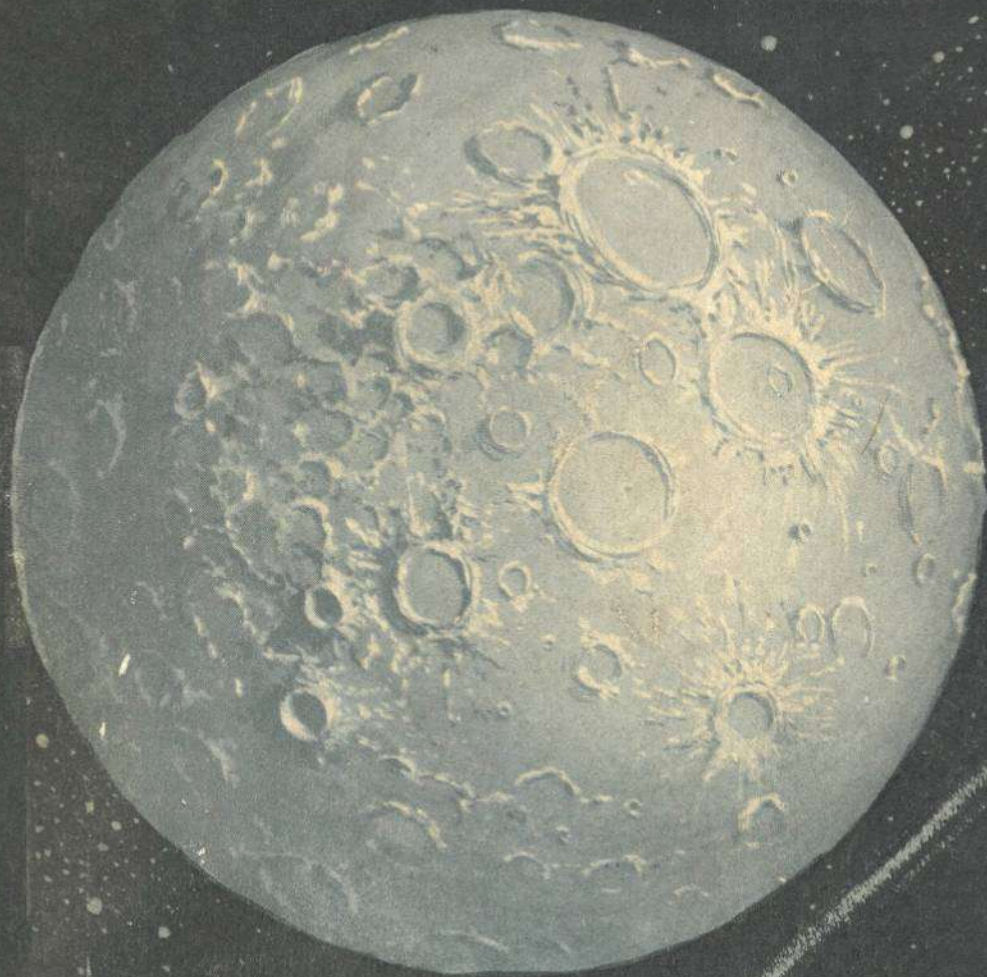


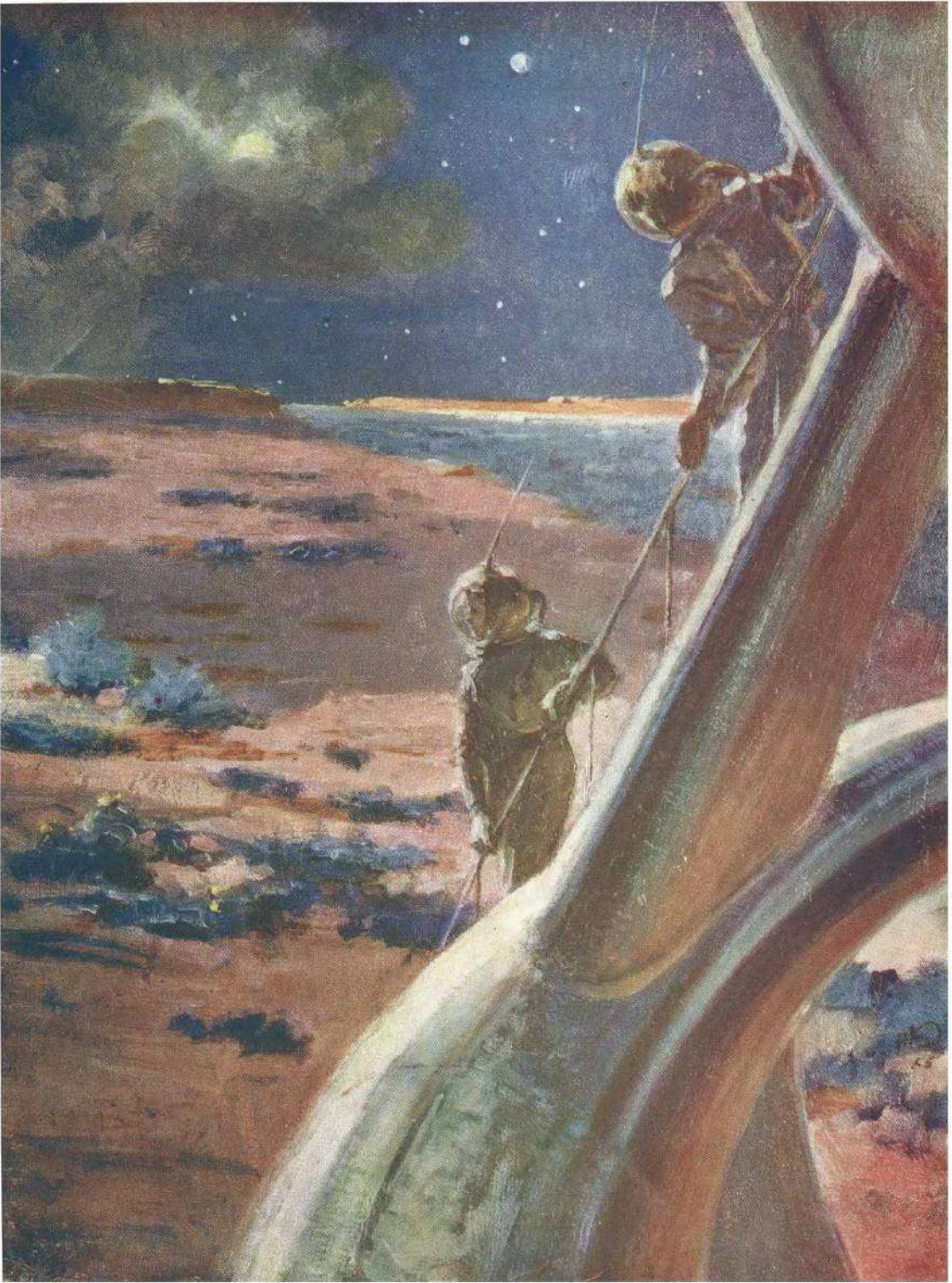
★ ПУТЕШЕСТВИЕ К ДАЛЕКИМ МИРАМ ★



К.А. Гульзин

ПУТЕШЕСТВИЕ
К ДАЛЕКИМ
МИРАМ

Детгиз · 1956



К. А. ГИЛЬЗИН

КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ПУТЕШЕСТВИЕ



Государственное Издательство
ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Министерства Просвещения РСФСР

МОСКВА · 1956

Оформление *Д. Бишти*
Вклейки *Н. Кольчицкого*
Рисунки *Е. Трунова* и *Н. Кольчицкого*

ПОСВЯЩАЕТСЯ
ПАМЯТИ

*основоположника
астронавтики,
замечательного патриота
нашей Родины-*

КОНСТАНТИНА
ЭДУАРДОВИЧА
ЦИОЛКОВСКОГО



ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Советская молодежь проявляет большой интерес к проблеме межпланетных путешествий.

Этот интерес уже давно вышел за рамки простого вопроса: «Возможны ли вообще межпланетные путешествия?» У нас в стране каждый школьник знает, как ответить на такой вопрос, знает, что этот ответ был получен больше полувека назад нашим замечательным соотечественником — Константином Эдуардовичем Циолковским.

Интерес наших юношей и девушек к проблеме межпланетных путешествий стал совершенно конкретным. Им хочется знать, какие межпланетные полеты можно совершить уже сейчас, при современном уровне развития науки и техники, какие успехи достигнуть в развитии изобретенного Циолковским замечательного реактивного двигателя, который будет сердцем любого межпланетного корабля. Они допрашивают астрономов о трассах будущих космических полетов, врачей — об особенностях воздействия межпланетного полета на организм человека. Их интересует и угроза столкновения межпланетного корабля с метеоритами, и возможность использования предложенных Циолковским искусственных спутников Земли, и многое другое.

Короче говоря, нашу молодежь живо интересуют все те проблемы, которые изучаются созданной Циолковским наукой о межпланетных путешествиях — астронавтикой. Однако эта наука получила уже столь большое развитие, особенно в последнее десятилетие, что сколько-нибудь подробное освещение ее достижений в одной книге невозможно.

Если эта книга ответит на некоторые вопросы юных читателей, если она вызовет еще больший интерес и любознательность — ее цель будет достигнута.

Автор

ВСЕЛЕННАЯ ВОКРУГ НАС

ВВЕДЕНИЕ

Путешествие к далеким мирам... О каких же мирах идет речь в этой книге?

Было время, когда люди считали Землю центром мироздания. Только отдельные ученые, гениальные одиночки вроде Джордано Бруно, поднимались до понимания того, что Земля — лишь песчинка во вселенной, что на бесконечном множестве небесных тел имеется жизнь и живут мыслящие существа, хотя, может быть, и не похожие на людей.

Это было не так уж давно, а насколько продвинулись с тех пор наши представления о вселенной! Стремительно развивается наука, и все большую власть над природой приобретает человек. Наступит такое время, когда и нас будут вспоминать, вероятно, не иначе, как с улыбкой — таким странным будет казаться людям будущего наше «затворничество» на Земле, тот тесный мир, в котором мы живем. Наступит такое время, когда люди будут посещать на своих космических кораблях не только «окрестности» Земли в окосолнечном пространстве, но и смогут совершать полеты к другим солнцам, забираясь все дальше вглубь мирового пространства.

Бесконечно число небесных тел в безграничной вселенной.

На огромных, едва доступных человеческому воображению расстояниях плывут в мировом пространстве, вращаясь вокруг своей оси, колоссальные звездные системы — «островные вселенные», или галактики. Каждое такое звездное семейство состоит из многих миллиардов звезд. Расстояния между ними так велики, что даже лучу света, пробегающему 300 тысяч километров в секунду, требуются десятки и сотни тысяч лет, чтобы пройти путь между двумя какими-нибудь звездами, лежащими на противоположных границах одного звездного семейства.

Рядовой звездой, расположенной ближе к краю одной из таких галактик, плывет в космосе и наше Солнце. Это средняя во всех

отношениях звезда. Есть звезды-гиганты в сотни и даже тысячи раз больше Солнца по диаметру и звезды-карлики в сотни раз меньше его. Солнце холоднее бесчисленного множества звезд, но и горячее бесчисленного множества других звезд. Есть звезды более и менее плотные, чем Солнце, более и менее яркие и т. д.

Что же представляет собой наше Солнце, являющееся источником жизни на Земле?

Солнце — это гигантский раскаленный газовый шар, диаметр которого почти в 110 раз больше земного: он равен примерно 1390 тысячам километров. Внутри этого огромного бурлящего газового шара, медленно поворачивающегося вокруг своей оси, непрерывно происходят сложные процессы образования новых атомов — из простейших атомов газа водорода образуются атомы газа гелия. Эти процессы приводят к выделению колоссальных количеств энергии, скрытой в ядрах атомов, вследствие чего в недрах Солнца поддерживается температура примерно в 20 миллионов градусов. Неудивительно, что Солнце излучает каждую секунду во все стороны огромную энергию. Солнечные лучи пронизывают все околосолнечное пространство; они несут с собой тепло и свет, столь необходимые для существования жизни. Это живительные лучи. Таинственные процессы, происходящие на Солнце, играют очень большую роль в нашей жизни: они влияют на погоду, радиосвязь, магнитные явления на Земле и т. д. Не зря так велико значение научных исследований, направленных на изучение «жизни» Солнца.

Солнце, как и бесчисленное множество других звезд, не одиноко прокладывает свой путь в мировом пространстве. Оно окружено многочисленной семьей небесных тел, составляющих вместе солнечную систему. Все эти небесные тела неразрывно связаны с Солнцем, находятся на сравнительно небольшом, по космическим масштабам, расстоянии от него.

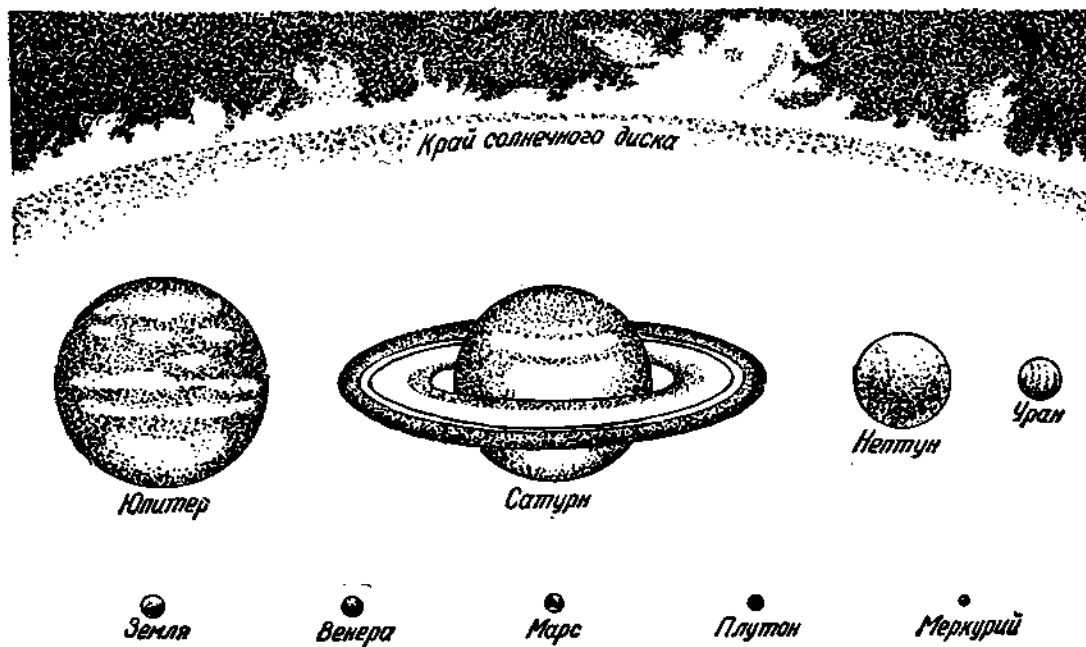
Главные члены солнечного семейства — обращающиеся вокруг Солнца планеты. Это уже не раскаленные, а холодные, твердые небесные тела, гораздо меньшие по размерам, чем Солнце, но зато и более подвижные.

В числе планет находится и наша Земля. Выходит, что «центр мироздания» — всего-навсего только рядовая планета, одна из девяти планет солнечной системы. Неудивительно, почему церковь вела такую жестокую войну с Коперником, Галилеем, Бруно — со всеми, кто отрицал исключительность Земли и человека во вселенной. Ведь утверждение исключительного положения Земли и человека во вселенной составляет основу религии.

Каковы же ближайшие «родственники» Земли — планеты солнечной системы?

Ближе всего к Солнцу — наименьшая из всех планет, Меркурий; затем идут, по мере удаления от Солнца, Венера, наша Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон, о котором ученые знают пока еще очень немного.

Расстояния между планетами очень велики по сравнению с их собственными размерами, так что солнечная система представляет собой огромную пустыню с затерявшимися в ней песчинками — планетами. Образное представление об этом дает, например, такая



Сравнительные размеры планет и Солнца

картина. Если Солнце — большой мяч диаметром 1 метр, то Земля — вишенка меньше 1 сантиметра в поперечнике на расстоянии больше 100 метров от этого мяча. Меркурий — горошинка диаметром всего 3,5 миллиметра на расстоянии 40 метров от мяча-Солнца, а Венера — похожая на Землю вишенка на расстоянии примерно 77 метров от мяча. Бусинка-Марс — диаметром около 5 миллиметров — кружится вокруг мяча на расстоянии больше 160 метров. Гигант-Юпитер — крупный апельсин диаметром 10 сантиметров — на расстоянии больше полкилометра. Сатурн — апельсин с поперечником около 8,5 сантиметра — на расстоянии примерно 1 километра от мяча. Уран — орех с поперечником 3,5 сантиметра — на расстоянии 2 километров от мяча. Нептун — орех чуть побольше —

на расстоянии 3 с лишним километров. И, наконец, Плутон — горошинка чуть побольше 4 миллиметров в поперечнике — на расстоянии больше 4 километров от мяча-Солнца.

Мы уже немало знаем о планетах, но что значат эти знания по сравнению с тем, что нам предстоит еще узнать!

Нам известно, например, что Меркурий почти лишен атмосферы и обращен к Солнцу всегда одной и той же стороной. Мы знаем о Меркурии, как и о всех других планетах (кроме Плутона), и то, как он велик, какова его масса, каковы законы его движения.

Венера имеет мощную атмосферу, но не похожую по составу на нашу земную и, к сожалению, настолько плохо проницаемую для видимых солнечных лучей, что мы пока ничего не знаем о том, как выглядит поверхность нашей соседки.

Другим таким соседом является загадочный Марс, больше остальных планет известный людям. На Марсе есть подобная земной, но более разреженная атмосфера, есть и вода — это твердо установленные наукой факты. В последние годы советские ученые получили экспериментальные доказательства того, что на Марсе имеется растительность.

Юпитер славится своими размерами — это гигант по сравнению с другими планетами: его диаметр в 11 с лишним раз больше земного. Мощный, непрозрачный слой облаков окутывает эту планету.

Сатурн выглядит красавцем в своем знаменитом ожерелье из колец. Его, как и две следующие планеты — Уран и Нептун, тоже обволакивают непрозрачные облака.

Накопец, внешняя планета солнечной системы — Плутон — имеет, вероятно, замерзшую атмосферу, покрывающую твердым слоем ее поверхность. Ведь мороз на Плуtone, с которого Солнце кажется лишь ослепительно яркой звездой, достигает, вероятно, минус 220° Цельсия.

Некоторые из планет — именно: Меркурий, Венера и, возможно, Плутон — совершают свой бесконечный полет вокруг Солнца в одиночестве, в то время как остальные имеют спутников. Вокруг этих планет обращаются по своим орбитам другие, меньшие по размерам небесные тела. Семья спутников планет насчитывает 30 членов, не считая всем нам хорошо известного спутника Земли — Луну.

Одно Солнце, 9 планет, 31 спутник... Всё?

Нет, еще далеко не всё.

Кроме указанного «населения» солнечной системы, следовало бы назвать еще десятки тысяч крохотных планеток — так называемых планет-карликов, или астероидов. Они тоже движутся вокруг Солнца, но по самым разнообразным орбитам, то приближаясь чуть ли не вплотную к Солнцу, то удаляясь на огромные расстояния от него.

Затем идет весьма многочисленная группа небесных тел загадочного происхождения: кометы — «косматые звезды», обычно украшенные длинным, красивым хвостом. Кометы тоже обращаются вокруг Солнца, но чаще всего по таким вытянутым эллиптическим орбитам, что год на какой-нибудь комете может длиться десятки тысяч земных лет. Недаром кометы называют иногда бродягами вселенной.

И, наконец, бесчисленная армада небесных камней — метеоритов, осколков когда-то погибших крупных небесных тел. Эти камни пронизывают во всех направлениях солнечную систему.

Вот теперь уже, пожалуй, всё.

Впрочем, если бы мы стали знакомиться с солнечной системой не сейчас, а через какое-то время, то могли бы увидеть и искусственные небесные тела, созданные рукой человека, — межпланетные корабли и искусственные спутники Земли.

Пожалуй, не так уж долго осталось ждать осуществления этой величайшей мечты человечества.

В этой книге рассказывается о том, как люди готовятся к прыжку в мировое пространство, какие необычайные трудности им приходится при этом преодолевать, какие замечательные возможности сулит осуществление межпланетных полетов.





*Невозможное сегодня станет
возможным завтра.*

К. Э. Циолковский

Глава I

ДЕРЗНОВЕННАЯ МЕЧТА

Мы живем с вами, мои юные читатели, в великой стране и в замечательное время. С каждым днем становятся все более зримыми черты коммунистического общества, которое строит наш советский народ. Самая смелая фантазия, самые дерзновенные мечтания людей зачастую не поспевают за нашей советской действительностью.

Неустанно заботясь об укреплении мира, советские люди направляют свои усилия на то, чтобы лучше и полнее использовать природные ресурсы. Какие замечательные плоды приносит этот героический труд советского народа, какие небывалые задачи он решает и в какие сроки!..

Построен Волго-Донской судоходный канал имени В. И. Ленина, о котором столетиями мечтали русские люди. Полным ходом идет строительство гигантских, крупнейших в мире Куйбышевской и Сталинградской ГЭС, многих других электростанций, каналов, оросительных систем, плотин. Все чаще в газетных сообщениях появляются названия могучих сибирских рек. Их неисчерпаемые водные ресурсы наряду с волжскими, днепровскими, донскими будут по-

ставлены на службу нашему народу для производства в невиданных количествах дешевой электроэнергии. Отступают под напором вооруженных новейшей наукой и техникой советских людей пустыни, поднимается вековечная целина, находят новые русла реки, чудесно меняется облик земли. Вступают в строй новые гиганты-заводы; поднимаются, как из-под земли, красавцы-города; расцветают поля и сады... Все зажиточнее и прекраснее становится жизнь советских людей. Электричество и химия, атомная энергия и чудесные машины-автоматы, мичуринская биология и радио, сотни и тысячи замечательных открытий советских ученых, изобретений инженеров и рабочих — все используется нашим народом в его величественной борьбе за преобразование природы.

Кто же может сомневаться в том, что нашему великому народу суждено осуществить и дерзновенную мечту человечества о полете в мировое пространство, что советский человек первым ступит на поверхность Луны или Марса? Ведь не зря же при Академии наук СССР уже создана Комиссия по межпланетным сообщениям.

Мечта о полете родилась еще у наших далеких предков.

Пробираясь сквозь заросли лиан в непроходимых джунглях, первобытный человек не мог не завидовать птицам, легко пронесшимся над ним в небе. Неудивительно, что эта мечта нашла отражение в многочисленных легендах различных народов.

Одна такая поэтическая легенда, возникшая более 3500 лет назад, вдохновила великого сына таджикского народа — Фирдоуси — запечатлеть эту легенду в поэме. В ней рассказывается о попытке совершить полет в небо, предпринятой персидским властителем Кай Каосом. Завоевав весь известный ему мир, этот царь решил покорить и небо, подчинив себе «государство облаков». Он приказал построить экипаж из легчайшего дерева и прикрепить к нему цепями четырех молодых и сильных орлов, пойманных для этой цели охотниками. Усевшись со всем необходимым вооружением и снаряжением в свой «самолет», царь дал команду — и орлы были отпущены. Стремясь достать прикрепленный перед каждым из них кусок мяса, орлы взлетели, унося с собой в небо и колесницу с «летчиком». Однако вскоре живые «двигатели» устали, им надоела эта бессмысленная игра, и незадачливый завоеватель возвратился, разочарованный, на землю.

А кто не знает древнегреческой легенды о легкомысленном Икаре, сыне Дедала, который, поднявшись в воздух на крыльях из перьев, слепленных воском, неосторожно приблизился к Солнцу и вследствие этого погиб? Судьба Икара может постигнуть и будущих межпланетных путешественников на Меркурий, если штурман их корабля допустит небольшую навигационную ошибку...

Однако многие тысячелетия мечта о полете оставалась лишь мечтой. Человеку, царю природы, увы, не дано было летать. Люди научились плавать, построили корабли, покорили водные просторы Земли, но все же находившийся в их распоряжении мир был обидно плоским — небо оставалось для них недоступным. Люди ходили по дну величайшего из всех океанов — воздушного — и лишь мечтали о том, чтобы всплыть в этом океане: мечтали о полете ввысь.

Рвались в небо и храбрые, мужественные русские люди. В сказаниях и былинах русского народа эта страстная мечта о полете нашла широкое отражение — кто не помнит полетов Ивана-царевича или сказок о Коньке-горбунке?

В нашей стране и была наконец осуществлена эта заветная мечта о полете. С нашей земли человек впервые поднялся в воздух, начав этим славную историю покорения воздушного океана. Россия стала родиной воздухоплавания. Первый в мире воздушный шар поднял человека в воздух в 1731 году. Этим человеком был рязанец Крякутной. Первый в мире самолет, поднявший человека в небо, был построен родоначальником современного самолетостроения Александром Федоровичем Можайским в 1882 году. Началась новая эра — эра авиации.

С мечтой о полете была неразрывно связана и мечта о полете на звезды. Люди не знали, что представляет собой мировое пространство, каково строение вселенной, что такое звезды, но творческая мысль уносила их на крыльях фантазии к этим далеким «светильникам». Мифология всех времен и народов полна преданий о полетах к звездам. Эти предания воспевали мужество храбрых людей, их творческие дерзания.

По мере развития науки о строении вселенной и нашей солнечной системы мечты о полете к звездам стали наполняться другим содержанием. И когда мы, советские люди, мечтаем о межпланетном полете, мы говорим об этом прежде всего как о величайшем научном подвиге.

Действительно, осуществление межпланетного полета имело бы исключительное научное значение. Оно не только нанесло бы новый, сокрушительный удар по всяким суевериям, с помощью которых религия воздействует на отсталых людей, но и в огромной степени содействовало бы дальнейшему развитию науки. В процессе полета, а также на поверхности Луны или планет можно было бы осуществить многочисленные и разнообразные научные наблюдения, невозможные на Земле. Нет сомнений, что в результате такого полета были бы раскрыты многие тайны природы, наука поднялась бы на высшую, качественно новую ступень, началась бы новая эра в раз-

витии ряда отраслей науки. Неизмеримо выросли бы и обогатились новыми знаниями все отрасли естественных наук, в том числе астрономия, физика, химия, геология, биология, появились бы и новые, неизвестные до сих пор науки.

Какой таинственный, волнующий, необычайный мир предстал бы перед земными жителями, впервые достигшими Луны, Марса, Венеры! На планетах могут быть обнаружены новые, неизвестные у нас на Земле формы растительной и животной жизни. Когда-нибудь земные путешественники достигнут и таких планет, где живут мыслящие существа, хотя, возможно, и не похожие на нас с вами.

Но не только возможность замечательных научных открытий привлекает нас в идее космического, межпланетного полета. Мы изучаем природу не ради самого изучения, а чтобы полнее использовать ее на службе человеку. И в этом отношении осуществление межпланетного полета открыло бы новые, поистине гигантские перспективы.

Планеты могут оказаться практически неисчерпаемыми кладовыми многих полезных ископаемых — руд и минералов. Наукой установлено, что все известные ей миры вселенной состоят из одних и тех же химических элементов, включенных в периодическую систему элементов гениального Менделеева. Однако на планетах могут быть найдены не только очень редкие у нас на Земле, но и совершенно неизвестные руды и минералы. Ведь встречаются же такие минералы в небесных камнях — метеоритах, падающих на Землю.

Все знают, что основным источником жизни на Земле является энергия, которую нам так щедро шлет Солнце. Но Земля — это песчинка в околосолнечном пространстве, и эта песчинка получает меньше, чем одну двухмиллиардную долю всей энергии, излучаемой Солнцем. Не подумайте только, что солнечная энергия, получаемая Землей, мала. По своей абсолютной величине это колоссальная энергия. Если бы нам нужно было расплачиваться с Солнцем за получаемую от него энергию, пусть даже по баснословно дешевому тарифу, по 5 копеек за киловатт-час, то все же каждому из жителей Земли пришлось бы переводить на «текущий счет» Солнца по рублю каждую секунду! Мы пока еще варварски плохо используем эту энергию. Но настанет время, когда положение изменится.

В энергетике коммунистического общества будут использованы не только энергия ветра, воды, угля, нефти и другие виды энергии, в которые преобразуется энергия Солнца, но и сама эта энергия непосредственно. И все же для возросших потребностей человека, для осуществления его гигантских замыслов этой энергии может оказаться недостаточно. На помощь человеку наряду с энергией атомного ядра может прийти и часть бесполезно теряемой в настоя-

шее время в мировом пространстве энергии Солнца. Об этом и мечтал Циолковский.

На Луне и на Меркурии, как на небесных телах, не имеющих атмосферы и недалеко отстоящих от Солнца, будет наиболее удобно расположить солнечные энергостанции колоссальной мощности. Энергию, производимую этими станциями, целесообразнее всего будет использовать на месте — в частности, для питания химических заводов, работающих на «местном» сырье, производящих топливо для ракетных двигателей межпланетных кораблей, и т. д. А затем, возможно, будут найдены и методы передачи этой энергии на Землю. Такие солнечные энергостанции можно будет, вероятно, располагать и не на планетах, а непосредственно в межпланетном космическом пространстве.

Мало того, будет время, когда на Луне, Венере, Марсе, а может быть, и на других планетах и их спутниках появятся поселения людей, когда люди, как писал Циолковский, заполнят все около-солнечное пространство. Конечно, эти планеты в настоящее время не приспособлены для жизни людей, привыкших к комфорту земных условий. Но, используя колоссальные количества энергии, которые станут доступными в будущем, человек сможет активно вмешаться в «жизнь» солнечной системы, изменив порядки, существующие в ней уже в течение миллиардов лет. Техника дает, например, принципиальные возможности, о которых ниже будет сказано подробнее, изменить относительное расположение планет — скажем, передвинуть Меркурий, находящийся в опасной близости от Солнца, подальше от него, чтобы приблизить температурные условия на Меркурии к земным, или передвинуть с этой же целью Марс ближе к Солнцу. Таковы только некоторые возможности, связанные с осуществлением мечты о межпланетных перелетах.

Трудно даже представить себе сейчас все перспективы, которые откроются перед человечеством, когда люди начнут запросто посещать самые «глухие» места солнечной системы, когда солнечная система получит наконец настоящего, умелого и рачительного хозяина!

Г л а в а 2

„УЗНИКИ“ ЗЕМЛИ

Что же мешает нам осуществить межпланетное путешествие? В чем его главные трудности? Чем отличается, в конце концов, такое путешествие от путешествия по земле? Может быть, только тем, что это путешествие на гораздо большие расстояния?

Или тем, что оно должно протекать в безвоздушном пространстве, где царит жесточайший холод?

Или, наконец, просто тем, что такое путешествие еще ни разу не было совершено и может таить в себе всяческие неожиданности?

Да, этим, но не только этим. Есть одно обстоятельство, которое делает любое межпланетное путешествие, пусть самое короткое, принципиально отличным от любого земного путешествия, хотя бы даже кругосветного. В этом же обстоятельстве заключается и главная трудность в совершении межпланетного путешествия — оно и мешает нам осуществить такое путешествие.

Вы знаете, конечно, о чем идет речь: о силе тяжести. Именно она — главное препятствие на пути совершения межпланетного полета.

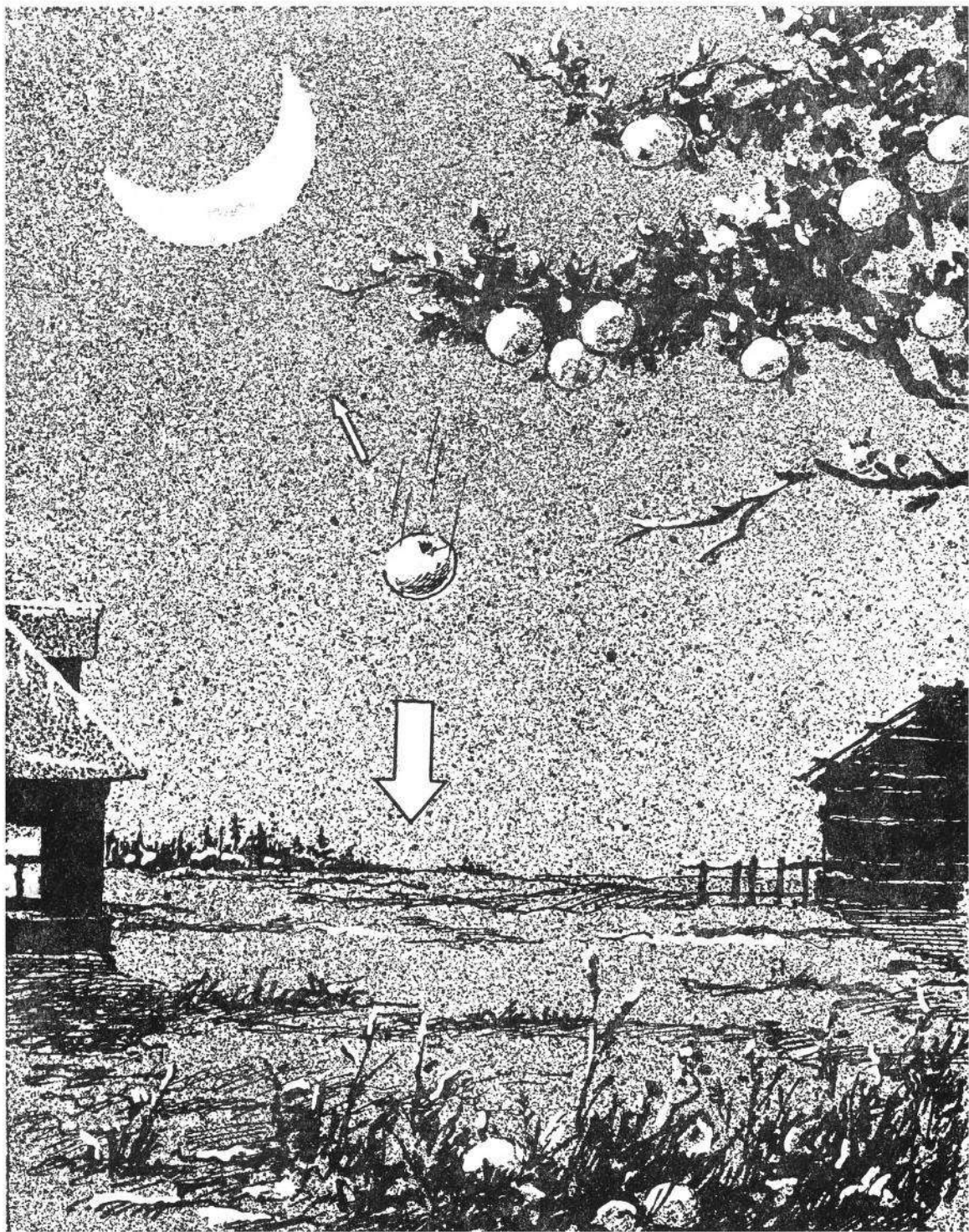
Сила тяжести (или сила тяготения, как ее иногда называют) — это сила взаимного притяжения частиц массы, вещества, одна из наиболее важных сил природы. Наука еще не сумела пока до конца выяснить причину возникновения этой силы, ее происхождение, ее природу. Но характер проявления и величина силы тяжести изучены очень хорошо.

Сила тяжести проявляется всюду, где есть по крайней мере два тела или две частицы вещества; она действует между любыми такими частицами повсюду во вселенной — это абсолютно всеобщий закон. Поэтому открытый Ньютоном закон тяготения и называют законом всемирного тяготения. Любые два тела, любые две частицы притягиваются друг к другу с силой, зависящей от массы этих частиц и расстояния между ними. Чем больше масса и чем меньше расстояние, тем сила притяжения больше.

Мы повседневно встречаемся с проявлениями силы тяжести. Наш вес — это сила, с которой нас притягивает Земля. Все предметы на Земле имеют вес. Яблоко, оторвавшись от ветки дерева, не устремляется в небо, а падает на Землю под действием силы притяжения к ней.

Впрочем, последнее объяснение не является бесспорным. Если бы, кроме яблока и Земли, во вселенной не было других тел, то для яблока существовал бы только один путь — на Землю. Однако в действительности яблоко притягивается не только Землей, но и Солнцем, Луной и другими небесными телами. Если оно падает все же именно на Землю, то только потому, что притяжение к ней неизмеримо сильнее, чем к любому другому небесному телу, — ведь Земля гораздо ближе. Точно так же и во многих других случаях можно рассматривать только два взаимно притягивающихся тела, подобно Земле и яблоку, пренебрегая влиянием остальных.

Кстати сказать, теорию движения небесных тел в нашей солнечной



Яблоко притягивается и Луной.

системе удалось построить только в виде решения такой «проблемы двух тел». Уже даже для «проблемы трех тел», не говоря о большем их числе, как это обычно бывает в действительности, получить общее решение пока не удалось из-за математических трудностей. Поэтому приходится учитывать влияние остальных тел в виде искажений или так называемых возмущений, которые эти тела вносят в траектории движения, рассчитанные для двух тел.

Не следует думать, однако, что мы пренебрегаем у себя на Земле притяжением Солнца или Луны потому, что оно мало по абсолютной величине. Как известно, действием этого притяжения объясняются такие грозные природные явления, как приливы и отливы, когда в движение приводятся миллиарды тонн океанской воды. В будущем энергия этой воды заставит работать мощнейшие «приливные» гидроэлектростанции. Даже далекий от нас Нептун, одна из внешних планет солнечной системы, находящийся на расстоянии больше 4 миллиардов километров от Земли, действует на нее с силой 18 миллионов тонн.

Сила тяжести играет огромную и, конечно, положительную роль в природе. Если бы не существовало силы тяжести, то вселенная не имела бы того высокоорганизованного вида, который она имеет в настоящее время. Не существовало бы, конечно, солнечной системы; не существовали бы и мы с вами. Впрочем, если бы даже и существовали, то удержаться на Земле нам бы не удалось — достаточно было бы легкого толчка, для того чтобы навсегда распрощаться с родными местами и отправиться блуждать по просторам вселенной.

Однако совсем другую роль играет сила тяжести, когда мы рассматриваем возможность межпланетного полета. Действительно, когда мы путешествуем по земной поверхности, то почти не замечаем действия силы тяжести, если только не совершаем какого-нибудь альпинистского восхождения. Другое дело — межпланетный полет. Совершая такой полет, мы должны все время удаляться от Земли и, значит, преодолевать силу тяжести. Сила притяжения к Земле, защищаящая нас от опасности случайно улететь с Земли, не позволяет нам расстаться с ней и тогда, когда мы этого хотим. Так этот «союз» с Землей становится пленом.

Как же можно разбить мощные цепи тяготения, превращающие нас в «узников» Земли, как преодолеть это главное препятствие на пути к осуществлению межпланетного полета?

Конечно, хорошо известные средства, с помощью которых люди с давних пор штурмовали небо, преодолевая силу тяжести, — воздушный шар и самолет — для осуществления межпланетного полета не годятся.

Для полета они нуждаются в воздухе, которого нет в мировом пространстве.

Однако наука нашла такое средство. Им является скорость, которую нужно сообщить межпланетному кораблю.

Чтобы сообщить какому-нибудь предмету, например простому камню, некоторую скорость, мы должны его бросить, толкнуть. Чем больше сила толчка, тем больше и скорость. Конечно, сила человеческих мышц невелика — чемпион мира прыгает через планку, установленную на высоте чуть больше 2 метров. Камень, брошенный самой сильной рукой, поднимается вверх на 2—3 десятка метров. Но вот на помощь силе приходит разум. Стрела, выпущенная из тугого лука, летит на десятки и даже сотни метров; пуля из винтовки уносится на километры; снаряд из дальнобойного орудия поднимается ввысь на 40 километров.

Все выше и все дальше... А нельзя ли так размахнуться камнем, чтобы забросить его... на Луну? Принципиально можно, только очень уж сильно надо будет его для этого бросить.

Чем больше сила, с которой мы бросаем камень, тем больше его начальная скорость, а чем больше эта скорость, тем выше залетает камень. Брошенный вверх с определенной начальной скоростью, камень летит постепенно все медленнее и медленнее, пока не останавливается на мгновение совсем и затем начинает все быстрее падать обратно на Землю. Что замедляет полет камня вверх и снова ускоряет его при падении? Сила тяжести. Если бы воздух, в котором совершает свой полет камень, не оказывал ему сопротивления, уменьшая скорость, то при ударе о Землю камень обладал бы как раз той же скоростью, которая была ему сообщена при броске.

Это позволяет найти скорость, которая должна быть сообщена камню, чтобы он достиг, допустим, орбиты Луны или Марса. Брошенный с этой скоростью камень достигнет заданной орбиты, а затем все быстрее начнет падать обратно на Землю.

А можно ли сообщить камню такую скорость, чтобы он вовсе не возвратился на Землю, продолжая бесконечно долго удаляться от нее в мировое пространство? Оказывается, можно, по крайней мере, теоретически. Эта скорость должна равняться той скорости, которую камень имел бы при падении на Землю «из бесконечности», как говорят математики¹. Бесконечность здесь означает просто «очень-очень далеко», настолько далеко, что даже значительное увеличение расстояния уже не меняет скорости, с которой камень

¹ При этом мы попрежнему не учитываем сопротивления воздуха, то-есть считаем, что камень падает в пустоте, и, кроме того, рассматриваем проблему двух тел, то-есть исходим из того, что, кроме Земли и камня, других тел в природе не существует. Мы не учитываем также вращения Земли вокруг своей оси.

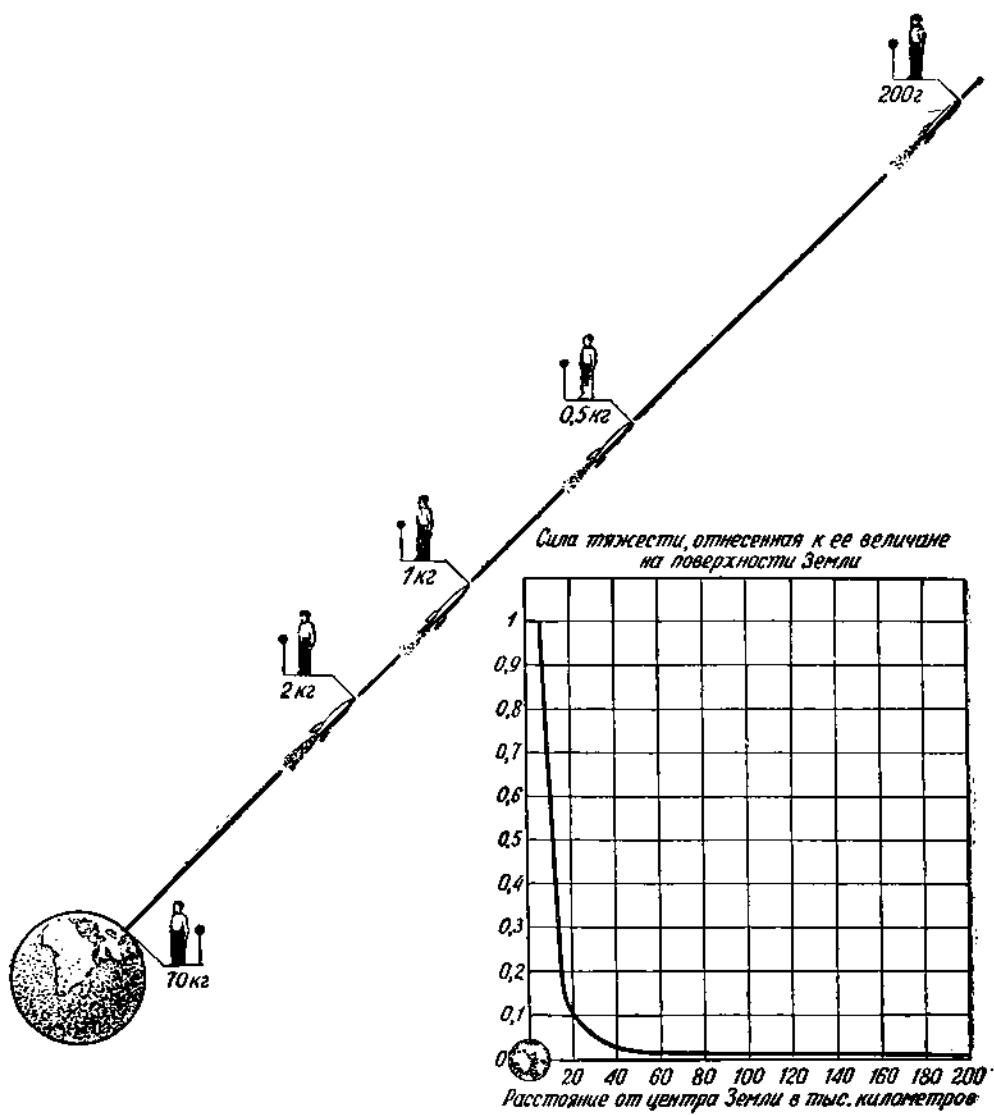
падает на Землю. Так, если один камень падает на Землю с высоты 10 миллионов километров, а другой — с высоты 20 миллионов километров, то разница в скоростях обоих камней будет совершенно ничтожной.

Скорость, которая должна быть сообщена камню (или любому другому телу), чтобы он улетел вовсе от Земли и не возвратился обратно, продолжая удаляться от нее, называется обычно скоростью отрыва.

Когда мы сообщаем камню такую скорость, это не значит, конечно, как иногда считают, что камень улетает так далеко от Земли, что сила ее притяжения перестает сказываться и камень перестает притягиваться Землей. Такой точки в мировом пространстве, в которой перестала бы действовать сила тяжести, в том числе и сила притяжения к Земле, конечно, не существует. Сила притяжения к Земле действует всюду, только величина ее может стать ничтожно малой, если камень находится далеко от Земли. Эта величина изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от центра Земли: когда расстояние увеличивается вдвое, сила притяжения уменьшается в 4 раза; когда оно увеличивается в 3 раза, то сила уменьшается в 9 раз, и т. д.

Собственно говоря, именно эта особенность закона всемирного тяготения и делает возможным межпланетный полет. Если бы сила притяжения к Земле оставалась с высотой постоянной, а не уменьшалась так быстро, то мы не могли бы даже надеяться совершить путешествие в мировое пространство, разве только уж в очень отдаленном будущем.

В этом легко убедиться. Чтобы порвать цепи земного тяготения, нужно, естественно, совершить определенную работу. Как найти величину этой работы? Когда мы поднимаем какой-нибудь груз — скажем, в 1 килограмм на высоту в 1 метр, то при этом совершаем работу, равную, как известно, 1 килограммометру. Если же мы решили поднять этот груз на высоту 384 миллионов метров, то-есть забросить его на Луну, то нам пришлось бы при неизменной силе тяжести и работу совершить в 384 миллиона раз большую. Это такая работа, которую производит за час двигатель мощностью около 1500 лошадиных сил. Но самый легкий межпланетный корабль должен весить десятки, если не сотни тонн. Поэтому потребная мощность двигателя корабля и расход топлива на полет должны быть в этом случае такими огромными, что решить эту задачу не под силу современной технике. Но так было бы, к счастью, только при постоянной, не меняющейся с высотой силе тяжести. В действительности же сила тяжести, как указывалось выше, быстро уменьшается по мере удаления от Земли. Чем дальше от Земли, тем легче преодолевать притя-



Сила тяжести изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от центра Земли.

жение к ней. Поэтому работа, которую нужно совершить, чтобы забросить килограммовую гирию на Луну, на самом деле оказывается примерно в 60 раз меньшей — она равна приблизительно 6,3 миллиона килограммометров. Такую работу совершит подъемный кран, переместив 630 тонн кирпича на высоту 10 метров. И эта работа очень велика, но все-таки даже современная техника в состоянии решить

задачу осуществления межпланетного полета, как об этом будет рассказано позже. Вот что означает для нас уменьшение силы тяжести с высотой.

Скорость отрыва — это та наименьшая скорость, при которой камень, улетая от Земли, уже не возвратится на нее, а будет все время удаляться. Если скорость камня меньше, то он рано или поздно обязательно упадет снова на Землю¹. При большей скорости, чем скорость отрыва, камень, конечно, на Землю не вернется, но эта избыточная скорость будет уже излишней.

Чему же равна скорость отрыва?

Определить величину этой скорости удастся только с помощью высшей математики. Ее величина определяется тем, что кинетическая энергия, которую приобретает камень, когда ему сообщают такую скорость, должна быть равной указанной выше работе преодоления земного тяготения. Она оказывается равной примерно 11,2 километра в секунду, или 40 тысячам километров в час. Вот какую скорость мы должны сообщить межпланетному кораблю, чтобы он смог пробить невидимый «панцирь тяготения», по образному выражению Циолковского, и совершить полет на Луну или планеты солнечной системы.

Глава 3

РОЖДЕНИЕ НАУКИ

Когда тяжести противопоставили скорость, то этим был сделан первый шаг на пути перехода от фантазии к науке, но все же наука о межпланетном полете еще создана не была. Для создания такой науки требовалось еще ответить на вопрос о том, как достичь нужной огромной скорости.

Вообще говоря, эта задача может быть решена различными способами. Принципиально возможно, например, построить гигантский лук или такую же гигантскую рогатку, чтобы использовать для посылки межпланетного снаряда силу упругости. Можно воспользоваться также пращей или метательной машиной, подобной применявшимся в средние века для осады крепостей. Но одно дело — принципиальная возможность, а другое — техническая осуществимость. Практически, конечно, ни одно из этих средств не годится: подобные сооружения нельзя будет сделать достаточно прочными.

Нельзя ли воспользоваться для посылки межпланетного снаряда пушкой? Эта мысль, естественно, приходит в голову, ибо известно, что снаряд, вылетающий из дальнобойного артиллерийского ору-

¹ Мы имеем в виду вертикальный полет камня. Другие случаи будут рассмотрены в главе 15.

дия, обладает скоростью в 1,5—2,0 километра в секунду. Это еще, конечно, гораздо меньше, чем нужные нам 11 километров, но все же получающиеся величины достаточно близки, чтобы заинтересоваться пушкой как средством осуществления межпланетного путешествия.

Вероятно, все помнят, что именно эта идея положена в основу научно-фантастического романа Жюль Верна «Из пушки на Луну». Жюль Верн описывает гигантскую пушку, отлитую прямо в земле в виде глубокого, более 270 метров глубиной, вертикального колодца. Снаряд, выстреленный из этой пушки, по расчетам Жюль Верна, должен был достичь Луны. Внутри же снаряда Жюль Верн поместил своих путешественников.

Однако совершить межпланетное путешествие по способу Жюль Верна не удастся. Причем главное здесь не в том, что Жюль Верн сильно ошибся в своих расчетах и снаряд, выстреленный из его пушки, не только не достиг бы Луны, но не вылетел бы даже за пределы земной атмосферы: он описал бы в ней сравнительно небольшую дугу и шлепнулся на Землю. Это можно было бы поправить и если не построить, то хотя бы рассчитать пушку так, чтобы ее снаряд достиг Луны; впрочем, с помощью тех порохов, которыми сейчас пользуется артиллерия, этого добиться нельзя. Можно было бы, может быть, простить Жюлю Верну и принципиальный недостаток его предложения, заключающийся в том, что такое путешествие было бы односторонним, безвозвратным — ведь на Луне-то нет другой пушки для посылки снаряда обратно на Землю!

Главное, что мешает послать человека на Луну в снаряде, заключается в другом. И здесь мы впервые сталкиваемся с обстоятельством, которое наряду со скоростью играет исключительно большую роль в проблеме межпланетного полета. Это обстоятельство — ускорения, возникающие в таком полете.

Величина ускорения показывает, как быстро изменяется скорость полета, то-есть как быстро она увеличивается при разгоне и уменьшается при торможении корабля. Необходимую скорость отрыва можно сообщить межпланетному кораблю постепенно, в течение длительного времени — тогда разгон корабля будет плавным, ускорение будет небольшим. Но можно разогнать корабль до необходимой скорости за короткое время, резко — тогда ускорение будет большим. То же самое относится и к посадке корабля — его торможение при этом может быть резким или плавным, вследствие чего ускорение будет соответственно большим или малым.

Легко понять, что это вовсе не безразлично для пассажиров корабля, да и для самого корабля тоже. Каждый по своему опыту знает, как неприятны большие ускорения. Стоит вспомнить наши ощущения в те моменты, когда трамвай или автомобиль, в котором

мы едем, вдруг резко дергает с места, резко тормозит или круто поворачивает. Особенно знакомы подобные ощущения летчикам, совершающим на самолете фигуры высшего пилотажа: петлю Нестерова, бочку, вираж. Какая-то могучая сила вжимает их при этом в сиденье или, наоборот, отрывает от него. Откуда появляется эта сила?

Пока скорость остается постоянной — как бы велика она ни была, мы ее вовсе не ощущаем и можем даже не догадываться, что находимся в движении. Разве люди думают о том, что мы все непрерывно мчимся вместе с Землей вокруг Солнца, пролетая каждую секунду в мировом пространстве по 30 километров? Нет, конечно. Другое дело, если бы эта скорость движения Земли вдруг резко изменилась — увеличилась или уменьшилась. Впрочем, лучше не будем расписывать всех неприятностей, которые постигли бы в этом случае обитателей Земли в результате появления все той же могучей силы.

Эта сила, появляющаяся всегда, когда возникает ускорение, называется силой инерции.

Когда лифт начинает свой подъем, приобретая ускорение, пассажиры в лифте чувствуют, как какая-то тяжесть прижимает их к полу, как бы увеличивая их вес. Это пол лифта давит на пассажиров, преодолевает их инерцию, их стремление сохранить состояние покоя. Чем больше ускорение лифта, чем быстрее он набирает скорость, тем больше сила инерции, тем больше этот увеличенный вес пассажиров. Сила инерции прямо пропорциональна ускорению. Когда лифт неподвижен, пассажиров прижимает к полу лифта только сила притяжения к Земле, то-есть их собственный вес. Как известно, эта сила при падении в пустоте вызывает ускорение, равное примерно 10 метрам в секунду за каждую секунду падения, точнее — 9,81 метра, то-есть скорость падающего тела увеличивается при этом каждую секунду на 10 метров в секунду. Это так называемое ускорение свободного падения или ускорение земного тяготения. Если же лифт тронется вверх, причем так, что ему будет сообщено как раз такое же ускорение, то-есть его скорость будет увеличиваться каждую секунду на 10 метров в секунду, то пассажиров будет прижимать к полу лифта не только сила их веса, но еще как раз такая же по величине сила инерции — вес пассажиров как бы удвоится. Конечно, такая «поправка в весе» мало приятна.

В жюль-верновском снаряде на пассажиров, заключенных в этом своеобразном лифте, будут действовать огромные силы инерции. Ведь скорость снаряда должна возрасти за время его движения в стволе пушки от нуля в начале движения до скорости 16 километров

в секунду¹ в конце его. Ускорение движения при этом будет огромным. Расчет показывает, что оно будет примерно в 60 тысяч раз больше, чем ускорение земного тяготения. Но это значит, что и вес пассажиров в снаряде будет при этом во столько же раз больше их обычного веса — пассажиры будут весить по 3—4 тысячи тонн! Этот многократно увеличенный вес мгновенно раздавил бы горепутешественников, и они буквально расплылись бы тонкой пленкой по дну снаряда. С точки зрения здоровья пассажиров, по существу дела, все равно, где поместить их при выстреле — внутри снаряда или непосредственно перед ним.

Инерционные перегрузки, связанные с ускорениями в полете, вредно действуют, конечно, не только на пассажиров корабля, но и на сам корабль. Бывали ведь случаи, когда при выходе самолета из крутого пикирования дело заканчивалось катастрофой. Если летчик после стремительного снижения слишком резко направлял самолет снова вверх, то крылья самолета не выдерживали и ломались под действием перегрузки, вызванной силой инерции. Уже давно прошло время, когда о самолете говорили, что он «не машина, рассчитывать его нельзя». Наука расчета самолетов на прочность достигла в настоящее время высокого совершенства. Естественно, что расчет ведется на строго определенные инерционные перегрузки. Конечно, так будут рассчитываться и межпланетные корабли.

Итак, мы видим, что мало сообщить межпланетному кораблю нужную огромную скорость, ее надо еще при этом сообщить постепенно, плавно, не допуская больших ускорений. Мы скажем ниже о том, каковы могут быть эти ускорения. Сейчас нам ясно лишь, что пушка Жюля Верна не отвечает этому требованию. Впрочем, и любая другая пушка будет страдать тем же недостатком.

Использовать пушки или какие-нибудь другие метательные машины для отправки межпланетных кораблей нецелесообразно не только из-за недопустимых ускорений, которые при этом развиваются. Даже если бы удалось обойти как-нибудь эту главную трудность, что мало вероятно, то сохранились бы другие недостатки этого метода. Один недостаток совершенно очевиден — снаряд летит по заранее заданному пути, и возможности управления им в полете весьма ограничены. Это вряд ли будет по душе командиру межпланетного корабля. Ведь вот и у Жюля Верна снаряд не попал в цель, что, впрочем, на этот раз оказалось спасительным, иначе как могли бы узнать читатели книги о приключениях ее героев?

¹ Это значение скорости приведено в романе «Из пушки на Луну» (16 576 метров в секунду); оно больше скорости отрыва в связи с необходимостью преодолеть воздушное сопротивление летящего снаряда, уменьшающее его скорость.

Еще более серьезная проблема — посадка такого корабля на планету. Вряд ли эту посадку можно мыслить себе, как столкновение снаряда с мишенью.

Наконец, хоть и менее очевиден, но тоже весьма существен недостаток такого корабля, связанный с особенностями атмосферы, окружающей нашу Землю. Эти особенности мы ниже рассмотрим подробнее, ибо, кроме «панцыря тяготения», как говорил Циолковский, межпланетному кораблю придется пробить и «панцырь атмосферы», отделяющий нас от мирового пространства. Однако одна такая особенность совершенно очевидна — с увеличением высоты над Землей плотность атмосферы быстро уменьшается.

Наиболее плотные слои атмосферы непосредственно прилегают к земной поверхности. В таком наиболее плотном воздухе корабль пролетит первые десятки километров своего длинного пути. И вот это начало пути кораблю следовало бы пролететь с малой скоростью, что значительно уменьшило бы потери скорости корабля из-за сопротивления воздуха, то-есть, иными словами, уменьшило бы затраты энергии на преодоление сопротивления атмосферы. Кроме того, это устранило бы опасность сильного разогрева поверхности корабля, который неизбежен при полете с большой скоростью в плотной атмосфере. И о сопротивлении воздуха и о нагреве корабля нам, конечно, придется потом говорить подробнее, но сразу ясно, что целесообразно так организовать полет межпланетного корабля, чтобы его скорость стала космической лишь на почтительном расстоянии от Земли, в разреженной атмосфере.

Вот, оказывается, как непросто организовать полет межпланетного корабля: необходимая скорость такого полета должна во много раз превышать максимальную скорость, когда-либо достигнутую человеком; при разгоне корабля до этой скорости ускорения должны быть очень небольшими, разгон должен быть плавным; на малых высотах, в плотном воздухе, скорость полета должна быть относительно небольшой; корабль должен обладать способностью управления в полете; должна быть обеспечена возможность плавной посадки корабля у места назначения.

И только тот, кто нашел бы средство решить все эти на первый взгляд неразрешимые проблемы, мог бы по праву считаться создателем науки о межпланетных сообщениях — астронавтики. Такой человек был бы гордостью не только своего народа, но и всего человечества. Мы знаем имя этого человека, мы гордимся тем, что он сын нашего народа, что он сделал нашу страну родиной астронавтики. Это имя — Константин Эдуардович Циолковский — навсегда останется в сердцах людей примером смелости научной мысли, образцом творческого дерзания. Наш народ с благодарностью хранит память

и об ученых других стран — пионерах астронавтики: французе Эно Пельтри, американце Годдарде, немцах Оберте и Валье и многих других.

Еще в конце прошлого века Циолковский, тогда скромный провинциальный учитель, занялся проблемой межпланетного полета. Он был первым человеком, осветившим эту проблему мощным проектором научных знаний. Циолковскому удалось разрешить многие вопросы теории межпланетного полета, создать, по существу, новую отрасль знания, проложить новые, неизведанные пути в науке.

Ученый, исследователь, новатор в науке, Циолковский проявил себя и смелым новатором в технике, замечательным изобретателем и инженером. Он изобрел чудесный двигатель, без которого невозможно осуществление межпланетного полета; разработал ряд проектов межпланетных кораблей; ответил на многие практические вопросы, связанные с проблемой межпланетного путешествия.

Нет ни одной серьезной проблемы космического полета, которую не видел бы Циолковский, которую он не сформулировал бы на годы и десятилетия раньше, чем это сделали ученые в любых других странах мира¹. Нет ни одной проблемы межпланетных сообщений, для которой Циолковский не предложил бы смелого и оригинального решения.

В царской России замечательные работы Циолковского не находили поддержки со стороны бюрократического, консервативного правительства. Несмотря на высокую оценку, которую тогда же дали этим работам такие всемирно известные ученые как Д. И. Менделеев, А. Г. Столетов, М. А. Рыкачев, Н. Е. Жуковский и другие, — за 40 с лишним лет своей научной и изобретательской деятельности до революции Циолковский получил один-единственный раз материальную поддержку от Российской Академии наук в сумме... 470 рублей.

Получавший ничтожную плату как учитель в городе Боровске, а потом в Калуге, почти глухой в результате перенесенной еще в детстве болезни, Циолковский все свои личные средства затрачивал на постановку увлекавших его опытов. Он строил модели, приборы, установки, он построил, кстати сказать, и первую в мире аэродинамическую трубу. Обыватели считали Циолковского чудаком, беспочвенным мечтателем.

Только народ, взявший в свои руки вместе с властью и судьбы нашей науки, оказал поддержку ученому. После революции развер-

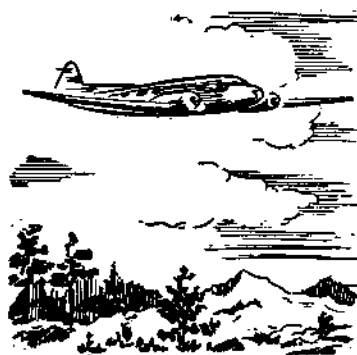
¹ Первые работы по астронавтике на Западе были опубликованы гораздо позже, чем фундаментальный труд Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1903 г.): во Франции — через 10 лет, в США — через 16 лет, в Германии — через 20 лет.

нулась бурная творческая деятельность Циолковского, который стал идейным вдохновителем и руководителем целой школы талантливых советских ученых, исследователей и инженеров, развивавших идеи своего учителя. За годы советской власти Циолковским было написано и напечатано в четыре с лишним раза больше работ, чем до революции — 550 работ из общего числа 675. Циолковский имел полное право сказать в письме И. В. Сталину:

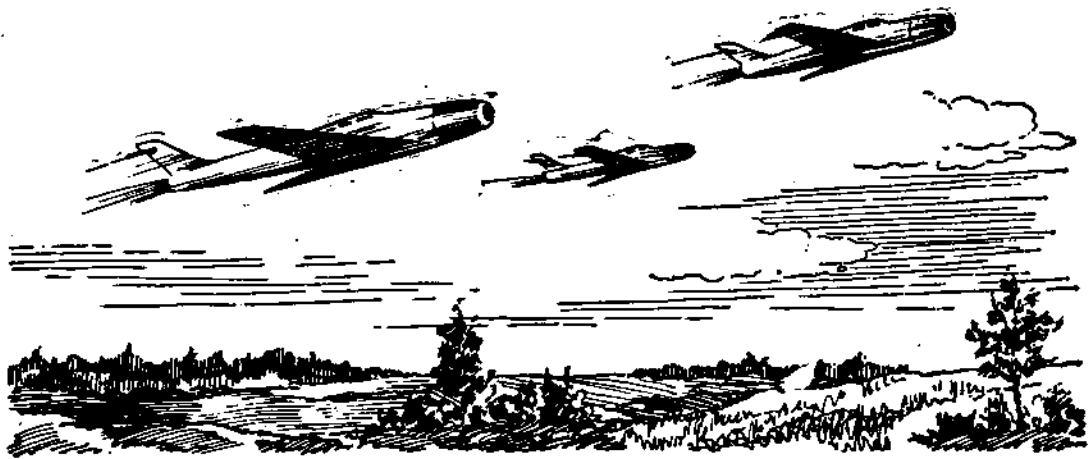
«Всю свою жизнь я мечтал своими трудами хоть немного продвинуть человечество вперед. До революции моя мечта не могла осуществиться. Лишь Октябрь принес признание трудам самоучки, лишь Советская власть и партия Ленина—Сталина оказали мне действительную помощь. Я почувствовал любовь народных масс, и это дало мне силы продолжать работу».

В этом же письме, написанном престарелым ученым в 1935 году, за несколько дней до смерти, Циолковский говорил о том, что он все свои многочисленные труды по авиации, ракетоплаванию и межпланетным сообщениям передает «партии большевиков и советской власти, подлинным руководителям прогресса человеческой культуры».

В ответном письме ученому И. В. Сталин назвал Циолковского «знаменитым деятелем науки». Имя Циолковского навсегда вошло в число бессмертных имен, составляющих гордость и славу русской науки, русского народа.







Глава 4

ТРЕТЬЕ РОЖДЕНИЕ

Циолковский нашел изумительно простое, гениальное решение, казалось, неразрешимой задачи — организовать полет космического корабля так, чтобы были удовлетворены главные требования, о которых шла речь в предыдущей главе.

Было ясно, что простой бросок межпланетного корабля в мировое пространство не годится — это должен быть какой-то особенный бросок. Сила его должна быть огромна, чтобы корабль приобрел колоссальную скорость. Он должен быть затяжным, чтобы разгон корабля был плавным и чтобы плотные слои атмосферы корабль пролетал с небольшой скоростью. Но и этого мало — надо предоставить командиру корабля по своему усмотрению изменять направление и скорость полета корабля в мировом пространстве, иначе корабль станет игрушкой стихий и не будет удовлетворять своему назначению.

Но это значит, что толчок, который получит корабль при взлете, не должен быть единственным. Может появиться, даже заведомо появиться, надобность в других подобных толчках во время самого полета, причем командир корабля должен иметь возможность сам избирать момент совершения этих толчков, их интенсивность, дли-

тельность и даже направление. Это должны быть какие-то особенные, управляемые толчки.

И, что самое главное, надобность в этих дополнительных толчках появляется тогда, когда корабль уже мчится в мировом пространстве, где нет воздуха, от которого он мог бы оттолкнуться, где не дуют ветры, где нет твердой опоры, как при отлете с Земли. Очевидно, единственным решением было бы найти источник толчков... на самом же межпланетном корабле. Такое решение возможно, и это единственное решение нашел Циолковский. В этом и заключается одна из основных его заслуг как создателя астронавтики.

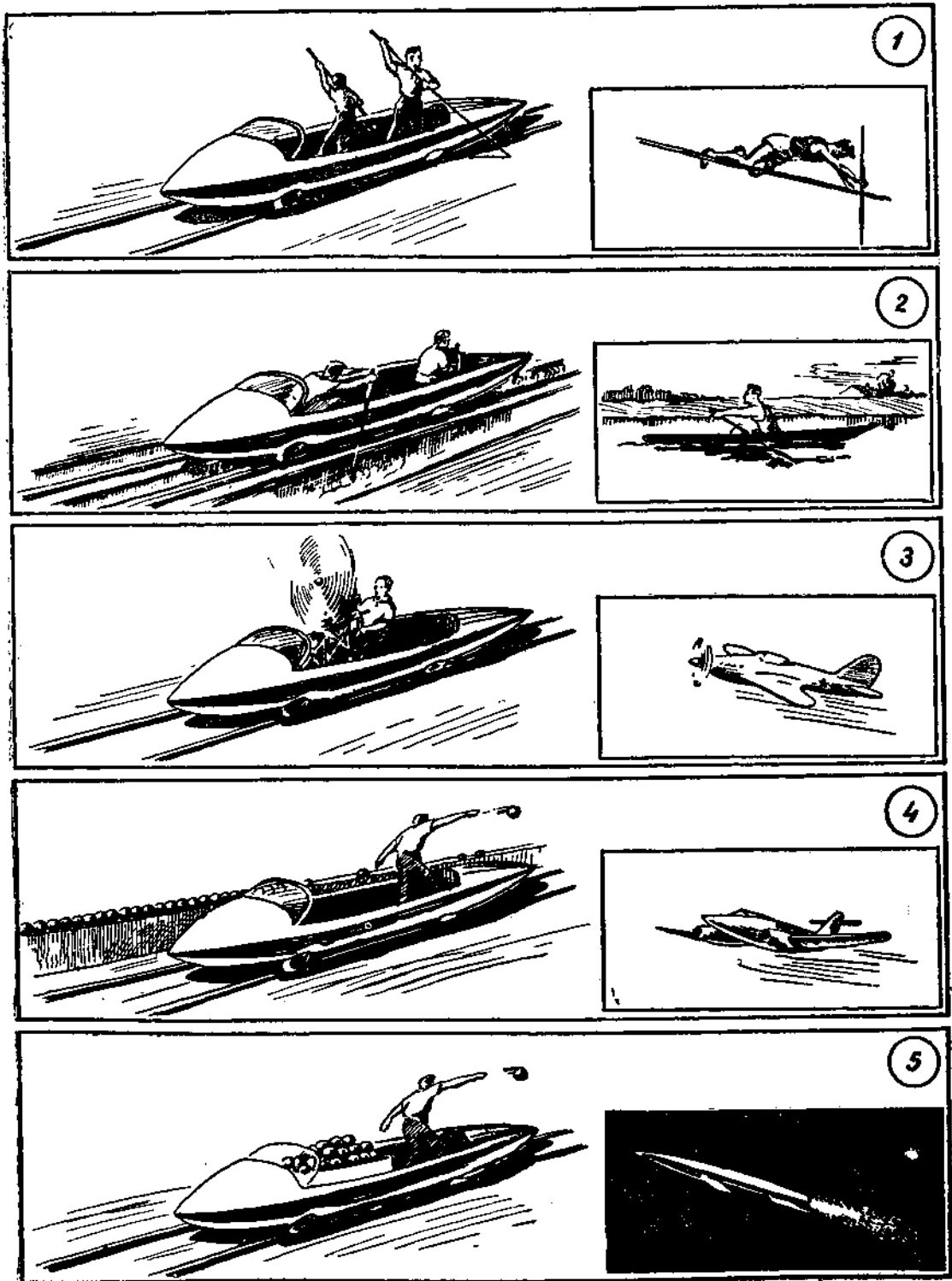
Циолковский предложил использовать для межпланетного полета реактивный принцип, предложил установить на межпланетном корабле изобретенный им реактивный двигатель. Эта замечательная идея Циолковского лежит в основе всей современной астронавтики.

Реактивный принцип знаком теперь каждому школьнику. Впрочем, он был известен людям и использовался ими уже с давних времен, хотя сформулирован был в науке только Ньютоном в XVII веке.

Взгляните на рисунок. На нем изображены гонки каких-то странных кораблей. Эти корабли установлены на тележках, способных передвигаться по горизонтальному рельсовому пути. Чтобы тронуться в путь, корабли должны получить толчок вперед. Гонщики пытаются достичь цели различными способами.

Вот, например, пассажиры корабля 1 решили отталкиваться от земли, упираясь в нее баграми, как это делают гребцы, когда лодка попадает на мелководье. Опираясь о землю, пассажиры толкают ее с какой-то силой. Но действие равно противодействию — это один из основных законов науки о движении, механики. Земля отталкивает пассажиров и корабль вместе с ними с такой же по величине, но направленной в обратную сторону силой отдачи, или, по-латыни, реакции. Одна и та же сила толчка заставляет тело двигаться с разными скоростями в зависимости от того, как велика масса тела. Скорость движения Земли под действием силы толчка пассажиров ничтожна, так как масса Земли огромна. Зато корабль, если он легкий, приобретает заметную скорость, как и спортсмен, отталкивающийся от земли, чтобы перепрыгнуть планку.

Гонщики могут отталкиваться и не от земли. Воспользовавшись тем, что вдоль рельсового пути корабля 2 проложены длинные каналы, заполненные водой, пассажиры этого корабля отталкиваются от воды с помощью весел, как гребцы на лодке, и с помощью гребного винта, как это делает теплоход. Сила толчка весел и винта заставляет в этом случае какую-то массу захваченной ими воды двигаться с некоторой скоростью назад. Чем сильнее толчок, тем больше эта ускоряемая масса воды и скорость ее движения. Но



Движение под действием сил реакции.

такая же по величине и обратно направленная сила реакции отбрасываемой массы воды вызывает движение корабля вперед.

Корабль 3 лишен водной опоры, но его пассажир с таким же успехом отталкивается от окружающего его воздуха. Для этого пришлось воспользоваться воздушным гребным винтом, или пропеллером, вращаемым с большим числом оборотов, как это делается на обычном самолете. Этот винт отбрасывает назад воздух, заставляет его двигаться с большей скоростью; сила реакции отбрасываемого воздуха толкает корабль вперед. Опять реакция!

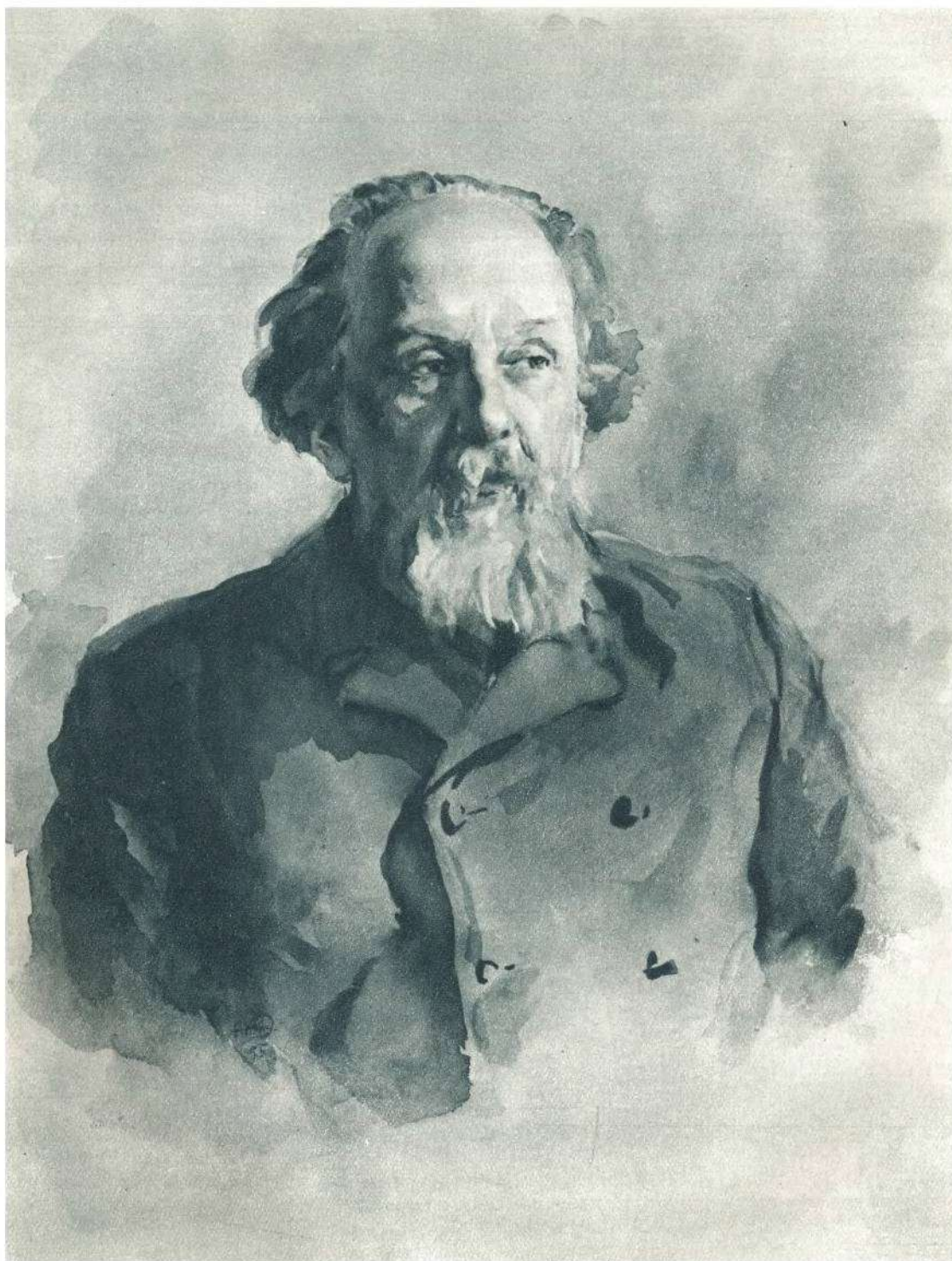
Однако можно при желании обойтись и вовсе без багров, весел и винтов, без этих движителей, с помощью которых пассажиры кораблей 1, 2 и 3, трудясь в поте лица своего, создают толчок, необходимый для движения корабля. Вот что придумал гонщик корабля 4. Он соорудил длинный лоток вдоль рельсового пути и заполнил его чугунными шарами. Вот гонщик взял шар из лотка и бросил его назад. Сила реакции этого шара толкнула бросавшего, а вместе с ним и корабль вперед. Пока корабль движется вдоль лотка и в лотке есть шары, скорость движения корабля может непрерывно увеличиваться в результате реакции отбрасываемых шаров. Подобное движение, вызываемое отбрасыванием массы и происходящее без помощи движителей, обычно и называют реактивным. Именно так осуществляет свой полет, как мы увидим ниже, реактивный самолет. Только отбрасывает он, конечно, не чугунные шары из лотка, а воздух, который он черпает из окружающей атмосферы.

Иначе поступил гонщик последнего корабля — 5. Вместо того чтобы строить лоток, он запас некоторое количество таких же чугунных шаров непосредственно на корабле. Конечно, запас шаров в этом случае не может быть таким большим, как в лотке, но зато корабль перестает зависеть от лотка, и пассажир при желании может вызвать необходимый толчок корабля, отбросив шар даже... в безвоздушном пространстве. Не правда ли, это как раз то, что и нужно межпланетному кораблю?

Именно эта идея реактивного движения под действием силы реакции отбрасываемой массы, запасенной на самом же движущемся аппарате, положена Циолковским в основу межпланетного полета.

Эта идея не нова. На этом же принципе основан полет простейшей пороховой ракеты, а такие ракеты люди умели запускать уже в глубокой древности. Однако от этих первых ракет до изобретенного Циолковским реактивного двигателя межпланетного корабля так же далеко, как от воздушного змея древних китайцев до современных самолетов.

Циолковский в простой пороховой ракете нашел прообраз будущего межпланетного корабля. Опережая эпоху, он создал реактив-



К. Э Циолковский (1857—1935)

ный двигатель, без которого невозможно осуществление заветной мечты человечества о межпланетном полете.

История ракет уводит нас в седую старину, она теряется в глубине веков, в древних легендах. Это не простая история спокойного, непрерывного развития — это история взлетов и падений, умирания и возрождения на новой основе.

Последними исследованиями в области истории ракет установлено, что в нашей стране ракеты использовались в военном деле еще в первой половине X века, 1000 лет назад. Однако можно полагать, что ракеты применялись и раньше, может быть, даже еще в Греции и, уж вероятно, в древнем Китае. Описание летающих огненных стрел, применявшихся китайцами, отчетливо показывает, что эти стрелы были ракетами. По имеющимся данным, ракетное оружие распространилось в ряде стран именно из Китая.

Китайские огненные стрелы отличались от обычных тем, что к ним прикреплялась трубка из уплотненной бумаги, открытая только с заднего конца и заполненная горючим составом вроде пороха. Этот заряд поджигался, и затем стрела выпускалась с помощью лука. Раскаленные газы, образующиеся при сгорании заряда, вытекали из трубки с большой скоростью назад, оставляя огненный след. Сила реакции вытекающих газов увеличивала скорость и дальность полета стрел, а также силу удара при попадании в цель; их горящий заряд вызывал пожары. Эти стрелы применялись в ряде случаев — в частности, при осаде укреплений, против судов, кавалерии и т. д.

Однако после этого первого рождения ракет они были снова забыты, и в средние века уже не встречается упоминаний об использовании ракет в качестве оружия.

Второе рождение боевых ракет состоялось примерно 150—200 лет назад.

В Европе такие ракеты появились в начале XIX века. Они были заимствованы англичанами у индусов, вероятно сохранивших древние китайские секреты. По имеющимся данным, в Индии в конце XVIII века ракетное оружие применялось весьма широко, и, в частности, существовали особые отряды ракетчиков, общая численность которых достигала примерно 5000 человек.

Эти отряды причиняли вторгшимся в конце XVIII века в Индию англичанам, по их собственному свидетельству, много «неприятностей» ракетными стрелами-снарядами, представлявшими собой трубки с зарядом горючего вещества¹. Один из руководителей

¹ Эти трубки были изготовлены из железа, и к ним прикреплялся стабилизатор — бамбуковый стержень длиной 3 метра. Вес этих ракет достигал 5 килограммов, а дальность их полета — более 1 километра.

англичанин, Конгрэв, говорил о «потрясающем» действии этих снарядов. Вернувшись в Англию, Конгрэв организовал производство подобных снарядов. В середине XIX века реактивная артиллерия находилась уже на вооружении большинства европейских государств.

Создателем замечательных русских боевых ракет был прошедший суворовскую выучку генерал Александр Дмитриевич Засядко. Ракеты Засядко впервые были применены в военных действиях русской армии на Кавказе в 1825 году, а затем в русско-турецкую войну 1828—1829 годов.

Большого успеха в совершенствовании ракет достиг в середине прошлого века талантливый инженер и изобретатель — генерал артиллерии Константин Иванович Константинов. Работа Константинова «О боевых ракетах» была переведена на многие языки мира и долгие годы служила настольной книгой для артиллеристов.

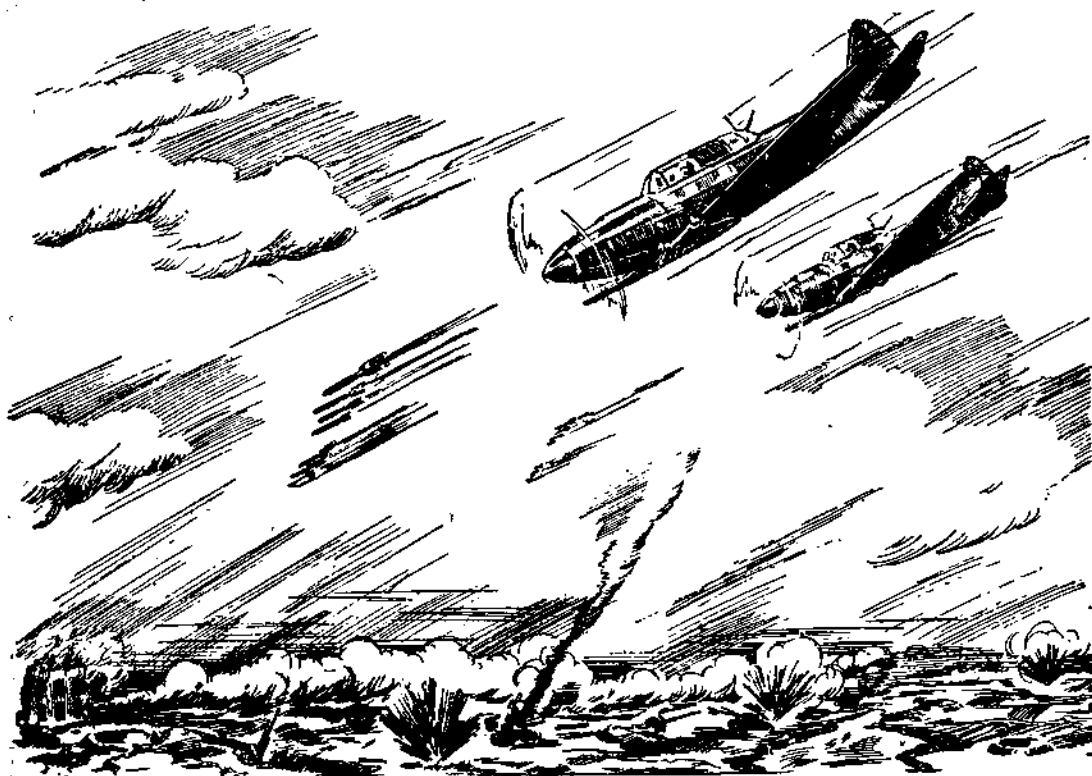
Машины для производства ракет, созданные Константиновым (они так и назывались — «машины Константинова»), вытеснили опасный и непроизводительный ручной труд при набивке ракет и получили распространение во всей Европе. Ракеты Константинова были лучшими для своего времени и, в частности, с успехом применялись в знаменитую Севастопольскую оборону 1854—1855 годов.

Многое сделал Константинов и в отношении производства ракетного вооружения и выработки тактики его военного использования.

Ракетная артиллерия широко применялась в Европе вплоть до конца прошлого века. Так, она еще использовалась в туркестанских походах русской армии в 80-х годах. Это объяснялось преимуществами ракет перед обычными гладкоствольными орудиями в отношении веса и подвижности. Дальность же и меткость огня были плохими как у ракет, так и у гладкоствольных пушек.

Однако во второй половине прошлого века ракетные орудия начали быстро вытесняться появившимися нарезными артиллерийскими орудиями, стрелявшими продолговатыми снарядами современного типа. Вращение этих снарядов в полете сильно увеличило кучность огня по сравнению с круглыми ядрами. К концу XIX века ракетная артиллерия была всюду снята с вооружения. Уже в первых войнах XX века, а также в первой мировой войне 1914—1918 годов она не применялась в боевых действиях. Сохранились лишь фейерверочные, сигнальные и другие ракеты вспомогательного назначения.

Третье рождение ракетного вооружения, сопровождавшееся его бурным развитием, произошло на наших глазах, в дни Великой Отечественной войны. В руках советских воинов, впервые в этой войне широко и смело применивших на поле боя реактивную артил-



Залп реактивных орудий самолета «Ил-2».

лерию, она стала могучим и грозным оружием, вселявшим страх и ужас в сердца врагов. Весь мир знает о славных боевых подвигах реактивных минометов, получивших почетное звание гвардейских и ласковое имя «катюш», которое им дал советский народ.

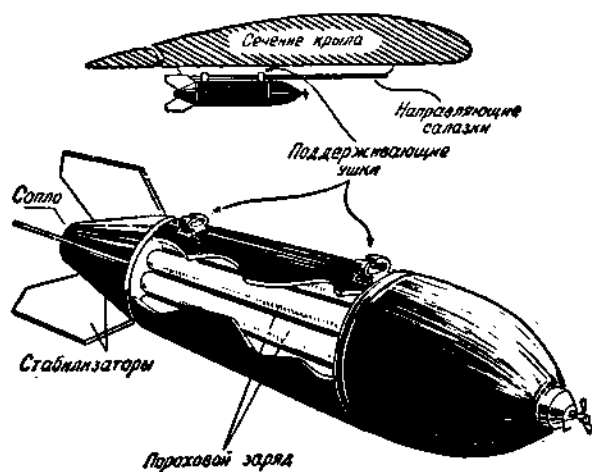
Кто видел и слышал хоть раз в жизни, как «поют» «катюши», как они «играют», тот никогда этого не забудет. А кто этого не видел и не слышал, тот наверняка читал о впечатлениях очевидцев. Вот, например, что пишет об этом известный латвийский писатель Вилис Лацис:

«...внезапно запылали огнем кусты. Некоторое время казалось, что воздух наполнился ревом бури: реактивные снаряды, следующие со сказочной быстротой один за другим, пронеслись через нейтральную зону. В одном из секторов неприятельской оборонительной линии закипела, казалось, сама земля; все закружилось, задымилось, горели кусты, все почернело. Невозможно полностью описать последствия взрывов реактивных снарядов — это

надо видеть собственными глазами, только тогда можно получить точное представление о мощи этого оружия».

Главное преимущество реактивной артиллерии перед обычной заключается в том, что для стрельбы реактивными снарядами не нужно тяжелых, сравнительно малоподвижных, громоздких пушек. Для этого применяются легкие, небольшие по размерам реактивные орудия, которые служат лишь для направления снаряда в первый момент выстрела. Такими реактивными орудиями служат обычно простые направляющие салазки, лоток или труба. Это позволяет установить большое число реактивных орудий на самолете, как, например, это было сделано на прославленном самолете-штурмовике Ильюшина «Ил-2», который немецкие фашисты называли «черной смертью». А «катюша» — это автомобиль с большим числом установленных на нем реактивных орудий, способных вести огонь реактивными снарядами весьма крупного калибра. Большая подвижность «катюш» позволяла легко маневрировать ими, наносить с их помощью мощные массированные, обычно совершенно внезапные огневые удары по врагу.

Реактивный снаряд начинает свой полет, когда запускается его пороховой ракетный двигатель. В камере сгорания этого двигателя находится заряд из специально изготовленного пороха. Обычно порох содержится в камере в виде одной или нескольких пороховых шашек. Когда порох после запуска воспламеняется и затем постепенно сгорает, то образующиеся в результате такого сгорания раскаленные газы вытекают из двигателя назад, через сопло, с очень большой скоростью, иногда достигающей 7000 километров в час. Сила реакции этой струи вытекающих газов и толкает вперед снаряд, заставляя его лететь с большой скоростью. Значит, в этом случае дело обстоит принципиально так же, как и с кораблем, участвующим в гонках под номером 5. Только вместо чугунных шаров в реактивном двигателе снаряда запасен порох, и отбрасываются назад для создания движущей силы реакции, или реактивной тяги, не эти шары, а частицы газов, образующихся при сгорании пороха.



Устройство авиационного реактивного снаряда.

Так как порох для своего сгорания не нуждается в воздухе, то, казалось бы, пороховой ракетный¹ двигатель вполне пригоден для установки на межпланетном корабле. Однако это не так. Пороховой двигатель работает, пока в нем горит порох,— обычно секунды и даже доли секунды. Ясно, что этого недостаточно для межпланетного полета. Оказывается, мало найти подходящий реактивный двигатель, надо еще заставить его работать достаточно долго.

Но ведь двигатели реактивных самолетов работают много часов подряд. Нельзя ли их установить на межпланетном корабле?

Глава 5

ЗВУКОВОЙ БАРЬЕР ВЗЯТ!

Мысль о возможности использовать реактивные двигатели на транспортных экипажах для передвижения по земле, а потом и по воздуху появилась в давние времена.

Неоднократно обращались взоры изобретателей к реактивному двигателю, когда начиналось покорение воздушного океана. Это было связано с тем, что развитие воздухоплавания, а затем и авиации задерживалось тогда из-за отсутствия достаточно легкого, мощного и надежного двигателя для дирижаблей и самолетов.

Идея использования реактивного принципа в воздухоплавании принадлежит русским изобретателям Третесскому и Соковнину. Третесский в 1849 году предложил свой проект аэростата, передвигающегося под действием силы реакции струи пара или газа, вытекающего под давлением из отверстия в корме аэростата. Несколько более совершенный проект подобного же рода разработал в 1866 году Соковнин, писавший в пояснительной записке к своему проекту, что «воздушный корабль должен лететь способом, подобным тому, как летит ракета».

Мысль о создании летательного аппарата тяжелее воздуха с реактивным двигателем принадлежит также нашему соотечественнику — Николаю Ивановичу Кибальчичу. Имя Кибальчича известно и дорого советскому народу как имя революционера, человека, отдавшего свою жизнь за дело революции. Как известно, Кибальчич вместе с другими народовольцами был казнен царским правительством за участие в покушении на царя Александра II 1 марта 1881 года.

¹ Ракетными и называются двигатели, обладающие именно этим свойством. Двигатели, которые не могут работать без воздуха, потому что используют кислород воздуха для сжигания топлива, называются воздушно-реактивными. О них речь в следующей главе.

Кибальчич заведовал лабораторией народовольцев, он изготовил бомбу, которой был убит царь.

Вероятно, в процессе работы над этой бомбой, а может быть, и раньше, Кибальчичу пришли в голову мысли, которые он затем, уже сидя в камере смертников, за несколько дней до казни, изложил в докладной записке на имя царского правительства. Кибальчич предлагал построить летательный аппарат тяжелее воздуха с пороховым ракетным двигателем разработанной им конструкции. Эта идея 27-летнего революционера намного опережала свою эпоху, однако царское правительство, как и можно было ожидать, не стало рассматривать его предложение. Если судить по резолюции на докладной записке Кибальчича, царское правительство считало нежелательным привлекать внимание к участи осужденного народовольца, хотя Кибальчич в своей записке вовсе не просил о помиловании или даже об отсрочке казни — он хотел только встретиться с учеными, чтобы рассказать им о своей идее. Кибальчич был казнен, и только через 36 лет после этого, в августе 1917 года, в архивах полиции была обнаружена докладная записка Кибальчича.

Попытки установить пороховые ракеты на автомобиле, глиссере, мотоцикле, планере и других средствах передвижения в начале нашего века были довольно частыми, но все эти попытки носили в основном рекламный или спортивный характер. Никакого практического значения они не имели, так как нельзя было избежать основного порока порохового ракетного двигателя — ничтожной продолжительности его работы.

Этот порок органически присущ пороховому двигателю, так как в таком двигателе весь запас топлива — пороха — должен заранее находиться в камере сгорания, что сильно ограничивает величину этого запаса. Подача новых порций твердого топлива в камеру сгорания связана с исключительными трудностями и, несмотря на ряд изобретательских предложений этого рода, в частности того же Кибальчича, до сих пор не была осуществлена.

Между тем по мере развития авиации все сильнее стала ощущаться необходимость в новом двигателе для самолетов, который мог бы обеспечить достижение еще невиданных скоростей полета.

Увеличение скорости полета — это одна из важнейших задач, неизменно стоящих перед авиацией. В авиации не зря говорят, что «кто быстрее в воздухе, тот и сильнее в воздухе». Начиная с первого полета самолета Можайского и до наших дней во всем мире ведется настойчивая борьба за увеличение скорости полета. И если первые самолеты летали со скоростью 40—45 километров в час, то к началу минувшей войны скорость достигла уже 700—750 километров в час. Огромный прогресс!

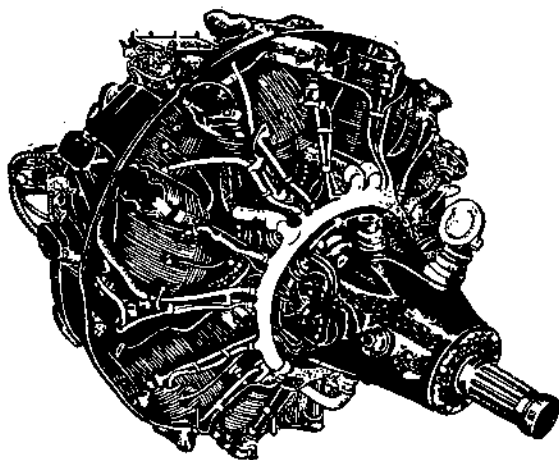
И во все эти годы авиации надежно служил поршневой авиационный двигатель внутреннего сгорания, приводящий в движение воздушный винт. Это был единственный тип двигателя, нашедший применение в авиации. Со времени полета первых самолетов этот двигатель прошел огромный путь развития. Его мощность выросла от нескольких десятков до нескольких тысяч лошадиных сил. Конструкция двигателя усовершенствовалась — он стал очень компактным и легким.

Экономичность двигателя значительно улучшилась — он стал расходовать в несколько раз меньше топлива на каждую лошадиную силу. Надежность двигателя стала необычайной — он приобрел способность работать без перерыва многие сотни часов подряд.

Поршневой авиационный двигатель стал высокосовершенной машиной, одним из замечательных достижений техники, человеческого гения. Кто не знает блестящих побед авиации, достигнутых с помощью этого двигателя, — исторических перелетов Чкалова и Громова через Северный полюс, высотных полетов Коккинаки и многих других!

И, несмотря на это, к концу второй мировой войны слава поршневого двигателя начала меркнуть: все сильнее стало ощущаться, что этот двигатель становится тормозом на пути дальнейшего развития авиации. Несмотря на несомненные достоинства поршневого двигателя, уже отчетливо стал сказываться и его главный недостаток — он оказался непригодным для полетов с теми скоростями, которые требовались теперь от авиации. Никакие конструктивные усовершенствования не могли уже исправить дело. Этот двигатель пасовал перед новыми скоростями. Замена его двигателем другой системы стала неизбежной.

Когда самолет летит со все большей скоростью, ему приходится преодолевать все большее сопротивление воздуха. Но это значит, что и двигатель самолета должен развивать при этом все большую мощность, ибо работа, совершаемая двигателем, и затрачивается на преодоление



*Советский поршневой авиационный двигатель
АИ-82.*

сопротивления воздуха. К сожалению, поршневой авиационный двигатель развивает практически одну и ту же мощность вне зависимости от скорости полета. Если на аэродроме двигатель в состоянии развить, скажем, 2000 лошадиных сил, то практически те же 2000 сил он будет развивать и в полете, когда самолет мчится со скоростью 600 или 700 километров в час. Если же установить более мощный двигатель, то он будет и более тяжелым, а это увеличит размеры самолета и, следовательно, снова повысит требования к мощности двигателя. Заколдованный круг, из которого выхода для поршневого двигателя нет!

Кроме того, стал еще подводить и неизменный товарищ поршневого двигателя — воздушный винт. С увеличением скорости полета концы лопастей винта, вращающегося с очень большим числом оборотов, начинают двигаться в воздухе с такой огромной скоростью, что это делает работу винта малоэффективной. Все большая часть мощности двигателя теряется при этом винтом бесполезно из-за увеличения потерь, связанных со сжимаемостью воздуха, и все меньшая часть затрачивается на полезную работу продвижения самолета в воздухе. А ведь потребность в этой работе с ростом скорости полета все возрастает!

Наконец обнаружилась и еще одна преграда, окончательно доконавшая поршневой двигатель. На пути увеличения скорости полета самолетов грозной невидимой стеной стал звуковой барьер... Этот таинственный «порог» взволновал умы авиационников; ему посвящалось все большее число статей в специальных журналах, все большее количество научных исследований. Оказалось, что по мере увеличения скорости полета, как это показали опыты в аэродинамических трубах, сопротивление, которое оказывает воздух летящему самолету, начинает вдруг резко увеличиваться. Как будто какая-то незримая рука внезапно упирается в нос летящего самолета и мешает ему лететь с большей скоростью, тормозит его. Чем больше скорость полета, тем сильнее эта рука, и тем больше должна быть мощность самолетного двигателя, чтобы преодолеть ее тормозящее усилие. И так уже недостаточна мощность поршневого двигателя, а тут еще такая напасть...

Как это неоднократно бывало и в других случаях, оказалось, что причины такого внезапного увеличения сопротивления воздуха с ростом скорости полета не только были предсказаны задолго до того, как самолеты стали его ощущать в полете, но и были подвергнуты весьма тщательному теоретическому исследованию. И снова первое слово здесь было сказано нашей отечественной наукой.

Еще в прошлом веке ученый-артиллерист — профессор Артиллерийской академии Н. В. Маиевский первым в мире указал на связь

этого внезапного увеличения сопротивления со скоростью звука в воздухе, то-есть с той скоростью, с которой распространяются в воздухе звуковые волны. В 1902 году вышло в свет блестящее научное исследование тогда еще молодого ученого Сергея Алексеевича Чаплыгина, будущего академика, ученика и друга Николая Егоровича Жуковского. Это исследование заложило основы теории полета со скоростями, приближающимися к скорости звука. Более



«Звуковой барьер».

трети века этот выдающийся труд Чаплыгина оставался, по существу, незамеченным и рассматривался лишь как оригинальное математическое исследование, пока развитие авиации не поставило перед наукой проблемы, оказавшиеся во многом уже решенными этой работой русского ученого.

Теперь уже хорошо известно, что по мере приближения скорости полета самолета к скорости звука в воздухе, равной примерно 340 метрам в секунду, или 1225 километрам в час¹, сопротивление воздуха резко увеличивается. Чем ближе скорость полета к скорости звука, тем больше это дополнительное, так называемое волновое, сопротивление. При этом сам полет становится неустойчивым, самолет начинает вибрировать, управление им нарушается.

Немало пришлось потрудиться советским ученым-аэродинамикам, опиравшимся на идеи Чаплыгина, пока им удалось найти средства уменьшения неприятностей, связанных с полетом, скорость которого приближается к скорости звука. Результатами этих трудов являются и непривычно тонкие крылья скоростных самолетов², и необычная форма этих крыльев, придающая современному скоростному самолету вид стремительно летящей стрелы, и многие другие особенности этих машин.

Стало окончательно ясно, что перешагнуть через скорость звука, пробить звуковой барьер с обычным поршневым двигателем не

¹ У земли, при обычной температуре воздуха. Эта скорость меняется прямо пропорционально корню квадратному из температуры воздуха и, следовательно, с увеличением высоты полета уменьшается.

² Показательно для характеристики диапазона научных интересов Циолковского, что им предложен профиль крыла сверхзвукового самолета, так называемый двусторонний клин (рис. на стр. 46), который, вероятно, в будущем найдет широкое применение. — в частности, для крыла межпланетного корабля, совершающего планирующую посадку в земной атмосфере.

Направление полета



*Профиль крыла сверхзвукового самолета,
предложенный К. Э. Циолковским.*

именно для высоких скоростей полета. В этом легко убедиться на примере хотя бы той же пороховой ракеты.

Представьте себе испытание такой ракеты на стенде. Двигатель работает, порох сгорает; из сопла ракеты с огромной скоростью вырываются раскаленные пороховые газы, но... все это напрасно, никакой полезной работы при этом двигатель не совершает. Действительно, ведь работа есть действие силы на некотором пути, а в данном случае сила имеется: это сила реакции струи вытекающих газов, но путь-то отсутствует — ракета неподвижна. Это все равно, как если бы, скажем, вам было велено передвинуть тяжелый ящик в сторону, метра на два. Сколько бы вы ни трудились, пытаясь сдвинуть этот ящик, вы бы еще полезной работы не совершили. Вот если бы ящик сдвинулся со своего места, то работа была бы совершена, именно работа, равная произведению вашего усилия на пройденный ящиком путь. Пока ящик неподвижен, затрачиваемая вами энергия теряется бесполезно.

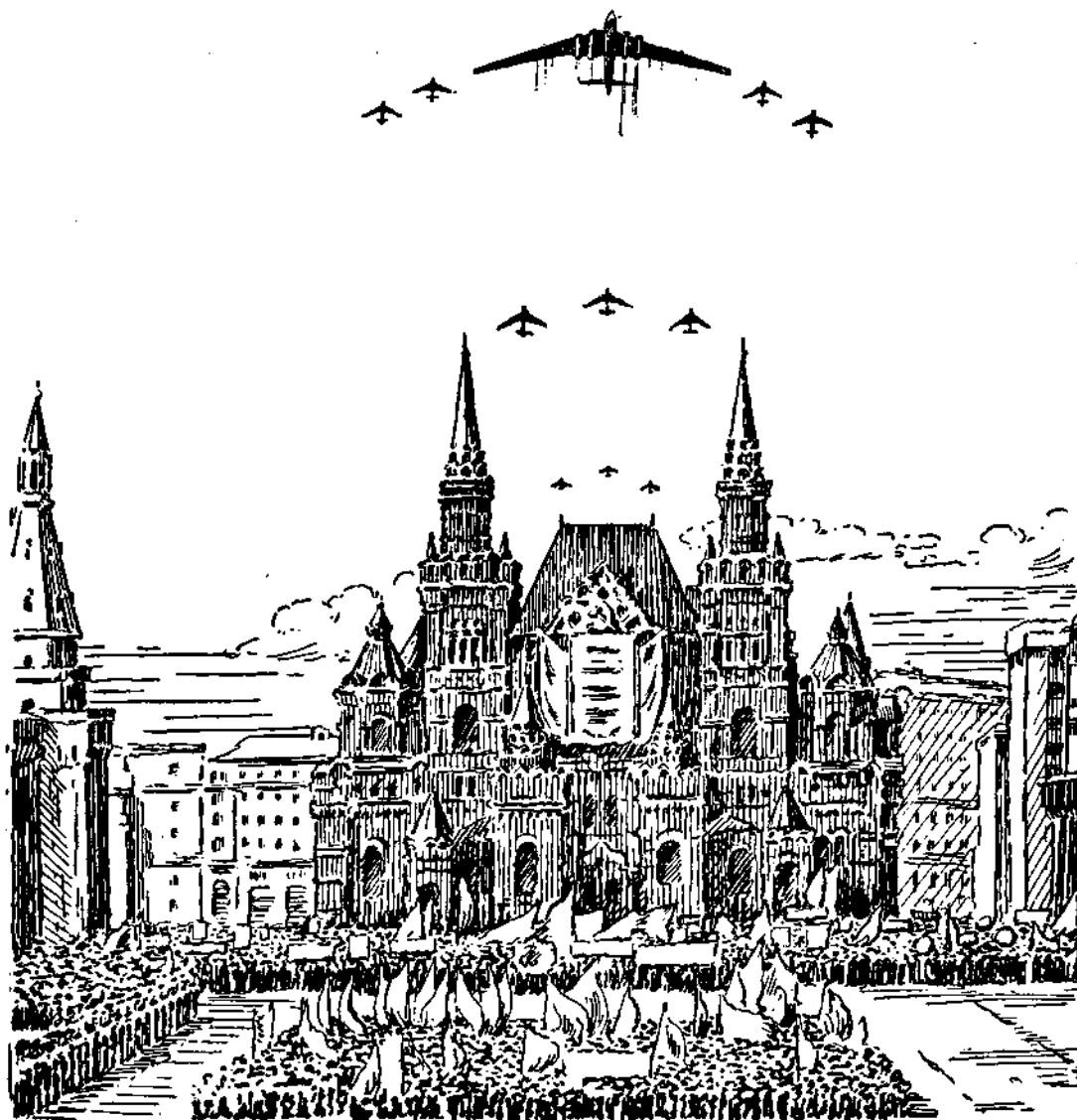
Но вот ракета полетела и мчится со все большей скоростью. Теперь уже работа ракеты совершается, она равна силе реакции струи газов, помноженной на пройденный ракетой путь.

Чем больше скорость полета, тем больше эта полезная работа. Легко сообразить, когда энергия газов будет полностью использована для совершения полезной работы — продвижения ракеты в окружающей среде. Очевидно, как раз тогда, когда скорость полета ракеты станет в точности равной скорости истечения газов. Действительно, в этом случае газы, вытекающие из ракеты с огромной скоростью, будут относительно окружающего их воздуха совершенно неподвижными. Это и значит, что всю свою кинетическую энергию газы потеряли — она перешла в полезную работу движения ракеты. Правда, чтобы наступил такой момент, пороховая ракета должна лететь с очень большой скоростью — примерно 6—7 тысяч километров в час, но чем ближе скорость полета к этой наивыгоднейшей скорости, тем более эффективной становится работа реактивного двигателя.

Мы видим, что реактивные двигатели действительно рождены для высоких скоростей. Именно поэтому реактивные двигатели, вероятно, никогда не найдут широкого применения в наземном или водном транспорте — на железных дорогах, автомобилях, судах.

удастся, об этом нечего и мечтать. Авиация обратилась за помощью к реактивной технике.

Это был естественный и логичный шаг, ибо реактивные двигатели наиболее выгодны



Скоростные самолеты над Красной площадью в Москве 1 мая 1954 года.

При относительно малых скоростях передвижения, возможных в этих случаях, реактивные двигатели невыгодны и уступают тому же поршневому двигателю внутреннего сгорания. Другое дело — в воздухе, где возможны огромные скорости, — в авиации и артиллерии. Здесь реактивные двигатели не имеют себе равных. Что же говорить о безвоздушном межпланетном пространстве?.. Кстати сказать, этот вывод о выгодности использования реактивных дви-

гателей при больших скоростях полета был впервые в мире также получен Циолковским.

Пока скорость полета самолетов была относительно небольшой, авиацию вполне устраивал поршневой двигатель, а применение реактивных было бы невыгодным. Но вот скорость сильно выросла, поршневой двигатель стал сдавать — и все взоры обратились к двигателю реактивному.

Но авиационный реактивный двигатель должен, очевидно, во многом отличаться от двигателей реактивной артиллерии, и в первую очередь тем, что он должен обеспечивать длительный полет. Уже не секундами, как у пороховых реактивных двигателей, а часами должна измеряться продолжительность работы реактивного двигателя самолета. В этом случае все топливо нельзя разместить в камере сгорания, как в пороховом двигателе, а его нужно подавать туда небольшими порциями. Следовательно, топливо для авиационного двигателя не должно быть твердым. Но это еще не все, — такой двигатель должен расходовать мало топлива, то-есть быть экономичным, чтобы обычных запасов топлива на самолете было достаточно для продолжительного полета.

Двигатели, удовлетворяющие этим требованиям, известны. Это так называемые воздушно-реактивные двигатели. Они работают не на твердом, а на жидком топливе и используют для сжигания его кислород из атмосферы. В результате этого продолжительность их работы неизмеримо больше, чем пороховых двигателей.

Первые проекты воздушно-реактивных двигателей появились в ряде стран, в том числе и у нас в стране, еще в прошлом веке.

Еще в 1867 году русский изобретатель Н. Телешов запатентовал воздушно-реактивный двигатель с компрессором для сжатия воздуха. Этот двигатель он назвал теплородным духометом. Аналогичные двигатели были предложены за рубежом почти на полвека позже.

В мае 1884 года изобретатель Якубинский доложил на заседании воздухоплавательного отдела Русского технического общества свой первый в мире проект воздушно-реактивного двигателя, специально предназначенного для летательных аппаратов.

Талантливый инженер и изобретатель Кузьминский еще в 1897 году построил и испытал на катере, на Неве, первый в мире газотурбинный двигатель, весьма похожий по конструктивной схеме на двигателях современных реактивных самолетов.

Интересные проекты воздушно-реактивных двигателей разработали в начале XX века изобретатели Караводин, Антонович, Горохов и Никольский.

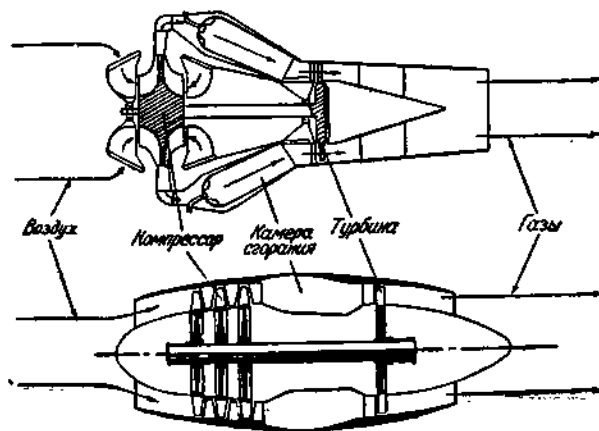
Конструктор Базаров в 1924 году получил авторское свидетель-

ство на схему так называемого турбовинтового двигателя для самолетов, в котором тяга создается как винтом, приводимым в движение турбиной, так и реакцией струи вытекающих газов. Двигатели современных реактивных самолетов во многих основных элементах конструкции повторяют это предложение.

В 1932 году Циолковский, работавший и над проблемой применения реактивных двигателей в авиации, предложил так называемый двухконтурный турбореактивный двигатель. Конструкция такого двигателя была разработана в 1937 году инженером Люлька.

Это показывает, что многие типы воздушно-реактивных двигателей были созданы в нашей стране. У нас же были разработаны основы теории и расчета этих двигателей. Еще в конце прошлого века Николай Егорович Жуковский в своих знаменитых работах «О силе реакции вытекающей и втекающей жидкости» (1882 и 1886 годы) дал формулу для определения силы тяги, которой пользуются в настоящее время во всем мире. Ученик Жуковского, академик Б. С. Стечкин, в 1929 году опубликовал разработанную им впервые в мире теорию воздушно-реактивных двигателей.

Работники нашей реактивной техники гордятся этим первенством нашей страны в создании авиационных реактивных двигателей. Своим настойчивым и упорным трудом они завоевывают и в настоящее время качественное превосходство отечественной реактивной авиации над зарубежной. Имена творцов авиационных реактивных двигателей лауреатов Сталинской премии Климова, Люлька, Туманского и других хорошо известны советскому народу. Двигатели, которые разрабатываются дружными коллективами под руководством этих главных конструкторов, не имеют себе равных в мире. И в полной мере достойны этих двигателей наши замечательные реактивные самолеты, создаваемые прославленными авиационными конструкторами Туполевым, Микояном, Ильюшиным, Мясищевым, Яковлевым, Лавочкиным и другими. Родина авиации и реактивной техники имеет могучую реактивную авиацию, охраняющую мирный труд нашего великого советского народа.



Схемы турбореактивных двигателей:
сверху — с центробежным компрессором;
снизу — с осевым.

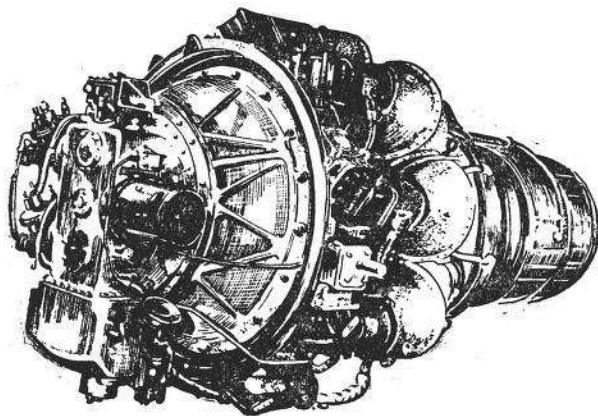
Если пороховой реактивный двигатель поражает своей простотой и не имеет ни одной движущейся части, то турбореактивный двигатель современного реактивного самолета представляет уже довольно сложную машину. Однако оба эти двигателя имеют одну и ту же задачу — развивать реактивную тягу, создаваемую струей вытекающих из двигателя газов.

Воздух, попадающий в турбореактивный двигатель через специальные воздухозаборные отверстия, сжимается в нем до давления в несколько атмосфер. Для этого служит специальная машина — компрессор. Это может быть центробежный компрессор, представляющий собой крыльчатку большого диаметра, вращающуюся с большим числом оборотов, либо осевой компрессор. Осевым он называется потому, что при сжатии в этом компрессоре воздух течет параллельно его оси, а не по радиусам от центра к периферии, как в центробежном компрессоре. Осевой компрессор представляет собой ряд колес с лопатками на ободе, вращающихся между рядами неподвижных лопаток.

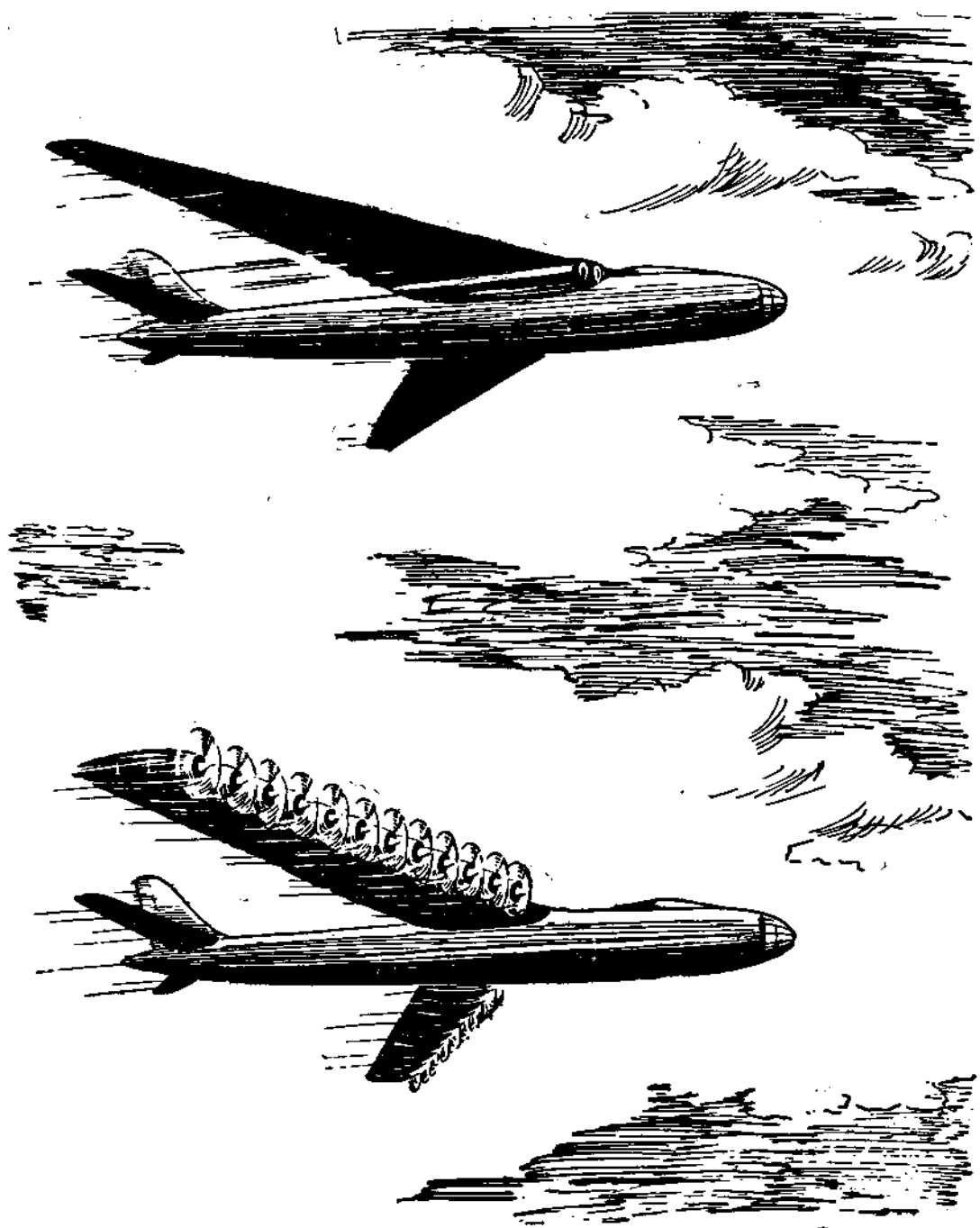
В сжатый воздух в камере сгорания двигателя впрыскивается топливо, которым чаще всего является обычный керосин. Продукты сгорания топлива — раскаленные газы — поступают в газовую турбину и расширяются в ней, передавая лопаткам турбины часть своей энергии. Вследствие этого турбина вращается, развивая мощность, необходимую для приведения в действие компрессора. Именно для этой цели и предназначена турбина в двигателе, и поэтому она связывается с компрессором прочным стальным валом. Этот вал действительно должен быть прочным, так как мощность турбины и практически равная ей мощность компрессора в но-

вейших турбореактивных двигателях уже превышает иной раз 50 тысяч лошадиных сил.

Вытекающие из двигателя через реактивное сопло газы обладают значительной скоростью, намного превышающей скорость полета. Эта разница в скоростях и приводит к возникновению силы реакции, представляющей собой реактивную тягу двигателя. Сила реакции струи вытекающих из двигателя газов — вот та сила,



Отечественный турбореактивный двигатель с центробежным компрессором РД-500.



Вместо четырех турбореактивных двигателей современного реактивного бомбардировщика на нем нужно было бы установить не менее 24 сверхмощных поршневых двигателей.

которая заставляет лететь с большой скоростью реактивный самолет.

Турбореактивные двигатели, применяемые на боевых самолетах, развивают в настоящее время тягу 4—5 тонн и более. Легко подсчитать, какую мощность развивает в полете двигатель подобной тяги. Так, мощность двигателя тягой 4000 килограммов при скорости полета 300 метров в секунду, что соответствует 1080 километрам в час, равна 16 тысячам лошадиных сил.

И это в то время, как наиболее мощные поршневые авиационные двигатели развивают по крайней мере в 4 раза меньшую мощность. А ведь поршневые двигатели имеют более чем полувековую историю развития. Мало того: примерно четверть всей мощности, развиваемой поршневым двигателем, теряется бесполезно винтом, так что при мощности двигателя в 4000 лошадиных сил его полезная мощность составит примерно 3000 лошадиных сил. И вместе с тем такой двигатель будет иметь больший вес и большие размеры, чем турбореактивный двигатель, в 5—6 раз более мощный. Вот в чем секрет успеха реактивных двигателей в авиации.

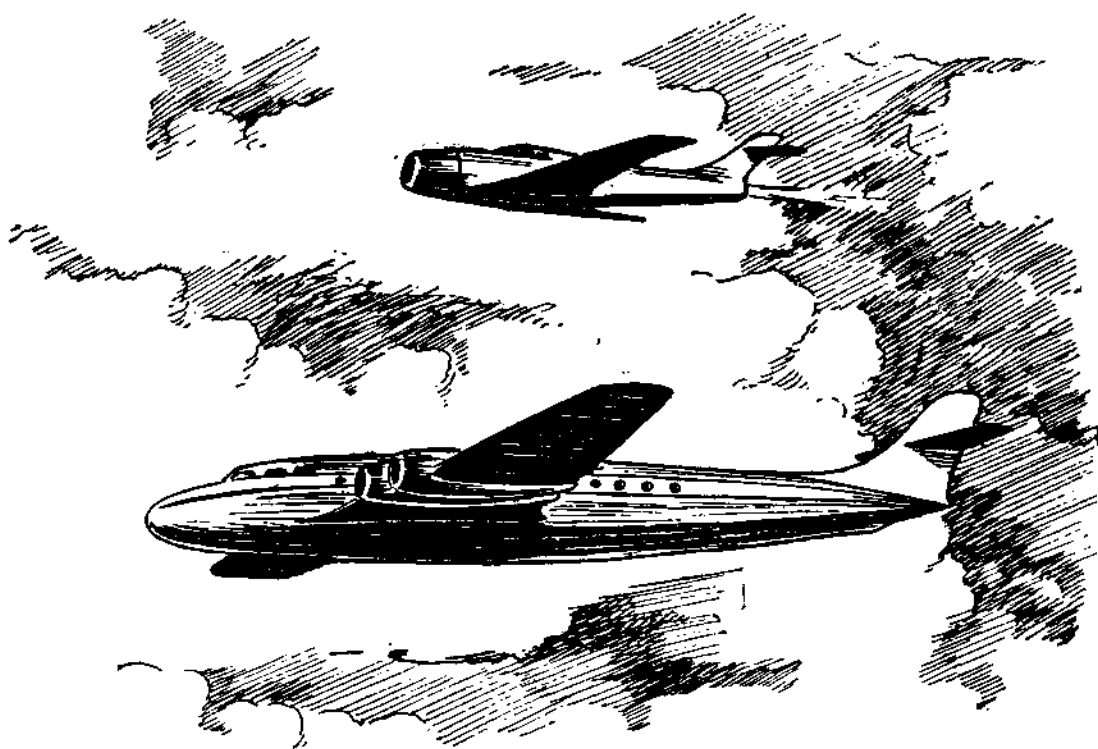
А успех этот, кстати сказать, поистине необычайный. За несколько послевоенных лет вся скоростная авиация мира стала авиацией реактивной. Можно смело говорить о технической революции, вызванной в авиации применением реактивных двигателей.

Когда мы об этом говорим, мы не можем не вспомнить с законной гордостью пророческие слова Циолковского, сказанные им еще тогда, когда к самой мысли о создании реактивных самолетов относились как к безудержной фантазии: «За эрой аэропланов винтовых должна следовать эра аэропланов реактивных». Эти вещие слова, сказанные четверть века назад, сбылись. Мы живем с вами в самом расцвете эры реактивной авиации.

Уже сейчас многие наши реактивные самолеты летают со скоростью, близкой к скорости звука, и скоро пассажиры будут затрачивать больше времени на поездку из города до аэродрома, чем, скажем, на перелет из Москвы в Ленинград.

Больше того, отдельные самолеты уже летают со скоростью большей, чем скорость звука. «Тайнственный» звуковой барьер преодолен! И, как и следовало ожидать, ничего таинственного по ту сторону этого барьера не оказалось — по крайней мере, по мнению побывавших там летчиков.

Но эти успехи воздушно-реактивных двигателей в авиации — только первые шаги. Впереди их ждет еще более блестящее будущее, еще большие скорости полета: 3—4—5 тысяч километров в час. И очень интересно, что при таких больших скоростях полета дви-



Реактивные самолеты: сверху — военный; внизу — гражданский.

гатель не только не станет более сложным, но, наоборот, предельно упростится.

Сложность турбореактивного двигателя связана главным образом с его движущимися, вращающимися частями: компрессором и турбиной. Именно они, с одной стороны, уменьшают надежность двигателя, а с другой — ограничивают возможность дальнейшего увеличения его тяги, а значит, и возможность дальнейшего увеличения скорости полета. Но, к сожалению, без компрессора, а следовательно, и без турбины обойтись пока нельзя: для того чтобы двигатель мог работать, развивая большую тягу и расходуя мало топлива, нужно сжимать воздух, увеличивать его давление в камере сгорания. И вот оказывается, что при полете со скоростью, в 2—3 раза превышающей скорость звука, компрессор становится лишним: удается получить нужное высокое давление воздуха в двигателе и без его помощи.

Секрет здесь прост. Почему, когда высовываешься из окна вагона быстро мчащегося поезда, спускаешься на лыжах с крутой горы или прыгаешь ласточкой с высокого трамплина, воздух ста-

новится таким упругим? Отчего перехватывает в этих случаях дыхание, какая сила бьет с размаху в грудь и лицо? Почему таким страшным становится обыкновенный ветерок, когда он с силой урагана набрасывается на деревья, строения, людей, срывая крыши домов, опрокидывая железнодорожные вагоны?

Эта сила рождается, когда стремительно мчащийся воздух задерживается неожиданным препятствием, внезапно и резко останавливается, прерывая свой бешеный бег. Вся мощь, вся кинетическая энергия воздуха затрачивается в этих случаях на его сжатие, на увеличение давления, создавая так называемый скоростной напор. Он-то и валит с ног людей и ломает деревья.

Что же происходит, когда в воздухе мчится с огромной скоростью, быстрее любого урагана, реактивный самолет? Воздух, врывающийся с этой скоростью в двигатель, почти останавливается внутри него. Легко представить себе, каким большим оказывается при этом скоростной напор воздуха. И все же при тех скоростях, с которыми летают современные реактивные самолеты, этот скоростной напор еще не в состоянии создать нужного давления в двигателе, он только помогает компрессору.

Но когда скорость полета начинает значительно превышать скорость звука, то только в результате использования этого скоростного напора давление в двигателе может быть доведено до многих атмосфер и даже до десятков атмосфер.

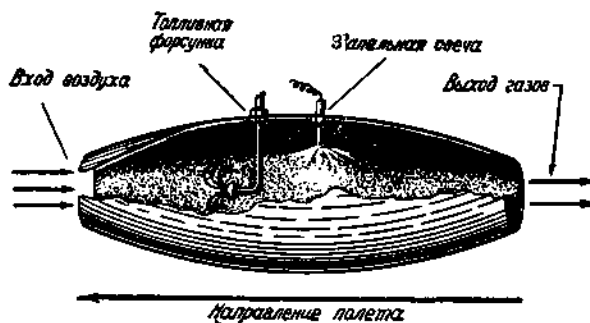


Схема прямого воздушно-реактивного двигателя.

Тогда в компрессоре не будет никакой надобности. А значит, тогда отпадет нужда и в турбине, и турбореактивный двигатель превратится, по существу, в одну, летящую с огромной скоростью, топку, в летающую трубу, вовсе не имеющую движущихся частей. И, несмотря на эту свою про-

стоту, такой прямой воздушно-реактивный двигатель будет при этих больших скоростях полета развивать при тех же размерах и гораздо меньшем весе, чем у современных турбореактивных двигателей, в десятки раз большую тягу и расходовать во много раз меньше топлива¹. Неудивительно поэтому то внимание, кото-

¹ Недостатком такого двигателя является то, что он не развивает тяги во время стоянки самолета и поэтому не может обеспечить его взлет; для этой цели на самолете должен быть установлен какой-нибудь дополнительный двигатель.

рое уделяется прямоточным двигателям уже сейчас, для того чтобы эти двигатели стали широко применяться в сверхскоростной авиации завтрашнего дня.

Развитие авиационной реактивной техники уже привело к созданию воздушно-реактивных двигателей, способных работать сотни часов подряд, мощных, экономичных, легких. Это были бы замечательные двигатели для межпланетного корабля, если бы... если бы они вообще годились для него. Но они, конечно, не годятся, ибо эти двигатели нуждаются для своей работы (для сгорания топлива) в воздухе, а именно его-то и нет в мировом пространстве.

Значит, для межпланетного корабля нужен реактивный двигатель, сочетающий способность порохового (работать без воздуха) со способностью воздушно-реактивного (работать продолжительное время). Такой двигатель и был изобретен Циолковским¹.

Глава 6

ЗАПРЯЖКА В ПОЛМИЛЛИОНА ЛОШАДЕЙ

Циолковский начал интересоваться проблемой межпланетного полета и, в связи с ней, реактивным движением еще в конце прошлого века. В архиве ученого обнаружена не опубликованная им статья «Свободное пространство», написанная в 1883 году. В этой статье рассматриваются принципы реактивного полета в мировом пространстве.

В 1896 году Циолковский начал писать свою повесть «Вне Земли», в которой в качестве межпланетного корабля описывается ракета.

В 1903 году появилась первая печатная работа Циолковского о ракетах как средстве осуществления межпланетных полетов. Это была статья «Исследование мировых пространств реактивными приборами», опубликованная в журнале «Научное обозрение» № 5 за 1903 год. Появление этой статьи означало официальное рождение новой науки — ракетной астронавтики. При дальнейших многократных переизданиях статьи, начиная с 1924 года, она получила название «Ракета в космическое пространство».

В этой своей классической работе Циолковский наряду с разработкой теории межпланетных полетов изложил проект межпланетного корабля с изобретенным им реактивным двигателем нового типа. Именно этому двигателю суждено решить проблему космического полета, ибо только он счастливо сочетает в себе все противо-

¹ Следует подчеркнуть, что этот двигатель был изобретен Циолковским раньше, чем были созданы первые воздушно-реактивные двигатели.

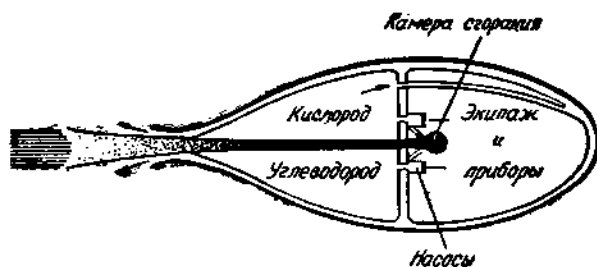


Схема межпланетного корабля К. Э. Циолковского с жидкостным ракетным двигателем.

безвоздушном пространстве даже с большим успехом, чем в атмосфере. Вместе с тем он обладает гораздо большей продолжительностью работы, чем пороховой, ибо он работает, как показывает и само название этого двигателя, не на твердом, а на жидком топливе, которое можно постепенно подавать из баков в камеру сгорания. Именно в этой высказанной Циолковским идее использования в ракетном двигателе жидкого топлива и заключается замечательная суть его изобретения. Эта идея широко используется не только в жидкостных ракетных двигателях, но и в воздушно-реактивных двигателях, о чем было рассказано в предыдущей главе.

Однако топливо для жидкостных ракетных двигателей представляет собой не одну какую-нибудь жидкость, как, например, бензин для поршневых и керосин для турбореактивных двигателей, а обычно состоит из двух различных жидкостей. Каждая из этих жидкостей хранится в особом баке или отсеке корабля, как это показано на схеме Циолковского, и только обе вместе они составляют топливо.

Одна из этих жидкостей — это так называемое горючее. Как видите, в данном случае горючее и топливо — это не одно и то же; горючее — это только часть топлива.

Роль горючего и в этом случае такова же, как всегда, — при его сгорании должно выделяться тепло, необходимое для работы жидкостного ракетного двигателя. В качестве горючих применяются обычные нефтяные горючие — бензин, керосин, а также спирт, анилин и другие вещества (на схеме корабля Циолковского на отсеке с горючим написано «углеводород»).

Легко сообразить, какая жидкость должна заполнять второй бак на ракете с жидкостным ракетным двигателем. Ведь для сгорания горючего необходим кислород. Где же взять его, если

речивые требования, предъявляемые к двигателю межпланетных кораблей. Это так называемый жидкостный ракетный двигатель. Одного этого изобретения было бы достаточно для того, чтобы обесмертить имя Циолковского.

Жидкостный ракетный двигатель, как и пороховой, не нуждается в воздухе для своей работы и, следовательно, может работать и в

нельзя заимствовать из окружающей атмосферы? Очевидно, во втором баке должна находиться жидкость, содержащая в себе в достаточном количестве кислород, или так называемый окислитель. В качестве окислителя применяются такие жидкости, как крепкая азотная кислота, перекись водорода высокой концентрации и другие вещества. Широко применяется также предложенный Циолковским чистый кислород, только, конечно, не газообразный (его вошло бы в бак очень мало, да и бак пришлось бы делать очень прочным), а жидкий. Для сжижения, как известно, кислород приходится охлаждать до температуры минус 183°.

Обе части топлива — горючее и окислитель — подаются под высоким давлением в камеру сгорания двигателя. Это давление, достигающее десятков атмосфер, может создаваться, например, каким-либо газом, вытекающим в баки с топливом из баллона высокого давления, где он содержится. Подача топлива может осуществляться также с помощью специальных насосов, как это показано на схеме Циолковского.

В камере сгорания происходит встреча составных частей топлива, заканчивающаяся химической реакцией сгорания. При этом выделяется большое количество тепла, так что температура в камере сгорания оказывается очень высокой. Это наибольшая температура, когда-либо достигавшаяся в двигателях, — она превышает в некоторых случаях 3000°. Раскаленные газы, продукты этого сгорания, вытекают из двигателя через сопло наружу с огромной скоростью, достигающей 2,5 километра в секунду и даже больше.

Естественно, что сила реакции струи вытекающих газов, представляющая собой реактивную тягу двигателя, оказывается очень большой: ведь эта сила прямо пропорциональна скорости истечения газов из двигателя. Реактивная тяга и должна сообщить межпланетному кораблю необходимую большую скорость.

За полвека, прошедшие с момента изобретения Циолковским жидкостного ракетного двигателя, он прошел большой путь развития. Первые десятилетия характеризовались в этом отношении главным образом настойчивым трудом отдельных изобретателей-энтузиастов, их скромными попытками построить жидкостный ракетный двигатель и использовать его для полета ракеты. В настоящее время созданы уже многие проверенные, надежные конструкции таких двигателей. Они устанавливаются на различных самолетах и ракетах, используются для самых разнообразных целей. Над этой проблемой работают научно-исследовательские институты и конструкторские коллективы. Вырастает новая отрасль промышленности по производству жидкостных ракетных двигателей и летательных аппаратов с ними.

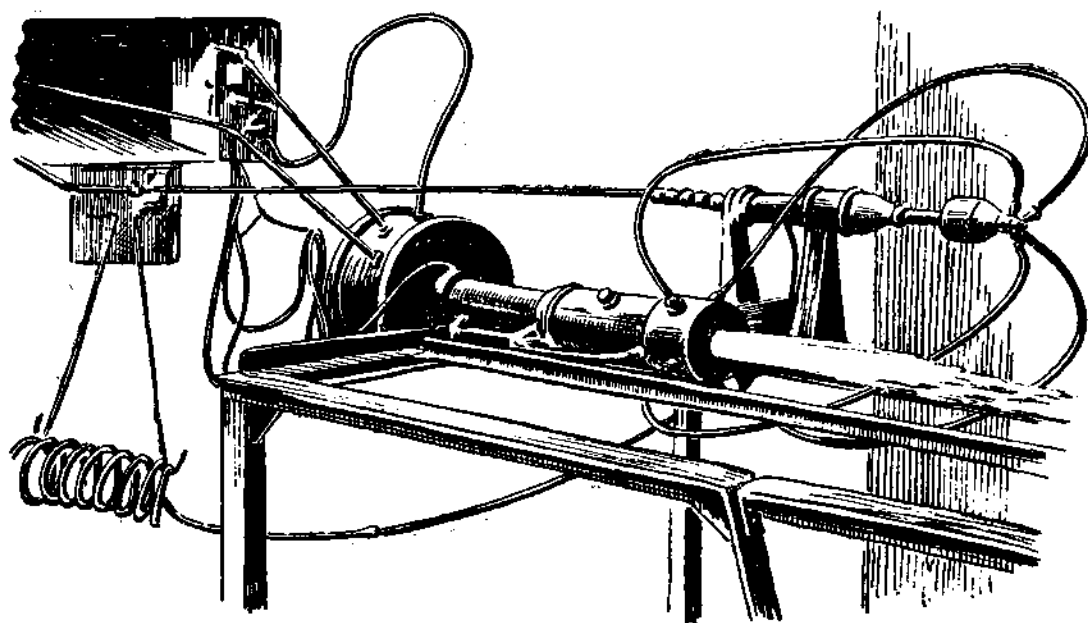
Как и в других отраслях реактивной техники, не только первое слово, но и дальнейшие заслуги в развитии жидкостных ракетных двигателей принадлежат во многом нашей стране.

Несколько позже Циолковского и независимо от него начал работать над проблемой межпланетных полетов и, в этой связи, реактивной техникой талантливый исследователь и изобретатель-самоучка Ю. В. Кондратюк. Наряду с теорией межпланетных полетов, которую рассматривал в своих работах Кондратюк, он высказал ряд оригинальных мыслей в отношении совершенствования жидкостных ракетных двигателей. В частности, им было высказано независимо от Циолковского, первым выдвинувшим эту идею, предложение об использовании в качестве окислителя вместо кислорода — озона, что является перспективным и в настоящее время.

Много сделал для развития жидкостных ракетных двигателей последователь и продолжатель идей Циолковского — Ф. А. Цандер. Это был первый инженер в нашей стране, который посвятил себя работе в области межпланетного полета и ракетной техники. Цандеру принадлежит ряд идей, способствующих успешному решению задачи межпланетного полета. Он осуществил исследования многих вопросов развития и совершенствования двигателей для межпланетных кораблей.

Еще в 1920 году, когда наша страна только выходила из пламени гражданской войны и перед ней стояли тяжелые задачи восстановления разрушенного войной народного хозяйства, Цандер выступал на Московской конференции изобретателей с докладом о проекте своего межпланетного корабля и двигателя для него. Владимир Ильич Ленин обещал тогда изобретателю поддержку в его дальнейшей работе. Это явилось ярким свидетельством того повседневного внимания, которым окружено в нашей стране смелое творчество и дерзание в науке.

В 1930 году Цандер построил свой первый жидкостный ракетный двигатель, работавший на бензине и газообразном воздухе. Этот двигатель представлял собой, по существу, только модель другого, большего двигателя, работавшего на бензине и жидком кислороде, который был построен Цандером в 1932 году. Он проходил испытания уже после преждевременной смерти Цандера в 1933 году. Это был один из первых жидкостных ракетных двигателей в мире. Цандер высказал мысль об использовании некоторых металлов в качестве горючего для жидкостных ракетных двигателей (независимо от Цандера эта мысль была высказана также Кондратюком). Это позволяет, в частности, сжигать части конструкции самого межпланетного корабля, становящиеся ненужными в процессе полета: опустошившиеся баки и т. п. Цандер разработал также методику расчета жидкостных ракетных двигателей.

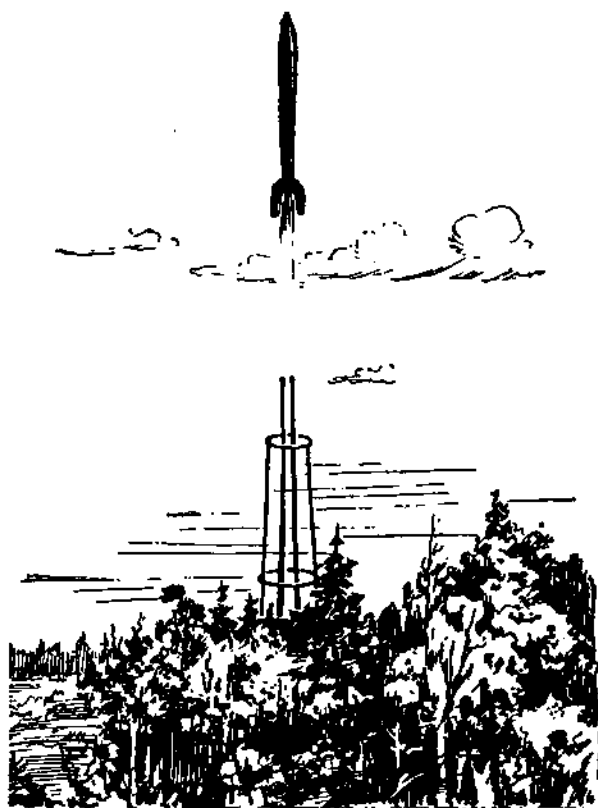


Жидкостный ракетный двигатель Ф. А. Цандера на испытательном стенде (1933 год).

17 августа 1933 года состоялся первый полет ракеты М. К. Тихонравова, имевшей жидкостный ракетный двигатель. Вслед за этим первым полетом были совершены и многие другие.

1940 год был ознаменован крупнейшим успехом в развитии жидкостных ракетных двигателей. В этом году был совершен первый полет человека на самолете с жидкостным ракетным двигателем. 28 февраля 1940 года с одного из подмосковных аэродромов взлетел самолет, на буксире у которого находился планер с жидкостным ракетным двигателем. В воздухе летчик В. П. Федоров, пилотирующий планер, перевел его на самостоятельный полет и включил двигатель. Так был совершен первый в мире полет человека на самолете с жидкостным ракетным двигателем. Началась новая страница в развитии реактивной техники. Через два с небольшим года, 15 мая 1942 года, капитан Г. Я. Бахчиванджи совершил первый полет на специально спроектированном конструктором В. Ф. Болховитиновым самолете с жидкостным ракетным двигателем.

Жидкостные ракетные двигатели применяются в настоящее время в авиации в различных целях. В ряде случаев они используются для облегчения взлета тяжелых самолетов. Иногда эти двигатели устанавливаются на самолетах в дополнение к основному двигателю другого типа, например турбореактивному, с целью увеличения скорости полета в нужный момент — при наборе высоты, в воздушном бою и т. д.



Взлет ракеты М. К. Тихонравова с жидкостным ракетным двигателем (1933 год).

гут находиться в полете гораздо меньшее время. Это объясняется тем, что жидкостные ракетные двигатели обладают исключительной «прожорливостью» — они расходуют в 15—20 раз больше топлива, чем турбореактивные двигатели такой же тяги. Вот почему при непрерывной работе жидкостного ракетного двигателя на полной мощности запаса топлива на истребителе-перехватчике хватает лишь на 3—5 минут! Чередуя разгон самолета при работающем двигателе с последующим планированием, когда двигатель выключен, летчик такого самолета может довести общую продолжительность полета до 20—30 минут. Этого только-только хватает для того, чтобы взлететь, навязать бой противнику в районе своего аэродрома и сесть с пустыми баками. Поэтому жидкостные ракетные двигатели применяются пока только на единственном типе военных самолетов — истребителях-перехватчиках.

Главное использование жидкостных ракетных двигателей свя-

Устанавливаются жидкостные ракетные двигатели на самолетах и в качестве основного и единственного двигателя. Самолеты с этими двигателями предназначаются обычно для исследовательских целей — изучения особенностей полета на очень больших, сверхзвуковых скоростях. С их помощью удается достигать наибольших, доступных пока, скоростей полета. Имеются и военные самолеты с такими двигателями — так называемые истребители обороны или истребители-перехватчики, задачей которых является борьба с бомбардировщиками врага.

Однако самолеты с жидкостным ракетным двигателем обладают и одним очень серьезным недостатком по сравнению с другими самолетами — они мо-

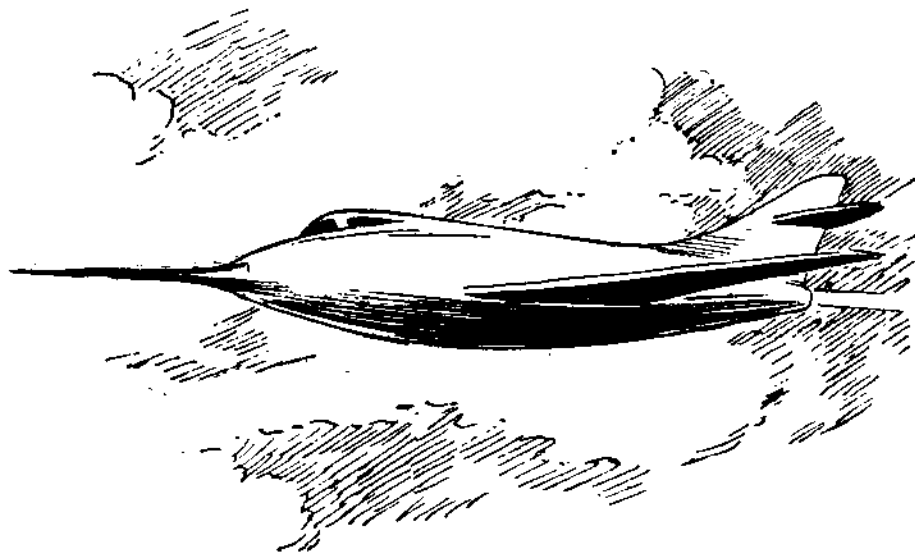
зано, однако, в настоящее время не с авиацией, а с различного рода ракетами. Это и тяжелые снаряды противовоздушной обороны, и ракетные авиабомбы, и снаряды дальнего действия, и стратосферные ракеты.

Применение тяжелых ракет с жидкостным ракетным двигателем с каждым днем все расширяется, и некоторые из таких ракет начинают уже сильно походить на небольшие межпланетные корабли, как их обычно рисуют в книжках...

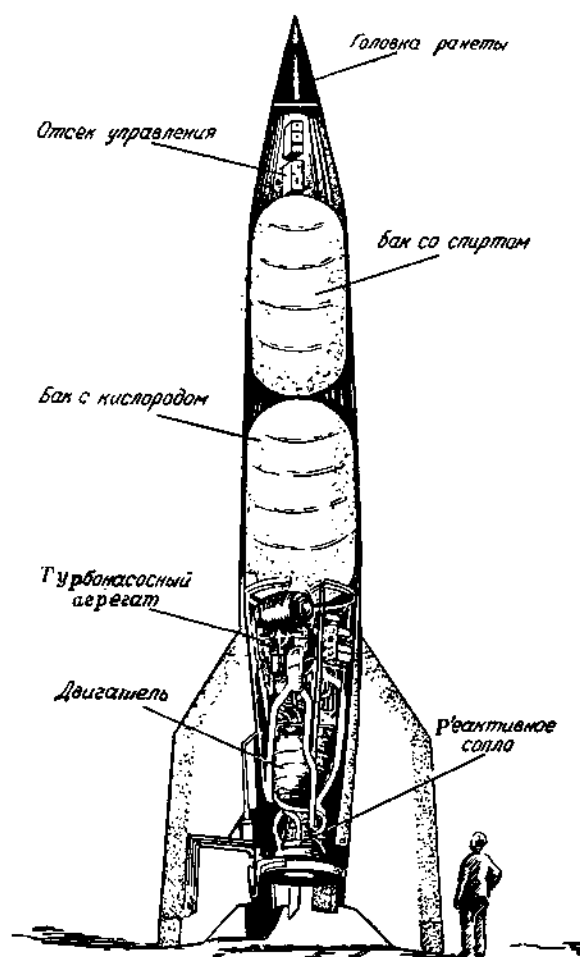
Вот одна из таких ракет, применявшаяся в минувшую войну в качестве тяжелого дальнебойного реактивного снаряда (см. стр. 62). Боевая головка этого снаряда заключала в себе $\frac{3}{4}$ тонны взрывчатого вещества, и снаряд пролетал расстояние около 300 километров. Конечно, ни одна самая тяжелая и дальнебойная пушка такими тяжелыми снарядами и так далеко не стреляла. На этом снаряде был установлен мощный жидкостный ракетный двигатель.

Ракета эта имела длину около 14 метров, диаметр — 1,7 метра, а сзади, по хвостовому оперению, — даже 3,6 метра. Поневоле поражаешься размерам этой ракеты, когда сравниваешь ее с фигурами стоящих рядом людей. Ну, и вес ракеты тоже внушительный — примерно 13 тонн, так что вес «полезной нагрузки» — взрывчатки — составляет только небольшую часть, несколько процентов от общего веса ракеты.

Двигатель установлен в «корме» ракеты, как это будет, очевидно, и на межпланетном корабле. Этот двигатель работает на топливе,



Исследовательский сверхзвуковой самолет с жидкостным ракетным двигателем.



Устройство тяжелого дальнего снаряда-ракеты с жидкостным ракетным двигателем.

состоящем из двух жидкостей. Вот почему на этой ракете, в ее средней части, установлены два гигантских бака.

В переднем баке находится горючее, которым в данном случае служит этиловый, то-есть винный, спирт (крепкий, не менее 75°). Задний бак служит для хранения окислителя — чистого жидкого кислорода, как это и предлагал в свое время Циолковский. Запас топлива на ракете равен примерно 9 тоннам. Вот что составляет большую часть, примерно $\frac{2}{3}$, общего веса ракеты. Из этих 9 тонн около 4 тонн — спирт, остальное — жидкий кислород.

Для выстрела, то-есть запуска, ракета устанавливается в вертикальном положении, в котором она поддерживается с помощью специального легкого станка-люльки. Почти как межпланетный корабль, приготовившийся к прыжку в мировое пространство! В таком положении заполняются топливом гигантские баки ракеты — ра-

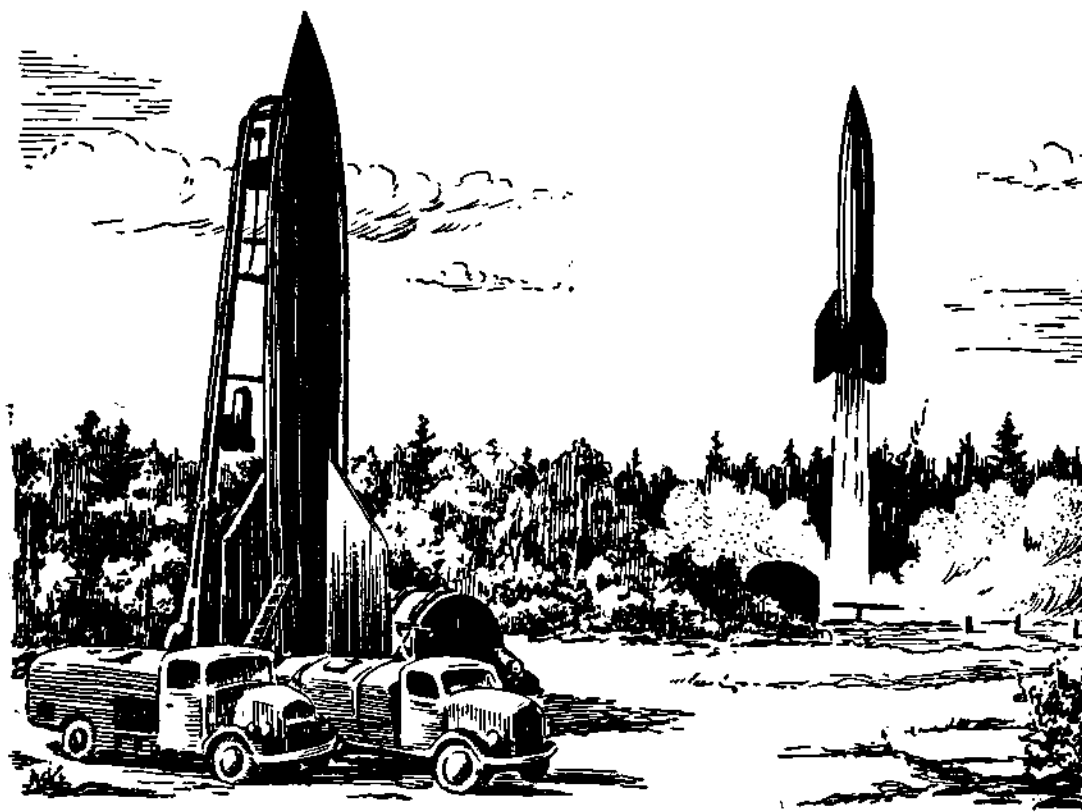
кета заправляется. Для этой цели служат мощные автозаправщики, но какими игрушечными они кажутся рядом с устремленной ввысь ракетой!

Но вот заправка кончена, ракету можно запускать. Открываются топливные краны, спирт и кислород начинают поступать в камеру сгорания двигателя. Там происходит воспламенение топлива, и образовавшиеся в результате сгорания раскаленные газы с большой скоростью начинают вытекать из двигателя через сопло в атмосферу.

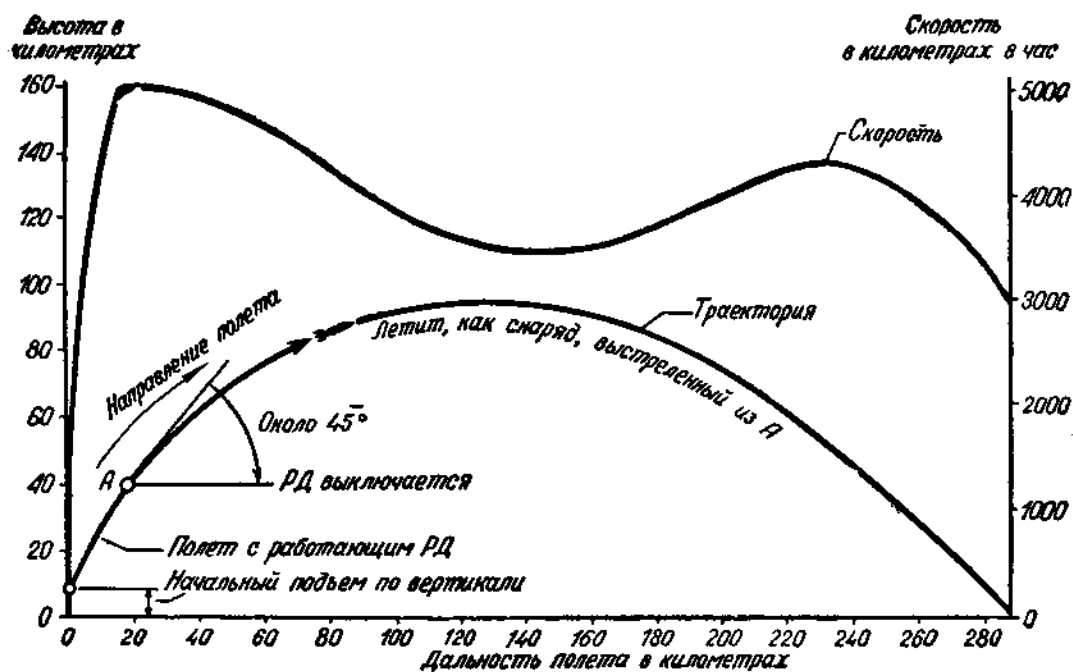
Сила реакции струи вытекающих из двигателя газов направлена вверх; она стремится поднять ракету, оторвать ее от земли.

Сделать это, правда, не так просто, ведь ракета весит 13 тонн! Однако, оказывается, при нормальной своей работе двигатель ракеты развивает тягу, вдвое превосходящую вес ракеты, — тягу в 25—26 тонн. Это тяга современных мощных паровозов, водящих за собой тяжеловесные поезда. И вот с такой огромной силой газы, вырывающиеся из ракеты вниз, толкают ее вверх. На этот режим полной тяги двигатель выходит только через несколько секунд после его запуска (вначале устанавливается так называемый предварительный режим — с тягой 8 тонн). Быстро увеличиваясь, тяга выравнивается с весом ракеты, потом становится больше этого веса — ракета вздрагивает, медленно, как бы нехотя, отрывается от земли, а затем все быстрее и быстрее взмывает кверху, очень скоро исчезающая из глаз наблюдателя.

Весь дальнейший полет этой ракеты осуществляется автоматически. Он управляется приборами, стоящими на самой же ракете, в специальном приборном отсеке, за боевой головкой. Повлиять на полет



Подготовка ракеты к запуску. На заднем плане видна ракета в момент взлета.



Траектория и скорость полета ракеты.

ракеты с земли после того, как она уже взлетела, невозможно. Ракета взлетает, а потом, подчиняясь команде приборов, установленных на ней, мчится к цели, находящейся на расстоянии 300 километров от места взлета.

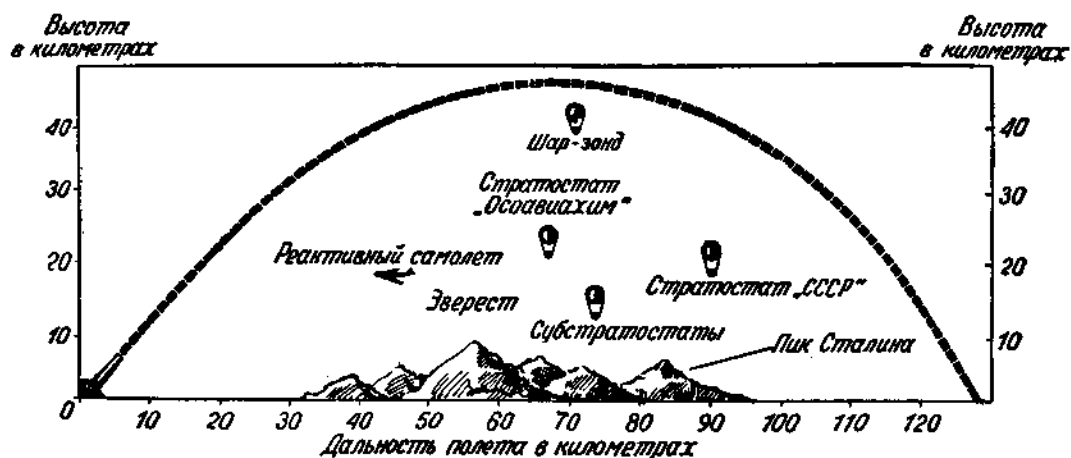
Первые 10—11 секунд после старта ракета летит прямо вверх, в небо. Затем приборы управления полетом ракеты отклоняют ее рули, расположенные сзади. Вследствие этого ракета перестает подниматься вертикально и начинает полет по сложной криволинейной траектории, впрочем близкой к дуге круга. Летя таким образом, ракета достигает весьма большой высоты — примерно 40 километров. На этой высоте двигатель ракеты выключается, останавливается. Оказывается, что к этому моменту он успевае выработать все топливо, запасенное на ракете, — все 9 тонн. Оба гигантских бака — и спиртовой и кислородный — оказываются к этому моменту практически пустыми.

Через сколько же времени это происходит после взлета ракеты? Оказывается, всего только через минуту. За эту одну-единственную минуту ракета уносится на высоту 40 километров, а ее двигатель одним, поистине гигантским, глотком проглатывает 9 тонн топлива.

Однако это топливо двигатель расходует не напрасно, ибо он развивает в полете действительно колоссальную мощность.

Если судить по энергии вытекающей из двигателя струи газов, то его мощность достигает почти 400 тысяч лошадиных сил. Еще больше полезная мощность, соответствующая работе продвижения ракеты в окружающей среде. Эта мощность непрерывно увеличивается с ростом скорости полета, так как она равна произведению тяги на скорость. Перед остановкой двигателя ракета летит со скоростью около 5500 километров в час или 1,5 километра в секунду. При этом полезная мощность превышает полмиллиона лошадиных сил, приближаясь к мощности Днепрогэса.

После остановки двигателя ракета продолжает свой полет за счет накопленной ранее скорости, как снаряд, вылетевший из ствола артиллерийского орудия. Правда, такую пушку в данном случае надо было бы поместить на высоте 40 километров. Летя таким образом, ракета забирается еще выше и достигает максимальной высоты — примерно 100 километров.



Траектория артиллерийского снаряда.

Но и 100 километров — это совсем не предел, достигнутый современной реактивной техникой, как не предел и достигнутая скорость полета в 1,5 километра в секунду. Использование идей Циолковского позволило добиться уже значительно больших успехов в том штурме мирового пространства, который ведет реактивная техника.

Какие же это идеи?

„ТАЮЩИЕ“ СНАРЯДЫ И „ТАЮЩИЕ“ ПОЕЗДА

Раз известно, какую скорость нужно сообщить межпланетному кораблю, и найден двигатель для него, то не должно быть ничего трудного в том, чтобы рассчитать межпланетный корабль — определить нужный запас топлива, общий вес корабля, траекторию полета. Однако первые же попытки Циолковского решить сначала более простые задачи — например, определить, как далеко залетит какая-нибудь ракета или как высоко она поднимется, — натолкнулись на несколько неожиданное препятствие. Оказалось, что подобных задач до Циолковского еще никто не решал. Выяснилось также, что это не такие уж простые задачи.

Известно, что законы движения различных тел изучает наука о движении — механика, созданная Ньютоном. Естественно, что в поисках нужного ему решения Циолковский обратился за помощью к механике. Однако в то время эта наука оказалась бессильной помочь Циолковскому.

До Циолковского механика имела дело всегда с телом определенной массы. И это всех устраивало, ибо на практике только такие случаи и встречались. Трудно было себе представить, например, задачу о падении какого-нибудь камня, который бы в полете «худел», теряя массу.

Но перед Циолковским стояли, увы, именно такие задачи. Масса ракеты в полете сильно изменяется, так как часть массы ей приходится отбрасывать в виде продуктов сгорания топлива. Поэтому ракета, пока работает ее двигатель, не похожа на обычные снаряды. Это какой-то особый, быстро «тающий» в полете снаряд. Вспомните, например, ракету, описанную в предыдущей главе. За одну минуту полета с работающим двигателем вес этой ракеты уменьшается с 13 до 4 тонн. Катастрофическое «похудение»...

Чтобы научиться рассчитывать полет ракет, нужно было сначала разработать новую главу механики — механику тел переменной массы. Без этого нельзя было создать и науку о движении ракет — ракетодинамику.

Честь решения этих задач принадлежит Циолковскому. И в этом — одна из наибольших его заслуг перед человечеством, перед наукой. Разработанная Циолковским механика тел переменной массы позволяет решать множество важных технических задач; она лежит и в основе теории межпланетного полета.

Интересно, что практически одновременно с Циолковским и независимо от него разработкой механики тел переменной массы за-

нимался крупный русский ученый — профессор И. В. Мещерский, которому принадлежит решение ряда важных проблем в этой области.

И в наши дни ведущая роль в разработке вопросов ракетодинамики принадлежит советским ученым, ученикам Циолковского и Мещерского.

Чтобы изучить законы движения ракет, Циолковский рассмотрел простейший случай полета ракеты — полет ее в таком пространстве, в котором нет сопротивления воздуха и отсутствует сила тяжести. Циолковский назвал это условное пространство свободным. В таких примерно условиях будет находиться межпланетный корабль при полете в межзвездном мировом пространстве — воздуха там нет, а силой тяжести в первом приближении можно пренебречь, если корабль не находится непосредственно вблизи тяжелых небесных тел.

Главная задача, которая стояла перед Циолковским, заключалась в том, чтобы научиться определять конечную скорость ракеты, то-есть ту скорость, которую ракета приобретает, когда ее двигатель останавливается из-за выработки всего топлива.

Решение этой задачи было получено впервые Циолковским и опубликовано им в 1903 году. Полученная Циолковским формула, позволяющая определить конечную скорость ракеты, имеет важнейшее значение во всей теории ракет и, значит, в теории межпланетного полета. Во всем мире эту формулу, так называемую формулу ракеты, знают как закон Циолковского, как формулу Циолковского.

Формула Циолковского позволяет ответить на очень важный вопрос — о том, от чего, в конце концов, зависит конечная скорость ракеты. Оказывается, эта скорость не зависит ни от того, мала ракета или велика, ни от того, сколько килограммов или тонн топлива запасено на ракете, ни от того, наконец, сколько времени работает двигатель ракеты. Она зависит только от двух условий: с какой скоростью газы вытекают из сопла ракеты и каков относительный запас топлива на ракете, то-есть какая часть общего веса ракеты при взлете приходится на долю топлива.

Конечная скорость ракеты будет тем больше, чем больше скорость истечения газов и чем больше относительный запас топлива.

Для современных жидкостных ракетных двигателей очень хорошим значением скорости истечения является величина в 2500 метров в секунду.

Чему же равняется величина относительного запаса топлива для современных ракет?

Для тяжелой ракеты, описанной в предыдущей главе, вес топлива при взлете составляет 9 тонн при общем весе 13 тонн. Следовательно, в этом случае относительный запас топлива равен $9 : 13$, или примерно 0,7. Формула Циолковского показывает, что увеличе-

ние относительного запаса топлива на этой ракете с 0,7 до 0,8 увеличило бы скорость ее полета в свободном пространстве на 34 процента, а дальнейшее увеличение с 0,8 до 0,9 — на 43 процента. Если бы можно было построить ракету с относительным запасом топлива 0,9, то скорость полета ракеты, по формуле Циолковского, равнялась бы 5750 метрам в секунду. Для того чтобы достичь скорости отрыва, то-есть примерно 11 километров в секунду, вес запаса топлива на ракете должен составлять 99 процентов от взлетного веса ракеты. Вес самой ракеты, двигателя, полезной нагрузки должен в этом случае составлять только 1 процент от взлетного веса ракеты.

Однако создать такую ракету практически невозможно. Да и вообще увеличение относительного запаса топлива на ракете наталкивается в настоящее время на всё большие конструктивные трудности. Вероятно, величина относительного запаса топлива около 90 процентов является практически достижимым пределом. Очевидно, решить задачу межпланетного полета путем увеличения относительного запаса топлива вряд ли удастся. Наилучшие сорта топлива, которые могут быть созданы в будущем, даже при наибольших возможных значениях относительного запаса топлива на ракете, могут обеспечить скорость полета, не превышающую примерно 9 километров в секунду. И это даже без учета различных потерь.

И все же изобретательский гений Циолковского подсказал ему замечательное решение этой задачи. Высказанная им впервые в мире идея составных ракет, или, как говорил Циолковский, «ракетных поездов», заключается в том, чтобы уже в полете освободиться от тех частей ракеты, которые стали ненужными. Как всякая выдающаяся идея, это предложение Циолковского сочетает в себе исключительную простоту с необычайной плодотворностью результата.

По идее Циолковского, ракета в этом случае должна состоять из ряда самостоятельных, автономных отсеков, то-есть, по существу, из ряда связанных друг с другом отдельных ракет. Представьте себе такую цепочку ракет, напоминающую обычный поезд, состоящий из железнодорожных вагонов, только установленный вертикально.

Этот ракетный поезд должен лететь следующим образом. При взлете работает двигатель самой задней ракеты¹, который уносит весь поезд на большую высоту и сообщает ему значительную скорость. Когда все топливо на этой ракете будет израсходовано, она автоматически отделяется от поезда и падает на землю или опускается на парашюте. В то же мгновение включается двигатель следующей, второй ракеты, который продолжает увеличивать скорость всего

¹ Циолковский предлагал начинать работу с двигателя передней ракеты, чтобы поезд в полете растягивался силой тяги, а не сжимался.

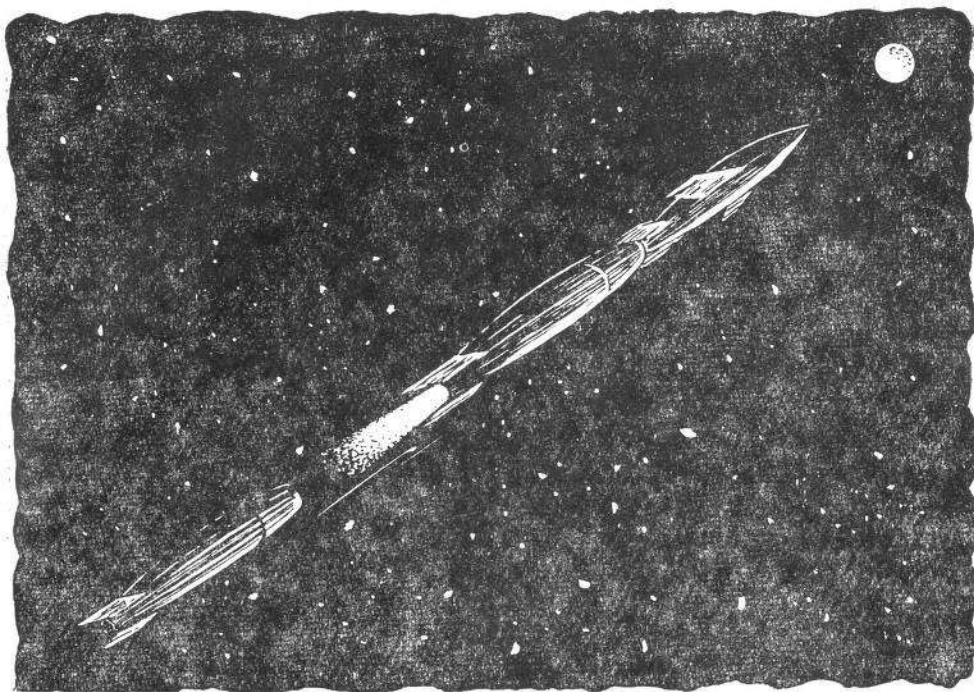


Схема «ракетного поезда» К. Э. Циолковского.

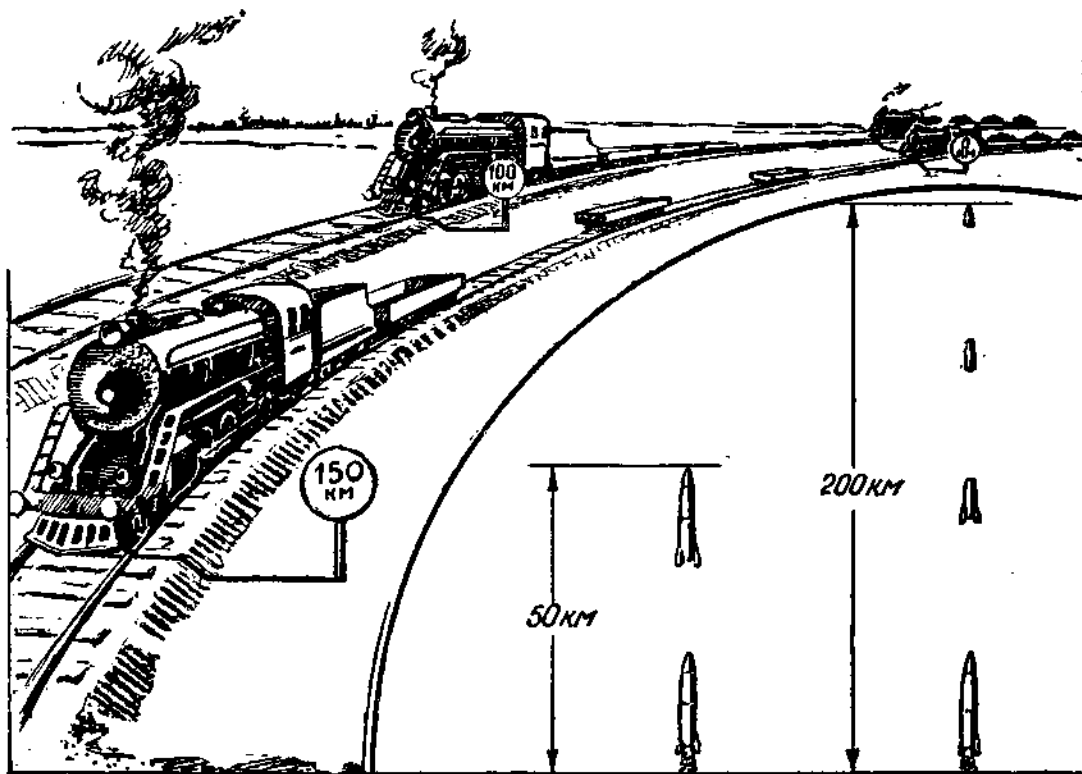
поезда, пока и здесь не кончится топливо. После этого она также отделяется от поезда. Тогда запускается двигатель следующей ракеты и т. д.

Таким образом, этот поезд является очень своеобразным и сильно отличается от обычных поездов. Он постепенно «тает» в полете, так что в таком поезде все пассажиры должны находиться в самом переднем «вагоне», иначе они рискуют не добраться до цели...

Легко видеть, что скорость самой последней, передней ракеты получается в этом случае большей, чем была бы скорость всего поезда при выработке такого же количества топлива. Ведь в этом случае не приходится тащить с собой мертвый груз в виде отработавших и ставших бесполезными ракет.

Выгода получается тем большей, чем больше число ступеней ракеты (расчет может определить наиболее выгодное число ступеней). Так, например, чтобы ракета с полезной нагрузкой 5 килограммов приобрела скорость отрыва, она может быть пятиступенчатой и ее взлетный вес должен равняться тогда 375 тоннам. Если же увеличить число ступеней ракеты до 10, то общий вес поезда при взлете уменьшится в 6 с лишним раз и составит только 60 тонн.

Однако создание ракетных поездов с очень большим числом сту-



«Тяжущий» поезд: сверху — железнодорожный; внизу — ракетный.

пеней дает, как это установил еще Циолковский, малый выигрыш и вместе с тем наталкивается на серьезные конструктивные трудности. Достаточно указать, например, что поезд, составленный из 5 ракет, обеспечил бы в 5 раз большую скорость, чем одна ракета, но зато полезный груз при этом уменьшился бы в 10 тысяч раз и на каждую тонну веса исходной ступени пришлось бы всего... 10 граммов полезного веса.

Можно считать, что практически будет вряд ли целесообразно строить ракетные поезда с числом ступеней больше 5—7. В своей работе «Космические ракетные поезда», выпущенной в 1929 году, Циолковский подробно рассмотрел различные возможные типы поездов.

Идея создания составных ракет, предложенная Циолковским, нашла уже широкое применение в боевых ракетах. В частности, в минувшую войну довольно широко применялись двухступенчатые ракеты. Кстати сказать, именно с помощью двухступенчатой ракеты были достигнуты рекордные для современной реактивной техники значения высоты и скорости полета ракет, о чем будет подробно рассказано в главе 10. Применялись в войну и более сложные со-

ставные ракеты — например, боевая пороховая ракета, имевшая четыре ступени.

Дальнейшее развитие идеи Циолковского о составных ракетах осуществлено советским инженером Ф. А. Цандером. Очевидно, если бы можно было использовать ненужные, отбрасываемые части конструкции ракеты в качестве топлива для жидкостного ракетного двигателя, то конечная скорость ракеты при этом увеличилась бы. Именно это и является содержанием предложения Цандера. Он разработал ряд проектов межпланетных многоступенчатых ракет, в которых металлические части конструкции, становящиеся ненужными в полете — опустошившиеся баки, крылья и проч., расплавляются и подаются в камеру сгорания жидкостного ракетного двигателя. Цандеру принадлежит, как указывалось в предыдущей главе, и сама идея использования ряда металлов — алюминия и других — в качестве топлива для жидкостных ракетных двигателей. Он же провел и опыты по сжиганию такого металлического горючего.

Разрабатывая ракетодинамику, Циолковский не ограничился простейшим случаем полета в свободном пространстве. Им были рассмотрены многие другие важнейшие задачи теории межпланетного полета и получены формулы, лежащие в основе астронавтики. Постепенно усложняя задачу, Циолковский рассмотрел полет ракеты в поле тяжести, то-есть в таком пространстве, где действует сила тяготения. Им было исследовано влияние сопротивления воздуха, то-есть рассмотрен полет ракеты в земной атмосфере, как это бывает при взлете и посадке межпланетного корабля. Циолковский установил наиболее выгодные методы взлета межпланетного корабля, рассчитал запас топлива, необходимый для совершения различных межпланетных полетов. Эти и другие ценные результаты исследований теории межпланетного полета, полученные Циолковским, заложили прочную теоретическую основу астронавтики.

На какие же перспективы развития реактивной техники может рассчитывать астронавтика, строя свои планы постепенного завоевания безграничных далей мирового пространства?

Глава 8

ОТ РАКЕТНОГО САМОЛЕТА ДО КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ

Десятилетия, прошедшие с тех пор, как Циолковский создал астронавтику, показали всю правильность разработанного им стратегического плана борьбы за покорение мирового пространства.

Циолковский считал, что путь в мировое пространство совпа-

дает со столбовой дорогой развития авиации и реактивной техники. Сначала все более высотные полеты самолетов с обычными поршневыми двигателями. Затем создание «стратопланов полуреактивных» (так называл Циолковский самолеты с воздушно-реактивными двигателями за много лет до того, как такие самолеты появились в действительности). Все бóльшая скорость и высота полета этих самолетов. Наконец, переход к ракетным самолетам с жидкостными ракетными двигателями, способными летать в самых верхних слоях атмосферы с недостижимыми для других самолетов скоростями. Далее, с постепенным ростом скорости, высоты и дальности полета и уменьшением поверхности несущих крыльев, — к космической ракете.

Многие ученые на Западе смотрели на дело иначе. Они писали, что астронавтика будет развиваться вне связи с авиацией, своей особой дорогой. Выходило так, что астронавтика закладывается на чистом месте, что создание космического корабля — задача, которая должна решаться с самого начала как целиком новая, что опыт авиации ничем здесь помочь не может.

Теперь уже можно говорить о том, что история опровергла эти утверждения. Нет сомнений, что весь ход развития авиации и реактивной техники подготавливает почву для решения задач астронавтики. Без опыта, накопленного за все эти годы авиацией и реактивной техникой, создание космического корабля было бы невозможным. Авиация и реактивная техника являются техническим фундаментом астронавтики. Именно поэтому с каждым годом возможность осуществления полетов в мировое пространство делается все более реальной и вековая мечта человечества — все более осуществимой.

Развитие реактивной техники вскрыло еще одну весьма интересную особенность, по существу предсказанную Циолковским. Две бывшие до сих пор самостоятельными ветви реактивной техники — авиация и артиллерия — постепенно сближаются. Конструктивные формы самолетов и ракет становятся все более сходными, и в них начинают угадываться будущие очертания космических кораблей. Самолеты постепенно теряют очертания, характерные для обычной, винтовой авиации: нос фюзеляжа становится заостренным, как у снаряда; крылья уменьшаются в размерах, приобретают стреловидные очертания; дужка крыла вместо каплевидной формы получает заостренную переднюю кромку. С другой стороны, тяжелые реактивные снаряды приобретают небольшие крылышки и становятся очень похожими на некоторые новые, реактивные самолеты.

Сама механика полета самолетов может стать в будущем очень не похожей на принятую в настоящее время и приблизиться к артиллерийской. В настоящее время двигатель самолета, как известно,

работает в течение всего времени полета, тогда как двигатель реактивного снаряда работает лишь в течение короткого промежутка времени — при запуске-выстреле. Установка на самолете ракетного двигателя, имеющего бóльшую тягу, позволяет осуществить полет самолета по образцу полета снаряда. В этом случае двигатель самолета работает лишь короткое время при взлете, осуществляя разгон самолета до очень большой скорости и забрасывая его, подобно снаряду, на огромную высоту. Дальнейший полет самолета осуществляется с остановленным двигателем, так что топливо не расходуется, причем самолет совершает длительный планирующий полет с постепенным снижением. Расчет показывает, что самолет в состоянии пролететь при этом гораздо большее расстояние и совершить такой полет в значительно меньшее время, чем существующие сейчас самолеты любых типов.

Несомненно, именно так будут совершаться в будущем сверхдальние и сверхскоростные перелеты на Земле. Например, полет Владивосток — Москва можно будет совершить таким образом примерно за один час, обгоняя видимое движение Солнца. Так что, поужинав во Владивостоке, можно будет в тот же день... позавтракать в Москве! Такие полеты сближают авиацию с астронавтикой, ибо при их выполнении самолеты должны залетать, по существу, уже в преддверье мирового пространства. Техника полета межпланетного корабля будет также основана на коротком разгоне вначале и последующем длительном полете с остановленным двигателем. В главе 10 возможность таких астронавтических перелетов на Земле будет рассмотрена подробнее.

Формула Циолковского, о которой шла речь в предыдущей главе, показывает, в каком направлении должна развиваться реактивная техника, чтобы решить задачи астронавтики. Реактивные летательные аппараты должны совершенствоваться так, чтобы:

а) на аппарате данного веса можно было разместить возможно большее весовое количество топлива; б) чтобы жидкостные ракетные двигатели обеспечивали максимально возможную скорость истечения газов.

Каковы же перспективы развития реактивной техники в обоих этих направлениях?

Возможности дальнейшего увеличения относительного запаса топлива на ракете в настоящее время весьма ограничены. Вспомните дальнюю ракету, описанную в главе 6. Вес топлива на этой ракете превышал вес пустой ракеты в $2\frac{1}{4}$ раза. В лучшем случае, может быть, удастся увеличить это отношение до $3\frac{1}{2}$ —4, и то это будет замечательным достижением. Ведь обыкновенный легкий алюминиевый бачок вместимостью 10 килограммов бензина весит примерно

1 килограмм. Значит, уже сейчас по весу ракеты на 1 килограмм запасенного на ней топлива она тяжелее такого бачка всего только в 4 раза. Но ракета рассчитана на полет при огромных скоростях, она должна выдерживать большие инерционные перегрузки, возникающие в таком полете. Кроме того, на ракете установлены двигатель, сложное приборное оборудование, система управления в полете. Все это значительно увеличивает ее вес.

Только при использовании предложенных Циолковским составных ракет можно добиться того, чтобы на 1 килограмм веса ракеты, который она будет иметь после выработки всего топлива, приходились многие десятки килограммов веса топлива при взлете, что необходимо для осуществления космического полета. А идея Цандера использовать части конструкции ракеты в качестве топлива может увеличить это отношение еще во много раз.

Вот почему астронавтику интересует больше всего то направление развития реактивных летательных аппаратов, которое связано с совершенствованием конструкции составных ракет, накоплением опыта по их эксплуатации, осуществлением все более высотных и дальних полетов этих ракет, сначала без людей, а потом с людьми.

Не менее сложна и трудна задача увеличения скорости истечения газов из жидкостного ракетного двигателя. В настоящее время эта скорость не превышает 2000—2500 метров в секунду. Увеличение скорости истечения газов происходит очень медленно и достигается ценой больших усилий. Для того чтобы добиться увеличения скорости истечения газов, приходится решать сразу две самостоятельные задачи — искать более калорийные топлива, то-есть топлива, выделяющие при сгорании больше тепла, и обеспечивать работоспособность двигателя на этих топливах. Чем больше тепла выделяет топливо при сгорании в двигателе, тем больше при прочих равных условиях скорость истечения газов из двигателя.

Наибольшие скорости истечения достигаются в настоящее время при использовании в качестве окислителя жидкого кислорода, а в качестве горючих — нефтепродуктов (бензин, керосин). Наименьшие — в случаях, когда окислителем служит перекись водорода или азотная кислота.

Каковы возможности увеличения скорости истечения при использовании наилучших комбинаций окислителей и горючих, которые могут быть составлены из имеющихся химических элементов?

Исследования советских и зарубежных ученых показывают, что эти возможности, в общем, весьма ограничены. В числе перспективных топлив можно назвать, например, предложенные Кондратюком соединения фосфора и соединения кремния, предложенные Цандером и Кондратюком металлы и соединения металлов, в частности соединения металла

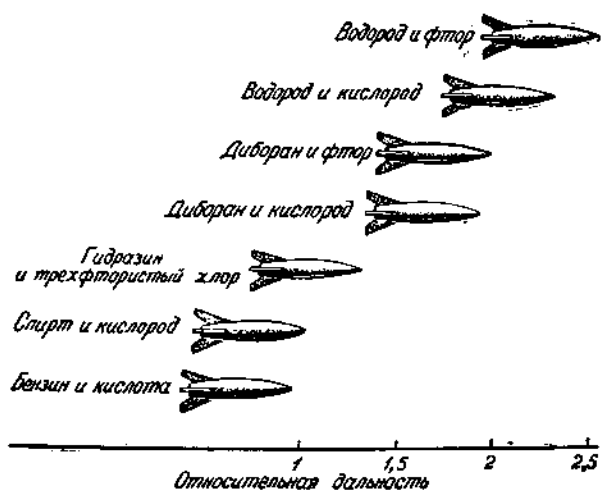
бора с водородом, так называемые бораны, и другие — в качестве горючих; предложенный Циолковским озон, соединения фтора и некоторые другие — в качестве окислителей.

Изучение ряда новых топлив производится и в настоящее время. Они, конечно, будут применяться в будущем во многих случаях вместо современных топлив. Однако скорость истечения газов при этих топливах не будет, вероятно, превышать 4500 метров в секунду.

Мы видим, что химия бессильна решить задачу значительного увеличения скорости истечения газов из жидкостного ракетного двигателя, ибо освобождаемая при сгорании топлив химическая энергия оказывается для этого недостаточной. Тем не менее, конечно, еще далеко не все ресурсы химии, не все возможности химических топлив в настоящее время уже использованы. Дальнейшие исследования по подбору новых, более эффективных топлив способны увеличить скорость истечения, как указывалось выше, примерно на 50 процентов по сравнению с ее величиной, достигнутой в настоящее время. Это значительно увеличило бы скорость и дальность полета ракет, было бы крупнейшим шагом вперед в развитии реактивной техники, а значит, и важной победой в борьбе за покорение мирового пространства.

Однако, чтобы сделать такой шаг, одержать такую победу, мало найти новые, более эффективные топлива. Нужно обеспечить надежную работу двигателя на этих топливах.

Жидкостные ракетные двигатели работают в значительно более тяжелых условиях, чем любые другие двигатели: авиационные, автомобильные, судовые и проч. Поэтому жидкостные ракетные двигатели обладают меньшей надежностью, меньшей продолжительностью работы, меньшим сроком жизни. Эти тяжелые условия работы жидкостных ракетных двигателей связаны с тем, что рабочие газы в таких двигателях имеют высокое давление, необычайно высокую температуру и движутся с колоссальной скоростью.



Сравнительная дальность полета ракет, работающих на различных топливах. За единицу принята дальность ракеты, работающей на бензине и азотной кислоте.

Такие условия работы жидкостных ракетных двигателей делают исключительно важной и сложной проблему их охлаждения. Газы, заполняющие двигатель при давлении в десятки атмосфер и температуре 3000° и даже больше, движутся относительно стенок двигателя со скоростью, во много раз превышающей в некоторых частях двигателя, например в сопле, скорость звука. Естественно, что стенкам двигателя каждую секунду передается огромное количество тепла. Если это тепло не отводить от стенок двигателя, то они очень быстро прогорят, и двигатель моментально выйдет из строя. Ведь неизвестен ни один материал, который был бы способен выдержать такие температуры при подобных давлениях. Вот почему для жидкостных ракетных двигателей важнейшим условием их надежности является хорошая система охлаждения стенок двигателя.

Уже сейчас некоторые более калорийные сорта топлива не удается применять из-за трудностей, связанных с охлаждением двигателей. Это объясняется тем, что при использовании более калорийных топлив увеличивается и температура газов в камере сгорания. Именно поэтому, например, пока не получило широкого распространения топливо, состоящее из жидкого кислорода и бензина или керосина. Поэтому же двигатель дальней ракеты, описанной в главе 6, работает не на чистом спирте, а на спирте с добавкой 25 процентов воды. Эта добавка воды снижает температуру газов и облегчает охлаждение, хотя она ухудшает характеристики двигателя, уменьшая его тягу почти на 20 процентов — на 5 тонн.

Понятно, что применение новых, гораздо более калорийных топлив, необходимых для космических кораблей, требует существенного усовершенствования систем охлаждения жидкостных ракетных двигателей.

Одним из перспективных методов охлаждения является так называемое проникающее охлаждение, или «охлаждение выпотеванием», как его иногда называют. В этом случае стенки жидкостного ракетного двигателя изготавливаются пористыми, с бесчисленным множеством крохотных отверстий диаметром в тысячные доли миллиметра. Через эти отверстия внутрь двигателя проходит специальная охлаждающая жидкость. При таком методе охлаждения внутренняя поверхность стенок, соприкасающихся с раскаленными газами, покрывается сплошным тонким слоем охлаждающей жидкости, защищающим стенку от перегрева. Стенки как бы «потеют», откуда и произошло название этой системы охлаждения. Возможно, что наиболее горячие части двигателей космических кораблей будут иметь именно такое охлаждение.

Исследования систем охлаждения жидкостных ракетных двигателей ведутся в настоящее время весьма интенсивно. Можно надеять-

ся, что двигатели межпланетных кораблей будут вполне надежно работать в течение нескольких минут или, самое большее, нескольких десятков минут (больше заведомо не потребуется) и на более калорийных топливах будущего.

Так как обычные химические топлива содержат в себе недостаточно энергии для того, чтобы обеспечить скорость истечения газов, необходимую для совершения космических полетов, то естествен интерес, который проявляется учеными, работающими в области астронавтики, к другим возможным источникам энергии, помимо химической. И, конечно, на первом плане стоит проблема использования атомной энергии.

Как известно, атомная, или, точнее, ядерная, энергия в миллионы раз больше химической энергии.

Огромная величина атомной энергии открывает принципиальные возможности осуществления самых дальних полетов в мировое пространство. Достаточно сказать, что энергия, выделяющаяся при атомном распаде 20 килограммов урана или плутония, достаточна для отправки на Луну и обратно тела весом в 1000 тонн. Обычно авторы книг по астронавтике отмечают это обстоятельство и далее рисуют фантастические проекты таких сверхдальних перелетов. Однако дело обстоит здесь не так просто. Полного решения проблемы межпланетных полетов атомная энергия, хотя об этом и написано во многих книгах, все же не дает.

Атомная космическая ракета может быть создана; это теперь уже не предположение, а технически обоснованное утверждение. Но такой атомный корабль не будет так уж сильно отличаться по своим возможностям от обычных кораблей, использующих химические топлива, ибо одно дело — потенциальные возможности атомной энергии, а другое — реальные технические перспективы использования этих возможностей.

Чем же это объясняется?

Суть дела связана с вопросом о том, как можно создать в атомном двигателе реактивную тягу, необходимую для полета корабля. Ведь для этого, как известно, нужно отбрасывать назад с большой скоростью какое-нибудь вещество. В жидкостном ракетном двигателе таким веществом являются продукты сгорания топлива. А что будет этим веществом в атомном реактивном двигателе? Ведь в нем ничто не сгорает...

В атомном двигателе вместо сгорания топлива происходит распад атомов какого-нибудь ядерного горючего — например, металла урана. При таком распаде сложный и тяжелый атом урана распадается, или, как говорят, делится, на два более простых и легких атома других веществ. Оба этих новых атома, являющиеся продук-

тами деления атома урана, разлетаются в противоположные стороны со скоростью в десятки тысяч километров в секунду. Кинетическая энергия этих продуктов деления и представляет собой основную часть атомной энергии, выделяющейся при распаде атомов.

Как же использовать эту огромную энергию для создания реактивной тяги? Самое простое было бы заставить продукты атомного распада, происходящего в двигателе, вытекать из него наружу в одном направлении через какое-нибудь отверстие. Тогда эта струя вещества, вытекающего с колоссальной скоростью, в тысячи и десятки тысяч раз превышающей обычную скорость истечения газов из жидкостного ракетного двигателя, создала бы и соответственно большую тягу.

Однако такое решение, напрашивающееся в первую очередь, к сожалению, практически невозможно.

Это объясняется несколькими причинами, но одна из них является главной. Чтобы тяга такого атомного реактивного двигателя была достаточно большой, как это требуется, например, при взлете межпланетного корабля, из двигателя должно вытекать наружу каждую секунду большое количество, по крайней мере граммы и десятки граммов, продуктов атомного распада. Но это значит, что в двигателе должны каждую секунду распадаться граммы и десятки граммов урана, и, следовательно, двигатель должен развивать колоссальную мощность — в сотни миллионов и миллиарды лошадиных сил. Ведь при распаде грамма урана выделяется столько же энергии, как при сгорании примерно 1,7 тонны бензина, — то-есть каждый грамм урана, распадаясь за секунду, соответствует мощности примерно в 100 миллионов лошадиных сил.

В таком двигателе ежесекундно будет выделяться большое количество тепла. Температура стенок двигателя в результате бесчисленного множества ударов частиц, мчащихся с громадной скоростью, достигнет многих миллионов градусов, и двигатель мгновенно испарится.

Вот почему двигатель, построенный по этому принципу, называют часто псевдоракетой. Такая псевдоракета могла бы быть создана только в том случае, если бы ее тяга была очень малой; о таком случае будет подробнее сказано в главе 17.

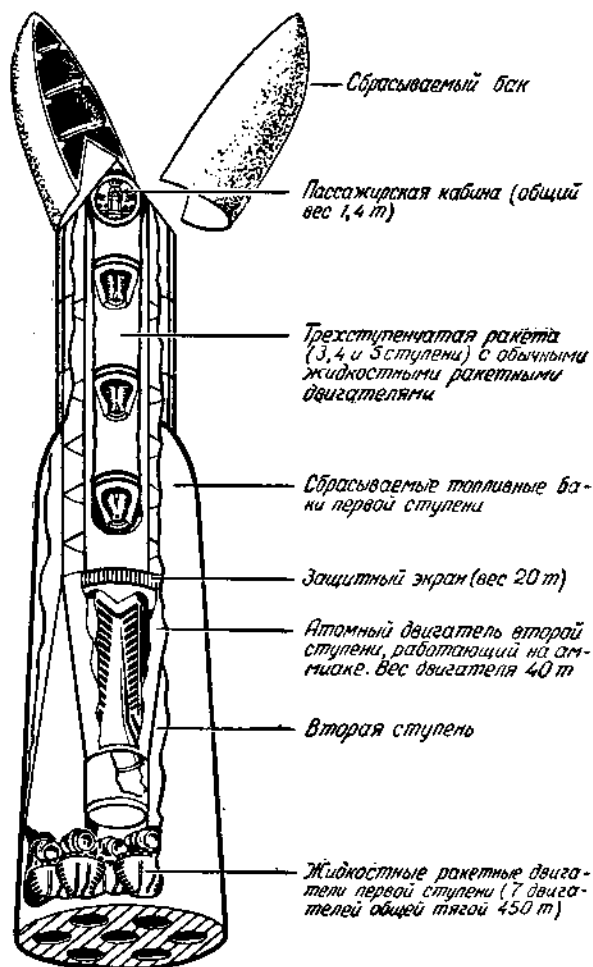
Выходит, следовательно, что раз веществом, которое должно отбрасываться атомным реактивным двигателем, не могут быть продукты атомного распада — то для этой цели на корабле надо иметь какое-нибудь специальное «рабочее» вещество. Вот уж действительно «бросовое» вещество! Но из-за него теряется главное преимущество атомного двигателя — практически неограниченная продолжительность работы. Для чего нужна эта работа, когда все рабочее вещество уже израсходовано? Двигатель приходится останавливать.

Значит, продолжительность работы атомного реактивного двигателя межпланетного корабля определяется возможным запасом рабочего вещества на корабле. Избавляясь при установке такого двигателя от запасов химического топлива, мы поневоле заменяем это топливо другим веществом. Получается, в общем, почти то же...

Атомный реактивный двигатель будет отличаться от обычного жидкостного ракетного только тем, что место камеры сгорания в нем займет атомный котел, или реактор, в котором осуществляется цепной процесс деления атомов урана или другого ядерного горючего. Тепло, выделяющееся в реакторе, будет передаваться какой-либо жидкости или газу — рабочему веществу, которое и будет вытекать раскаленной струей из двигателя через сопло наружу, создавая реактивную тягу. Скорость истечения газа может быть в этом случае больше, чем в обычном жидкостном ракетном двигателе.

В этом и будет практически заключаться все преимущество атомной ракеты.

Проблема создания атомного реактивного двигателя, принципиально вполне разрешимая и осуществимая средствами даже современной техники, связана с преодолением необычайных трудностей. Можно не сомневаться, что в будущем эта проблема будет решена. Это явится, конечно, важнейшей победой для астронавтики, хотя, как указывалось выше, той революции, на которую многие рассчитывают, в ней не совершит. В общем, можно считать, что скорость истечения газов из атомного



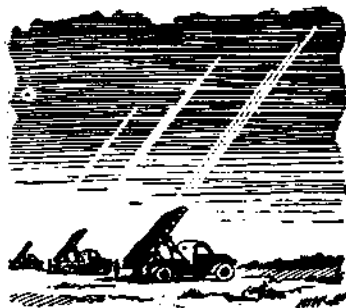
Проект межпланетного корабля (пятиступенчатой ракеты) с атомно-реактивным двигателем на второй ступени.

двигателя превысит максимально возможную для обычных, химических жидкостных ракетных двигателей не более чем вдвое. Возможности астронавтики при этом вырастут, конечно, в очень большой степени.

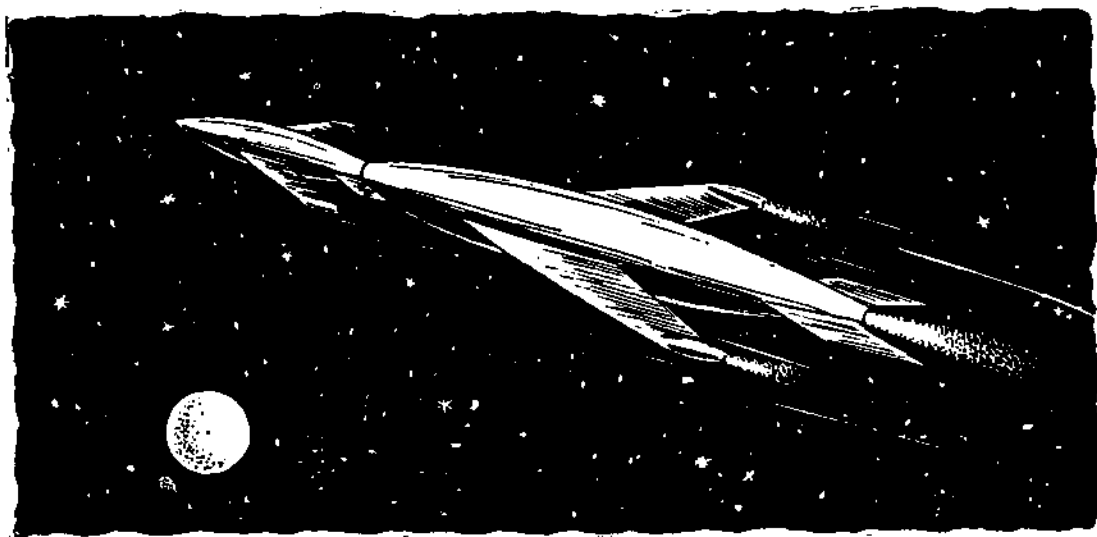
Одной из серьезных трудностей, связанных с созданием атомного межпланетного корабля, является необходимость защиты экипажа корабля и персонала, обслуживающего его взлет, от вредного действия излучения, которое, как известно, испускает работающий атомный реактор. Если не принять необходимых защитных мер, то подходить к работающему двигателю без вреда и даже смертельной опасности для своего организма можно будет не ближе, чем на расстояние в несколько... километров. Поэтому, по некоторым проектам, атомным двигателем снабжается только одна, именно вторая, ступень многоступенчатого межпланетного корабля. В этом случае атомный двигатель на земле не работает и взлет осуществляется с помощью обычных, жидкостных ракетных двигателей. На значительной высоте, куда эти двигатели заносят корабль, первая ступень отделяется, и включается атомный двигатель. Это значит, что защищать от вредного радиоактивного излучения в этом случае нужно только экипаж корабля, а наземный персонал в такой защите нуждаться не будет. Защитный экран может быть выполнен при этом относительно легким, так как этой защите способствует вся конструкция корабля, поглощая вредные лучи. После выработки всего рабочего вещества для атомного двигателя вторая ступень с этим двигателем также отделяется и опускается на землю на парашюте. Дальнейший полет осуществляется с помощью обычных двигателей остальных ступеней, имеющих относительно небольшую тягу. Подобный корабль для облета Луны должен весить, по некоторым расчетам, 1200 тонн.

Все, что мы знаем о реактивной технике, свидетельствует о наличии уже сейчас реальных возможностей для начала штурма мирового пространства.

Первым результатам этого штурма и планам дальнейших атак посвящена третья часть этой книги.







...расстояние от самых безумных фантазий до совершенно реальной действительности сокращается с поразительной быстротой.

М. Горький

Глава 9

ПАНЦЫРЬ АТМОСФЕРЫ

Мы обычно не задумываемся над тем, как многим мы обязаны в своей жизни окружающей нас атмосфере.

При отсутствии атмосферы жизнь на Земле была бы невозможна. Из атмосферы мы черпаем, когда дышим, кислород, необходимый для жизнедеятельности любого организма. К счастью, в атмосфере находится огромное количество кислорода, которое все время пополняется растениями. Превращенный в жидкость, кислород атмосферы покрыл бы Землю сплошным слоем толщиной 2,2 метра!

Окружающая нас атмосфера нужна нам не только как источник кислорода. Она обеспечивает и исключительно благоприятные условия для жизни на Земле. Мощный слой земной атмосферы защищает жизнь, бурлящую на ее поверхности, от непосредственного

сурового воздействия бескрайного мирового пространства, в котором ничтожной песчинкой плывет наша Земля.

В мировом пространстве царит жесточайший холод: температура тела, находящегося в мировом пространстве, если оно находится на большом удалении от звезд — например, на таком, как одна звезда от другой,— была бы близкой к абсолютному нулю, то-есть около минус 273° . Только тепловое излучение далеких звезд повысило бы температуру этого тела на несколько градусов по отношению к абсолютному нулю. Не будь атмосферы, температура земной поверхности, не обращенной к Солнцу, достигала бы минус 160° , а под палящими солнечными лучами превышала бы плюс 100° . Именно такие условия существуют, например, на Луне. Каково было бы нам жить на такой неуютной планете?

Атмосфера, укутывающая Землю как бы толстым пуховым одеялом, служит мощным теплоизоляционным экраном. Но атмосфера — это особый, «хитрый» экран, и ни одно пуховое одеяло с ним сравниться не может. Она пропускает солнечные лучи, мчащиеся к Земле, когда светит Солнце, но не позволяет Земле расстаться с полученным ей теплом, рассеять его в мировом пространстве, когда Солнце заходит. Благодаря атмосфере земная поверхность не подвергается такому резкому охлаждению, а суточные колебания температуры на ней оказываются сравнительно небольшими. Мы живем на Земле как бы внутри гигантского термоса хитроумной конструкции, пропускающего тепло в одну сторону и не пропускающего — в другую. И страшно подумать, что было бы без этого «термоса»!

В результате неравномерного нагревания атмосферы в ней возникают воздушные течения и ветры. Энергия ветра с древних времен служит человеку. Благодаря воздушным течениям происходит выравнивание температуры в атмосфере, переносятся с места на место облака и тучи, проливаясь благодатным дождем над колосющимися нивами, создавая круговорот воды, столь необходимый человеку. Атмосфера — это та среда, в которой зарождается земной климат со всеми его особенностями.

Но атмосфера — не только тепловой экран, и не одни только тепловые явления происходят в ней. Наряду с тепловыми лучами Солнце шлет на землю в изобилии и так называемые ультрафиолетовые лучи. Именно под действием этих лучей наша кожа приобретает тот замечательный бронзовый цвет, который мы называем загаром. Однако некоторая часть ультрафиолетовых лучей вместо пользы может причинить вред. И здесь снова невидимым защитником всего живого выступает атмосфера: она поглощает вредную часть ультрафиолетового излучения Солнца. Если бы поток этих лучей достигал

земной поверхности не ослабленным, то жизнь на ней, вероятно, была бы невозможной¹.

Не только от излучения Солнца защищает нас земная атмосфера, смягчая и ослабляя его, отфильтровывая и поглощая вредные лучи. Наука установила, что к нам на землю со всех сторон из мирового пространства мчатся особые лучи, получившие название космических.

Космические лучи в действительности представляют собой потоки частиц вещества, главным образом ядер атомов водорода, а также гелия и некоторых других химических элементов. Эти частицы мчатся с огромной скоростью. Их энергия в миллионы раз больше энергии, выделяющейся при распаде атомов урана. Если бы не было земной атмосферы, принимающей на себя эту страшную бомбардировку, то не исключено, что неослабленные космические лучи, врываясь в человеческий организм, могли бы причинить ему большой вред².

Однако эти невидимые стремительные снаряды не достигают земной поверхности — они гибнут в атмосфере, сталкиваясь с атомами составляющих ее газов и рассеивая в ней свою энергию. Лишь «внуки» и «правнуки» частиц, врывающихся в атмосферу, достигают дна воздушного океана — обломки ядер тех атомов, с которыми сталкиваются эти частицы в атмосфере. Энергия частиц, достигающих земной поверхности и пронизывающих не только нас с вами, но и самую Землю на глубину в десятки и сотни метров, огромна, но все же она неизмеримо меньше энергии исходных, первичных частиц. Интенсивность космических лучей у поверхности Земли такова, что они не представляют опасности для людей, и этим мы тоже обязаны земной атмосфере.

Земная атмосфера защищает нас не только от действия смертоносных лучей и бомбардировки невидимыми частицами — мировое пространство бомбардирует Землю и более существенными «снарядами»: небесными камнями, метеоритами. Многие миллионы таких снарядов врываюся каждую минуту в земную атмосферу со скоростью в десятки и сотни тысяч километров в час. Это во много раз больше, чем скорость снаряда, вылетающего из ствола артиллерийского орудия. Правда, размеры подавляющего большинства таких снарядов очень невелики — они подобны крохотным песчинкам, но при огромной скорости и песчинки становятся опасными. Если бы не атмосфера, в которой большинство небесных камней разрушается и сгорает, то один только такой каменный «дождь»

¹ О действии различных видов излучения на человеческий организм подробно говорится в главе 21.

² Вопрос о том, были ли бы в действительности опасны эти лучи для человека, нельзя считать ясным. По мнению ряда ученых, они не причинили бы большого вреда, так как общее число частиц в космическом излучении сравнительно невелико.

сделал бы жизнь на Земле невозможной или, по крайней мере, уж очень опасной.

Без атмосферы не существовало бы звука: мы не могли бы ни говорить, ни слышать. Каким бедным стал бы из-за этого человеческий мир!

А неоценимая служба, которую несет атмосфера, снабжая кислородом бесчисленное множество различных тепловых двигателей, предоставляя опору крыльям самолетов, несущим винтам вертолетов, воздушным шарам!

Наряду с теми услугами, которые оказывает нам атмосфера, делая нашу жизнь на Земле не только возможной, но и окружая ее всяческими удобствами, она является источником многих замечательных красот природы, тысячелетиями воспеваемых поэтами всех народов. Голубой цвет неба, яркая игра красок восхода и заката Солнца, вереницы облаков причудливых очертаний, мерцание звезд, нежность сумерек и неповторимый фейерверк северного сияния — всем этим мы обязаны земной атмосфере.

Всем хороша атмосфера, когда мы имеем в виду жизнь на Земле. Но когда мы собираемся покинуть Землю и совершить межпланетный полет, то она не помогает, а мешает. Куда бы мы ни направили полет межпланетного корабля, он должен пересечь земную атмосферу, пробить этот «панцырь», преодолеть трудности, связанные с очень быстрым полетом в воздухе. Еще бóльшие трудности ждут корабль при его возвращении на Землю.

Чтобы победить врага, надо его знать. Что же представляет собой наша земная атмосфера, как высоко простирается она над Землей, какие опасности подстерегают корабль на его пути в атмосфере, как их можно избежать — вот вопросы, которые, естественно, интересуют и конструктора и командира межпланетного корабля.

Земная атмосфера, воздушная оболочка Земли, простирается над ней на огромную высоту. Однако нельзя сказать, где точно кончается атмосфера и начинается мировое пространство: на высоте 100, 1000 или 10 тысяч километров. Атмосфера постепенно, незаметно переходит в мировое пространство, и никакой резкой грани между ними провести нельзя.

С увеличением высоты над Землей плотность атмосферы уменьшается, число молекул воздуха в единице объема становится все меньшим. Основная масса атмосферы находится у самой земной поверхности, на малых высотах. Если мы вырежем из атмосферы вертикальный, бесконечно длинный столбик поперечным сечением в 1 квадратный сантиметр, то вес воздуха в этом столбике будет равен примерно 1 килограмму. Стоит нам отрезать от этого столбика его нижний конец длиной всего в 1 километр, как вес воздуха в стол-

бике уменьшится сразу на 100 граммов, то-есть на 10 процентов. Вес воздуха в нижнем конце такого столбика длиной 5,5 километра составит 0,5 килограмма, то-есть половину общего веса воздуха в столбике. Нижний конец столбика длиной 18 километров будет заключать в себе $\frac{1}{16}$ всего воздуха в столбике. Если мы поднимаемся вдоль такого столбика на высоту примерно 150 километров, то вес воздуха над нами будет равен всего только одной стомиллионной части общего веса воздуха в столбике, то-есть примерно одной сотой миллиграмма. Весь остальной воздух будет находиться под нами.

Поэтому можно было бы считать, что уже на таких высотах атмосферы практически нет, однако и на этой высоте в кубическом сантиметре находится все еще примерно 100 миллиардов молекул воздуха. Даже на высотах в тысячи километров еще имеются следы атмосферы, в миллиарды миллиардов раз более разреженной, чем у земной поверхности, — в кубическом сантиметре там находится всего несколько сотен или даже десятков молекул. И даже то, что мы называем обычно безвоздушным мировым пространством, в действительности не вовсе лишено вещества — в нем плавают отдельные молекулы и атомы. Выходит, что по плотности атмосферы нельзя установить ее границу — она может быть только условной.

Не многим поможет нам в определении границ атмосферы использование и других ее свойств.

Если, например, иметь в виду «комфортные» свойства атмосферы, то-есть те ее свойства, которые создают благоприятные условия для жизни людей, то граница атмосферы будет лежать очень недалеко от земной поверхности. Уже на небольших сравнительно высотах человек не может находиться вне герметической кабины или специального костюма, даже при использовании кислородной маски, так как внешнее давление оказывается для этого недостаточным. На высоте 15 километров, как показывает опыт, даже тренированный человек теряет сознание через 10—15 секунд, причем это время не меняется при дальнейшем увеличении высоты. Только исключительная физическая выносливость Коккинаки позволила ему достичь 14,5 километра в рекордном полете 21 ноября 1935 года. Выходит, что, с точки зрения этих свойств атмосферы, она простирается не выше, чем на 10—15 километров.

Фильтрующее действие атмосферы проявляется на несколько больших высотах. Космические лучи оказываются почти неослабленными уже на высоте 20—25 километров; ультрафиолетовые лучи Солнца — на высоте свыше 30—35 километров. Серьезных неприятностей от встреч с метеоритами можно ожидать на высоте 100—110 километров — именно на этой высоте обычно вспыхивают «падающие звезды».

Таким образом, с точки зрения перечисленных выше свойств атмосферы мировое пространство начинается уже на высоте 15—20 километров и становится «абсолютным» на высоте свыше 100 километров. Однако некоторые явления в атмосфере происходят на гораздо больших высотах — в частности, северные сияния полыхают иногда на высоте до 1000—1100 километров.

Сопротивление, которое оказывает атмосфера какому-нибудь телу, передвигающемуся в ней с определенной скоростью, зависит от плотности воздуха. Поэтому на тех высотах, где плотность становится ничтожно малой, и это сопротивление оказывается исключительно малым. Можно полагать, что это относится уже к высотам порядка 100 километров, однако некоторые ученые считают, что при полетах с огромной, космической скоростью сопротивление воздуха должно не только приниматься в расчет, но что оно может играть относительно большую роль даже на высотах во многие сотни километров.

Обычно считают, что с высоты 800—1000 километров начинается уже так называемая зона рассеяния. Из этой зоны часть молекул воздуха улетучивается в мировое пространство, чтобы рассеяться в нем. Воздух в этой зоне так разрежен, что молекула пролетает многие сотни километров до очередного столкновения с какой-нибудь другой молекулой. Эти столкновения там почти отсутствуют, тогда как у земной поверхности столкновения молекул происходят сотни тысяч раз на пути в 1 сантиметр.

Строение земной атмосферы неоднородно, и межпланетная ракета, пересекающая атмосферу, будет переходить из одной ее зоны в другую, как альпинист, пересекающий различные климатические зоны при высокогорном восхождении.

Ближайший к земной поверхности слой атмосферы, так называемая тропосфера, имеет высоту 7—18 километров, в зависимости от времени года и географической широты (меньше — на полюсе, больше — на экваторе). Тропосфера — это кузница погоды; в ней, в основном, происходят процессы, определяющие погоду: зарождаются дожди, ветры, туманы. Температура воздуха в тропосфере, по мере увеличения высоты, непрерывно падает, достигая минус 50—60° на верхней границе тропосферы. Это объясняется тем, что тропосфера нагревается теплом, которое излучает земная поверхность. В тропосфере находится около 80 процентов всей атмосферы.

Выше тропосферы начинается стратосфера, хотя часто различают еще небольшой промежуточный слой — тропопаузу. Было время, когда считали, что температура воздуха в стратосфере с высотой не меняется, оставаясь равной примерно минус 60°, а затем постепенно снижается, так что у границ атмосферы уже царит холод

мирового пространства. В действительности же оказалось, что мороз в 60° сохраняется лишь до высоты 30—40 километров, а затем температура воздуха начинает вдруг повышаться, достигая на высоте 50—60 километров плюс 60° ¹. Вслед за этим температура опять резко падает: на высоте 80 километров уже снова мороз, да такой крепкий, что и на полюсе холода, в якутском селении Оймяконе, подобного не бывает, — минус 80° и более². Но это уже последнее снижение. Здесь температура воздуха снова начинает расти: уже на высоте 200 километров она достигает плюс 200—300°, а на высоте 1000—1100 километров становится равной 4000° . По мнению некоторых ученых, на еще больших высотах температура достигает десятков тысяч градусов.

Это оказывается не только неожиданным, но, на первый взгляд, и очень грозным обстоятельством для будущих межпланетных путешественников. Неужели межпланетному кораблю придется многие сотни километров лететь в условиях, существующих в топках котлов или в мартеновских печах, если не худших? К счастью, на самом деле все обстоит совсем иначе, и никаких «зон огня» межпланетному кораблю преодолевать не придется — понятие температуры на очень больших высотах становится иным, чем у Земли.

На этих высотах воздух так разрежен, что о поверхность ракеты каждое мгновение будет ударяться только сравнительно небольшое число молекул, а ведь именно эти удары и повышают температуру оболочки ракеты. В то же время оболочка ракеты будет терять много тепла из-за его излучения в окружающее пространство. Вследствие этого на таких больших высотах никакой «жары», конечно, нет, и температура поверхности ракеты будет там даже ниже, чем на меньших высотах, если только эта поверхность не накаляется лучами солнца. В этом случае ее температура может превышать 100° .

Наши знания о верхних слоях атмосферы все время обогащаются. Немалую роль в этом играют изобретенные советским астрономом П. А. Молчановым воздушные шары — радиозонды, первый полет которых был осуществлен в 1930 году. Все большую роль начинают играть предложенные для этой цели еще Циолковским высотные метеорологические ракеты.

Было время, когда думали, что в стратосфере вовсе нет ветров и царит мертвый штиль. Оказалось, что это не так. В стратосфере

¹ По некоторым экспериментальным данным, полученным с помощью ракет, температура воздуха на этих высотах повышается только до 0° .

² Именно на этой высоте обнаруживаются так называемые светящиеся облака, которые, по теории советских ученых, созданной в 1951 году, состоят из мелких кристалликов льда, образующихся на этих высотах.

дуют ветры со скоростью 300—400, а на больших высотах — даже до 1500 километров в час. Эти ветры, неспособные пошевелить даже волосы на голове — так там разрежен воздух, — отличаются исключительным постоянством: они почти всегда дуют на восток. Раньше считали также, что стратосфера не оказывает никакого влияния на земную погоду, — это тоже оказалось ошибочным.

Стратосфера простирается до высоты примерно 80 километров и содержит в себе почти все оставшееся количество воздуха, то-есть 20 процентов. Вся атмосфера, лежащая выше стратосферы на многие сотни километров в высоту, включает в себе менее 0,5 процента общего количества воздуха в атмосфере.

Совершенно особую, исключительно важную роль в нашей жизни играет первая половина стратосферы, благодаря тому, что она содержит в большом количестве озон¹. Молекулы озона, состоящие из трех атомов кислорода, поглощают коротковолновое (так называемое жесткое) ультрафиолетовое излучение Солнца. Этот слой озона является фильтром, защищающим нас от опасных, неослабленных солнечных лучей.

На больших высотах, начиная примерно с 80 километров, атмосфера состоит в основном не из обычных молекул воздуха, а из ионов, то-есть молекул и атомов, имеющих электрический заряд. Это наэлектризованный воздух. Поэтому верхние слои атмосферы называют обычно ионосферой. Ионы появляются на этих высотах главным образом под действием ультрафиолетовых лучей Солнца, отрывающих от обычных молекул воздуха электроны. Этим действием ультрафиолетового излучения объясняется и повышение температуры воздуха с высотой, а также то, что на очень больших высотах молекул кислорода и азота уже нет: они распадаются на атомы. По существу, земная атмосфера — это огромный электрохимический завод: в его цехах, то-есть в разных слоях атмосферы, происходят сложные процессы образования различных веществ с использованием энергии Солнца.

Слои ионосферы, расположенные на различных высотах, обладают неодинаковыми свойствами, в частности электромагнитными, и поэтому, например, по-разному влияют на распространение радиоволн. Роль ионосферы в этом отношении, кстати сказать, исключительно велика. Если бы этого электрически заряженного слоя атмосферы не существовало, то дальнейшее радиовещание было бы невозможным.

¹ Спасительный слой озона, простирающийся от поверхности Земли до 60 километров вверх, на уровне моря имел бы толщину всего около 2—3 миллиметров. 60 процентов всего озона находится на высотах от 16 до 32 километров, а его максимальная концентрация соответствует высоте около 25 километров.

Если оно возможно, то только потому, что так называемый *D*-слой ионосферы, находящийся на высоте 60—80 километров, отражает длинные радиоволны; *E*-слой, расположенный на высоте 100—120 километров,— средние; *F*-слой, лежащий на высоте 200—300 километров,— короткие. Эти слои ионосферы различаются своим составом и степенью ионизации. Поэтому они по-разному и влияют на распространение радиоволн. Волны ультракоротковолнового диапазона, длиной примерно от 1 сантиметра до 15—20 метров, в значительной степени проходят через ионосферу. Это позволит в будущем установить радиосвязь между Землей и кораблями, летящими в мировом пространстве, но зато препятствует дальнему радиовещанию на этих волнах и, в частности, передачам телевидения на большие расстояния.

Наличие земной атмосферы усложняет проблему межпланетного полета. Это связано главным образом с сопротивлением, которое оказывает воздух передвигающемуся в нем телу. Из-за этого сопротивления для совершения межпланетного полета понадобится затратить большую энергию, чем это необходимо для сообщения межпланетному кораблю скорости отрыва. Это равносильно необходимости сообщить кораблю какую-то дополнительную скорость, которая будет зависеть от скорости полета корабля в атмосфере — она тем меньше, чем меньше эта скорость, — а также от формы корабля и траектории полета. Для оценки величины этой дополнительной скорости можно принять, что она не будет превышать 1 километра в секунду, то-есть около 10 процентов от скорости отрыва.

Серьезные неприятности будет причинять атмосфера межпланетному кораблю и в связи с его нагревом при полете в воздухе с большой скоростью. Ни конструктор, ни командир межпланетного корабля не имеют права ни на минуту забывать об этой опасности, которая может стать роковой.

Мешает атмосфера межпланетному кораблю, но вместе с тем она может сослужить и хорошую службу — нужно лишь умело использовать ее свойства.

Так, например, при посадке на Землю торможение в атмосфере будет гасить скорость межпланетного корабля без затраты на это топлива, а при взлете может оказаться выгодным использование воздушно-реактивных двигателей, расходующих гораздо меньше топлива, чем ракетные.

Во всяком случае, мы знаем о земной атмосфере уже достаточно много, для того чтобы не только спокойно и уверенно направить межпланетный корабль через атмосферу к далекой цели, но и чтобы наилучшим образом использовать свойства атмосферы для межпланетных сообщений.

В ПРЕДДВЕРЬЕ МИРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Мечтая о завоевании людьми мирового пространства и разрабатывая планы этого завоевания, Циолковский намечал постепенные этапы решения этой небывалой задачи. Циолковский понимал, что только шаг за шагом — по мере совершенствования реактивной техники, увеличения наших знаний о мировом пространстве, расширения научной и экспериментальной базы астронавтики — может вестись штурм мирового пространства. Сначала все более высотные полеты в атмосфере, затем прыжки за атмосферу, в преддверье мирового пространства; все более глубокая разведка этого пространства, полеты вокруг Луны, посадка на Луну; потом полеты вокруг планет, посадка на них, постепенное освоение мирового пространства — вот очевидные вехи на пути к осуществлению этой заветной мечты человечества.

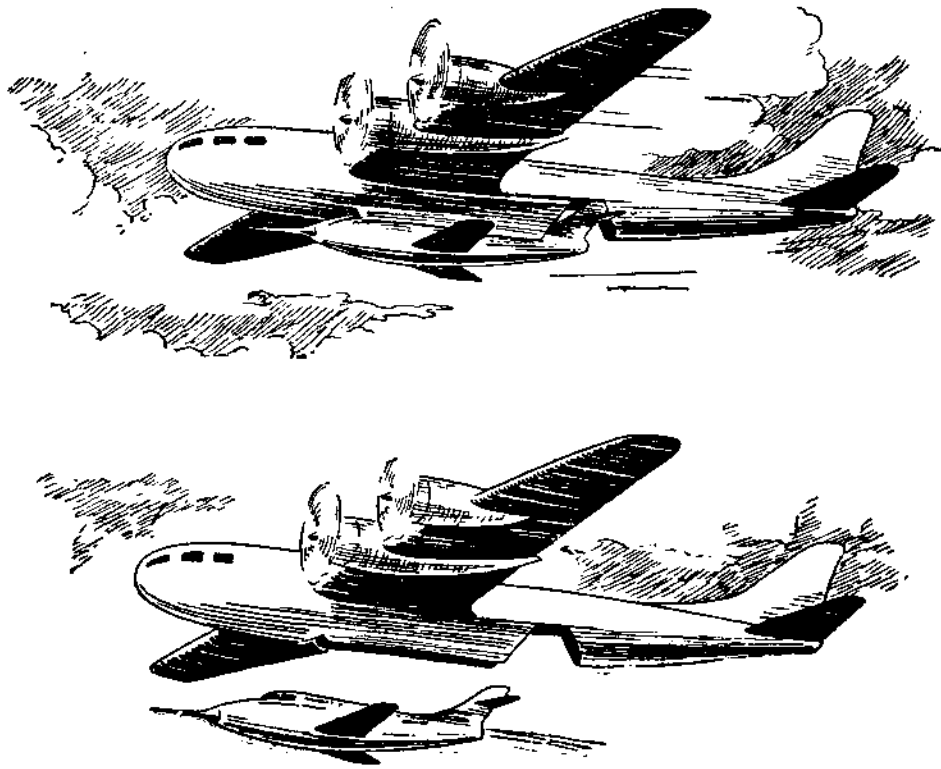
Прошло полвека с того времени, как Циолковский начал набрасывать схему сражения за мировое пространство. Эти десятилетия не пропали даром. Сам Циолковский был свидетелем только первых, робких шагов по намеченному им пути: первых теоретических работ по астронавтике, первых попыток изобретателей-энтузиастов создать жидкостные ракетные двигатели, первых запусков таких ракет. После смерти Циолковского, и в особенности за последнее десятилетие, началось бурное развитие реактивной техники, являющейся технической основой астронавтики. Это позволило достичь серьезных успехов в борьбе за скорость полета, позволило начать тот штурм мирового пространства, о котором мечтал Циолковский.

Каких же успехов в этом штурме уже удалось добиться с помощью реактивной техники?

Современные реактивные самолеты свободно летают в стратосфере. Официальный мировой рекорд высоты полета на самолете, равный 20 094 метрам, был поставлен в 1955 году на реактивном самолете с двумя турбореактивными двигателями. Турбореактивный двигатель был установлен и на самолете, достигшем в том же 1955 году рекордной скорости полета, равной 1323 километрам в час (на высоте 12 300 метров).

Значит ли это, что с тех пор авиация не добилась новых успехов? Вовсе нет. Есть все основания считать, что эти рекорды перекрыты новейшими реактивными самолетами. Мы, вероятно, не сильно ошибемся, если скажем, что новейшие реактивные самолеты, с новыми, мощными и совершенными турбореактивными двигателями, летают сейчас со скоростью, превосходящей скорость звука.

Еще большие высоты и скорости полета достигнуты с помощью



Ракетный самолет подвешен под самолетом-«маткой». На большой высоте он отцепляется и начинает самостоятельный полет.

экспериментальных ракетных самолетов с жидкостными ракетными двигателями. Так как запаса топлива на таких самолетах хватает только на несколько минут полета (жидкостные ракетные двигатели расходуют очень много топлива), то часто эти самолеты поднимают на большую высоту с помощью тяжелых самолетов-«маток». Легкий и небольшой ракетный самолет обычно подвешивается под такой «маткой» и освобождается от нее, переходя на самостоятельный полет, лишь на большой высоте. Благодаря этому экономится топливо, которое в ином случае пришлось бы израсходовать на взлет и набор высоты.

В подобных полетах удавалось достигать таких высот и скоростей полета, которые, вероятно, являются рекордными для полета человека. Так, по некоторым данным, была достигнута скорость полета порядка 2500 километров в час и высота примерно 27 километров. Летчик в этих случаях находился в условиях, очень напоминающих

полет в мировом пространстве. Конечно, кабины этих самолетов, да и других высотных самолетов, в том числе и пассажирских, сделаны герметичными. Это значит, что они полностью изолированы от окружающей атмосферы, в них поддерживается давление, соответствующее давлению атмосферы на уровне моря, обеспечивается снабжение экипажа кислородом и удаление продуктов дыхания, то-есть так называемое кондиционирование воздуха. Значит, и в этом отношении летчики таких самолетов находились в условиях, очень похожих на условия полета в межпланетном корабле.

Однако достижения реактивной авиации вовсе не исчерпывают успехов, достигнутых современной техникой в штурме мирового пространства. Реактивная техника позволила осуществить полет, правда пока еще без человека, на таких скоростях и высотах, которые оставляют далеко позади рекорды ракетных самолетов. Этот полет осуществлен с помощью тяжелых, управляемых в полете ракет, снабженных жидкостным ракетным двигателем. Некоторые такие ракеты залетали на высоты в сотни километров, то-есть, по существу, совершили прыжки за атмосферу, побывали в преддверье мирового пространства. Мечта Циолковского начинает сбываться!

Уже ракеты, применявшиеся во время минувшей войны в качестве сверхдальнобойных снарядов, достигали высот до 100 километров и скорости полета до 5500 километров в час. После окончания войны подобные же ракеты стали применяться для высотных полетов с различными исследовательскими целями, чаще всего метеорологическими, то-есть интересующими науку об атмосфере и службу погоды. Использование ракет для этой цели было также предложено еще Циолковским.

Неудивительно, что в таких полетах ракеты залетали на еще большие высоты. Ведь в этих случаях ракета летит только вверх, да и взрывчатку не приходится с собой возить. Кроме того, время шло — и ракеты, как и их двигатели, становились более совершенными. Эти стратосферные, или, как их иногда называют, метеорологические, ракеты достигали высот 150, 200 и даже 250 километров, то-есть забирались далеко в ионосферу.

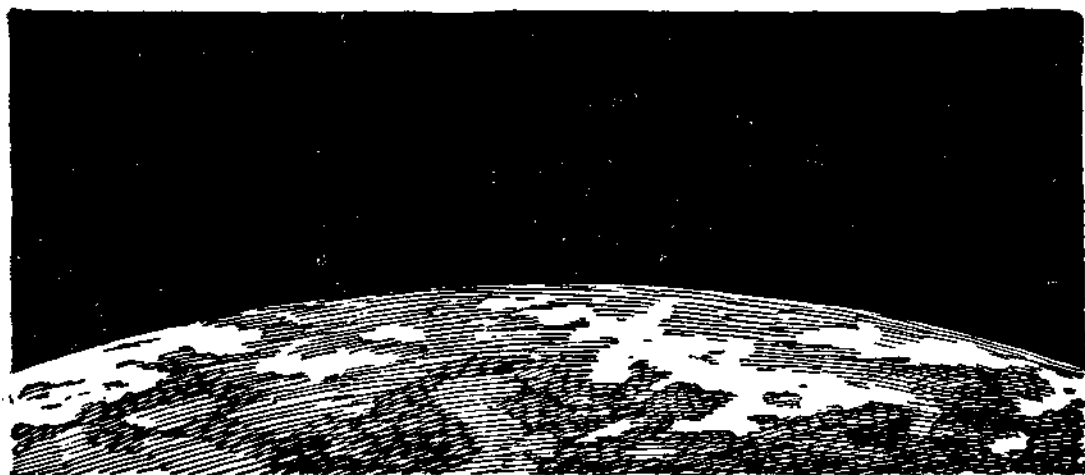
С помощью приборов, установленных на таких ракетах и производящих свои измерения во время полета, удалось получить много новых научных сведений самого различного характера, в том числе и данные исключительной ценности. На самом деле, ведь это пока единственный способ, с помощью которого ученый может поднять свои приборы на такую огромную высоту, вынести их, по существу, за пределы атмосферы, в непосредственное соседство с мировым пространством.

Представляют интерес фотоснимки Земли, сделанные с большой

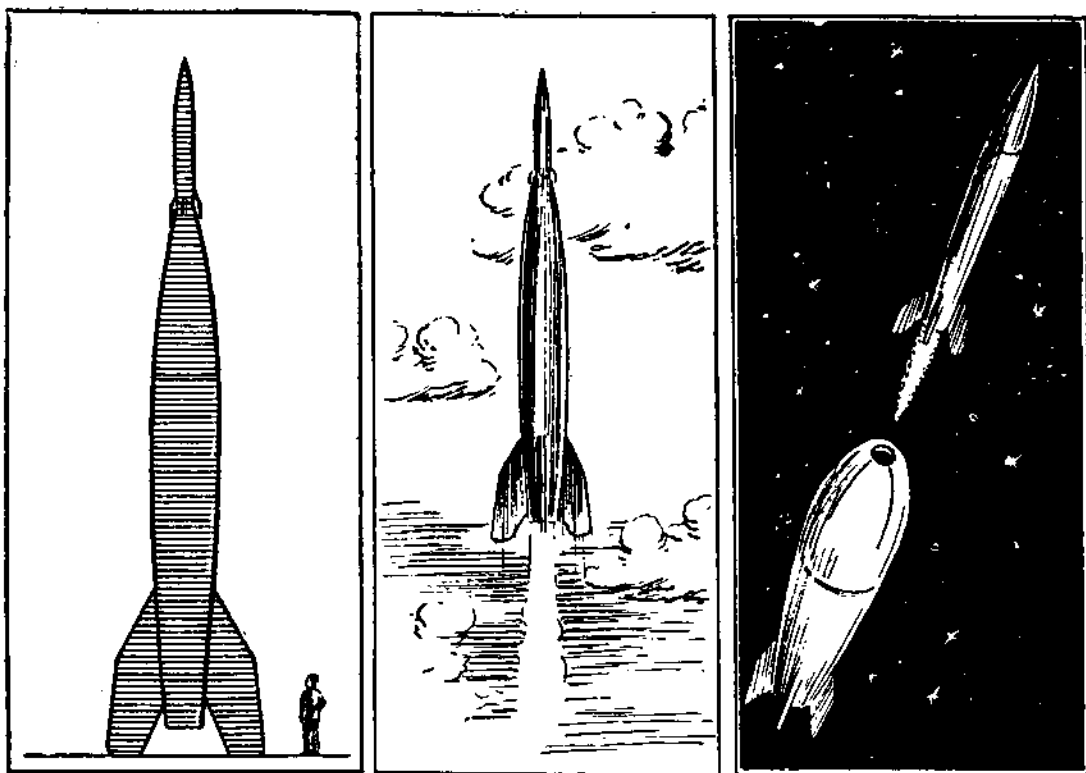
высоты с помощью фотоаппаратов, установленных на высотных ракетах. Имеются снимки, сделанные с высот до 200 километров. Конечно, на этих снимках Земля наша не похожа на ту Землю, которую мы видим не только из окна железнодорожного вагона, но даже из окна высоко летящего самолета. Никаких деталей земной поверхности на этих снимках разглядеть невозможно, но зато на них много другого, очень интересного. Достаточно сказать, что на этих снимках удается зафиксировать территорию протяженностью до 5000 километров, что открывает совершенно новые возможности в отношении картографирования, изучения движения облаков и проч. Кстати сказать, на таких снимках уже совершенно отчетливо заметна шарообразная форма Земли.

Рекордные достижения современной реактивной техники в отношении высоты и скорости полета удалось получить путем использования идеи Циолковского о составных ракетах, или «ракетных поездах».

Для таких рекордных полетов была использована двухступенчатая ракета. Первая, задняя, ступень представляла собой примерно такую же тяжелую ракету, которая была описана выше, в главе 6. Передняя ракета (меньшая) была установлена на задней вместо ее боевой головки и весила примерно полтонны. Когда двигатель задней ракеты останавливался из-за выработки всего топлива, запасенного на этой ракете, то она отделялась от передней. В то же мгновение автоматически запускался двигатель передней, меньшей, ракеты, и она продолжала свой вертикальный взлет. Понятно, что эта передняя ракета залетала выше и приобретала большую скорость,



С высоты 200 километров отчетливо видна кривизна земной поверхности.



Двухступенчатая ракета. Справа показан момент отделения верхней ракеты.

чем одна большая задняя ракета. В одном из таких полетов была достигнута, как сообщается, высота около 400 километров¹ и скорость полета около 8300 километров в час, то-есть примерно 2,3 километра в секунду.

Это и представляет собой уже завоеванный рубеж в штурме мирового пространства². Теперь дело за тем, чтобы из преддверья мирового пространства забираться все дальше вглубь него, дальше от Земли, ближе к далеким целям космических полетов.

Достигнутые успехи в развитии тяжелых высотных ракет открывают совершенно новые возможности в области сверхскоростных дальних перелетов на Земле. Для этого нужно еще значительно уве-

¹ Интересно, что на этой высоте уже сильно сказывается уменьшение силы притяжения к Земле — вес здесь меньше земного примерно на 10 процентов. Хотя 400 километров — это только 0,1 процента пути до Луны, ракета достигшая этой высоты, совершает уже примерно 6 процентов всей работы, необходимой для полета на Луну. — так сказывается уменьшение силы тяжести с высотой.

² По некоторым данным, уже достигнута скорость полета около 9000 километров в час, то-есть 2,5 километра в секунду, и высота около 500 километров.

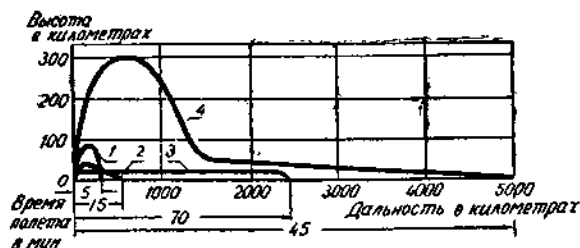
личить начальную скорость ракеты. Взлетев с этой скоростью, ракета в состоянии вырваться за пределы плотной атмосферы и, летя там с большой скоростью, перелететь на огромные расстояния. Если начальная скорость ракеты (в момент выключения двигателя) равна, например, 5 километрам в секунду, то ракета может пролететь примерно 3000 километров за 14—15 минут, забравшись при этом на высоту 800 километров. Еще больший эффект можно получить, если снабдить эти ракеты крыльями.

Идея крылатой ракеты также родилась в нашей стране. Эта идея принадлежит Цандеру. Он предложил снабжать ракету крыльями, подъемная сила которых могла бы быть использована как при взлете, так и при посадке космического корабля.

Уже простое добавление крыльев к ракете, описанной в главе 6, может существенно увеличить дальность ее полета. Эта ракета залетала на расстояние около 300 километров, причем ее полет длился примерно 5 минут. Такая же, но крылатая ракета совершала бы втрое более продолжительный полет, до 15 минут, и залетала бы почти вдвое дальше, на расстояние 550—560 километров. Вот какую роль играет подъемная сила крыла!

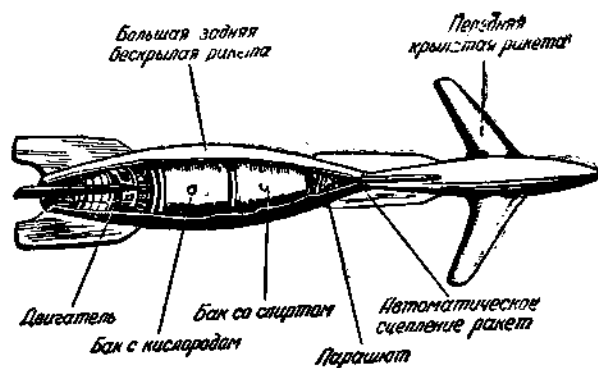
Если же сочетать идею Цандера о крылатой ракете с предложенной Циолковским идеей ракетного поезда, то это может дать замечательные результаты. Представим себе такой простейший ракетный поезд, состоящий из двух ракет: задней — обычной, бескрылой, и передней — крылатой. Если передняя ступень — это все та же, уже известная нам дальняя ракета, но только с крыльями, то задняя, бескрылая, ракета должна быть гораздо больше по размерам и ее двигатель должен обладать, естественно, большей тягой. По одному из подобных проектов тяга задней ракеты должна составлять примерно 180 тонн, общий вес поезда при взлете — почти 100 тонн (из них около $\frac{2}{3}$ — топливо), длина поезда — более 30 метров.

В зависимости от назначения будет изменяться и характер полета такого поезда. Сначала задняя ракета уносит весь поезд на высоту примерно 25 километров, на которой двигатель этой ракеты останавливается из-за выработки всего топлива, и она автоматически отделяется, опускаясь с помощью парашюта на землю. Теперь вторая ракета



Траектория полета различных дальних ракет: 1 — исходная дальняя ракета, описанная в главе 6; 2 — та же ракета, но снабженная крыльями; 3, 4 — составная ракета.

может лететь на этой постоянной высоте в горизонтальном полете со скоростью 2600 километров в час, пока двигатель и этой ракеты не выработает всего топлива. В этом случае общая продолжительность полета составит примерно 70 минут, и за это время ракета покроет расстояние около 2500 километров. Значит, за час с небольшим — из Москвы в Караганду!



Составная ракета (проект).

Но можно и значительно увеличить дальность этого полета и вместе с тем сократить его продолжительность. Гораздо дальше, но... гораздо быстрее! Звучит парадоксально, но это строгий научный расчет, основанный на использовании замечательных свойств несущего крыла и особенностей земной атмосферы. Если после отделения задней ракеты передняя продолжает вертикальный взлет, то она в состоянии достичь высоты около 300 километров, а затем совершить пологий планирующий полет с использованием подъемной силы крыла. Общая дальность такого полета составит около 5000 километров, при продолжительности всего в 45 минут. За $\frac{3}{4}$ часа из Москвы до Якутска! Скорость полета при этом будет большей, чем когда-либо достигнутая человеком, — до 12 тысяч километров в час ($3\frac{1}{3}$ километра в секунду).

Исследования советских ученых показали, что сочетание огромной скорости полета с подъемной силой крыла позволяет осуществить и гораздо более эффективный полет. Уже современный уровень развития реактивной техники дает принципиальные возможности создания сверхдальнего ракетного самолета, способного совершить беспосадочный кругосветный перелет, то-есть осуществить заветную мечту великого летчика нашего времени — Валерия Павловича Чкалова — о полете «вокруг шарика». Правда, Чкалов мог мечтать об этом полете лишь как об очень продолжительном, ибо он жил еще до эры реактивной авиации с ее небывалыми скоростями, так не похожими на скорости обычных самолетов. Реактивная техника позволяет осуществить такой полет совсем иначе — за ничтожно короткое время и с помощью самолета, имеющего лишь самое отдаленное сходство с самолетами времен Чкалова.

Создание сверхдальнего ракетного самолета возможно только

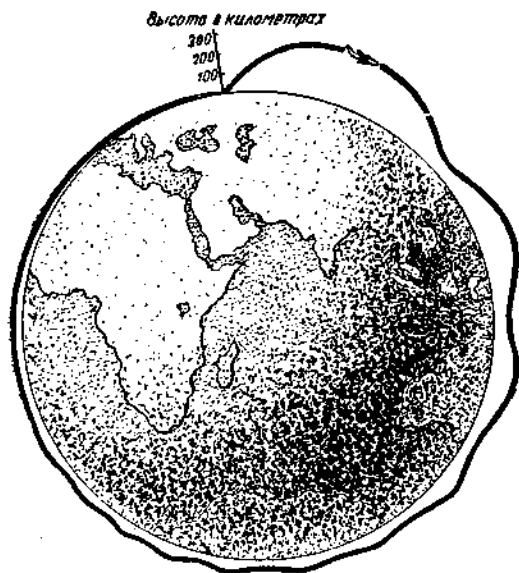


Схема кругосветного беспосадочного полета самолета с жидкостным ракетным двигателем.

благодаря тому, что жидкостный ракетный двигатель в состоянии обеспечить огромную высоту и скорость полета. Ведь такой двигатель работает считанные минуты, в течение которых он израсходует все топливо, запасенное на самолете. Конечно, за эти несколько минут полета с работающим двигателем самолет не в состоянии совершить дальний полет. Но мощный жидкостный ракетный двигатель заносит за несколько минут своей работы самолет на колоссальную высоту и сообщает ему огромную скорость. Планирующий полет самолета с остановленным двигателем, совершенный с этой высоты, может быть очень продолжительным и дальним.

Кругосветный полет самолета с жидкостным ракетным двигателем можно представить себе следующим образом. Мощный двигатель такого самолета за несколько минут своей работы забрасывает самолет на высоту 300—400 километров и сообщает ему скорость не менее 4 километров в секунду, то-есть примерно 14 тысяч километров в час. Для этого, правда, двигатель должен работать на новых, более совершенных топливах, обеспечивающих большую скорость истечения газов, чем в настоящее время.

Двигатель работает только в течение этих первых минут полета, затем он останавливается и во всем остальном полете не расходует ни капли топлива. Самолет летит вперед, расходуя накопленную при разгоне кинетическую энергию. В этом отношении такой полет очень напоминает полет в мировом пространстве.

С огромной высоты, на которой оказывается самолет, он начинает свой пологий планирующий полет вокруг Земли. На первый взгляд кажется, что ни о каком планировании на таких больших высотах не может быть и речи. Ведь при планировании вес самолета должен быть лишь немногим больше подъемной силы его крыла, а на высотах в сотни километров подъемная сила крыла практически отсутствует просто потому, что там и сам воздух почти отсутствует. Значит, самолет будет не постепенно снижаться, а камнем падать с той высоты, на которую его забросит двигатель.

Это верно — самолет будет падать камнем. И он, конечно, очень скоро упал бы, если бы был неподвижен. Но, падая камнем на Землю, самолет вместе с тем с огромной скоростью мчится вокруг Земли. Это не изменило бы дела, если бы Земля была плоской. Но она — шар, и это приводит к тому, что, непрерывно падая на Землю, самолет, летящий вокруг нее с огромной скоростью, успевает пролететь большое расстояние — 6000—7000 километров. Но мало этого: когда самолет, снижаясь таким образом, врывается с огромной скоростью в нижние, более плотные, слои атмосферы, то вступает в действие подъемная сила его крыльев. Он как бы отражается от этих плотных слоев атмосферы, рикошетирует, как плоский камень от поверхности воды, и снова взмывает вверх. Прежней высоты он, естественно, не достигает, так как скорость его уже уменьшилась, но все же он снова может забраться на высоту 200 и более километров.

Совершая такие, как бы постепенно затухающие, волнообразные движения с заключительным пологим планированием в плотных слоях атмосферы, самолет способен, как показывают расчеты, совершить посадку на том же аэродроме, откуда он взлетел. Весь такой кругосветный полет займет не более нескольких часов, причем самолету не придется даже разворачиваться, чтобы сесть против ветра, как это обычно делается, — он будет садиться в том же направлении, что и взлетел.

От совершения кругосветного полета уже совсем недалеко до создания искусственного спутника Земли, но об этом — в следующей главе.

Глава 11

ОСТРОВА У БЕРЕГОВ ЗЕМЛИ

Итак, самолет, обладающий скоростью 4 километра в секунду, способен облететь вокруг Земли с посадкой на том же аэродроме. Очевидно, что при большей скорости самолет сможет залететь еще дальше — перелететь свой аэродром. Так можно, вероятно, облететь вокруг Земли дважды, трижды...

А нельзя ли заставить самолет обращаться вокруг Земли бесконечно долго? Ведь обращаются же так Луна вокруг Земли и Земля вокруг Солнца?

Конечно, можно, но для этого должны быть выполнены определенные условия.

Прежде всего такой самолет должен летать вокруг Земли на очень большой высоте, чтобы сопротивление воздуха практически не сказывалось, не уменьшало скорости полета. Иначе двигатель самолета должен будет непрерывно работать, чтобы восстанавливать эту скорость. А это, конечно, невозможно: двигатель самолета

в таком полете работать не должен, за исключением начального периода разгона, так как в противном случае полет этот очень быстро закончится из-за выработки всего топлива, запасенного на самолете. Если бы Луна совершала свой полет вокруг Земли в атмосфере, то мы бы не только давно лишились очарования лунных ночей, но и сама Земля, вероятно, уже давно перестала бы существовать в результате катастрофы при неизбежном падении Луны на Землю.

Конечно, идеальным был бы полет в мировом пространстве, на расстоянии в тысячи и десятки тысяч километров от Земли. Однако необходимости в таком углублении в мировое пространство нет. Даже и на гораздо меньших высотах полет становится уже вполне возможным. Траектория полета в верхних слоях атмосферы будет, конечно, не круговой, а спиральной, с постепенным снижением, вызываемым сопротивлением воздуха, но снижение это будет небольшим — тем меньшим, чем больше высота полета.

Практически можно считать, что самолет, летящий вокруг Земли на высоте примерно 200 километров, будет описывать почти точный круг. Может быть, лишь время от времени — раз в несколько дней — летчику придется включать на короткое время двигатель, чтобы восстановить высоту. Итак, первое условие — высота полета не меньше 200 километров.

Второе очевидное условие — это достаточная скорость полета. Легко видеть, что эта скорость должна быть строго определенной. Если она уменьшится, то самолет начнет терять высоту; если увеличится, то он будет удаляться от Земли. Чему же равна эта так называемая круговая¹ скорость, при которой высота самолета над Землей будет оставаться постоянной?

Оказывается, круговая скорость равна примерно 7,9 километра в секунду. Вот с какой скоростью должен мчаться самолет, чтобы он бесконечно долго обращался вокруг Земли с остановленным двигателем, превратившись в искусственного спутника Земли.

Итак, при скорости 7,9 километра в секунду самолет станет спутником Земли, а при скорости отрыва, равной 11,2 километра в секунду, навсегда покинет ее. Что же произойдет с самолетом, имеющим скорость больше круговой, но меньше скорости отрыва — например, 9 или 10 километров в секунду? При такой скорости самолет тоже станет спутником Земли и будет бесконечно обращаться вокруг нее. Но только обращаться он будет не по круговой орбите, а по эллиптической, тем более вытянутой, чем ближе скорость самолета к скорости отрыва.

Наконец, существует еще одно — третье — условие для того, чтобы самолет стал спутником Земли. Свой полет вокруг Земли такой

¹ Иногда ее называют также циркуляционной или первой космической скоростью.

самолет должен совершать в плоскости большого круга, то-есть в одной из плоскостей, проходящих через центр земного шара.

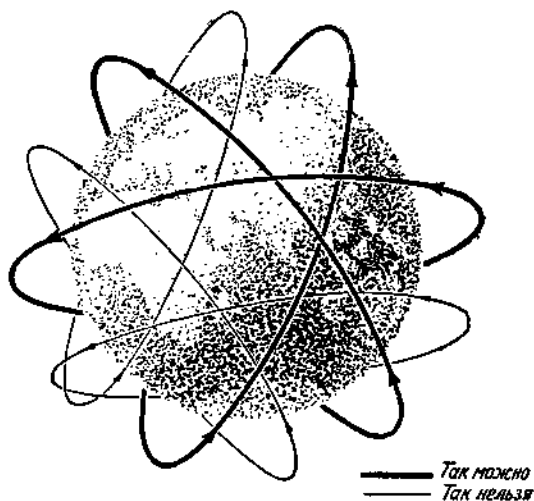
Понятно, что чем выше летит самолет над Землей, тем с меньшей круговой скоростью он должен лететь, ибо при этом он все медленнее падает на Землю. Если бы самолет летел на таком же расстоянии от Земли, на каком находится от нее Луна, то его скорость равнялась бы скорости движения Луны вокруг Земли, то-есть примерно 1 километру в секунду¹.

Легко подсчитать, за сколько времени самолет, летящий с круговой скоростью, совершит один оборот вокруг Земли, то-есть каков будет период обращения вокруг Земли этого ее нового спутника.

Так, например, при полете у самой Земли период его обращения будет равен примерно 5050 секундам, или 1 часу 24 минутам. Меньше чем за 1½ часа вокруг света!

С увеличением высоты полета период обращения будет увеличиваться. На высоте, равной земному радиусу, то-есть 6378 километрам, период обращения будет равен уже примерно 14 200 секундам, или почти 4 часам.

Очень интересной оказывается такая высота полета, на которой период обращения самолета вокруг Земли будет в точности равен 24 часам, то-есть периоду одного оборота Земли вокруг своей оси. Эту высоту легко определить — она равна 5,64 земного радиуса, или примерно 35 900 километрам. Если самолет будет мчаться на такой высоте вокруг Земли в плоскости экватора в том же направлении, в котором вращается Земля, то-есть с запада на восток, со скоростью, равной круговой скорости на этой высоте (примерно 3070 метров в секунду), то он будет как бы висеть неподвижно над одной и той же точкой земной поверхности. Такой самолет будет напоминать вертолет, парящий неподвижно над Землей, хотя вместе с тем



Искусственный спутник может обращаться вокруг Земли только в плоскости большого круга.

¹ Точнее, скорость самолета была бы все же меньше скорости Луны, так как Луна обладает по сравнению с ним неизмеримо большей массой (это вытекает из уточненного третьего закона Кеплера).

он будет с головокружительной скоростью мчаться вокруг нее. Если бы высота не была такой большой, то с такого космического самолета можно было бы спуститься по веревочной лестнице с таким же успехом, с каким это сделал летчик, доставивший с вертолета, парившего над стадионом «Динамо» в Москве, букет цветов футбольной команде, выигравшей первенство СССР по футболу.

Своеобразной особенностью обладает и орбита, радиус которой на 58 тысяч километров меньше радиуса лунной орбиты, равной, как известно, примерно 380 тысячам километров. Спутник, вращающийся по такой орбите, может находиться все время на прямой, соединяющей центры Земли и Луны, — он будет неизменно виден на фоне лунного диска.

Циолковский первый в мире понял, какое огромное значение могут иметь искусственные спутники Земли для решения проблемы межпланетного полета, да и для многих других научных целей. Теперь уже во всем мире считается общепризнанным, что создание искусственных спутников Земли должно быть одним из важнейших этапов в борьбе за покорение мирового пространства.

По мнению Циолковского, после первых успешных полетов космических ракет по круговым орбитам вокруг Земли сначала без людей, а потом с людьми, после выяснения многих вопросов, с которыми связано осуществление таких полетов, надо будет приступить к созданию постоянного спутника больших размеров, целого острова у берегов Земли. На этом острове должно находиться значительное население — большая группа специалистов, выполняющих многочисленные и важные обязанности. Время от времени эти специалисты будут заменяться другими, прибывающими на остров с Большой Земли.

Циолковский считал, что вслед за этим первым островом будут созданы и другие, разных размеров, на разных высотах, в том числе и на очень значительных — 100, 150 тысяч километров.

Кондратьюку принадлежит мысль о создании таких межпланетных станций, вращающихся не вокруг Земли, а вокруг Луны, это были бы уже спутники спутника Земли. Затем такие же поселения могли бы быть созданы и вблизи других планет солнечной системы — в первую очередь около Венеры и Марса. Можно было бы создать и новые планеты, вращающиеся вокруг Солнца.

Создание межпланетных станций имело бы огромное значение. Эти станции могут выполнять важнейшие функции — как самостоятельные, так и в отношении организации межпланетных сообщений.

Трудно переоценить роль, которую могли бы сыграть межпланетные станции в развитии науки. Уже только обсерватория, устроенная на такой станции, значила бы больше, чем все обсерватории



Строительство искусственного спутника Земли.

мира, вместе взятые. Ведь такая обсерватория находилась бы по ту сторону многосоткилометрового слоя запыленной, мутной, несмотря на всю свою кажущуюся прозрачность, земной атмосферы, которая представляет собой главное препятствие для многих и многих астрономических наблюдений. Неудивительно, что астрономы у нас на Земле упорно залезают со своими приборами на высокие горы, забираются в районы, славящиеся чистотой воздуха. И наиболее ценные результаты наблюдений получены именно такими обсерваториями.

Запыленность воздуха, которую мы не замечаем простым глазом, и непрерывное «кипение», перемешивание атмосферы становятся страшным злом, когда глаз вооружается мощным телескопом, чтобы с его помощью проникнуть далеко вглубь вселенной. Именно эта неполная прозрачность воздуха ставит практический предел возможному увеличению, которое может быть получено с помощью астрономических инструментов. Практически используется увеличение не больше чем в 500 раз, хотя с помощью самых мощных из имеющихся телескопов можно получить увеличение и в несколько тысяч раз.

Оптика позволила бы создать гораздо более совершенные астрономические инструменты, но их совершенство оказывается на Земле бесполезным — изображение становится мутным, расплывчатым, нечетким. Чем больше увеличение, тем сильнее сказывается недостаточная прозрачность атмосферы. Зачастую большой телескоп оказывается поэтому хуже, чем малый, а глаз астронома — лучше фотоаппарата. Это препятствие будет незнакомо астрономам межпланетной станции. И как им будут завидовать их земные коллеги!

На заатмосферной обсерватории можно будет наконец получить вполне достоверные фотоснимки Марса и других планет, до конца разгадать тайну «каналов» на Марсе, попытаться проникнуть через непроницаемую пелену облаков, окутывающих Венеру. Можно будет проверить правильность гипотезы советских астрономов о том, что Плутон — только самая крупная из небольших планет, образующих второе, внешнее, астероидное кольцо в нашей солнечной системе. Можно будет рассмотреть многие новые галактики, значительно расширить пределы видимой нами части вселенной — метagalактики. Вот сколько увлекательных задач поможет решить такая обсерватория!

Земная атмосфера мешает астрономическим наблюдениям не только вследствие своей недостаточной прозрачности. Атмосфера рассеивает солнечный свет, и если мы обязаны этому рассеянному, диффузному свету замечательным голубым цветом неба, то астрономам этот свет причиняет массу неприятностей. Ведь именно поэтому

рабочий день астрономов — это ночь, когда свет солнца не мешает видеть звезды и планеты. Именно поэтому так дорожат астрономы драгоценными мгновениями солнечного затмения, позволяющими фотографировать и изучать солнечную корону, которую нельзя видеть в ярких лучах Солнца ни в какое другое время.

На заатмосферной обсерватории все будет иначе. Слепящий блеск Солнца будет еще более ярким на фоне бархатно-черного неба, и все же он не будет затмевать холодного света немигающих, как бы замороженных звезд, заполняющих небосвод в гораздо большем числе, чем те 3000, которые нам удается видеть с Земли даже в самые звездные ночи. Астрономам заатмосферной обсерватории удастся увидеть и сфотографировать еще ни разу никем не виданное зрелище — солнечную корону не затененного Луной Солнца, длиннейшие языки раскаленных газов — протуберанцы, вырывающиеся не из-за черного диска Луны, а непосредственно из пылающего дневного светила, затененного лишь... кусочком картона. И эта возможность будет предоставляться не на мгновения полного солнечного затмения¹, а ежедневно на многие часы подряд. Точно так же можно будет наконец изучить как следует области неба, лежащие около Солнца. В частности, значительно облегчится наблюдение Меркурия, очень затрудненное на Земле из-за близости Меркурия к Солнцу: он не отходит от пылающего солнечного диска больше, чем на 18—20°.

Заатмосферная обсерватория сделает возможным применение новых, более действенных методов астрономических наблюдений. Ведь с тех времен, когда люди впервые начали изучать небо, и, по существу, до последних лет единственным источником наших сведений о небесных телах было их видимое и только отчасти инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. Спектральное разложение видимого света вызвало огромный прогресс в астрономии, позволило ученым установить химический состав звезд, находящихся на огромных, трудно поддающихся представлению расстояниях от Земли. Оно позволило определить температуру раскаленных небесных тел, законы их движения, состояние атомов в этих телах. Фотографии, сделанные в определенных лучах спектра, позволили советскому ученому Г. А. Тихову не только установить наличие растительной жизни на Марсе, но и определить отличия марсианской флоры от земной, положив начало новой науке о растительной жизни на пла-

¹ В последние годы астрономы научились видеть и фотографировать солнечную корону не только во время затмения. Для этого применяется особый аппарат — коронограф, основанный либо на принципе борьбы с рассеянием света, либо на принципе использования очень узкого участка спектра. Однако наблюдение короны вне атмосферы будет неизмеримо более ценным, хотя бы потому, что внешнюю корону и до сих пор удается наблюдать только в короткие мгновения полного солнечного затмения.

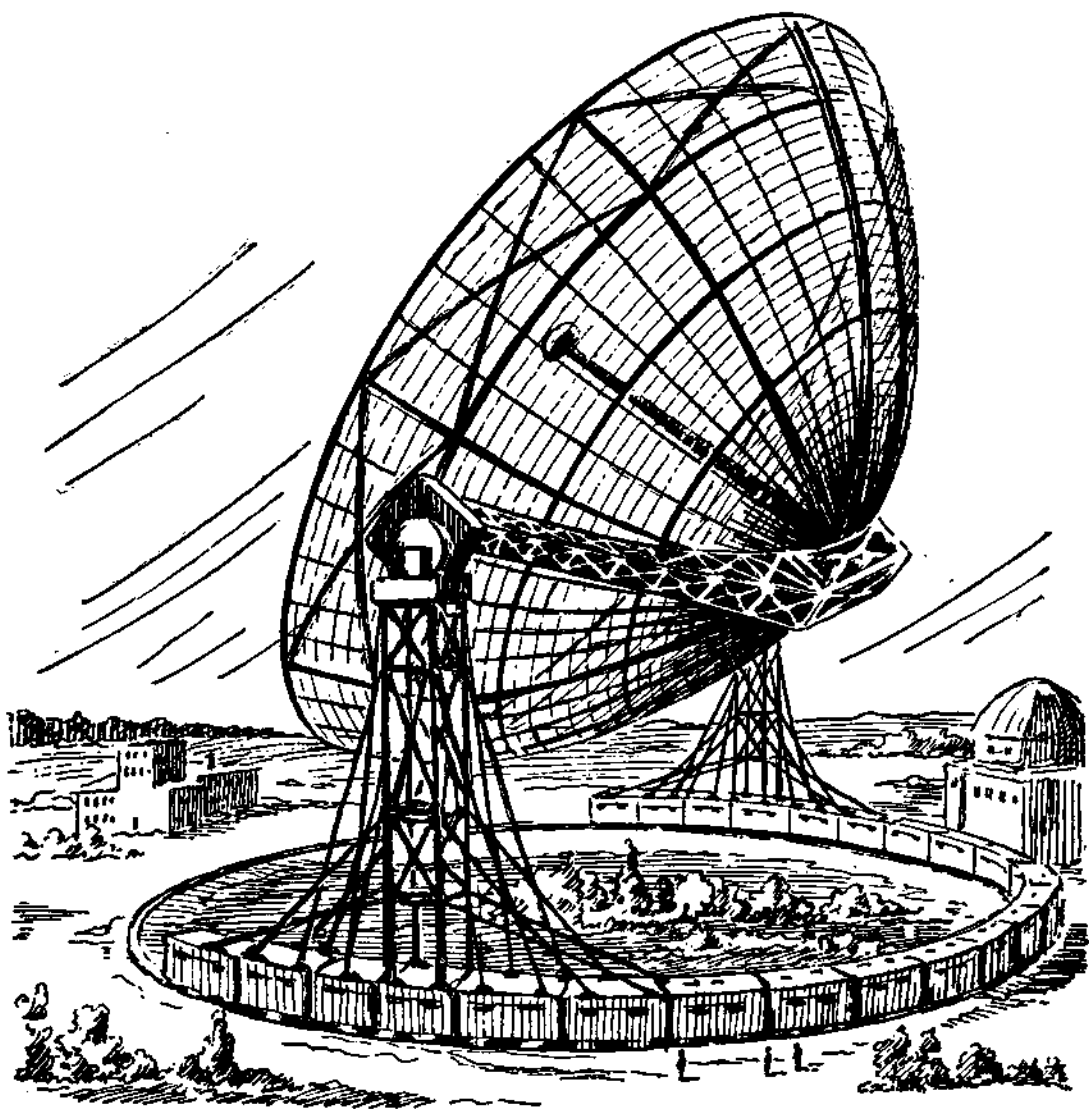
нетах — астроботанике, и многое, многое другое. И все же в основе всех методов наблюдения оставался, по существу, один только видимый свет.

И только совсем недавно учеными был сделан новый шаг в направлении расширения средств познания вселенной, шаг, который сразу привел к поистине замечательным результатам — в астрономии было применено радио. Эта мысль возникла в 1928 году у советских ученых Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси. Они предложили послать в небо мощный радиолуч, который пробил бы «электрический потолок» Земли — ионосферу. Отражение такого луча от небесных тел можно было бы зарегистрировать в качестве радиоэха земными приемниками. Эта мысль была впервые практически осуществлена в 1946 году, когда было получено радиоэхо с Луны.

Но разработанные для подобных целей чувствительные приемные устройства принимали какие-то радиосигналы и тогда, когда их никто с Земли не посылал. Оказалось, что эти сигналы приходят из глубин мирового пространства, что Солнце и звезды сами излучают радиоволны. Этим было положено начало радиоастрономии, за несколько лет сделавшей замечательные открытия: были открыты невидимые источники радиоизлучения, названные радиозвездами и радиогалактиками; обнаружено, что излучает радиоволны несветящийся и потому невидимый межзвездный газ — водород, и т. д.

В последнее время было с несомненностью установлено, что источником особо сильного радиоизлучения являются так называемые новые и сверхновые звезды. Мощные потоки радиолучей, идущие к нам из глубин космоса, являются в этом случае отзвуками тех таинственных процессов, которые происходят внутри звезд и заставляют вдруг некоторые из них раздуваться подобно колоссальному мыльному пузырю, отчего скромная, едва видимая, а то и вовсе невидимая звездочка начинает внезапно ослепительно сиять на ночном небосводе. Недавно было обнаружено, что мощное радиоизлучение, идущее к нам из созвездия Лебедь, вызвано происходящим в этом созвездии столкновением двух галактик — сталкиваются миллиарды звезд.

К сожалению, на земной поверхности мы можем наблюдать далеко не все излучение мирового пространства. По существу, до нас доходят только лучи, как бы прорывающиеся через два узеньких окошка — обыкновенный видимый свет, и радиолучи с длиной волны примерно от 1 сантиметра до 20 метров. Все остальные лучи поглощаются земной атмосферой: и радиолучи с длиной волны больше 20 метров, и электромагнитное излучение с длиной волны меньше 1 сантиметра, и большая часть инфракрасного и ультра-



Радиотелескоп — установка для приема радиоизлучения вселенной.

фиолетового излучения, и рентгеновское излучение с длиной волны меньше одной десятиmillionной миллиметра.

Иное дело — на заатмосферной обсерватории. Весь спектр электромагнитного излучения вещества станет в руках астрономов этой обсерватории активным орудием изучения вселенной. Это будет могучее оружие, ибо установлено, например, что наша звездная

система — галактика — гораздо более «прозрачна» для некоторых радиоволн, чем для видимого излучения. И кто знает, какие новые формы существования бесконечной материи удастся открыть с помощью этого средства познания?

Не в меньшей степени это касается и корпускулярного излучения вселенной, то-есть потоков материальных частиц, которые мчатся к нам на Землю из глубин космоса и в своем абсолютном большинстве «погибают» в атмосфере. Только вне атмосферы на искусственном спутнике появится наконец возможность всестороннего изучения этих потоков.

И еще один вид астрономических наблюдений, совершенно невозможный на Земле, станет заурядным на заатмосферной обсерватории: станет наконец доступной для изучения планета, о которой мы до сих пор знаем так много и вместе с тем так мало. Речь идет о планете, на которой мы с вами живем. Как много ценного можно было бы получить, если бы хоть одному из земных жителей удалось взглянуть на Землю со стороны, издалека.

Если бы нам удалось взглянуть на нее глазами «постороннего», то это оказало бы большую помощь земным астрономам в изучении других планет. Достаточно указать, например, на то, что астрономы знают способность отражать солнечный свет, так называемое альbedo («альbedo» по-испански — «белизна») других планет, но не знают альbedo Земли, и это не позволяет с достаточной достоверностью судить о характере поверхности планет¹.

Не только одни астрономические наблюдения Земли будут возможны с ее искусственного спутника. С такого спутника можно будет осуществлять многие наблюдения, непосредственно касающиеся нашей земной жизни; можно будет изучать многие земные явления, недоступные для изучения с Земли. Ведь с наблюдательного пункта, лежащего на большом расстоянии от земной поверхности, с этой наблюдательной вышки необычайной высоты, можно охватывать глазом огромные пространства земной поверхности. Это открывает совершенно новые возможности в отношении геофизики, картографирования, метеорологии. Чего стоит одно наблюдение за движением грозных фронтов или облаков одновременно на миллионах и десятках миллионов квадратных километров земной поверхности!² Служба предсказания погоды обогатилась бы ценнейшим орудием и стала бы действовать гораздо более уверенно.

¹ Об отражательной способности земной поверхности удается судить только по так называемому пепельному свету Луны, когда она освещена отраженным светом Земли во время новолуния.

² Например, со спутника, находящегося на высоте 35 900 километров, то-есть имеющего период обращения, равный земным суткам, можно видеть земную поверхность площадью около 50 миллионов квадратных километров, причем угол зрения составит при этом всего 17°.

А например, наблюдения за передвижкой льдов в полярных районах и многое другое. Некоторые виды таких наблюдений уже осуществляются с помощью стратосферных ракет. Но разве можно сравнить ценность наблюдений, длящихся мгновения, с постоянными, длительными, непрерывными наблюдениями на спутнике? Наряду с астрономами, метеорологами, картографами попасть в заатмосферную лабораторию стремились бы и многие другие ученые. Физико-химики получили бы для исследования свойств молекул и атомов необычайно благоприятные условия, неосуществимые пока на Земле: небывалый, практически абсолютный вакуум, большой температурный диапазон с возможностью использовать наиболее низкие температуры неограниченно долго, а не в течение лишь очень коротких промежутков времени, как это пока возможно на Земле, мощный поток электромагнитного и корпускулярного излучения. Биологи и физиологи изучали бы действие мирового пространства на различные проявления жизни; магнитологи получили бы в свои руки новое оружие исследования магнитного поля Земли и, в частности, влияния на это поле магнитных бурь на Солнце; ядерные физики «блаженствовали» бы в мощных потоках неослабленных космических лучей, и т. д.

Искусственный спутник был бы неопенимой по значению солнечной лабораторией, изучающей жизнь Солнца, процессы на нем, играющие такую большую роль в нашей земной жизни. Для полноты таких исследований спутник должен совершать свои полеты вокруг Земли по крайней мере в течение нескольких оборотов Солнца вокруг своей оси, а ведь один такой оборот Солнце делает за 27 дней¹.

Чрезвычайно ценным свойством обсерватории на спутнике была бы возможность осуществлять наблюдения непрерывно, вне зависимости от времени дня или года, вне зависимости от влияния погоды, причиняющей столько неприятностей астрономам на Земле.

Но наблюдение и изучение вселенной не исчерпывает всех возможностей искусственного спутника. Наряду с такой пассивной ролью, весьма, конечно, важной, спутники в состоянии осуществлять и очень активное вмешательство в земные дела. Они могут принести большую практическую пользу людям. В настоящее время можно наметить только некоторые методы такого вмешательства, но нет сомнения, что в будущем, по мере увеличения числа спутников и накопления опыта, будут найдены всё новые и новые возможности подобного использования этих искусственных филиалов Земли на небе.

¹ Земному наблюдателю кажется, что Солнце делает один оборот за 27 дней, но в действительности он длится лишь 25 дней — это объясняется тем, что Земля сама движется вокруг Солнца в том же направлении. Эта скорость вращения относится к экваториальной части Солнца. Вблизи солнечных полюсов оно гораздо медленнее.

По существу, уже метеорологическая служба спутников представляет собой весьма активную их роль. Не меньшее значение могут иметь такие спутники в качестве станций ретрансляции передач телевидения. В настоящее время любоваться у себя дома волшебным искусством мастеров балета Большого театра, видеть, сидя в удобном кресле у телевизора, прославленные спектакли МХАТ или спортивные состязания, идущие на московском стадионе «Динамо», — короче говоря, использовать чудеса телевидения, этого замечательного достижения человеческого гения, могут только счастливики, живущие на расстоянии не более чем 100 с небольшим километров от знаменитой Шаболовки — улицы в Москве, на которой находится Московский телецентр. Это объясняется тем, что телепередачи ведутся с помощью очень коротких радиоволн, длиной в несколько метров, а эти волны слабо отражаются от ионосферы. Поэтому передачи на таких волнах уверенно можно принимать только в так называемой зоне прямой видимости передающей станции, куда непосредственно проникают излучаемые ею прямые радиолучи.

Если же снабдить искусственный спутник Земли ретранслирующей станцией, принимающей передачи телецентра и передающей их вновь, то дальность передач может быть неизмеримо большей. Зона прямой видимости со спутника столь велика, что с помощью всего пяти-шести таких плавающих вокруг Земли по «суточной» орбите ретранслирующих станций можно было бы, например, обслужить телепередачами такие пространства, на которых проживает до 90 процентов всего населения земного шара. Эта цепь спутников могла бы быть полезной не только для телевидения, но с успехом заменила бы все земные радио- и телеграфные станции, избавила бы радиосвязь от неизбежных на Земле помех, сэкономила миллионы тонн кабеля и проводов.

С помощью спутников можно улучшить использование энергии Солнца на службе человечества. Одна из таких возможностей связана с ночным освещением больших городов. Мощные зеркала, установленные на искусственном спутнике, могли бы посылать отраженные солнечные лучи на Землю в ночные часы, когда на Земле солнце уже зашло, а высоко летящий над Землей спутник все еще купается в солнечных лучах. Два-три таких спутника со специально подобранными орбитами могут сделать московскую ночь светлой, как день, без затраты электрической энергии. Вечное бесплатное освещение...

Направленные со спутников солнечные лучи могут не только освещать, но и обогреть Землю. На спутниках можно устроить тончайшие металлические зеркала огромной поверхности — в несколько квадратных километров или даже десятков квадратных километ-

ров. Отсутствие атмосферы позволило бы сделать такие зеркала очень легкими. Эти зеркала могут фокусировать, как это делается с помощью зажигательного стекла, не ослабленные атмосферой солнечные лучи на относительно небольшом участке земной поверхности, повышая там температуру настолько, что лед будет бурно таять или вода кипеть. При большом количестве таких огнедышащих спутников можно было бы рассчитывать на активное вмешательство в «кухню погоды» на Земле и даже, может быть, на постепенное изменение климатических условий в определенных районах земного шара. С их помощью можно было бы, вероятно, вызывать дождь или предотвращать его, воздействовать на циклоническую деятельность в атмосфере, создавая и разрушая циклоны и антициклоны, меняя направление их движения. Такое вмешательство могло бы быть особенно эффективным, если бы можно было заставить висеть спутник над одними и теми же районами земного шара, в особенности бедными естественным солнечным теплом, — например, полярными. Однако, к сожалению, такое «парение» возможно только при полете спутника над экватором, где и без того солнечных лучей более чем достаточно.

Исключительно богаты возможности использования искусственных спутников в науке, технике, народном хозяйстве, как указывал еще сам автор этой идеи — Константин Эдуардович Циолковский. И только лишним доказательством разложения части буржуазных ученых, поставивших себя на службу поджигателям войны, является чудовищное извращение этих высокогуманных идей Циолковского — намерение превратить спутники в оружие массового уничтожения людей. Если концентрировать солнечные лучи — то для того, чтобы сжигать города, если управлять по радио со спутников — то полетом снарядов-роботов, начиненных атомными бомбами, — вот о чем мечтают такие «ученые». Но мудра русская пословица: «Бодливой корове бог рог не даст». Победа останется за передовой наукой, строящей светлое будущее человечества, а на всех и всяческих изуверов от науки прогрессивное человечество сумеет надеть смиренные рубашки.

Весьма важное значение придавал Циолковский спутникам и в решении проблемы межпланетных сообщений. В настоящее время это значение является общепризнанным. Даже простейший межпланетный полет — на Луну, с посадкой на нее и возвратом на Землю — при современном уровне развития реактивной техники практически невозможен, об этом будет идти речь в следующих главах. Однако не только этот, но и более сложные межпланетные полеты становятся возможными уже сейчас при использовании спутников в качестве своеобразных заправочных колонок мирового

пространства. На таких спутниках могут быть постепенно накоплены запасы топлива, которыми межпланетные корабли смогут затем пользоваться для пополнения своих опустевших баков.

Не меньшее значение спутники могут иметь в качестве пересадочных станций для межпланетных пассажиров. В межпланетных сообщениях самый выгодный полет — это полет с одной или даже несколькими пересадками. «Прямое сообщение» в этих случаях связано с очень уж большими трудностями. Впрочем, опасаться пересадок будущим межпланетным пассажирам нечего — пересадочные станции будут иметь максимум удобств, включая возможность переговоров по радио-видео-телефону с земными товарищами. Расписание межпланетных поездов будет согласовано так, что ждать на станции долго не придется, только-только бы успеть пообедать, и никаких опозданий четкая работа службы межпланетных сообщений, конечно, не допустит.

Как же будут выглядеть искусственные спутники Земли — «эфирные жилища», как называл их Циолковский?

Глава 12

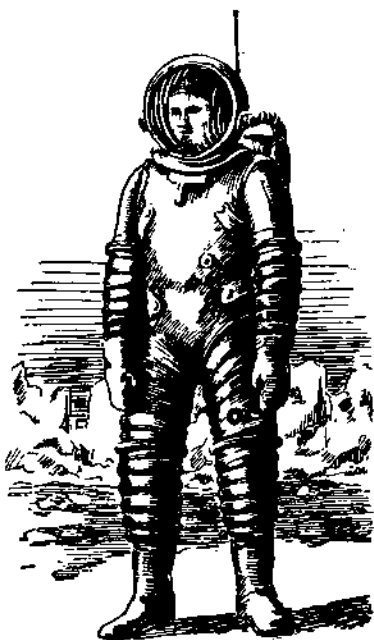
НА ИСКУССТВЕННОМ СПУТНИКЕ

Наука достигла такого состояния, когда реальна посылка ракетоплана на Луну, создание искусственного спутника Земли...

Академик А. Н. Несмеянов

Жить и работать на искусственном спутнике будет интересно и увлекательно и вместе с тем, вероятно, не многим труднее, чем на какой-нибудь дальней зимовке у нас на Земле. «Малая земля» не только защитит своих жителей от опасного соседства мирового пространства — встреч с метеоритами, вредного излучения, жестокого холода, — но и создаст им максимальный комфорт. Внутри такого спутника благодаря автоматическим установкам кондиционирования воздуха будет всегда свежий воздух и тепло — в этом отношении люди уже накопили достаточно большой опыт. Очищенный от вредных продуктов дыхания, воздух будет обогащаться кислородом, увлажняться и даже насыщаться легкими, приятными ароматами, так что в жилых помещениях спутника будет создаваться то бодрящая атмосфера весеннего утра, то напоенное далекими запахами цветов дыхание теплого осеннего вечера.

Но не одни только баллоны с жидким кислородом будут постав-



Так может выглядеть межпланетный скафандр.

щиками этого «эликсира жизни» на спутнике. Циолковский не только выдвинул идею, но и произвел расчеты оранжерей, растения которых способны поглощать выделяемую обитателями спутника углекислоту и вырабатывать с помощью хлорофилльных зерен зеленых листьев живой кислород¹. Чудесное содружество растительного и животного мира, перенесенное с Земли на спутник, не только обеспечивает его обитателей свежим воздухом, снабдит их овощами и фруктами, но украсит спутник вечно цветущим садом, заполнит вазы в жилых помещениях пассажиров цветами.

Отсутствие воздуха вне спутника позволит его обитателям совершать, при желании, небольшие экскурсии в мировое пространство. Для этого они должны будут надеть специальные межпланетные костюмы, внешне похожие на водолазные скафандры, но гораздо более сложно устроенные².

Ткань этих костюмов должна быть достаточно прочной, чтобы выдержать удары хотя бы крохотных небесных камней, а также внутреннее давление в костюме, которое будет создаваться установкой кондиционирования воздуха. Ткань костюма должна защищать также от вредного действия различных излучений, пронизывающих мировое пространство. Возможно, что целесообразно будет изготовить межпланетные скафандры из металла с гибкими «гармошками» во всех сочленениях.

Через люк-тамбур, служащий своеобразным плюзом, пассажиры спутника выберутся наружу, превратившись в самостоятельных спутников Земли. Только там, вне стенок спутника, могут быть осуществлены многие ценные научные наблюдения. Да и вообще такая возможность погулять вне спутника окажется ценной во многих случаях, когда нужно произвести ремонт снаружи, установить новое оборудование на внешней поверхности спутника, при ведении строи-

¹ Развивая эти идеи Циолковского, Цандер еще в 1915—1917 годах построил оранжерею астронавтического типа и выращивал в ней овощи.

² Эта идея также принадлежит Циолковскому. Интересно, что костюмы, весьма похожие на будущие межпланетные скафандры, уже применяются в авиации для летчиков высотных самолетов. Их цель — спасти жизнь летчика при аварии герметической кабины самолета. Если давление в кабине внезапно падает, то костюм автоматически надувается. Это позволяет летчику связать самолет до безопасных высот, а иногда даже и продолжать полет в течение длительного времени.

тельных работ во время его сооружения и т. д. Поэтому громоздкий костюм астронавтов должен обеспечивать подвижность рук, ног и даже пальцев.

Каждый экскурсант будет снабжен разнообразным оборудованием, необходимым для пребывания вне спутника в течение нескольких часов. Небольшой баллон с кислородом; сухая батарея для питания крохотной приемо-передающей радиотелефонной станции и фары наружного освещения, которая может оказаться полезной при необходимости осмотра не освещенной Солнцем поверхности спутника; пневматический пистолет, конечно не для охоты на космических зайцев, а для передвижения вдали от спутника с использованием отдачи при выстреле из этого пистолета — вот примерное оборудование каждого «пловца» в мировом пространстве. Тяжеловато? Нет, конечно, ибо все, что находится на спутнике, в том числе и летящие рядом с ним в мировом пространстве и как бы связанные со спутником невидимыми нитями экскурсанты, ничего не весят.

Но эта невесомость, удобная в данном случае, представляет собой, пожалуй, наиболее неприятную особенность жизни на спутнике.

Что же это значит: «ничего не весит»? Разве пассажиры спутника и все предметы на нем перестают притягиваться Землей? Нет, конечно, они притягиваются попрежнему, и только на высотах, во много раз больших, сила притяжения становится существенно меньшей. Здесь дело совсем в другом.

В чем проявляется на Земле наш вес? В том, что опора, на которой мы находимся — пол, стул, почва и т. д., — мешает нам падать к центру Земли, в котором мы обязательно очутились бы под действием силы тяготения, если бы у нас не было опоры. Сила давления, которое мы оказываем на опору, и есть наш вес. Если угодно, эту силу можно измерить: для этого достаточно подложить под опору мощную пружину. Под действием нашего веса пружина сожмется, и если мы знаем, какая сила нужна для такого сжатия, то тем самым узнаем и наш вес.

Уберем опору из-под наших ног — и мы сейчас же начнем падать к центру Земли. Мы будем падать все быстрее и быстрее; скорость нашего падения будет стремительно расти — каждую секунду она будет увеличиваться почти на 10 метров в секунду, если не учитывать сопротивления воздуха. Это и есть ускорение свободного падения.

Что же произойдет с пружиной, если мы вместе с опорой действительно окажемся в состоянии свободного падения, то-есть будем свободно, без каких бы то ни было помех, падать к центру Земли?

Очевидно, что пружина не будет более сжата, так как опора уже не препятствует нам падать.

Можно представить себе и другие случаи падения, когда пружина будет все-таки сжата, но слабее, чем вначале,— например, такой случай, когда пружина сжата наполовину слабее и мы, значит, весим вдвое меньше обычного. Очевидно, для этого мы должны падать к центру Земли, но не с ускорением свободного падения, а с вдвое меньшим ускорением — наша скорость должна увеличиваться каждую секунду только на 5 метров в секунду.

А может ли пружина сжаться сильнее, чем вначале, можем ли мы весить больше, чем обычно? Очевидно, да, только для этого мы должны вместе с опорой «падать вверх», должны удаляться от центра Земли со все растущей скоростью. Так будет, например, при взлете межпланетного корабля (вспомните пушку Жюль Верна).

Выходит, что по сжатию пружины мы можем судить о величине и направлении ускорения нашего движения, а это часто бывает очень необходимо, и вовсе не только в астронавтике. На этом принципе устроен очень важный прибор — акселерометр, измеритель ускорений. Без этого прибора не тронется в путь ни один межпланетный корабль. В акселерометре массивное кольцо скользит по гладкому штифту, опираясь на пружину. С кольцом связана стрелка, указывающая степень сжатия пружины и, следовательно, величину ускорения движения акселерометра.

Вот наш акселерометр установлен на ракете. Сначала ракета стоит неподвижно на Земле — стрелка показывает на единицу. Это значит, что на пружину акселерометра действует только обычный вес кольца. Теперь ракета взлетает — пружина сжата, и стрелка показывает уже не 1, а, допустим, 4. Это значит, что ускорение взлетающей ракеты в 4 раза больше ускорения свободного падения, вес кольца в 4 раза превышает обычный¹. Но вот двигатель ракеты остановился, и она сейчас же начала свободно падать на Землю (конечно, при этом вначале она будет продолжать двигаться вверх за счет накопленной скорости, затем на мгновение остановится и потом начнет движение вниз, к Земле) — стрелка акселерометра показывает на нуль; теперь пружина уже вовсе не сжата, кольцо ничего не весит.

То же самое происходит и на спутнике, ибо и он со всем содержимым свободно падает на Землю — все, как говорил Циолковский, увлекается на спутнике одним потоком. На таком спутнике все не-

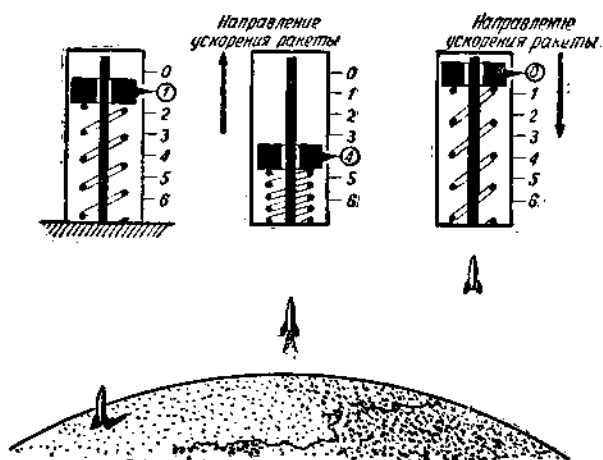
¹ При вертикальном взлете скорость ракеты в этом случае будет увеличиваться не в 4 раза, как в случае свободного падения, а только в 3 раза — ведь ускорению, которое приобретает ракета под действием двигателя, противодействует ускорение свободного падения.

Поэтому, например, если стрелка акселерометра показывает в полете 1, то это значит, что ракета просто неподвижно висит в воздухе. Об этом влиянии земного притяжения подробнее рассказывается в главе 16.

весомо. Это делает жизнь на нем не только очень необычной, но, надо признаться, и малоприятной. Вероятно (как об этом будет сказано ниже, в главе 20, специально посвященной этому важнейшему для всей проблемы межпланетных сообщений вопросу), человек не сможет находиться долгое время в этих условиях невесомости, и потому придется принимать меры для создания искусственной тяжести на спутнике.

Из-за отсутствия веса на спутнике исчезнет представление о том, где верх и где низ, столь привычное для жителей Земли. Для того чтобы все-таки ходить на ногах, а не на голове, может быть придется снабжать подошвы ботинок сильными магнитными подковками. Впрочем, понятие «ходить» в этих условиях тоже наполняется необычным смыслом. Мы можем передвигаться по Земле благодаря наличию трения между подошвами и почвой, но это трение возникает только потому, что нас прижимает к почве наш вес. Если нет веса, то нет и трения, и обычное хождение будет невозможным. Вероятно, стены кают и коридоров на спутнике придется снабдить множеством ручек и петель, чтобы люди могли передвигаться с их помощью. Эти стены, а также пол и потолок (впрочем, это разделение становится в данном случае весьма условным) придется покрыть толстым слоем мягкой обивки, иначе неосторожные движения обитателей спутника, которые способны унести их в самом неожиданном направлении, могут закончиться для них ссадинами и ушибами.

У нас на Земле сила тяжести осуществляет непрерывное тепловое перемешивание атмосферы. Если не предусмотреть на спутнике хитрой вентиляции всех помещений, то люди будут задыхаться



Прибор, позволяющий судить об ускорении межпланетного корабля и о том, сколько весят его пассажиры. Этот прибор называется акселерометром — «измерителем ускорений». Слева — корабль неподвижен или движется с постоянной скоростью. Стрелка акселерометра показывает 1, вес пассажиров обычный. В середине — корабль взлетает, его скорость непрерывно увеличивается. Стрелка акселерометра показывает 4, это значит, что пассажиры весят в 4 раза больше обычного. Справа — корабль летит с остановленным двигателем, следовательно свободно падает на Землю. Кольцо акселерометра, а значит, и пассажиры корабля, ничего не весят. Стрелка показывает 0.

в продуктах своего собственного дыхания, мучиться от жары, «закутанные» в неподвижный слой нагретого их телом воздуха, а спичка или папироса погаснут из-за отсутствия кислорода.

Чтобы напиться, нужно будет воспользоваться специальными трубками, через которые можно будет высасывать жидкость, или упругими баллончиками, напоминающими резиновые груши, из которых ее можно будет выталкивать прямо в рот. Ведь из опрокинутого графина вода не выльется в подставленный стакан, а если ее все-таки вытряхнуть туда, то она не заполнит его, как мы к этому привыкли на Земле, а расплзется слоем по его стенкам или же соберется под действием поверхностного натяжения в шар. Неосторожное движение — и различных размеров шарики воды, супа или какао начнут передвигаться внутри кабины по всевозможным направлениям.

Впрочем, на спутнике будет, вероятно, искусственно создана «тяжесть», и его обитатели будут избавлены от этих «экзотических» переживаний.

В настоящее время уже предложены и разработаны многочисленные конструкции искусственных спутников Земли. Вероятно, в будущем будут созданы спутники самого различного назначения.

Наиболее простыми будут автоматические спутники, без людей, в вечном безмолвии совершающие свои бесконечные кольцевые рейсы вокруг Земли. Именно такие спутники первыми выйдут на космические трассы, обновляя их «по первопутку». С помощью этих орбитальных космических ракет можно будет отработать процедуру их запуска и наблюдения за полетом, проверить и наладить радиосвязь с такими ракетами. На этих ракетах будет проверена защита от многих опасностей, с которыми связано пребывание в мировом пространстве, будет выявлено действие встреч с метеоритами, воздействие космического и всякого другого излучения на конструкционные материалы ракеты, температурный режим оболочки ракеты и многие другие вопросы первостепенной важности. Все необходимые показания приборов будут передаваться на Землю по радио.

Затем будут осуществлены и опытные посадки на Землю таких управляемых по радио автоматических спутников, снабженных крыльями, которые могут быть сделаны также выдвижными. Запуск и остановка двигателей этих ракет будут осуществляться либо автоматически, либо по команде с Земли.

Но, кроме экспериментальных автоматических спутников, с которых начнется освоение мирового пространства, и в дальнейшем, когда вокруг Земли будут обращаться многие спутники, заселенные людьми, автоматические спутники найдут широкое применение. Именно такие спутники будут, вероятно, служить космическими

топливохранилищами, прожекторами для освещения городов, ретранслирующими станциями радио- и телепередач. И только время от времени работники отдела путевого хозяйства службы межпланетных сообщений будут посещать их на своих быстроходных космических кораблях с надписью на борту «Служебный» и осматривать все эти искусственные космические тела, созданные человеком и поставленные им себе на службу.

Как правило, высоту орбиты спутника будет целесообразно избирать так, чтобы в течение суток спутник для удобства наблюдений совершал целое число полных оборотов вокруг Земли. Так, например, при высоте 557 километров спутник облетит вокруг Земли 16 раз, пока Земля совершит один оборот вокруг своей оси (полуторачасовая орбита); при высоте 1669 километров— 12 раз (двухчасовая орбита) и т. д.

Для запуска простейших орбитальных ракет достаточен ракетный поезд из трех или четырех ступеней, с двигателями, работающими на обычных, известных уже сейчас топливах. Создание таких поездов вполне возможно при современном уровне развития реактивной техники, в частности, в этом отношении приемлемы и уже достигнутые величины относительного запаса топлива на ракете, характеризующего уровень ее конструктивного совершенства.

Для того чтобы ракета, стоящая на Земле, превратилась в искусственный спутник, необходимо, очевидно, затратить какую-то энергию. Эта энергия будет израсходована на то, чтобы поднять ракету на высоту ее орбиты, сообщить ей нужную круговую скорость по орбите, пробить «панцырь» атмосферы, то-есть преодолеть сопротивление воздуха, возместить различные другие потери энергии, неизбежные в таком полете. Необходимая для всех этих целей энергия должна быть заключена в топливе, запасенном на ракете. Какова же должна быть величина этой энергии?

Если бы ракета летела в свободном пространстве, где нет ни воздуха, ни силы тяжести, то вся энергия топлива, запасенного на ракете, расходовалась бы только на разгон ракеты, на увеличение скорости ее полета. В таком случае конечная скорость ракеты была бы, очевидно, гораздо большей, чем скорость ракеты, взлетающей с Земли. Неудивительно, что эту скорость часто называют идеальной, чтобы показать, что в действительности достичь ее нельзя.

Обычно в астронавтике запас топлива на ракете, необходимый для совершения какого-нибудь межпланетного полета, оценивают именно величиной идеальной скорости. Чем сложнее и труднее полет, чем больше энергии нужно затратить на его осуществление, тем больше топлива нужно запастись на ракете, и, значит, тем больше должна быть идеальная скорость ракеты.

Если ракета должна стать искусственным спутником Земли, то величина необходимой идеальной скорости ракеты будет зависеть главным образом от высоты ее орбиты над Землей. Расчеты показывают, что эта скорость растет от 8 до примерно 13 километров в секунду, когда высота орбиты растет от нуля до 35 тысяч километров.

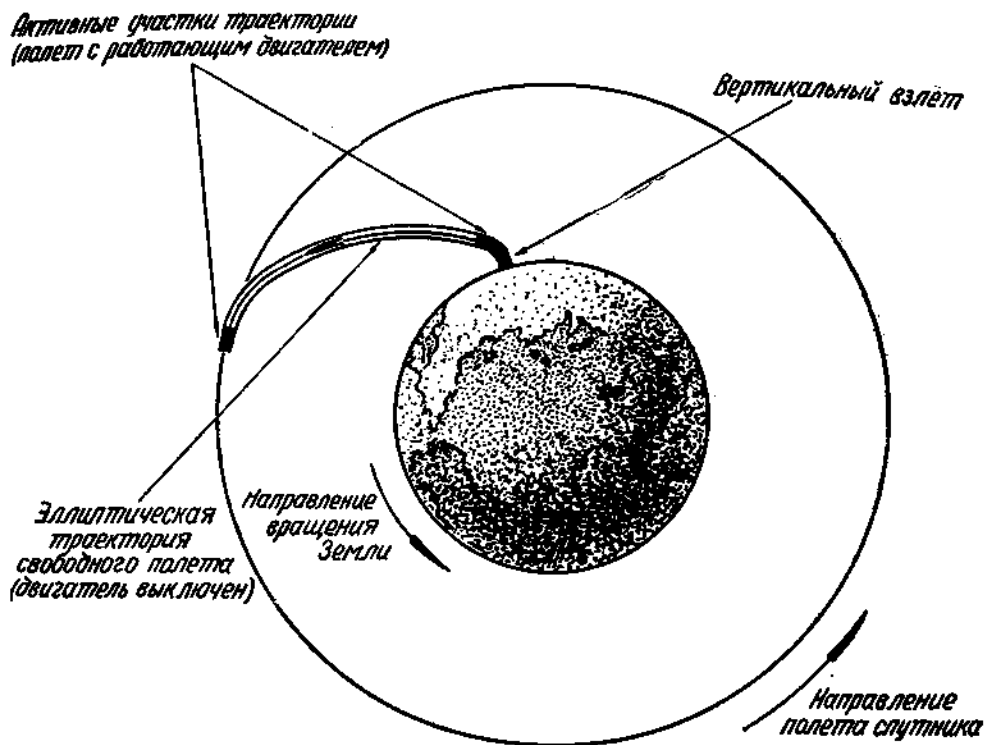
Методы, которыми можно воспользоваться для достижения необходимой скорости, известны, они определяются формулой Циолковского,— это увеличение скорости истечения газов из жидкостного ракетного двигателя ракеты и увеличение относительного запаса топлива на ракете.

Вспомните еще раз дальнюю ракету, описанную в главе 6. Отношение взлетной и конечной масс этой ракеты равно 3,25, а скорость истечения — примерно 2100 метров в секунду. Формула Циолковского показывает, что ракета, которая могла бы стать спутником, обращающимся вокруг Земли на высоте до 500 километров, должна иметь при указанном отношении масс скорость истечения газов порядка 7000 метров в секунду, что недостижимо для современной реактивной техники. При сохранении величины скорости истечения, равной 2100 метров в секунду, соотношение масс должно равняться примерно 60, что может быть, хоть и не без труда, осуществлено с помощью трех- или четырехступенчатой ракеты.

Полет такой ракеты на орбиту будет, вероятно, похожим на полет упомянутой дальней ракеты. Ракета взлетит вертикально; затем на некоторой высоте начнется полет под углом к горизонту, пока не будет достигнута скорость, достаточная для того, чтобы при дальнейшем полете ракеты с выключенным двигателем была достигнута заданная орбитальная высота. После этого двигатель снова включается, чтобы скорость ракеты в полете по орбите стала круговой. Таким образом, двигатель в этом случае работает в течение короткого времени, но дважды — в начале и в конце пути¹.

Чтобы использовать скорость, которую Земля имеет в своем вращении вокруг оси, полет спутника по орбите должен осуществляться в том же направлении, что и вращение Земли, то-есть с запада на восток. Максимальный выигрыш в скорости может быть при этом получен на экваторе и равен примерно 465 метрам в секунду. Чем больше географическая широта точки взлета ракеты, тем этот выигрыш меньше. Полет в противоположном направлении настолько же увеличивает необходимую идеальную скорость. При взлете с полюса направление полета, конечно, вообще не сказывается на величине идеальной скорости.

¹ Можно осуществить запуск спутника и иначе—например, первоначальный подъем ракеты произвести с помощью аэростата или самолета, а последний толчок (разгон до орбитальной скорости) создать путем взрыва специального заряда на ракете.



Траектория полета орбитальной ракеты.

Создание орбитальных ракет-спутников минимального размера уже в настоящее время не только вполне возможно, но и не связано с какими-либо особенными трудностями. В простейшем случае на такой ракете должны быть установлены лишь приборы, необходимые для управления ее полетом; полезная нагрузка ракеты в этом случае равна нулю.

По одному из проектов с помощью трехступенчатой ракеты общим весом при взлете 17 тонн¹ можно создать искусственный спутник длиной 3 метра, диаметром 0,5 метра и весом 70 килограммов, который будет обращаться вокруг Земли по орбите на высоте 800 километров. Можно создать спутники еще меньшего размера. Так, по сообщению Национальной Академии наук США, в течение международного геофизического года, который будет продолжаться с июля 1957 по декабрь 1958 года, будут предприняты попытки запуска автоматических искусственных спутников величиной всего с баскетбольный мяч. На них предполагается установить приборы для наблюдения за явлениями в земной атмосфере и во вселенной.

¹ По другим расчетам, взлетный вес такой ракеты при современных топливах должен равняться 100 тоннам.

Эти спутники должны обращаться вокруг Земли в течение нескольких дней на высоте 350—500 километров со скоростью примерно 30 тысяч километров в час.

Академик Л. И. Седов, председатель Междуведомственной комиссии Академии наук СССР по координации исследовательских работ в области межпланетных сообщений, подчеркнул, что, с технической точки зрения, возможно создание спутника больших размеров, чем это указывается в сообщении Академии наук США, и отметил, что осуществления советского проекта можно ждать в сравнительно недалеком будущем¹.

Интересно, насколько усложняет задачу наличие хотя бы незначительной нагрузки на спутнике. Если установить на рассмотренном выше полуметровом спутнике небольшое число самых важных приборов общим весом 100 килограммов, то, оказывается, эта полезная нагрузка в 100 килограммов увеличивает взлетный вес ракетного поезда почти в 4 раза — с 17 до 65 тонн. Понятно, почему на автоматическом спутнике должно быть установлено исключительно легкое оборудование. Особые возможности в этом отношении открывают, кстати сказать, последние достижения радиоэлектроники, связанные с заменой обычных вакуумных электронных ламп металлическими полупроводниковыми приборами, имеющими ничтожно малые размеры и вес и потребляющими очень мало электроэнергии.

В такой ракете отношение взлетного веса поезда к весу полезной нагрузки равнялось бы 650. Однако это отношение в будущем может быть уменьшено, что, естественно, чрезвычайно важно. Считают, что развитие реактивной техники позволит осуществить трехступенчатую ракету, в которой на каждую тонну полезной нагрузки последней ступени, то-есть спутника, будет приходиться при взлете примерно 200 тонн. Для этого необходим прогресс как в отношении применяющихся топлив, так и в отношении конструкции ракет.

Первые орбитальные ракеты с людьми будут, вероятно, во многом подобны автоматическим спутникам. Совершив в течение некоторого времени свои полеты вокруг Земли, эти ракеты будут садиться на Землю. Такая посадка потребует наличия крыльев для планирующего полета в атмосфере и некоторого запаса топлива — для перехода в планирующий полет и торможения при посадке.

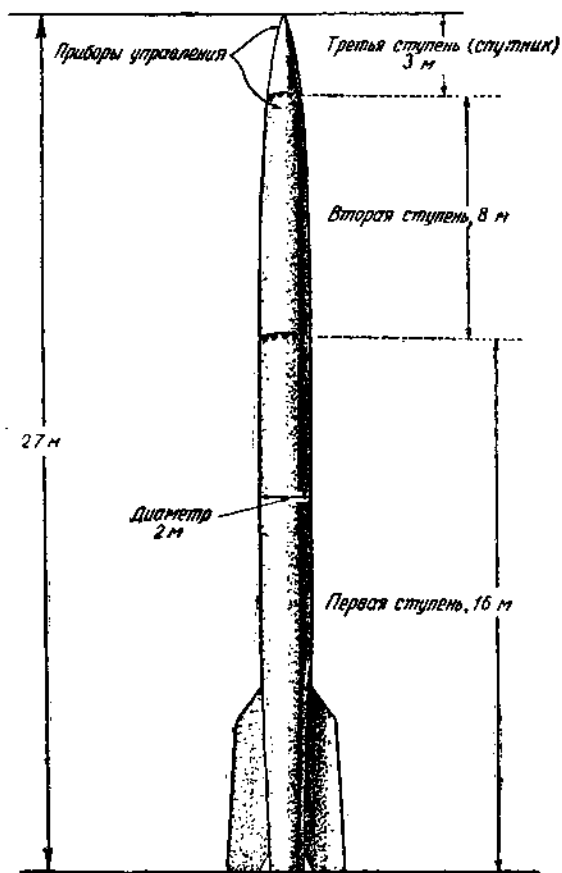
Если увеличить число ступеней ракетного поезда, то его взлетный вес уменьшится при той же величине полезной нагрузки последней ступени, то-есть орбитальной ракеты. Так, по одному из проектов, при величине полезной нагрузки орбитальной ракеты

¹ Проблемы создания искусственного спутника рассматриваются в Секцией астронавтики Центрального аэроклуба СССР, общественной организацией ученых, инженеров, студентов—энтузиастов астронавтики в нашей стране.

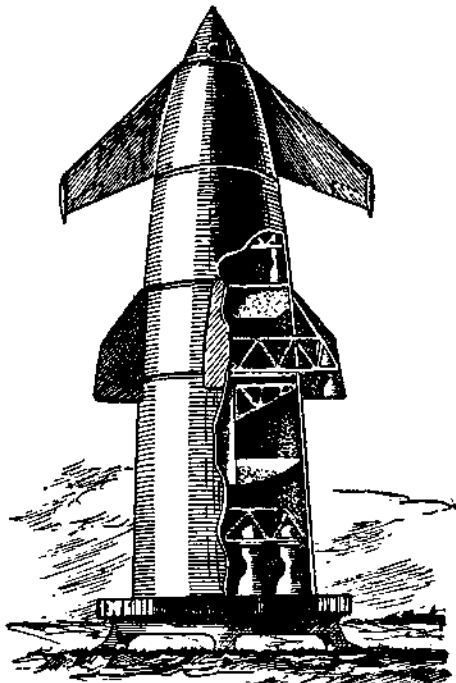
в 3,5 тонны взлетный вес поезда из четырех ступеней должен равняться 870 тоннам (отношение взлетного веса к полезной нагрузке — 250). Длина этого поезда 35 метров, максимальный диаметр 11 метров, общее время работы всех двигателей 844 секунды, с расходом 710 тонн топлива. В этом случае топливом должна служить азотная кислота с гидразином при скорости истечения в вакууме, равной 3000 метрам в секунду. Первые две ступени такого поезда спускаются на Землю на парашютах и могут быть использованы повторно; третья падает на Землю и разбивается; последняя становится спутником на высоте 1669 километров, которой соответствует период обращения 2 часа. Эта, последняя, ракета может иметь крылья, если на ней находятся люди и предполагается ее посадка на Землю.

Создание постоянного спутника с людьми, целой межпланетной станции, — конечно, задача неизмеримо большей трудности, чем запуск простых орбитальных ракет. Такая станция, снабженная всем необходимым, должна весить сотни, а может быть, и тысячи тонн. Вряд ли можно рассчитывать на то, что подобную станцию можно построить на Земле и забросить с помощью ракет на орбиту, находящуюся на высоте сотен или тысяч километров. Подобный поезд весил бы при взлете сотни тысяч тонн. Очевидно, такую станцию нужно будет построить на Земле, испытать, а затем снова разобрать на части и отправить ракетами на орбиту, где и будет осуществлена сборка станции.

Такое «строительство» в мировом пространстве будет представлять собой небывалую задачу, гигантскую по размаху, необычную по трудностям. Нужно будет не просто создать новое небесное тело, младшую сестру Луны, но еще полностью приспособленное для жиз-



Последняя ступень этой трехступенчатой ракеты может стать спутником Земли.



Проект четырехступенчатой орбитальной ракеты с полезной нагрузкой спутника, равной 3,5 тонны.

ни людей, заселенное. Путь, размеры и скорость движения этого небесного тела будут заданы человеком. И каким это будет торжество материалистической науки! Это светило появится не в стеклах телескопов, направленных астрономами на небо, — оно появится сначала на... чертежных досках инженеров и архитекторов, будет построено на «заводе малых Лун» и смонтировано в межпланетном пространстве.

Создание этого небывалого в истории строительной техники «сооружения без фундамента» будет вестись, вероятно, много месяцев, а может быть, и не один год. Сотни, а может быть, и тысячи грузовых ракет будут доставлять к месту заатмосферной стройки все необходимое оборудование и части станции. Строители станции будут жить в небольших орбитальных кораблях, составляющих вместе своеобразный жилой поселок, мчащийся в мировом пространстве в непосредственной близости от стройки. На работу строители «Заатмосферстроя» будут вы-

ходить в своей космической спецодежде — описанных выше межпланетных костюмах, снабженные необходимым инструментом. Вероятно, будет целесообразно снабдить монтажников и специальной обувью с электромагнитными подошвами, чтобы они могли стоять на поверхности будущего спутника.

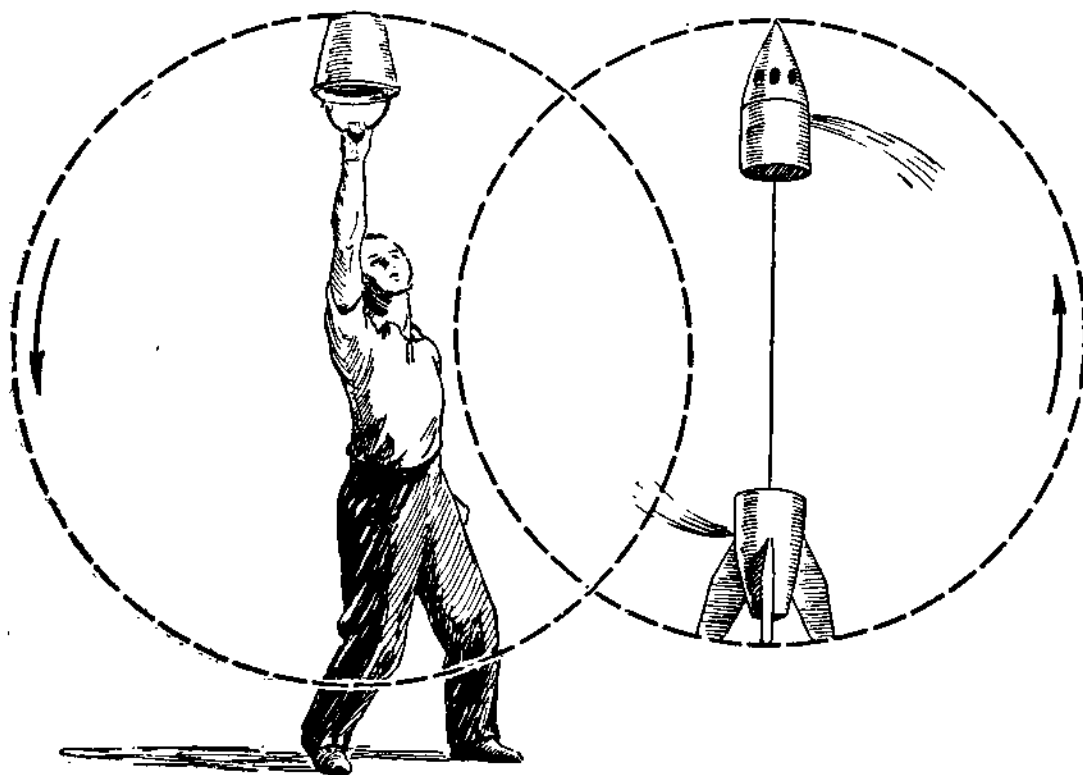
Не следует преуменьшать трудностей создания такого искусственного спутника. Если запуск с Земли небольших орбитальных ракет, как автоматических, так и с людьми, вполне может быть осуществлен уже в настоящее время, то этого никак нельзя сказать о создании больших межпланетных станций, которые, как указывалось выше, должны сооружаться за пределами атмосферы — в мировом пространстве. Такое строительство связано не только с огромными техническими трудностями, но и с трудностями принципиального, астрономического характера.

С этими трудностями очень непросто справиться, и строителям острова у берегов Земли придется проявить немало изобретатель-

ности и искусства. Много будет у них хлопот. И все же, конечно, создать такие спутники удастся, как бы ни были мрачны пессимистические утверждения некоторых ученых.

По-разному представляют себе различные ученые, инженеры и изобретатели внешний вид и устройство межпланетной станции — в виде цилиндра с полусферами на концах (Циолковский), конструкции из четырех частей, соединенных фермами (Кондратюк), шара, колеса, сигары, различных сложных геометрических тел. Но при этом все стремятся преодолеть невесомость на спутнике, создать искусственное ощущение тяжести, используя для этого единственно возможное средство — вращение. По существу, то же физическое явление, которое лишает спутника тяжести, снова используется для того, чтобы восстановить эту тяжесть.

В главе 3 уже шла речь об инерционных перегрузках, возникающих, когда скорость движения резко изменяет свою величину или направление. Эти перегрузки могут во много раз увеличить наш вес, когда происходит взлет космического корабля, но они же



Искусственная тяжесть создается вращением.

могут и восстановить вес, когда он исчезает на спутнике. Для этого надо заставить спутник вращаться так, чтобы возникающее при таком вращении ускорение было равно ускорению земного притяжения. Впрочем, это ускорение может быть и меньшим, тогда вес на искусственной планете будет меньше земного и равен, допустим, весу на Марсе или Луне. Идея создания искусственной тяжести в виде силы инерции, возникающей при вращении, принадлежит также Циолковскому.

Надо сказать, что вращение спутника связано со многими неудобствами — его конструктивным усложнением, затруднениями в отношении ведения научных наблюдений, в особенности астрономических, и другими. Только доказанная на опыте необходимость в создании искусственной тяжести, для того чтобы человеческий организм мог нормально функционировать в течение длительного времени, заставит пойти на введение такого вращения.

Одной из наиболее напрашивающихся форм спутника является шар: он потребует наименьшего расхода конструкционных материалов и предоставит ряд других удобств. Шар диаметром 20 метров должен делать 5—10 оборотов в минуту вокруг своей оси, чтобы вес на нем (у «экватора») равнялся земному или был вдвое меньше его.

Популярна идея создания спутника в виде огромного колеса, «бублика», или тора, как называют тело такой формы в геометрии. Это колесо может иметь сравнительно большой диаметр, 60—70 метров, и поэтому вращаться относительно своей оси с небольшой скоростью — например, со скоростью секундной стрелки. Для обитателей такого колеса его внешний обод был бы полом, а внутренний — потолком.

Имеются предложения построить спутник в виде гигантских гантелей, вроде применяющихся для тренировки спортсменов. Две большие пассажирские кабины (или только одна из них пассажирская) соединены в этом случае трубой и вращаются вокруг общего центра тяжести. Иногда соединительная труба между пассажирскими кабинами заменяется просто тросами, как это предложил еще Циолковский.

Монтаж массивных конструкций спутника в мировом пространстве будет во многом облегчен отсутствием веса — не понадобятся ни подъемные краны, ни блоки, ни строительные леса. Однако надо все время помнить о том, что отсутствие тяжести не делает части спутника менее массивными. Забывшему о законе инерции монтажнику может не поздоровиться, если он по невнимательности окажется зажатым между двумя столкнувшимися массивными частями спутника!

Отсутствие веса не только упростит сборку спутника, но и позволит во многих случаях облегчить его конструкцию, применяя полые детали, уменьшая их поперечное сечение и т. д. Вместе с тем это позволит, например, применять астрономические приборы гораздо больших размеров, чем это возможно на Земле. Некоторые телескопы на Земле весят больше 100 тонн, так как они должны быть массивными для увеличения их жесткости, для уменьшения деформаций под действием собственного веса. На спутнике может быть собрано из частей, доставленных с Земли, а затем посеребрено и отполировано зеркало гораздо больших размеров, чем на Земле; телескоп с таким зеркалом может весить гораздо меньше, чем даже небольшие телескопы на Земле.

Одной из наиболее серьезных проблем будет снабжение спутника энергией, необходимой для работы многочисленных исследовательских установок и удовлетворения бытовых нужд его обитателей. Очевидно, обычные теплосиловые установки, используемые на Земле, для этого не годятся, ибо они нуждаются для своей работы в воздухе.

Двигатели, которые будут использоваться на спутнике, например, для привода во вращение электрического генератора, питающего многочисленные электродвигатели, должны работать на топливе, сгорающем без воздуха, то-есть таком же, на котором работают и двигатели космических ракет. Вполне возможно применение газотурбинных двигателей, работающих на продуктах сгорания таких топлив. Однако и такие двигатели полностью проблемы, конечно, не решают; ведь топливо, необходимое для их непрерывной работы, достается уж очень дорогой ценой — оно должно доставляться с Земли.

Конечно, наиболее разумным решением было бы создание на спутнике силовой установки, не нуждающейся ни в каком топливе.

Существует несколько способов решения этой задачи. Можно использовать, например, атомный двигатель, так как он расходует ничтожно малое количество топлива.

На небольших автоматических спутниках можно установить существующие уже в настоящее время атомные батарейки, использующие так называемый вольтаэлектронный эффект, благодаря которому атомная энергия непосредственно преобразуется в электрическую. Основой такой батарейки служит какое-нибудь искусственное радиоактивное вещество, излучающее электроны, например получаемый в атомных котлах радиоизотоп стронция. Для этого тонкий слой стронция наносится на поверхность полупроводника — например, специально обработанного кварца. Проходя через пластинку такого по-

лупроводника, каждый электрон, вылетевший из стронция, вызывает целый «ливень» из сотен тысяч электронов, находящихся в полупроводнике. В результате возникает электрический ток. Этот слабый ток может быть значительно усилен, если несколько подобных «атомных элементов» собрать в одну батарейку, как это и сделано в уже созданных устройствах для питания радиоприборов и других целей. Так как стронциевая атомная батарейка может работать непрерывно в течение десятков лет и имеет очень небольшие размеры и вес, то понятно, почему она представляет большой интерес для использования на автоматических спутниках. Конечно, на больших населенных спутниках должны быть установлены мощные атомные двигатели другого типа. Уже сейчас созданы атомные двигатели огромной мощности, имеющие весьма небольшие размеры; они будут очень подходящими для использования на спутниках.

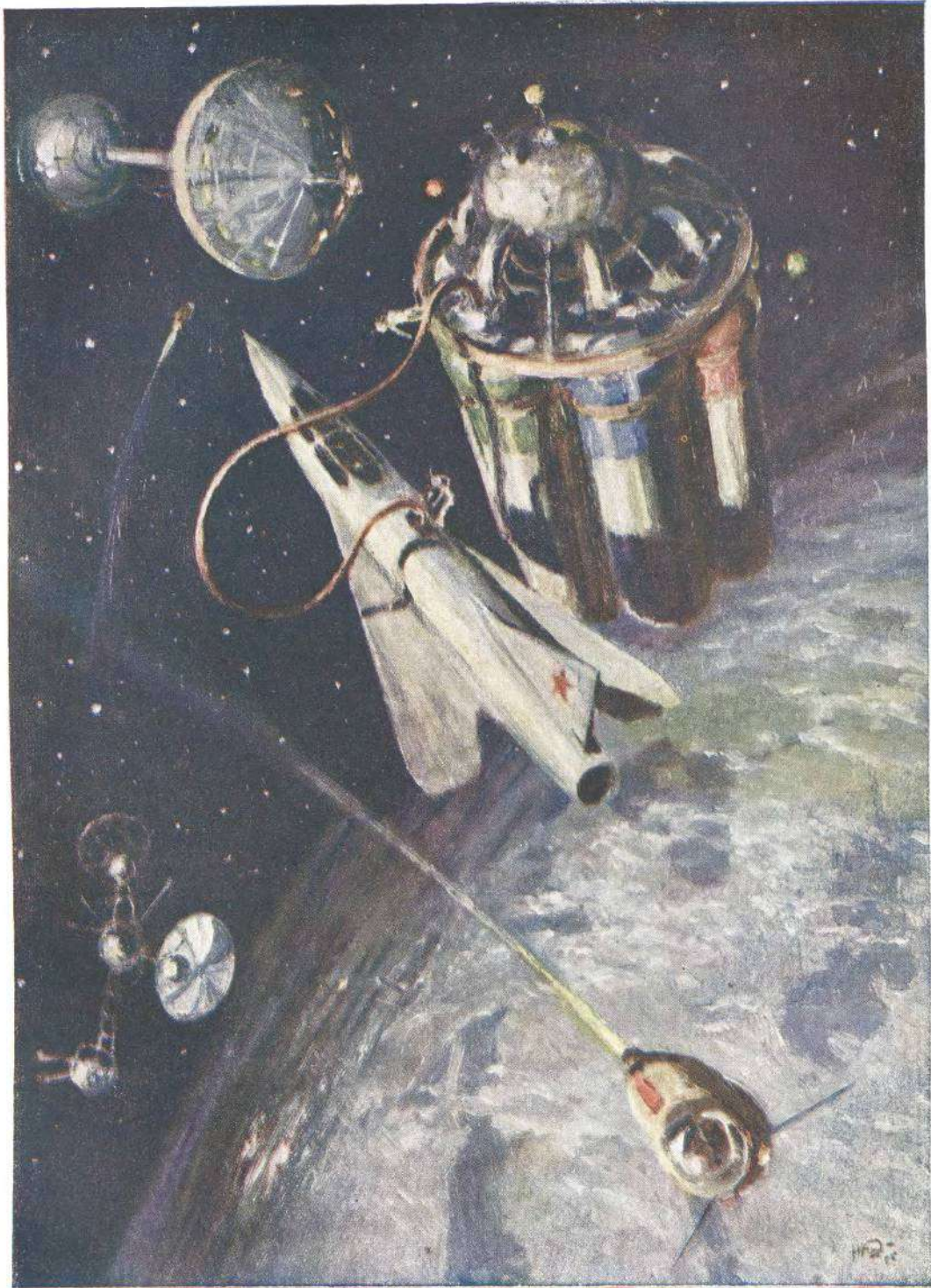
Весьма вероятным является и непосредственное использование солнечной энергии, которой так богато околосолнечное пространство. Этому способствует и то, что ночь на спутнике очень коротка. Ведь ночь на спутнике наступает тогда, когда спутник оказывается в тени, отбрасываемой Землей, для него ночь — это полное солнечное затмение.

Заманчиво было бы создать на спутнике силовую установку, в которой энергия, излучаемая Солнцем, прямо переходила бы в электрическую энергию. Наука знает, как это можно сделать, и даже не одним способом.

Так, например, можно воспользоваться для этой цели фотоэлементом, в котором световая энергия Солнца преобразуется непосредственно в электрическую. Но для этого требуется еще значительное усовершенствование фотоэлементов, дающих пока лишь очень небольшой ток.

Можно воспользоваться также термоэлементом, в котором в электрическую переходит тепловая энергия. Известно, что если спай проволок двух разных специально подобранных металлов — например, железа и сплава константан, или платины и родия, или некоторых других металлов — подогреть, а другой спай этих же проволок сохранять при меньшей температуре, то в электрической цепи, составленной из таких проволок, потечет ток. Сила этого тока зависит от того, какая пара металлов применена и какова разница температур обоих спаев: горячего и холодного. Это свойство широко используется в настоящее время для измерения температур в машинах, печах, лабораторных установках. Для этой цели создаются так называемые термопары.

Использование этого принципа для непосредственного преобразования тепловой энергии в электрическую очень заманчиво, потому



Заправка межпланетного корабля на спутнике.

что при этом во многих случаях сделались бы ненужными громоздкие и сложные тепловые двигатели. Но пока еще такой метод получения электричества на Земле применяется редко, так как он оказывается менее выгодным: удается использовать лишь небольшую часть тепла.

Другое дело в будущем, когда удастся полнее преобразовывать с помощью термоэлементов тепло в электричество.

Особые перспективы открывает использование полупроводниковых фотоэлементных и термоэлементных генераторов электрического тока, использующих энергию Солнца. Уже сейчас могут быть созданы такие генераторы, способные снабжать электроэнергией небольшой искусственный спутник.

Так, если один спай полупроводникового термоэлемента обогревать солнечными лучами, сконцентрированными отражающим зеркалом (оно может быть изготовлено из жести), а другой поместить в тень, то можно получить мощность порядка 100 ватт с 1 кв. метра поверхности зеркала. Примерно такую же мощность способен дать и фотоэлементный полупроводниковый электрогенератор.

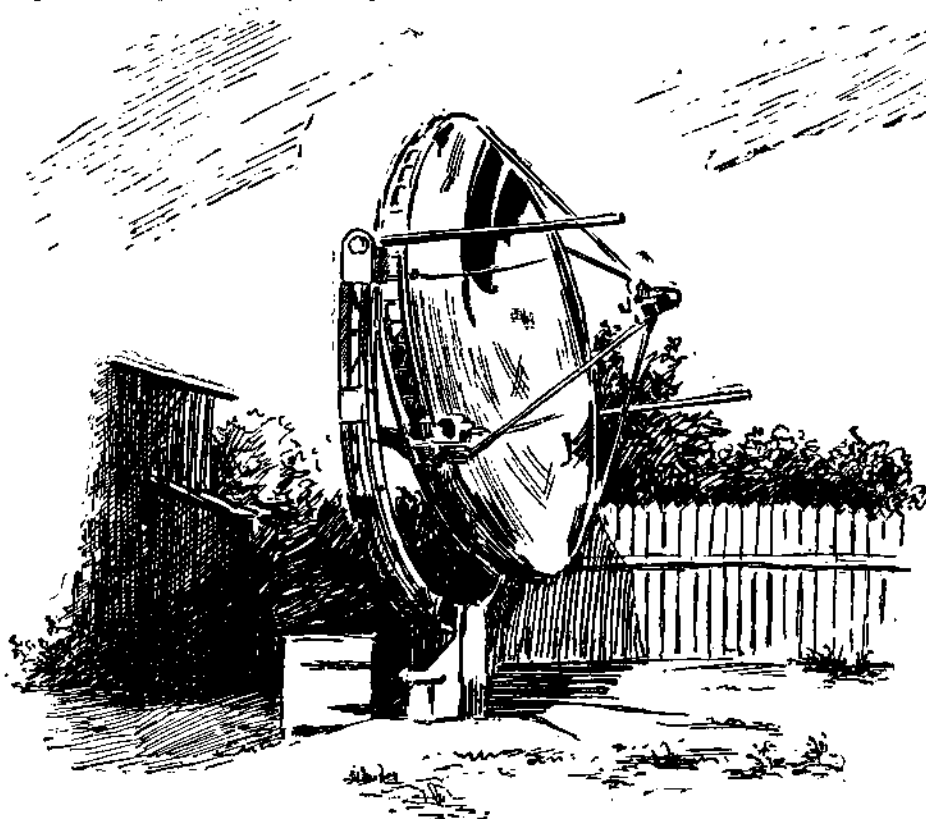
Наиболее вероятным для больших межпланетных станций, а также для автоматических спутников большого размера будет использование солнечных теплосиловых установок, подобных тем, которые все шире начинают применяться и на Земле—в частности, в южных районах нашей страны. В такой установке солнечные лучи собираются зеркалом и направляются на паровой котел, установленный в фокусе этого зеркала. Жидкость, текущая в трубках котла, например вода или ртуть, испаряется и направляется в паровую турбину, которая приводит в движение электрический генератор.

В конденсаторе отработанный пар снова превращается в жидкость, благодаря чему рабочая жидкость не расходуется, а все время циркулирует в замкнутом контуре. Расчеты показывают, что такая установка в настоящее время будет более эффективной, чем любая другая, возможная на спутнике. Мощность установки может быть самой различной: от 1—2 киловатт для небольших автоматических спутников до тысяч киловатт для огромных межпланетных станций.

Такую солнечную установку можно смонтировать непосредственно на спутнике, например, в центре колеса, о котором шла речь выше. Однако в этом случае возникают некоторые трудности, связанные с вращением спутника: ведь зеркало должно все время «смотреть» на солнце. Можно думать, что если вращение спутника для создания искусственной тяжести окажется все же необходимым, то многие подсобные предприятия межпланетной станции будут размещены не на самом спутнике, а неподалеку от него. Тогда спут-

ник со всем своим «населением» может вращаться сколько ему угодно — он будет лишь центром целого межпланетного поселка, небольшого архипелага островов.

Таким образом, спутник будет мчаться вокруг Земли в мировом пространстве, окруженный вспомогательными службами. Перечень этих служб может быть довольно большим. Здесь и энергостанция всего поселка — солнечная или атомная. И большое топливохранилище для межпланетных кораблей. И обсерватория. И громадное зеркало-прожектор, предназначенное для освещения Земли.



*Солнечная установка Академии наук СССР,
производящая сварку металлов.*

И радиостанции для ретрансляции радио- и телепередач, для связи с Землей, межпланетными кораблями, планетами, а также для радиоастрономических и радиолокационных наблюдений. Эти подсобные сооружения могут быть либо неподвижными, либо вращаться по своим собственным законам — например, следя за Солнцем, звездами и т. д.

Обитатели спутника будут посещать эти службы либо с помощью небольших служебных кораблей—своеобразных космических «побед» и «москвичей», либо «пешком», в соответствующих костюмах. Службы могут быть соединены между собой и со спутником кабелями для передачи энергии и другой связью. Широкие возможности открываются в этом случае для передачи энергии без проводов, так как в мировом пространстве передаваемая энергия не будет теряться и рассеиваться. Еще Циолковский предлагал использовать для этой цели потоки катодных лучей, то-есть электронов. Успехи радиолокации могут позволить осуществление передачи высокочастотной электромагнитной энергии, генерируемой с помощью радиоламп, практически без потерь, причем передаваемая энергия может быть весьма значительной, вплоть до сотен и тысяч киловатт. Невидимые лучистые потоки передаваемой таким образом энергии могут быть использованы также для питания реактивных двигателей служебных кораблей и даже небольших двигателей, которыми может быть снабжен всякий «пловец» в мировом пространстве.

Не исключена возможность, что и межпланетные корабли смогут получать таким образом необходимую им энергию от плывущих по установленным орбитам мощных автоматических солнечных энергостанций; правда, расстояния должны быть для этого сравнительно небольшими.

Можно ли будет увидеть с Земли созданные людьми искусственные спутники?

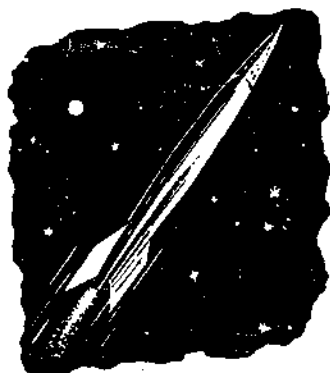
Как показывает расчет, небольшие спутники, диаметром около метра, можно будет видеть не только в телескоп или подзорную трубу, но, при благоприятных атмосферных условиях, и невооруженным глазом, если они находятся невысоко над Землей.

Спутники диаметром в несколько десятков метров можно будет видеть невооруженным глазом, даже если они будут находиться на суточной орбите, то-есть на высоте более 35 тысяч километров. Лучше всего спутник будет виден в сумерках, до восхода и после захода солнца — быстро передвигающаяся по темному небу блестящая звездочка, искрящаяся в лучах невидимого на Земле Солнца.

Спутник, находящийся на высоте 800 километров, будет пересекать небо всего за 15 минут. В бинокль можно будет видеть и «свиту» главного спутника: мчащийся в небе межпланетный поселок крупнейшую лабораторию ученых и станцию отправления межпланетных кораблей.

А какое красивое зрелище откроется земным жителям в праздничные дни, когда их далекие собратья на многочисленных искусственных светилах зажгут торжественные огни расцветивания всего

своего «флота мирового пространства»! Переливающиеся различными красками, сияющие то вспыхивающими, то вновь угасающими огнями разноцветных прожекторов, искусственные звезды будут во всех направлениях с различной скоростью пересекать вечернее небо. Будет казаться, что само загадочное мировое пространство, вся вселенная салютует народу-победителю, строящему коммунизм.



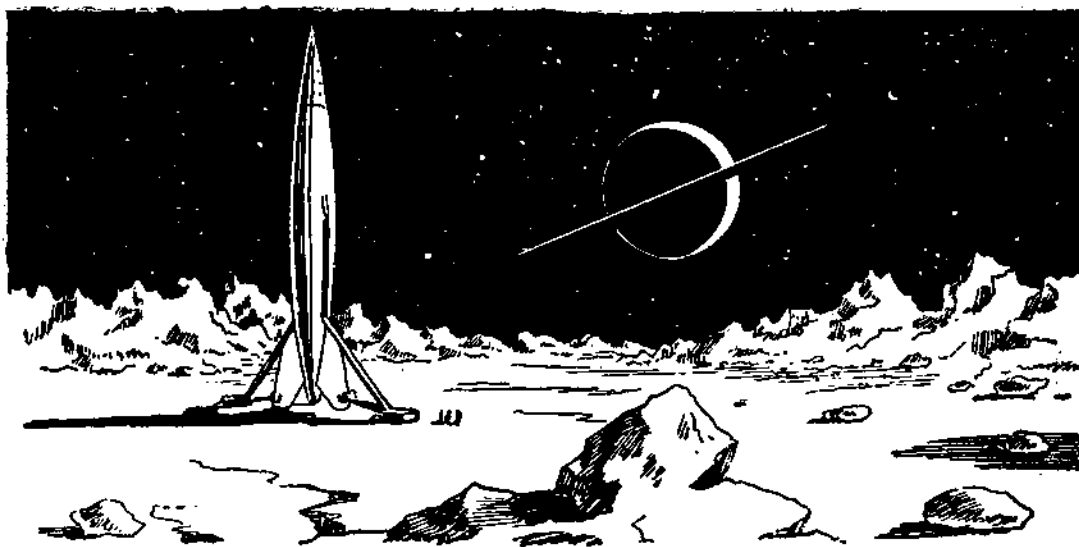


Часть четвертая

„ОСВОЕННЕ“

ВСЕЛЕННОЙ





Глава 13

ПЕРВАЯ ЦЕЛЬ — ЛУНА

...человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство.

К. Э. Циолковский

Можно не сомневаться в том, к какой цели прежде всего направят свой путь межпланетные корабли, — этой целью будет второе светило неба, красавица Луна. И не потому, конечно, что она воспета поэтами, что к ней прикована фантазия людей уже с незапамятных времен. Выбор маршрута первого межпланетного полета определяется гораздо более прозаическими соображениями: Луна — ближайшее к Земле небесное тело, полет на Луну — самый простой из всех межпланетных полетов.

Луна движется вокруг Земли по эллиптической орбите, близкой к кругу. Расстояние от центра Земли до апогея лунной орбиты, то-

есть до точки этой орбиты, наиболее удаленной от Земли, равно 407 тысячам километров, а до перигея, то-есть наиболее близкой точки лунной орбиты, — примерно 356 тысячам километров. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно примерно 384 тысячам километров¹. Когда Луна ближе всего к Земле, то между ними по прямой может уместиться всего 27 земных шаров. Полет самолета по прямой от Земли к Луне соответствовал бы по протяженности примерно девяти кругосветным перелетам.

Расстояние от Земли до Луны ничтожно по космическим масштабам — оно в сотни раз меньше, чем до других, даже ближайших к Земле небесных тел. Это обстоятельство и является решающим при выборе Луны в качестве первого пункта назначения полета в мировое пространство.

Меньшее расстояние от Земли — это прежде всего меньшая продолжительность межпланетного полета, а значит, и многим меньшие трудности и опасности, связанные с таким полетом. Это преимущество будет особенно важным в первое время, когда все «риффы» и «подводные течения» океана мирового пространства еще будут недостаточно хорошо знакомы капитанам и штурманам межпланетных кораблей.

Второе преимущество небольшого расстояния до Луны не является столь очевидным, но в действительности играет очень большую роль. Полет на Луну — это единственный пример полета с Земли, когда расстояние межпланетного корабля от Солнца меняется в полете столь незначительно, что этим изменением можно пренебречь. Но это значит, что притяжение к Солнцу практически не будет оказывать никакого влияния на полет корабля², влияния, которое оказывается решающим в случае более дальних полетов на планеты. В частности, это значит, что любой корабль, подготовленный к полету на Луну, может стартовать практически в любое время, в любую минуту, не дожидаясь особо выгодного взаимного расположения станций отправления и назначения, как это оказывается необходимым в случае полета на планеты. Это же относится и к обратному полету на Землю. Поэтому в будущем, когда межпланетные полеты станут заурядным явлением, будут такими же будничными, как и полеты самолетов на земных авиалиниях, пассажирские корабли, скажем, Москва — Луна, будут курсировать с такой же регулярностью, как скорые поезда Москва — Сочи. Полеты же

¹ Диаметр Солнца почти вдвое больше диаметра лунной орбиты, так что эта орбита находилась бы глубоко в недрах Солнца, если бы Земля оказалась в его центре.

² Изменение силы притяжения к Солнцу в полете Земля — Луна будет менее 1 процента; оно должно быть учтено только при точных расчетах.

на Марс или Венеру будут скорее напоминать проход кораблей по Северному морскому пути, в котором участвует сразу целый караван судов, используя для этого наивыгоднейшее время года.

На первый взгляд может показаться, судя по обычным земным представлениям, что сравнительно небольшое расстояние, которое должно быть пройдено межпланетным кораблем в полете на Луну, в сотни раз меньше, чем в любом другом межпланетном полете, дает еще одно очень важное, если не решающее, преимущество — оно требует меньшего расхода топлива. Может показаться, что в связи с необходимостью большого расхода топлива в настоящее время возможны лишь межпланетные полеты на сравнительно небольшие расстояния — в частности, полет на Луну,—а более дальние полеты на планеты пока невозможны.

Однако такое впечатление было бы ошибочным. В любом земном путешествии, все равно — по суше, воде или воздуху, чем больше расстояние, которое мы должны проехать, тем больше количество расходуемого топлива, потому что двигатель автомобиля, парохода или самолета работает в течение всего времени путешествия. Иначе получается в межпланетном путешествии. Здесь во много раз более дальний полет может потребовать во много раз меньшего количества топлива — в этом заключается одна из особенностей полета в мировом пространстве. В межпланетном полете двигатель корабля работает, расходуя топливо, лишь ничтожную часть общего времени полета. Во все остальное время двигатель остановлен, и корабль летит за счет накопленной при работе двигателя кинетической энергии. Примерно так поступают шоферы, когда они ездят «с накатом» — сначала автомобиль разгоняют, а потом двигатель выключают, и машина идет за счет приобретенной скорости. Только в случае межпланетного полета такой «накат» осуществляется обычно всего 1—2 раза, в начале пути и при необходимости изменить направление или скорость движения корабля.

Расход топлива в межпланетном полете определяется поэтому не проходным расстоянием, а другими факторами, главным образом тем, какие поля тяготения приходится преодолевать кораблю в полете, и, значит, тем, какой массой обладает небесное тело, к которому совершается полет. А в этом отношении Луна — далеко не идеальная цель из-за своей сравнительно большой массы. Неудивительно, что путешествие на Луну потребует большего расхода топлива, чем некоторые другие межпланетные полеты на расстояния. в десятки и сотни раз большие,— например, полет на многие астероиды.

Луна является совершенно своеобразным небесным телом, исключением в семье спутников планет солнечной системы — семье, насчи-

тывающей, кроме Луны, 30 известных членов¹. Это отличие заключается в том, что Луна — спутник-гигант, она гораздо ближе по размерам и по массе к своей планете — Земле, чем какой-либо другой спутник². Диаметр Луны меньше земного всего примерно в $3\frac{3}{4}$ раза, он равен 3476 километрам. В этом отношении другие спутники сильно уступают Луне. Спутник Нептуна — Тритон меньше своей планеты в 10 с лишним раз³, первый спутник Урана, Титания, — примерно в 30 раз, спутники Марса, Юпитера и Сатурна меньше своих планет в сотни раз. Примерно такое же соотношение и в величинах масс спутников. Масса Луны меньше массы Земли примерно в 81,5 раза, масса Тритона меньше массы Нептуна в 290 раз; массы спутников Юпитера и Сатурна меньше массы своих планет в десятки и сотни тысяч раз.

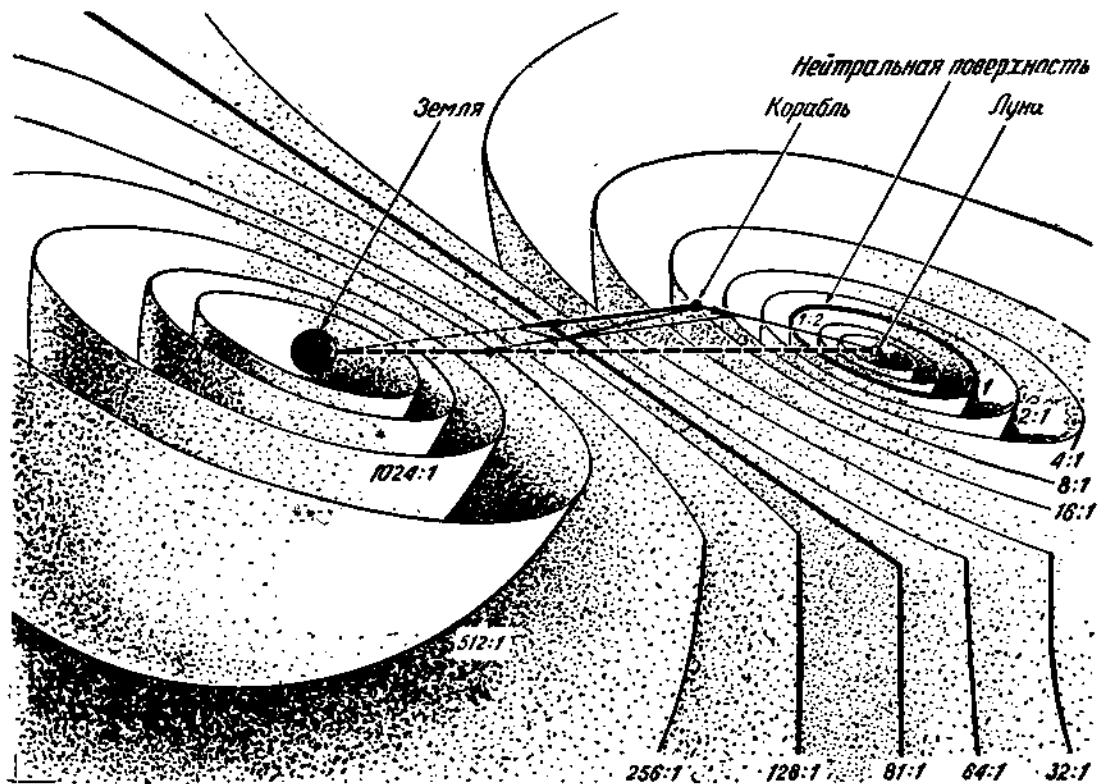
Мы можем, если угодно, гордиться такой «исключительностью» пары Земля — Луна и той редкой по красоте картиной, которая предстанет перед глазами будущих межпланетных путешественников, наблюдающих эту «двойную звезду» с борта космического корабля где-нибудь на трассе Земля — Венера. Однако, с точки зрения интересов астронавтики, мы не можем не пожалеть о том, что Земля так велика и что мы живем, например, не на Марсе, масса которого в 10 раз меньше земной. Точно так же мы не можем не пожалеть и о том, что Луна так велика и что мы не имеем крохотного, недалеко расположенного спутника, подобного, например, марсианским Фобосу и Деймосу, диаметр которых равен всего 15 и 8 километрам и которые находятся от Марса на расстоянии всего 9380 и 23 500 километров. Если бы мы жили на Марсе, не говоря уже о Меркурии, то, пожалуй, межпланетные корабли уже бороздили бы безбрежные дали мирового пространства: скорость отрыва от Марса, равная всего 5 километрам в секунду, без особого труда может быть достигнута современной реактивной техникой. Если бы Земля поменялась с Марсом спутниками, мы получили бы замечательные межпланетные базы, и в этом случае не было бы необходимости в сооружении искусственных маленьких «лун» только потому, что настоящая Луна «плоха» с точки зрения астронавтики.

Астронавтику не устраивает ни значительная масса Луны, из-за которой она обладает собственным полем тяготения (с ним приходится серьезно считаться), ни сравнительно большое расстояние ее от Земли.

¹ Из них второй спутник Нептуна, Нереида, был обнаружен только в 1949 году и двенадцатый спутник Юпитера — в 1951 году. Возможно, имеются еще не открытые спутники.

² По абсолютной величине спутник Нептуна — Тритон, спутник Сатурна — Титан и спутник Юпитера — Ио, Ганимед и Каллисто больше, чем Луна.

³ Диаметр Тритона определен еще неточно.



В поле тяготения Земли и Луны. Показаны поверхности, в любой точке которых отношение сил притяжения к Земле и Луне одинаково (указано цифрами).

Поле тяготения Луны как бы накладывается на земное. Если двигатель межпланетного корабля уже выключен, а сопротивление воздуха отсутствует (или мы им пренебрегаем), причем полет совершается так близко от Земли, что мы считаемся лишь с земным тяготением, то на корабль действует только одна сила тяжести, направленная к центру Земли¹. Чем ближе к Луне, тем притяжение к ней больше, и, наконец, мы вынуждены начать с ним считаться. Теперь уже на корабль действуют две силы: одна — направленная к центру Земли, другая — к центру Луны. Равнодействующая сила должна быть найдена, очевидно, по правилу параллелограмма; она уже не будет больше направлена к центру Земли, а куда-то между Землей и Луной².

¹ Конечно, действует и сила притяжения к Солнцу, но мы ею сейчас пренебрегаем.

² Пока сила притяжения к Земле больше, чем к Луне, корабль, если бы он был неподвижным, упал бы все-таки, конечно, на Землю.

Наконец в своем полете к Луне корабль, по какому бы маршруту он ни летел, обязательно достигнет такой точки, в которой обе силы притяжения, к Земле и Луне, уравниваются. Конечно, это будет гораздо ближе к Луне, чем к Земле, ибо масса Земли больше. Так как сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния, а отношение масс Земли и Луны равно примерно 81, то, очевидно, обе силы сравниваются, когда расстояния корабля до центров Земли и Луны будут относиться, как $\sqrt{81} : 1$, то-есть когда расстояние до центра Земли будет примерно в 9 раз больше, чем расстояние до центра Луны.

Очевидно, что точек, отвечающих этому условию, существует в пространстве между Землей и Луной бесконечно много, так что эти точки образуют целую поверхность. Эта поверхность обладает замечательной особенностью. Она является как бы своеобразной границей: по одну сторону от этой поверхности корабль будет падать на Землю, а по другую — на Луну.

Особенный интерес представляет одна точка этой поверхности, именно лежащая на прямой, соединяющей центры Земли и Луны: эта точка находится на расстоянии всего 38 тысяч километров от центра Луны. Очевидно, в этой точке на корабль не действуют вообще никакие силы: две равные и противоположно направленные силы не дают равнодействующей. Значит, в этой точке, которую называют критической или нейтральной, корабль, если он не обладает собственной скоростью, теоретически должен был бы находиться бесконечно долго. В критической точке вес тела равен нулю, но уже не потому, что тело не давит на опору, свободно падающую вместе с ним, как на искусственном спутнике, а потому, что на него на самом деле не действует сила притяжения.

Путешественник, который решил бы добраться до Луны по лестнице, как это рассказывается в сказках, до критической точки поднимался бы вверх головой, в самой этой точке мог бы отдохнуть, не пользуясь лестницей, а дальше должен был бы повернуться головой к Земле: теперь для него «низ» был бы уже на Луне¹.

Главный вопрос, который возникает при организации любого межпланетного полета, в том числе и полета на Луну, — это сколько понадобится израсходовать топлива. От этого, как уже было отмечено выше, зависит, возможен ли вообще данный полет и каким должен быть межпланетный корабль.

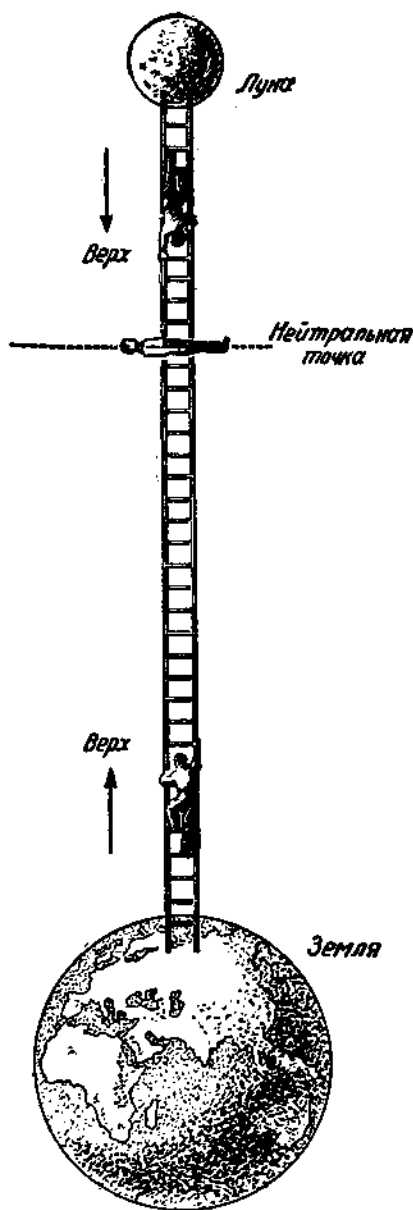
¹ Эта картина, конечно, очень упрощена — мы пренебрегли притяжением Солнца и вращением Луны вокруг Земли. В действительности, на корабль, находящийся в критической точке, будет действовать притяжение Солнца, вдвое большее, чем притяжение Земли и Луны, и он не останется в этой точке, а начнет падать на Солнце. В результате этого корабль выйдет из критической точки и упадет на Землю или на Луну, в зависимости от их положения относительно Солнца.

В случае простейших космических полетов вблизи Земли, например полетов орбитальных ракет, эта задача решается, как мы видели в предыдущей главе, сравнительно просто.

Если бы Луна не обладала собственным полем тяготения, то полет на Луну был бы таким же обычным полетом, но на большую высоту, соответствующую расстоянию Луны от Земли. Для достижения какой-нибудь точки лунной орбиты кораблю при отлете с Земли нужно было бы сообщить такую начальную скорость, чтобы его скорость в заданной точке лунной орбиты стала как раз равной нулю. Очевидно, эта скорость несколько меньше скорости отрыва, при которой скорость корабля становится равной нулю, как известно, только в бесконечности. На первый взгляд может показаться, что эта разница должна быть значительной, ведь от лунной орбиты до бесконечности еще такой длинный путь. Однако на самом деле это не так, и разница оказывается меньше 1 процента.

Притяжение к Луне меняет дело, причем в лучшую сторону, если только характер встречи ракеты с поверхностью Луны не имеет значения, как, например, будет с первыми автоматическими ракетами, которые должны будут лишь сообщить о своем столкновении с Луной, допустим, с помощью какой-нибудь яркой вспышки или столба дыма

Положительное влияние притяжения к Луне сказывается в этом случае двояко. Прежде всего ракета должна теперь достичь за счет скорости, полученной при взлете с Земли, уже не лунной орбиты, а той нейтральной поверхности между Землей и Луной, на которой притяжение к ним уравнивается. Дальнейшее движение ракеты к



«Путешествие» с Земли на Луну.

Луне будет происходить благодаря притяжению к ней — ракета просто упадет на Луну. Правда, при этом скорость ракеты в момент столкновения с поверхностью Луны достигнет примерно $2\frac{1}{3}$ километра в секунду; она будет больше скорости артиллерийского снаряда, вылетевшего из ствола самого дальнобойного орудия. Такое «прилунение» ракеты будет напоминать скорее обстрел Луны прямой наводкой. Однако, как мы условились, в данном случае это нас не беспокоит. Так как высота, которой должна достичь ракета за счет толчка с Земли, теперь меньше примерно на 40 тысяч километров, то должна быть меньше и начальная скорость ракеты. 40 тысяч километров — это около одной десятой всего пути, но поле тяготения Земли с расстоянием быстро ослабевает, и потому уменьшение начальной скорости ракеты из-за этих 40 тысяч оказывается ничтожным: оно меньше 0,1 процента.

Положительное влияние поля тяготения Луны сказывается и в том, что оно, накладываясь на земное поле, ослабляет его, уменьшая силу, с которой ракета притягивается к Земле в полете от Земли до нейтральной поверхности. Это дополнительно уменьшает необходимую начальную скорость ракеты, но тоже очень незначительно, примерно на 0,2 процента. Таким образом, положительное влияние притяжения к Луне очень невелико, и им можно пренебречь.

Зато гораздо больше трудности, с которыми связано это притяжение в тех случаях, когда нужно обеспечить плавную посадку межпланетного корабля на Луну. Чтобы корабль не разбился при посадке, его нужно затормозить таким образом, чтобы к моменту встречи с поверхностью Луны скорость корабля равнялась нулю. В этом случае недопустима даже та небольшая скорость, с которой совершает посадку самолет на аэродроме, — ведь на Луне-то посадочных площадок нет!

Так как Луна не обладает атмосферой, то торможение может быть достигнуто только с помощью двигателя самого корабля. Для этого либо корабль должен повернуться на 180° , кормой к Луне, либо спереди на нем должны быть установлены специальные двигатели для торможения. Так или иначе, реактивная тяга двигателя должна быть в этом случае направлена в сторону, обратную направлению полета, и постепенно уменьшать его скорость. Такое торможение двигателем было предложено Циолковским. Затрата энергии топлива на это торможение будет не меньше той, которая необходима для сообщения кораблю скорости отрыва от Луны, равной примерно $2\frac{1}{3}$ километра в секунду. В действительности же она будет больше, так как в общем случае корабль и Луна при встрече будут обладать различными скоростями и эта разность скоростей тоже должна будет погашаться двигателем.

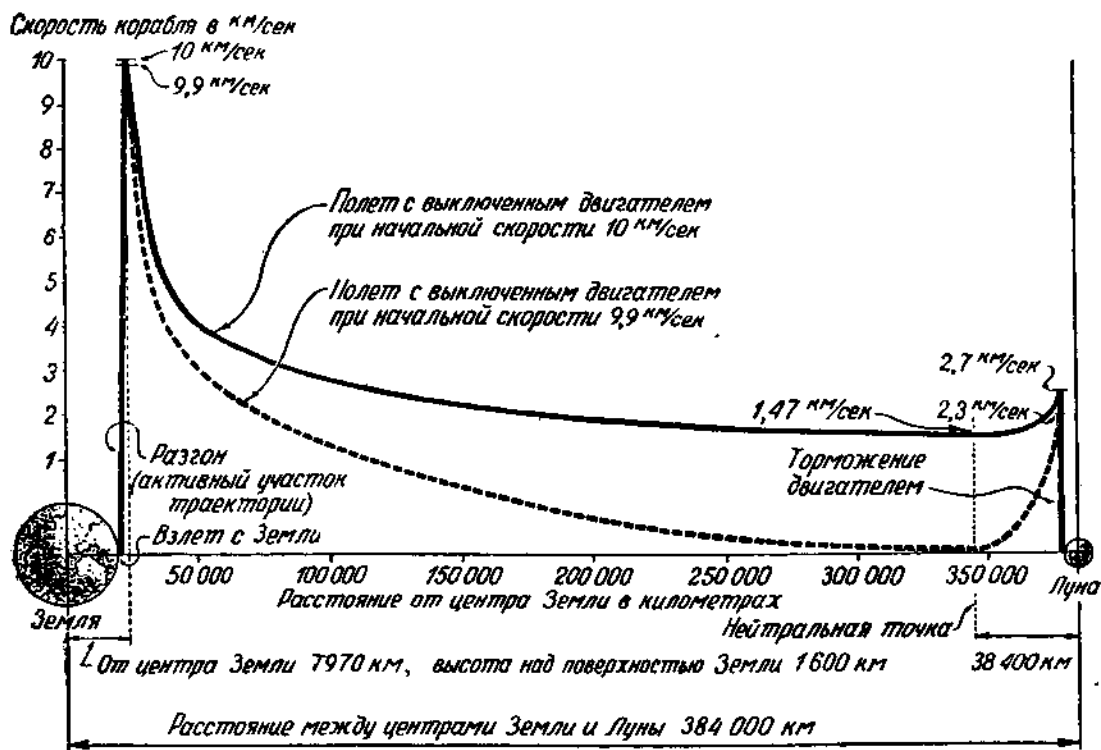


График полета Земля — Луна.

Если мы имеем в виду полет на Луну с последующим возвращением на Землю, то это же влияние поля тяготения Луны скажется второй раз при отрыве от нее. Снова придется сообщать кораблю скорость $2\frac{1}{3}$ километра в секунду, чтобы он достиг точки, с которой может начаться его падение на Землю.

Теперь мы можем примерно оценить полную величину идеальной скорости, по которой должен быть определен минимальный запас топлива на межпланетном корабле, совершающем полет на Луну и обратно:

Начальная скорость при взлете с Земли	11,5	километра	в секунду
Торможение при посадке на Луну	2,3	„	„
Взлет с Луны	2,3	„	„
Всего 16,1 километра в секунду			

Однако в действительности запас топлива на корабле должен быть гораздо больше этого минимального.

Прежде всего, скорость корабля у нейтральной точки не должна равняться нулю. Конечно, при равенстве этой скорости нулю затрата топлива будет минимальной, но зато чрезмерно возрастет длительность полета. Так, например, если скорость корабля на высоте

1600 километров будет равна 9,9 километра в секунду, то корабль пересечет нейтральную точку со скоростью, близкой к нулю¹. Если же увеличить скорость при взлете всего на 100 метров в секунду, то-есть довести ее до 10 километров в секунду, то скорость корабля в нейтральной точке будет равна примерно 1,4 километра в секунду, а общая продолжительность полета сократится при этом вдвое — со 100 до 50 часов. Вероятнее всего, корабль будет пересекать нейтральную точку со скоростью около 1 километра в секунду. Но это значит, что должны быть увеличены начальная скорость при взлете корабля с Земли, затрата энергии на торможение при посадке на Луну и начальная скорость при взлете с Луны. Общее увеличение идеальной скорости при этом можно оценить примерно в 1,5 километра в секунду. Если учесть еще неизбежные потери скорости в полете, а также необходимый резерв топлива на корабле для компенсации ошибок управления и проч., то величина идеальной скорости получается не меньше 20 километров в секунду².

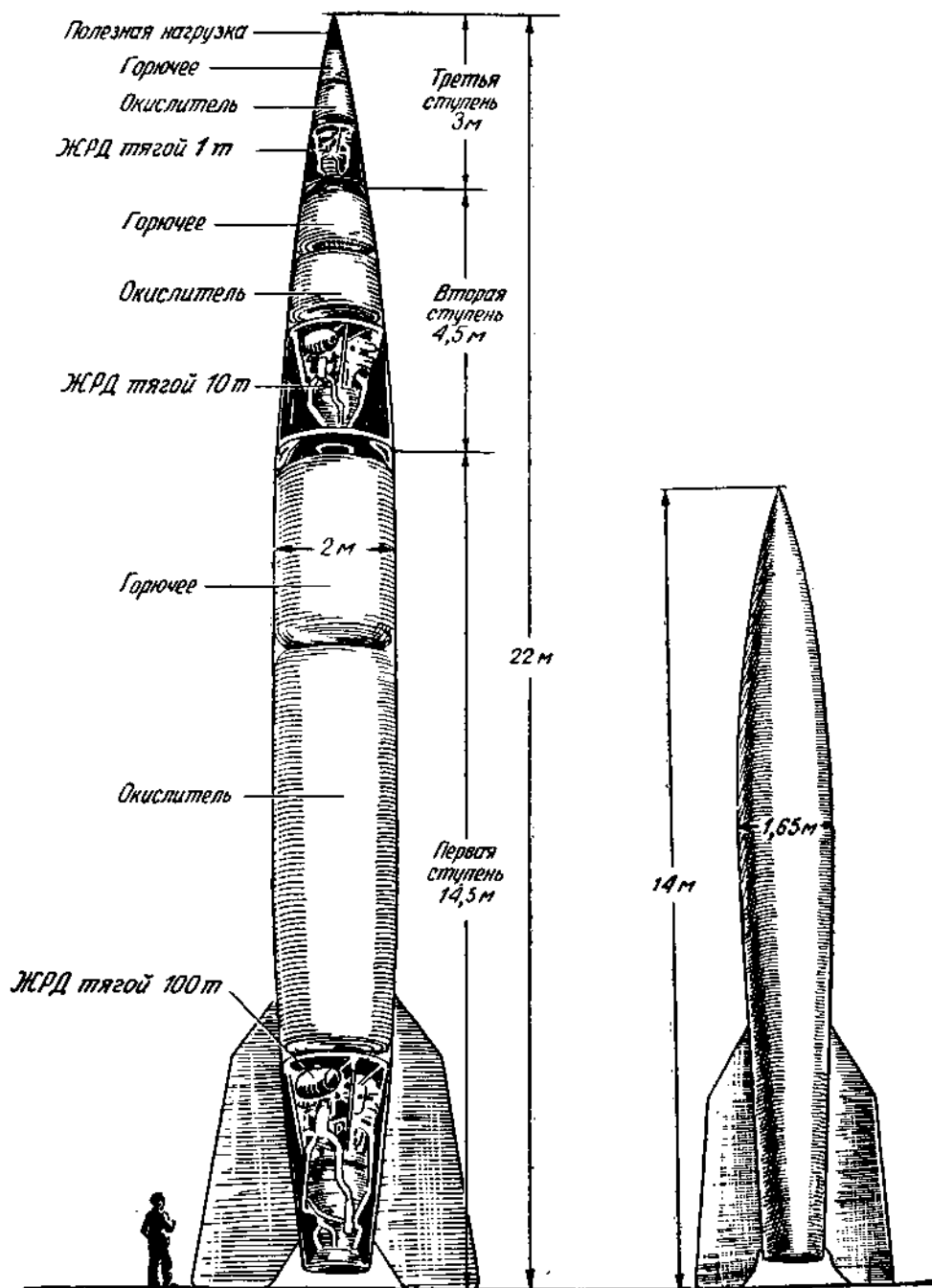
При скорости истечения газов из двигателя 3 километра в секунду формула Циолковского даст в этом случае для отношения начальной и конечной масс корабля величину около 800. Это соотношение является практически неосуществимым, и поэтому совершить такой полет на Луну при современном уровне развития реактивной техники невозможно. Увеличение скорости истечения до 4 километров в секунду, вполне возможное в будущем, уменьшило бы потребное соотношение масс корабля до 150, что уже принципиально может быть осуществлено с помощью многоступенчатого поезда, но его вес при взлете с Земли даже с ничтожной полезной нагрузкой составлял бы десятки тысяч тонн, то-есть равнялся бы весу гигантских океанских теплоходов. Вот какое пагубное влияние оказывает массивность спутника Земли, если мы хотим совершить посадку на него. Поэтому «взятие» Луны таким прямым штурмом, лобовой атакой, вряд ли удастся. Здесь будет уместнее планомерная осада, тщательная подготовка к решающему штурму.

Сначала, вероятно, на Луну будет послана ракета, задачей которой будет просто просигнализировать о своем благополучном прибытии — для этого будет достаточно нескольких килограммов пороха на ракете³. Такую ракету можно было бы послать уже сейчас.

¹ На рисунке (стр. 143) для простоты рассматривается полет по прямой, соединяющей центры Земли и Луны (подобно рис. на стр. 141), и движение Луны по орбите не учитывается.

² Более осторожная оценка, учитывающая, в частности, и торможение двигателем при посадке на Землю, дает даже большую величину идеальной скорости, равную примерно 25 километрам в секунду. Иногда называют и еще большие величины — порядка 30—32 километров в секунду.

³ Чтобы исключить всякую возможность «прозевать» момент столкновения ракеты с Луной, например из-за облачности, а также с целью создания постоянного указателя места падения ракеты, будет целесообразно наряду с порохом снабдить ракету зарядом гипса или толченого стекла. Белое пятно, которое будет образовано таким образом на темной поверхности Луны, будет всегда от-лично видно с Земли.



Трехступенчатая ракета для отправки на Луну груза в 10 килограммов.
 Справа — дальняя ракета, описанная в главе 6.

В частности, по одному из проектов, такая ракета с полезной нагрузкой 10 килограммов должна весить при взлете 50 тонн. Эта трехступенчатая ракета будет не очень многим превышать по размерам описанную в главе 6 дальнюю ракету (на рисунке, помещенном на стр. 145, эти ракеты показаны для сравнения рядом).

Затем на Луну будет послана автоматическая радиоустановка с рядом измерительных приборов. Эта установка расскажет о своих лунных «впечатлениях». Потом, возможно, к этой установке будет добавлен телевизионный передатчик — мы сможем видеть поверхность Луны в непосредственной близости.

Одним из этапов подготовки к полету на Луну будет, несомненно, облет Луны межпланетным кораблем на сравнительно небольшом расстоянии от нее, сначала опять-таки без людей, а затем и с людьми. Такой полет имел бы разностороннее значение и, в частности, позволил бы наконец заглянуть на недоступную нам до сих пор «заднюю» сторону Луны, которая никогда не видна с Земли. Для совершения такого облета придется затратить лишь немногим большую энергию, чем для простого полета к лунной орбите. Идеальная скорость в этом случае равнялась бы 13—14 километрам в секунду, что при современном значении скорости истечения около 3 километров в секунду может быть достигнуто с помощью поезда из пяти-шести ракет.

Уже на примере полета на Луну можно видеть все значение искусственных спутников Земли для межпланетных сообщений, если использовать эти спутники для заправки топливом межпланетных кораблей.

Пусть, например, на высоте 500 километров над Землей создана такая заправочная станция — топливохранилище, мчащееся вокруг Земли по круговой или слегка эллиптической орбите со скоростью 7,6—7,7 километра в секунду. В цистернах этого хранилища могут быть постепенно накоплены сотни и тысячи тонн топлива, перебрасываемого с помощью грузовых ракет-«танкеров» с Земли.

Межпланетный корабль Москва — Луна подлетает к заправочной станции и выравнивает свою скорость со скоростью этого искусственного спутника. Теперь они мчатся рядом вокруг Земли. Для разработки техники заправки топливом в мировом пространстве можно использовать значительный опыт, накопленный авиацией по заправке в полете реактивных самолетов топливом с летающих «танкеров» — тяжелых и более тихоходных самолетов. Уже сейчас имеются случаи, когда небольшие быстроходные реактивные самолеты при совершении дальних перелетов пополняют таким образом свои баки в полете, и даже не раз и не два. Для этого им при-

ходится лишь несколько снизить скорость своего полета до скорости «танкера», а затем — снова в путь.

Для полета к такой заправочной станции межпланетный корабль должен обладать, как было указано в прошлой главе, идеальной скоростью порядка 10—12 километров в секунду. После заправки двигатель корабля надо будет снова включить, чтобы увеличить скорость от круговой до скорости отрыва. Для этого, вообще говоря, надо будет улучшить наиболее выгодный момент в отношении положения спутника на его орбите¹. Скорость отрыва со спутника меньше, чем с Земли; в данном случае будем считать ее равной 11 километрам в секунду. Чтобы увеличить скорость корабля от круговой скорости 7,6 километра в секунду до скорости отрыва 11 километров в секунду, нужна добавочная скорость 3,4 километра в секунду. Идеальная скорость корабля, на которую приходится рассчитывать его запас топлива, уменьшится при этом на 8,1 километра в секунду, так как вместо непосредственного взлета с Земли, требующего скорости 11,5 километра в секунду, теперь нужна скорость 3,4 километра в секунду. Следовательно, идеальная скорость теперь будет равна не 20, а примерно 12 километрам в секунду. При скорости истечения 3 километра в секунду необходимое отношение масс корабля уменьшится соответственно с 800, как ранее, до 40—50. Как видно, заправка в пути не только позволит уменьшить необходимый запас топлива на корабле, но и вообще сделает данный полет практически осуществимым.

Можно предложить и такую схему полета на Луну с использованием заправки в воздухе, пока не созданы специальные искусственные спутники-топливозапасники. Вместо одного корабля весом, скажем, 20 тысяч тонн одновременно взлетают три ракеты весом по 600 тонн. На высоте 500 километров ракеты превращаются в спутников Земли, причем две из них заправляют третью, которая отправляется в дальнейший полет. На небольшом расстоянии от Луны этот корабль оставляет на орбите запасные баки с топливом, которые становятся на какое-то время спутниками Луны, а сам совершает на нее посадку. На обратном пути он «прихватывает» баки. Такие операции сводят к минимуму непроизводительную затрату топлива на разгон и торможение самого же топлива, что является, вообще говоря, главной бедой астронавтики.

Продолжительность полета до Луны будет зависеть от избранного маршрута и главным образом — скорости полета. Как и при путешествии по Земле, чем быстрее будет совершаться полет на Луну,

¹ Этот вопрос, как и другие, связанные с траекториями полета межпланетных кораблей, будет подробнее рассмотрен в главе 15.

тем дорожке он обойдется, так как потребует большего расхода топлива.

Наименьшая скорость, которую корабль должен иметь у Земли, чтобы достичь Луны, равна 11,1 километра в секунду. При скорости 11,2 километра в секунду корабль умчится в бесконечность, так как эта скорость есть скорость отрыва. Поэтому все орбиты корабля, целью которого является облет вокруг Луны, должны иметь начальную скорость между 11,1 и 11,2 километра в секунду. При минимальной скорости 11,1 километра в секунду корабль долетит до Луны примерно за 115 часов. Это, значит, вообще наибольшая возможная продолжительность такого полета. При скорости 11,2 километра в секунду полет будет длиться примерно 50 часов. Дальнейшее увеличение скорости будет сильно уменьшать продолжительность полета. При начальной скорости 15,2 километра в секунду она будет равна 10 часам, при скорости 21,2 километра в секунду — 6 часам. Таким образом, удвоение начальной скорости сокращает продолжительность полета почти в 20 раз. Это уже явная особенность астронавтики: на Земле так не бывает.

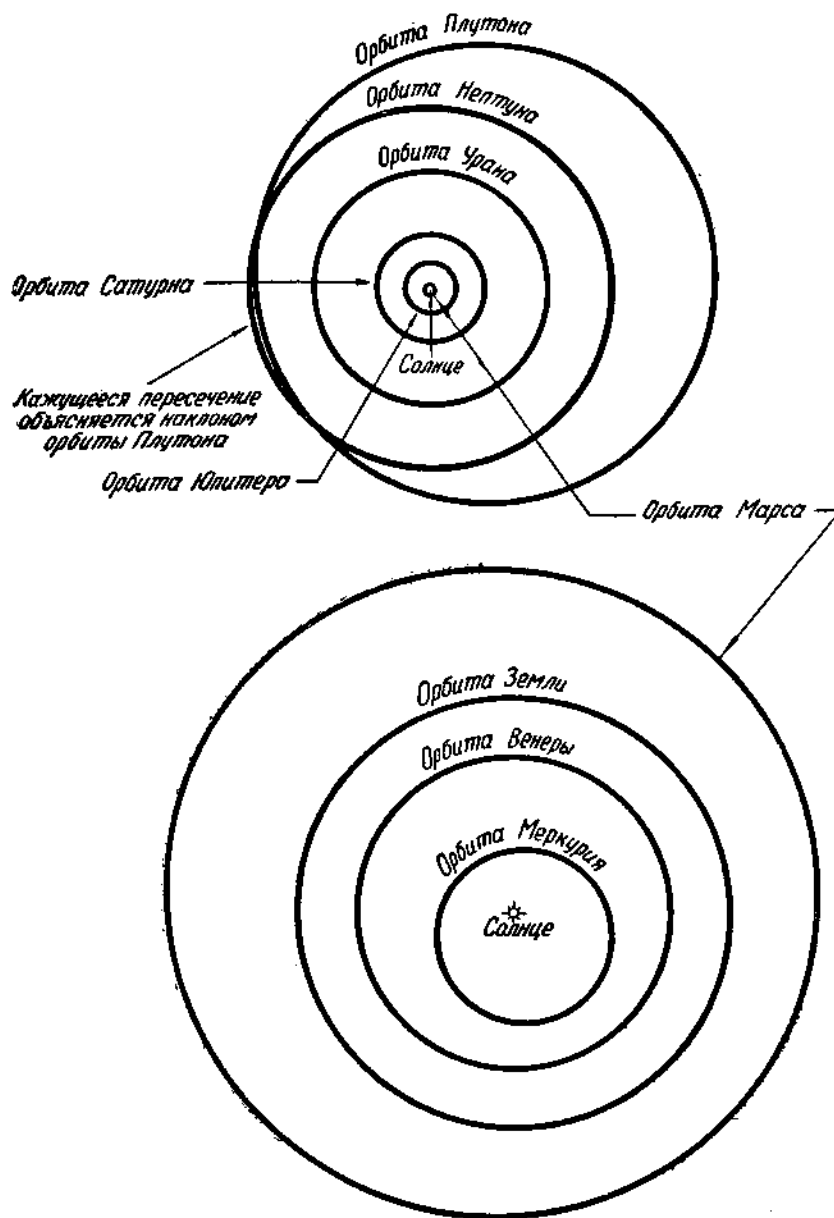
Экспресс Москва — Луна будет совершать свой полет за сутки или даже за одну ночь, как сейчас идут поезда из Москвы в Ленинград. Конечно, организация таких курьерских перелетов станет возможной только тогда, когда будут найдены более калорийные топлива, да и то, очевидно, только при заправке в пути. Наиболее вероятной будет продолжительность полета порядка двух-трех суток. За все это время двигатель корабля будет работать не более 10 минут — при взлете с Земли и посадке на Луну. Весь остальной путь корабль пролетит, не расходуя ни капли топлива. Иначе ни о каком межпланетном полете нельзя было бы и мечтать.

Глава 14

В ПОЛЕТ К ПЛАНЕТАМ

У Земли только один спутник, и, хочешь не хочешь, следующей после Луны целью межпланетного полета должна быть какая-либо планета, одна из остальных восьми планет солнечной системы.

Казалось бы, две планеты — соседки Земли в околосолнечном пространстве — могут претендовать на эту почетную роль: Венера и Марс. Однако существуют и другие цели, даже гораздо более просто достижимые, и не только потому, что они отстоят ближе от Земли, чем обе эти планеты. Это некоторые малые планеты солнечной системы, так называемые астероиды, или планетоиды.



Вверху показана схема солнечной системы в масштабе, при котором 1 миллиметр равен астрономической единице (астрономическая единица — расстояние от Земли до Солнца, равное 149,5 миллиона километров). В этом масштабе удастся изобразить только орбиты пяти так называемых внешних планет, начиная с Юпитера. Внизу показана в увеличенном масштабе схема центральной части солнечной системы с орбитами внутренних планет. Увеличение масштаба иллюстрируется орбитой Марса, изображенной на обеих схемах.

Полтора века назад, в первый день прошлого столетия, была открыта первая и наибольшая из таких малых планет — Церера, а сейчас их уже известно более полутора тысяч, и все время открываются новые¹. Среди астероидов имеются многие, открытые советскими астрономами, занимающими ведущее положение в этом отношении. Есть, например, Россия, есть «однофамилица» нашей замечательной столицы — Москва, есть Симеиза, Армения, есть Комсомолия и многие другие.

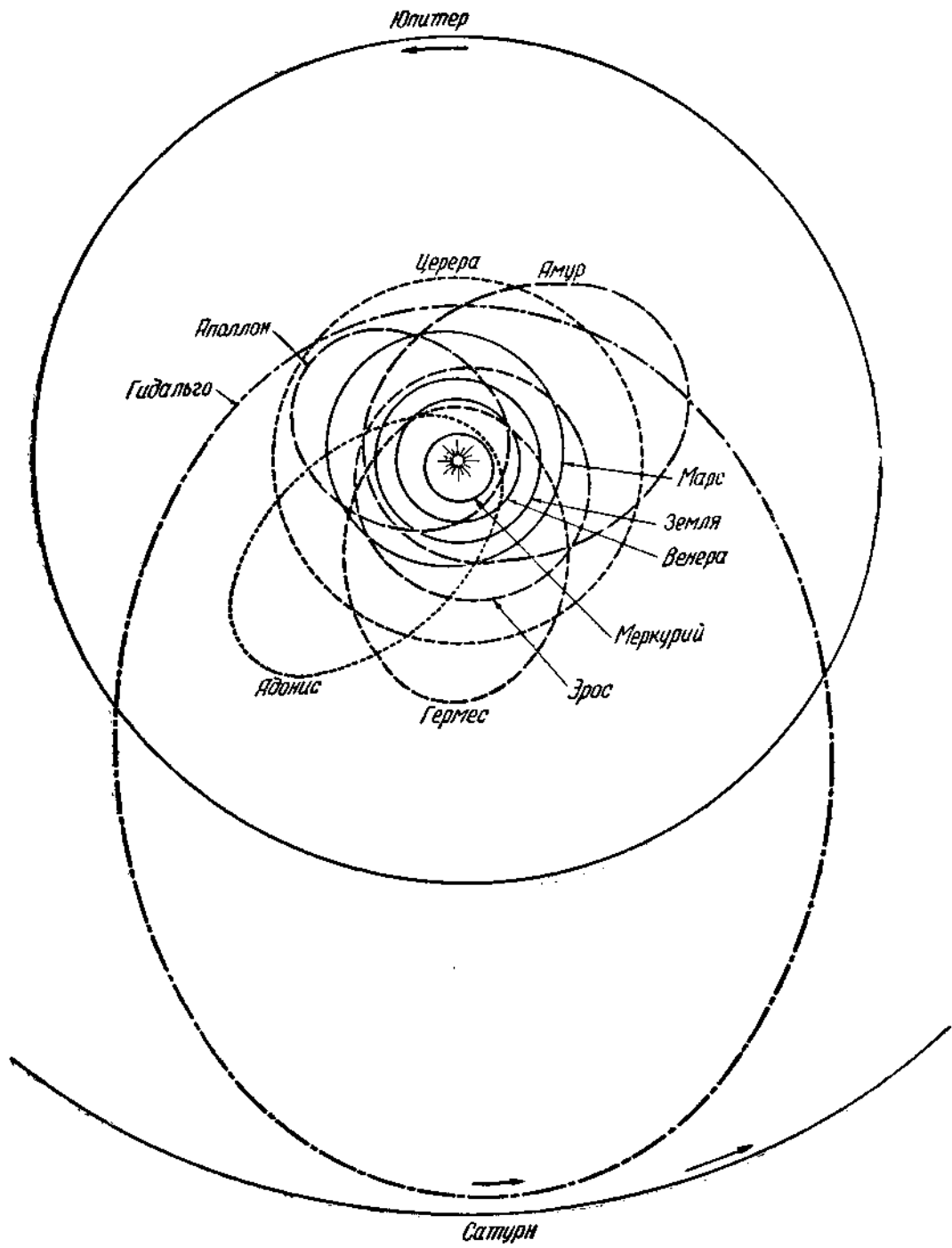
По предположению ряда ученых, астероиды — это осколки планеты, когда-то обращавшейся вокруг Солнца по орбите, расположенной между орбитами Марса и Юпитера, и по каким-то причинам разрушившейся². Так или иначе, эти малые планеты обращаются вокруг Солнца, как и их большие сестры, но только по орбитам, обычно представляющим собой гораздо более вытянутые эллипсы. Некоторые астероиды в своем афелии, то-есть в точке орбиты, наиболее удаленной от Солнца, приближаются к орбите Юпитера и даже Сатурна, тогда как в перигелии, то-есть точке, ближе всего отстоящей от Солнца, они заходят внутрь орбиты Земли, орбиты Венеры и даже орбиты Меркурия. Астероиды, орбиты которых приближаются к орбите Земли, и могут представить интерес в качестве очередной цели межпланетных полетов³.

Семья этих так называемых «касающихся Земли» астероидов не так уж мала. Наиболее известным из них является Эрос, который уже сослужил хорошую службу науке тем, что с его помощью астрономам удалось наиболее точно определить расстояние от Земли до Солнца. Эрос был открыт в 1898 году. Он имеет, очевидно, не шаровидную, а неправильную форму. Диаметр этой планетки, точнее — ее наибольший размер, равен примерно 25 километрам. Эрос может быть виден в телескоп средней величины. Наименьшее расстояние Эроса от Земли в 2,5 раза короче, чем наименьшее расстояние от Земли до Марса: оно равно примерно 22,5 миллиона километров. Во время последнего приближения Эроса к Земле, в январе

¹ Открыто более 6000 астероидов, но только около 1600 занесено в каталоги, потому что для этого требуется вычисление орбиты астероида.

² Эта точка зрения была высказана советскими учеными С. В. Орловым, А. Н. Заварицким и другими. С. В. Орлов назвал эту погибшую планету Фаэтоном, по имени мифического сына древнегреческого бога Солнца, который разбился, не сумев сдержать огненных коней, когда попытался проехать по небу на колеснице своего отца. По другому предположению, астероиды могут быть остатками кометы.

³ Эту мысль высказывал еще Циолковский. В частности, некоторые астероиды могут быть использованы для совершения «экскурсии» по солнечной системе. Таким астероидом может служить, например, Гидальго, открытый в 1920 году, затем потерянный и снова открытый советским астрономом Г. Н. Неуйминым в 1934 году. Гидальго имеет самую большую орбиту из всех астероидов — в афелии он оказывается в 10 раз дальше от Солнца, чем Земля (почти достигает орбиты Сатурна), а в перигелии приближается к орбите Марса и отстоит от Солнца всего в $1\frac{1}{2}$ раза дальше Земли. Весь путь по орбите Гидальго совершает за 14 лет.



Орбиты некоторых астероидов.

1931 года, расстояние до него составляло 26 миллионов километров; следующее приближение состоится в 1975 году.

В 1911 году был открыт астероид Альберт, имеющий диаметр всего около 4 километров и приближающийся к Земле на 28 миллионов километров.

Два интересных астероида были открыты в 1932 году. Амур, имеющий в диаметре не более 3 километров, прошел тогда на расстоянии всего 15 миллионов километров от Земли. Второй раз его видели в 1940 году. «Погоня» за такими крошечными небесными телами ставит перед астрономами очень сложные задачи. Их путь трудно точно рассчитать из-за различных возмущений, которым он подвергается вследствие малой массы астероида, и уже открытые астероиды часто «пропадают», так что их приходится «открывать» вновь. Другой из этих астероидов, Аполлон, прошел на еще меньшем расстоянии от Земли, равном всего 11 с небольшим миллионам километров; второй раз увидеть этот астероид пока не удалось. Диаметр Аполлона около 2 километров¹.

В 1936 году был открыт еще один астероид, Адонис, по размерам даже меньший, чем Аполлон: его диаметр равен 1 километру. Адонис прошел на расстоянии всего 1,5 миллиона километров от Земли.

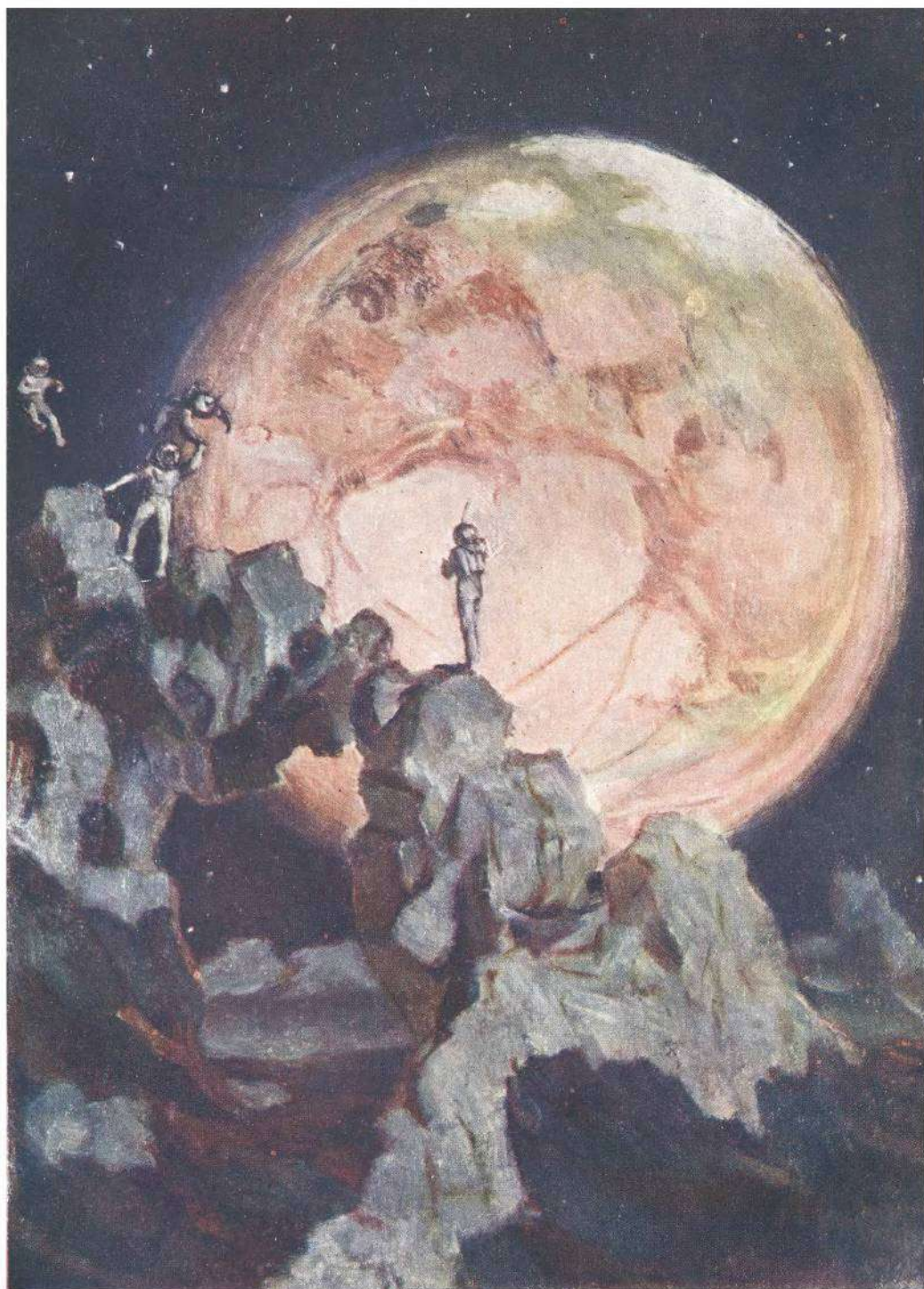
Но рекорд в этом отношении побил астероид Гермес, диаметр которого немногим больше 1,5 километра, а масса равна 3 миллиардам тонн — песчинка по космическим масштабам. Гермес прошел в 1937 году на расстоянии 780 тысяч километров от Земли, то-есть всего вдвое дальше Луны. По расчетам, при противостоянии он может приблизиться к Земле даже на расстояние 500 тысяч километров.

В июне 1949 года был открыт весьма интересный астероид Икар. Он получил это название не случайно. Как и мифический сын Дедала, этот астероид слишком близко «подлетает» к Солнцу. Орбита Икара очень вытянута, она имеет кометный характер. В своем перигелии Икар приближается к Солнцу на расстояние менее 30 миллионов километров, то-есть заходит внутрь орбиты ближайшей к Солнцу планеты — Меркурия. Предполагают, что в это время Икар так разогревается солнечными лучами, что сам начинает светиться.

Один из последних «касающихся Земли» астероидов был открыт в 1950 году; он прошел от Земли на расстоянии около 9 миллионов километров. Нет сомнений, что в будущем будут открыты и новые астероиды, приближающиеся к Земле². Астрономы ведь рассчи-

¹ Аполлон прошел от Венеры на расстоянии всего 200 тысяч километров — рекордом по своей малой величине; он был вдвое ближе к Венере, чем Луна к Земле.

² В 1948 и 1949 годах были открыты четыре астероида, которые прошли так близко от Земли, что оставили на фотопластинках след, как от метеора. Эти астероиды так малы, что их нельзя увидеть даже в самые сильные телескопы и удастся обнаружить только тогда, когда они близко проходят от Земли. Можно полагать, что число таких крошечных планеток, движущихся у самой земной орбиты, очень велико.



Марс в небе его спутника Деймоса.

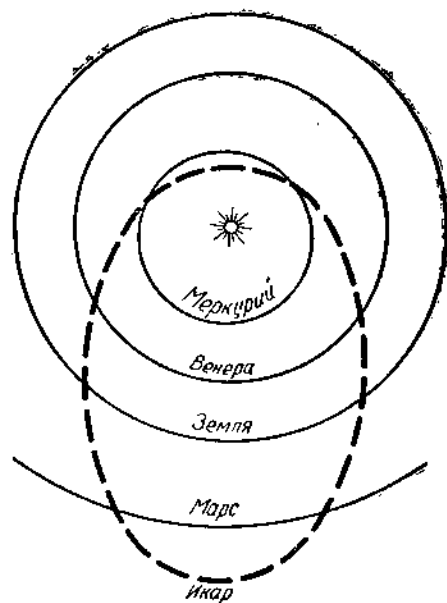
тывают обнаружить еще многие тысячи астероидов, и, конечно, среди них найдутся и «касающиеся Земли».

Полеты к некоторым «ближним» астероидам требуют наименьшего расхода топлива по сравнению с полетами к любым другим небесным телам, даже если эти астероиды в десятки раз дальше от Земли, чем Луна. Так сказывается отсутствие сколько-нибудь значительного поля тяготения у этих крошечных планет. Надо только избрать такие астероиды, у которых собственная скорость не была бы слишком большой.

Из двух соседних с Землей планет — Венеры и Марса — легче достигим, как мы увидим ниже, Марс, хотя расстояние до него и больше, чем до Венеры. Это объясняется тем, что Венера имеет значительно бóльшую массу; наименьшее расстояние от Земли до Венеры 40 миллионов километров, а до Марса — 56 миллионов километров. Можно не сомневаться, что в будущем будут совершены полеты на обе эти планеты, однако, конечно, после полета на Луну, а может быть, и на некоторые астероиды. Это будут уже полеты второй очереди; о них мы подробнее расскажем в следующей главе.

Значительно бóльшие трудности будут связаны с полетами к целям третьей очереди. К этой группе можно отнести ближайшую к Солнцу планету солнечной системы — Меркурий, среднее расстояние которой от Солнца равно всего 58 миллионам километров, то-есть почти втрое меньше, чем расстояние от Земли до Солнца, а также внешние планеты: Юпитер, с расстоянием от Солнца 778 миллионов километров (в 5,2 раза дальше Земли); Сатурн, отстоящий примерно в 9,5 раза дальше от Солнца, чем Земля (1428 миллионов километров); Уран, почти в 20 раз более далекий от Солнца, чем Земля (2870 миллионов километров), и две последние планеты солнечной системы — Нептун и Плутон, отстоящие от Солнца в 30 и 40 раз дальше Земли (4500 и 5900 миллионов километров).

Непосредственной целью межпланетного полета могут быть, и наверняка будут, спутники планет — по крайней мере, некоторые из них. Всего таких спутников, не считая Луны, в солнечной системе



Орбита астероида Икара.

30, из них львиная доля — 12 — принадлежит Юпитеру. Немного уступает ему Сатурн с его 9 спутниками¹; у Урана — 5 спутников, у Марса — 2 и Нептуна — 2.

Полеты следующей — уже, значит, четвертой — очереди, именно, полеты к небесным телам, лежащим вне солнечной системы, — к другим звездным мирам, представляют неизмеримо большие трудности. Достаточно вспомнить, что ближайшая к Солнцу звезда — она так и называется «Ближайшей»² и относится к созвездию Центавра — находится от нас на расстоянии 4,27 светового года, то-есть на таком расстоянии, которое пробегает луч света за 4,27 года. Вряд ли имеет смысл называть величину этого расстояния в километрах, особенно если учесть, что луч света пробегает в секунду примерно 300 тысяч километров. Это число равно 4 с тринадцатью нулями! Так как солнечный луч достигает нашего глаза за 8 минут, то Ближайшая находится от нас примерно в 280 тысяч раз дальше, чем Солнце. Наиболее же отдаленные от нас звездные миры, сфотографированные с помощью самых мощных телескопов, находятся еще в миллионы раз дальше³.

Да, судя по всему, совершить полет к звездам удастся не так скоро... А как это было бы интересно и важно для науки! Можно было бы посетить такие районы вселенной, где происходят таинственные процессы рождения звезд, то-есть перенестись в эпоху младенчества нашего Солнца. Можно побывать и там, где возникают новые планетные системы, как это было с нашей солнечной системой несколько миллиардов лет назад.

Бесконечно медленно, с точки зрения продолжительности человеческой жизни, происходит развитие вселенной, развитие солнечной системы, Земли. И как неизмеримо обогатилась бы наука после межзвездной экскурсии, во время которой перед глазами людей раскрывались бы всё новые тайны природы, стремительно развертывались бы один за другим различные этапы развития вселенной.

При полете к звездам можно было бы посетить и такие далекие от нас миры, где уже давным-давно существует жизнь, где живут мыслящие существа.

Наука считает, что в среднем по крайней мере одна из каждой тысячи звезд обладает спутниками — планетами, подобными Земле.

¹ Предполагается наличие десятого спутника Сатурна, получившего уже даже название — Темис. Однако его существование вызывает сомнение.

² Так называемая Проксима (что по-латыни означает «Ближайшая») Центавра — небольшая красноватая звездочка — находится рядом с яркой звездой Альфа Центавра, которая раньше, до открытия Проксимы, и считалась ближайшей к Земле (Проксима на 1 процент ближе).

³ Наиболее отдаленные звездные миры, видимые в телескопы, находятся на расстоянии около миллиарда световых лет.

Так как только в той островной вселенной, галактике, к которой принадлежит Солнце, насчитывается примерно 100 миллиардов звезд, то, значит, в нашей галактике имеется примерно 100 миллионов «солнечных систем».

Мы не можем пока видеть даже в самые мощные телескопы этих планет «чужих» солнц, но наука уже перешла в этом отношении от предположений к прямым доказательствам — таковы успехи, одержанные в последние годы «астрономией невидимого». Так, астроном Пулковской обсерватории А. Н. Дейч по некоторым неправильностям в движении звезды 61 в созвездии Лебедь точно установил наличие у нее темного спутника, аналогичного планетам солнечной системы. Подобным же образом открыты спутники и у других ближайших к Солнцу звезд, в частности, и у Проксимы Центавра. Так развитие науки подтвердило правильность гениального предвидения Джордано Бруно о существовании бесконечного числа систем, похожих на солнечную, — предвидения, за которое он был 355 лет назад сожжен на костре воинствующими католическими изуверами. А ведь и сейчас в капиталистическом мире находятся люди — впрочем, их только с трудом можно назвать людьми, — которые восхваляют инквизиторов, пославших в 1600 году Бруно на костер...

Конечно, далеко не всюду существуют условия, необходимые для возникновения жизни. Надо признаться, что условия эти весьма жесткие: узкий температурный диапазон — около 100° из миллионов возможных, наличие атмосферы, влаги и т. д. Тем не менее несомненно существует бесчисленное множество планет с богатой биосферой, то-есть населенных живыми существами. Эти живые существа могут иметь самые различные формы, вовсе не обязательно схожие с земными, но принципиально жизнь в бесконечной вселенной не должна отличаться от нашей.

Энгельс учит, что «жизнь — это способ существования белковых тел» и, следовательно, живые организмы на далеких мирах состоят из протоплазмы, напоминающей нашу земную и имеющей в своей основе белки, построенные из одних и тех же химических элементов: углерода, водорода, кислорода, азота и других. На тех небесных телах, где могут образоваться и существовать белковые соединения, имеется и жизнь. А это значит, что на многих далеких мирах могут обитать и разумные, мыслящие существа, ибо, по Энгельсу, «материя приходит к развитию мыслящих существ в силу самой своей природы, а поэтому это с необходимостью и происходит во всех тех случаях, когда имеются налицо соответствующие условия (не обязательно всегда одни и те же)».

Посещение этих далеких миров пока остается только мечтой. Даже отвлекаясь от технических трудностей, непреодолимых при

современном уровне развития астронавтики и связанных с колоссальными количествами энергии, которые должны быть затрачены для совершения такого путешествия, его продолжительность и при очень больших скоростях полета во много раз превысила бы длительность человеческой жизни.

Однако даже и здесь дальнейшее развитие науки может приоткрыть некоторые возможности. Речь идет в данном случае не о продлении жизни человека, за которое борется советская наука, ибо нужное в этом случае «продление» выходит за рамки возможностей науки. Несколько неожиданные перспективы в этом направлении открывает увеличение скорости корабля до скорости света в вакууме — максимально возможной в природе скорости, то-есть примерно 300 тысяч километров в секунду. Принципиально такие скорости, конечно, могут быть достигнуты — была бы необходимая энергия.

Казалось бы, что даже такая огромная скорость не в состоянии решить задачу межзвездного полета, так как расстояния в подобных путешествиях составляют многие десятки, тысячи, миллионы световых лет. Но, по развитой новейшей физикой теории быстрых движений (обычно эту теорию называют частной или специальной теорией относительности), время, это четвертое измерение, меняет темп своего бега, когда скорость движения становится очень близкой к скорости света. На корабле, мчащемся с такой скоростью, часы будут тянуться очень медленно. Так, например, если корабль мчится со скоростью, всего на 1 процент меньшей скорости света, к звезде 61 Лебедя, у которой, как говорилось выше, советские астрономы обнаружили планетарного спутника, то для обитателей Земли с момента вылета корабля до момента его возвращения пройдет около 22 лет (корабль считается летящим все время с одной и той же скоростью), так как эта звезда находится на расстоянии примерно 11 световых лет от Земли. Путешественники же, находящиеся на корабле, отметят, что они находились «в командировке» всего 3 года.

Такое замедление времени при движении с околосветовой скоростью — уже не только предположение. Современная наука знает экспериментальные факты, которые могут быть объяснены только с помощью этой теории быстрых движений.

Если скорость корабля будет еще гораздо ближе к скорости света, то такой корабль может за короткое время совершать экскурсии даже в отдаленные от Солнца уголки вселенной. Так, например, до ближайшей к нашей галактике спиральной туманности, находящейся в созвездии Андромеды и отстоящей от нас на расстоянии около миллиона световых лет, этот корабль долетит всего за несколько «растянутых» часов.

Правда, даже при такой скорости межзвездных кораблей про-

должительность полета будет гораздо больше указанной, так как постепенный, медленный разгон корабля (он будет, очевидно, происходить с ускорением, близким к ускорению земного тяготения) до этой скорости, а потом такое же замедленное торможение потребует большого времени. И все же эти околосветовые скорости открывают необычайные возможности межзвездного полета.

Основная трудность осуществления подобных полетов заключается в колоссальных мощностях, которые для этого потребуются. Расчет показывает, что мощность двигателя такого корабля должна составлять миллиарды киловатт на тонну массы корабля. Конечно, подобные мощности станут возможными лишь при полном решении задачи использования энергии атомного ядра. Да и тогда осуществление полетов с околосветовой скоростью будет связано со многими фантастическими трудностями. Достаточно указать, например, на опасность столкновения корабля с частицами вещества, плавающими в мировом пространстве¹. При таком столкновении эти частицы будут неизмеримо более опасными, чем самые мощные космические лучи.

Предохранение от вредного радиоактивного излучения, являющегося следствием столкновения с такими частицами, потребует защитных экранов толщиной в десятки сантиметров. Что же говорить о столкновении с метеорным телом, в результате которого корабль попросту мгновенно испарится?

Но возвратимся от далекого будущего к более реальным перспективам астронавтики — тем задачам, которые ей предстоит решать в течение ближайших десятилетий, — к полету на планеты нашей солнечной системы.

При полетах на планеты, в отличие от полета на Луну, межпланетный корабль должен передвигаться на значительные расстояния в поле солнечного тяготения, так как он при этом сильно удаляется от Солнца или приближается к нему. В этом случае притяжением к Солнцу уже нельзя пренебрегать, как мы это сделали при рассмотрении полетов на Луну или вблизи Земли. На преодоление солнечного тяготения приходится затрачивать значительную энергию, и это может сильно усложнить полет на планеты по сравнению с полетом на Луну. Но главная трудность такого полета — это, конечно, его большая продолжительность, если, понятно, речь идет о полете с людьми. Только постепенно, осторожно — по мере изучения всех особенностей полета в мировом пространстве и, пожалуй, главным образом его влияния на человека — такие полеты смогут

¹ Установлено, что, помимо разреженной космической пыли, в межзвездном пространстве плавают атомы водорода, гелия, кальция, натрия, титана, а также другие атомы и даже молекулы.

становиться все более дальними, и межпланетные корабли будут забираться все дальше вглубь околосолнечного пространства.

Наложение полей тяготения Земли и планеты, к которой совершается полет, практически отсутствует, и с ним можно не считаться. Эти поля не простираются на такие большие расстояния. Практически можно считать, что притяжение к Земле исчезает на расстояниях от нее, превышающих 800 тысяч — 1 миллион километров, так оно там мало. Гиря, которая весит на Земле 1 килограмм, весила бы на таком расстоянии от Земли около 0,05 грамма, то-есть примерно в 20 тысяч раз меньше.

Полет на какую-нибудь планету состоит поэтому как бы из трех различных участков: а) сравнительно небольшого участка полета в поле тяготения Земли; б) обычно тоже небольшого участка полета в поле тяготения планеты и в) разделяющего их, основного по протяженности, участка, где сказывается только сила притяжения к Солнцу.

Точное определение количества топлива, необходимого для совершения какого-либо межпланетного полета, то-есть определение соответствующего значения идеальной скорости, в настоящее время весьма затруднительно — общего решения еще не найдено, и ответ можно получить, лишь производя многочисленные, сложные расчеты на математических машинах. Поэтому приходится ограничиваться приближенными подсчетами величины идеальной скорости. Однако они дают достаточно точные результаты, по крайней мере, для того, чтобы выяснить вопрос о возможности или невозможности того или иного полета при современном уровне развития реактивной техники.

Если рассматривается полет пассажирского межпланетного корабля от Земли к какой-либо планете с посадкой на нее, а затем обратно, то, очевидно, при определении идеальной скорости нужно учесть затраты энергии на следующие основные цели:

1. Преодоление поля земного тяготения. Соответствующая этому идеальная скорость равна скорости отрыва от Земли.

2. Сообщение кораблю некоторой скорости вне поля земного тяготения. Это необходимо как для того, чтобы стал возможен полет к цели, так и для сокращения длительности полета. При малой скорости полета в поле солнечного тяготения на основном участке пути полет будет длиться чрезвычайно долго в связи с огромными расстояниями, которые при этом должны быть пройдены.

3. Преодоление поля тяготения планеты дважды — при торможении корабля на посадке, если планета не обладает атмосферой, которая могла бы быть использована для этой цели, и при обратном взлете.

4. Выравнивание скорости корабля со скоростью планеты, а

при возвращении — со скоростью Земли, так как в общем случае эти скорости при встрече будут различными.

Кроме того, должны быть учтены затраты энергии, связанные с преодолением сопротивления атмосферы, потерями скорости корабля при наборе высоты или посадке с работающим двигателем, маневрированием, ошибками в пилотировании и другие.

Вся эта необходимая энергия должна быть запасена на корабле при взлете, если не рассчитывать на использование в полете каких-либо внешних источников энергии, например энергии Солнца, или на заправку в полете с промежуточных баз, искусственных или естественных.

Запас энергии на корабле при его взлете состоит не только из энергии топлива, находящегося в баках корабля. Корабль обладает весьма значительной кинетической энергией, поскольку он вместе с Землей мчится вокруг Солнца по ее орбите, обладая скоростью примерно 29,8 километра в секунду. Кроме того, он обладает и относительно небольшой кинетической энергией в результате вращения вокруг земной оси. При правильном направлении полета корабля эта кинетическая энергия может быть использована, и, конечно, она должна быть использована.

Как показывают приближенные расчеты, минимальное значение идеальной скорости для одностороннего полета на Марс с посадкой на нем должно равняться примерно 25 километрам в секунду, то-есть столько же, как и для полета на Луну с возвратом на Землю. Для аналогичного полета на Венеру понадобилась бы бо́льшая скорость, примерно 30 километров в секунду, в связи со значительно бо́льшей массой Венеры. Сокращение продолжительности полета потребовало бы дополнительного увеличения идеальной скорости. Очевидно, совершить даже эти простейшие межпланетные полеты при современном уровне развития реактивной техники не удастся.

Гораздо проще задача осуществления полета к этим планетам без посадки на них, только с облетом вокруг планеты на небольшом расстоянии, с целью фотографирования ее поверхности и выполнения различных наблюдений. Такой полет вокруг Венеры потребовал бы чуть ли не вдвое меньшей идеальной скорости, то-есть мог бы быть осуществлен с таким же примерно количеством топлива, как и полет на Луну с посадкой на ней.

Примерно такого же расхода топлива потребовали бы полеты к этим планетам с посадкой на их спутники. К сожалению, Венера лишена спутников, посадка же на спутники Марса будет, почти несомненно, предшествовать посадке на самую планету.

Однако даже такие простейшие полеты к Марсу и Венере в настоящее время практически невозможны, в особенности если речь

идет о полете с людьми. Чтобы эти полеты стали осуществимыми, скорость истечения газов из двигателя ракеты должна увеличиться в 2 раза по сравнению с современными ее значениями, то-есть до 5—6 километров в секунду. С помощью химических топлив эта задача не может быть решена.

Проблема решается при использовании искусственных заправочных станций — спутников Земли. С их помощью полет на Марс даже с посадкой на нем и возвратом на Землю можно было бы попытаться осуществить уже сейчас. Однако даже искусственные спутники не смогут решить задачу полета к внешним планетам солнечной системы, начиная с Юпитера, до тех пор пока не будут созданы новые топлива. Это связано, в основном, с огромной продолжительностью таких полетов. Чтобы уменьшить эту продолжительность, нужно сильно увеличивать скорость полета межпланетного корабля, а это требует, в свою очередь, многократного увеличения необходимого запаса топлива.

Продолжительность полета к планетам зависит главным образом от избранной скорости, а также от маршрута. Полет к Марсу и Венере будет длиться, вероятно, несколько месяцев, а к Юпитеру и более отдаленным планетам — годы.

В будущем, когда будут налажены регулярные пассажирские межпланетные сообщения между различными пунктами «обжитой» солнечной системы, наиболее широко будут применяться полеты с пересадкой, выгодные с точки зрения расхода топлива. Например, меньше топлива понадобится, для того, чтобы земной пассажир добрался до Марса, если он вместо прямого экспресса пересядет на межпланетной станции на корабль Венера — Марс.

Мы можем пока лишь мечтать о том времени, когда перед астронавтами, совершившими посадку на спутники Марса, Юпитера или Сатурна, откроются захватывающие картины этих планет в такой соблазнительной близости.

Первым, конечно, будет изучен загадочный и волнующий мир Марса с его крохотных спутников — Фобоса и Деймоса¹. На небе ближайшего к Марсу спутника — Фобоса — Марс будет висеть огромным диском, в 90 раз больше лунного. Даже со второго спутника — Деймоса — находящегося на расстоянии 23 500 километров от Марса, он будет виден во всех деталях.

Фобос, который находится в 41 раз ближе к Марсу, чем Луна к Земле (9380 километров), и диаметр которого равен примерно

¹ Фобос и Деймос — по-древнегречески «страх» и «ужас». Этим грозным названием оба безобидных спутника обязаны греческой мифологии, согласно которой бог войны Марс имел двух спутников с такими именами.



Межпланетные путешественники на спутнике Юпитера Европе.

15 километрам, уж очень напоминает как бы специальный наблюдательный пункт над поверхностью Марса, вроде искусственных спутников Земли, о которых шла речь выше. Один оборот вокруг Марса Фобос совершает за 7 часов 39 минут — месяц на Марсе, если его отсчитывать по Фобосу, приблизительно в $3\frac{1}{2}$ раза короче марсианских суток.

Приближаться к гиганту Юпитеру будет опасно из-за риска навсегда попасть в тенета его тяготения. Осмотр Юпитера будет производиться с его спутников, находящихся на почтительном расстоянии от планеты. Подходящим для этого будет, вероятно, открытый еще Галилеем второй спутник Юпитера — Европа, — находящийся на расстоянии 670 тысяч километров от Юпитера. Судя по тому, что поверхность Европы гораздо лучше отражает солнечные лучи, чем сам Юпитер, можно думать, что этот спутник покрыт замерзшими газами и льдом.

Особенно красивыми будут виды Сатурна с его спутников благодаря драгоценному ожерелью, в которое одета эта планета. Но даже с близкого расстояния кольца Сатурна будут попрежнему едва заметной черточкой, перечеркивающей диск планеты, — так мала их толщина¹. Впрочем, с самого Сатурна кольца были бы, вероятно, еще более красивыми. Во всяком случае, небо Сатурна, украшенное постоянно висящей над экватором широкой радугой колец, охватывающей небосвод от горизонта до горизонта, и прозрачной креповой дымкой, касающейся поверхности планеты, было бы очень непривычным для земного жителя.

Глава 15

КОСМИЧЕСКИЕ ТРАССЫ

Люди испытывают чувство законной гордости, когда думают о последнем покоренном ими океане — воздушном. Этот пятый океан, у берегов которого находится каждый человек, где бы он ни жил, столетиями оставался недостижимой мечтой. Его завоевание стало возможным только благодаря крупнейшим успехам многих отраслей науки и техники.

И все же насколько эта победа кажется незначительной по сравнению с той задачей, перед которой поставлено теперь человечество всем ходом развития науки и техники, — задачей покорения последнего из непобежденных океанов — океана мирового пространства!

¹ Точная модель колец Сатурна представляла бы собой диск, вырезанный из тончайшей бумаги и имеющий диаметр 30 метров. Действительно, диаметр колец Сатурна в 2,3 раза превышает диаметр самой планеты: он равен 275 тысячам километров, тогда как их толщина не превышает 15 километров.

В этой задаче все необычно, все невиданно, все требует крутой ломки старых представлений, все основано на сочетании стремительной фантазии с трезвейшим расчетом.

И если все покоренные океаны — не больше чем ничтожные лужицы по сравнению с теми безграничными просторами, которыми нам еще предстоит овладеть, то таков же масштаб и тех трудностей, которые должны быть при этом преодолены.

Грандиозна по характеру, новизне, сложности и проблема астронавигации, то-есть проблема вождения кораблей вселенной по невидимым трассам мирового пространства. Как рассчитать полет; как избрать маршрут, чтобы он не требовал лишнего расхода топлива и вместе с тем не был чрезмерно длительным; как найти далекую цель в мировом пространстве; как определить свое положение в нем на расстояниях в миллионы километров от любого возможного ориентира,— без решения этих и многих других вопросов астронавигации нельзя организовать даже самого простого космического полета. И каждый из этих вопросов представляет собой задачу, подобных которой еще не приходилось решать науке.

Необычайность задач астронавигации связана прежде всего с тем, что это навигация трех измерений. Любые путешествия по Земле, какими бы длительными они ни были, это все-таки путешествия по поверхности, а не в пространстве. Робкие попытки использовать третье измерение, которые делаются капитанами подводных лодок и командирами воздушных кораблей, не меняют дела. Немного ниже поверхности воды или немного выше поверхности земли— все равно это передвижение вдоль поверхности, если не по ней самой. В астронавтике же все три измерения равноправны — путь должен быть проложен не на поверхности, а в пространстве.

Правда, и здесь все же некоторую неполноценность одного из измерений можно отметить, по крайней мере, если речь идет о полетах внутри солнечной системы. Как известно, почти все планеты солнечной системы (некоторым исключением является самая внешняя планета — Плутон) и их спутники вращаются вокруг Солнца по орбитам, лежащим практически в одной плоскости, так называемой плоскости эклиптики¹. Но это значит, что и полет межпланетных кораблей должен, в основном, происходить в этой же плоскости. Так плоскость эклиптики в какой-то мере заменяет поверхность Земли в решении задач астронавигации.

Конечно, при расчетах космических трасс надо будет учитывать отклонения плоскостей, в которых находятся орбиты планет, от эклиптики. Так, для Марса, плоскость орбиты которого накло-

¹ Эклиптика — плоскость, в которой обращается вокруг Солнца Земля.

вена под углом $1,9^\circ$ к эклиптике, максимальное отклонение планеты от эклиптики равно 8 миллионам километров. Обидно будет настолько промахнуться!

Но астронавигация — это не только навигация безграничного пространства, это навигация такого пространства, в котором действуют мощные поля тяготения. Сила, с которой действуют эти поля на межпланетный корабль, меняется не только от одной точки пространства к другой, но она меняется и в данной точке мирового пространства со временем. Под действием этих меняющихся по весьма сложным законам сил изменяется траектория полета межпланетного корабля. В общем случае наука еще не в состоянии пока решить задачу предвычисления этой траектории, ее можно установить только с некоторым приближением. Приходится стремиться лишь к тому, чтобы ошибки расчета были не слишком большими, но легко видеть, как это непросто. Ведь ничтожная ошибка, например, в вычислении направления, при огромных расстояниях, проходимых межпланетным кораблем, может увести его на многие миллионы километров от заданной цели.

Задача чрезвычайно усложняется еще и тем, что цели-то в астронавигации ведут себя гораздо хуже земных целей, накрепко привязанных к земной поверхности. Вряд ли штурманов морских или воздушных кораблей привела бы в восторг перспектива искать пункт назначения, перемещающийся по сложным законам по поверхности Земли. Законы же движения небесных тел невероятно сложны, причем чем меньше тело, тем сложнее эти законы, так как тем большее число различных возмущений движения оно претерпевает. Достаточно сказать, что точная формула, по которой астрономы предвычисляют движение Луны на небосводе, занимает примерно 200 страниц. Это и неудивительно: ведь такая формула должна учесть 150 больших и около 500 малых возмущений различного характера. Чтобы предвычислить траекторию Луны вперед на несколько десятилетий, специалисты-математики, окруженные целым штатом вычислителей, должны работать годами. Даже счетной машине, этому «искусственному мозгу», который человек поставил себе на службу для выполнения различных сложных расчетов, требуются для этого месяцы, а ведь такая машина за минуту может выполнить месячный труд математика.

Вообще говоря, выстрелив с Земли, можно попасть в любую наперед заданную точку мирового пространства. Но попробуйте попадите! Такая стрельба ставит перед стрелком действительно фантастические трудности. Мчится с головокружительной, все время меняющейся скоростью по сложнейшим путям мишень, мчится в пространстве и сам стрелок, пулю уносят в сторону бесчисленные

воздействия... Тут уж, конечно, не возьмешь мишень на мушку. Стрелять пришлось бы зачастую не только по невидимой цели, но и в направлении, совершенно противоположном тому, где она находится в момент выстрела. Что же удивительного в том, что при такой стрельбе, даже при самом тщательном прицеливании, легко можно промахнуться на несколько сот тысяч километров!

И все же положение астронавтов будет вряд ли хуже, чем, скажем, положение первых русских мореходов, неизвестных колумбов, первооткрывателей многих и многих земель на карте мира. В утлых ладьях самоотверженно пускались они в полный опасностей путь по безбрежным океанам, сквозь туманы, бури и льды, не зная точно ни того, когда они встретят желанную цель, ни того, существует ли она вообще. Астронавты же отправятся в свое далекое путешествие, вооруженные точными данными о том, где и когда они достигнут пункта назначения, и если это, скажем, путешествие на Луну — то и картами лунной поверхности, не уступающими по детальности картам многих районов земного шара.

Определение космических трасс межпланетных кораблей во многом упрощается тем, что двигатели этих кораблей работают в течение ничтожно короткого времени по сравнению с общей продолжительностью полета. По существу, в течение всего времени полета, за исключением коротких мгновений, корабль летит с остановленным двигателем в безвоздушном мировом пространстве, находясь в так называемом свободном полете¹. Закон движения корабля полностью определяется в этом случае теми полями тяготения, в которых находится корабль, и его скоростью. Вообще говоря, величина и направление скорости корабля в одной какой-либо точке мирового пространства предопределяют весь его дальнейший путь. Правда, далеко не всегда эту траекторию полета удастся вычислить заранее, пользуясь математическими методами. По существу, это удастся сделать только для одного, простейшего случая — полета в поле тяготения одного какого-нибудь светила.

Конечно, в действительности поля тяготения различных небесных тел перекрываются, но практически часто бывает так, что влияние поля одного какого-нибудь тела — Земли, Солнца, какой-либо планеты и т. д. — оказывается подавляющим по сравнению с остальными. Это позволяет считаться только с этим единственным полем, а остальными пренебрегать. Поэтому, например, полет с Земли на Марс и можно разбить на три участка — начальный участок полета в поле тяготения одной только Земли, основной участок

¹ Не путать с полетом в «свободном пространстве» Циолковского, в котором не действует сила тяжести.

полета в поле тяготения одного Солнца и заключительный участок полета в поле тяготения Марса.

Законы движения одного тела в поле тяготения другого (проблема двух тел) изучены детально и составляют основу небесной механики¹. По этим законам движутся, в частности, планеты вокруг Солнца, спутники вокруг планет и т. д. Эти же законы будут управлять и полетом межпланетных кораблей на каждом из участков, о которых шла речь выше. Для изучения полета корабля мы с полным основанием можем воспользоваться в этих случаях выводами небесной механики, хотя вряд ли создатели этой науки могли предвидеть такое ее применение.

Рассмотрим, например, свободный полет в поле тяготения Земли. Этому соответствует любой полет корабля на расстоянии до 800 тысяч километров от Земли² (если только не принимать во внимание период разгона корабля с помощью двигателя — так называемый активный участок траектории — и высоты примерно до 100 километров, где сказывается воздушное сопротивление). Также нужно исключить из рассматриваемого случая такие районы околоземного пространства, где приходится считаться с полем тяготения Луны.

При этих условиях полет корабля будет происходить так же, как полет снаряда, выстреленного из артиллерийского орудия в безвоздушном пространстве. Траектория такого полета будет целиком определяться направлением и скоростью снаряда при вылете из ствола орудия.

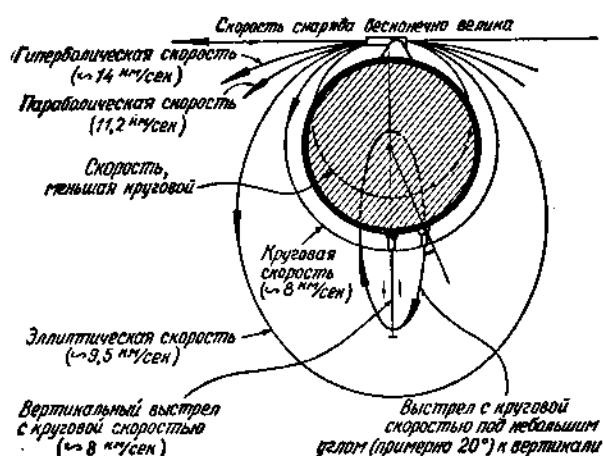
Если пушка установлена вертикально, то снаряд будет двигаться от центра Земли вдоль земного радиуса. Когда кинетическая энергия, полученная снарядом при выстреле, будет полностью израсходована на преодоление земного тяготения, снаряд остановится, а затем начнет падать на Землю по уже раз пройденному пути и снова войдет в ствол орудия с той же скоростью, которой он обладал, покидая его³.

Чем больше начальная скорость снаряда, тем выше он поднимется над Землей. Мы уже знаем, какова должна быть эта скорость, чтобы снаряд совсем не возвратился на Землю, то-есть остановился бы только «в бесконечности». Эта скорость есть скорость отрыва;

¹ Небесная механика, то-есть теория движения небесных тел, представляет собой, конечно, задачу многих тел. Однако ввиду того, что математика еще не смогла разрешить даже простейшую задачу такого рода — задачу трех тел, — в основу небесной механики положена задача двух тел, а влияние остальных тел учитывается в виде соответствующих сил. Межпланетный полет представляет собой также проблему небесной механики.

² На этом расстоянии притяжение к Земле становится настолько малым, что им можно пренебречь.

³ Это упрощенная картина. В действительности дело обстоит гораздо сложнее.



Траектории снаряда при выстреле из пушки, установленной горизонтально.

наводкой. При небольшой начальной скорости снаряда он пролетит немного времени и упадет на Землю, описав над ней небольшую дугу, представляющую собой часть эллипса².

Небесная механика учит, что траектория движения одного тяжелого тела в поле тяжести другого может быть только одной из кривых, которые называются коническими сечениями. Такими кривыми являются круг, эллипс, парабола и гипербола. Их можно получить, рассекая конус плоскостью так, как это показано на рисунке на стр. 167. Снаряд может двигаться вокруг центра Земли только по одной из этих кривых (или по радиусу Земли, как в случае вертикального выстрела).

Если бы земная поверхность не остановила снаряда, то он продолжал бы свое движение по эллипсу, пока этот эллипс не замкнулся, так что снаряд влетел бы в ствол орудия с его казенной части. Центр Земли являлся бы одним из двух фокусов этого эллипса.

Чем больше начальная скорость снаряда, тем больше эллипс приближается по форме к кругу, пока наконец не достигается такая

равная на поверхности Земли примерно 11,2 километра в секунду¹. При меньшей скорости снаряд будет находиться в полете строго определенное время, достигнет некоторой наибольшей высоты и потом упадет на Землю. Так, при скорости 7,9 километра в секунду (у экватора) снаряд достигнет высоты, равной одному земному радиусу, то-есть высоты 6378 километров.

Пусть теперь пушка установлена горизонтально, как для стрельбы прямой

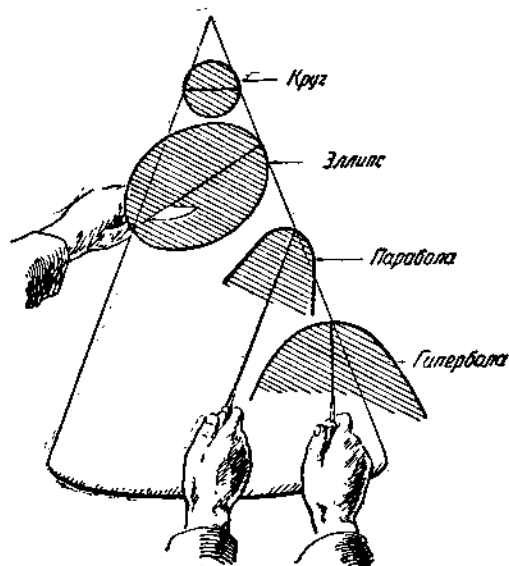
¹ На экваторе 11,18, на полюсах 11,21 километра в секунду. В связи с отклонением формы Земли от шара у полюса притяжение к Земле больше, так как расстояние до центра Земли меньше. Кроме того, на экваторе сила тяжести уменьшается под действием центробежной силы, вызываемой вращением Земли вокруг оси. На полюсе эта сила отсутствует вообще.

² Обычно считают, что снаряд падает по параболе, однако это не так. Движение по параболе происходило бы в том случае, если бы Земля была плоской. Изогните эту «плоскую» Землю в шар — и парабола превратится в эллипс. При относительно небольшой дальности полета снарядов эта разница почти неощутима, но когда дистанция стрельбы увеличивается, ею пренебрегать нельзя.

скорость, при которой орбитой снаряда становится круг с центром в центре Земли. Теперь уже снаряд не упадет, он будет бесконечно обращаться вокруг Земли, пролетая каждый раз через ствол выстрелившего его орудия. Мы уже подробно говорили о таких искусственных спутниках Земли. Начальная скорость снаряда, превращающая его в спутник, то-есть так называемая круговая скорость, равна у поверхности Земли, как указывалось выше, 7,9 километра в секунду, она в 1,4 раза меньше скорости отрыва. Время одного полного обращения такого спутника вокруг Земли у ее поверхности равно примерно 1 часу 24 минутам.

Дальнейшее увеличение начальной скорости снаряда заставит его двигаться снова по эллиптической орбите, только теперь центр Земли займет место второго фокуса эллипса, ближнего к пушке. Все выше и выше будет подниматься снаряд над земной поверхностью в точке, являющейся антиподом пушке, то-есть по ту сторону земного шара. Интересно сравнить наибольшую высоту, которой достигает снаряд при выстреле с одной и той же скоростью из горизонтальной и вертикальной пушек. Конечно, выстрел прямо вверх оказывается в этом отношении более выгодным. При скорости снаряда, равной круговой, то-есть 7,9 километра в секунду, снаряд в случае вертикального выстрела поднимается уже на высоту одного радиуса Земли, тогда как при выстреле из горизонтальной пушки он продолжает оставаться у земной поверхности. Эта разница в один земной радиус, то-есть в 6378 километров, сохраняется и при дальнейшем увеличении скорости снаряда. Но зато в точке максимального подъема снаряд, выстреленный вертикально, совершенно теряет свою скорость, тогда как его соперник мчится с огромной скоростью вокруг Земли. «Выстрел вверх», как мы увидим ниже, характерен для полета межпланетного корабля при взлете, «горизонтальный выстрел» — для его посадки.

Выстрел из наклонной пушки занимает по своим свойствам промежуточное положение между рассмотренными двумя крайними. Чем ближе положение пушки к вертикальному, тем более вытяну-



Конические сечения.

той будет эллиптическая траектория его полета, тем выше он залетит и тем меньше будет его скорость в точке наибольшего удаления от Земли.

Большое значение для астронавтики имеет следующая особенность эллиптических орбит. Когда начальная скорость снаряда настолько велика, что он уже удаляется от Земли на большое расстояние, то ничтожное увеличение этой скорости очень сильно меняет орбиту полета снаряда, делает эллипс более вытянутым, так что максимальная высота подъема снаряда сильно увеличивается. Так, например, увеличение начальной скорости снаряда при горизонтальном выстреле всего на 11 метров в секунду, с 11 115 до 11 126 метров в секунду, увеличивает максимальную высоту подъема снаряда с 475 тысяч до 630 тысяч километров над поверхностью Земли. Это показывает, насколько точными должны быть приборы, регулирующие полет межпланетной ракеты — в частности, определяющие момент выключения ее двигателя, — насколько трудна проблема управления межпланетным кораблем.

Начальная скорость снаряда, равная скорости отрыва, удаляет снаряд в бесконечность как при вертикальном, так и при горизонтальном выстреле. Как только начальная скорость снаряда достигает этого значения, то эллиптическая орбита рвется, и снаряд летит уже не по замкнутой, а по разомкнутой кривой — параболе. Поэтому скорость отрыва называют также параболической скоростью.

Дальнейшее увеличение начальной скорости снаряда при выстреле — выше параболической — заставит его лететь уже не по параболе, а по какой-нибудь гиперболе, все более «раскрывающейся» по мере роста скорости. Такие скорости называются гиперболическими¹.

Снаряд, выстреленный с параболической скоростью 11,2 километра в секунду, обладает достаточной энергией, чтобы вырваться из оков тяготения Земли, но это не спасает его от действия солнечного тяготения, и он неминуемо попадет в конце концов в раскаленные объятия Солнца или начнет вращаться вокруг него по эллиптической орбите. Чтобы покинуть солнечную систему, снаряд должен обладать параболической скоростью по отношению к Солнцу. Эта скорость гораздо больше, чем скорость отрыва от Земли, так как поле солнечного тяготения мощнее, — она равна примерно 42,1 километра в секунду. Конечно, на планетах, дальше отстоящих от

¹ Параболическая траектория практически никогда не осуществляется и имеет в основном теоретический интерес, как переходная от замкнутых траекторий, эллиптических, к разомкнутым — гиперболическим. Чтобы траектория была параболической, нужно выдержать абсолютно точное значение параболической скорости. Чуть меньшая скорость сделает траекторию эллиптической, чуть большая — гиперболической. На сравнительно небольших расстояниях эти траектории практически неразличимы и сливаются в одну.

Солнца, эта скорость меньше, так что на Плутоне она составляет всего 6,7 километра в секунду. На поверхности же Солнца эта скорость равна 618 километрам в секунду, так как сила тяжести на Солнце в 28 раз больше, чем на Земле. Человек весил бы на Солнце 1,5—2 тонны, а то и больше.

Вряд ли мы могли бы надеяться когда-нибудь вырваться из оков солнечного тяготения, если бы не то обстоятельство, что Земля является спутником Солнца и, следовательно, уже обладает круговой скоростью в движении вокруг него. Но это значит, что при использовании круговой скорости Земли межзвездному кораблю нужно сообщить не всю параболическую скорость относительно Солнца, а только разность между нею и круговой скоростью, то-есть $42,1 - 29,8 = 12,3$ километра в секунду.

Теперь легко подсчитать, какова должна быть начальная скорость межзвездного корабля при взлете с Земли. Оказывается, она должна равняться примерно 16,7 километра в секунду (использование вращения Земли вокруг оси может уменьшить эту скорость до 16,2 километра в секунду). Эта скорость часто называется освобождающей¹.

Как видим, освобождающая скорость при использовании орбитальной скорости Земли вовсе не так велика — она оказывается меньше, чем необходимая идеальная скорость для полета на Луну.

Для того чтобы полностью использовать орбитальную скорость Земли, взлет межзвездного корабля должен осуществляться, очевидно, в том же направлении, что и движение Земли по ее орбите, — против часовой стрелки, если смотреть из точки, расположенной над Северным полюсом. При взлете в противоположную сторону освобождающая скорость корабля будет равняться уже не 16,7, а 71,9 километра в секунду, так как кораблю придется сообщить скорость, равную не разности параболической и круговой скорости, а их сумме, то-есть $42,1 + 29,8 = 71,9$ километра в секунду².

Какой же маршрут изберет командир межпланетного корабля, направляя его, скажем, на Марс? Очевидно, что, выбирая такой маршрут, командир будет решать нелегкую и вместе с тем ответственную задачу. Нелегкая она потому, что в мировом пространстве нет «заказанных» путей, там нет железных дорог и асфальтированных магистралей. Корабль полетит туда, куда направит его

¹ Величина освобождающей скорости получается следующим образом. Кинетическая энергия корабля при взлете с Земли пропорциональна сумме квадрата скорости отрыва, то-есть $11,2^2 = 126$, и квадрата необходимой дополнительной скорости, то-есть $12,3^2 = 154$. Вследствие этого освобождающая скорость равна $\sqrt{126 + 154} = \sqrt{280} = 16,7$ километра в секунду.

² Практически во всех случаях полет межпланетного корабля вокруг Солнца должен проходить в том же направлении, что и движение планет. Обратное направление, конечно, возможно, но связано с очень уж большим расходом топлива.

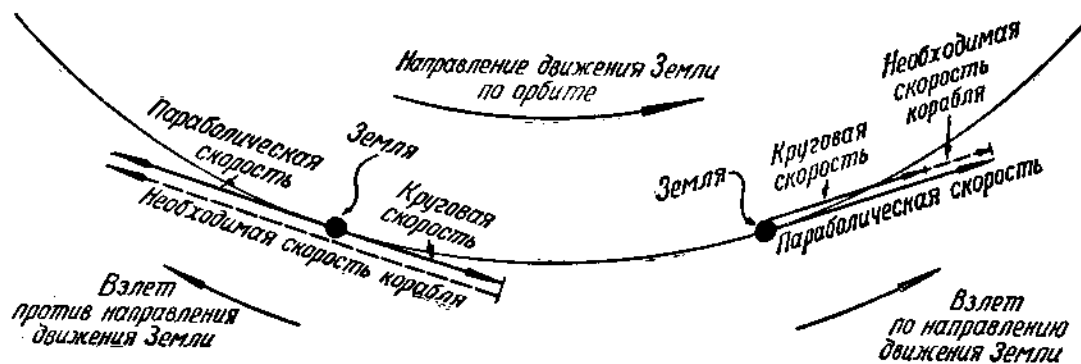
рука человека. И понятно, почему это ответственная задача: неудачный выбор трассы может намного увеличить продолжительность полета и необходимый запас топлива на корабле.

Но, может быть, нужно установить раз и навсегда наилучшую трассу Земля — Марс с тем, чтобы осталось только обставить ее дорожными знаками, как на наших земных шоссе?

Нет, дело обстоит не так просто. Не говоря уже о том, что такая трасса не была бы, конечно, неподвижной в пространстве, а перемещалась в нем вместе с начальным и конечным пунктами — Землей и Марсом, сам характер этой трассы будет зависеть от особенностей полета. Найти наивыгоднейший маршрут полета при заданной его продолжительности или заданном расходе топлива — вот важнейшая задача астронавигации. И прежде всего, конечно, хотелось бы знать, с каким маршрутом связан наименьший расход топлива.

Как же решается эта задача в случае полета на Марс?

Орбита Марса больше орбиты Земли — Марс находится дальше от Солнца. Время одного полного обращения Земли по орбите, то есть продолжительность земного года, равно 365 суткам. Марс совершает один оборот вокруг Солнца за 687 земных суток. Значит, Земля обращается вокруг Солнца с вдвое большей угловой скоростью — она совершает немногим меньше двух оборотов, пока Марс успеет обогнать вокруг Солнца один раз. Вследствие этого противостояния Марса, то есть такие моменты, когда Марс ближе всего к Земле, приходится примерно раз в 2 земных года, точнее — раз в



Величина освобождающей скорости зависит от направления взлета корабля с Земли.

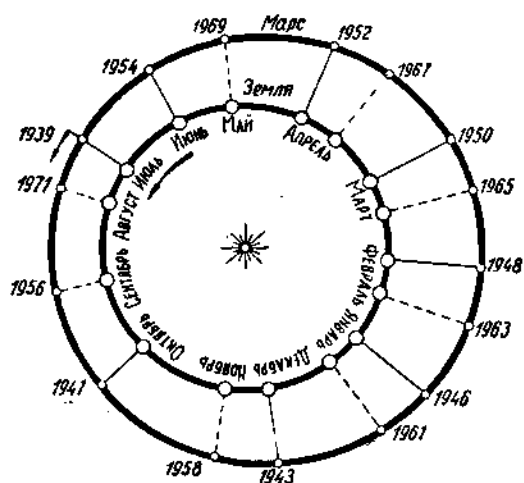
780 суток¹. Благодаря значительной эксцентricности орбиты Марса расстояние до него во время противостояния меняется в довольно сильных пределах — от 56 до 100 миллионов километров. Пусть

¹ Так называемый сидерический, или звездный, период обращения Марса равен 687 суткам; синодический, или солнечный, период обращения — 780 суткам.

наш корабль совершает свой полет в 1956 году, когда расстояние до Марса будет наименьшим; следующего такого же случая, так называемого великого противостояния, пришлось бы ждать целых 15 лет¹. «Всего» 56 миллионов километров будут разделять Марс и Землю по прямой, соединяющей их центры, в момент этого наиболее благоприятного противостояния. Одним словом, рукой подать!

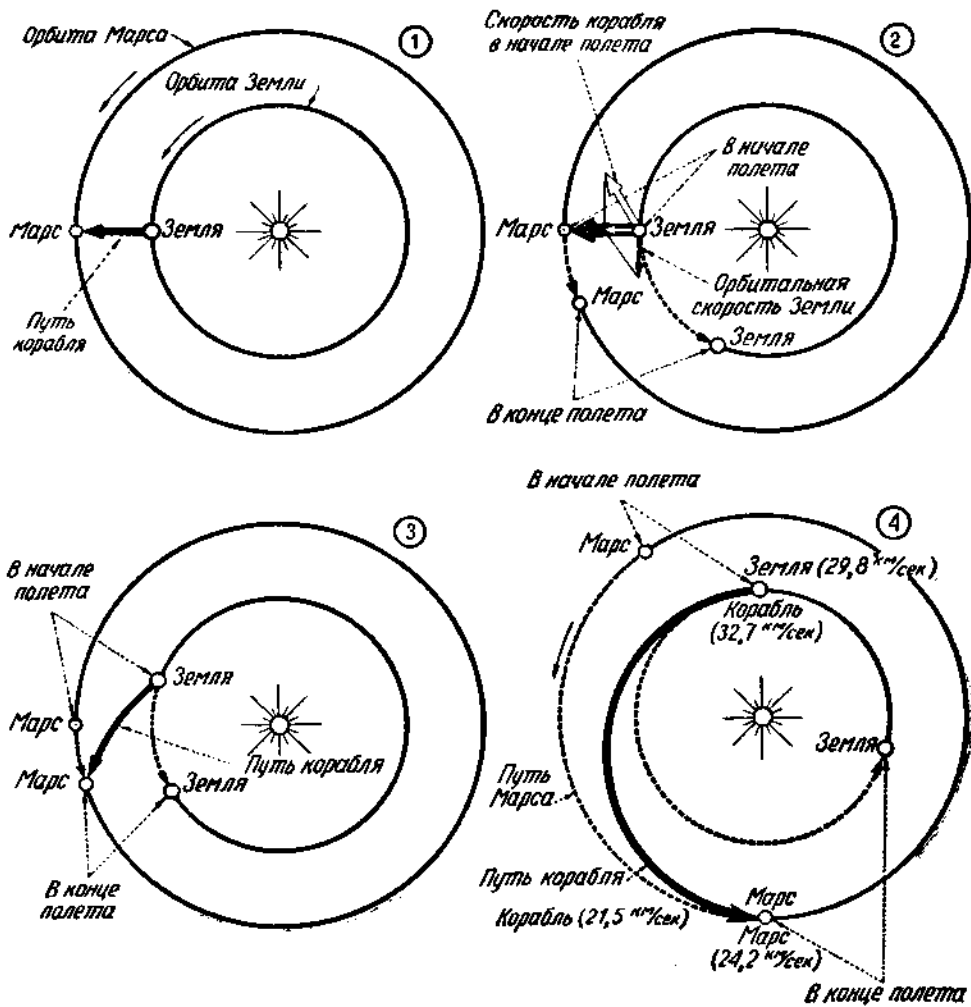
Казалось бы, что проще всего направить корабль по этому кратчайшему пути, но на самом деле это не так. Мало того: и вообще-то по такому пути корабль совершить свой полет на Марс не сможет — ведь и Земля и Марс не неподвижны, они мчатся по своим орбитам вокруг Солнца. Конечно, можно заставить корабль лететь по этой воображаемой прямой, если это уж во что бы то ни стало необходимо, но это будет бессмыслицей. Во-первых, когда корабль достигнет орбиты Марса, летя по такой прямой, он не найдет там планеты: она уйдет далеко вперед. А во-вторых, такой полет приведет к огромному перерасходу топлива. Ведь чтобы корабль двигался по этой прямой, его нужно направить под углом к ней, иначе он будет «снесен» в направлении движения Земли по орбите (вспомните трамвай, с которого вы прыгаете на ходу). Так же поступает лодочник, стремящийся пересечь реку по кратчайшему пути, — он направляет лодку не поперек реки, а ставит ее под углом. Но из-за этого скорость, которую мы должны сообщить кораблю, чтобы он достиг орбиты Марса, сильно увеличивается: как показывает расчет, затрата энергии на перелет увеличивается при этом в 2,5 раза. Вот что значит «выгрести против течения»!

Совершенно очевидно, что кратчайший путь между орбитами — далеко не самый выгодный. Конечно, курьерский корабль, мало считающийся с «расходами» на путешествие и совершающий его в кратчайшее время, все-таки, может быть, полетит по наиболее короткому пути. Такой курьерский полет может быть совершен и за очень короткое время, была бы только скорость.



Противостояния Марса с 1939 по 1971 год.

¹ Великие противостояния чередуются через 15 или 17 лет.



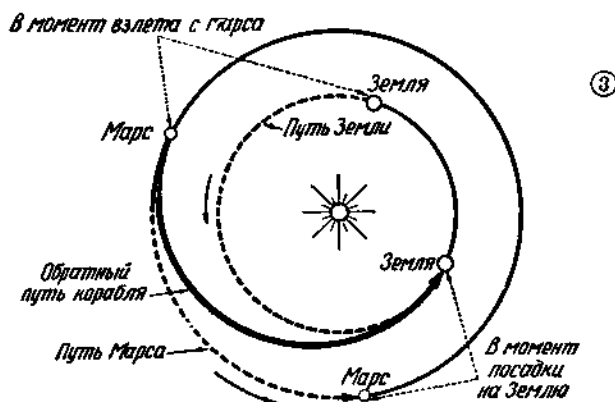
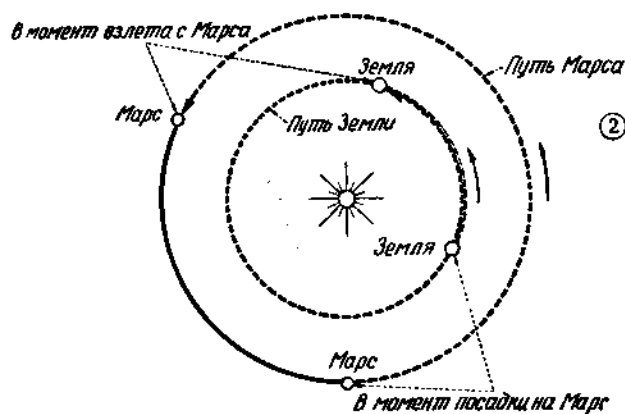
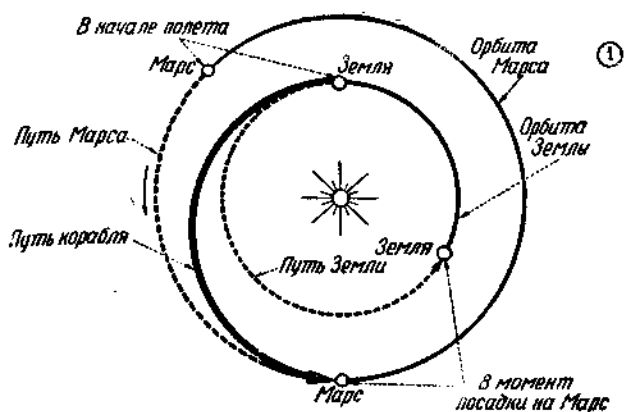
Как полететь на Марс: 1 — полет по кратчайшему пути; Марс и Земля считаются неподвижными в точке противостояния; 2 — полет по кратчайшему пути до орбиты Марса; необходимая скорость корабля очень велика — приходится «плыть против течения»; 3 — полет курьерского корабля может длиться 2 месяца и даже меньше; 4 — наивыгоднейший полет, требующий наименьшего расхода топлива.

Однако наивыгоднейший в отношении расхода топлива полет должен происходить по такой траектории, чтобы полностью использовать круговую скорость Земли в ее движении вокруг Солнца. Но это значит, что взлет корабля должен происходить по касательной к орбите Земли, в том же направлении, в котором движется и сама Земля вокруг Солнца. Такой взлет должен осуществляться,

очевидно, около полуночи — в этот момент точка взлета, если она находится не на полюсе, расположена так, что корабль использует и скорость, которую имеет эта точка во вращении вокруг земной оси.

Как избрать начальную скорость корабля? Какой маршрут делает эту скорость наименьшей? Ответ на этот важнейший для астронавтики вопрос дать не просто. Ведь при решении этой задачи нужно учитывать многие факторы — и уровень развития реактивной техники (скорость истечения газов и другие свойства топлива, конструкцию корабля и проч.), и потребные запасы пищи, воздуха, воды для пассажиров, и многое другое. Расчеты показали¹, что наивыгоднейшей траекторией является эллипс, касательный к обеим орбитам — Земли и Марса. Начальная и конечная точки пути лежат в этом случае по разные стороны от Солнца, на большой оси эллипса, длина которой равняется диаметру земной орбиты плюс расстояние между обеими орбитами по кратчайшему пути

¹ Общего решения этой задачи еще не получено.



Полет корабля на Марс и обратно по наивыгоднейшему маршруту будет длиться 2 года 8 месяцев: 1 — 258 дней корабль летит с Земли на Марс; 2 — 454 дня корабль летит на Марсе, чтобы почти через 2 года после взлета с Земли стартовать в обратный путь; 3 — 258 дней возвращается на Землю.

(то-есть во время противостояния). Значит, эта длина меняется от 355 до 400 миллионов километров. Длина соответствующего полуэллипса, представляющего собой траекторию полета корабля, будет равна примерно 600 миллионам километров. Время полета корабля по такому маршруту составляло бы примерно 240—270 дней. Чтобы корабль совершил этот полет, его начальная скорость вне поля земного тяготения должна равняться всего 2,9 километра в секунду.

Какую же скорость должен иметь в этом случае корабль при взлете с Земли? Так как для преодоления земного тяготения кораблю нужно сообщить скорость отрыва, равную 11,2 километра в секунду, а затем, уже вне поля земного тяготения, скорость корабля все еще должна равняться 2,9 километра в секунду, то можно думать, что при взлете с Земли кораблю нужно сообщить скорость $11,2 + 2,9 = 14,1$ километра в секунду. Однако такое решение было бы ошибочным. Если бы мы сообщили кораблю такую скорость, то вне поля земного тяготения скорость корабля составила бы не 2,9, а 8,6 километра в секунду. Вот какая получается «странная» арифметика — начальная скорость корабля равна 14,1 километра в секунду, более 11 километров потеряно в борьбе с земным тяготением, и все еще осталось 8,6 километра в секунду! В действительности же скорость корабля при взлете должна равняться всего 11,6 километра в секунду¹.

Мы видим, насколько выгоднее сообщить кораблю при взлете сразу всю возможную скорость, — это носит характер важного закона астронавтики. Если бы кораблю при взлете в нашем случае была сообщена только скорость отрыва 11,2 километра в секунду, а потом еще раз, уже вне поля земного тяготения, скорость 2,9 километра в секунду, то общая идеальная скорость равнялась бы, как было указано выше, 14,1 вместо 11,6 километра в секунду. Соответственно, конечно, вырос бы и необходимый запас топлива на корабле. Например, при скорости истечения газов 3 километра в секунду взлетное соотношение масс корабля увеличилось бы с 48 до 110.

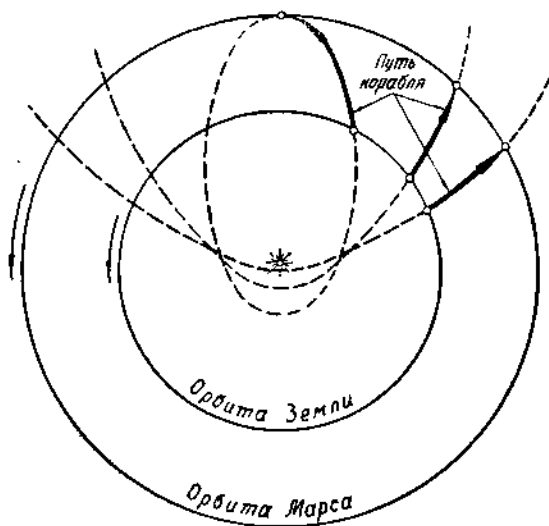
При расчете общего расхода топлива на полет необходимо принимать во внимание и скорость корабля относительно Марса в момент их встречи. Эта скорость должна быть погашена, в основном, торможением с помощью двигателя, так как атмосфера Марса очень

¹ Вспомним, что на преодоление земного тяготения корабль расходует определенную кинетическую энергию, а кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости. Значит, на преодоление земного тяготения должна быть израсходована кинетическая энергия, пропорциональная квадрату скорости отрыва, то-есть $11,2^2 = 126$. Вне поля земного тяготения кинетическая энергия корабля в нашем случае должна быть пропорциональна $2,9^2 = 8,4$. Следовательно, кинетическая энергия корабля при взлете должна быть пропорциональна сумме $126 + 8,4 = 134,4$, а его валетная скорость, очевидно, должна быть равна $\sqrt{134,4}$, или 11,6 километра в секунду. Это значит, *истати* сказать, что траекторией полета корабля в поле земного тяготения будет гипербола.

разрежена. Это требует дополнительного расхода топлива. В случае полета по касательному полуэллипсу в момент встречи с Марсом корабль будет мчаться быстрее него примерно на 2,7 километра в секунду. Конечно, можно было бы избрать и такой маршрут, чтобы при полете по нему эта относительная скорость была равна нулю. Здесь мы еще раз видим, как трудно выбрать наиболее выгоднейший маршрут.

При полете по наиболее выгоднейшему маршруту (касательному эллипсу) момент взлета корабля должен быть точно определен, иначе корабль не найдет Марса в «условленном» месте. В момент взлета Марс должен быть в строго определенном положении на своей орбите относительно Земли — он должен опережать ее примерно на $\frac{1}{8}$ полного оборота, то-есть на 45° . Так как это взаимное положение повторяется с такой же регулярностью, как и противостояние, то следующий удобный момент для полета на Марс наступит только через 2 года 50 дней. Как видно, природа сама принимает меры для охлаждения пыла астронавтов — часто на Марс не полетишь (по крайней мере, при помощи реактивной техники ближайшего будущего). Вот почему, вероятно, в будущем эти выгодные моменты будут использоваться для организации экспедиций, состоящих из многих межпланетных кораблей, когда практически одновременно в путь пустится целый межпланетный флот.

Еще хуже будет обстоять дело с возвращением на Землю. Момент вылета с Земли можно переносить со дня на день без большого неудобства для пассажиров, но каково будет межпланетным путешественникам дожидаться на уютном Марсе момента отправления корабля домой, на Землю, если это ожидание затянется на 2 года! Простой расчет показывает, что после удачной посадки корабля на Марсе в случае полета по наиболее выгоднейшему полуэллипсу его пассажирам придется ждать там действительно около 15 месяцев, пока корабль сможет стартовать в обратный путь, если он хочет снова воспользоваться наиболее выгоднейшим маршрутом.



Траектории курьерских перелетов Земля — Марс.

Ценой сравнительно небольшого увеличения расхода топлива можно избирать другие траектории полета — не по касательному эллипсу, а по эллипсам, пересекающим обе орбиты или по крайней мере одну из них. Это может привести к существенному сокращению продолжительности путешествия, так что такие маршруты могут представить очень большой интерес. Так, сокращение продолжительности полета на 3 месяца по сравнению с 8 месяцами полета по наивыгоднейшему маршруту может быть достигнуто ценой увеличения скорости корабля при взлете с Земли с 11,6 до 14,3 километра в секунду. Сокращение продолжительности полета всего до 4 месяцев потребовало бы увеличения взлетной скорости до 15,9 километра в секунду. Уменьшение продолжительности полета достигается при этом как за счет роста скорости, так и за счет сокращения длины пути. Еще большего сокращения продолжительности полета можно достичь при увеличении скорости корабля до гиперболической относительно Солнца. При скорости корабля в сотни километров в секунду продолжительность полета на Марс может быть сокращена до недели.

Переход от касательного к секущим эллипсам, и в особенности к гиперболам, облегчает выбор момента старта корабля с Земли. Теперь уже старт становится возможным в течение нескольких месяцев в году. Однако в отношении момента вылета с Марса в обратный путь к Земле положение меняется мало. Чтобы избежать слишком длительного пребывания на Марсе, можно воспользоваться для возвращения на Землю курьерским кораблем, способным совершать полет по гиперболической орбите со столь большой скоростью, что корабль оказывается уже в состоянии «догнать» Землю. Однако это будет связано со значительным увеличением количества расходуемого топлива.

Полет к следующим за Марсом внешним планетам солнечной системы может осуществляться принципиально так же, как и на Марс. Корабль попрежнему взлетает около полуночи — так, чтобы его скорость складывалась со скоростью движения Земли по орбите и вокруг своей оси. Благодаря этому он начинает удаляться от Солнца, достигая орбиты соответствующей планеты в такой момент, когда там оказывается и сама планета.

Полет к внутренним планетам, орбиты которых меньше земной, в частности полет к «таинственной незнакомке» — Венере, о которой, несмотря на ее соседство с Землей, астрономы знают весьма мало, должен совершаться иначе. В этом случае достаточно уменьшить скорость корабля по сравнению с орбитальной скоростью Земли, чтобы корабль стал падать на Солнце, приближаясь к нему, пока не будет достигнута орбита Венеры. Для этого взлет корабля с Земли дол-



Вид Сатурна с его спутника Мимаса.

жен осуществляться в сторону, противоположную ее движению вокруг Солнца, то-есть корабль должен стартовать около полудня¹. За пределами поля земного тяготения скорость корабля должна равняться 2,4 километра в секунду, и, следовательно, скорость его при взлете с Земли — менее 11,5 километра в секунду². При этом условии корабль совершит полет к Венере по наивыгоднейшему маршруту — касательному полуэллипсу, пройдя путь в 400 миллионов километров, хотя кратчайшее расстояние до Венеры в 10 раз меньше. Полет до Венеры продлится в этом случае чуть меньше 5 месяцев. Как и в случае полета на Марс, для обратного полета на Землю по наивыгоднейшему маршруту путешественникам придется дожидаться на Венере более 15 месяцев.

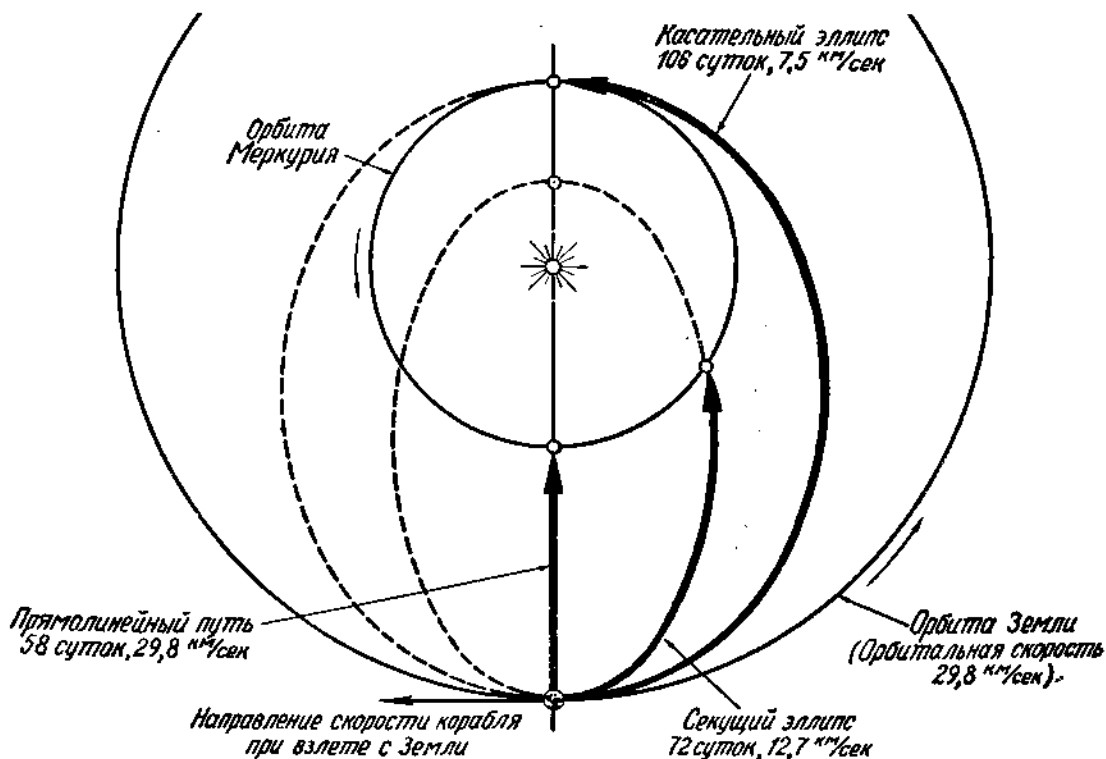
Полет на Венеру не по касательному эллипсу, а по эллипсам, пересекающим орбиты Земли и Венеры или по крайней мере одну из этих орбит, может, как и в случае путешествия на Марс, значительно сократить продолжительность полета при некотором увеличении расхода топлива. Так, увеличение скорости на границе поля земного тяготения с 2,4 до 8 километров в секунду может сократить продолжительность полета почти вдвое.

Касательные полуэллипсы являются наиболее выгодными в отношении расхода топлива траекториями полета и к другим планетам солнечной системы. Это указывает, кстати сказать, на следующую особенность astronautики: наивыгоднейший полет к ближайшей планете иногда должен длиться больше времени, чем к более отдаленной планете. Легко сообразить, о каком случае идет речь, — о полетах к внутренним планетам. Действительно, Венера ближе к Земле, чем Меркурий, но так как лететь надо «по ту сторону» Солнца, то путь к Венере оказывается большим и более длительным.

С полетом к внутренним планетам связана и еще одна особенность astronautики: чем меньше скорость корабля, тем быстрее он достигает цели. Почти что «тише едешь — дальше будешь». Секрет и здесь прост. Чем меньше скорость корабля относительно Солнца, тем прямее и короче путь к нему и, значит, тем меньше времени корабль будет находиться в полете к цели — Меркурию или Венере. Если бы корабль был в момент взлета неподвижным относительно Солнца, то он падал бы на него по прямой, и в этом случае полет к Венере или Меркурию был бы самым коротким. Но надо помнить, что речь идет о скорости относительно Солнца. Чтобы эта скорость была меньше, скорость корабля относительно Земли при взлете с нее должна быть больше — ведь корабль взлетает в этом случае против

¹ Для использования скорости вращения Земли вокруг своей оси. При взлете с полюса он может быть осуществлен в любое время суток.

² $\sqrt{2,4^2 + 11,2^2} = 11,5$.



Полет к Меркурию по касательному и секущему эллипсам.

движения Земли по орбите, и его скорость должна погашать орбитальную скорость Земли.

Если путешественники располагают временем и терпением, то они смогут совершить интересные «прогулки» по мировому пространству без посадки на какой-нибудь планете, но с обозрением ее с близкого расстояния, впрочем настолько почтительного, чтобы не подвергаться сильному притяжению планеты. Такие путешествия могут быть осуществлены с минимальной затратой топлива, необходимой лишь для того, чтобы отправить корабль в бесконечное путешествие вокруг Солнца, превратив его в новую планету — астероид. Соответствующая скорость корабля при взлете с Земли должна быть больше скорости отрыва (11,2 километра в секунду), но меньше, чем освобождающая скорость (16,7 километра в секунду.) Подобранным соответствующим образом момент взлета и его скорость, то-есть большую ось эллипса, можно совершить несколько оборотов вокруг Солнца, встретить и обозреть нужную планету и сесть на Землю, которая, обежав за это время тоже несколько раз вокруг Солнца,

как раз встретится с кораблем в месте взлета. Подобные путешествия с изучением Марса, Венеры или Меркурия можно проделать за 3 года, Юпитера — за 6 лет и т. д. Для такого полета вокруг Марса понадобится взлетная скорость корабля всего только на 0,4—0,5 километра в секунду больше, чем скорость отрыва.

Несомненно, что в будущем космические трассы будут пролегать не непосредственно от одной планеты к другой, а между их спутниками, природными или искусственными.

Стоит ли говорить о том, как важно правильное определение местоположения корабля, а также скорости и направления его движения в мировом пространстве. Ничтожная ошибка в начале эллиптического маршрута может увести корабль на миллионы километров от назначенного места встречи с целью. Часто такая ошибка окажется если не роковой по последствиям, то, по крайней мере, трудно поправимой.

Предложено много способов, которые позволили бы штурману межпланетного корабля ориентироваться в мировом пространстве. Конечно, когда-нибудь это пространство будет иметь оборудованные трассы, снабженные топливозаправочными станциями, радиомаяками и проч., и тогда жизнь экипажей «флота мирового пространства» станет легче. Но и тогда методы астронавигации будут важнейшим средством обеспечить успех полета.

Пока же радионавигация в мировом пространстве — дело более далекого будущего, и астронавтам придется пользоваться в качестве ориентиров лишь небесными светилами — Солнцем, планетами (в том числе и той, к которой совершается полет), звездами, которые всегда видны. Уже сейчас в авиации широко пользуются методами астронавигации, то-есть ориентировки по небесным светилам. Первые опыты такой ориентировки были произведены с воздушных шаров еще в конце прошлого века. В разработке методов астронавигации большая роль принадлежит авиации нашей страны.

Астронавигация в мировом пространстве будет основываться, конечно, на достижениях и опыте авиационной астронавигации. Однако многое в межпланетном полете не будет похожим на полет в пределах земной атмосферы. На черном небе будет видно во много раз большее число звезд, непривычным будет поведение планет и жгучего Солнца и многое другое. О положении корабля в мировом пространстве можно будет судить по расстоянию от Солнца (его можно измерять, в частности, и по температуре нагреваемой солнечными лучами специальной термопары), его положению на небе, положению планет среди звезд — например, по одновременной фотографии двух каких-либо планет — и т. д. Конечно, потребуется разработка сложных способов вычисления, специальных приборов,

составление звездных карт¹. Штурман межпланетного корабля будет находиться во всеоружии в своем единоборстве с бесконечными пространствами космоса.

Но неизмеримо легче будет его задача, когда в астронавтике найдут широкое применение методы радионавигации. Радиолучи расчертят трассы мирового пространства, и радиоавтопилоты космических кораблей будут уверенно вести их к далеким целям. И все же даже радиолуч, мчащийся со скоростью 300 тысяч километров в секунду, будет иногда «сдавать» в мировом пространстве. Штурману-радисту межпланетного корабля нельзя будет ни на минуту забывать о том, над чем никогда не задумываются радисты самолетов,— о времени, которое нужно радиолучу, чтобы покрыть огромные расстояния мирового пространства.

Г л а в а 16

ВЗЛЕТ, ПОСАДКА...

Курсантам авиашкол наибольшие переживания доставляет, пожалуй, посадка, знаменитые «три точки».

И в межпланетном полете едва ли не самый неприятный момент — посадка, хотя и по другим причинам, чем в авиации. Впрочем, взлет межпланетного корабля тоже по-своему неприятен. Вероятно, немало раз учлетам Школы командиров межпланетных кораблей придется совершать злополучные взлеты-посадки с инструктором, пока они получают драгоценное право на самостоятельный вылет.

Взлет межпланетного корабля... Какая захватывающая картина! Сколько раз человеческая мысль рисовала себе эти волнующие мгновения расставания с родной Землей для гигантского прыжка к далеким мирам! Впрочем, гораздо проще представить себе напряжение последних минут перед стартом корабля, трогательные прощальные приветствия и последние просьбы, вроде передачи приветов общим марсианским знакомым, чем продумать все необходимое для обеспечения удачного старта.

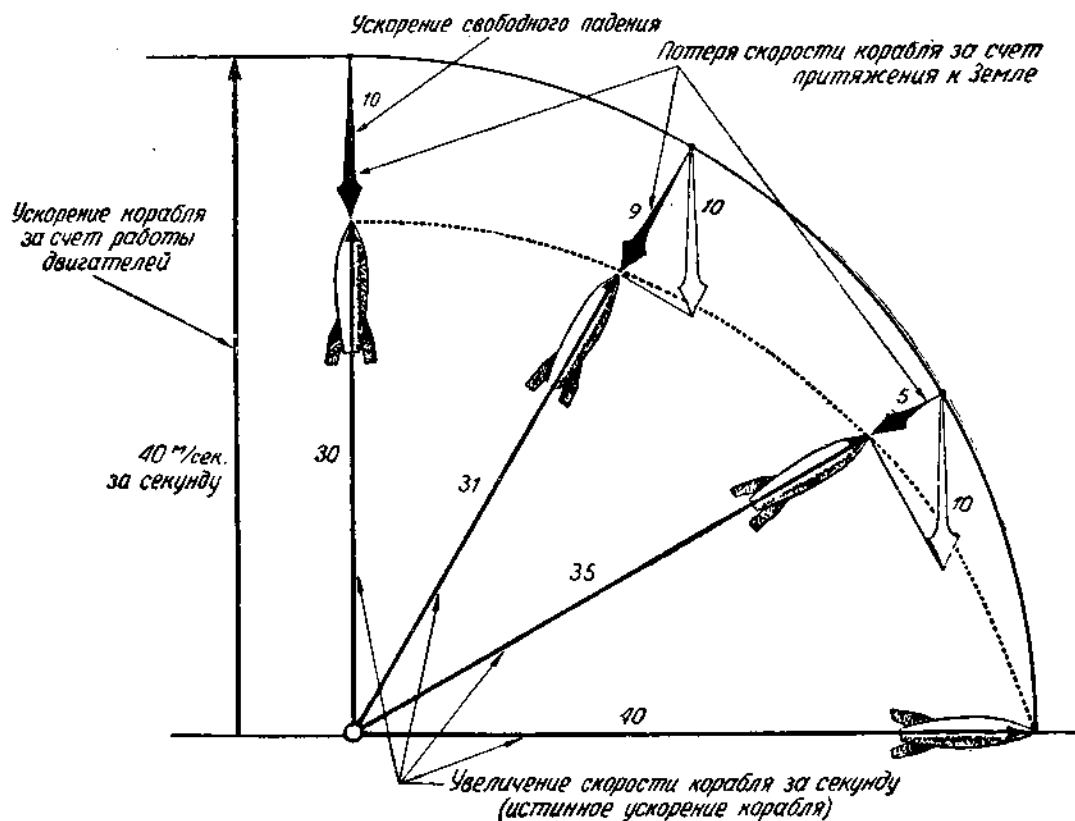
А подумать придется о многом. Здесь и время взлета, и его направление, и скорость, и «программа» дальнейшего полета в земной атмосфере, и расход топлива на взлет, и самочувствие пассажиров, и многое другое.

¹ Интересно, что карты для штурманов межпланетных кораблей, может быть, будут составляться по системе «условных меридианов», разработанной советскими штурманами для полетов в районе Северного полюса. Эта система устраняет неудобства, связанные с пересечением всех земных меридианов в точке полюса (ведь в этой точке даже остановившиеся часы показывают правильное время), — она вводит условные меридианы, пересекающиеся лишь в бесконечности. Аналогия здесь заключается в том, что и меридианы солнечной системы тоже ведь пересекаются в бесконечности.

Наиболее просто решается вопрос о месте взлета межпланетного корабля. К счастью, космопорт может быть расположен почти в любой точке земного шара, так что будущие межпланетные путешественники не должны будут обязательно отправляться к экватору, как это некоторые предлагают. Конечно, расположение точки взлета на экваторе представляет некоторое преимущество в том отношении, что при этом наиболее полно используется скорость вращения Земли вокруг своей оси. При взлете с экватора корабль получает в результате этого вращения дополнительную скорость — 465 метров в секунду. Чем больше географическая широта точки взлета, то-есть чем ближе она к полюсам, тем меньше этот выигрыш, становящийся равным нулю при взлете с полюса. При расположении космопорта в средних широтах — скажем, в районе Москвы — прирост скорости составит примерно 260 метров в секунду. В погоне за остальными 200 метрами вряд ли будет иметь смысл отправляться за тропики, хотя, конечно, взлет с какой-нибудь высокогорной площадки, расположенной на Кавказе или Памире, был бы выгодным во многих отношениях.

Время отлета корабля не должно быть обязательно определено с точностью до секунд и даже долей секунд, как это иногда пишут, так что и с этим дело обстоит сравнительно просто. Во всяком случае, не будет такой угрозы, что пропущенная для взлета секунда заставит перенести его на следующий день или даже на следующий год. Вместе с тем, конечно, полной свободы выбора в этом отношении тоже не будет. В частности, как уже указывалось в предыдущей главе, полеты по направлению к Солнцу должны начинаться днем, а от Солнца — ночью, причем наивыгоднейшее время будет зависеть от географических координат, времени года, цели и проч.

Гораздо серьезнее вопрос о направлении взлета корабля, подвергнутый тщательному изучению еще Циолковским. Здесь приходится считаться с двумя противоречивыми требованиями. С одной стороны, продолжительность полета в земной атмосфере хотелось бы сделать минимальной, так как это уменьшило бы потери скорости из-за сопротивления воздуха. Для этого целесообразно пересекать атмосферу по кратчайшему пути, то-есть осуществлять взлет вертикально. Но, с другой стороны, вертикальный взлет приводит к новым потерям в скорости корабля — под действием силы тяжести (так называемые гравитационные потери). Если корабль взлетает вертикально, то влияние силы притяжения к Земле уменьшает конечную скорость корабля, которую он приобретает в результате работы двигателя. Чем больше время такого подъема и меньше допустимые в полете ускорения, тем сильнее сказывается это тормозящее действие силы тяжести. Ведь если бы ускорение, сообщаемое двигателем кора-



При более пологом взлете корабля потеря скорости под влиянием силы тяжести будет меньше.

блю, только равнялось ускорению силы тяжести, то корабль просто повис бы в воздухе неподвижно, не набирая высоты. Это обстоятельство делает целесообразным горизонтальный взлет, так как при этом сила тяжести не уменьшает скорости корабля. А это значит, что нет необходимости и увеличивать потребный запас топлива.

Какое же направление все-таки избрать: вертикальное, горизонтальное или наклонное?

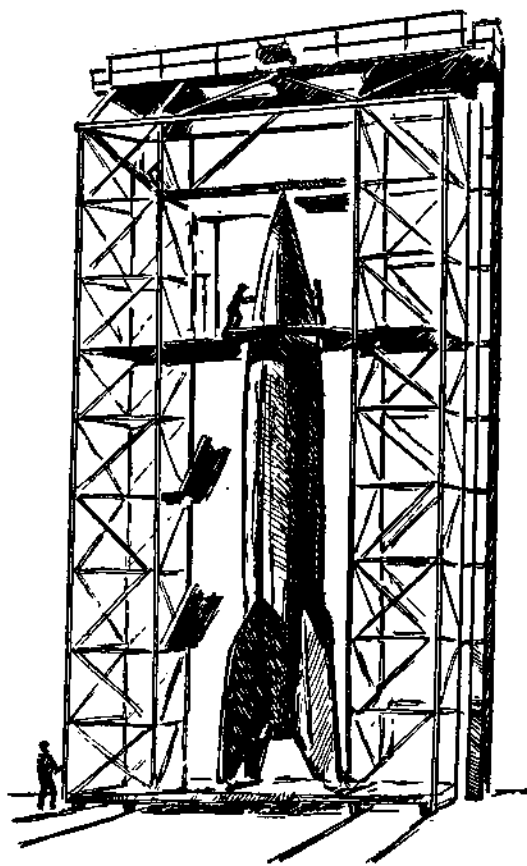
Вообще говоря, в каждом конкретном случае можно было бы избрать наиболее выгодный угол наклона линии взлета в зависимости от допустимых в полете ускорений, лобового сопротивления корабля и других факторов. Именно так обычно и рисуют взлет межпланетного корабля — по длинной взлетной дорожке, уходящей на эстакаде высоко в небо. Однако, вероятнее всего, взлет межпланетного корабля будет осуществляться все же не так. Он будет скорее напоминать запуск тяжелых дальних ракет, описанных в главе 6.

Для взлета корабль будет, вероятно, установлен в вертикальном

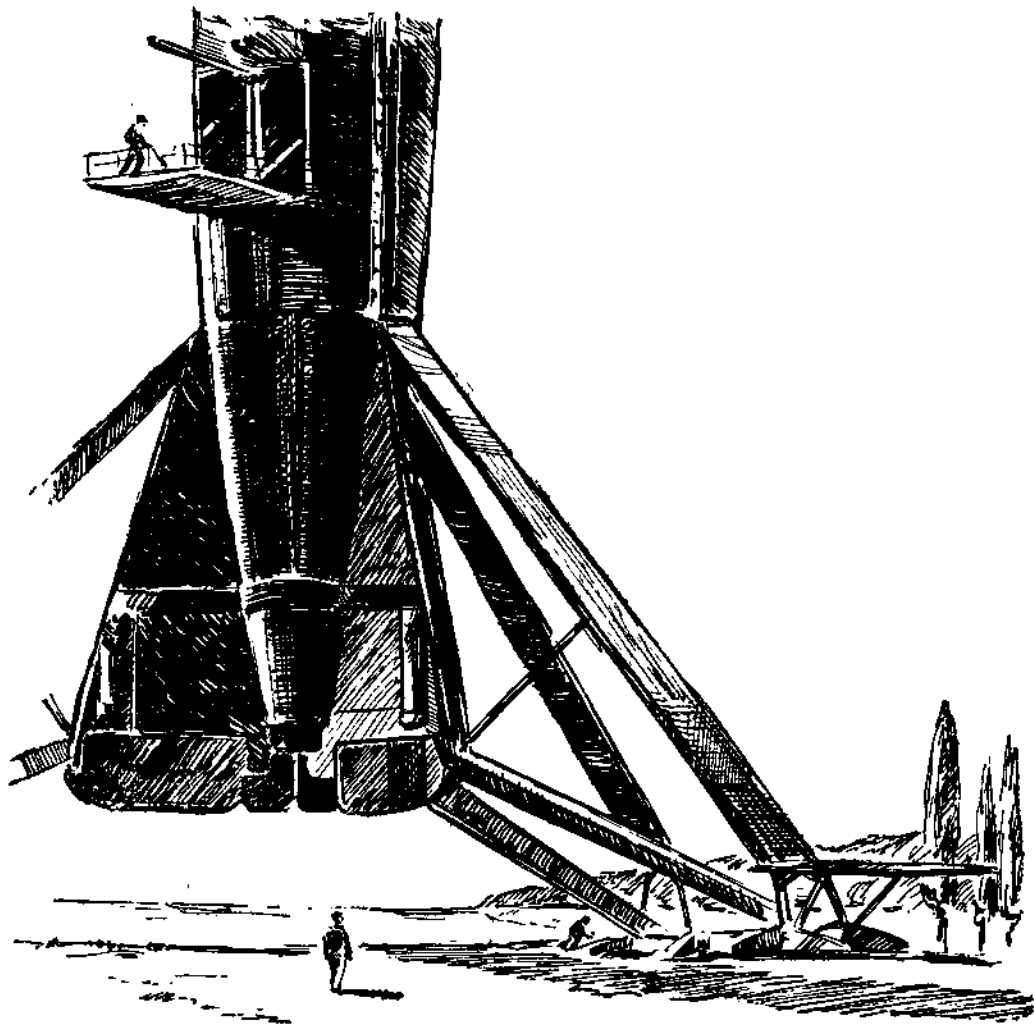
положении, опираясь на свои собственные опоры — шасси, снабженные мощными амортизаторами, типа самолетных. Вертикальное положение корабля целесообразнее с точки зрения его прочности. Вдоль оси корабля при взлете или посадке действуют силы, в несколько раз превышающие его собственный вес, так что корабль рассчитан на эти продольные нагрузки. В боковом же направлении и прочность и жесткость корабля, имеющего легкую оболочку, явно недостаточны, он не рассчитан на большие поперечные нагрузки, и потому горизонтальное положение корабля, вероятнее всего, будет нежелательным. К слову сказать, и посадка корабля на планетах, в особенности лишенных атмосферы, будет заведомо производиться тоже в вертикальном направлении, на такое же опорное шасси.

Взлетать корабль будет вертикально и, поднимаясь также вертикально, прямо в небо, начнет набирать высоту, чтобы как можно скорее пересечь наиболее плотные слои атмосферы, оказывающие наибольшее сопротивление полету. На высоте между 10 и 20 километрами приборы управления полетом корабля, которые до сих пор поддерживали вертикальный подъем, теперь отклонят направление полета от вертикального. Корабль начнет полет по криволинейной траектории на восток.

Кстати, об управлении кораблем в полете. Этому вопросу, естественно, уделено много внимания во всех работах по астронавтике начиная с Циолковского, ибо межпланетный корабль должен быть свободно управляемым в любой момент своего полета. Циолковский не только впервые сформулировал проблему управления межпланетным кораблем, но и предложил решения этой проблемы, к которым в дальнейшем не было добавлено ничего принципиально нового. Некоторые из этих предложений Циолковского уже получили широ-



Башня для подготовки к запуску высотной ракеты.



Так может быть устроено шасси межпланетного корабля.

кое применение в реактивной технике — в частности, для дальних управляемых в полете ракет¹. Для управления при полете в атмосфере корабль будет снабжен, очевидно, воздушными, аэродинамическими рулями, вроде применяемых на самолетах. Однако такие рули не могут, конечно, ничем помочь при полете в безвоздушном пространстве. Мало того: даже при полете в атмосфере они иногда не справляют-

¹ Циолковскому же принадлежит и самая идея автоматического управления полетом ракеты. Им же изобретен и автопилот, получивший в настоящее время уже такое широкое применение в авиации.

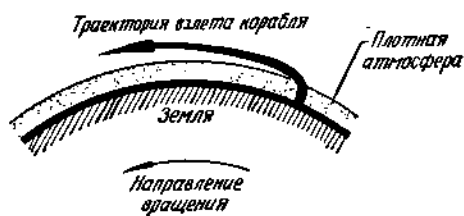
ся с задачей. Так бывает, например, в начале взлета, когда скорость корабля еще недостаточна для того, чтобы рули были эффективными, а также при полете в верхних, разреженных слоях атмосферы.

Поэтому корабль будет снабжен наряду с воздушными еще и газовыми рулями, то-есть рулями, расположенными в струе газов, вытекающих из двигателя. Поворот газовых рулей отклоняет реактивную струю, создавая боковое усилие, которое изменяет направление полета корабля. В некоторых случаях для этой же цели двигатель устанавливают на ракете так, что он сам может несколько поворачиваться, изменяя направление силы тяги.

Для управления кораблем, летящим в мировом пространстве, такие методы, однако, непригодны, так как включать главный двигатель корабля специально для целей управления не всегда будет целесообразно, а иногда и просто невозможно. Поэтому управление в мировом пространстве должно основываться на других принципах. Для этой цели можно, например, установить вспомогательные рулевые жидкостные ракетные двигатели¹. Можно также использовать то обстоятельство, что летящий корабль не может быть без помощи внешних сил повернут вокруг своего центра тяжести². Поэтому, если внутри корабля вращать какую-нибудь массу в одну сторону, то корабль сам начнет вращаться в другую. Следовательно, для целей управления можно установить внутри корабля быстро вращающийся диск. С его помощью можно поворачивать корабль в нужном направлении.

Конечно, так можно повернуть корабль только вокруг его центра тяжести. Для изменения направления полета корабля без двигателя не обойтись.

Но вернемся к нашему взлетающему кораблю. Криволинейный полет корабля с работающим двигателем будет продолжаться со все возрастающей скоростью, переходя постепенно почти в горизонтальный. На высоте около 100 километров корабль будет лететь уже под небольшим углом к горизонту, почти горизонтально. Такой облет Земли будет длиться до тех пор, пока скорость корабля станет круговой (около 7,9 километра в секунду). Как только его скорость станет больше круговой, корабль начнет удаляться от Земли.



Траектория взлета корабля.

¹ При этом надо помнить, что раз вызванное этими двигателями вращение корабля будет продолжаться, пока его не прекратит толчок в обратном направлении.

² Так называемый закон сохранения момента количества движения.

Продолжительность разгона корабля, то-есть его полета с работающим двигателем, будет определяться величиной ускорения при взлете и необходимой скоростью. Очевидно, чем больше ускорение и чем меньше конечная скорость, тем короче будет этот период разгона. О потребной конечной скорости мы уже говорили выше, она должна быть не меньше, чем скорость отрыва, а может быть, и намного больше, если совершается курьерский полет. Наиболее вероятна конечная скорость в диапазоне от скорости отрыва, то-есть примерно 11 километров в секунду, до освобождающей скорости, то-есть 16,7 километра в секунду.

Что касается ускорения корабля, то должна быть избрана наибольшая возможная величина этого ускорения. Теоретически наиболее выгодным было бы мгновенное увеличение скорости корабля от нуля до конечной скорости, так как при этом не было бы никаких потерь скорости, связанных с разгоном корабля. Но это, конечно, невозможно. Мало того: ускорения при разгоне корабля должны быть, в общем, весьма небольшими, что связано главным образом с теми инерционными перегрузками, которые может выдержать человек и о которых будет подробнее сказано в главе 20. Правда, не только одно это ограничивает допустимые ускорения при взлете — ограничивает их и прочность корабля; он тоже, конечно, рассчитывается на определенные инерционные нагрузки, при увеличении которых сильно увеличивается расчетный вес корабля. Кроме того, ускорения ограничиваются и тем, что скорость корабля на малых высотах, в плотном воздухе, не может быть слишком большой из-за опасности перегрева корабля в полете — опасности, которая является главной при посадке корабля. О ней будет подробнее сказано ниже, когда пойдет речь о посадке.

Однако решающим оказывается влияние инерционных перегрузок, допустимых с точки зрения здоровья пассажиров. Вероятнее всего, в связи с этим будет принята величина ускорения корабля при взлете, равная примерно 40 метрам в секунду за каждую секунду взлета, то-есть в 4 раза превышающая ускорение земного тяготения.

Принятая величина ускорения означает, что при вертикальном взлете корабля его скорость будет увеличиваться каждую секунду на 30 метров, а при горизонтальном — на 40 метров в секунду, как это показано на рисунке на стр. 182. Так как вертикальный подъем длится до тех пор, пока корабль не достигает высоты 10—20 километров, то к концу вертикального взлета скорость корабля составит примерно 1 километр в секунду. Такие скорости, как мы увидим ниже, не представляют еще опасности в отношении нагрева на высотах больше 20 километров. Время вертикального подъема будет

равно примерно 35—40 секундам, то-есть меньше чем за $\frac{3}{4}$ минуты корабль будет уже на высоте более 20 километров. Дальнейший разгон будет происходить по криволинейной, все более пологой траектории с увеличением скорости каждую секунду в среднем примерно на 35 метров в секунду¹. При этом условии конечная скорость, допустим, 11,5 километра в секунду, будет достигнута на пути полета, равном примерно 1600 километрам. Время такого полета составит около 5 минут, а общее время разгона с работающим двигателем — менее 6 минут.

К моменту остановки двигателя, то-есть в конце так называемого активного участка траектории, корабль будет находиться на высоте, вероятно, немногим меньше 1000 километров над Землей. Эта высота должна быть учтена при определении необходимой конечной скорости, так как с увеличением расстояния от Земли скорость отрыва уменьшается. На высоте 1000 километров скорость отрыва будет равна уже не 11,2 километра в секунду, а примерно 10,5 километра в секунду, что несколько уменьшает потребное время работы двигателя и соответствующий расход топлива.

Однако этот выигрыш будет, наверно, перекрыт возникающей под действием силы тяжести потерей скорости корабля при взлете. Если считать, что в среднем за все время разгона по этой причине теряется скорость от 2 до 3 метров в секунду, то общая потеря составит 700—1000 метров в секунду.

Дополнительное уменьшение скорости будет вызвано сопротивлением, которое оказывает воздух летящему с большой скоростью межпланетному кораблю. Точный подсчет этой потери скорости межпланетного корабля в настоящее время невозможен, несмотря на все успехи науки о полете в воздухе — аэродинамики. Быстрое развитие реактивной авиации привело к необходимости расчета лобового сопротивления самолетов, летящих со скоростью, близкой к скорости звука, и на высотах больше 15 километров. С этой задачей аэродинамика больших скоростей, так называемая газодинамика, справляется уже неплохо. Однако полет межпланетного корабля будет протекать в условиях, сильно отличающихся от полета самых скоростных и высотных современных самолетов. В большей мере здесь подходит опыт, полученный в самые последние годы при испытаниях тяжелых дальних и стратосферных ракет, но этот опыт еще очень мал.

Межпланетный корабль при взлете проходит через ряд режимов полета, начиная с самых малых скоростей и высот и кончая полетом

¹ Здесь принята, ради осторожности, потеря скорости 5 метров в секунду, хотя более вероятным будет принятое ниже значение в 2—3 метра в секунду.

на огромных высотах, в весьма разреженной атмосфере и с колоссальной, космической скоростью — в десятки тысяч километров в час, во много раз превышающей скорости, уже достигнутые техникой.

Точные законы сопротивления при полете в таких условиях науке пока неизвестны, хотя эти вопросы подвергаются в настоящее время интенсивному теоретическому и экспериментальному исследованию. Ясно, во всяком случае, что явления, вызывающие возникновение сопротивления при таком полете, по своей физической сути иные, чем хорошо изученные явления обтекания, сопровождающие полет с околосвуковыми скоростями в плотном воздухе. Главное здесь заключается в том, что при полете в плотном воздухе его можно рассматривать как непрерывную, сплошную жидкую среду — так велико число столкновений молекул воздуха с поверхностью летящего тела каждое мгновение. Совсем иначе обстоит дело на огромных высотах, где воздух очень разрежен. В этих условиях летящее тело не обтекается потоком сплошной «жидкости», а бомбардируется дождем изолированных, свободных молекул. Сопротивление при таком свободно-молекулярном обтекании подчиняется совсем иным законам. Кроме того, конечно, между этими двумя крайними существуют различные переходные режимы. Наибольшая величина лобового сопротивления будет, как показывает приближенный расчет, соответствовать полету корабля на высоте около 10 километров.

Все это позволяет в настоящее время оценить потерю скорости межпланетным кораблем при взлете, связанную с воздушным сопротивлением, только приближенно. Конечно, эта потеря будет зависеть от формы и размеров корабля. Очевидно, корабль должен будет иметь, по крайней мере при взлете, форму большой крылатой ракеты. Крылья, весьма полезные при взлете в качестве стабилизатора, а также отчасти и в связи с развиваемой ими подъемной силой, оказываются необходимыми при посадке, как мы увидим ниже. Вероятно, эти крылья будут сделаны стреловидными и, может быть, выдвижными, как это уже делается на некоторых экспериментальных самолетах. Это позволит изменять площадь поверхности и стреловидность крыльев в зависимости от скорости полета корабля — по мере разгона крылья будут убираться, а их стреловидность увеличиваться.

Различные сферические и другие плохо обтекаемые формы кораблей, которые иной раз предлагаются в связи с отсутствием воздушного сопротивления в мировом пространстве, приведут к недопустимой потере скорости при взлете и потому вряд ли найдут применение¹.

¹ Наблюдение за одним из метеоров, произведенное в Москве, показало, что его скорость за секунду полета на высоте 40 километров уменьшилась с 56 до 14 километров в секунду. Вот как велико аэродинамическое торможение даже при полете в очень разреженной атмосфере. Иногда оно достигает 100 километров в секунду за секунду.

Чем больше по размерам корабль, тем меньшую относительную потерю скорости при взлете вызовет воздушное сопротивление.

Расчет, произведенный для стратосферной ракеты весом 50 тонн, показал, что скорость ракеты к концу активного участка траектории, то-есть к моменту конца разгона ракеты двигателем, уменьшается за счет воздушного сопротивления примерно на 5 процентов. Поэтому можно думать, что для тяжелых межпланетных кораблей, основная часть траектории полета которых пролегает в верхних, самых разреженных слоях атмосферы, потеря будет не больше этой, а даже меньше. Вряд ли мы сильно ошибемся, если предположим, что потеря скорости межпланетного корабля при взлете из-за сопротивления атмосферы не превысит 3 процентов, то-есть составит примерно 300 метров в секунду¹.

Общая потеря скорости межпланетного корабля при взлете с Земли будет равна сумме обеих потерь, вызываемых действием земного тяготения и воздушным сопротивлением. Величина этой потери зависит от весьма многих факторов, но она, вероятно, будет близкой к 1000—1500 метрам в секунду. Эта скорость должна быть прибавлена к необходимой конечной скорости корабля в конце активного участка траектории, чтобы получить величину идеальной скорости, по которой должен быть подсчитан запас топлива на корабле. Следовательно, в наилучшем случае, когда должна быть получена только скорость отрыва, которую, как мы видели выше, можно принять равной 10,5 километра в секунду, идеальная скорость равна 11,5—12 километрам в секунду.

Для посадки межпланетного корабля на Луну или другое небесное тело, не обладающее атмосферой, но имеющее собственное поле тяготения, нужно погасить скорость корабля относительно этого тела торможением с помощью двигателя.

На строго определенном, заранее рассчитанном расстоянии от поверхности небесного тела нужно включить двигатель корабля, для того чтобы сила реакции струи вытекающих из него газов постепенно снизила скорость корабля до нуля. Если торможение начнется слишком рано, на большом расстоянии от посадочной площадки, то это приведет к значительному перерасходу топлива. Теоретически было бы выгодно погасить всю скорость корабля сразу, чтобы корабль внезапно остановился у самой поверхности планеты, но это, конечно, невозможно, и поэтому при торможении также должны быть использованы максимально допустимые инерционные перегрузки.

¹ Называются даже и меньшие цифры, до 1 процента, которые кажутся, однако, все же слишком оптимистическими. При экспериментальных запусках наиболее высотных ракет эта потеря достигала 7 процентов.

Если планета обладает атмосферой, хотя бы даже разреженной, как Марс, и в особенности плотной, как Земля или Венера, то значительная часть общего торможения корабля при посадке может быть осуществлена путем использования сопротивления, которое оказывает эта атмосфера летящему кораблю. Таким образом может быть сэкономлено значительное количество топлива, но...

Но такая посадка — это в буквальном смысле слова игра с огнем, ибо незначительная ошибка в расчете, ошибка пилота — и корабль может вспыхнуть ярким факелом, так что в лучшем случае поверхности планеты достигнут обугленные и оплавленные остатки того, что было кораблем вселенной. Судьба метеоров, как говорят, «сгорающих» в атмосфере, то-есть разрушающихся в ней под ударами молекул воздуха, встанет грозным призраком перед командиром межпланетного корабля, осмелившимся на риск такой посадки¹. И все же, конечно, возможность такой посадки нельзя не использовать. Точные знания науки в сочетании с безошибочным автоматическим управлением должны сделать эту посадку абсолютно безопасной.

С явлением нагрева в полете приходится считаться уже сейчас в скоростной авиации. Этот нагрев происходит в результате того, что мчащийся с большой скоростью самолет набегаёт на неподвижный воздух и сжимает его при этом. Эффект получается такой же, как если бы поток воздуха с большой скоростью набегал на неподвижную поверхность и внезапно останавливался, тормозился этой поверхностью. Кинетическая энергия воздушного потока при таком торможении переходит в тепло, которое подводится к поверхности самолета, увеличивая ее температуру. При малых скоростях полета нагрев практически отсутствует — как известно, кабины самолетов приходится даже искусственно обогревать, потому что на больших высотах царит сильный мороз. По мере роста скорости аэродинамический нагрев самолета становится все большим², и наконец он не только устраняет необходимость в отоплении кабины, но становится столь значительным, что приходится скорее думать о ее охлаждении.

Уже сейчас в кабинах скоростных реактивных самолетов в некоторых случаях температура поднимается до 60° и даже более. В кабинах же экспериментальных самолетов, обладающих еще большей скоростью, температура может подниматься даже до 100°.

¹ Надо, конечно, иметь в виду, что скорость корабля, приближающегося к Земле, будет примерно в 5 раз меньше скорости испаряющихся метеоров и, следовательно, его воздушное сопротивление, даже при одинаковой форме, в 25 раз меньше. Кроме того, лобовое сопротивление метеоров, имеющих неправильную форму, конечно, и по этой причине во много раз больше.

² Так как кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости движения, то аэродинамический нагрев также увеличивается с ростом скорости полета пропорционально ее квадрату.

Тут, очевидно, уже никакой тренировкой делу не поможешь. Проблема охлаждения кабины летчика становится очень грозной.

Нагрев самолета при полете в воздухе заставляет подумать не только о летчике, но и о самом самолете. Как известно, самолеты строятся из легких и прочных сплавов алюминия и магния. Но прочность таких сплавов очень быстро уменьшается с ростом их температуры. Применять нагруженные детали из этих сплавов можно только до сравнительно невысоких температур, не превышающих примерно 200°. Поэтому дальнейшее увеличение скорости полета с соответствующим увеличением нагрева самолета может заставить отказаться от применяющихся теперь в самолетостроении легких сплавов и перейти на другие, более жаропрочные, но, увы, и более тяжелые материалы.

Вот почему на новейших скоростных самолетах начинают все шире применяться сплавы титана, легкие и сохраняющие прочность при гораздо более высоких температурах. Не зря титан называют иногда металлом будущего в авиации. Вот почему некоторые новейшие самолеты построены из нержавеющей стали. Вот почему в кабинах некоторых из таких самолетов установлены рефрижераторные, холодильные, установки для охлаждения летчика, а заодно и некоторых важнейших частей самолета. Такие установки мало похожи на комнатные холодильники. Их холодопроизводительность достаточна для того, чтобы охладить средних размеров театр в жаркий день, создав в нем приятную прохладу¹.

Но, конечно, такие меры не являются радикальными, ибо это не борьба с аэродинамическим нагревом самолета в полете, а приспособление к нему. Грядущее увеличение скорости полета может сделать все эти меры несостоятельными. Ведь уже сейчас в полете стратосферных ракет достигаются температуры во многие сотни градусов. Так, дальняя ракета, описанная в главе 6, при падении на

Но, конечно, такие меры не являются радикальными, ибо это не борьба с аэродинамическим нагревом самолета в полете, а приспособление к нему. Грядущее увеличение скорости полета может сделать все эти меры несостоятельными. Ведь уже сейчас в полете стратосферных ракет достигаются температуры во многие сотни градусов. Так, дальняя ракета, описанная в главе 6, при падении на

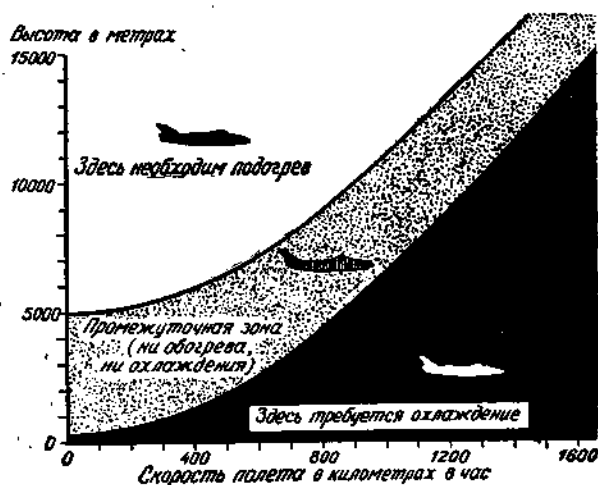


График зависимости температуры нагрева самолета от скорости полета и высоты.

¹ Эти установки делаются турбинного типа — воздух охлаждается в них, расширяясь в специальной турбине. В одной из установок этого рода турбина делает 100 тысяч оборотов в минуту.

Землю на нисходящей ветви траектории своего полета нагревается так, что температура ее обшивки достигает 700° !

Совершенно очевидным становится единственно возможный путь устранения перегрева самолета в полете — этот путь, по существу, во многом определяет направление дальнейшего развития авиации. Путь этот заключается в увеличении высотности самолетов. Летать быстро можно только на большой высоте, и чем быстрее, тем, вообще говоря, выше. На больших высотах воздух разрежен. Это уменьшает его сопротивление и, значит, потребную мощность двигателя, которая при полетах с большой скоростью у Земли могла бы стать несоразмерно большой. Вместе с тем на больших высотах нагрев самолета уменьшается. Разреженный воздух сообщает ему меньше тепла, а излучение его самолетом в окружающее пространство увеличивается, поэтому температура поверхности самолета снижается.

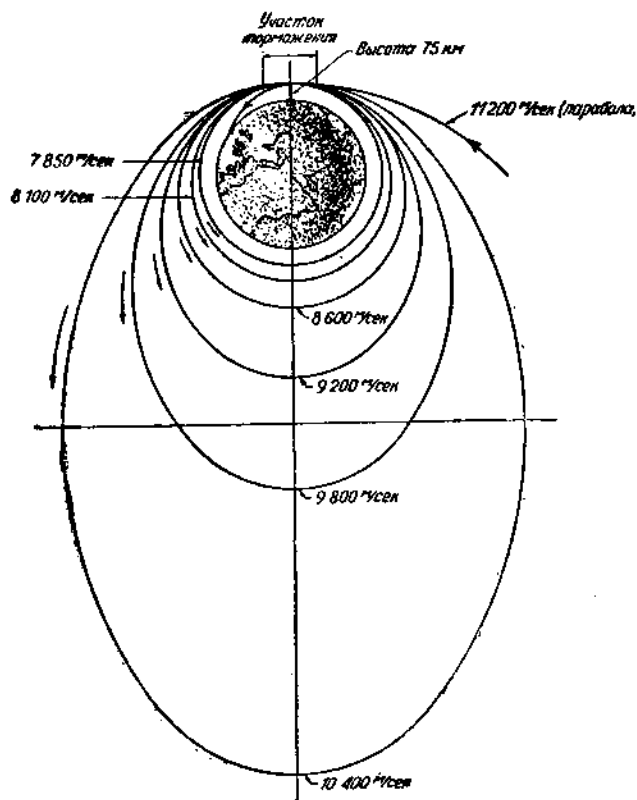
При очень больших, космических скоростях полет должен совершаться на очень больших высотах, чтобы не было перегрева. Вероятно, полностью эта опасность будет исключена на высотах порядка 100 километров. Именно на этих высотах появляются обычно вспышки метеоров. Холодные небесные камни врываюся в атмосферу со скоростью в десятки тысяч километров в час. В результате аэродинамического нагрева камни сильно раскаляются и в большинстве случаев испаряются, превращаясь в раскаленный, светящийся сгусток газов и паров, который мы и видим как «падающую звезду». Точнее говоря, — светится главным образом подушка уплотненного и раскаленного воздуха, мчащаяся перед метеором. Температура в ней достигает $200\,000^{\circ}$, давление — сотен атмосфер. Только редкие, наиболее крупные метеориты, или же обладающие меньшей скоростью, достигают поверхности Земли. Поэтому так редки случаи падения метеоритов на Землю при общем колоссальном их числе, врывающемся ежедневно в земную атмосферу.

Технику посадки корабля на Землю можно представить себе следующим образом, хотя, конечно, окончательная разработка этой проблемы может быть сделана только после получения гораздо большего опыта полета самолетов и ракет в верхних слоях атмосферы. Корабль должен приближаться к Земле под малым углом к ней, чтобы поле земного тяготения вначале мало сказывалось на его скорости. Вот почему посадка, как указывалось в предыдущей главе, должна напоминать горизонтальный выстрел из пушки. Затем включается двигатель, и скорость корабля в результате торможения его реактивной струей постепенно снижается. В связи с уменьшением скорости корабля траектория его становится более крутой, и двигатель выключается. Этому может соответствовать высота порядка 50—100 километров. Дальнейший спуск происходит с использова-

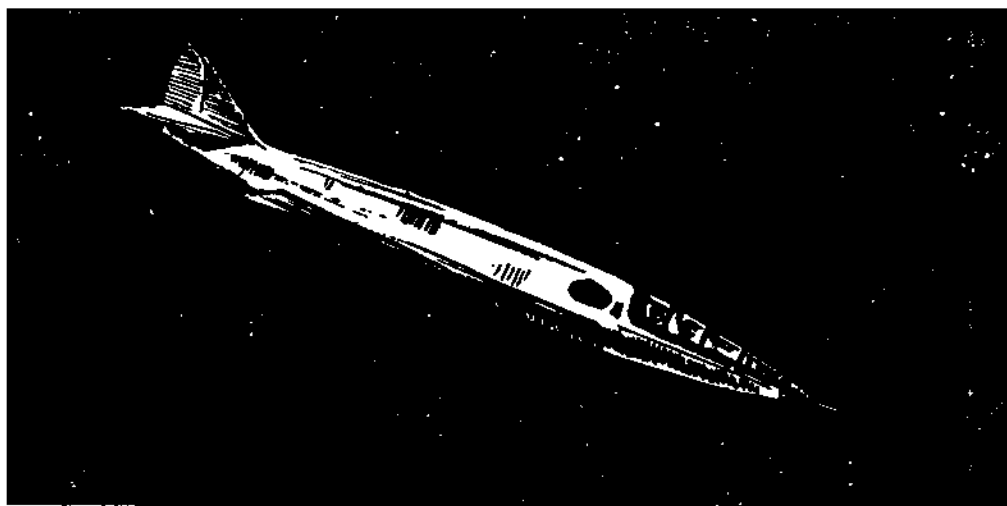
нием аэродинамического торможения, в чем большую роль играют крылья корабля. Дополнительное увеличение тормозящего эффекта может быть получено с помощью аэродинамических тормозов, широко применяющихся в авиации закрылков и т. п. Могут быть применены и специальные парашюты для торможения, которые так же уже начали применяться в авиации.

Когда скорость корабля уменьшится до 100—150 метров в секунду, он начинает вертикальный спуск на парашюте, кормой вперед, причем скорость снижения постепенно падает до 10—15 метров в секунду. Вблизи Земли летчик корабля на короткое мгновение снова включает двигатель, последний толчок, гасящий остаток скорости, — и корабль тихо и плавно садится на амортизированные опоры. Снова на Земле!

Вместо первоначального гашения скорости корабля при приближении к Земле с помощью двигателя можно осуществить и это торможение, используя сопротивление атмосферы, как это было предложено еще Циолковским, а затем Кондратюком, Цандером и другими. Для этой цели корабль должен совершать многочисленные полеты вокруг Земли по все укорачивающимся эллиптическим орбитам. Пролетая вблизи Земли, он будет постепенно гасить свою скорость в результате сопротивления атмосферы. Для необходимого снижения скорости должно быть сделано много таких кругосветных облетов, и хотя они не связаны с расходом топлива, но опасны и утомительны. Может оказаться, что одним только аэродинамическим торможением вообще нельзя будет ограничиться, в особенности в первое время из-за нагрева, который может привести к расплавлению металлических стенок корабля.



Траектория посадки межпланетного корабля. Скорость гасится торможением в атмосфере.

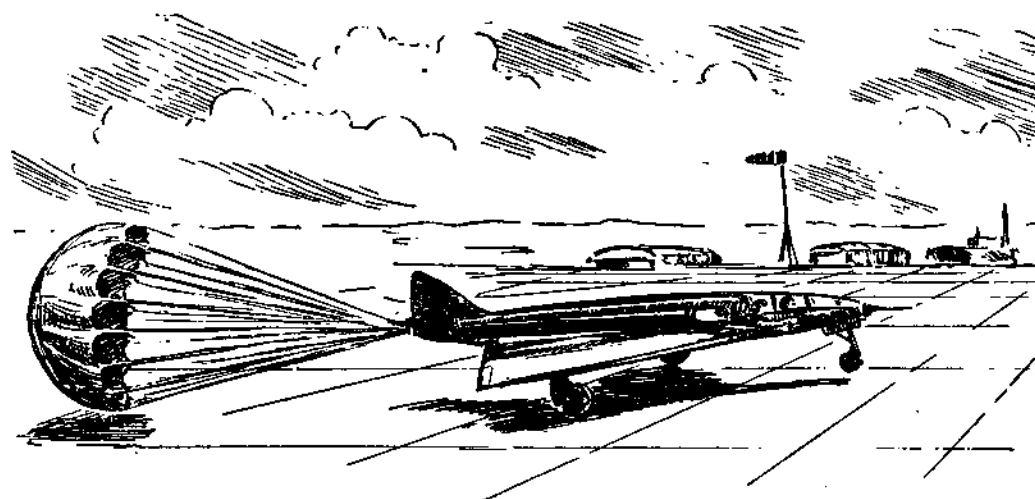


Посадочный планер, предложенный Кондратьюком, входит в земную атмосферу.

Вероятно, целесообразнее будет при посадке на Землю примерно половину всей скорости корабля погасить с помощью двигателя, а остальную половину — в результате аэродинамического торможения. Реально будет, в особенности на первое время, если мы увеличим идеальную скорость межпланетного корабля при взлете с Земли на 5—6 километров в секунду, имея в виду обратную посадку, то-есть, попросту говоря, возьмем с собой соответственно больше топлива.

Эта затрата топлива будет сведена к минимуму, когда в будущем — по мере развития науки, изучения явлений теплопередачи в условиях полета межпланетного корабля в верхних слоях атмосферы, получения более жаропрочных конструкционных материалов и усовершенствования систем охлаждения — можно будет осуществить все или почти все торможение корабля только за счет аэродинамического сопротивления. При этом не будет необходимости строить весь корабль из особо жаропрочных материалов. Достаточно будет изготовить из этих материалов только определенные участки поверхности крыла.

Для такой посадки корабль должен иметь совершенные аэродинамические формы, что возможно будет осуществить, вероятно, только при использовании идеи Кондратьюка о посадочном планере. По этой идее, межпланетный корабль при приближении к Земле освобождается от всех ставших ненужными частей конструкции, превращаясь в небольшой посадочный планер, имеющий кабину для экипажа, крыло и органы управления. Возможно, что рациональной



Тот же планер при посадке на аэродроме.

окажется посадка корабля на поверхность какого-нибудь крупного водоема.

Есть все основания считать, что командир межпланетного корабля, приближающегося к Земле, сможет обеспечить его посадку в любом заданном пункте земной поверхности. Значит, корабли смогут взлетать и садиться в подмосковном космопорте с таким же успехом, как и самолеты во Внуковском аэропорте. Все-таки приятно знать, что после «поездки» на Марс окажешься у самого дома и специальными экспедициям не придется разыскивать тебя по всему земному шару.

Глава 17

ТРОЙНОЙ ПРЫЖОК

Тройной прыжок... Одно из самых красивых легкоатлетических упражнений, в котором сочетаются сила, ловкость, изящество, точный расчет.

Вот прыгун разбегается по сорокаметровой дорожке. Толчок от деревянного бруска — и спортсмен уже в воздухе. Но это не просто прыжок в длину. Коснувшись земли, прыгун снова отталкивается от нее. Используя накопленную скорость, он как бы летит в воздухе, перебирая ногами, взмахивая руками, весь вытянувшись вперед, как птица. И снова, уже в третий раз, взвивается спортсмен в воздух. Третий, заключительный прыжок — рекорд поставлен! По крайней

мере, так установил европейский и всесоюзный рекорд заслуженный мастер спорта Леонид Щербаков, прыгнув во время спортивных игр на V Всемирном фестивале молодежи и студентов в Варшаве в 1955 году на 16 метров 35 сантиметров.

Но какое все это имеет отношение к астронавтике? Уж не является ли тройной прыжок, чего доброго, лучшим видом спортивной тренировки для будущих астронавтов в соответствии с новейшими достижениями науки о межпланетном полете?

Нет, дело совсем в другом. Мысль о тройном прыжке действительно приходит в голову в связи с некоторыми последними достижениями астронавтики, но речь здесь идет совсем не о спортивной подготовке будущих экипажей межпланетных кораблей.

Выше уже не раз указывалось, что наиболее выгодный межпланетный полет — это полет ступенчатый, с пополнением запаса топлива в пути, для чего могут быть использованы естественные или искусственные спутники планет. Легко понять, почему это так. Ведь если сразу взять на корабль все необходимое топливо, то большую часть его придется израсходовать на само это топливо, на его разгон или торможение. Другое дело, если «лишнего» топлива на корабле не будет.

Выгодность такого ступенчатого метода полета можно оценить на примере полета все на тот же Марс.

Пусть сначала наш корабль, стартующий с Земли в далекий путь к Марсу, имеет на борту весь запас топлива, необходимый для осуществления этого полета. Примем, что идеальная скорость для полета с Земли на Марс, посадки на нем и возвращения на Землю составляет 45 километров в секунду. При скорости истечения газов из двигателя 4 километра в секунду, которую можно рассчитывать получить в течение ближайшего десятилетия, необходимое отношение масс корабля (взлетной массы к массе корабля после выработки всего топлива) должно равняться в соответствии с формулой Циолковского примерно 76 тысячам. Это значит, что на тонну веса самого корабля при взлете должно приходиться примерно 76 тысяч тонн топлива. Конечно, построить такой корабль нельзя. Максимально возможное значение отношения масс для многоступенчатого корабля можно принять, вероятно, не больше 150. Значит, такой полет на Марс неосуществим.

Облегчим теперь задачу, допустив, что на Марсе имеется поселение людей и организовано производство ракетного топлива. Это значит, что идеальная скорость корабля при взлете с Земли должна теперь быть примерно вдвое меньшей. При этом отношение масс корабля при взлете с Земли будет уже равным только 275, да при взлете с Марса в обратный путь на Землю столько же, то-есть всего

550. Вместо 76 тысяч тонн топлива на тонну веса корабля — всего 550. Вот какой огромный скачок!

А теперь попробуем использовать для заправки топливом не только Землю и Марс, но и их спутники — Луну и Деймос. Наш корабль совершит при этом как бы тройной прыжок в мировое пространство — с Земли на Луну, потом на Деймос и только затем уже на Марс.

Можно принять для расчета следующие значения идеальной скорости: для полета с Земли на Луну и обратно — по 16 километров в секунду; для полета с Луны на Деймос и обратно — по 9 километров в секунду; для полета с Деймоса на Марс и обратно — по 6 километров в секунду. При все той же скорости истечения, равной 4 километрам в секунду, это потребует следующих значений отношения масс корабля: для полета с Земли на Луну — 55; для полета с Луны на Деймос — 9,5; для полета с Деймоса на Марс — 4,5; или всего на весь полет

$$2 \times 55 + 2 \times 9,5 + 2 \times 4,5 = 138.$$

Это значит, что всего будет израсходовано на полет 137 тонн топлива на 1 тонну веса корабля, причем одновременно на корабле должно быть запасено не более 54 тонн из этих 137.

Такой полет осуществим, хотя он и не прост, причем если бы иметь вместо массивной Луны небольшой искусственный спутник Земли, то эффект был бы еще более разительным. Вот какое преимущество дает тройной прыжок в космос! Но это еще не все.

Вся космическая трасса разбивается при таком полете на три участка: полет в поле тяготения Земли, полет в поле тяготения Марса и связывающий эти два участка полет в поле солнечного тяготения — основной по продолжительности и дальности.

Условия полета корабля на каждом из этих участков оказываются различными. И легко видеть, из-за чего. Конечно, все дело в силе тяжести.

Корабль, летящий на обоих крайних участках трассы, то-есть совершающий взлет или посадку на Земле или другой планете, вынужден преодолевать мощное притяжение к ней. Другое дело — корабль, летящий на основном, среднем участке трассы, в поле одного только солнечного тяготения. На такой корабль действует только притяжение к Солнцу. Но вследствие большого расстояния от Солнца притяжение к нему гораздо меньше, чем притяжение к любой планете вблизи ее поверхности. Вблизи Земли, например, притяжение к Солнцу меньше, чем притяжение к Земле, в 1650 раз.

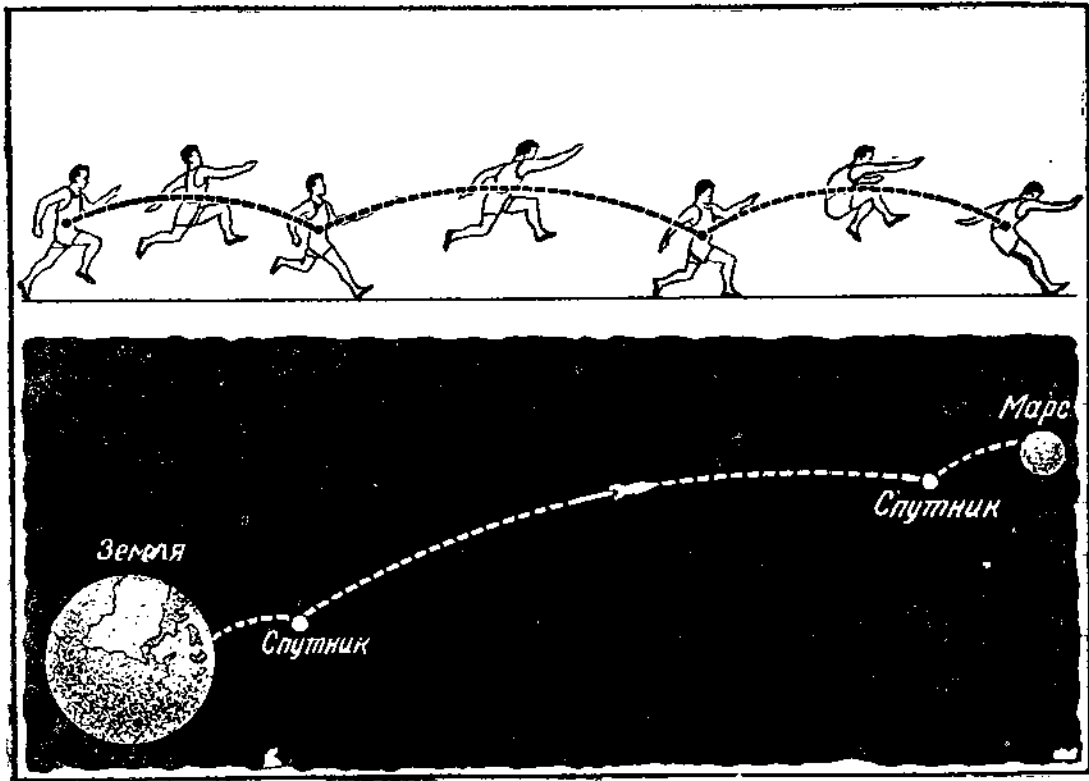
Однако кораблю далеко не безразлично, какую силу тяжести ему приходится преодолевать, — от этого зависит и то, какой дви-

гатель должен быть установлен на корабле, и сама конструкция корабля, и даже его внешний вид. Корабль, летящий на крайних участках космической трассы, должен был бы сильно отличаться от корабля, совершающего полеты на среднем участке этой трассы.

Но возможно ли, чтобы межпланетный корабль в полете менял свой вид, становился совершенно другим?

Нет, конечно, сделать это вряд ли возможно. Но зато можно заставить летать на разных участках трассы не один и тот же, а разные корабли. В этом случае межпланетные путешественники должны будут совершать в пути две пересадки, причем для этих пересадок наиболее целесообразно использовать межпланетные станции — искусственные спутники Земли и планет, как это и предлагал Циолковский.

На одном корабле пассажиры взлетят с Земли, затем на спутнике пересядут на другой корабль, совершающий рейсы между этим спутником и спутником Марса, например, а оттуда уже третий корабль доставит их на самый Марс. Не правда ли, такое путешествие будет



Тройной прыжок.

еще более походить на тройной прыжок, совершаемый межпланетными путешественниками в мировом пространстве?

Такой метод осуществления межпланетного полета открывает совершенно новые и замечательные возможности, помимо уже отмечавшихся выше преимуществ использования искусственных спутников. Эти возможности таятся в особенностях полета на среднем участке космической трассы, в поле одного только солнечного тяготения.

Если корабль, взлетающий с Земли, должен иметь мощный двигатель и быть очень прочным и, значит, тяжелым, то корабль, совершающий рейсы между искусственными спутниками, может быть легким и иметь двигатель, развивающий очень небольшую тягу.

Понятно, почему это так. Ведь двигатель корабля, взлетающего с Земли, должен развивать такую тягу, чтобы ускорение корабля по крайней мере в 3—4 раза превышало ускорение силы тяжести на Земле. Но это значит, что тяга двигателя должна по крайней мере настолько же превосходить вес корабля. Если корабль весит при взлете, например, 500 тонн, то для межпланетного корабля вовсе не так много, то его двигатель при взлете должен развивать тягу более 2000 тонн. Естественно, что двигатели такой огромной тяги должны иметь большие размеры и вес.

Чем больше и тяжелее двигатель, тем больше и тяжелее сам корабль. Но не только поэтому корабль, взлетающий с Земли, неизбежно получается очень тяжелым. Результатом огромных ускорений при взлете корабля с Земли являются большие силы инерции, действующие на корабль. Чтобы выдержать эти инерционные перегрузки, корабль должен быть прочным и, значит, массивным, тяжелым.

Иная судьба у корабля, совершающего хоть и длительные, но легкие «прогулки» между спутниками на среднем участке трассы. Солнце притягивает такой корабль с небольшой силой, и преодолеть ее не так уж трудно. Двигатель корабля может иметь поэтому очень небольшую тягу, а сам корабль, не нагруженный большими силами инерции, может быть очень легким. Форма такого корабля, не совершающего полет в земной атмосфере, может быть избрана любой. Это, в частности, значительно упростит задачу создания искусственной тяжести на корабле, которая, вероятно, окажется необходимой именно на среднем участке трассы, как самом продолжительном.

Но если двигатель корабля, совершающего рейсы между орбитами искусственных спутников — такой корабль можно назвать межорбитным, — должен иметь очень небольшую тягу и работать в течение длительного времени (чтобы значительно увеличить скорость корабля при малом ускорении), то невольно напрашивается мысль о том, нельзя ли в этом случае применить какой-нибудь другой реак-

тивный двигатель вместо жидкостного ракетного. Ведь жидкостный ракетный двигатель тем именно и характерен, что способен развивать огромную тягу в течение сравнительно короткого времени, что и делает его особенно подходящим для кораблей, совершающих полет вблизи планет. Здесь же условия совсем иные, поэтому и свойства двигателя должны быть другими.

Еще Циолковский рассматривал различные возможные двигатели для этой цели. Ряд предложений появился и после Циолковского, но обычно все они отвергались, так как такие двигатели не годились для полета вблизи Земли. Тройной прыжок, как мы видим, открывает широкие возможности в этом направлении.

Прежде всего возникает мысль о том, нельзя ли использовать для полета межорбитного корабля силу давления солнечных лучей? Как известно, существование этого давления было установлено впервые в мире замечательным русским физиком П. Н. Лебедевым еще в 1900 году. Для того чтобы установить наличие такого давления и измерить его величину, Лебедеву пришлось осуществить тончайший эксперимент, поразивший даже тех, кто знал выдающиеся способности Лебедева как блестящего экспериментатора. Тонкость этого эксперимента связана с очень малой силой светового давления. Солнечные лучи давят, например, на пластинку, поставленную поперек их распространения на таком расстоянии от Солнца, как и Земля, с силой, равной примерно полкилограмма на квадратный... километр! Это очень небольшая сила¹, но все же она играет большую роль в природе. Световое давление отворачивает от Солнца хвосты комет; оно же, как предполагают, играет большую роль в жизни звезд, в частности ограничивая их максимальный размер.

Расчеты, связанные с использованием давления солнечных лучей для передвижения межпланетных кораблей в поле солнечного тяготения, были произведены Цандером. Используя тончайшие пластинки металла, можно снабдить корабли зеркалами огромной поверхности, отражающими солнечные лучи. Толщина этих листов металла может составлять тысячные доли миллиметра. Зеркало из тончайших, допустим алюминиевых, пластинок, укрепленных на проволочном каркасе, может быть очень легким. По расчетам Цандера, при поверхности в 0,1 квадратного километра вес такого зеркала составит примерно 300 килограммов. Однако такое зеркало создаст силу всего в 50 граммов. Под действием этой силы скорость корабля весом 50 тонн (на Земле) будет увеличиваться каждую секунду всего на одну сотую миллиметра в секунду. Нет, очевидно, давление солнечных

¹ Приведено значение для абсолютно черного тела, поглощающего все лучи. Если имеется идеальное зеркало, отражающее все лучи, то давление удваивается.

лучей неспособно разогнать межпланетный корабль даже в поле одного только солнечного тяготения.

Но если солнечные лучи, падающие на корабль извне, неспособны решить эту задачу, то, может быть, ее можно решить, используя давление световых лучей, которые будет испускать сам корабль? Если установить, скажем, на корабле мощный прожектор, то пучок света, отбрасываемый им, создаст реакцию точно так же, как оказывает давление пучок солнечных лучей, падающий на зеркало. Однако и эта реакция слишком мала, чтобы можно было создать световую ракету. Чтобы увеличить силу реакции светового пучка, нужно нагреть поверхность, излучающую этот пучок, до температуры в миллионы градусов. А это, конечно, невозможно.

Выходит, что для создания реактивной тяги, движущей межпланетный корабль, нужно обязательно отбрасывать вещество. Излучение обладает для этого слишком малой массой.

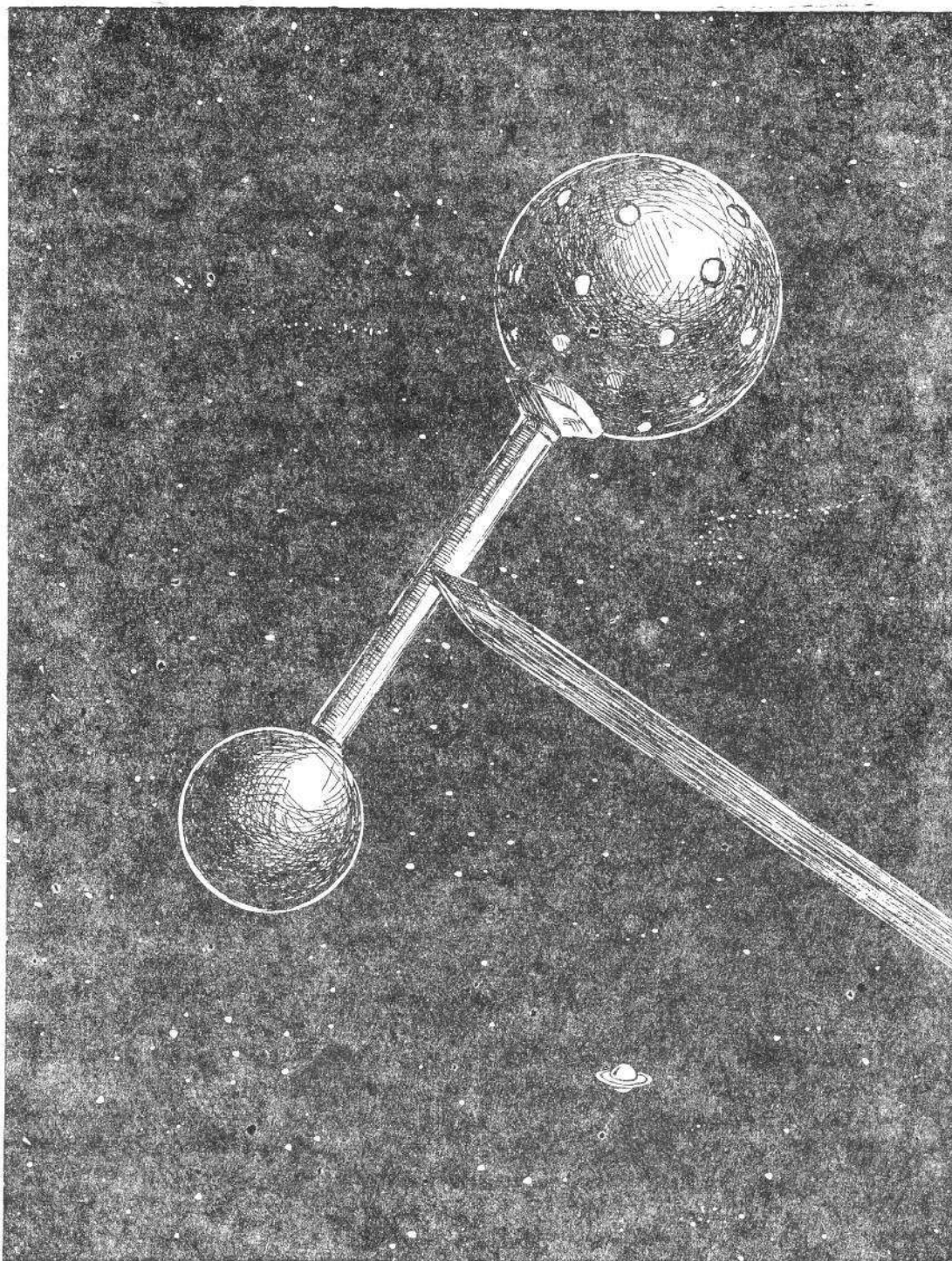
В обычном жидкостном ракетном двигателе, как мы знаем, отбрасываемым веществом являются молекулы газов, продуктов сгорания топлива. Чтобы газы вытекали с большой скоростью, в двигателе должно быть создано высокое давление. Количество газов, вытекающих каждую секунду, должно быть большим, иначе тяга будет невелика.

Но двигатель межорбитного корабля должен развивать, как мы видели, небольшую тягу. Это позволяет использовать такой двигатель, в котором происходит отброс гораздо меньшей массы, чем в жидкостном ракетном двигателе, но зато с гораздо большей скоростью. Чтобы заставить вытекать из двигателя вещество с такой большой скоростью, можно воспользоваться вместо силы давления электрическими силами.

Можно, в частности, использовать в этом случае атомную псевдоракету, о чем уже упоминалось в главе 8, то-есть силу реакции продуктов атомного распада, вытекающих из двигателя. Ведь скорость истечения этих продуктов может равняться десяткам тысяч километров в секунду, что вряд ли может быть достигнуто каким-либо другим способом.

Другим из возможных реактивных двигателей этого рода является электронный, или ионный двигатель. В этом двигателе реактивная тяга создается в результате истечения из него частиц вещества, имеющих электрический заряд, — электронов или ионов. Эти частицы разгоняются до большой скорости с помощью действующего на них электрического поля.

Такой разгон электрически заряженных частиц под действием электрического поля широко применяется в технике. Достаточно указать на обыкновенный электрический ток, текущий по провод-



Межпланетный ионный корабль для полетов в слабом поле тяготения.

никам. Иногда в специальных лабораторных установках удается разгонять таким образом электрически заряженные частицы до огромных скоростей — в десятки и даже сотни тысяч километров в секунду.

Идея ионного двигателя не является новой; она принадлежит Циолковскому. Устройство такого двигателя можно представить себе следующим образом. На межпланетном корабле устанавливается мощный генератор электрического тока — динамомашина. Энергия, необходимая для привода этого генератора, может быть получена с помощью атомной силовой установки или же за счет улавливаемой энергии Солнца. Электрический ток, вырабатываемый генератором, используется для зарядки пластин гигантского конденсатора, представляющих собой, например, плоские тонкие проводочные сетки. В результате этого между пластинами конденсатора создается разность электрических потенциалов, которая и разгоняет электрически заряженные частицы вещества — ионы.

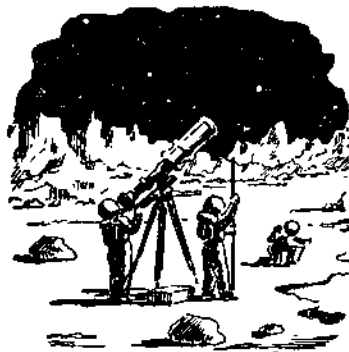
В специальной ионизационной камере от обычных молекул отрываются электроны, и таким образом получают положительно заряженные частицы — ионы. Затем эти ионы пропускаются между пластинами конденсатора и вытекают наружу с большой скоростью — например, 100 километров в секунду. При таком истечении и создается реактивная тяга, необходимая для полета корабля.

Вот как может выглядеть проект экспедиции на Марс, совершаемой по методу тройного прыжка с использованием ионных ракет. Вся экспедиция совершается на 10 ионных межпланетных кораблях, которые собираются на искусственных спутниках Земли из частей, доставляемых на грузовых ракетах с Земли. Для доставки этих частей и экипажа кораблей используется целый флот из 50 грузовых трехступенчатых ракет, которым придется совершить около 1000 полетов. Каждая такая ракета весит при взлете примерно 6500 тонн; две первые ступени каждой ракеты возвращаются на Землю на парашютах, третья — в планирующем полете, для чего она делается крылатой.

Вес каждого межорбитного ионного корабля, на котором астронавты достигнут орбиты Марса, будет больше 3500 тонн. На трех небольших кораблях, весом по 200 тонн, 50 человек смогут совершить посадку на Марс. Один из этих трех кораблей останется на Марсе, а на двух остальных счастливчики, побывавшие на Марсе, возвратятся ко всей межпланетной армаде, поджидающей их на орбите у Марса. Три межпланетных ионных корабля вместе с двумя посадочными останутся на орбите у Марса, превратившись в искусственных спутников Марса, а на семи остальных кораблях участники экспедиции возвратятся на орбиту искусственного спутника Земли, откуда с помощью ракет будут доставлены на Землю.

По расчетам, вся эта экспедиция продлится около трех лет и потребует, конечно, больших средств. Так, например, на операции по снабжению, то-есть на полеты грузовых ракет, придется затратить около 5 миллионов тонн топлива, а на полет межпланетных ионных кораблей — примерно 40 тысяч тонн.

Для того чтобы можно было организовать подобную экспедицию, нужны еще годы (если не десятилетия) настойчивых исследований, нужна совместная работа многих ученых, конструкторов, инженеров, рабочих, должны быть решены сложнейшие научно-технические задачи. Но зато как велико будет значение этой победы, одержанной людьми в борьбе с природой!



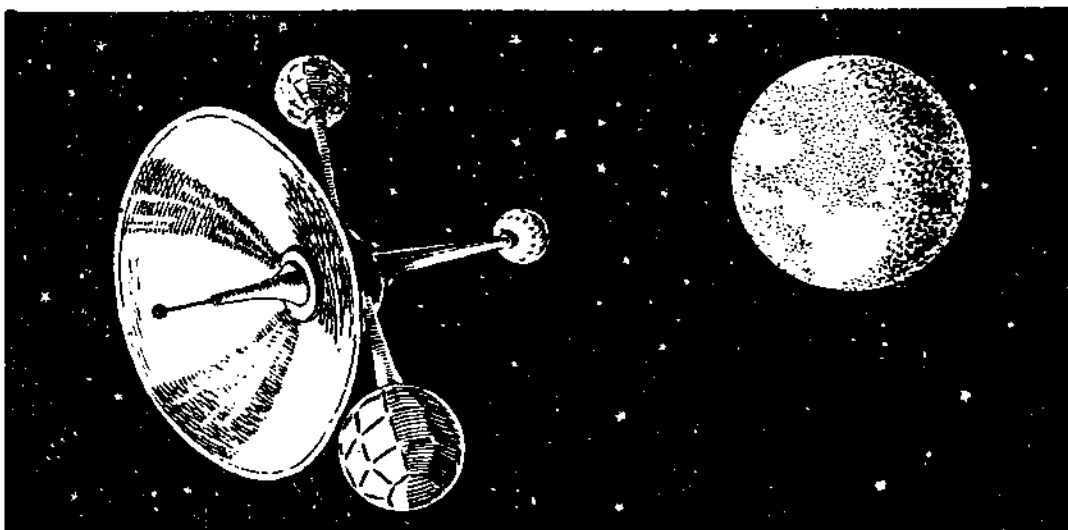


Часть пятая

ЧЕЛОВЕК

И МИРОВОЕ

ПРОСТРАНСТВО



Глава 18

ВСЕЛЕННАЯ НА СЛУЖБЕ ЧЕЛОВЕКА

Близится день, когда посланцы Земли впервые в истории вступят на почву Луны, Марса, Венеры. Промелькнут годы, наполненные необычностью первых впечатлений, новизной первых открытий, и перед человечеством станет вопрос о том, что делать с освоенными небесными телами, как их использовать на пользу человечеству.

Не грех подумать об этом и заранее, оценить возможности, открывающиеся в связи с этим.

Мы уже касались этих возможностей в главе 1 и позже, в главе 11, в связи с проблемой искусственных спутников Земли. Сейчас мы подробнее рассмотрим перспективы, которые могут открыться перед наукой в связи с освоением Луны, Марса, Венеры.

Не случайно особое внимание в этом смысле привлекает Луна. Прежде всего потому, что она, несомненно, будет первой целью межпланетных полетов. Потому, что относительно ничтожное расстояние, отделяющее Луну от Земли, делает не только удобной связь

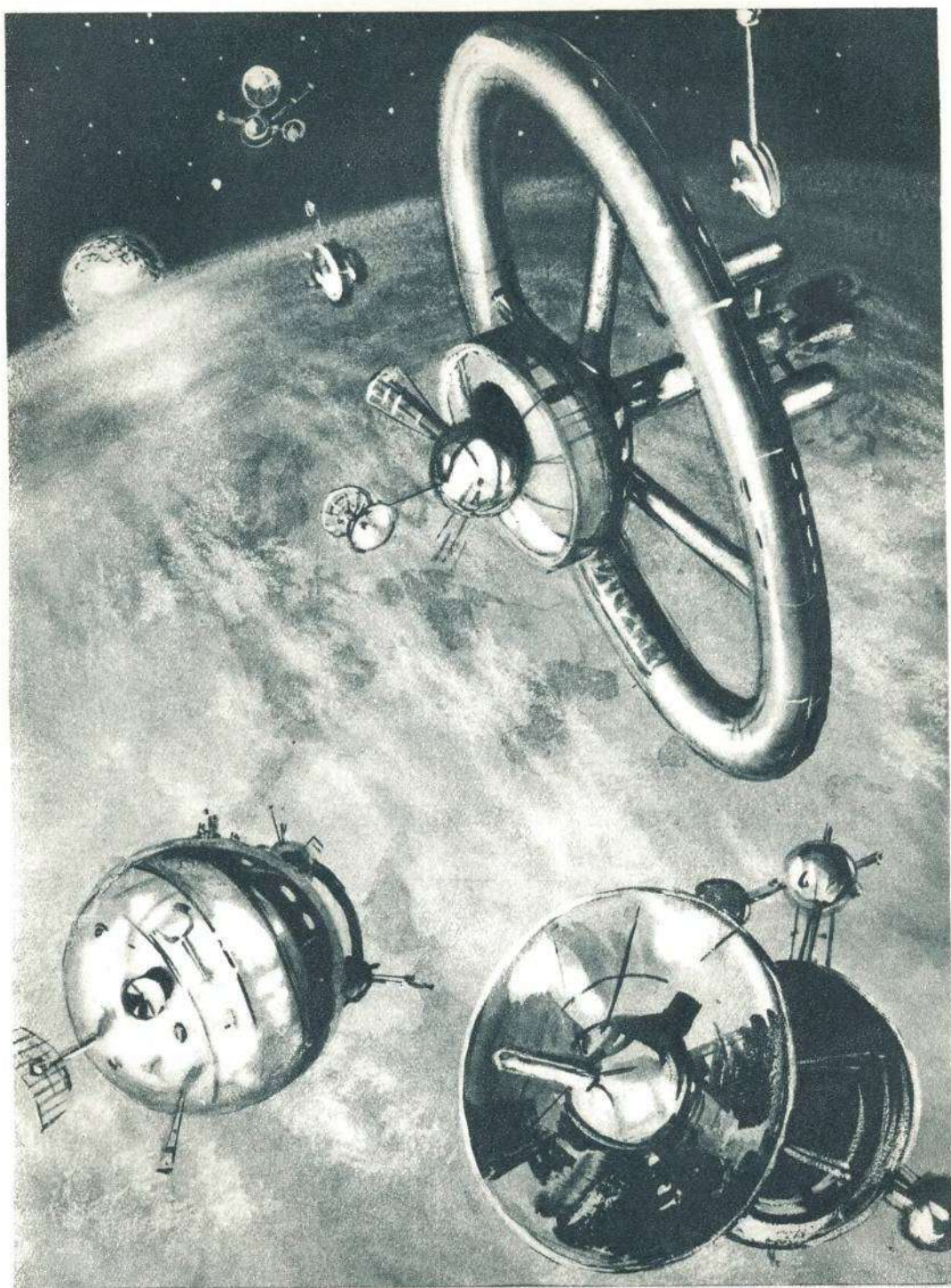
с ней, но и позволяет подумать о некоторых формах использования Луны, невозможных в других случаях. Наконец, потому, что мы о Луне знаем гораздо больше, чем о каком-либо другом светиле, и можем правильнее оценить связанные с ней возможности.

Чтобы ответить на вопрос: «Что мы будем делать с Луной?» (впрочем, это касается и любого другого небесного тела), надо прежде всего установить, какие условия жизни ждут на Луне «командированных» на нее представителей Земли. Очевидно, если эти условия исключают пребывание людей на Луне в течение сколько-нибудь продолжительного времени, как, например, это будет на Меркурии с его 400-градусной жарой, то возможности использования Луны будут резко ограничены.

К счастью, в отношении Луны дело обстоит не так катастрофически, хотя, конечно, о комфорте земных условий на Луне придется забыть. Впрочем, такого комфорта не может предоставить, конечно, ни одна планета солнечной системы. Жизнь на Луне будет суровой, природа ее враждебна человеку, и ему придется самому обеспечивать себя всем необходимым для существования.

Решающим, конечно, является отсутствие атмосферы на Луне. Поэтому человек там должен находиться в костюме, изолирующем его от окружающего пространства. Этот костюм может быть обычным астронавтическим одеянием «пловцов» в мировом пространстве, о котором уже шла речь выше, либо может быть более сложным и совершенным. Во всяком случае, такой костюм будет весьма громоздким сооружением, по сравнению с которым средневековые рыцарские латы будут выглядеть, вероятно, более изящными. Сравнительно большой вес костюма не будет служить препятствием, так как вес на Луне в 6 раз меньше земного — центнер на Луне превращается в пуд. Так как человек, весящий на Земле 60 килограммов, на Луне «облегчится» до 10, то костюм, весящий даже 150 килограммов, доведет общий вес человека в костюме до 35 килограммов, то-есть и при этом условии человек будет чувствовать себя примерно вдвое более легким, чем на Земле. Правда, подвижность человека определяется не только весом, но и массой, инерция которой должна быть преодолена. Так, например, какой-нибудь молоток будет на Луне весить в 6 раз меньше, чем на Земле, но размахивать им будет почти так же трудно. Поэтому люди, заключенные в громоздкие, массивные костюмы, будут по необходимости вести себя на Луне степенно, передвигаться медленно и, во всяком случае, не будут в состоянии совершать акробатических прыжков по 20 метров в длину и 5 метров в высоту, как об этом иногда пишут некоторые авторы.

Создание поселений на Луне будет вполне возможно, но связано



«Межпланетный поселок» на высоте 1670 километров.



Поселение на Луне.

со значительными трудностями. Жилыми помещениями для людей первое время будут служить, конечно, доставившие их на Луну межпланетные корабли. Затем могут быть смонтированы особые лунные палатки из сверхпрочной пластмассы. Постоянные жилища будет, вероятно, целесообразно устроить под поверхностью Луны, «подлунные» (по аналогии с подземными), если это, конечно, окажется возможным. Это будет иметь смысл с точки зрения теплоизоляции, герметизации, расхода строительных материалов, защиты от вредных воздействий мирового пространства и т. д. Постепенно под поверхностью Луны могут быть созданы целые подлунные города.

Все снабжение людей на Луне будет осуществляться, во всяком случае первое время, с Земли. Земля будет поставщиком воздуха, потребного для дыхания, пищи, воды, всех жизненных припасов. Затем постепенно лунное поселение сможет перейти на «самообслуживание».

Большое оранжерейное и парниковое хозяйство может служить источником снабжения кислородом, овощами и фруктами. Кисло-

род можно будет добывать, вероятно, и из лунной почвы; ведь наша земная кора чуть ли не на 50 процентов состоит из кислорода.

Во многих минералах на Земле имеется вода; вероятно, ее удастся добывать и на Луне¹; не исключена возможность, что на дне самых глубоких впадин будет обнаружен и лед.

Основные продукты питания можно будет получать впоследствии синтетическим путем. Не исключено и создание животноводческих ферм. Таким образом, все необходимое для жизни на Луне можно обеспечить.

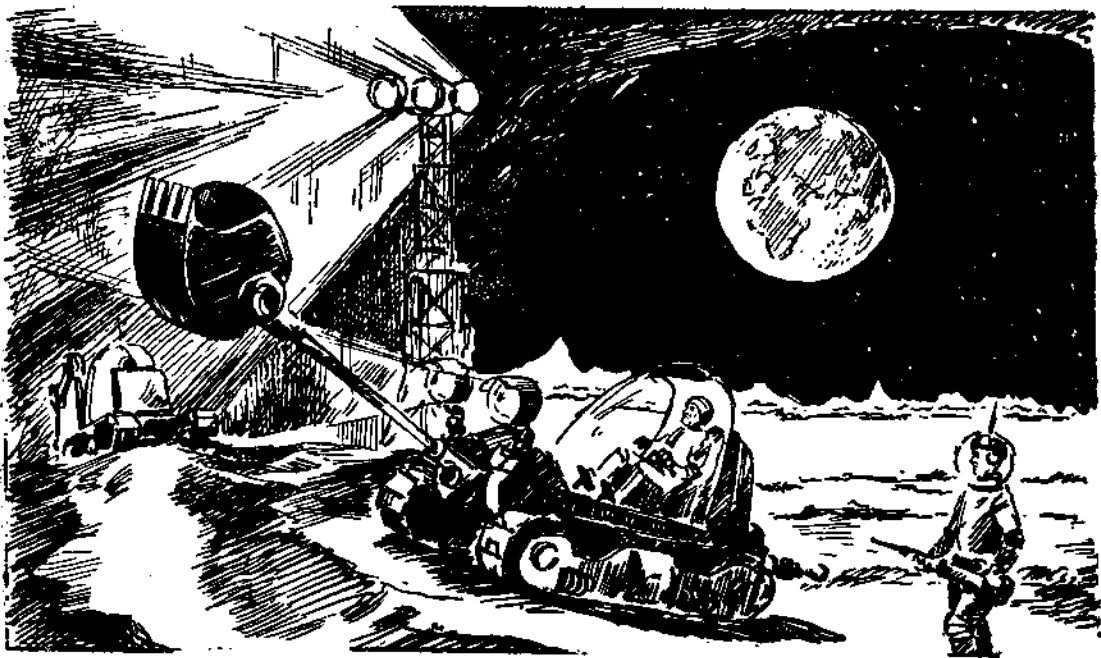
Для передвижения по поверхности Луны будет использоваться либо электрический транспорт — электромобили, а затем и электропоезда, либо тепловые двигатели, работающие на ракетных топливах, — газотурбинные, в некоторых случаях реактивные. В связи с неровностями лунной поверхности очень полезной была бы на Луне авиация, но из-за отсутствия воздуха обычной авиации там быть не может. Для этой цели можно будет использовать летательные аппараты, снабженные ракетными двигателями, служащими не только для разгона, но и для поддержания в воздухе, то-есть создающими подъемную силу.

Связь между лунными жителями будет осуществляться по радио. Чтобы удлинить радиус действия радиосвязи, очень небольшой вследствие резкой кривизны лунной поверхности, каждый костюм-скафандр надо будет снабдить как можно более высокой антенной. Без антенны возможна будет связь не более чем на 2—3 километра; антенна высотой 15 метров удлинит этот радиус действия до 10 километров. Для беседы при непосредственной встрече могут быть использованы и устройства, подобные ларингофонам, применяющимся нашими летчиками в полете.

Когда мы думаем об использовании Луны и планет на службе человека, то имеем при этом в виду три возможных направления такого использования: научное, промышленное и astronautическое.

Научное значение первого поселения на Луне трудно переоценить. Астрономы получили бы в свое распоряжение обсерваторию, о которой они могут только мечтать. О преимуществах обсерваторий на искусственных спутниках уже было сказано выше. Обсерватория на Луне была бы еще более ценной. В частности, она была бы лишена недостатка обсерватории на спутнике, связанного с его относительно малой массой и потому значительной подвижностью, — неосторожное движение наблюдателя может на таком спутнике со-

¹ Скалы вулканического происхождения, занимающие главную часть поверхности Луны, могут содержать в себе до 5 процентов воды. Вода обнаруживается и в метеоритах.



Строительство поселения на Луне.

вершенно изменить положение телескопа. Это имеет особенно большое значение при фотографировании с длительными выдержками, а ведь именно там, вне земной атмосферы, такое фотографирование, столь ценное для астрономов, может быть применено в полной мере. На Земле рассеянный свет даже в самую темную ночь засвечивает пластинку при большой выдержке, что не позволяет, в частности, фотографировать слабые туманности, далекие звезды и т. д. Кроме того, некоторые невозможные на Земле наблюдения за звездами и планетами позволит осуществить длинная лунная ночь, длящаяся две земные недели.

Изучение космического излучения будет поставлено на совершенно новую основу. Много ценнейших исследований смогут провести на Луне физики, химики, биологи, физиологи, врачи и т. д.

Конечно, подробному изучению будет подвергнута сама Луна, в том числе и ее таинственная «обратная» сторона. Удастся, наконец, выяснить многочисленные вопросы, волнующие ученых, изучающих Луну. Будет сделан важный вклад и в изучение планет. Это объясняется тем, что на Луне будут использованы телескопы с гораздо большим увеличением и несравненно лучшим качеством изображения, чем в лучших земных обсерваториях, что позволит, в частности, получать идеальные фотоснимки планет. С другой стороны.

визит на Луну позволит подвергнуть критической оценке многие методы наблюдения и изучения планет, применяющиеся астрономией (и на основании проверки правильности земных наблюдений за Луной и по данным наблюдений с Луны за Землей). Будет выяснен химический состав веществ, образующих поверхность Луны; до сих пор, несмотря на близость Луны, ученые ничего об этом не знают, тогда как состав звезд, находящихся в миллиарды раз дальше, хорошо известен благодаря тому, что эти звезды сами излучают свет.

Наблюдения за Землей дадут много ценного материала для географов и метеорологов. Много полезного получают от визита на Луну геологи в отношении выяснения процессов образования Земли, влияния атмосферных явлений на характер земной поверхности и т. п. В частности, глубокие шахты, вырытые на Луне, позволили бы сделать важные выводы о строении глубинных слоев земной коры, так как процессы образования Земли и Луны были, в соответствии с гипотезой академика О. Ю. Шмидта, аналогичными, а для получения таких же выводов на Земле пришлось бы прорыть в 10—15 раз более глубокие шахты, что вряд ли возможно.

Одним словом, Луна станет в будущем обширнейшей научной лабораторией, и филиал Академии наук, организованный на Луне, станет поставщиком неопределимой научной информации.

Весьма заманчивы возможности промышленного использования Луны. На Луне могут быть созданы рудники для добычи многих ценных ископаемых — металлов и минералов¹, химические заводы по производству различных химикатов, в частности некоторых ракетных топлив (например, бороводородов), и другие предприятия. Для питания энергией всей этой лунной индустрии там могут быть построены мощнейшие солнечные силовые установки — возможность, которая также связана с отсутствием на Луне атмосферы². Кроме того, на Луне будет удобно построить в дальнейшем и мощные атомные электрические и тепловые станции. В связи с отсутствием атмосферы на Луне и большой кривизной лунной поверхности можно рассчитывать на то, что эти станции, соответственно образом размещенные, будут безопасными и без мощной экранировки, необходимой на Земле для защиты от вредного радиоактивного излучения работающих атомных котлов. Управление этими станциями

¹ По некоторым предположениям, тяжелые металлы, заключающиеся в метеоритах, могут быть обнаружены непосредственно на поверхности Луны.

² Теоретически с 1 гектара лунной поверхности может быть получена за счет солнечного тепла мощность до 15 тысяч киловатт. Однако солнечные станции могут работать на Луне только в течение двухнедельного «дня», и, очевидно, надо будет устроить кольцевание таких станций, расположенных на большом расстоянии друг от друга, чтобы обеспечить непрерывное снабжение энергией, получаемой за счет Солнца.

должно осуществляться, конечно, телемеханически, на расстоянии.

Продукция лунных заводов будет использоваться не только для нужд на Луне, но и перебрасываться на Землю. Скорость отрыва от Луны составляет всего $2\frac{1}{3}$ километра в секунду, то-есть необходимая для отрыва кинетическая энергия корабля в 20 с лишним раз меньше, чем на Земле. Поэтому такая переброска будет связана со сравнительно небольшими затратами топлива; конечно, это топливо должно производиться на самой Луне.

Исключительно велики возможности астронавтического использования Луны, которая может стать своеобразным «окном в космос». Луна будет не только первой целью межпланетного полета, но и имеющим важнейшее значение учебным центром для подготовки дальних межпланетных полетов, тренировки астронавтов, испытания кораблей, аппаратуры и т. д. На Луне будет, вероятно, в будущем функционировать постоянный «учебный лагерь» Высшей астронавтической школы, в котором будущие астронавты будут завершать свою теоретическую и практическую подготовку.

Важную роль будет играть Луна и в качестве промежуточной станции для дальних межпланетных кораблей в случае, если на ней можно будет наладить производство ракетного топлива. Организация такого производства будет едва ли не самой важной и первоочередной задачей людей на Луне. Вряд ли могут быть сомнения, что эта задача может быть решена; в частности, этому будет в большой мере способствовать изобилие энергетических ресурсов на Луне. В качестве рабочего вещества для атомных реактивных двигателей будет производиться вода; для химических жидкостных ракетных двигателей можно будет организовать производство жидкого кислорода, различных металлгидридов, то-есть соединений металлов с водородом, кремневодородов и других горючих.

Для заправки топливом межпланетных кораблей с Луны им вовсе не обязательно совершать на нее посадку. Для этой цели кораблю будет достаточно стать на время спутником Луны, чтобы перехватить контейнеры с топливом, посылаемые на соответствующую орбиту с Луны. Можно воспользоваться для этой цели и предложенным Кондратюком искусственным спутником Луны, на котором заранее будут накоплены большие количества доставляемого с Луны топлива. Круговая скорость относительно Луны вблизи ее поверхности равна всего 1,7 километра в секунду, так что снаряд, выстреленный из современной дальнобойной пушки, установленной на Луне, мог бы стать ее вечным спутником.

Целесообразно будет снабжать с Луны топливом также и спутники Земли; для этого понадобится немногим больше топлива (спри-

мерно на 20 процентов), чем для отправки его на спутник Луны. Кстати сказать, и создание больших межпланетных станций у берегов Земли, возможно, будет также целесообразно осуществлять на Луне, откуда можно перебрасывать эти станции на их орбиты у Земли.

Особенности Луны — малая скорость отрыва, отсутствие атмосферы, большие энергетические ресурсы — могут сделать рациональной отправку грузов на спутники Луны и Земли, а также на самую Землю с помощью не ракет, а электромагнитной метательной установки — катапульты. Вообще говоря, с точки зрения затраты энергии на разгон межпланетного снаряда такая катапульта выгоднее ракеты. В любой катапульте приходится затрачивать энергию только на разгон самого корабля, тогда как в случае ракетного взлета большая часть расходуемого топлива затрачивается на ускорение самого же топлива, масса которого во много раз превышает массу корабля. Однако применение катапульт для взлета межпланетных кораблей с людьми практически исключается в связи с ограничением допустимого ускорения; длина такой катапульты должна была бы составить вследствие этого многие сотни километров. Другое дело — запуск грузовых кораблей с топливом, материалами, сырьем. В этом случае ускорения могут быть гораздо большими и длина катапульты соответственно много меньше.

В артиллерийских орудиях при выстреле ускорение снаряда может в десятки тысяч раз превышать ускорение земного тяготения. Однако даже при гораздо меньших ускорениях создание электромагнитной катапульты становится вполне возможным, в особенности на Луне, где потребная конечная скорость корабля гораздо меньше, чем на Земле.

Отсутствие атмосферы на Луне устраняет дополнительное препятствие для применения катапульт, существующее на Земле, — нагрев корабля при разгоне. При запуске корабля катапультной с Земли он должен лететь в плотном воздухе с огромной скоростью, вследствие чего даже в лучшем случае оболочка корабля сильно пострадала бы из-за аэродинамического нагрева. Теоретически температура может стать равной многим десяткам тысяч градусов, отчего оболочка мгновенно испарится. Единственное спасение корабля при этом должно заключаться в его скорости — он должен мгновенно пронизать плотную атмосферу и уйти на такие высоты, где нагрева не будет. Одним словом, земная атмосфера делает запуск корабля катапультной практически невозможным. Это препятствие отпадает на Луне.

В электромагнитной катапульте для разгона корабля будет использован тот же принцип, на котором основано устройство всех электрических машин — генераторов и двигателей, играющих такую

важную роль в современной технике. Как известно из физики, при движении электрического проводника в магнитном поле в этом проводнике возникает электрический ток; так именно устроены генераторы электрического тока — динамомашин. Наоборот, если по проводнику, находящемуся в магнитном поле, заставить течь ток, то проводник начнет перемещаться в этом поле; это использовано в устройстве электродвигателей. В динамомашине механическая энергия (вращение якоря) преобразуется в электрическую, в электродвигателе, наоборот, электрическая энергия — в механическую.

Очевидно, в нашем случае должен быть использован принцип электродвигателя, так как механическая работа — разгон корабля, то-есть сообщение ему нужной кинетической энергии, должна быть осуществлена за счет расходуемой электрической энергии.

Катапульти можно представить себе так. Между плоскими полюсными башмаками электромагнитов создается мощное магнитное поле. В этом поле может передвигаться плоский якорь катапульти. Когда в обмотке якоря начинает течь ток, то якорь начинает перемещаться вдоль полюсных наконечников электромагнита. С якорем связан разгоняемый корабль. Такие катапульти уже применяются в настоящее время для запуска самолетов.

По одному из проектов такой электромагнитной катапульти, с ее помощью можно было бы каждые несколько часов отправлять с Луны грузовые корабли-контейнеры, содержащие 1 тонну топлива. Это топливо накапливалось бы на спутнике Луны и использовалось затем для заправки межпланетных кораблей, что имело бы огромное значение для будущего межпланетных сообщений. Уже одно это полностью оправдало бы создание поселения на Луне.

Конечно, намеченная выше в общих чертах программа освоения Луны — задача, рассчитанная на многие десятилетия.

Условия жизни на Марсе будут, очевидно, более легкими, чем на Луне. Кислород можно будет черпать из атмосферы Марса, правда очень разреженной — считается, что содержание кислорода в атмосфере Марса по крайней мере в 1000 с лишним раз меньше, чем в земной. Вода также имеется и на поверхности и в атмосфере Марса, хоть и в очень малых количествах. На Марсе имеется растительность. Температура на Марсе не падает ниже минус 70° ¹, как и у нас на Земле. Однако без астронавтического скафандра и на Марсе обойтись не удастся: атмосфера там слишком разрежена — давление на Марсе соответствует земным высотам в 16—17 километров.

Исключительно ценными должны быть научные результаты экспедиции на Марс. Наконец-то будут разрешены многочисленные

¹ На полюсах Марса отмечались морозы до 100° .

загадки Марса, волнующие умы ученых и вдохновляющие фантазию писателей.

Какие заманчивые перспективы откроются перед учеными, когда им будет предоставлена возможность побывать на Марсе, как обогатятся наши знания, как двинется вперед наука!

Конечно, на Марсе могут быть созданы и поселения людей, подобные лунным, и промышленные предприятия. Сравнительная отдаленность Марса от Солнца делает малоэффективным использование солнечной энергии, и основным поставщиком энергии на Марсе должны быть, вероятно, атомные электростанции. Астрономическое значение Марса может оказаться очень большим, когда люди перейдут к осуществлению межпланетных полетов третьей очереди — к внешним планетам солнечной системы. Дальние межпланетные корабли будут, надо думать, заправляться топливом с Марса. Вероятнее всего, это топливо будет предварительно накоплено на спутниках Марса — Фобосе и Деймосе. Конечно, производство ракетного топлива надо будет организовать для этой цели на Марсе.

О таинственной соседке Земли — Венере — ученым известно очень немного. Уж очень тщательно скрывает она свои секреты за непроницаемым слоем облаков, неизменно окутывающих эту планету. Венера имеет мощную атмосферу¹, о составе которой известно мало. Твердо установленным можно считать только то, что в ней очень много углекислоты — во много раз больше, чем в земной атмосфере. Кислорода в атмосфере Венеры почти не обнаруживается, воды по крайней мере в 10 раз меньше, чем в земной атмосфере. Следует отметить, что все эти выводы сделаны по данным спектрального анализа газов, находящихся над слоем каких-то непрозрачных облаков. Состав самих облаков и газов, находящихся под ними, неизвестен. Поэтому об условиях жизни на Венере пока сказать ничего определенного нельзя, за исключением разве того, что температура на ее поверхности может достигать 100°. Очевидно, что только посадка космического корабля на поверхности Венеры сможет разрешить все эти загадки.

Конечно, многое еще можно было бы сказать о возможностях, которые будут открываться перед людьми по мере того, как уносящие их межпланетные корабли будут забираться все дальше от Земли вглубь солнечной системы, когда будут совершаться посадки на все новых небесных телах. Но и то, о чем было сказано выше, что будет осуществлено уже после первых побед астронавтики,

¹ Атмосфера Венеры открыта Ломоносовым в 1761 году. Этим гениальным открытием Ломоносов положил начало физическому планетоведению. Характерно, что Ломоносов рассматривал изучение природы планет и их спутников не как самоцель, а в связи с проблемами большого идеологического значения — в частности, проблемой обитаемости других небесных тел.

может иметь настолько важное значение для будущего научно-технического прогресса человечества, что целесообразность усилий, направленных на осуществление межпланетного полета, становится вполне очевидной.

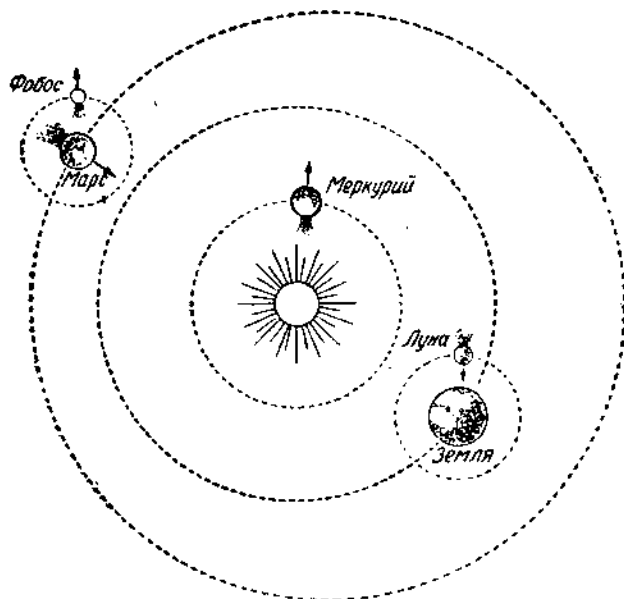
Впрочем, всех возможностей, которые откроются перед людьми в связи с дальнейшим развитием и успехами астронавтики, сейчас и не предусмотреть.

Вот, например, обычно не упоминается принципиально существующая возможность активного вмешательства человека в жизнь солнечной системы. Используя реактивную технику, в особенности атомно-реактивную, можно при желании изменить пути движения небесных тел по их орбитам, заняться переустройством солнечной системы.

Чтобы изменить путь какого-нибудь небесного тела, нужно установить на нем мощную батарею реактивных двигателей, работающих на атомном или химическом топливе, и включать эти двигатели в строго определенные моменты. Конечно, при современном уровне развития реактивной техники так можно изменить путь только сравнительно небольших небесных тел. Впрочем, Луна не так уж мала, а ее путь вокруг Земли можно было бы при желании изменить уже сейчас.

Для этого нужно, чтобы молекулы газов, вытекающих из жидкостных ракетных двигателей, установленных на Луне, обладали большей скоростью, чем скорость отрыва от Луны, равная, как известно, $2\frac{1}{3}$ километра в секунду. Тогда они навеки расставались бы с Луной, сталкиваясь ее с той орбиты, по которой она обращается вокруг Земли.

Такое воздействие на орбиту Луны могло бы сослужить когда-нибудь большую службу людям — например, предотвратить возможное в весьма отдаленном будущем падение Луны на Землю (если правильны взгляды некоторых ученых, высказывающих такое пред-



«Переустройство» солнечной системы.

положение). Впрочем, это может произойти, во всяком случае, не раньше, чем через многие миллиарды лет.

Можно было бы предложить и другие возможные примеры целесообразного вмешательства людей в размеренную жизнь солнечной системы. Но об этих возможностях еще будет достаточно времени подумать грядущим поколениям.

Г л а в а 19

НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОРАБЛЕ

Какие трудности и опасности ждут будущих межпланетных путешественников, оказавшихся с глазу на глаз с мировым пространством? Сможет ли человек выдержать все испытания межпланетного полета?

Ответ на эти вопросы может оказаться решающим для будущего астронавтики.

В настоящее время еще нельзя со всей определенностью дать такой ответ — для этого потребуются многочисленные и разнообразные исследования в лабораториях ученых и при экспериментальных полетах высотных ракет. Как и при решении других физиологических проблем, вначале эти исследования будут произведены на животных.

Уже сейчас такие исследования ведутся, в частности животные помещаются на стратосферных ракетах. Только потом к таким полетам будут допущены люди. Окончательный же ответ будет получен после совершения первого длительного космического полета.

Мы можем пока лишь предварительно оценить опасности межпланетного путешествия, основываясь на имеющихся знаниях в различных областях науки. К счастью, такая предварительная оценка, как мы увидим ниже, не дает пока оснований считать, что осуществление межпланетного полета окажется невозможным из-за того, что человек не сможет его перенести. Хотя различные опасности, которые ждут человека в межпланетном пространстве, и являются серьезными — вероятно, их можно избежать. К такому выводу пришел и Циолковский, впервые рассматривая различные опасности межпланетного путешествия. Новейшие исследования подтверждают этот вывод основоположника астронавтики.

Мировое пространство будет во всем враждебным осмелившемуся проникнуть в него человеку. Какие только опасности и трудности не ждут путешественника в этом безграничном «океане»! Полное отсутствие воздуха, жесточайший холод и палящие лучи Солнца, вредные, а то и смертоносные лучи, бескрайные простран-

ства и многомесячный полет, столкновение с небесными камнями, полное исчезновение тяжести и временами, наоборот, чрезмерное ее увеличение, да и кто знает, что еще... И все должно быть, конечно, тщательно изучено и взвешено до того момента, как межпланетный корабль отправится в свой далекий рейс, ибо любая, даже самая ничтожная ошибка может оказаться роковой для человека в его единоборстве с силами стихии.

Единственное, что может спасти человека, решившего вторгнуться в полные опасностей просторы мирового пространства, — это всесторонняя защита от всех возможных воздействий этого пространства. Астронавты, пустившиеся в межпланетное путешествие, должны будут подвергнуть себя добровольному длительному, часто на много месяцев, заключению в межпланетном корабле. Они смогут рассчитывать только на свои силы, свое мужество, свое умение, на запасы, которые у них есть с собой.

О многом придется подумать командиру межпланетного корабля, когда он будет снаряжать его в далекий и нелегкий путь.

Прежде всего, конечно, воздух. Пассажиры корабля должны все время дышать свежим, чистым воздухом. Значит, нужно непрерывно отводить из кабины ядовитую углекислоту, выделяющуюся при дыхании, и, наоборот, добавлять кислород, который при этом поглощается. Как это сделать? Какие запасы кислорода необходимы? Какое давление воздуха целесообразно поддерживать в корабле? Вот вопросы, на которые прежде всего надо дать ответ.

Давление в пассажирской кабине межпланетного корабля будет целесообразно, вероятно, поддерживать несколько меньшим, чем обычное атмосферное давление у поверхности Земли, — например, таким, как на каком-нибудь высокогорном курорте. Это уменьшит нагрузку на стенки кабины, упростит работу всей воздушной системы. Впрочем, большого значения этот вопрос иметь не будет, и окончательный ответ на него можно будет получить на основании опыта первых полетов.

Отсасываемый из кабины воздух будет подаваться вентилятором в очиститель, освобождающий его от углекислоты. Могут быть применены химические методы очистки, но возможно использование холодильника, в котором происходит образование «сухого льда», то-есть вымерзание углекислоты. В этом случае нужно учесть, что водяные пары, находящиеся в воздухе, будут конденсироваться в этом холодильнике в воду, которая затем замерзнет; если не использовать (регенерировать) эту воду, то ее потом придется добавлять из запасов на корабле, а ведь эта вода составляет около 60 процентов всей воды, потребляемой пассажирами корабля.

Добавка кислорода в воздух, освобожденный от углекислоты,

будет происходить в газификаторе, в котором жидкий кислород, хранящийся на корабле в баллонах, превращается в газ. Затем воздух поступит в увлажнитель, где будет доведено до нормы содержание влаги в воздухе; в обогатитель, в котором к воздуху будут добавлены все необходимые ароматические и прочие вещества, и подогреватель, обеспечивающий нужную температуру. После этого вентилятор подаст свежеприготовленный воздух в кабину.

Необходимый запас кислорода на корабле будет определяться числом пассажиров и длительностью полета. Расчет этого запаса — не простое дело. Главным образом это связано с тем, что потребление кислорода человеком зависит от многих условий: интенсивности и характера труда, продолжительности сна и проч. В среднем можно принять для предварительных расчетов, что каждый пассажир корабля будет потреблять не более 1 килограмма кислорода в сутки, учитывая его относительную малоподвижность на корабле. Как видим, при полетах на сравнительно короткие расстояния проблема снабжения кислородом не представляет особых трудностей. Так, например, для путешествия трех пассажиров на Луну и обратно запас кислорода должен составлять 20—25 килограммов. В особенности упрощается эта проблема, если двигатель корабля использует жидкий кислород в качестве окислителя.

Однако при дальних полетах положение меняется. Так, при полете на Марс, длящемся около 9 месяцев, на каждого пассажира корабля должно быть запасено примерно 300 килограммов кислорода, да и то при условии, что кислород, необходимый для жизни на Марсе и обратного полета, будет заимствован из атмосферы Марса. Очевидно, в случае таких дальних полетов для снабжения пассажиров межпланетного корабля кислородом придется организовать на корабле лабораторию по добыванию кислорода. Можно, например, построить установку, в которой углекислота, выделяемая экипажем корабля при дыхании, будет снова расщепляться на углерод и кислород, для чего, конечно, придется израсходовать соответствующую энергию. Эта установка будет «дышать» так, как дышат растения: вдыхая углекислоту и выдыхая кислород. Правда, эта аналогия с растениями только внешняя: в последние годы советскими учеными выяснено, что кислород, выделяемый растениями, получается не из углекислоты, а из воды, которую растения всасывают корнями.

Не менее важным, чем обеспечение пассажиров межпланетного корабля кислородом, будет удовлетворение их голода и жажды. Большое поле деятельности в этом отношении ждет специалистов и в области питания, которые должны будут изготовить разнообразный ассортимент необходимых для астронавтов продуктов питания.



В оранжевом межпланетной станции.

Определенную службу здесь может сослужить опыт, накопленный при организации полярных экспедиций, а также при проведении дальних авиационных перелетов. Однако все это только робкое начало — аналогичные задачи при организации межпланетных путешествий будут неизмеримо более сложными.

Трудно точно определить запасы пищи и воды, которые должны быть на межпланетном корабле. Для ориентировки можно принять, что минимальный запас воды должен составлять примерно килограмм в сутки на человека, учитывая, что вся вода, заключенная в воздухе (выделяемая при дыхании и испаряющаяся через кожу), будет извлекаться из него и использоваться — ведь общая потребность человека в воде составляет примерно 2—2,5 килограмма в сутки. Запас пищи может быть определен, исходя из нормы 0,5—1 килограмма в сутки на человека. Следовательно, суммарный суточный расход кислорода, пищи и воды каждым пассажиром межпланетного корабля составит примерно 2,5—3 килограмма, причем

для надежности следовало бы взять верхний предел. Это, конечно, должно быть учтено при проектировании корабля, определении потребного расхода топлива и проч.

Снабжение пассажиров теплом, то-есть поддержание необходимой температуры воздуха в кабине корабля, должно осуществляться с помощью специальной системы отопления. Конечно, при этом надо будет обеспечивать тщательную тепловую изоляцию кабины, так как на окружающее пространство «тепла не напасешься».

Источником тепла практически во всех случаях может быть Солнце. Для этого на поверхности корабля будут расположены солнечные котлы, подогревающие жидкость, которая будет циркулировать в системе отопления кабины. В качестве такой жидкости, очевидно, удастся использовать один из компонентов топлива для двигателя — окислитель или горючее. Поверхность котлов будет выкрашена в черный цвет, чтобы лучше поглощать тепло солнечных лучей. Котлы можно будет прикрывать створками при взлете корабля, а также в случае их выключения. Эти створки, как и вся остальная поверхность корабля, будут, возможно, покрашены металлической краской, может быть распыленным алюминием, что придаст кораблю красивый серебристый цвет, — это полезно для уменьшения поглощения солнечных лучей и отдачи тепла кораблем путем излучения. При длительных полетах к внешним планетам обогрев котлов можно улучшить с помощью раскрывающихся отражательных зеркал.

Если на корабле установлен атомный двигатель, то проблема отопления решается, конечно, просто, и в этом случае надобности в использовании энергии Солнца не будет.

Следует отметить, что система отопления кабины может быть использована при желании и в качестве холодильного устройства: для охлаждения, а не нагрева. Необходимость в этом может возникнуть при некоторых межпланетных полетах по направлению к Солнцу.

Изоляция межпланетных путешественников на корабле не закончится, когда корабль совершит посадку на планету. Выбраться за спасительные стенки корабля можно будет только после тщательного изучения условий, существующих на планете. Конечно, во всех случаях выйти из корабля можно будет только в скафандрах, которые должны быть, вообще говоря, различными для разных планет.

Одной из серьезных опасностей, которые могут поджидать человека на небесных телах, являются неизвестные у нас на Земле бактерии, вполне возможно смертоносные для людей в связи с тем, что наш организм не приспособлен для борьбы с ними. Еще более опасными могут оказаться такие бактерии, занесенные на Землю

межпланетным кораблем из какого-нибудь далекого мира. Несомненно, что после возвращения на Землю межпланетный корабль с его пассажирами надо будет подвергнуть строжайшему карантину. Обидно, конечно, лишать межпланетных путешественников людского общества после многих месяцев, а может быть, и лет пребывания вне Земли, но слишком уж велика в этом случае возможная опасность для всего человечества, чтобы допускать легкомысленную неосторожность.

Глава 20

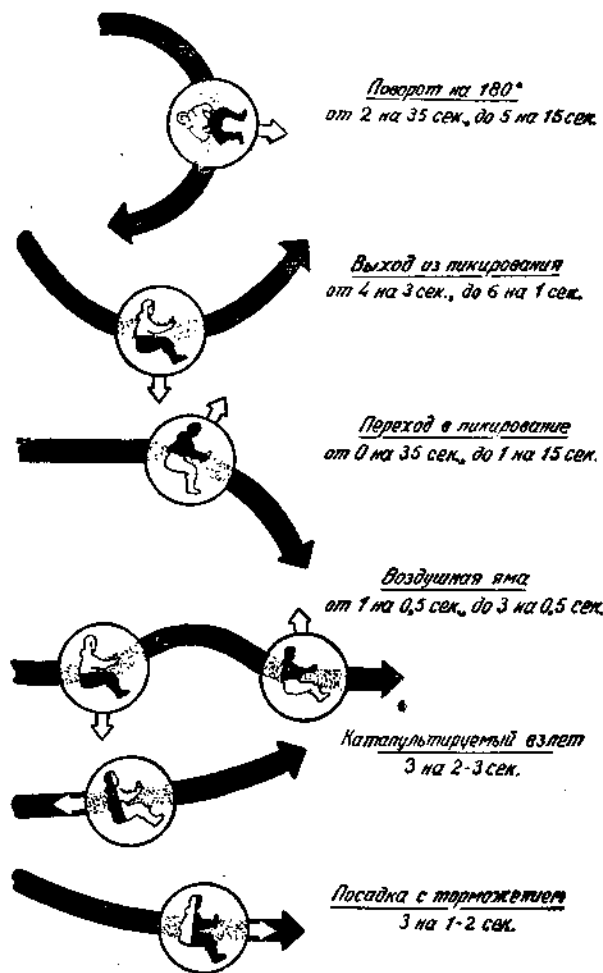
НУЖЕН ЛИ НАМ НАШ ВЕС?

Мы так привыкли к нашему весу, что обычно его вовсе и не замечаем, разве только врачи иногда советуют нам поправиться или похудеть. Поэтому вопрос о том, нужен ли нам наш вес, на первый взгляд может показаться странным.

Действительно, всякий человек на Земле имеет вес, причем вес, в общем, весьма постоянный, устойчивый. Увы, иначе обстоит дело в астронавтике. Находясь в межпланетном полете, вы можете сначала прибавить в весе к своим 50 или 60 килограммам еще трижды столько же и побить таким образом все существующие «рекорды», а потом мгновенно потерять не только благоприобретенные, но и свои собственные килограммы, став легче пушинки. Такие стремительные манипуляции с весом заставляют нас повнимательнее задуматься над тем, какую роль, в конце концов, играет вес в нашей жизни. Не приведут ли эти изменения веса к нарушению жизненно важных функций человеческого организма?

Наш вес — это сила, с которой нас притягивает Земля. Когда мы стоим, эта сила прижимает ступни наших ног к Земле, все тело давит на ноги, внутренние органы — один на другой, голова — на шею и т. д. Все эти силы давления и создают физиологическое ощущение веса.

Значительное увеличение веса связано с процессами разгона корабля — при взлете, и торможения — при посадке. Инерционные перегрузки, возникающие при этом, могут сильно увеличить вес. Из-за вредного физиологического действия увеличенного веса инерционные перегрузки не должны быть больше четырех, то-есть вес при наличии этих перегрузок не должен превышать учетверенного нормального веса. Но почему именно учетверенного? Так как увеличение инерционных перегрузок могло бы привести к существенной экономии топлива, то выбор величины допустимых перегрузок должен быть обоснованным.



Инерционные перегрузки, действующие на летчика в полете.

гут сильно отразиться на важнейших функциях организма. Обычно увеличение веса выше допустимых пределов приводит не к механическому повреждению внутренних органов, а к нарушению деятельности сердца и мозга. Кровь становится во много раз более тяжелой, сердце не справляется с многократно увеличенной нагрузкой. Человек может потерять сознание из-за кровяного голодания мозга, что иной раз случается с летчиками, вынужденными, например в боевых условиях, идти на превышение допустимых инерционных перегрузок. Может отказать и сердце, в особенности если оно не очень здоровое. Не зря от летчиков требуется идеальное здоровье и физическая натренированность:

В чем проявляется вредное действие увеличенного веса? Представьте себе, что веки ваших глаз стали во много раз тяжелее, «налились свинцом», как говорят в тех случаях, когда сильно хочется спать. Сила глазных мышц может в этом случае уже оказаться недостаточной, чтобы удержать веки открытыми, и они будут непроизвольно закрываться. Вы ослепнете, не сможете ничего видеть. Это и случается с летчиками самолетов, выполняющих фигуры высшего пилотажа, — на мгновение, например при выходе из крутого пикирования, у них полностью или почти полностью теряется зрение, что иной раз может оказаться роковым. Это только один из примеров проявления увеличенного веса.

Гораздо серьезнее влияние перемещений внутренних органов под действием увеличенного веса, так как такие перемещения мо-

одни и те же перегрузки совершенно различно сказываются на разных людях.

Большое значение имеет продолжительность действия перегрузки. В течение коротких промежутков времени человек может выдержать очень большие перегрузки. Имеющимся в этом отношении опытом мы обязаны главным образом авиации. Так, можно считать, что перегрузке, не превышающей двух, то-есть когда вес человека увеличивается вдвое, человек может подвергаться без заметного ущерба для своего здоровья в течение весьма продолжительного времени. Принятая в качестве допустимой при взлете межпланетного корабля перегрузка, равная четырем, может переноситься человеком (вес его увеличится в этом случае до 200—250 килограммов) в течение нескольких минут, вероятно, без серьезных нарушений функций организма¹. В течение долей секунды могут быть перенесены перегрузки до 15 и даже 20, в этом случае человек может «весить» более тонны! Такие перегрузки возникают, например, при прыжках в воду в самый момент погружения в нее.

Для исследования влияния больших инерционных перегрузок на человеческий организм, как и для тренировки летчиков, еще Циолковским были предложены и теперь используются специальные установки. Применяется, например, длинная рельсовая дорожка, по которой с помощью ракетного двигателя разгоняется тележка с сидящим на ней человеком; эта тележка потом резко тормозится для создания перегрузки. При некоторых испытаниях на такой установке человек выдерживал 35-кратную перегрузку в течение $\frac{1}{3}$ секунды. Для этой же цели служит своеобразная карусель-центрифуга, представляющая собой длинный, в 15—20 метров длиной, рычаг с укрепленным на его конце сиденьем для человека или испытательной кабиной. Центрифуга вращается вокруг своей оси с помощью электродвигателя. Такая установка позволяет создавать практически любые перегрузки в течение неограниченного времени; перегрузка создается при вращении центробежной силой. При испытании с различными животными перегрузка достигала многих десятков. Несомненно, что подобные установки будут использованы в будущем и для тренировки астронавтов.

Легко понять, почему в различных положениях человек по-разному переносит перегрузку. Отток крови от мозга или, наоборот, прилив к нему крови, а также нагрузка на сердце при инерционных перегрузках зависят от веса действующего на эти органы «стол-

¹ Перегрузка этого порядка действует, в частности, на мотоциклиста, участвующего в известном аттракционе «Мотоциклетные гонки по вертикальной стене», который можно видеть, например, в московском Центральном парке культуры и отдыха имени Горького. При этом мотоцикл мушкетера по вертикальной стене цилиндрической шахты в горизонтальном положении. Обычно аттракцион длится несколько минут.

ба» крови, который, в свою очередь, определяется высотой этого «столба». Хуже всего поэтому действуют перегрузки на стоящего человека. Когда человек сидит, то он может выдержать гораздо большие перегрузки, особенно если эти перегрузки действуют от головы. Наибольшие перегрузки он может выдержать, когда лежит. Вот почему с появлением первых реактивных самолетов, при полете которых могут возникать из-за большей скорости и большие перегрузки, конструкторы стали пытаться укладывать летчика на живот или на спину. Это позволяло им также уменьшать поперечное сечение фюзеляжа самолета, что приводило к уменьшению лобового сопротивления и увеличивало скорость полета. Однако надо сказать, что такое лежачее положение не слишком понравилось летчикам, хоть им было и легче переносить инерционные перегрузки при выполнении фигур высшего пилотажа. В настоящее время обычно поступают иначе. Летчика усаживают в так называемое противоперегрузочное кресло. Когда самолет неподвижен или перегрузка мала, например в горизонтальном полете или при взлете, летчик сидит в этом кресле, как в обычном. Если же перегрузка увеличивается, задняя спинка кресла автоматически откидывается назад, тем сильнее, чем больше перегрузка. При больших перегрузках летчик почти лежит на спине.

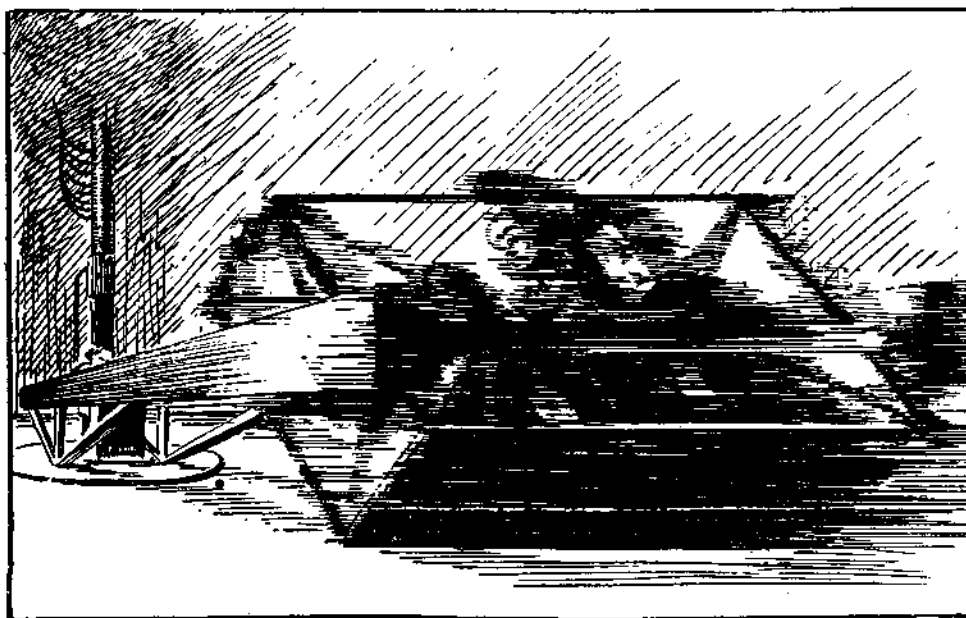
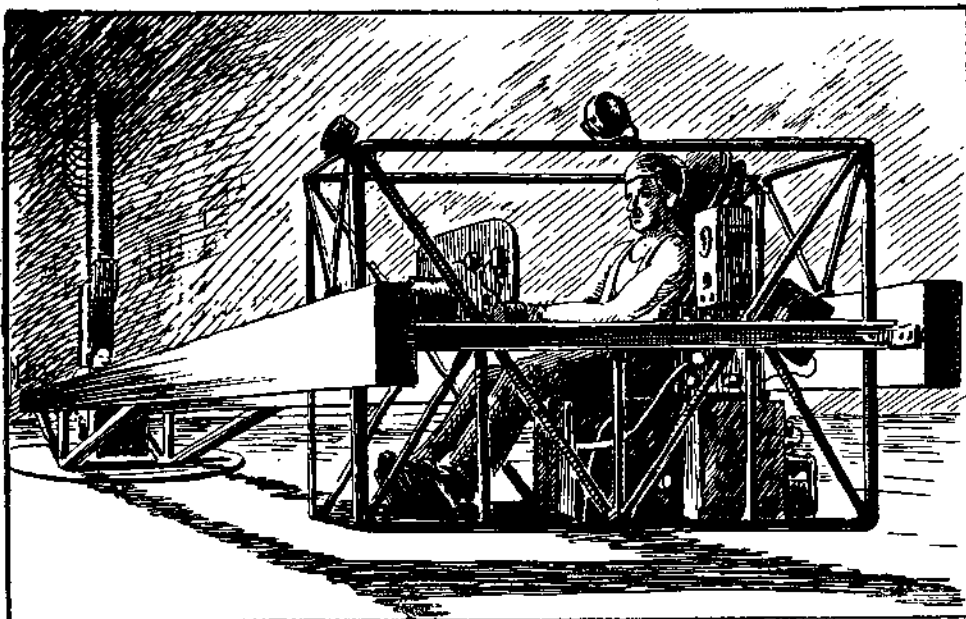
Вероятно, пассажиры межпланетного корабля будут сидеть в аналогичных креслах или же им с самого начала придется лечь на спину. Кресла для пассажиров должны быть достаточно упругими, чтобы принимать форму лежащего на них человека — это облегчит пассажирам перенесение нагрузки.

Циолковский рассматривал возможность помещения пассажиров при взлете межпланетного корабля в гидроамортизатор — сосуд, заполненный жидкостью со специально подобранным удельным весом, равным удельному весу человеческого тела. Поскольку любое тело, погруженное в жидкость, теряет в весе столько же, сколько весит вытесненная им жидкость, то пассажир, сидящий в ванне, предложенной Циолковским, не будет весить ничего, и в этом случае никакая перегрузка ему страшна уже не будет¹.

Весьма вероятно использование в астронавтике специальных противоперегрузочных костюмов, которые уже применяются в авиации. Между двумя слоями ткани такого костюма вдувается под давлением воздух, вследствие чего внутренний слой плотно облегает тело летчика.

Положение с перегрузкой могло бы оказаться критическим, если бы оно заставило совершать весьма длительный, постепенный взлет

¹ Конечно, внутренние органы человеческого тела могут при этом все же перемещаться друг относительно друга.



*Карусель-центрифуга для испытания и тренировки летчиков:
сверху — перед испытанием; внизу — во время испытания.*

и такую же посадку. Однако, как было показано выше, при перегрузке, равной четырем, взлет будет продолжаться не более 6—7 минут, в течение которых эта перегрузка будет, вероятно, перенесена пассажирами корабля без чрезмерных неприятностей. Даже уменьшение перегрузки до трех увеличит продолжительность взлета только до 8 минут. Таким образом, опасения, связанные с действием перегрузки при взлете, которые так часто высказывались в прошлом, по всей вероятности являются преувеличенными¹.

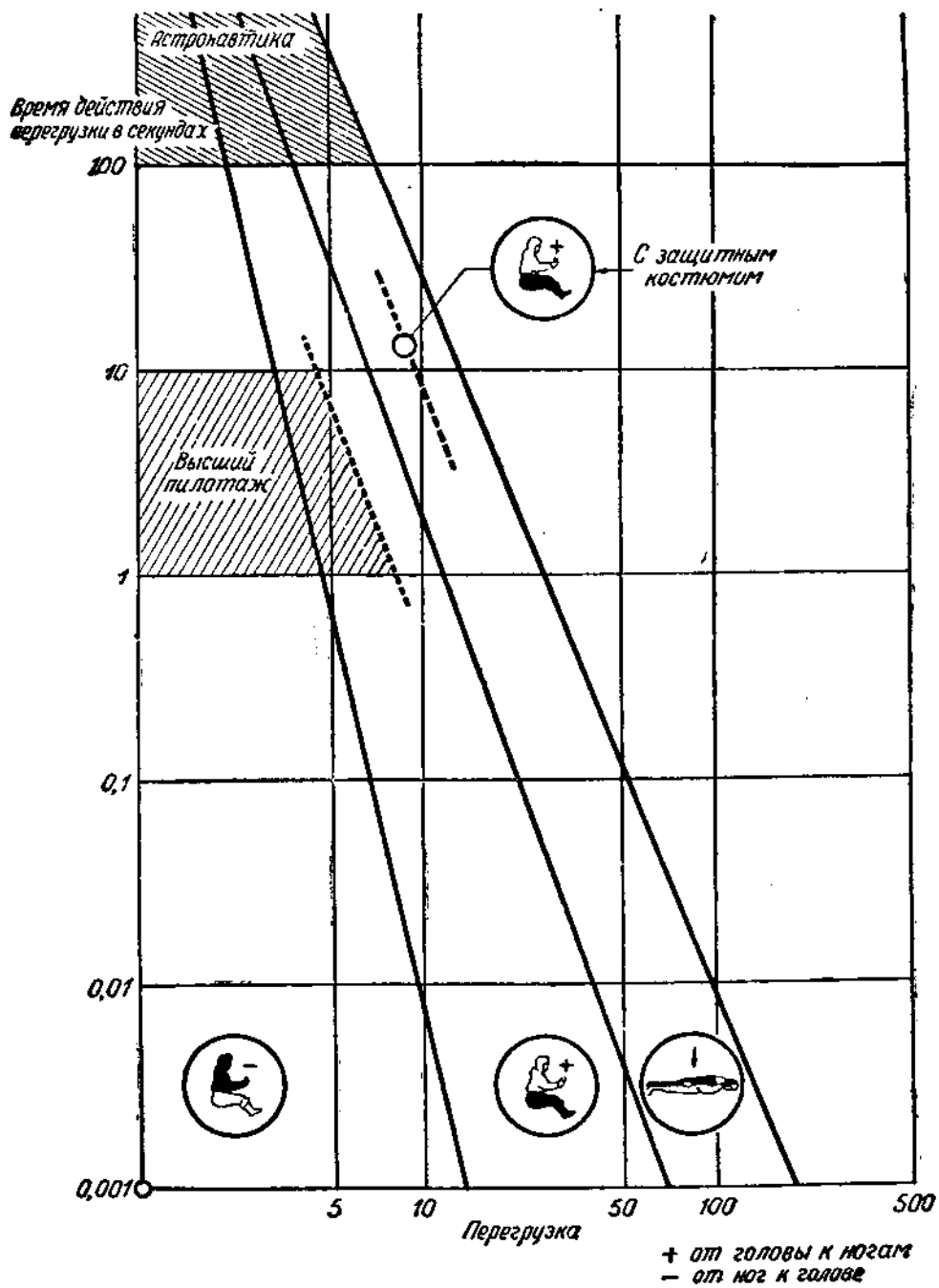
Иначе обстоит дело с влиянием на человека полной потери веса, которая следует сразу же за исчезновением перегрузки при взлете. Как только двигатель корабля перестает работать и корабль оказывается в свободном полете, тяжесть на корабле исчезает и пассажиры перестают весить. Конечно, несколько обидно «похудеть» сразу на четверть тонны, но это совершенно неизбежно. «Невесомыми» пассажиры корабля будут во время почти всего полета — значит, в течение нескольких суток при полете на Луну или многих месяцев — при более дальних полетах. Как они будут себя при этом чувствовать? Это одна из важнейших проблем астронавтики.

Обычно в многочисленных фантастических романах и рассказах отсутствие веса у пассажиров межпланетного корабля преподносится как ощущение необыкновенной легкости, как чувство необычайно приятное и возбуждающее. Однако вряд ли это будет так на самом деле. Вероятно, первое впечатление от исчезновения веса будет связано с мгновенным ощущением потери опоры. Опора как бы внезапно уйдет из-под ног, и это вызовет инстинктивную попытку схватиться за что-нибудь, чтобы удержаться. Затем установится ощущение падения в бездонный колодец — надо думать, ощущение не для слабых душ. В течение всего времени невесомости вместо приятного ощущения легкости пассажиры межпланетного корабля будут находиться в состоянии постоянного напряжения. Однако можно надеяться, что человек в конце концов, в результате длительной и упорной тренировки, сможет приспособиться к этому состоянию.

Мы не знаем ни одной жизненно важной функции человеческого организма, выполнение которой зависит от веса. Дыхание, кровообращение, пищеварение, движение — все эти функции выполняются в результате действия нервной системы и мускулатуры (мышц) человеческого тела и от веса не зависят. Точно так же не зависит от веса и действие органов чувств: зрение, слух, обоняние, вкус.

Вместе с тем отсутствие веса вызовет все же, как можно

¹ При взлете межпланетного корабля управление им будет осуществляться, вероятно, с помощью автоматов, чтобы избавить экипаж от необходимости производить физические усилия. Это целесообразно и для увеличения точности взлета.



Допустимые инерционные перегрузки зависят от положения человека и продолжительности действия перегрузки.

предполагать, ряд расстройств в человеческом организме. Опыт, накопленный в этом отношении наукой, еще чрезвычайно мал, и поэтому пока приходится ограничиваться, к сожалению, лишь предположе-

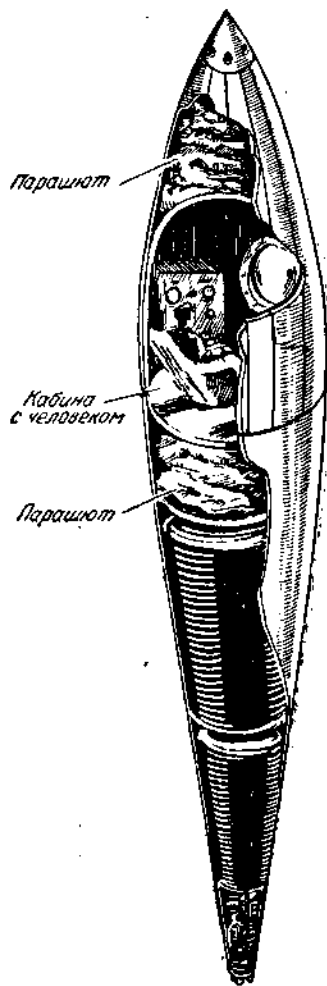
ниями, основанными на наших знаниях функций отдельных частей человеческого организма.

В человеческом организме имеется сложная система так называемых механорецепторов, которые дают мозгу, центральной нервной системе, детальную информацию о всех видах механических возбуждений, испытываемых человеком. Среди таких механорецепторов различаются: вестибулярный аппарат внутреннего уха, который реагирует на перемещение человеческого тела; чувствительные клетки кожи, реагирующие на давление; мускульные веретёнка, заключенные во всех тех мускулах, которые передвигают и фиксируют части организма, и другие.

Механорецепторы играют большую роль в важной психофизиологической функции — ориентировке человека. При обычных условиях ориентировка человека в пространстве достигается тем, что механорецепторы фиксируют направление силы тяжести по отношению к положению человека, а зрение устанавливает положение человека по отношению к окружающим предметам. Оба ощущения при этом вполне согласовываются, сливаясь в одно чувство ориентировки.

Но как только вес исчезает, механорецепторы отказывают в выполнении своих функций ориентировки. Если человек неподвижен, то они вообще будут «молчать», и ориентироваться можно будет только с

помощью зрения. При движении человека механорецепторы будут возбуждаться, но только под действием сил инерции, которые будут сообщать вес, переменный по величине и направлению, отчего будут меняться и сигналы рецепторов. В этом случае картины, регистрируемые механорецепторами и глазами, будут расходиться.



Проект ракеты для изучения влияния невесомости на человека.

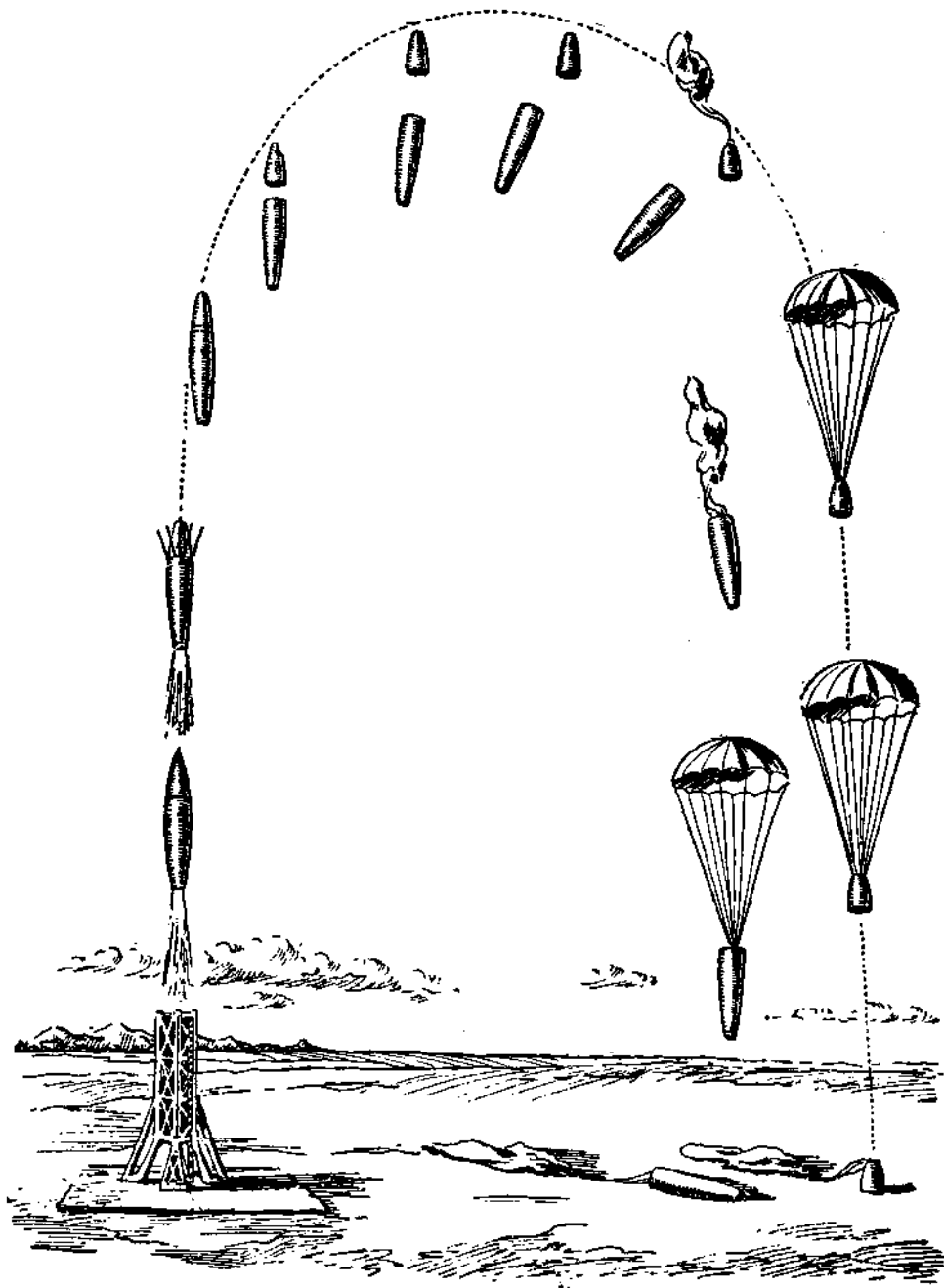


Схема полета ракеты для изучения невесомости.

Опыт слепых полетов на самолетах показывает, что человек может подавить неправильную информацию механорецепторов и основываться только на наблюдении приборов. Это очень важное свойство вырабатывается летчиками только путем длительной тренировки. Однако некоторые исследования показывают, что такая дисгармония ощущений и чувств, вполне согласованных в обычных условиях весомости, может вызвать некоторые определенные формы морской болезни. Возможно, что отсутствие веса сделает океан мирового пространства очень «бурным» для астронавтов, поскольку они могут оказаться подвергнутыми жесточайшим приступам «межпланетной болезни».

В частности, можно полагать, что при отсутствии веса появятся серьезные нарушения в действии так называемого вестибулярного аппарата внутреннего уха, являющегося органом чувств, воспринимающим изменение положения и направления движения человеческого тела и играющим важнейшую роль в обеспечении равновесия тела в покое и движении.

Проблема невесомости начинает уже интересовать и авиацию. Современные высотные реактивные самолеты могут при резком снижении с больших высот, где сопротивление воздуха очень мало, создавать для летчиков условия невесомости примерно на 25—30 секунд. Подобные полеты не вызывали болезненных ощущений у летчиков, как и затяжные прыжки парашютистов с больших высот.

Для создания условий невесомости в течение большего времени с целью исследований необходимы специальные установки. Первые из таких установок были предложены еще Циолковским. В настоящее время ведутся подобные опыты с использованием глубоких шахт угольных бассейнов, элеваторов и т. п. В этих опытах подвергающийся исследованию человек закрепляется в особой свободно падающей тележке, и во время падения у него измеряется давление крови, изучается работа сердца и т. д. Предлагается создание и специальных высотных ракет для исследования влияния невесомости на человека. По одному из таких проектов, ракета, построенная на базе описанной в главе 6 дальней ракеты, должна весить 21 тонну, из которых 17 тонн топлива. Сверху на ракете будет пассажирская кабина с человеком (общий вес полезной нагрузки примерно 1300 килограммов). За 2½ минуты работы двигателя ракета уносится на высоту около 70 километров, а затем еще летит с остановленным двигателем около 230 километров, достигая более чем за 6 минут общей высоты подъема 300 километров. После остановки двигателя специальное устройство отделяет кабину, которая в течение 5—6 минут летит в свободном полете, а затем опускается на парашюте.

Наиболее полно влияние невесомости будет изучено, когда появятся всё более дальние и высотные пассажирские ракеты, а затем и орбитальные ракеты — искусственные спутники Земли. В настоящее время нельзя сказать со всей определенностью, понадобится ли создание искусственной тяжести на межпланетных кораблях или удастся обойтись полумерами, вроде, например, магнитных подковок на обуви. Вероятнее всего, искусственная тяжесть будет создаваться только на межпланетных кораблях, совершающих полеты между спутниками планет, то-есть на основном участке космических трасс.

Глава 21

СМЕРТНОСНЫЕ ЛУЧИ, БЛУЖДАЮЩИЕ СНАРЯДЫ...

Мировое пространство, в котором будет совершать свой полет межпланетный корабль, хоть и не имеет воздуха, однако вовсе не «пусто». В нем действительно мало вещества. Однако это пространство очень богато энергией: оно пронизывается мощным излучением различного рода.

Как будет сказываться это излучение на здоровье астронавтов? Защитят ли их от действия излучения, если оно окажется вредным, стенки межпланетного корабля? Вряд ли можно пускаться в межпланетный полет, не имея точного ответа на эти вопросы, не будучи уверенным, что излучение, пронизывающее мировое пространство, не окажется смертельным или даже просто вредным для пассажиров межпланетного корабля.

Живя на Земле, мы не знаем в точности того, что собой представляет излучение, пронизывающее мировое пространство. Благодаря фильтрующему действию земной атмосферы мы можем на поверхности Земли улавливать лишь слабые отзвуки тех мощных процессов, которые происходят в верхних слоях атмосферы под действием врывающихся в нее из мирового пространства лучей. Земной поверхности достигает лишь незначительная часть первоначального излучения. Однако наука сумела, используя для этого тончайшие приборы, поднимаемые на большие высоты с помощью воздушных шаров-зондов и высотных ракет, разгадать эту загадку природы. Благодаря этим успехам науки мы теперь довольно точно представляем себе характер излучения, пронизывающего мировое пространство, хотя, конечно, в дальнейшем могут быть обнаружены пока еще неизвестные виды этого излучения.

Некоторые виды излучения оказывают вредное действие на человеческий организм, а при больших дозах могут оказаться и смер-

тельно опасными. Следовательно, вопрос, поставленный в начале этой главы, вовсе не является праздным. Пассажиры межпланетного корабля должны быть защищены от вредного действия разных видов космического излучения. Вряд ли можно считать успешным такой межпланетный полет, когда корабль доставит к цели лишь бранные останки путешественников, убитых в пути смертоносными лучами.

Из всех видов излучения, пронизывающего околосолнечное пространство и известных сейчас науке, опасными для человека являются ультрафиолетовое излучение Солнца, его же рентгеновское и так называемое гамма-излучение. Так же опасны уже упоминавшиеся выше космические лучи, представляющие собой, собственно говоря, не лучи, а поток испускаемых какими-то, пока еще точно не установленными, источниками электрически заряженных частиц.

Электрически заряженные частицы испускает и Солнце; эти частицы вызывают северные сияния.

Не ослабленное атмосферой ультрафиолетовое излучение может вызвать сильные ожоги кожи¹. Однако оболочка межпланетного корабля и стекла иллюминаторов пассажирской кабины будут, очевидно, полностью защищать астронавтов от вредного действия этого излучения.

Рентгеновские лучи и гамма-лучи оказывают на человека вредное действие, принципиально одинаковое по характеру с действием жестких ультрафиолетовых лучей, с той только разницей, что эти лучи проникают вглубь человеческого организма и поражают его внутренние органы. Они ионизируют молекулы веществ, из которых состоят клетки организма, превращая их таким образом в электрически заряженные частицы. Вследствие этого клетки живой ткани в организме, подвергнувшись такому облучению, погибают или их деятельность нарушается. Если доза поглощенного излучения велика, то организму может быть причинен значительный вред — может возникнуть злокачественное заболевание крови, связанное с изменением числа и состава белых кровяных шариков, нарушиться деятельность костного мозга и проч. Однако можно полагать, что интенсивность испускаемого Солнцем рентгеновского и гамма-излучения меньше опасного для человека предела, хотя исчерпываю-

¹ Обычный загар, в общем полезный для человека, вызывается лучами, лежащими в так называемой ближней ультрафиолетовой области спектра. Более жесткие ультрафиолетовые лучи, то-есть имеющие меньшую длину волны, уже опасны для здоровья. Эти лучи задерживаются озоном, рассеянным в атмосфере на высотах до 60 километров. Лучи еще более далекой ультрафиолетовой области спектра, также вредные для здоровья, «срезаются» кислородом, азотом и другими газами земной атмосферы. Эти лучи убивают бактерии в воздухе. Если бы они достигали земной поверхности, жизнь на Земле, вероятно, была бы невозможной.

шими данными по этому вопросу наука пока не располагает. Все же, учитывая защитное действие оболочки межпланетного корабля, можно надеяться, что это излучение не будет представлять собой большой опасности для межпланетных путешественников.

Сложнее обстоит дело с космическим излучением. Частицы, из которых состоят эти «лучи», мчатся с огромной скоростью и обладают энергией, в миллионы раз превышающей энергию всех остальных известных науке частиц. В особенности это относится к недавно открытым тяжелым частицам, которые входят в так называемую первичную составляющую космических лучей наряду с основными для нее легкими частицами — протонами, то-есть ядрами атомов водорода. Тяжелые частицы — это более сложные ядра, начиная с гелия и кончая индием и даже еще более тяжелыми; они имеют массу, от 4 до 60 раз превышающую массу протона.

Действие космических лучей на человеческий организм во многом сходно с действием радиоактивного излучения, но космические частицы производят в человеческом организме гораздо большие разрушения.

Кроме того, серьезным может оказаться «пулевое» воздействие тяжелых первичных частиц на ткани организма в связи с огромной скоростью, которой эти частицы обладают. Однако сравнительно малая плотность космического излучения позволяет надеяться, что и оно не представит серьезной опасности.

Достоверных знаний о влиянии космических частиц, в особенности тяжелых, обладающих высокой энергией, на здоровье человека мы в настоящее время не имеем. Между тем эти проблемы возникают уже сейчас в авиации в связи с увеличением потолка современных самолетов.

Для исследования физиологического влияния космических частиц необходимы высотные полеты, возможные только с помощью ракет. Уже проводились опыты с заключенными в высотных ракетах различными насекомыми, например мотыльками. В ионосферу летали попугаи, мыши и даже обезьянка, но это, естественно, только робкое начало.

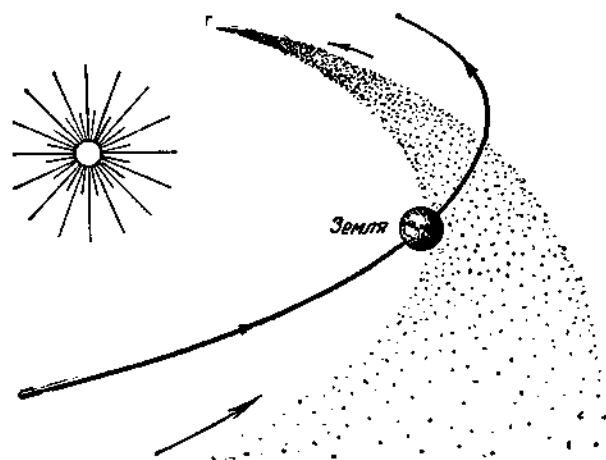
В дальнейшем предстоят аналогичные полеты с различными животными и наконец с человеком.

Межпланетный корабль, мчащийся с большой скоростью в мировом пространстве, будет встречать на своем пути не только лучи и потоки невидимых элементарных частиц вещества. Мировое пространство будет расстреливать наш корабль в упор, прямой наводкой, артиллерией самых различных калибров. И каждый снаряд, поразивший корабль, может оказаться для него роковым.

Что же это за снаряды, грозящие гибелью межпланетному ко-

раблю? Это метеорные тела, небесные камни, во всех направлениях бороздящие околосолнечное пространство. Эти «блуждающие снаряды» представляют собой одну из наибольших опасностей межпланетного полета.

Среди метеорных тел есть и ничтожные пылинки и громадные обломки крупных небесных тел — целые горы, несущиеся в мировом пространстве обычно в окружении свиты из более мелких тел. Есть изолированные метеорные тела, которые, возможно, сродни астероидам (о них шла речь выше), а есть и целые потоки, рой этих тел, мчащиеся по эллиптическим орбитам вокруг Солнца и являющиеся,



Метеорный рой.

очевидно, останками комет. Родиной абсолютного большинства метеорных тел является солнечная система, но некоторые из них рождены где-то в других звездных мирах.

Есть метеорные тела, движущиеся относительно Земли со сравнительно небольшими скоростями, а есть и такие, относительная скорость которых достигает 200 километров в секунду. Большая часть метеоритов — каменные, состоящие в основном из силикатов, то-есть соединений кислорода с кремнием, и на четверть — из железа. Остальная часть — около одной десятой — железные метеориты, состоящие примерно на 90 процентов из железа и на 9 процентов из никеля.

В последнее время высказывается предположение, что значительная часть всех метеорных тел состоит из льда — замерзших газов различного рода.

В свое время мир был потрясен катастрофой, последовавшей в результате происшедшего в тумане столкновения океанского парохода «Титаник» с плавающей ледяной горой — айсбергом. Но каким игрушечным кажется это столкновение по сравнению с возможной встречей межпланетного корабля с горой, с ужасающей скоростью мчащейся во тьме мирового пространства! После такой встречи от корабля не останется ни малейших следов, и его придется занести в списки пропавших без вести судов межпланетного флота.

Понятно, почему эта проблема столкновения корабля с метеорными телами привлекает к себе такое внимание астронавтики, — ведь она может оказаться роковой для самой возможности осуществления межпланетного полета. По существу, эта проблема сводится к двум самостоятельным вопросам. Во-первых, важно знать, какова вероятность столкновения межпланетного корабля с метеорными телами различного рода, то-есть имеющими различные размеры, состав и скорость полета; во-вторых, нужно знать и то, к каким результатам может привести столкновение корабля с метеорным телом данного вида.

Насколько же реальна угроза столкновения межпланетного корабля с метеорным телом?

Судя по тому поистине колоссальному количеству метеорных тел, которые непрерывно врываются в земную атмосферу, создавая замечательную картину метеора — «падающей звезды», мировое пространство кишмя кишит метеорными телами.

Действительно, в земную атмосферу ежедневно врывается, как показали наблюдения, не менее нескольких десятков миллионов различного рода метеорных тел, а по некоторым данным, даже миллиарды этих космических снарядов, общей массой до 10—20 тонн. Поэтому часто высказывалось предположение, что пробиться через эту «огневую завесу» практически невозможно.

Однако такое пессимистическое заключение было бы по меньшей мере слишком поспешным.

Прежде всего, конечно, существует огромная разница между Землей, имеющей диаметр около 13 тысяч километров и мощное поле тяготения, и межпланетным кораблем длиной всего в несколько десятков метров и не имеющим собственного поля тяготения.

Кроме того, подавляющая часть всех метеорных тел, врывающихся в земную атмосферу, имеет столь ничтожные размеры, что столкновение с ними не представит для межпланетного корабля никакой опасности, и им можно поэтому пренебречь.

Чтобы попытаться определить путем теоретического расчета вероятность столкновения межпланетного корабля с метеорным телом, нужно знать плотность этих тел в околосолнечном пространстве, то-есть общее их число, проходящее через пространство данного объема в единицу времени, и направление их полета. Единственным способом получить ответ на эти вопросы в настоящее время являются наблюдения за метеорными телами, падающими на Землю. Земной поверхности достигают лишь очень редкие, самые крупные метеорные тела. К числу наиболее крупных принадлежит, например, знаменитый Сихотэ-Алиньский метеорит (1947 год) или не менее знаменитый Тунгусский метеорит, упавший в 1908 году на реке Подкаменной Тунгуске в Якутии и заставивший воспламениться фантазию писателей, не замедливших принять это небесное тело за взорвавшийся атомный корабль каких-нибудь марсиан или жителей Венеры¹.

Подобные метеориты так редки, что о них не стоит и говорить.

Большинство метеорных тел земной поверхности не достигает, они сгорают в атмосфере, образуя яркий светящийся след метеора — «падающей звезды»². Этот след позволяет установить примерное число метеоров, падающих на Землю по ночам, и таким образом хотя бы очень приблизительно определить общее число метеоров, падающих за сутки.

В последнее время наряду с таким методом наблюдений появился еще один чрезвычайно ценный метод, позволяющий регистрировать падение гораздо более мелких метеорных тел, не улавливаемых при наблюдении в телескоп, и, кроме того, с равным успехом пригодный для наблюдений как ночью, так и днем. Этот метод основан на использовании радиолокационных станций.

Кинетическая энергия метеорного тела, с огромной скоростью врывающегося в земную атмосферу и сгорающего в ней, преобразуется в тепловую энергию, которая раскаляет «воздушную подушку», движущуюся перед метеором. Она также преобразуется в световую энергию, что и позволяет видеть метеор, и в энергию ионизации молекул воздуха, расположенных вблизи падающего метеора.

Распределение этих видов энергии примерно таково, что тепловая энергия в 100 раз превышает световую, а эта последняя — в 100 раз превышает энергию ионизации, то-есть только 1 процент всей кинетической энергии переходит в световую, и 0,01 про-

¹ Можно думать, что оба этих гигантских метеорита были небольшими астероидами, которые, вообще говоря, имеют одну общую природу с метеоритами.

² Обычно возгорание метеоров происходит на высотах от 160 до 100 километров, а затухание — на высотах 60 — 40 километров.

пента — в энергию ионизации, вся же остальная энергия переходит в тепло.

Тем не менее столб ионизированного воздуха, который образуется в атмосфере после пролета метеора, имеет в длину несколько километров и является тем несомненным признаком, по которому радиолокационная станция не только устанавливает сам факт пролета метеора, но и определяет его примерную величину. Радиолуч, посылаемый в небо, наталкивается на этот столб наэлектризованного воздуха и отражается от него, как от препятствия. Отраженный луч улавливается в качестве радиоэха приемной частью установки, что позволяет судить о высоте пролета метеора и его величине.

По имеющимся данным наблюдений, общее число метеорных частиц, с которыми грозит столкновение межпланетному кораблю, может быть оценено исходя из того, что на Землю в сутки падает примерно 100 миллионов таких частиц. При этом во внимание принимаются лишь частицы с массой не меньше 1 миллиграмма. Даже и такая ничтожно малая частица, по размерам не превышающая пылинки, если она имеет скорость в десятки километров в секунду, представляет собой смертельную опасность для человека, так как она произведет на него такое же действие, как и выстрел в упор из пистолета крупного калибра¹.

Зная общую плотность метеорных тел и допуская, что во все стороны мчится одно и то же их количество, можно определить время, которое пройдет между двумя последовательными столкновениями межпланетного корабля с метеорным телом.

Такой расчет показывает, что столкновение межпланетного корабля с метеорным телом, которое может пробить его оболочку, будет происходить не чаще одного раза в десятки лет. Попадание молнии в человека является гораздо более вероятным событием у нас на Земле.

Правда, в каждом полете корабль будет обязательно сталкиваться, и по многу раз, с микроскопическими метеорными телами, имеющими диаметр меньше 0,01 миллиметра, но такие столкновения только поцарапают и сделают матовой первоначально блестящую поверхность корабля.

Следует подчеркнуть, что когда корабль попадет в метеорный рой, вероятность столкновения резко увеличится, и вместо одного

¹ Характерный случай, показывающий, насколько опасно столкновение при большой скорости, произошел недавно с одним реактивным бомбардировщиком. Он столкнулся в полете с чайкой. В результате такого столкновения в крыле бомбардировщика образовалась дыра размером 150 × 200 миллиметров. Птица пробила толстый слой металла!

опасного столкновения в десятки лет оно может происходить примерно один раз в несколько месяцев.

Поэтому метеорных потоков, конечно, надо будет избегать, хотя и они не будут очень опасными для кораблей, совершающих полет на Луну, если учесть, что такой полет будет длиться не более 100 часов.

Второй важнейший вопрос в проблеме столкновения межпланетного корабля с метеорным телом связан с тем, какое разрушение будет причинено кораблю таким столкновением. Ведь как ни редки возможные столкновения корабля с достаточно крупным метеорным телом, в соответствии с приведенными выше расчетами, основанными на теории вероятности, но они все-таки возможны.

Экипаж корабля, столкнувшегося с метеорным телом, вряд ли в последнюю секунду своей жизни найдет утешение в том, что это исключительно редкий случай.

Конечно, надо предусмотреть и редкую возможность столкновения, чтобы сделать межпланетный полет максимально безопасным в в этом отношении.

К сожалению, достоверными данными о разрушениях, причиняемых снарядами, мчащимися со скоростями до 100 и более километров в секунду наука в настоящее время не располагает. Артиллерия имеет дело со снарядами, скорость которых не превышает обычно 1,5 километра в секунду.

Можно лишь предполагать, что основные разрушения, вызываемые столкновением корабля с метеорным телом, будут связаны со взрывным испарением самого метеорного тела и некоторой части оболочки корабля. Ведь уже при скорости 4—5 километров в секунду твердое тело становится подобным сильно сжатому газу — при столкновении оно взрывается. Именно этим объясняется, очевидно, то обстоятельство, что на месте падения Тунгусского метеорита не удалось обнаружить ни малейшего его кусочка — он испарился!

Некоторые проведенные расчеты показали, что глубина проникновения метеорного тела в оболочку межпланетного корабля будет примерно пропорциональна диаметру этого тела. В самом легком случае, когда оболочка корабля изготовлена из стали, а метеорит каменный, он проникает в оболочку на глубину, примерно в 3 раза превышающую его диаметр. В самом тяжелом случае, когда оболочка сделана из дюралюминия, а метеорит железный, глубина проникновения составит примерно 16 диаметров. Это позволяет подсчитать, зная материал, из которого изготовлена оболочка, ее толщину, а также вероятность столкновения корабля с метеорным телом,

как часто можно ожидать пробоя оболочки при таком столкновении.

Оказывается, судя по этим приближенным расчетам, пробой стальной оболочки корабля толщиной в 1 миллиметр будет происходить примерно 1 раз за несколько месяцев полета. Конечно, не всякое такое столкновение приведет к катастрофе — образовавшуюся пробоину можно закрыть пластырем; можно также сделать стенки пассажирской кабины протектированными, как это делается с топливными баками самолетов и, в последнее время, даже с самолетными и автомобильными шинами. В этом случае слой специального вещества, нанесенного на внутреннюю поверхность стенки, сам затыкает пробоину.

Опасность пробоя оболочки корабля можно значительно уменьшить, если снабдить его специальным противометеорным защитным экраном. Такой защитный экран, изготовленный из листового дюраля толщиной в 1 миллиметр, в виде оболочки, облегающей корабль с зазором 20—30 миллиметров, уменьшит вероятность пробоя оболочки корабля с 1 раза за несколько месяцев до 1 раза за десятки лет, так как большая часть всех метеорных тел будет испаряться при столкновении с экраном.

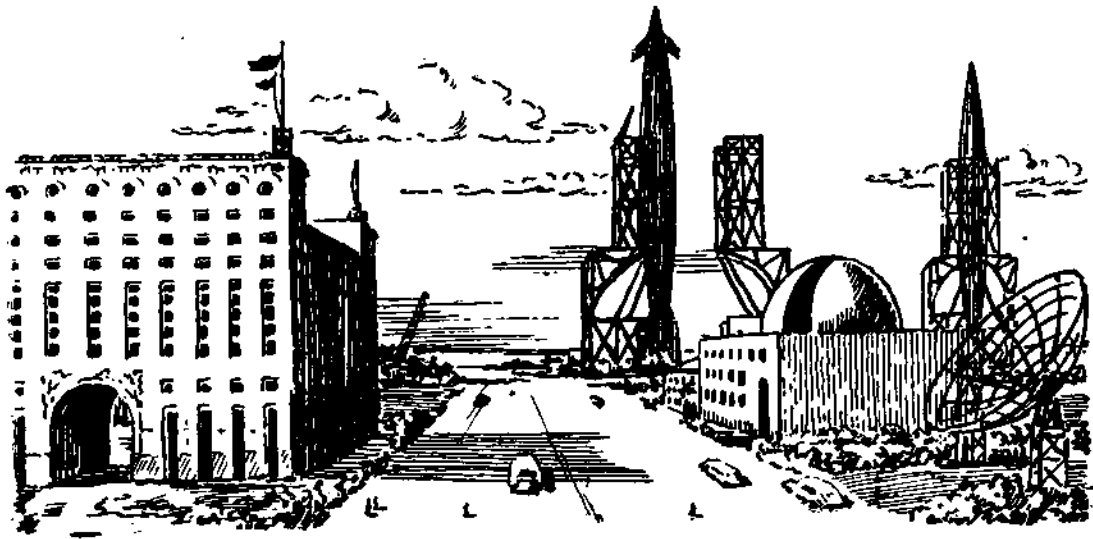
Таким образом, угроза столкновения с метеорным телом не может оказаться препятствием для совершения межпланетного полета. И все же межпланетный корабль должен быть полностью избавлен от риска даже случайного столкновения, грозящего ему гибелью. Этого можно добиться с помощью радиолокационной установки на корабле. Радиолуч, посылаемый такой установкой, будет непрерывно «прощупывать» все пространство вокруг корабля на сотни тысяч километров. Если луч обнаружит метеорит¹, то на экране у командира корабля вспыхнет предупреждающий сигнал. Включенные командиром или автоматом устройства определяют скорость и направление полета опасного соседа корабля в мировом пространстве, произведут необходимые вычисления и, если имеется угроза столкновения, укажут необходимое изменение курса корабля. Двигатель корабля будет включен на мгновение, и этого будет достаточно, чтобы избежать трагического столкновения. Возможно, что вместо включения двигателя корабля можно будет воспользоваться лучистой «пушкой», посылающей с корабля навстречу метеориту мощный пучок электрически заряженных молекул — ионов какого-

¹ При современном уровне развития радиолокационной техники так можно обнаружить только очень крупный метеорит — целую «межпланетную гору». Обычные, даже довольно крупные метеориты будут обнаружены радиолокатором всего на расстоянии нескольких километров, что уже не имеет, конечно, никакого смысла.

либо вещества — или же коротковолновых радиолучей. Сила реакции этих лучей немного отклонит корабль, немного — метеорит, и в результате их ранее пересекавшиеся траектории теперь разойдутся. Пассажиры межпланетного корабля смогут при удаче лишь на мгновение увидеть метеорит, когда он, освещенный мощным прожектором корабля, с огромной скоростью проскользнет мимо иллюминаторов пассажирской кабины, как бы беззвучно напоминая о только что миновавшей страшной опасности.







Нелепо отрицать роль фантазии и в самой строгой науке.

В. И. Ленин

Глава 22

МОСКВА — ЛУНА

Стоял теплый летний вечер, первый вечер июля 19... года.

В Малом зале нового Московского планетария, разместившегося на нескольких верхних этажах высотного здания Дома астрономии, было шумно. Юноши и девушки, заполнившие зал, стояли у красочных щитов, развешанных по стенам, теснились вокруг нескольких присутствовавших в зале ученых, собирались в небольшие оживленные группы. Все были полны впечатлениями от только что закончившегося собрания, и никого не тянуло домой.

На собрании были подведены итоги работы кружка юных астрономов при планетарии за минувший учебный год. Участники кружка, школьники старших классов московских школ, уже не первый раз собирались вот так вместе, чтобы оглянуться еще на один год,

заполненный интересными, увлекательными делами, а заодно и проститься со своими старшими товарищами — с десятиклассниками, покидающими школьный кружок.

Однако сегодняшний вечер был не совсем обычным. В этом году исполнилось 15 лет со дня первого полета людей на Луну, и общественность страны широко отмечала успехи, достигнутые с тех пор астронавтикой в борьбе за покорение мирового пространства. С каждым годом оставалось все меньше уголков солнечной системы, где не побывали бы посланцы Земли. На только что закончившемся собрании директор планетария зачитал постановление Академии наук о том, что в честь юбилея первого полета на Луну десять членов кружка юных астрономов — отличников московских школ — будут каждый год, начиная с нынешнего, премироваться экскурсией на Луну. Это сообщение и вызвало такое оживление присутствующих. Все поздравляли счастливицков, и каждый думал, что в будущем году и он сможет завоевать право на участие в такой же экскурсии.

Но, конечно, особенно взволнованы были те, чья фамилия оказалась в списке десяти. Как много интересного предстоит им увидеть, как много нового узнать! Мысли юных астрономов были уже целиком заняты предстоящим полетом. Скорее бы день отлета! Но до него еще надо ждать целую неделю.

Впрочем, эта неделя будет занята тоже очень интересными делами. Надо подготовить многие приборы и аппаратуру — в полете и на Луне экскурсанты произведут различные наблюдения, о которых потом расскажут на кружке. Надо перечитать еще раз книги, посвященные Луне, и книги, описывающие межпланетные корабли и полеты на них, — неудобно ведь показать себя новичками и неучами экипажу корабля, на котором им придется лететь, да и самим интересно все узнать и вспомнить. Да мало ли еще какие дела надо успеть сделать до желанного дня отлета...

Вот уже на послезавтра назначен сбор в планетарии, для того чтобы отправиться на экскурсию в Московский космопорт.

Через два дня группа юных астрономов подлетала на большом вертолете к космопорту, расположенному в 30 километрах от Москвы. Посадочная площадка для вертолетов была размещена на плоской крыше главного здания космопорта. Экскурсантов, выбравшихся из кабины вертолета, встречал инженер космопорта.

Вместе с инженером ребята подошли к ажурному парапету у края крыши. Перед ними раскрылась панорама космопорта. Инженер стал рассказывать школьникам о работе этого крупнейшего космопорта на земном шаре, пославшего уже десятки кораблей в мировое пространство.

На большой территории, занимаемой космопортом, были разбросаны различные здания и сооружения, соединенные бетонными лентами дорог. Между ними виднелись красивые зеленые лужайки, цветочные клумбы, фонтаны. Всю заднюю часть поля занимал принадлежащий космопорту аэродром, на котором то и дело садились и снова взлетали реактивные самолеты различных типов. Они доставляли пассажиров, прибывающих из разных городов страны, чтобы отправиться в межпланетный полет, совершали исследовательские высотные полеты, обслуживали различные нужды большого хозяйства космопорта. Слева растянулись длинные светлые корпуса механического завода, способного не только ремонтировать и переоборудовать имеющиеся межпланетные корабли, но и строить новые по проектам конструкторского бюро Межпланетстроя, пятиэтажное здание которого стояло несколько в стороне, у самого леса, замыкающего территорию космопорта.

Справа, прясась в зелени садов, блистали белизной жилые коттеджи сотрудников космопорта. Чуть поодаль от них виднелся купол обсерватории, в которой научные сотрудники день и ночь следили за всем «вверенным им хозяйством» солнечной системы. У самой обсерватории можно было разглядеть характерные формы мощных радиолокационных установок радиостанции, осуществляющей непрерывную радиосвязь с поселениями на Луне и планетах, с экипажами межпланетных кораблей и межпланетных станций.

Но наибольшее внимание экскурсантов привлекли громадные, величиной с высотное здание, башни, сквозь ажурные переплеты которых угадывались стройные формы межпланетных кораблей. Эти башни были расположены на бетонных площадках перед главным зданием, на расстоянии в несколько десятков метров друг от друга.

На заднем плане, ближе к аэродрому, в довольно отдаленном углу, стояли еще две-три похожие на них башни меньшего размера. Экскурсовод объяснил, что меньшие башни используются для исследовательских целей и для различных испытаний межпланетных кораблей, тогда как главные башни служат для подготовки кораблей к межпланетному полету. На глубине в десятки метров под космопортом расположены, добавил инженер, гигантские подземные хранилища топлива для реактивных двигателей кораблей.

Один из школьников не выдержал и спросил, можно ли поближе посмотреть межпланетные корабли. Его сразу же поддержали и другие.

— Я понимаю ваше нетерпение, — сказал, улыбаясь, инженер. — Мы сейчас к ним отправимся. Только условимся: самим ничего руками не трогать, а не то нас сразу оттуда попросят.

Лифт быстро доставил всю группу вниз, в вестибюль главного здания, где на мраморной доске красочная мозаичная карта показывала, куда уже залетали межпланетные корабли, стартовавшие с Московского космопорта. Обилие линий, исходящих из красной звездочки с надписью «Москва», без слов говорило об успехах наших астронавтов за годы, прошедшие со времени первого полета.

Но скорее к кораблям!

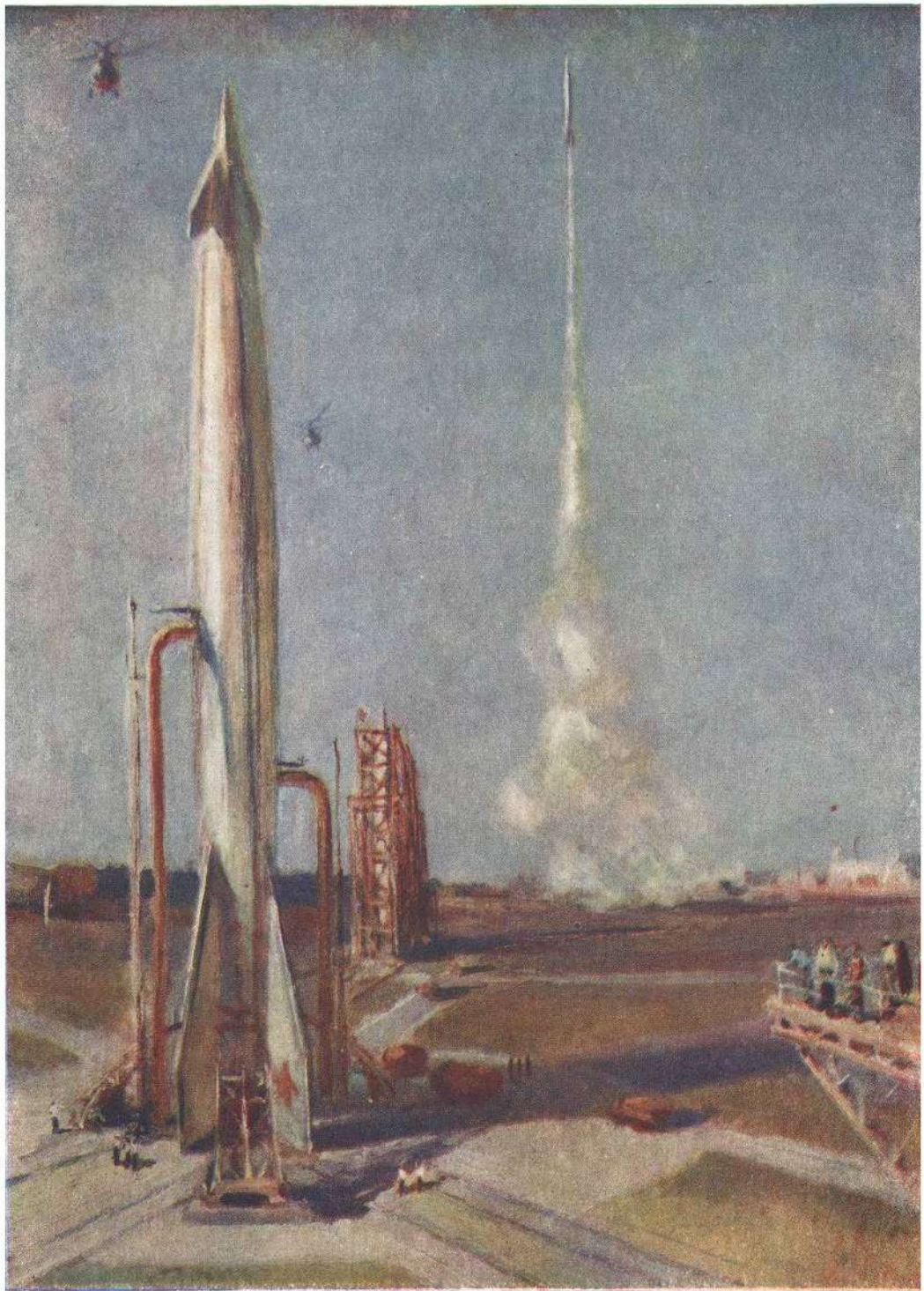
Нечего и говорить, что экскурсанты с воодушевлением приняли предложение инженера познакомить их с тем самым кораблем, на котором всего через пять дней им предстояло совершить далекий полет на Луну. Этот корабль был установлен в одной из башен и снаряжался в путь. Вверх и вниз по шахтам башни сновали лифты, на которых поднимались и опускались какие-то грузы; люди везли приборы и оборудование. На разных уровнях, от низа корабля до самой его вершины, высоко уходящей в небо, на платформах-лифтах стояли рабочие в одиночку, по двое и по трое и вели работы на поверхности корабля. Гудели электродрели, вспыхивали молнии сварки, раздавались пулеметные трели пневматических молотков.

Корабль стоял вертикально внутри башни, опираясь на бетонный фундамент. Это был красавец-экспресс линии прямого сообщения Москва — Луна. Значительно больший по размерам, чем стоявшие в соседних башнях корабли, совершавшие рейсы только до межпланетных станций, этот корабль как-то сразу полюбился его будущим пассажирам.

На трассе Москва — Луна летали уже первые опытные корабли с атомными реактивными двигателями, но регулярных рейсов с пассажирами они еще не совершали. Корабль, на котором предстояло совершить свой полет юным астрономам, имел реактивные двигатели, работавшие на обычных химических топливах.

Экскурсанты остановились недалеко от башни, в которой стоял «их» корабль. Уже первая цифра, названная инженером, поразила слушателей, и они переглянулись с удивлением и восхищением. Этот корабль весит при взлете 940 тонн! Это во много раз больше самых тяжелых самолетов и примерно соответствует весу четырех мощных железнодорожных локомотивов. Впрочем, сказал инженер, первые корабли, стартовавшие на Луну, были еще более тяжелыми, ведь они должны были обеспечить возврат пассажиров на Землю и не могли рассчитывать на то, что им удастся заправиться топливом где-либо в пути. Зато корабли, заправляющиеся сейчас на межпланетных станциях — в частности, те, что стоят рядом, — почти вдвое легче.

— Кстати, — добавил инженер, — судите сами о том, как трудно было осуществить полет на Луну нашим отцам. В их времена, в на-



Космопорт будущего.

чале второй половины нашего века, топлива, применявшиеся в реактивной технике, были почти вдвое хуже нынешних. Но это значит, что такой же корабль, как этот, должен был весить при взлете не 940 тонн, а сотни тысяч тонн! Вот почему так долго мечта о межпланетном полете оставалась неосуществленной. Высота корабля — более 50 метров, а его диаметр в самой широкой части — 6 метров. По форме он, как видите, напоминает гигантский снаряд, снабженный спереди треугольными крыльями. При взлете из общего веса корабля 940 тонн 814 приходится на долю топлива. Это составляет более 86 процентов. Меньше 14 процентов, всего 126 тонн, весят конструкция корабля, его оборудование и пассажиры. Но значит ли это, что, когда корабль совершит посадку на Луне с опустошенными топливными баками, он будет весить 126 тонн?

Инженер выжидательно посмотрел на слушателей.

Несколько ребят наперебой закричали:

— Нет, он же составной!

— Ну, вы уже настоящие астронавты, ничего не скажешь. Да, конечно, корабль, на котором вы полетите, составной. Вот почему вы не узнаете своего корабля, когда выберетесь из него на Луне: он будет гораздо менее внушительным. До Луны доберется только самая передняя часть корабля. Да, да, с вами, конечно, не волнуйтесь... Корабль трехступенчатый. Нижняя, самая большая часть корабля — это первая ступень. Она весит 100 тонн да на ней помещается 685 тонн топлива, так что ее общий вес 785 тонн. Следующая, вторая, ступень весит в 5 раз меньше — 20 тонн, а вместе со 113 тоннами топлива — 133 тонны. Наконец, последняя, третья, крылатая ступень, на которой находится и пассажирская кабина, весит всего 4 тонны, а вместе с пассажирами, необходимым оборудованием, запасами пищи и проч. — одним словом, с полезной нагрузкой — 6 тонн. На этой ступени находится 16 тонн топлива, так что ее общий вес составляет 22 тонны. Когда корабль совершит посадку на Луну, он будет весить менее 6 тонн¹, если будет израсходовано все топливо, или несколько больше, если, как это и полагается, в баках корабля еще останется некоторый запас топлива. Вот вам и ответ на мой вопрос. Вы видите, что от момента взлета до момента посадки вес корабля уменьшится с 940 до 6 тонн, он «похудеет» в 157 раз. Неудивительно, что Циолковскому пришлось создать новую главу механики — теорию движения тел переменной массы. Без этого нельзя было бы рассчитать полет межпланетного корабля.

Необходимый запас топлива на корабле определяется, конечно, точным расчетом, который производится по формуле Циолковского.

¹ Точнее говоря, столько он весил бы на Земле. На Луне его вес будет в шесть раз меньше.

Вы можете сами произвести такой расчет еще до отлета, чтобы быть уверенными, что топлива на корабле хватит на весь длинный путь. При этом вам следует иметь в виду, что в баки корабля залито новое топливо с высокой теплотворной способностью: окислителем служит жидкий озон, а горючим — один из бороводородов, то-есть соединение металла бора с водородом. Скорость истечения газообразных продуктов сгорания этого топлива из двигателей корабля больше 4 километров в секунду. Запас топлива на корабле был определен исходя из того, что энергия, выделяемая этим топливом при сгорании, должна была бы сообщить кораблю при отсутствии влияния тяжести и воздушного сопротивления скорость, равную 15,6 километра в секунду...

— А какую тягу развивают двигатели корабля?— спросил кто-то из ребят.

— Ну что ж, поговорим о двигателях,— сказал инженер.— Тяга двигателей корабля не может быть произвольной, она зависит главным образом от ускорения при взлете корабля, ну и, конечно, от его веса. Чем больше ускорение при взлете, тем больше должна быть тяга двигателей. Взлет с большим ускорением выгоден в отношении расхода топлива, но здесь выступает на первый план здоровье пассажиров. Вам-то еще повезло: этот корабль рассчитан на перегрузки, не превышающие трех, а ведь другие корабли и сейчас еще летают при перегрузке, равной четырем; их пассажиры чувствуют себя похуже.

Но если инерционные перегрузки равны трем, то это значит, что ускорение корабля в полете, создаваемое двигателем, втрое больше, чем ускорение земного притяжения, равное, как известно, примерно 10 метрам в секунду за каждую секунду. Следовательно, тяга двигателей увеличивает скорость корабля каждую секунду на 30 метров в секунду. Поэтому каждый из вас будет весить на корабле, пока работает двигатель, втрое больше, чем вы весите сейчас. Я вам рекомендую взвеситься до отлета, чтобы знать потом свой рекордный вес на корабле. Но, значит, и общий вес корабля при таком разгоне увеличится втрое, и при взлете, например, он будет весить не 940, а 2820 тонн. Вот такую тягу и должны были бы развивать двигатели первой ступени корабля при взлете, если бы не нужно было еще преодолевать воздушного сопротивления.

На первой ступени корабля установлено семь жидкостных ракетных двигателей, каждый из которых может развивать максимальную тягу 450 тонн. Это огромная тяга, равная тяге 20 мощных тепловозов. Когда все эти двигатели работают при взлете корабля на своей максимальной тяге, они расходуют каждую секунду более $7\frac{1}{2}$ тонн топлива, по тонне с лишним на двигатель. Турбины, приво-

дящие насосы для подачи топлива в камеры сгорания двигателей, развивают при этом мощность свыше 25 тысяч лошадиных сил — такую мощность имеют электростанции больших городов.

По мере расходования топлива общий вес корабля быстро уменьшается. Поэтому должна уменьшаться и тяга двигателей, чтобы перегрузка оставалась все время постоянной, равной трем. Для уменьшения тяги двигателей специальный автомат, связанный с прибором для измерения ускорения — акселерометром, уменьшает подачу топлива. Давление в камерах сгорания двигателей вследствие этого уменьшается, и тяга падает. К концу работы двигателей первой ступени, когда уже израсходовано все топливо, запасенное на этой ступени, все 685 тонн, вес корабля уменьшается до 255 тонн, а тяга двигателей — примерно до 800 тонн.

Вслед за этим первая ступень автоматически отделяется и опускается на Землю на специальном большом парашюте; она еще послужит не одному кораблю. Автоматически же включаются двигатели второй ступени. Перерыв в работе двигателей должен быть минимальным, так как он приведет к потере скорости, — он не должен превышать десятых долей секунды. На этом корабле такого перерыва вообще нет; для этого конструкторы корабля пошли на одну хитрость. Я вам сейчас о ней расскажу, если только вы не устали.

— Нет, нет! — слышалось со всех сторон.

— Ну, так слушайте. Стенки корабля, которые вы видите, это вовсе не его стенки. Снаружи корабля установлены кольцевые топливные баки — их поверхность вы и видите. Вон с той стороны этот бак еще не установлен, и там можно видеть настоящую стенку корабля. Когда все топливо из этих баков вырабатывается, а оно расходуется в первую очередь, баки отделяются от корабля и сбрасываются. Эта идея сбрасываемых баков заимствована из авиации; они уже давно применяются на самолетах, в частности реактивных. Так вот, когда сбрасываются баки первой ступени, они обнажают выходные сопла двигателей второй ступени, расположенных по окружности на особых кронштейнах. Это позволяет включить двигатели второй ступени еще до отделения первой, так что перерыва в работе двигателей не происходит. Понятно?

— Здорово! — восхищенно заговорили ребята. — А со следующей ступенью происходит то же самое?

— Нет. Вторая ступень тоже имеет сбрасываемые баки, но двигатель последней, третьей, ступени расположен в центре, по оси корабля, причем не сзади, а спереди.

Так сделано потому, что этот двигатель включается только для торможения при спуске на Луну.

Так как после отделения первой ступени общий вес корабля

становится равным 155 тоннам, то максимальная тяга двигателей второй ступени почти достигает 500 тонн — она должна ведь снова втрое превышать вес корабля. Потом постепенно тяга уменьшается до 130 тонн, когда вырабатываются все 113 тонн топлива, запасенные на этой ступени. На второй ступени установлено тоже семь двигателей с максимальной тягой по 70 тонн каждый. Один такой двигатель установлен и на последней, третьей, ступени корабля, которая достигнет вместе с вами Луны. Минимальная тяга этого двигателя при посадке равна всего нескольким тоннам.

— Сколько же времени работают в общей сложности двигатели корабля?

— Немногом более 8 минут, из них около 6 минут — при взлете. Все остальное время — а ваш полет до Луны будет длиться чуть больше трех суток — двигатели будут выключены. Какие же силы будут при этом действовать на корабль? Только силы тяжести. Корабль будет притягиваться Землей, Луной, Солнцем. Сначала сильнее всего будет сказываться притяжение к Земле — вследствие этого корабль будет свободно падать на нее, как падает яблоко с дерева. Но только яблоко-то на Землю упадет, а ваш корабль, конечно, нет — ведь он мчится от Земли с огромной скоростью. Притяжение к Земле скажется только на том, что скорость корабля будет все время уменьшаться. Когда корабль приблизится к Луне настолько, что притяжение к ней станет больше земного, он начнет падать уже не на Землю, а на Луну — скорость корабля снова начнет расти. Выходит, что вы будете все время свободно падать сначала на Землю, а потом на Луну.

— Значит, мы ничего не будем весить? — закричали ребята в один голос.

— Да, ваш вес исчезнет вовсе. Чтобы несколько подготовить вас к чувству невесомости и помочь избежать всяких ошибок в первые минуты такого свободного полета, вам, как и всем другим межпланетным путешественникам, придется потренироваться на специальной установке здесь у нас, в космопорте. Вам надо будет приехать сюда еще разок-другой специально для этой цели. Не возражаете?..

Этот вопрос был явно лишним.

Долго еще ребята с инженером ходили по космопорту, взбирались на башни, заглядывали внутрь кораблей, осматривали обсерваторию, побывали на заводе и в конструкторском бюро Межпланетной постройки.

Стало уже совсем темно, когда усталые, но счастливые и гордые тем, что они сегодня узнали, сели юные экскурсанты в вертолет. Мощные прожекторы освещали всю территорию космопорта

и посадочные полосы аэродрома; на вершинах башен сверкали красные звездочки предохранительных огней. Когда вертолет почти беззвучно взмыл в воздух, ребята увидели впереди море огней их родного города, красавицы Москвы. Скорее домой, чтобы завтра снова заняться подготовкой к полету, до которого осталось уже совсем немного.

Оставшиеся дни промелькнули в суете бесчисленных дел, и вот наступил торжественный день отлета.

Взлет корабля был назначен на 3 часа дня. Но уже задолго до этого юные астрономы были на месте, окруженные родными, товарищами по школе и совместной работе в планетарии. Уже выслушаны (в который раз!) все наставления, все просьбы и все пожелания — и путешественников просят занять места в корабле.

Вот и корабль. Башня теперь примыкает к кораблю только с одной стороны. Вторая половина башни (оказывается, она состоит из двух половин) отведена в сторону по специальному рельсовому пути. Лифт быстро доставляет пассажиров на высоко расположенную площадку, откуда они по трапу входят в раскрытую дверь пассажирской кабины корабля. Уже заняли свои места и встречавшие их члены экипажа — командир корабля, второй пилот, штурман-радиотехник и медсестра-буфетчица. Дверь корабля закрывается и задраивается. Башня отводится в сторону, и корабль стоит теперь в гордом одиночестве.

Валетела вверх зеленая ракета, и в то же мгновение воздух наполнился густым, могучим ревом двигателей корабля. Секунду они работают на пониженной тяге — последняя проверка, — и вот уже рев становится невыносимым. Огненные факелы вырываются из сопел двигателей. Корабль вздрагивает, медленно, как бы нехотя, отрывается от опор, и вот он уже устремляется вверх, все быстрее и быстрее, оставляя за собой длинный, похожий на дымовой след. Несколько мгновений видна серебристая черточка в небе, а затем и она исчезает. Счастливого пути!

Перенесемся в кабину корабля и посмотрим, как себя чувствуют наши астронавты.

Дверь корабля захлопнулась, и ребята оказались запертыми в кабине. Здесь им предстояло провести трое суток при полете до Луны, а потом столько же обратно. Каждый занял свое место. Места оказались «спальными». Всего мест в пассажирской кабине было десять, по числу экскурсантов. Они были расположены у окон, вдоль двух уходивших вверх стен кабины, и напоминали матросские койки, подвешенные одна над другой, по пяти в вертикальном ряду — пятирусная спальня. По веревочным лестницам каждый взобрался на свою койку и улегся на ней. Нашлись было шутники

(«Свистать всех наверх!», «Уже спать?»), но торжественность момента заставила их смутиться: ведь все хорошо знали, что при взлете надо лежать, чтобы легче было перенести инерционные нагрузки.

Впрочем, койки были отличными, пружинящими, и лежать на них было очень удобно. Все легли на спину, головой к стене, на которой горел вертикальный ряд электрических лампочек, и ногами к другой стене, покрытой толстым ковром, с какой-то черной вертикальной дорожкой посередине. В потолке была сделана дверь, которая, как потом оказалось, вела в помещение экипажа.

Наступила тишина. Никому не хотелось говорить, все взволнованно к чему-то прислушивались, чего-то ждали. Вот оно! Раздался рев двигателей, впрочем мягкий, приглушенный стенками кабины. Еще мгновение — и какая-то мощная сила вдавила ребят в койки. Теперь уже захочешь — не поднимешься! Даже дышать стало труднее. Ребята поняли, что корабль уже в полете.

По часам с большой секундной стрелкой, расположенным на потолке, над дверью в кабину экипажа, ребята стали следить за временем. Вот уже прошло 3 минуты — значит, первая ступень корабля с опустошенными баками и остановившимися двигателями уже летит к Земле, опускаясь на парашюте. Момента отделения и включения двигателей второй ступени даже не удалось ощутить.

Стрелка прибора, висевшего на потолке рядом с часами, неустанно двигалась по кругу. Она показывала высоту над Землей. Вот уже пройдена вторая сотня километров. Вместо привычного голубого неба в окнах виднелся темно-темнофиолетовый, почти иссиня-черный, наполненный каким-то необыкновенным матовым свечением небосвод с тысячами звезд. В этом непривычном небе ребята увидели такую же необычную Землю. Они даже не сразу ее узнали, настолько она была не похожа на знакомую им, родную Землю. Раскрывавшаяся перед ними картина Земли даже отдаленно не напоминала ту, которую они видели с борта вертолета.

«Какие же это места мы пролетаем? — подумали ребята. — Даже не узнаешь. Во всяком случае, где-то на востоке, ведь корабль должен лететь на восток, чтобы использовать скорость Земли в ее вращении вокруг оси».

Все темнее становилось небо, все больше звезд показывалось на нем. А из противоположных окон неслись ослепительные потоки солнечного света. День и ночь одновременно господствовали в кабине корабля.

Вот уже 5, 5½ минут. Скоро двигатели остановятся, корабль расстанется и со второй, средней, ступенью. Сейчас, вот сейчас исчезнет тяжесть, сдавившая все тело...

Несмотря на то что все ждали этого момента, он пришел все же

неожиданно. Смолк грохот двигателей, и всем показалось, что койки под ними провалились и что они вдруг начали падать, падать в глубокий, бездонный колодец. Судорожно схватившись руками за края койки, ребята напряженно ждали, что вот-вот последует удар и наступит конец...

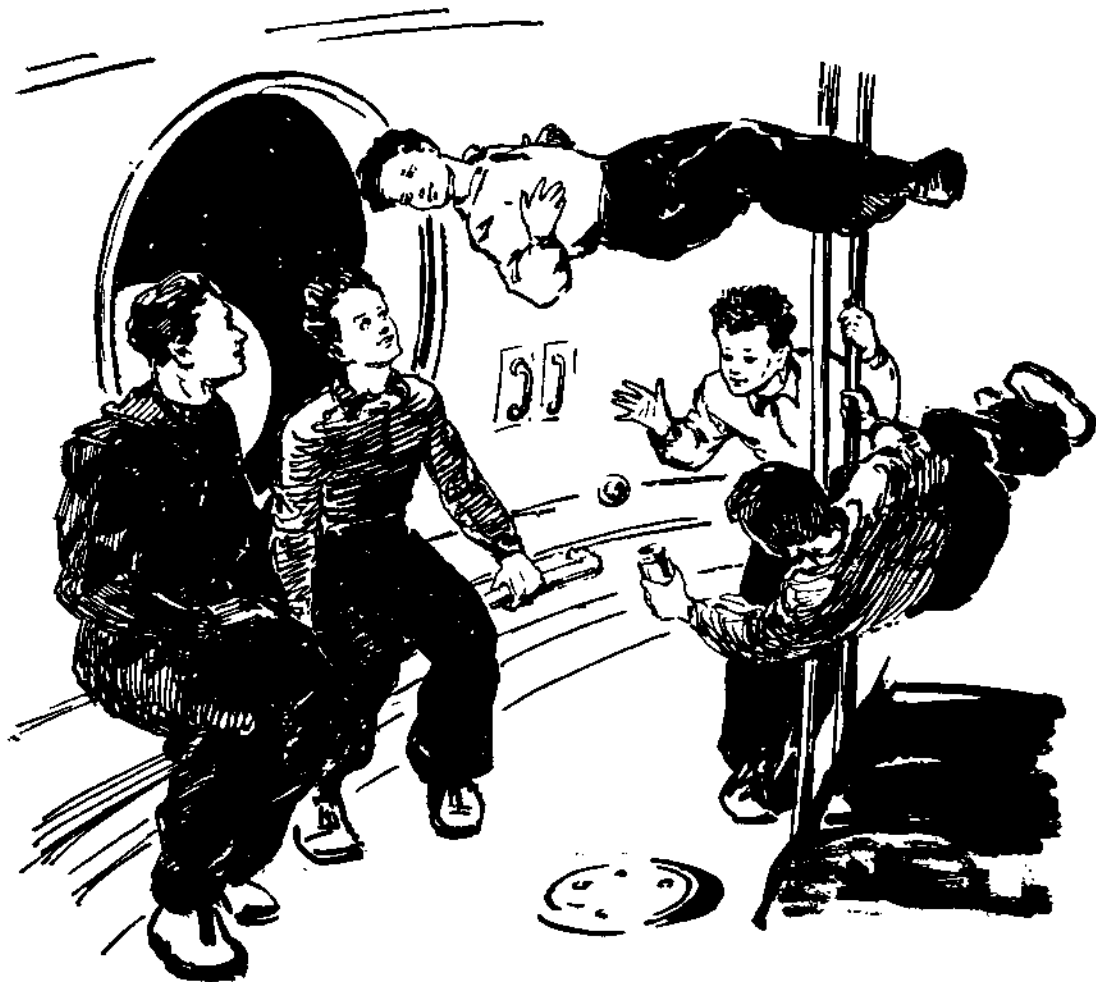
Только через некоторое время ребята вспомнили, что так же они чувствовали себя и при тренировке в космопорте. Все вскочили с коек, но... повисли в воздухе в самых смешных положениях. Очень скоро кутерьма, которая вслед за этим поднялась в кабине, наскучила ребятам. Совсем не так уж весело болтаться в воздухе, тыкаться головой в самые неподходящие для этого места и не знать, где верх, а где низ («падаем, но вверх!»). Да притом и чувствовали себя все как-то непривычно — ребят слегка мутило, как при качке на корабле.

Некоторый порядок навела медсестра, появившаяся в двери на потолке, — впрочем, теперь уже это нельзя было даже назвать потолком, так все перепуталось. Прежде всего она распорядилась насчет того, что отныне должно считаться в кабине полом, а что потолком, что верхом и что низом. С помощью ребят она быстро превратила койки в удобные кресла, расположенные у окон одно за другим, как в обычном автобусе, с проходом между ними. Теперь стена с рядом лампочек стала потолком, а другая стена, с дорожкой посередине — полом. Кстати, разъяснилась и загадка этой дорожки. Чтобы каждое неосторожное движение не заставляло взмывать кверху, все получили специальные магнитные подошвы, прикреплявшиеся к ботинкам. Эти подошвы приставали к железной дорожке, и требовалось известное усилие, чтобы оторвать ногу от пола. Так приятно было почувствовать снова, что есть пол, за который не надо держаться руками, чтобы по нему ходить.

Дверь в кабину экипажа, в переднюю часть корабля, теперь оказалась спереди. Над дверью попрежнему вертелись стрелки на круглых циферблатах часов и высотомера — счетчика километров, пройденных от Земли. Высота уже достигла 3000 километров, корабль мчался со скоростью около 35 тысяч километров в час. В окна была видна Земля, милая, далекая Земля, на которой остались родные и знакомые, осталась Москва. Затянутая дымкой облаков, в разрывы которых угадывались очертания знакомых материков с размытыми, туманными краями, Земля была неповторимо прекрасной.

Вот из-за края Земли стал выползать какой-то небольшой темный диск. Ба, да это Луна! Вот она пока какая далекая и, кажется, неприступная. Ну погоди, пройдет немного времени — и ты окажешься гораздо ближе.

Все уже постепенно привыкли к необычному и, надо сказать,



Тяжести больше нет!

в общем, неприятному ощущению отсутствия веса. Помогла и тренировка. Некоторым ребятам, кто чувствовал себя хуже остальных, пришла на помощь все та же медсестра — она раздала им какие-то приятно пахнущие таблетки, после которых становилось, по крайней мере на время, лучше.

А интересна все-таки жизнь в условиях невесомости — ничто не упадет, не разобьется, спать можно хоть на иголках...

В кабине корабля был свежий, чистый воздух, тепло и уютно. Слабый ветерок дул из вентиляционных жалюзи. Трудно было представить себе, что за тонкими стенками корабля царят вечный холод и тишина безвоздушного пространства.

Наступило время обеда. Сервировка была необычной. Каждый

получил свою порцию в особых, межпланетных, сосудах. В особенности приходилось быть осторожным с различными жидкостями: они свертывались в шарики разных размеров, разлетавшиеся по всей кабине. Встреча с шариком горячего какао, например, вовсе не сулила ничего хорошего. Все эти шарики вели себя просто неприлично — проглотить их было трудно, но зато они легко расплзались тонким слоем по коже лица. Но, в общем, и с этой трудностью скоро научились справляться, и все, что полагалось, было с аппетитом съедено. Суп и какао приходилось высасывать из сосудов через трубочки вроде тех, с помощью которых ребята раньше бывало пускали мыльные пузыри.

После обеда к ребятам вышел штурман-радиотехник. Он оказался веселым, разговорчивым человеком, имевшим, несмотря на свою молодость, уже немалый опыт межпланетных полетов. Его «налет» в мировом пространстве составлял уже несколько сот миллионов километров, и он мечтал в будущем стать «миллиардером». Летчики на Земле уже давно перестали завидовать в этом отношении своим межпланетным коллегам, махнув рукой на безнадежные попытки когда-либо их догнать.

Штурман познакомился с ребятами, передал им последние радиодиаграммы, полученные с Земли. Потом начался оживленный разговор на различные межпланетные темы. Десятки вопросов посыпались со всех сторон на штурмана, который едва успевал на них отвечать. Все, что можно, он старался показывать наглядно. Так, например, когда кто-то спросил его, будет ли гореть спичка в кабине корабля, он немедленно зажег ее, и все убедились, что она горит отлично. Кто-то из ребят начал было: «А как же мы слышали...», но тут штурман понимающе подмигнул и сказал: «Подождите-ка». Он вышел на мгновение и, возвратившись, снова зажег спичку. Она вспыхнула, потом ее пламя быстро свернулось в шар и погасло. Штурман снова вышел, и после его возвращения спичка снова горела совершенно нормально. В чем тут загвоздка?

— Вы выключили вентиляцию! — воскликнул кто-то.

— Верно, — заметил штурман. — При отсутствии веса, если нет специальной искусственной вентиляции, пламя «задыхается». Впрочем, вы бы тоже задохнулись, — добавил он, — если бы я выключил вентиляцию надолго.

Второй день полета был ознаменован встречей корабля с межпланетной станцией — целым поселком из сооружений различной формы, мчавшихся, не нарушая порядка, как выводок каких-то странных птиц, по своей орбите вокруг Земли на высоте свыше 100 тысяч километров. Ребята молча смотрели, прижавшись к окнам, как вдали проплывали серебрившиеся в лучах озарявшего их Солнца, создан-

ные волей и гением людей «острова у берегов Земли». Каждый думал о том, что на этих искусственных спутниках Земли живут наши, советские люди, делающие большое и нужное дело. Штурман объяснил, как велико значение межпланетных станций для науки и для межпланетных сообщений. Долго еще потом говорили ребята об искусственных спутниках Земли, впервые в мире предложенных Циолковским еще в самом начале XX века. Штурман сказал, что такие же спутники вращаются теперь и вокруг Луны, но увидеть их в этом полете не удастся.

Незаметно (если бы только не эта невесомость!) летело время на корабле, заполненное увлекательными наблюдениями. Наступил третий день полета. Это был необыкновенный день. Командир корабля разрешил своим юным пассажирам, получив на это заблаговременно согласие Земли, совершить экскурсию за пределы корабля, наружу, в мировое пространство. Целых полдня длилась веселая кутерьма на корабле, связанная с этим необычайным «путешествием». Ребята отправлялись в него поодиночке, сопровождаемые каждый раз вторым пилотом корабля. Все вместе снаряжали очередного счастливчика в путь-дорогу. Эта подготовка должна была быть очень тщательной, так как какая-нибудь неосторожность могла иметь тяжелые последствия. Взволнованный, залезал он в массивный межпланетный скафандр, с устройством которого экскурсанты были хорошо знакомы. Вот уже все готово, дано разрешение на выход. Оба «экскурсанта» прощаются и выходят за дверь кабины в герметический шлюз-тамбур. Дверь за ними задраивается, из тамбура выкачивается воздух — жалко его терять, — и затем открывается наружная дверь. Экскурсанты уже вне корабля. Сквозь окна кабины наблюдают за ними остальные пассажиры, весело смеясь при виде довольно-таки неуклюжих движений «пловцов» в мировом пространстве, мчащихся рядом с кораблем, точно привязанные к нему невидимыми нитями. Им-то, конечно, корабль казался неподвижным...

Наконец наступил и последний день полета. Ребята были радостно взволнованы предстоящей встречей с Луной. Не отрываясь, смотрели они через окна на все увеличивающийся лунный диск, одна половина которого была освещена Солнцем, а другая лежала в тени. Перед ними раскрывался своеобразный, мрачный мир.

Все ближе Луна. Пройдена уже нейтральная точка, в которой притяжение корабля к Земле и к Луне одинаково по величине; теперь корабль падает уже не на Землю, а на Луну, до которой осталось меньше 40 тысяч километров. Впрочем, пассажиры в кабине корабля не в состоянии заметить этого изменения — им, в общем, все равно, куда падать. Другое дело — командир корабля; для него

это важно. Скорость корабля, которая постепенно уменьшалась и у нейтральной точки была минимальной, немногим меньше километра в секунду, теперь начала снова увеличиваться под действием притяжения к Луне.

Луна неумолимо приближается. Получен приказ — снова всем лечь на койки, как и при отлете с Земли, но только ложиться приходится на обратную сторону койки. Опять кабина превращается в пятирусную спальню, но кто был раньше наверху, на этот раз оказывается внизу.

До Луны осталось 1000 километров, 500 километров... Радиолуч точно отсчитывает километры, как эхолот — глубину моря. Скорость корабля достигла уже почти 3 километров в секунду. Надо начинать торможение, иначе можно разбиться при посадке — до поверхности Луны осталось около 150 километров. Кстати, на Луне вспыхивают мощные прожекторы, освещая посадочную площадку, лежащую на темной, еще не освещенной солнцем части Луны, у самой границы света и тени, пересекающей лунный диск. Командир включает двигатели, и снова знакомая уже по взлету с Земли сила вдавлиывает пассажиров глубоко в койки. Струя раскаленных газов вырывается из сопла двигателя и мчится к Луне, опережая корабль на четыре с лишним километра каждую секунду. Реактивная тяга двигателя как бы упирается могучей рукой в лоб корабля, уменьшая скорость его падения.

Скорость корабля все уменьшается; последние километры он приближается к Луне очень медленно; тяга двигателя лишь немногим превышает вес корабля, который сейчас в 6 раз меньше, чем у Земли, в связи с меньшей силой притяжения к Луне. Наконец пройдены последние метры, сантиметры. Корабль плавно касается поверхности Луны и становится на амортизаторы-шасси, представляющие собой четыре стальные «ноги» с опорными дисками на концах. Это шасси убирающееся, его «ноги» выпускаются перед посадкой, как на самолетах. Толчок почти не ощущается — мастерское «прилунение»! Посадка длилась примерно $1\frac{1}{2}$ минуты, а всего с момента отлета с Земли прошло чуть больше трех суток.

Сбылась мечта ребят — они на Луне! С любопытством выглядывают они в окна, рассматривая посадочную площадку, по которой разгуливают люди в скафандрах, видят странные сооружения вдали, мачты радиостанции.

Несмотря на ночь, на Луне светло. Земля, беловато-голубоватый диск которой (в 4 раза больше лунного) висит на небе, ярко освещает поверхность Луны. Свет Земли примерно в 80 раз ярче лунного света у нас на Земле. При свете Земли на Луне можно без напряжения читать книгу.

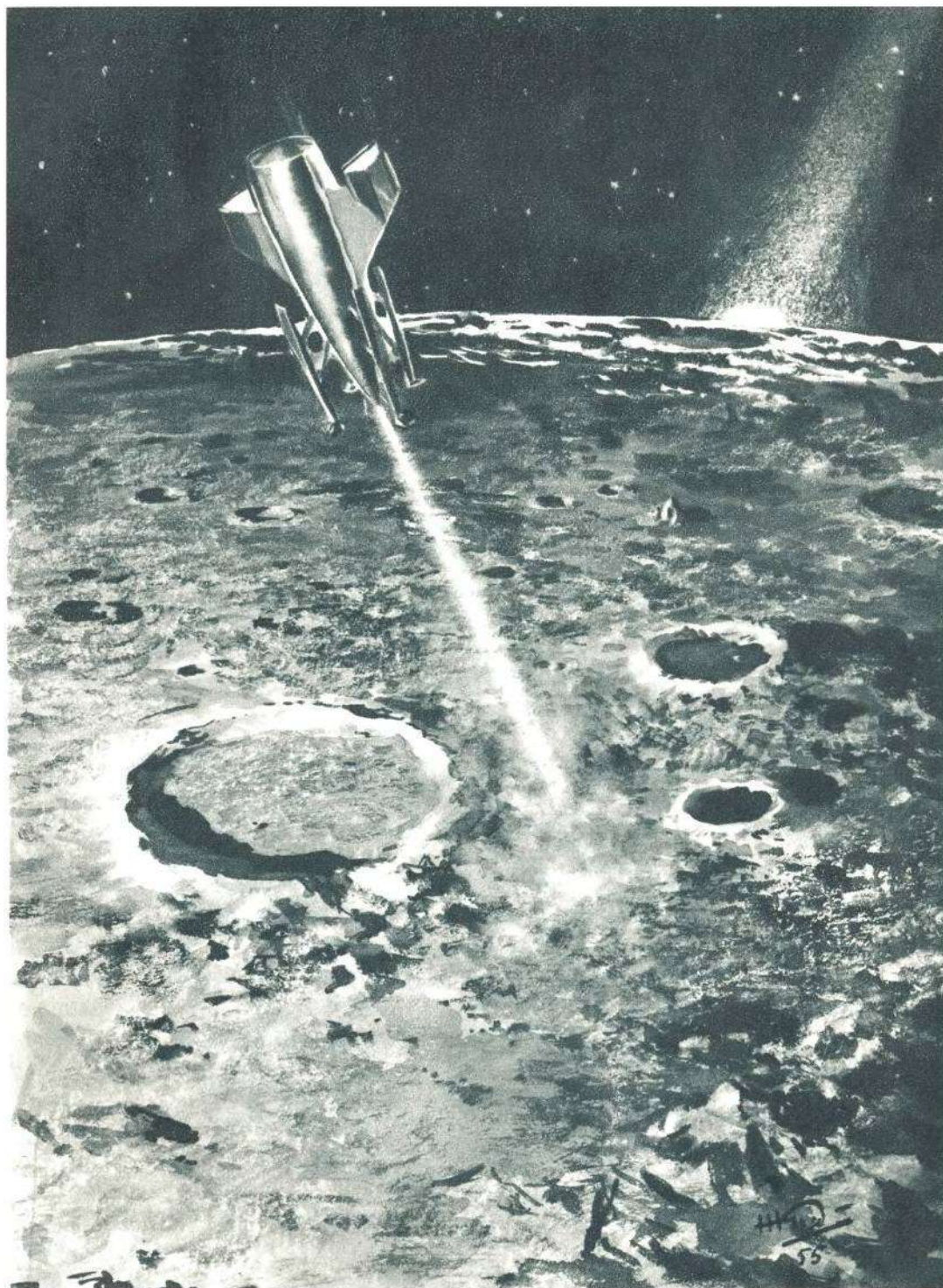
Прошло немного времени, и наши юные путешественники по очереди выбрались из корабля и в скафандрах переправились в жилища селенитов — лунных жителей. Жилища людей, расположенные у этой посадочной площадки (были уже и другие поселения), находились под поверхностью почвы, и только круглые купола выдавали местоположение некоторых из них. Через уже знакомый по устройству шлюз-тамбур все путешественники вошли внутрь одного такого «подлунного» дома-гостиницы для новоприбывших. После первых приветствий путешественников быстро накормили и уложили спать — утром надо встать пораньше, предстоит что-то очень интересное...

Глава 23

НА ЛУНЕ

Рано утром юных путешественников подняли с постели. Ночь на Луне длится, как известно, две недели, и столько же потом длится день, но в данном случае утро на Земле и утро на Луне совпадали. Это было раннее утро и на Луне, ибо скоро должно было взойти Солнце, которого здесь уже не видели полмесяца. Вот в чем заключался тот сюрприз, на который юным астрономам намекали еще на Земле; как ни бились они над этой загадкой в пути, так и не додумались до ее решения. Прибытие экскурсантов на Луну было заранее рассчитано так, чтобы они могли видеть восход Солнца на Луне — необычайно красивое и, как видите, довольно редкое явление. Зато, правда, длится восход Солнца на Луне не 1—2 минуты, как на Земле, а целый час.

Уже через полчаса все ребята во главе с руководителем, который был выделен для них на Луне, в скафандрах гуськом отправились на то место, которое было намечено для наблюдения за восходом Солнца. Пока ничто не указывало на близкое появление нашего дневного светила. Небо на востоке не было окрашено, как это бывает перед восходом Солнца у нас на Земле, потому что на Луне нет необходимой для этого атмосферы. Только холодно блистали мириады немерцающих звезд, да в наполненном их матовым свечением черном небе висел земной диск, все там же, где и вчера, при посадке. Он, как пришипленный, стоял в одной и той же точке неба: ведь Земля не передвигается по лунному небосводу, как Луна по земному, так что на Луне не бывает ни восхода, ни захода Земли. Эта особенность лунного ландшафта честно служит людям на Луне — по положению Земли на небе они легко определяют свое местоположение на лунной поверхности. Заблудиться на Луне трудно, ведь Земля



Межпланетный корабль идет на посадку.

видна на всей поверхности Луны, которую мы всегда видим с Земли. Другое дело — на «задней» стороне Луны. Посадочная площадка была расположена сравнительно недалеко от края видимого с Земли лунного диска, в Море Дождей, вблизи знаменитой уединенной вершины Питон, и поэтому Земля стояла довольно низко. Если бы наши экскурсанты сели вблизи лунного полюса, они видели бы Землю у самого горизонта.

А как много звезд на небосводе! На Земле мы видим простым глазом около 3000 звезд, а здесь как бы пелена спадает с глаз... Впрочем, расположение знакомых, наиболее ярких звезд не изменилось — что значит по сравнению с расстоянием до звезд те 384 тысячи километров, которые отделяют Луну от Земли! Такие мысли мелькали в голове у наших школьников, с нетерпением ожидавших момента рассвета.

Внезапно на черном фоне неба ослепительно ярко засияли вершины высоких гор, точно освещенные мощными прожекторами. Сверкали только вершины; граница между ярким светом и черной тенью была необычайно резкой; этого не увидишь на Земле, где свет рассеивается в атмосфере. Необычайной красоты мгновение!

И вот показалось Солнце. Оно совсем не было похоже на ярко-красный шар, который мы видим во время восхода на Земле. Солнце возникло, как ослепительная, пламенная гигантская звезда, предшествуемая короной, фонтанами, струями света, окружавшими Солнце со всех сторон. Незабываемая игра красок! А вдали от Солнца небо оставалось таким же бархатно-черным, наполненным матовым свечением, и так же блистали на нем звезды.

Косые лучи Солнца осветили все вокруг, и наши школьники огляделись. Станный, мрачный, безжизненный мир лежал перед ними.

Море Дождей, на котором они находились, как и другие «моря» на Луне, вовсе не было морем. И, конечно, там никогда не выпадало ни капли дождя. Точно так же и Болото Туманов, вблизи которого совершил посадку корабль, никогда не было болотом, и никогда над ним не расстилались туманы. Эти названия являются результатом заблуждения первых астрономов, начиная с Галилея, принимавших темные области на Луне за водные пространства. В действительности «моря» — огромные бесплодные каменистые пустыни, а более светлые места поверхности Луны образованы песчаными и глинистыми породами. Поверхность Луны покрыта слоем пыли, являющейся результатом вулканической деятельности и взрывов, происшедших при падении метеоритов. Нигде не видно ни малейшей совершенно гладкой, ровной площадки. Почва изрыта кратерами, или цирками, различной величины. Некоторые из них имеют диаметр



На кратере Теофил.

более 100 километров. Вся местность вокруг изрезана глубокими расселинами и трещинами, покрыта грудями обломков пород и поэтому совершенно непроходима. Цвет почвы в основном темный, серый с коричневым, хотя некоторые кратеры имеют светлую поверхность, напоминающую пемзу; это сходство увеличивается пузырчатостью многих поверхностных пород.

Рельеф горных цепей резкий; всюду острые грани, выступающие пики; нигде не видно округлостей, плавных переходов — всего того, что связано у нас на Земле с действием воды и ветра.

Отсутствие атмосферы делает видимость на Луне очень хорошей, без свойственной Земле туманной дымки далее. Но здесь все так неприятно резко, такие резкие переходы от света к тени — полутеней, ласкающих взгляд на Земле, совсем нет. То, что находится в тени, увидеть нельзя, если рядом нет освещенных поверхностей. Ребята отчетливо, во всех деталях, видели горы, которые находились от них, как оказалось, на расстоянии 60 километров. Правда, эти горы показались им очень невысокими, тогда как в действительности

они имели высоту около 7 километров, как величайшие горные цепи на Земле. Эта ошибка объясняется большой кривизной поверхности Луны, диаметр которой почти в 4 раза меньше земного: удаляющийся человек на Луне очень быстро скрывался за горизонтом — на расстоянии 5 километров его уже не было видно.

На Земле наши экскурсанты много слышали о том, что из-за малой массы Луны вес на ней в 6 раз меньше земного, и потому на Луне можно, не рискуя, спрыгнуть со скалы высотой в 20 метров или перепрыгнуть такой же ширины ущелье. Кое-кто из наших путешественников жаждал поскорее испытать эти ощущения, чтобы потом на Земле с гордостью рассказать об этом приятелям. Однако, к их сожалению, тяжелый скафандр со всем необходимым снаряжением делал их только немногим более легкими, чем на Земле, а массивность этих костюмов превратила подвижных ребят в весьма степенных «дядей», способных передвигаться по Луне лишь с удручающей медлительностью. Тут уж не до цирковых трюков!

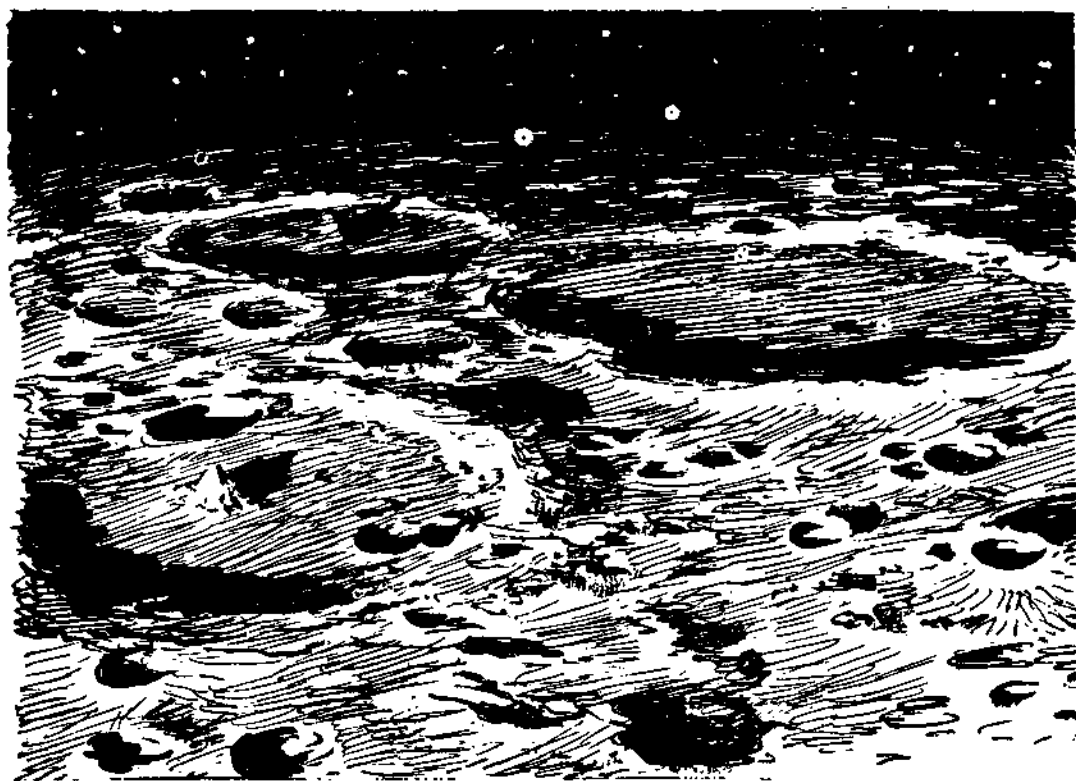
Незаметно промелькнули дни, в течение которых юным астрономам разрешили погостить на Луне. Какими только интересными делами не были они заполнены! Школьники занимались различными астрономическими наблюдениями, невозможными на Земле. Фотографировали солнечную корону, устраивая искусственное «солнечное затмение», — для этого достаточно было закрыть солнечный диск кружком картона. Как потом гордились они этими уникальными снимками в кружке юных астрономов!

Запомнились школьникам экскурсии к различным «знаменитым» местам на Луне, вызывавшим в свое время жаркие дискуссии астрономов, — их загадки были разрешены только после посадки на Луну. Одним из первых они посетили расположенный недалеко от места посадки огромный кратер Платон, чтобы выяснить, почему цвет дна этого кратера становится более темным, когда на него падают солнечные лучи. Этот кратер привлекал их внимание еще и потому, что некоторые астрономы утверждали, будто видели еще в 1948 году вблизи него яркое желто-коричневое свечение — след падения огромного метеорита, вроде Тунгусского. Очень интересно было это проверить.

Побывали они и в кратере Аристарх, имеющем диаметр более 45 километров и глубину 1,5 километра. Центральный пик этого кратера — самое светлое пятно на лунной поверхности, видимой с Земли: он ярко сияет даже в пепельном свете Земли. Ребята выяснили, какая это порода так хорошо отражает солнечный свет. Интересно было выяснить и то, что это за темные радиальные полосы идут от центрального пика этого кратера наружу.

Были ребята и в кратере Теофил — типичном кратере с коль-

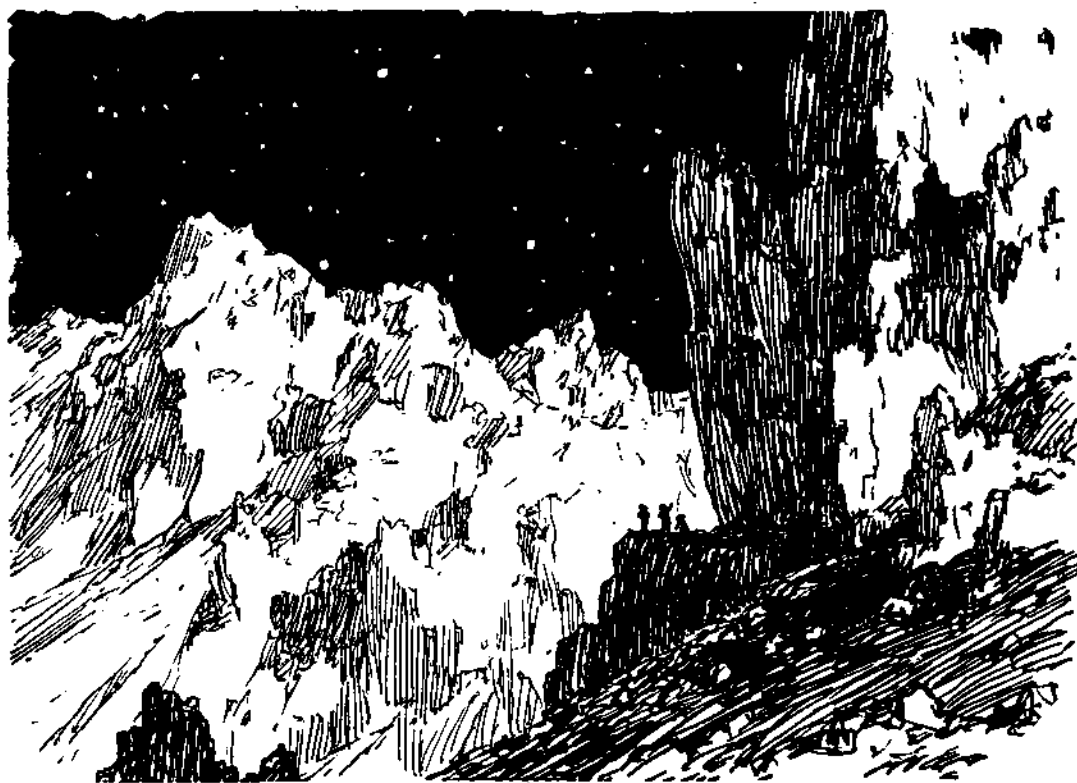
цевой горой по окружности и горой в центре, и в кратере, названном именем великого польского астронома Николая Коперника. По пути на Теофил они пролетали над самым центром видимого с Земли лунного диска. Любовались одним из высочайших горных хребтов на Луне, расположенным почти у самого южного полюса, — горами Лейбница, чьи вершины возносятся на высоту почти 9 километров над средним уровнем лунной поверхности. Там же, вблизи южного полюса, они видели один из самых больших кратеров на Луне, Клавий, — его диаметр превышает 200 километров, и один из самых глубоких кратеров, глубиной около 8 километров. Побывали они и в единственной в своем роде на Луне долине Альп, отгороженной высокими горами от Моря Дождей. Эта долина, имеющая 10 километров в ширину в самой широкой своей части и более 120 километров в длину, представляет площадку с гладкой поверхностью, какой-то гигантский разрез горной цепи, происхождение которого не получило еще удовлетворительного объяснения. Были



Вид на центр лунного диска.



Межпланетный корабль прибыл на лунную базу.



У величайшего горного хребта на Луне — гор Лейбница.

они и у другой такой «диковинки» на Луне — Прямой Стены, расположенной в Море Облаков. Этот уступ — вертикальный обрыв высотой до 600 метров — очень поразил наших путешественников: отчего он такой прямой и высокий? Неужели он образовался во время какого-то страшного «лунотрясения»!

Перелетев через Лунный Кавказ, ребята побывали в Море Ясности, у загадочного кратера Линнея, почти исчезнувшего на глазах изумленных астрономов, наблюдавших за ним с Земли. В прошлом столетии этот кратер был виден отчетливо, а теперь еле заметен. Как было не выяснить, что стряслось с этим необыкновенным кратером!

Лазили внутрь загадочного, как многое на Луне, кратера Тихо Браге, почти на самом южном краю лунного диска; этот кратер является центром самой мощной на лунной поверхности системы «лучей» — светлых полос, расходящихся от кратера почти по всей поверхности лунного диска. Эти «лучи» ничто не останавливает: ни горы, ни впадины. Что представляют собой таинственные «лучи» —



Долина Альп.

следы взрывов при вулканических извержениях или при падениях гигантских метеоритов? Сконденсированные пары, заполнившие трещины, образовавшиеся вместе с самим кратером? Возвратившись на Землю, юные астрономы расскажут об этом своим товарищам.

Во время путешествий по Луне экскурсанты пользовались специальным экскурсионным ракетным кораблем. Они фотографировали и с корабля и после посадки все, что казалось им примечательным и могло заинтересовать их друзей на Земле, — ведь им надо будет обо всем рассказать после возвращения.

С особенным интересом осматривали школьники сооружения, воздвигнутые на Луне за годы, которые прошли с тех пор, как первый человек ступил на лунную поверхность. Они познакомились с «подлунными» заводами по производству топлив для жидкостных ракетных двигателей межпланетных кораблей. Эти заводы уже не только полностью обеспечивали топливом корабли, совершавшие посадку на Луну, но и снабжали им межпланетные станции —

искусственные спутники Земли и Луны. Контейнеры с топливом отправлялись на эти станции с помощью огромной электромагнитной катапульты.

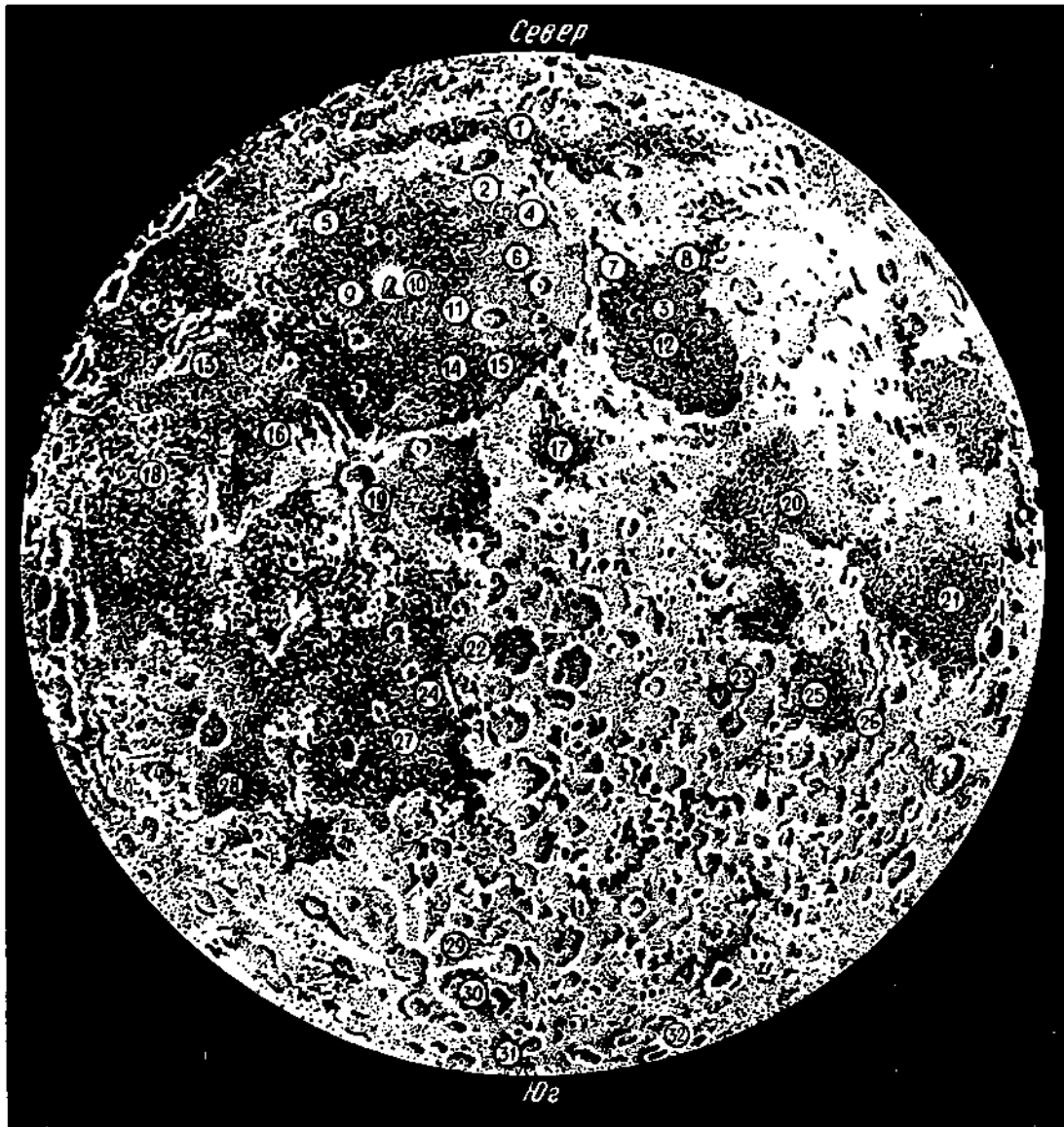
Экскурсанты осмотрели гигантские солнечные энергостанции, снабжавшие электроэнергией и теплом предприятия и жилые сооружения лунных поселений. Были в центральной диспетчерской, откуда осуществлялось управление несколькими атомными энергостанциями, расположенными на расстоянии до 150 километров от этой диспетчерской. Спускались в шахты рудников, в которых велась добыча многих редких и ценных металлов и минералов.

По вечерам в «подлунном» клубе ребята смотрели телевизионные передачи с Земли, причем в одной передаче, устроенной специально для них, они увидели своих родных и товарищей. Подолгу затягивались беседы с ветеранами, прожившими на Луне по нескольку лет и только отпуск проводившими на Земле, в черноморских здравницах и подмосковных санаториях. Эти беседы были едва ли не самым любимым времяпрепровождением ребят—так много интересного и увлекательного узнавали они о героической борьбе людей за освоение Луны.

Во время пребывания на Луне выяснилось, что для ребят приготовлен еще сюрприз. О нем рассказал штурман. Улетая с Луны, корабль облетит ее «заднюю» сторону, которая стала доступной людям только после того, как их межпланетные корабли смогли облететь вокруг Луны. Тысячелетиями люди наблюдают с Земли одну и ту же поверхность лунного диска, чуть больше половины, около $\frac{3}{5}$ всей поверхности Луны. (Ребята с интересом узнали, что по площади видимая нами с Земли поверхность Луны примерно равна поверхности Советского Союза.) Вот почему во всех планетариях мира одна сторона шара, изображающего Луну, была гладкой — люди не знали, какова эта часть Луны. Это объясняется тем, что вращение Луны вокруг своей оси под действием приливных сил, вызываемых силой земного тяготения, постепенно замедлилось. Когда-то оно было быстрым, теперь же Луна делает только один оборот вокруг своей оси за время одного полного обращения вокруг Земли, то-есть примерно за месяц. Поэтому и обращена она к Земле всегда одной и той же стороной. Она лишь слегка покачивается относительно этого положения равновесия, что и позволяет чуть-чуть заглядывать «за Луну». Эти же приливные силы превратили Луну из шара в какое-то подобие гигантской груши, образовав на ней выступ высотой почти в километр, которым Луна и «глядит» все время на Землю.

И вот ребятам удастся видеть оборотную сторону Луны, сфотографировать ее, рассказать о ней потом друзьям. Какая удача!

Но ребятам повезло не только в этом. На черном небе Луны они



Что видели юные путешественники на Луне.

- | | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------|
| 1. Море Холода | 12. Море Ясности | 23. Кратер Теофила |
| 2. Кратер Платон | 13. Кратер Аристарх | 24. Прямая Стена |
| 3. Кратер Линней | 14. Болото Гниения | 25. Море Нектара |
| 4. Альпы | 15. Апеннины | 26. Пиренеи |
| 5. Залив Радуг | 16. Карпаты | 27. Море Облаков |
| 6. Болото Туманов | 17. Море Паров | 28. Море Влажности |
| 7. Кавказ | 18. Океан Бурь | 29. Кратер Тихо |
| 8. Озеро Снов | 19. Кратер Коперник | 30. Кратер Галилей |
| 9. Море Дождей | 20. Море Спокойствия | 31. Кратер Ньютон |
| 10. Место посадки корабля | 21. Море Изобилия | 32. Горы Лейбница |
| 11. Кратер Архимед | 22. Кратер Птолемей | |

увидели редкую гостью у «берегов Земли» — комету, «косматую звезду». Это была комета Галлея, которая движется вокруг Солнца по вытянутой эллиптической орбите, возвращаясь к нему раз в три четверти века (точнее — раз в 76 лет). Кометы представляют собой, пожалуй, наиболее загадочные, хотя и весьма многочисленные, небесные тела в солнечной системе (еще известный астроном XVII века Иоганн Кеплер говорил, что «комет в небесном пространстве столько же, сколько рыб в океане»). Большая часть комет движется вокруг Солнца по орбитам, практически не отличающимся от параболы. Такие кометы возвращаются к Солнцу лишь раз за несколько десятков тысяч, а может быть, и сотен тысяч лет.

Кстати сказать, по новейшим представлениям, «поставщиком» комет является колоссальное «облако» ледяных глыб, образованных из замерзших газов с твердыми включениями. Эти глыбы сравнительно медленно движутся вокруг Солнца на огромных расстояниях от него — поперечник этого «кометного облака» в 2000 раз превышает поперечник нашей солнечной системы. Вот еще через какой «барьер» придется пробиться межзвездным кораблям! Некоторые из этих замерзших глыб, когда они приближаются к Солнцу на меньшие расстояния, и становятся кометами.

Комета Галлея, пожалуй, наиболее интересная из всех комет, которые наблюдались уже при нескольких возвращениях к Солнцу. Она очень ярка, тогда как все остальные кометы этого вида слабы. Ее период обращения — наибольший по сравнению с другими подобными кометами. Направление движения кометы Галлея — противоположное не только вращению планет вокруг Солнца, но и всех других известных комет; она в этом отношении единственное известное исключение.

Комета Галлея названа так по имени астронома — современника Ньютона. Галлей в 1682 году, во время очередного появления этой кометы, предсказал ее возвращение через 75 лет; это было первое предсказание такого рода. Возвращение кометы Галлея можно проследить по старинным рукописям на 2000 лет назад. Последнее появление кометы Галлея вблизи Солнца произошло в 1910 году. 19 мая 1910 года комета прошла между Солнцем и Землей на расстоянии 24 миллионов километров от Земли, так что Земля, вероятно, «пронзила» хвост кометы, имеющий гораздо большую длину — около 30 миллионов километров.

И вот эта комета снова вернулась...¹

Наступил наконец и день возвращения на Землю. Пора было собираться — Солнце уже стояло над самым горизонтом. Вот-вот

¹ Возвращение кометы Галлея должно произойти в 1986 году.

На уменьшении запаса топлива сказываются и уменьшение потерь скорости при взлете с Луны по сравнению с торможением во время посадки на нее и меньший вес добавочных баков.

Тепло попрощавшись со своими лунными друзьями, захватив их письма на Землю, наши путешественники забрались снова в кабину корабля, имевшую тот же вид, что и в момент посадки на Луну. Та же пятиярусная спальня, опять экипаж под пассажирами и часы на полу.

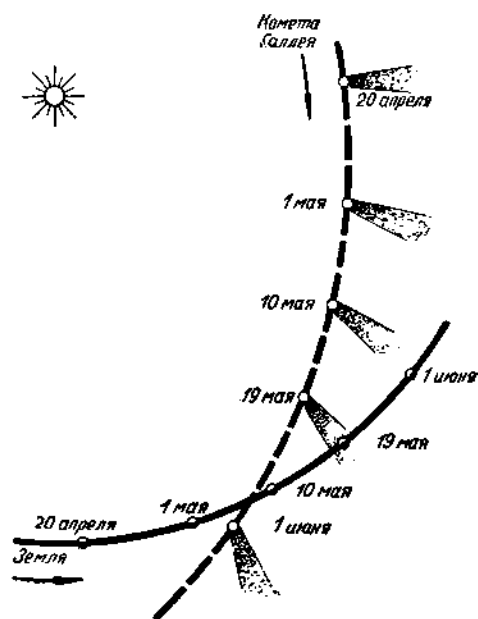
Задраены двери, опробован двигатель, зеленая ракета — и корабль, вздрогнув, отрывается от Луны.

Тяга двигателя, равная, как вы, наверно, помните, 70 тоннам, способна сообщить кораблю, весящему при взлете с Луны 68 тонн, ускорение, почти равное земному: 10 метров в секунду каждую секунду. Это, конечно, в 6 раз больше, чем ускорение лунного притяжения, так что во время вертикального подъема скорость корабля увеличивается на 8 с лишним метров в секунду за каждую секунду подъема. Вес пассажиров в этот момент практически равен их земному весу, перегрузка равна единице.

Однако по мере выработки топлива вес корабля будет уменьшаться, а ускорение — увеличиваться, так как тяга двигателя при этом остается неизменной. К концу взлета, когда корабль приобретет скорость около 3 километров в секунду и все топливо из дополнительного бака будет выработано, корабль будет весить всего 32 тонны, и перегрузка достигнет двух. Все равно это меньше, чем при взлете с Земли, но всем было снова приказано лечь на койки.

Грохочет двигатель. Как интересно получается: внутри корабля, за изолированными стенками, его рев слышен, хоть и приглушенно, а провожающие корабль жители лунного поселения ничего слышать не могут, для них корабль взлетает бесшумно — по лишенному воздуха пространству звук не передается.

Совсем немного поднялся корабль над поверхностью Луны, а командир уже поворачивает его круто набок. Для этого ось двига-



19 мая 1910 года Земля прошла сквозь хвост кометы Галлея.

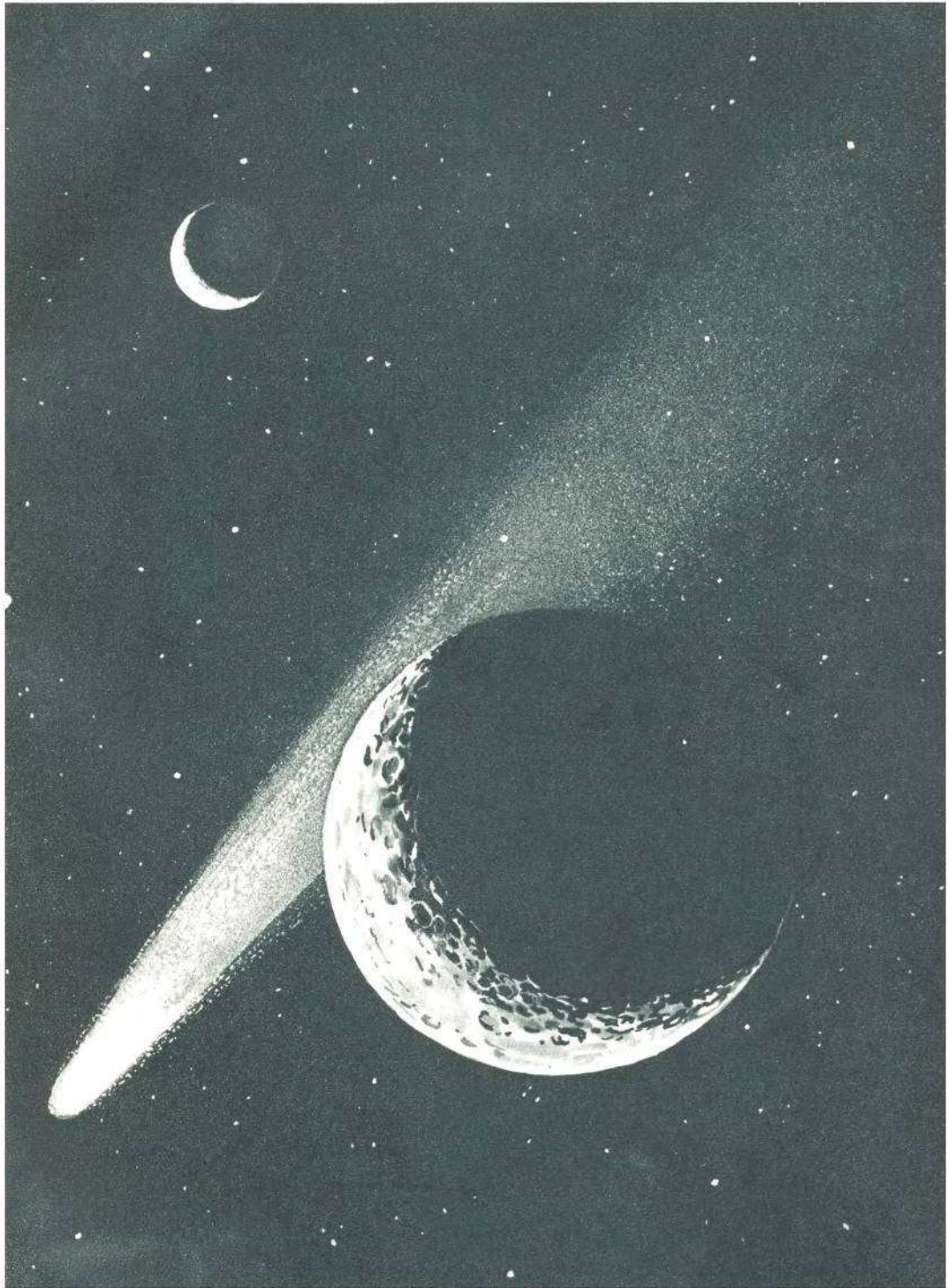


Над лунным полюсом по пути на «заднюю» сторону Луны. Земля вот-вот скроется за горизонтом.

теля несколько отклоняется от оси корабля — двигатель устроен поворотным, как это делается уже давно на тяжелых дальних ракетах. Теперь корабль увеличивает свою скорость, летя на сравнительно небольшой высоте над лунной поверхностью. Так лететь удобнее: потери скорости из-за притяжения к Луне отсутствуют, и пассажирам лучше видно, что делается внизу.

И ребята охотно пользуются предоставляемой им возможностью. Сначала они летят над уже знакомыми местами, узнают горы, моря, кратеры. Но вот все ближе лунный полюс, Земля уже почти скрывается за горизонтом, сейчас она совсем исчезнет, скрытая Луной. Перед глазами ребят расстилается картина лунной поверхности, еще никем не виденная с Земли. Обычный для Луны ландшафт, только, пожалуй, еще более изрезанный рельеф, еще более неровная поверхность.

Поверхность Луны меняет свой вид крайне медленно, так что



Комета Галлея пересекает орбиту Земли. На переднем плане — Луна.

за все время существования науки ученым не удалось установить сколько-нибудь достоверных изменений этой поверхности¹. Конечно, нельзя сказать, что на Луне вообще ничего не случается. Ее поверхность подвергается непрерывной бомбардировке метеоритами, воздействию космических лучей и электронных потоков, мчащихся из мирового пространства. На Луну действует сила притяжения к Земле. Смена температур при переходе от дня к ночи и наоборот производит расслаивание горных пород на Луне. Однако из-за отсутствия атмосферы и влаги процессы изменения характера поверхности на Луне идут гораздо медленнее тех, которые происходят у нас на Земле.

Наиболее активные из этих процессов вызываются метеоритными дождями и сменой температур. При переходе от полудня к полуночи температура на поверхности Луны падает больше чем на 250° — жара в $100\text{—}120^{\circ}$ сменяется трескучим морозом, достигающим $150\text{—}160^{\circ}$ ². Однако эта смена температур происходит медленно, постепенно, и ее влияние на изменение лунной поверхности может сказаться только за многие миллионы лет.

Гораздо сильнее сказывается относительно резкая смена температур во время лунных затмений. Когда Земля становится на пути солнечных лучей, мчащихся к Луне, температура лунной поверхности, как показали измерения, снижается примерно на 150° — с плюс 70° до минус 80° — в течение часа. Но лунные затмения происходят только на стороне Луны, обращенной к Земле; противоположная ее сторона избавлена от этих резких температурных изменений, и потому расслаивание лунных пород на этой «задней» стороне происходит медленнее и ее поверхность оказывается более ровной.

Увлеченные наблюдениями, ребята даже не заметили, как был выключен двигатель и корабль перешел в свободный полет вокруг Луны, чтобы потом направить свой путь к Земле. Снова исчезла тяжесть. Ребят нельзя было оторвать от окон ни на минуту — так необычайно красива была развертывающаяся перед ними картина. Два узких серпа: ближний, лунный, и дальний, меньший, земной, сверкали в лучах Солнца, комета Галлея ослепительно блистала, разбросав на целую половину черно-бархатного неба свой распу-

¹ По отдельным наблюдениям, некоторые небольшие кратеры на Луне — например, кратер Линнея, расположенный в Море Ясности, — на некоторое время исчезали, а потом появлялись вновь. Значит ли это, что они заволакивались какой-то дымкой, может быть, в связи с вулканической деятельностью, или заполнялись лавой, потом снова уходившей вглубь? Возможно. Но такие наблюдения до сих пор не были вполне достоверными.

² Колебания температуры в околополярных районах гораздо меньше, чем у лунного экватора. Несмотря на отсутствие атмосферы, «климат» в разных районах Луны все-таки, оказывается, разным. Вот почему, в частности, площадка для расположения базы на Луне была избрана сравнительно близко к полюсу.

шенный хвост, Венера сияла над кометой драгоценным алмазом. Незабываемые мгновения!..

Быстро промелькнули два последующих дня в ставшей уже привычной, обжитой кабине корабля. Теперь ребята не отрывают глаз от все увеличивающейся в размерах Земли. Они узнают знакомые очертания материков, любуются отражением Солнца в океане, пытаются угадать точку на земной поверхности, в которой находится любимая Москва.

Готовясь к посадке на Землю, командир корабля решил повернуть его носом к Земле. Это нужно и для торможения корабля с помощью двигателя, установленного в самом острие носа корабля, и для осуществления планирующего полета в земной атмосфере. Корабль должен иметь минимальное сопротивление, иначе торможение будет слишком резким — и корабль может раскалиться и вспыхнуть, повторив судьбу бесчисленных метеоров.

Загудел маховичок в кабине экипажа, раскручиваемый электродвигателем, и корабль стал медленно разворачиваться в противоположную сторону. Поплыли в сторону звезды, Земля. Только по их движению и можно было догадаться об этом повороте корабля. Теперь корабль мчитя носом вперед, готовый к опасной встрече с земной атмосферой.

Ставший ненужным огромный топливный бак сбрасывается и сгорает в атмосфере, куда он врывается с огромной, космической скоростью.

Быстро движется стрелка, отсчитывающая теперь километры, оставшиеся до земной поверхности. Вот уже осталось 2000. 1500 километров. Промелькнул автоматический искусственный спутник, безостановочно движущийся вокруг Земли по двухчасовой орбите на высоте 1669 километров, то-есть совершающий один полный облет Земли за 2 часа. Судя по форме этого спутника, он используется в качестве автоматической станции ретрансляции передач телевидения.

Скорость корабля превышает 10 километров в секунду, более 36 тысяч километров в час. Чтобы сделать посадку безопасной, надо уменьшить скорость корабля путем торможения его двигателем.

Командир включает двигатель, и снова на 3 с лишним минуты инерционная перегрузка вдавливают тела путешественников в пружинящие сетки коек. Скорость корабля снижается до 5 километров в секунду. Меньше чем через 40 секунд после начала торможения сбрасываются ставшие ненужными крыльевые баки.

Корабль начинает планирующий спуск с высоты в несколько сот километров. Больше одного полного оборота «вокруг шарика» совершит корабль, пока его скорость снизится до скорости полета

реактивных самолетов, потом станет еще меньше. Конечно, корабль летит навстречу Солнцу, на восток, то-есть в том же направлении, в котором Земля вращается вокруг своей оси, — в этом случае вращение Земли помогает скорее погасить относительную скорость корабля. Вот уже видна на горизонте Москва. Она остается немного в стороне; корабль летит к тому же космопорту, с которого он так недавно стартовал в свое далекое путешествие. Уже совсем близок аэродром космопорта. Движением ручки управления от себя командир корабля направляет его нос вниз, к Земле. Включенный двигатель гасит оставшуюся скорость — корабль плавно садится на заранее выпущенные «ноги»-шасси.

Приветственные крики, радостные возгласы, все машут руками, суеются... Земля!

* * *

Вы скажете: «Мечта, фантазия». Верно, мечта. Конечно, фантазия. Но сколько таких дерзновенных мечтаний уже превращено наукой, творческим человеческим трудом в реальную действительность!

И мы твердо знаем, что придет время — и время это не за горами, — когда будет осуществлена и эта дерзновеннейшая из дерзновенных мечта человечества.

Мы убеждены, что осуществить эту мечту суждено нашему великому советскому народу, строящему светлое будущее человеческого общества — коммунизм.

Мы твердо верим, что пройдут годы, может быть десятилетия, и межпланетные корабли с людьми отправятся в полет к далеким и таким манящим мирам.

Разрешите же пожелать и вам, мои юные читатели, участвовать в таком полете.





Вместо предисловия	5
Вселенная вокруг нас. Введение.	6
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ	
ОТ ФАНТАЗИИ К НАУКЕ	
Глава 1. Дерзновенная мечта	13
Глава 2. «Узники» Земли	17
Глава 3. Рождение науки	24
ЧАСТЬ ВТОРАЯ	
ЧУДЕСНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ	
Глава 4. Третье рождение	33
Глава 5. Звуковой барьер взят!	41
Глава 6. Запряжка в полмиллиона лошадей	55
Глава 7. «Тающие» снаряды и «тающие» поезда	66
Глава 8. От ракетного самолета до космического корабля	71
ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ	
ШТУРМ МИРОВОГО ПРОСТРАНСТВА	
Глава 9. Панцырь атмосферы	83
Глава 10. В преддверье мирового пространства	93
Глава 11. Острова у берегов Земли	101
Глава 12. На искусственном спутнике	113
ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ	
«ОСВОЕНИЕ» ВСЕЛЕННОЙ	
Глава 13. Первая цель — Луна	135
Глава 14. В полет к планетам	148
Глава 15. Космические трассы	161

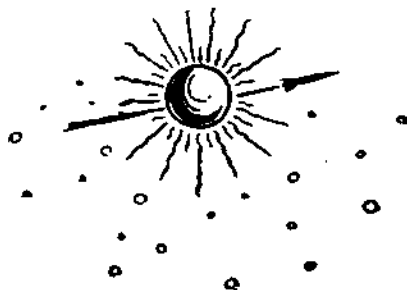
Глава 16. Взлет, посадка	180
Глава 17. Тройной прыжок	195

**ЧАСТЬ ПЯТАЯ
ЧЕЛОВЕК И МИРОВОЕ ПРОСТРАНСТВО**

Глава 18. Вселенная на службе человека	207
Глава 19. На межпланетном корабле	218
Глава 20. Нужен ли нам наш вес?	223
Глава 21. Смертоносные лучи, блуждающие сваряды.	233

**ЧАСТЬ ШЕСТАЯ
ПОБЫВАЕМ В БУДУЩЕМ**

Глава 22. Москва — Луна	245
Глава 23. На Луне	260



ЧТО МОЖНО ПРОЧИТАТЬ О МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПУТЕШЕСТВИЯХ

- Циолковский К. Э., Полное собрание сочинений, т. II. М.,
Издательство АН СССР, 1954.
«Труды по ракетной технике», М., Оборонгиз, 1947.
«Звездоплавание», в юбилейном сборнике: «Константин Эдуар-
дович Циолковский», М., ОНТИ, 1932.
- Цандер Ф. А., Проблема полета при помощи ракетных аппара-
тов, М., Оборонгиз, 1947.
- Кондратюк Ю. В., Завоевание межпланетных пространств, М.,
Оборонгиз, 1947.
- Чернышев Н. Г., Проблема межпланетных сообщений в работах
К. Э. Циолковского и других отечественных ученых, М.,
«Знание», 1953.
- Космодемьянский А. А., Знаменитый деятель науки
К. Э. Циолковский, М., Военное издательство, 1954.
- Гильзин К. А., От ракеты до космического корабля, М., Оборон-
гиз, 1954.
- Ляпунов Б. В., Открытие мира, М., «Молодая гвардия», 1955.
- Штернфельд А. А., Полет в мировое пространство, М., Гостех-
издат, 1949.
- Перельман Я. И., Межпланетные путешествия, М., 1936.
- Оберт Г., Пути осуществления космических полетов, М. Оборон-
гиз, 1948.
- Эно Пельтри, Космические полеты, М., Оборонгиз, 1950.
- Ноордунг, Проблема путешествия в мировом пространстве, М.,
Оборонгиз, 1948.

К ЧИТАТЕЛЯМ

*Издательство просит отзывы об
этой книге присылать по адресу:
Москва, Д-47, ул. Горького, 43,
Дом детской книги*

Д Л Я С Т А Р Ш Е Г О В О З Р А С Т А

Гильзин Карл Александрович

ПУТЕШЕСТВИЕ К ДАЛЕКИМ МИРАМ

Ответственные редакторы

Г. В. Левенштейн и М. А. Зубков

Художественный редактор

Н. Г. Холодовская.

Технический редактор

М. Д. Суховпева.

Корректоры

Е. И. Балабан и К. П. Тягельская.

Сдано в набор 21/V 1955 г. Подписано к печати
16/XII 1955 г. Формат 84×108^{1/16}.

38 печ. л.—31,22 усл. печ. л. (20,58 уч.-изд. л.).

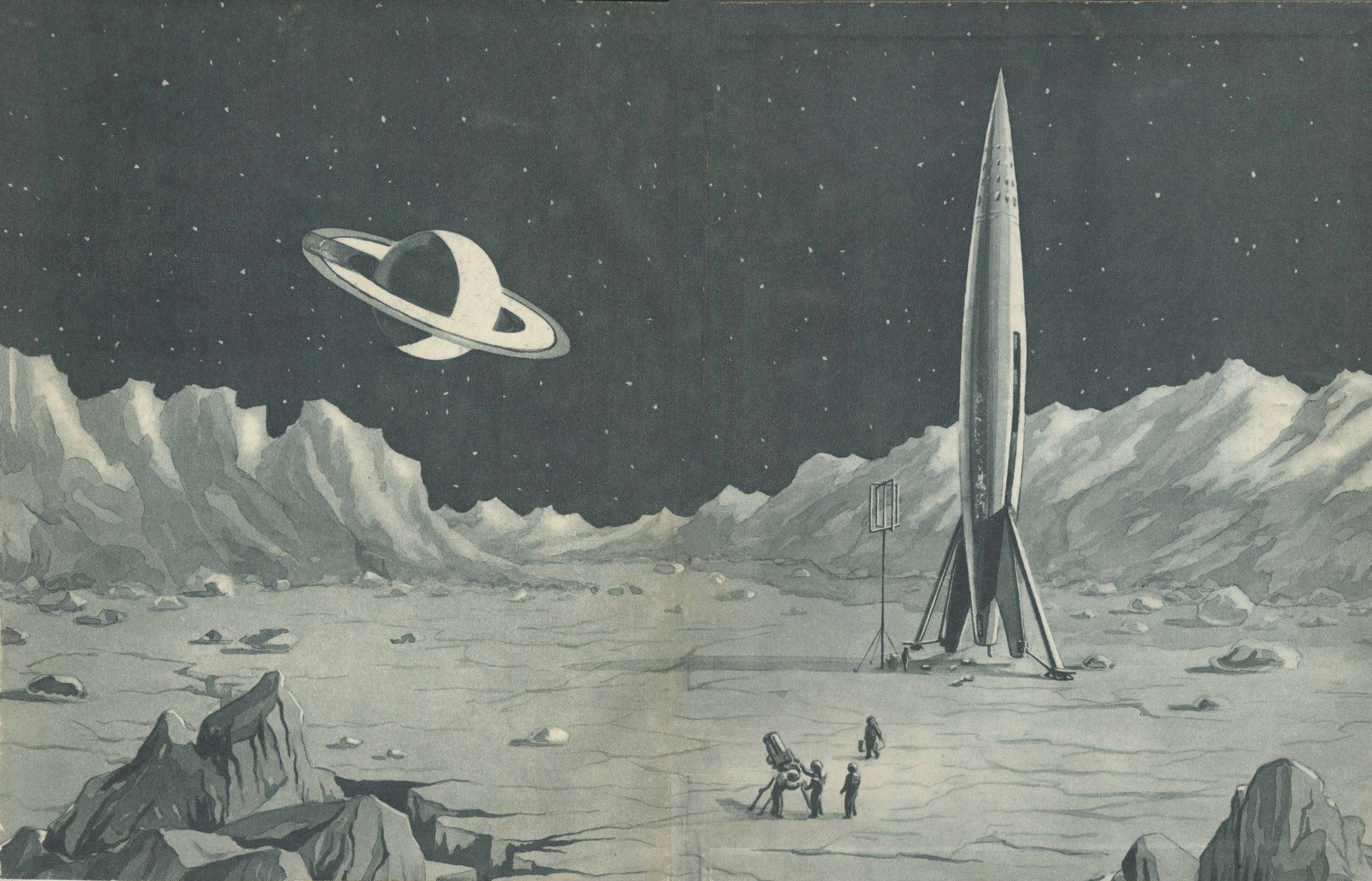
Тираж 30 000 экз. А-07214 Заказ № 1486.

Цена 10 р. 85 к.

Детгиз. Москва, М. Черкасский пер., 1

Набрано во 2-й тип. Издат. Академии наук СССР
Москва, Шубинский пер., 10

Отпечатано в 16-й типографии Главполиграфпрома
Министерства культуры СССР.
Москва, Трехпрудный пер., 9
Заказ № 26



Цена 10 р. 85 к.

