будет сооружение искусственного спутника Земли. В дальнейшем будут совершены полёты на Луну, а затем и на планеты, после предварительного облёта этих небесных тел.

Для того чтобы облететь земной шар, космическому кораблю потребуется не более полутора часов. Полёт вокруг Луны с возвращением на Землю продлится 10 суток, а путешествие по эллиптической траектории, пересекающей орбиты Венеры и Марса и обеспечивающей возвращение на Землю, потребует по меньшей мере одного года. Экспедиции к более отдалённым планетам продлятся несколько лет.

Современная радиотехника способна обеспечить связь с космическим кораблём с помощью направленных радиоволн. А поскольку отправляющиеся в мировое пространство корабли подчиняются тем же законам, что и небесные тела, можно будет в любое время определить их местонахождение по отношению к земным радиостанциям.

С физиологической точки зрения, повидимому, не будет препятствий к осуществлению межпланетных путешествий. Во время работы ракетного двигателя человек сумеет, по всей вероятности, перенести в течение нескольких минут перегрузку, в 4—5 раз превышающую его вес. Это позволит сообщить ракете космическую скорость при достаточно экономных условиях работы ракетного двигателя.

Что же касается невесомости, то пока мы ещё не уверены, что её действие в течение длительного времени будет безвредным для человеческого организма. Но и отрицательный результат не явится помехой для завоевания космического пространства, так как технически вполне возможно создать ощущение тяжести при помощи врачающегося движения.

Температуру внутри кабины можно будет регулировать в широких пределах путём более или менее интенсивного поглощения солнечных лучей обшивкой корабля.

Создание микроатмосферы в кабине космического корабля с подходящими для человеческого организма составом и влажностью, снабжение астронавтов продуктами питания, защита от ультрафиолетовых лучей Солнца не представляют затруднений для современной техники. Вопрос влияния космических лучей на человеческий организм находится в стадии изучения. Серьёзную опасность представляет попадание в космический корабль метеорных тел и столкновение с астероидами.

Изучение достижений науки приводит к выводу, что уже в нашем веке могут быть осуществлены полёты в пределах солнечной системы. Великие замыслы, которые вчера ещё казались утопией, сегодня становятся реальностью.

Межпланетные путешествия дадут возможность ответить на волнующий человечество вопрос о существовании жизни и о стадиях её развития на других планетах нашей солнечной системы.

Наряду с большим научным интересом межпланетные полёты со временем приобретут, очевидно, и практическое значение, хотя пока трудно предугадать, в каких конкретных формах оно выразится. Можно указать, например, на то, что планеты и их спутники представляют собой огромные хранилища природных богатств, которые необходимо исследовать и использовать на благо человечества.

Советский народ, использующий науку в интересах человечества, будет строить межпланетные станции и космические корабли с единственной целью — всё глубже и глубже вникать в тайны вселенной и расширять власть человеческого разума над силами природы.



СОДЕРЖАНИЕ

От легенды до науки о космическом полёте	3
I. Космический корабль	7
1. Что надо преодолеть	7
2. Ракета — прообраз космического корабля	12
3. Устройство космического корабля	17
II. На борту космического корабля	20
1. Взлёт	20
2. В полёте	21
3. Жизнь на космическом корабле	23
4. Опасности космического полёта	26
5. Спуск	30
III. Искусственный спутник Земли	31
1. Сооружение искусственного спутника	31
2. Использование искусственного спутника	34
IV. Космические полёты	37
1. Полёт на Луну	37
2. Полёт на Марс	40
3. Полёт на Венеру	45
4. Полёты на другие небесные тела	49
Заключение	52

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

- Вып. 55. А. Ф. БУЯНОВ. Новые волокна.
Вып. 56. М. А. СИДОРОВ. От лучины до электричества.
Вып. 57. И. Г. ЛУПАЛО. Наука против религии.
Вып. 58. А. М. ИГЛИЦКИЙ и Б. А. СОМОРОВ. Как печатают книги.
Вып. 59. В. Н. ЩУКИН. Штурм неба.
Вып. 60. А. Ф. ПЛОНСКИЙ. Пьезоэлектричество.
Вып. 61. Ф. Д. БУБЛЕЙНИКОВ. Земля.
Вып. 62. С. А. МОРОЗОВ. По сухе, воде и воздуху.
Вып. 63. Г. И. БУШИНСКИЙ. Происхождение полезных ископаемых.
Вып. 64. А. В. ЧУЙКО. Необыкновенный камень.
Вып. 65. А. П. ЛЕБЕДЕВ и А. В. ЕПИФАНЦЕВА. О чём рассказывают камни.
Вып. 66. Проф. К. Ф. ОГОРОДНИКОВ. Сколько звёзд на небе.
Вып. 67. Проф. Н. С. КОМАРОВ. Искусственный холод.
Вып. 68. Проф. С. К. ВСЕХСВЯТСКИЙ. Как познавалась вселенная.
Вып. 69. Проф. В. Т. ТЕР-ОГАНЕЗОВ. Солнечные затмения.
Вып. 70. Ф. И. ЧЕСТНОВ. Загадка ионосферы.
Вып. 71. В. Д. ЗАХАРЧЕНКО. Мотор.
Вып. 72. В. А. ЛЕШКОВЦЕВ. Атомная энергия.
Вып. 73. А. Ф. ПЛОНСКИЙ. Радио.
Вып. 74. В. А. ПАРФЁНОВ. Редкие металлы.
Вып. 75. Ф. М. ИВАНОВ и С. Б. БЯЛОЖЕСКИЙ. Искусственные камни.
Вып. 76. Л. К. БАЕВ. Вертолёт.
Вып. 77. Ю. М. БОГДАНОВ. Наука о прочности.
Вып. 78. М. В. БЕЛЯКОВ. Атмосфера.
Вып. 79. С. А. МОРОЗОВ. Фотография в науке.
Вып. 80. И. А. КАЛИНИН. Каталит.
Вып. 81. К. П. БЕЛОВ. Что такое магнетизм.