

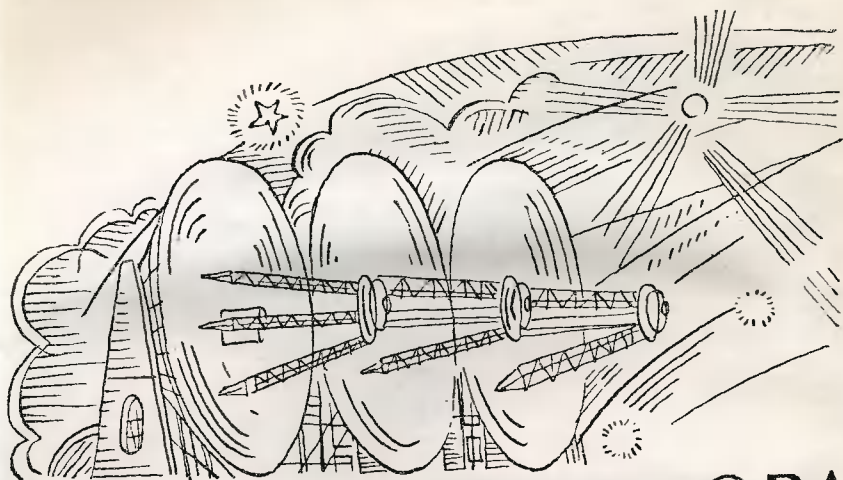
К.А.ГИЛЬЗИН



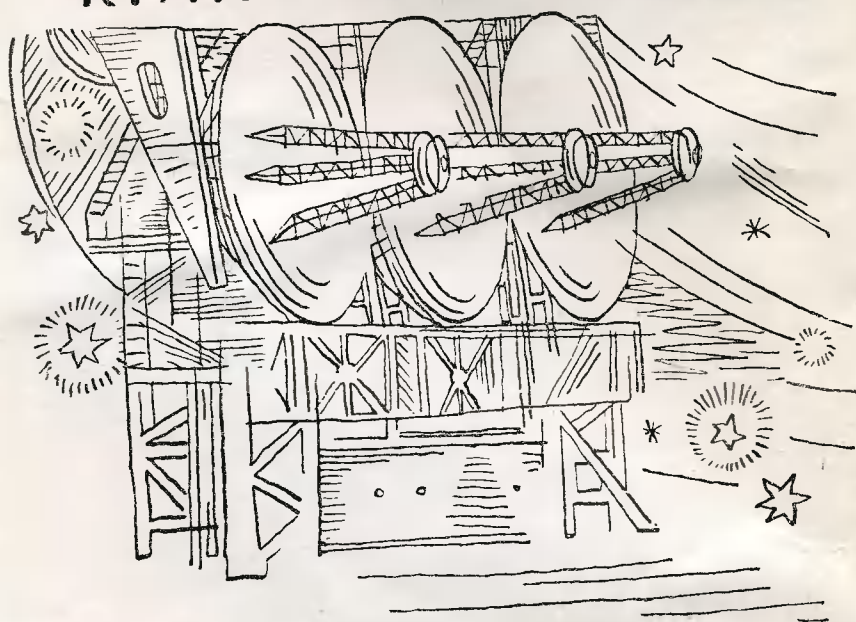
ЭРА КОСМИЧЕСКАЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

①



К. А. ГИЛЬЗИН • ЭРА





КОСМИЧЕСКАЯ

Издательство
«ДЕТСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА»
Москва 1972

В 1956 и 1960 гг. Детгизом была издана книга К. А. Гильзина «Путешествие к далеким мирам», получившая широкую известность в нашей стране и за рубежом, переведенная на многие языки и переизданная в ряде стран. Книга представляла собой увлекательный энциклопедический рассказ о космонавтике. Новая книга автора, посвященная космической теме, является как бы развитием первой. Она ведет читателя через замечательные свершения космонавтики к ее захватывающему будущему. Главная мысль книги — историческая неизбежность освоения космоса и его связь с будущим человечества.


К. А. Гильзин — ученый, обладающий большим опытом и талантом популяризации научных знаний. Его книга написана с переднего края науки и освещает самые новые и очень важные ее проблемы.

Отзывы об этой и других книгах нашего издательства просим присылать по адресу: Москва, А-47, ул. Горького, 43. Дом детской книги.

Оформление Е. Савина

КОСМОС ДАЛЕКИЙ И БЛИЗКИЙ

(Введение)

езбрежен океан космоса. Куда же могут направить в нем свой путь космические корабли будущего? Где расположены их возможные цели? Как протянутся маршруты?

На макушке Земли Может быть, имеет смысл хоть накоротке, так сказать, оглядеться вокруг, стоя на макушке Земли, как на наблюдательной вышке? Пожалуй, именно с этого, с обзора своих безбрежных «угодьев», и должны начинаться рачительные «хозяева» космоса.

Пусть не волнуется читатель: мы не собираемся снова, в который раз, давать описание Солнечной системы, повторяя научно-популярные книги по астрономии. Наша цель иная — попытаться мысленным взором представить себе возможные трассы будущих космических кораблей всех классов и назначений.

Геокосмический флот Наиболее многочисленным, вероятно, всегда будет, как и теперь, флот, который можно назвать геокосмическим. Его корабли в своем движении в космосе будут постоянно связаны с Землей невидимыми, но вполне реальными и прочными нитями тяготения, которые будут либо заставлять геокосмические корабли непрерывно кружиться вокруг Земли на сравнительно небольшом расстоянии, либо возвращать их к ней после значительного удаления.

Мы уже хорошо знаем геокосмические корабли — ведь это и есть всем известные искусственные спутники Земли. Спутники движутся обычно на сравнительно близких орбитах, но некоторые удаляются от Земли на 200—250 тысяч километров. Существует ли какое-нибудь предельно возможное удаление спутников Земли, или они могут удаляться от нее как угодно далеко, а потом снова и снова возвращаться?

Оказывается, предельное удаление существует. Стоит космическому кораблю перейти невидимый барьер, как силы земного тяготения оказываются не в состоянии более удерживать корабль. Они, конечно, не исчезают вовсе — их действие простирается неограниченно во всех направлениях, но величина становится в конце концов исчезающе малой. Будь Земля единственным небесным телом в космосе, никакого предельного удаления искусственных спутников не существовало бы. В этом случае спутники двигались бы вокруг Земли и на сколь угодно больших расстояниях. С ничтожно малой скоростью, но двигались именно вокруг Земли, не будучи в состоянии расстаться с ней. Или уж

вовсе разрывали цепи земного тяготения, навсегда покинув околоземной космос, если бы им была сообщена достаточно большая, необходимая для этого скорость.

Невидимая сфера В действительности дело обстоит иначе. Как только космический корабль переходит некую условную границу, невидимо обозначенную в космосе действующими в нем полями тяготения, так сейчас же снова оказывается в сетях притяжения, но уже не земного. Более мощные, чем земные, пути солнечного тяготения превращают корабль снова в спутник, но теперь уже Солнца. Значит, спутники Земли могут существовать только как бы внутри невидимого шара, который называют сферой земного тяготения. На поверхности этой сферы земное тяготение сравнивается по величине с солнечным, а на еще большем удалении от Земли побеждает уже наше дневное светило, гегемон Солнечной системы. Эта критическая для спутников Земли граница находится на расстоянии примерно 940 тысяч километров от Земли. Дальше этого расстояния спутники Земли уже забираться не могут без того, чтобы не перестать быть самими собой, то есть спутниками именно Земли.

Зато внутри сферы земного тяготения спутникам Земли раздолье. Тут возможны любые трассы, любые орбиты, не нарушающие, разумеется, общих законов небесной механики. Правда, за одним исключением, причиной которого является Луна.

Она тоже находится внутри сферы земного тяготения, и в этом нет ничего неожиданного, ведь и Луна — спутник Земли. Только не искусственный, а естественный, природный.

Спутник спутника спутника... Пути-дороги искусственных спутников Земли не должны, конечно, пересекаться с Луной, движущейся по своей извечной трассе. Ведь подобное пересечение будет означать преждевременную гибель спутника. Разумеется, «космонавтическая» роль Луны этим вовсе не исчерпывается, роль эту трудно переоценить. О ней будет идти речь в книге. Сейчас же хочется обратить внимание еще на один возможный тип космических маршрутов внутри сферы земного тяготения — траектории, которые полностью определяются именно Луной. Эти траектории — орбиты различных искусственных спутников Луны, первым из которых была наша советская «Луна-10». Да и сама идея создания спутника спутника тоже возникла в нашей стране; она высказана одним из пионеров отечественной космонавтики — Ю. В. Кондратюком. Впрочем, строго говоря, правильнее было бы спутник спутника назвать спутником спутника спутника, ибо и Земля ведь тоже спутник — спутник Солнца.

Околосолнечных орбит, очевидно, тоже может быть бесконечно много, но все они должны находиться внутри своей, лунной сфе-

ры тяготения. Эта сфера во всем схожа с земной, за исключением того, что существенно меньше по размерам, как и подобает скромному спутнику Земли. Вот почему маршруты спутников Луны не могут лежать дальше, чем на расстоянии около 66 тысяч километров от Луны.

Итак, внутри гигантского шара радиусом 940 тысяч километров небольшая «особая» зона раз в 15 поменьше. Ну, а в остальном внутренность этого шара — сферы земного тяготения — во всем одинакова, и где бы ни оказался спутник Земли, его ждут одинаковые условия?

*Космос
не пуст*

Не совсем. Как ни «пуст» космос, эта пустота обманчива, и разные его области по-разному насыщены веществом, излучением, силовыми полями. Спутнику, движущемуся внутри сферы земного тяготения, тоже придется пересекать различные характерные области космического пространства: в одних зонах спутника встретит опасное проникающее излучение, это — радиационный пояс Земли. В других встретятся своеобразные скопления космического вещества — межпланетной пыли и мелких осколков некогда существовавших более крупных небесных тел. Подобные встречи могут оказаться случайными, но иногда они могут быть и заранее запланированы.

*«Звездные
дожди»*

Например, астрономы знают «графики» метеорных дождей — сроки появления и пути движения целых роев метеорных тел различного калибра. Ученые еще не пришли к единому мнению относительно их происхождения, хотя сходятся на том, что каждый метеорный рой представляет собой остатки распавшегося более крупного небесного тела — может быть, ядра кометы, а может, астероида. Эти скопления осколков движутся практически по одной общей орбите, той самой, по которой двигалось и породившее их небесное тело (например, метеорный поток Леонид движется точно по орбите кометы Темпла). Когда рой метеорных тел врывается в земную атмосферу, в небе разыгрывается неповторимый по красоте «спектакль» — вспыхивают сотни падающих «звезд»; его-то и называют метеорным дождем. И все многочисленные искрящиеся прочерки ночного неба исходят из одной точки (ученые называют ее радиантом). Ничего загадочного в этой точке, конечно, нет: просто там, в глубине неба, орбиты соседних микроскопических камешков, каждый из которых образует падающую звезду, сливаются для глаза в одну общую орбиту.

*Подальше
от метеор-
ных рек*

Поскольку орбиты метеорных роев, по крайней мере некоторых, известны, то встречу с ними космического корабля легко предвычислить. И, конечно, этой встречи следует избегать, ибо ничего хорошего для корабля она не обещает.

Правда, встреча, если она все же произойдет, вовсе не обязательно будет иметь катастрофические последствия. Встречи спутников с метеорным роем уже зарегистрированы, причем не обходилось без неприятностей, иной раз носивших весьма серьезный характер.

Есть в сфере земного тяготения и другие опасные места, своеобразные рифы космоса, с которыми космическому кораблю лучше не иметь дела. Два рифа одинаковой природы обнаружены совсем недавно. Сделал это польский астроном Кордылевский в 1956 году. В правильности его открытия сначала сомневались, но затем оно было подтверждено путем непосредственного фотографирования самим Кордылевским и американскими астрономами в 1961—1964 годах. В чем же суть этого открытия?

*«Особые
точки»*

Еще в конце XVIII века известным французским математиком и механиком Лагранжем были получены некоторые интересные выводы из уравнений небесной механики — науки о движении тел в космосе. Оказалось, например, что вблизи каждой из планет Солнечной системы должны существовать точки пространства, получившие название точек либрации. В любую из этих точек какое-нибудь космическое тело, например пылинки или камешек, может попасть случайно, выбраться же оттуда совсем не просто — помешает притяжение к планете и Солнцу. Но это значит, что со временем в точках либрации может собираться, колеблясь относительно них (этим и объясняется название точек либрации: по-латыни *librare* — «раскачивать»), самая разношерстная случайная компания космических «бродяг», образоваться скопление метеорного вещества. Долгое время предсказание Лагранжа о существовании точек либрации считалось одним из многих любопытных теоретических выводов, не подлежащих экспериментальной проверке. На самом деле, ведь в лаборатории на Земле точек либрации не создашь.

*Удивитель-
ные «тро-
яницы»*

И все же существование точек либрации подтвердилось. Это случилось в начале нынешнего века, когда мощные телескопы были направлены на Юпитер. Гигант среди других планет Солнечной системы, Юпитер обладает и самым мощным полем тяготения. Можно было ждать, что в «капканы», расставленные Юпитером в его точках либрации, попадет больше различной космической «дичи». Может быть, эти скопления вещества удастся даже увидеть с Земли?

Действительно, с помощью телескопов обнаружили два слабых туманных пятнышка, постоянно виднеющихся как раз там, где, по выводам Лагранжа, должны находиться две из общего числа пяти существующих точек либрации. Эти пятнышки-туманности двигались вместе с Юпитером, расположившись по обе его стороны. Их называли «тройняцами» в честь отважных воинов древней Трои: в обеих точках либрации обнаружено около 30 небольших астероидов.

Но какое отношение имеет все это к сфере земного тяготения? Ведь Юпитер-то со своими тройняцами находится далеко от нее. Оказывается, имеет, и самое непосредственное.

Вблизи Земли нет Юпитера, но зато есть Луна. И если у Солнца с Юпитером образуются точки либрации, то аналогичные точки должны существовать и в системе Земля — Луна, где роль Солнца играет Земля, а роль Юпитера — Луна. Нет ли у Луны своих тройняцев?

Туманные спутники Земли

Кордылевскому и удалось их впервые обнаружить. Сделать это было нелегко: наши собственные тройняцы представляют собой крайне слабые туманные пятнышки, едва видимые в телескоп, хотя до них гораздо ближе, чем до истинных юпитерианских тройняцев. Но они существуют и сопровождают Луну, расположившись на равном расстоянии от нее спереди и сзади. Оказывается, Земля обладает сразу тремя лунами — одной большой, всамделишной, и двумя крохотными. Правда, эти последние не являются обычными спутниками, они представляют собой не монолитные твердые тела, а облака из большого числа малых частиц, но, подобно Луне, имеют фазы.

Ученые считают, что эти облака весьма разрежены: по размерам они примерно равны Земле, а их масса составляет всего 10—20 тысяч тонн, то есть средняя плотность вещества в них, вероятно, всего лишь в 100 или от силы в 1000 раз превосходит плотность окружающей межпланетной среды, она неизмеримо меньше, чем плотность воздуха. И все же встреча космического корабля с лунным тройняцем не принесет ему ничего хорошего. Это еще один опасный риф околоземного космического пространства.

Впрочем, как это ни кажется удивительным на первый взгляд, те же тройняцы могут превратиться иной раз в спасительные пристани для искусственных спутников Земли.

Невидимые гавани

В самом деле, если точки либрации могут дать приют случайным «бродягам» космоса, то почему бы не использовать это удивительное «тихое местечко» и для космических летательных аппаратов?

Нужда в этом может появиться по самым разным поводам. Вот один пример. В нашей книге будет подробно рассказано о

многочисленных и разнообразных формах научного использования космоса. Много надежд наука связывает с возможностями, которые откроются, когда в космос удастся вывести астрономические приборы — оптические и радиотелескопы — таких размеров, о которых на Земле нельзя и мечтать. Кто знает, в какие глубины мироздания удастся заглянуть ученым с помощью подобных приборов, какие тайны природы они позволят открыть. Но вот беда: если расположить огромный радиотелескоп даже на значительном расстоянии от Земли, то она со своими вечными, довольно интенсивными радиошумами будет сильно мешать наблюдениям. Избавиться от этих шумов нельзя — для этого нужно было бы прекратить работу всех электро- и радиоустановок на земном шаре (вероятно, это невозможно даже на мгновение). Но если бы ради интересов науки человечество решилось и на подобный шаг, все равно радиошумы полностью не исчезли бы: их мощным источником являются электрические процессы в земной атмосфере — грозы, молнии и т. п. «Выключить» эти явления человеку, увы, не под силу.

Выходит, не очень уж хороши космические радиотелескопы, и астрономы зря связывают с ними свои радужные надежды? Пожалуй, если бы не помощь... точек либрации. Речь идет об одной из них; она расположена на прямой, соединяющей Землю и Луну, по ту сторону Луны, за ней, на расстоянии около 65 тысяч километров от ее центра.

На радиообсерватории, находящейся как раз в этой точке либрации (кто может помешать расположить ее именно там?), всегда и неизменно будет «земное затмение», Луна будет постоянно загораживать Землю, и астрономы на этой обсерватории никогда не смогут ее увидеть. А ведь это как раз то, о чем они только и могут мечтать! Луна будет служить мощным экраном, и радиотелескопы, оказавшиеся в «тени» за Луной, будут надежно защищены от всех земных радиошумов.

Другая точка либрации может оказаться надежным укрытием для телескопов обыкновенных, оптических. Положим, не совсем обыкновенных, ибо с телескопами современных обсерваторий у них будет общим лишь принцип получения увеличенного изображения в видимых лучах света. Что же касается конструкции и размеров, космические телескопы будут отличаться от земных. Космос открывает неповторимую возможность значительного увеличения размеров телескопа, но делать это надо с оглядкой, умело. Нужно защитить телескоп от всех сколько-нибудь интенсивных излучений, прежде всего солнечного и земного. Если об этом заранее не подумать, то под действием теплового излучения разные части конструкции телескопа приобретут разную температуру, конструкция из-за этого деформируется, перекосится, и четкого изображения получить не удастся.

И вот тут-то снова спасительной может оказаться точка либрации. Правда, на этот раз придется искать точку, которая лежала бы уже в зоне не земного, а солнечного затмения. Нужно найти небесное тело, которое полностью закрыло бы своей тенью телескоп от жгучих лучей Солнца. Конечно, лучше всего было бы использовать в качестве такого тела одну хорошо известную, ближайшую к нам планету, именно Землю. Ведь, что ни говори, а ближе Земли у нас ничего нет.

Земля

маловата

Точка либрации, лежащая на прямой, соединяющей Землю и Солнце, и находящаяся постоянно в конусе тени, отбрасываемой земным шаром, действительно есть. Однако эта тень не устроит астрономов, рассчитывающих укрыть в ней свой гигантский телескоп. Или, точнее, не совсем устроит. Оказывается, чтобы полностью прикрыть своей тенью телескоп от Солнца, Земле следовало бы быть чуточку побольше!

Как показывает простой расчет, солнечное затмение будет неполным, и астрономы на обсерватории в этой точке либрации будут постоянно видеть яркий солнечный ободок вокруг темного диска. Красивое зрелище, но не ради же него астрономы ищут зону вечного солнечного затмения! Им-то нужно иметь полное затмение, и, очевидно, в его поисках придется расстаться с Землей и отправиться, например, к Марсу. Эта ближайшая к нам внешняя планета Солнечной системы (не говоря о других, более дальних) гарантирует отсутствие каких бы то ни было солнечных лучей в своей точке либрации. Можно думать, что когда-нибудь в этой точке появится обсерватория, попасть на которую будет заветной мечтой любого земного астронома.

От Земли

к Солнцу

Однако нам пора покинуть околоземной космос и попытаться разглядеть с нашего наблюдательного пункта более отдаленные районы космического пространства. Правда, при этом заведомо

придется расстаться с льстящим нашему земному самолюбию положением в «центре Вселенной», которое мы занимали, пока речь шла о сфере притяжения Земли. Теперь, когда эта сфера становится не более чем довольно мизерным участком гораздо более внушительного района космоса — Солнечной системы, наша претензия на роль «центра» мироздания была бы просто смешной.

Итак, Солнечная система. В каких направлениях будут бороздить ее космические корабли будущего, где пролягут их трассы, куда направят они путь?

Конечно, прежде всего наше внимание привлекают гиганты в солнечной семье — планеты, спутники Солнца. Стоя на Земле, мы видим их восемь: две — ближе к Солнцу и шесть — дальше от Солнца, чем Земля. И если обзор космоса мы ведем с вышки на Северном полюсе Земли, то заметим, что бег вокруг Солнца

все планеты ведут в одном, общем для них всех направлении — против часовой стрелки. И Земля в этом отношении тоже не исключение. Да и сама она вращается вокруг своей оси в этом же, каком-то генеральном для Солнечной системы направлении. Впрочем, это касается и Солнца тоже.

И еще одну характерную для Солнечной системы особенность мы тоже, несомненно, заметим: все планеты обращаются вокруг Солнца почти в одной, общей для них плоскости, той же, в которой находится и орбита Земли. Отклонения орбит планет от этой плоскости, которую астрономы называют плоскостью эклиптики, относительно невелики, хотя в абсолютном исчислении они не так уж и малы и иной раз составляют десятки миллионов километров. Отсюда, с нашего наблюдательного пункта (читатель, надеюсь, понимает, что, собственно, простым глазом разглядеть с него нам, по существу, ничего не удалось бы), эти отклонения и не заметишь, хотя для путешествующего в космосе корабля промахнуться на столько было бы катастрофой.

Куда, к какой планете направятся первые межпланетные корабли? Без людей они летали уже и к Венере, и к Марсу, наверняка сюда же устремятся и первые космонавты. А потом придет очередь и других планет, вряд ли хоть одна из них останется в будущем без внимания космонавтики.

«Команда» спутников

Не всегда конечным пунктом назначения космического корабля будут именно планеты. Для очень многих кораблей долгий путь в космосе завершится на одном из спутников планет. Семья спутников довольно многочисленна, причем все они принадлежат внешним планетам. У Меркурия и Венеры спутников нет. Вместе с Луной всего насчитывается 32 спутника. О последнем из них узнали совсем недавно: это десятый и самый внутренний спутник Сатурна — Янус, открытый в декабре 1966 года. Правда, это открытие, сделанное французским астрономом Дальфусом и подтвержденное в январе 1967 года обсерваторией США, пока еще настораживает астрономов — они не забыли, как в 1905 году известный американский астроном Пикеринг уже сообщал об открытии десятого спутника Сатурна — Темиса, но с тех пор его сообщение так и не получило подтверждения. А ведь Пикеринг опытный «ловец» спутников, именно ему принадлежит честь открытия предыдущего, девятого спутника Сатурна. Уж не с этими ли сомнениями связано название вновь открытого, десятого спутника: ведь если в древности Янус был мифологическим богом времени, жизни, мудрости, то затем его имя стало символом лжи и двуличия.

Вполне вероятно, что существуют еще не открытые спутники. Ученые даже предполагают, что неоткрытых спутников должно быть, по крайней мере, три, по одному у Сатурна, Юпитера и

Урана. С другой стороны, некоторые из существовавших ранее спутников, вероятно, погибли. По одной из гипотез такая судьба постигла даже вторую... Луну, некогда украшавшую ночной небосвод Земли, причем произошло это всего каких-нибудь 6000 лет назад. А по другой гипотезе, высказанной зарубежными учеными и представляющей, правда, довольно сомнительной, еще одна Луна распалась на части совсем недавно, менее 20 лет назад! При ее взрыве образовалось, как считают авторы гипотезы, несколько «мини-лун». К сожалению, высказать подобную гипотезу несравненно легче, чем ее подтвердить.

Тайна, раскрытая мимоходом

Почти все спутники планет движутся в той же плоскости, в которой сами планеты обращаются вокруг Солнца. Почему, собственно говоря? В природе нет ничего беспричинного, нужно лишь уметь и, конечно, хотеть найти причину.

Удалось, судя по всему, разгадать и эту загадку природы, и помогла это сделать космонавтика. Да и то почти случайно. Мы потом еще не раз будем говорить о тайнах природы, раскрытых космонавтикой, — как ни молода эта наука, ею одержано много замечательных побед в изучении Вселенной.

В данном случае помогла «Луна-3» — автоматическая межпланетная станция, впервые сфотографировавшая невидимую с Земли сторону Луны. Траектория полета станции к Луне лежала в плоскости, почти перпендикулярной той, в которой движутся Земля и Луна. Можно было предположить, что, облетев Луну и выполнив возложенные на нее задачи, станция вернется к Земле и станет ее очередным искусственным спутником. Но детальный расчет траектории показал (и это затем подтвердилось в действительности), что из-за сильного отклонения от эклиптики станция не может стать спутником Земли, а упадет на нее, прекратив свое существование. Значит, и естественные спутники планет с подобной «недозволенной» траекторией, если они и существовали когда-нибудь, должна была постигнуть та же судьба. Так «мимоходом» была разгадана и эта тайна природы.

Крохотные планетки

Однако не только большие планеты и их спутники будут привлекать внимание космонавтики. Маршруты многих космических кораблей закончатся у других небесных тел, входящих в Солнечную систему. В первую очередь это, вероятно, коснется астероидов — крохотных сестричек больших планет. Они тоже обращаются вокруг Солнца по орбитам, в большинстве своем лежащим между орбитами Марса и Юпитера. Именно в «зазоре» между этими двумя планетами астрономы давно искали «недостающую», как им казалось, планету — зазор был слишком велик. Но когда эта планета была действительно открыта (это случилось 1 января 1801 года), то она оказалась удивительно малой

по размерам. Потом в этом же зазоре были обнаружены и другие, еще более крохотные планетки — самая первая до сих пор является рекордсменом по величине среди тех примерно 1750 астероидов, орбиты которых к настоящему времени точно определены. А общее число доступных наблюдению астероидов достигает, как предполагают ученые, почти полутора ста тысяч.

Обычно считалось, что астероиды образовались при разрушении существовавшей здесь большой планеты, но недавно появились некоторые основания думать, что речь может идти о процессе образования новой планеты. Пока решить это невозможно.

Диаметр наибольшего из астероидов, открытого раньше других, — Цереры — равен примерно 780 км.

Некоторые из астероидов подходят сравнительно близко к Земле: например, Икар в июне 1968 года приблизился на расстояние менее 6,4 миллиона километров. Столь пустяковое по космическим масштабам расстояние заставило даже взволноваться некоторых астрономов — а вдруг астероид непростительно «промахнется» и угодит в земной шар?!

*Визит
на Икар
и кометы*

Конечно, посетить на космическом корабле Икар или какой-нибудь другой из астероидов было бы крайне интересно. Сколько тайн внутреннего строения самой Земли мог бы раскрыть визит на осколок некогда погибшей планеты!

Никак не меньший интерес представит собой и космическая «экскурсия» на одно из весьма многочисленных (по подсчетам астрономов, их наблюдается около 40 миллионов!) небесных тел Солнечной системы, имеющих совсем другой характер. Речь идет о «косматых звездах», удивительных и далеко еще до конца не раскрывших свои тайны кометах. Эти «бродяги» космоса, пересекающие его в самых неожиданных направлениях, но рано или поздно возвращающиеся все же к Солнцу, едва ли не самые загадочные тела в Солнечной системе. Не удивительно, что уже теперь ученые думают о «перехвате» комет.

*В погоню
за небесными
камнями*

Небезынтересен и другой возможный космический «перехват» одного из бесчисленного множества метеорных тел, этой небесной «мелюзги». Космонавтика уже имеет немалый опыт подобного «перехвата», правда самых крохотных, так называемых микрометеорных тел.

Зарегистрированы и отдельные столкновения с более крупными метеорными частицами, результатом чего был выход из строя важнейшего оборудования спутника. Когда мы говорим о «перехвате» крупных метеорных тел, то, разумеется, вовсе не имеем в виду столкновение с ними. Речь о другом.

В будущем крупные метеорные тела могут заинтересовать космонавтику прежде всего с чисто научной точки зрения. Всег-

да интересно изучить космическое тело непосредственно в космосе, до его близкого «знакомства» с земной атмосферой и падения на Землю, где в лучшем случае, даже при удаче, астрономам достаются лишь оплавленные осколки.

Однако, хотя это может показаться и несколько неожиданным, интерес к крупным метеорным телам может быть и вполне утилитарным. Мы не имеем в виду погоню за космическими сокровищами, за телами, целиком состоящими из платины или золота, да еще с вкраплением крупных алмазов. Хотя их существование и не исключено (ведь алмаз обнаружен в одном из метеоритов, упавших на Землю), и охота за ценной космической «дичью» вполне себя оправдала бы, по крайней мере в некоторых случаях. Речь идет о другом. Может быть, в космическом океане платина или алмазы вообще окажутся ничуть не более ценными, чем обыкновенный камень или железо рядовых метеоритов. Потому что главную ценность в космосе может представить именно вещество само по себе, поскольку оно может быть использовано в качестве своеобразного «топлива» двигателей космических ракет.

Чтобы изучить какое-нибудь крупное метеорное тело, такую многотонную глыбу, летящую в космосе, или заарканить ее для «переработки» в космическом двигателе, нужно, очевидно, что скорость корабля оказалась практически равной скорости самого метеорного тела, причем это касается и величины, и направления скорости. Иначе неизбежен опасный для корабля удар. А уж потом, после подобной «стыковки», корабль может снова лечь на свой курс, расставшись с метеорным телом или прихватив его с собой, в зависимости от необходимости.

Куда протянутся трассы космических кораблей — охотников за метеорными телами, предугадать трудно. Ведь за их траекториями никто пока не следит, да и разве уследишь. В будущем, может быть, и удастся разведывать крупные метеорные тела и устанавливать орбиты некоторых из них, чтобы потом запланировать встречу. Но более вероятна своеобразная «свободная охота», когда встреча с «дичью» заранее не предопределена. Можно лишь с уверенностью сказать, что наиболее частыми подобные встречи окажутся в поясе между Марсом и Юпитером, причем по-прежнему в плоскости эклиптики, в которой сосредоточено практически все вещество Солнечной системы.

Однако значит ли это, что все без исключения космические маршруты будут лежать обязательно в плоскости эклиптики? Вовсе нет. Хоть и гораздо реже, но иногда космические корабли будут выбираться из этой плоскости, причем мы не имеем в виду кратковременный полет, как к Луне, который может совершаться, да уже и совершался, вовсе не в плоскости эклиптики.

Большой интерес для науки представляют дальние вылеты из плоскости эклиптики. Ведь свойства космоса в этих «внеэклиптических» областях, вероятно, в чем-то иные. Правда, совершение подобных полетов потребует больших затрат топлива. Но, разумеется, это не остановит космонавтику.

К Солнцу Ну что же, кажется, мы исчерпали все возможные маршруты в околосолнечном космосе? Э, нет, один пропустили, и очень важный. Это маршрут к Солнцу. Разве наше дневное светило, единственная доступная нам пока звезда, имеет меньшее право на изучение, чем всякая космическая «мелюзга», неразрывно связанная с родоначальником и главой всего многочисленного «солнечного семейства»? Никак не меньшее, более того — Солнце всегда будет для людей космическим объектом номер один. Ведь оно — основа жизни на Земле, и точное знание сложнейших явлений грандиозного масштаба, происходящих на Солнце, необходимо ученым, исследующим Землю и все, что на ней происходит. Необходимо оно и космонавтике, ибо именно от Солнца в первую очередь зависит «погода» в окружающем нас космосе.

Конечно, посадку на Солнце не совершишь: задолго до приближения к бурлящей поверхности гигантского раскаленного газового шара, каким является Солнце, любой космический корабль испарится под действием палящих лучей. И все же не один корабль будет стремиться приблизиться к роковому барьеру, чтобы оказаться как можно ближе к поверхности Солнца, «чиркнуть» по ней. Как много новых сведений о происходящих на этой поверхности процессах получит при этом наука! Значение этих сведений поистине невозможно переоценить.

Ну, вот теперь, пожалуй, мы уже заглянули во все уголки околосолнечного космоса. А где, собственно, заканчивается эта область космического пространства? Есть ли «сфера солнечного тяготения», подобная земной?

*Еще одна
невидимая
сфера*

Поскольку Солнце — рядовая звезда среди более чем сотни миллиардов других звезд нашей Галактики, то, очевидно, сфера действия солнечного тяготения не безгранична. Где-то в пространстве, в каком бы направлении от Солнца ни держал свой путь космический корабль, он обязательно достигнет рубежа, на котором притяжение к Солнцу уравнивается притяжением к другой звезде. Это и будет поверхностью сферы солнечного тяготения. Только внутри этой сферы главенствующим будет притяжение к Солнцу, вне ее — к какой-нибудь иной звезде. Впрочем, сферой эту область можно назвать только условно, в действительности она имеет весьма причудливые пространственные очертания. Ничего не поделаешь, звезды окружают наше Солнце вовсе не равномерно со всех сторон: где-то они

подступают ближе, а где-то удалены на гораздо большие расстояния.

Ближайшая к Солнцу звезда — Проксима (что по-латыни и есть «Ближайшая») — находится в созвездии Центавра. Расстояние до Проксимы Центавра равно примерно 4,26 светового года. Огромное расстояние, если судить по масштабам Солнечной системы, но «рукой подать», если иметь в виду размеры всей Галактики. Ведь ее максимальный поперечник превышает 100 тысяч световых лет, он примерно в 25 тысяч раз больше, чем расстояние до Проксимы.

Если считать, что Солнце и Проксима обладают одинаковыми по интенсивности полями тяготения, то граница сферы солнечного тяготения пройдет как раз на полпути между обеими звездами. Поэтому сферу солнечного тяготения можно очень условно считать шаром с радиусом примерно 15 тысяч миллиардов километров, в центре которого находится Солнце. Как велик этот шар в сравнении с Солнечной системой?

Обычно размеры Солнечной системы считают по орбите наиболее удаленной планеты — Плутона. Среднее расстояние Плутона от Солнца — около 5,9 миллиарда километров. Выходит, сфера солнечного тяготения больше Солнечной системы примерно в 2600 раз. Если представить себе эту сферу в виде шара, едва уместящегося в обычной комнате, то есть имеющего диаметр примерно 3 м, то Солнечная система превратится в тончайший крошечный прозрачный диск диаметром примерно 1 мм в центре шара. Точнее, в самом-то центре расположится яркая точка Солнца. Это действительно будет точка, потому что ее размеры еще примерно в 4 тысячи раз меньше крошечного диска — Солнечной системы, то есть равны примерно 2—3 десяти-тысячным долям миллиметра. Не светись эта точка, мы бы ее и не разглядели внутри нашего прозрачного шара.

Мы не знаем, с чем может встретиться космический корабль, путешествуя внутри сферы солнечного тяготения за пределами Солнечной системы. Свойства этой области космического пространства пока не известны. Не исключено даже, что Плутон — не последняя планета Солнечной системы, что истинная последняя (или последние?) находится где-то за Плутоном. Высказывается и такое предположение, что именно там, на периферии Солнечной системы, расположено таинственное «кометное кольцо». По этой гипотезе, на огромном удалении от нас во мраке космического пространства (ведь отсюда Солнце кажется лишь яркой звездой) вокруг Солнца медленно движется хоровод огромных глыб замерзших газов и космической пыли. Когда мы говорим «медленно», то имеем в виду космический

*Точка
в центре
шара*

*Хоровод
будущих
комет*

масштаб скоростей: если Земля движется по своей орбите вокруг Солнца со скоростью 30 км/сек, то скорость движения любого тела, а значит, и замерзших комет по орбитам, лежащим за Плутоном, будет меньше 4,7 км/сек (с такой скоростью движется сам Плутон). Как видите, эта «малая» скорость все еще в 4 с лишним раза превосходит орбитальную скорость Луны в ее движении вокруг Земли.

Легко сообразить, что чем больше орбитальная скорость, тем, очевидно, больше и сила притяжения. Луна, например, оттого и остается на одном и том же расстоянии от Земли, что, двигаясь по орбите, она на столько же удаляется каждую секунду от Земли, на сколько приближается к ней в своем ни на мгновение не прекращающемся падении на нее под действием силы тяжести. Стоит нарушиться этому установившемуся равновесию, как тотчас же Луна покинет свою орбиту.

Но тогда, значит, бо́льшая, чем у Луны, орбитальная скорость Плутона и даже комет, находящихся еще дальше от Солнца, свидетельствует о том, что и на этих огромнейших расстояниях Солнце притягивает к себе все тела все же сильнее, чем Земля притягивает Луну. Только на еще гораздо большем расстоянии, примерно 130 миллиардов километров, Луна двигалась бы вокруг Солнца с той же скоростью, с какой движется теперь вокруг Земли. Далеко же простирает Солнце свои цепкие гравитационные руки...

Но вернемся к «кометному» поясу Солнечной системы — поясу, через который, если он существует на самом деле, неизбежно придется проникнуть любому звездолету, расстающемуся с Солнцем. Вероятно, задолго до первого межзвездного полета автоматические разведчики космоса будут посланы и к этому таинственному поясу, чтобы убедиться в его существовании. Подтверждение или опровержение гипотезы о кометном кольце представляло бы очень большой интерес для науки. По этой гипотезе комета появляется на нашем небе тогда, когда одна из огромного множества замерзших газопылевых глыб кольца по какой-либо причине покидает его и приближается к Солнцу. Тепло солнечных лучей заставляет испаряться замерзшие газы, и ранее невидимая бесформенная глыба превращается в удивительное небесное явление — комету, светящийся хвост которой иной раз перечеркивает чуть ли не весь небосвод.

*Еще
планеты?*

Не меньший интерес представило бы открытие еще одной внешней планеты Солнечной системы (а может, и не одной?). К сожалению, шансы такого открытия с Земли с помощью телескопов очень уж малы, и практически все надежды связаны здесь именно с космонавтикой. Помочь может и телескоп на какой-нибудь космической обсерватории, и, разумеется, полет кос-

мического корабля в непосредственной близости от новой планеты.

Представьте себе планету где-нибудь поближе к границе сферы солнечного тяготения. Что из того, что это будет медленно движущийся в космосе замерзший, обледеневший мир без атмосферы, неуютный и безжизненный? Уже само наличие большой массы вещества на огромном удалении от Солнца было бы истинным подарком для космонавтики. Ведь нужда в веществе для работы двигателей может оказаться главным препятствием на пути осуществления звездной экспедиции. Не исключено поэтому, что именно на сверхудаленной гипотетической планете, а если ее не окажется, то на Плутоне, будет расположен последний «привал» звездолетчиков перед стартом в неведомое.

К звездам А полет к звездам будет действительно во всем встречей с неведомым — слишком мало знает наука о свойствах далекого космоса. Но и то немногое, что узнали о нем ученые, можно считать беспримерным научным подвигом. Ведь эти сведения получены о веществе, находящемся на невообразимо больших расстояниях, и добыты лишь с помощью ничтожно слабых лучей света и столь же слабых радиоволн.

Земные телескопы — оптические и радио — уловили эти едва ощутимые сигналы, идущие на Землю из глубин космоса, а ученые сумели их расшифровать, раскрыв немало сокровенных тайн природы. Стал известен химический состав и физические условия на множестве звезд, выяснены многие свойства крайне разреженного межзвездного газа, сделаны выводы фундаментального значения о развитии и общих свойствах окружающего нас макрокосма — мира большой Вселенной.

Мы теперь знаем, что на пути к звездам космическому кораблю придется пересекать колоссальные пространства с почти идеальным вакуумом. Как считают ученые, плотность вещества в межзвездном пространстве равна в среднем примерно 1 атому на 1 см^3 пространства (недавно на ученом симпозиуме один американский астрофизик настаивал, правда, на 7 атомах в 1 см^3 , но соглашался и на... 3!). Лишь на некоторых направлениях корабль встретит так называемые туманности, газовые или газопылевые, представляющие собой скопления вещества огромной протяженности. Но даже и в туманностях будет содержаться не более сотен атомов на кубический сантиметр — все еще почти в миллиард миллиардов раз меньше, чем в обычном воздухе.

Трудно сейчас сказать, как будет относиться космонавтика к встрече с туманностью. Может быть, звездолеты будут настойчиво искать таких встреч (помните, как остро необходимо вещество для работы двигателей корабля?) или, наоборот, столь же настойчиво избегать их в связи с опасностью, которую при

огромных скоростях движения звездолета представляет собой встреча даже со столь разреженным веществом. Не исключено, что корабль будет равнодушно пересекать туманность, ничем особенным не реагируя на эту встречу.

*Расширяется
или пульси-
рует?*

Еще разреженнее, чем внутри нашей Галактики, вещество, расположенное за ее пределами, заполняющее пространство между галактиками. Но именно этот межгалактический газ, несмотря на свою крайнюю разреженность, и составляет, вероятно, основную массу вещества во Вселенной.

Скопления плотного вещества, например в звездах, занимают ничтожную часть общего пространства: это крохотные крупинки в океане почти пустого космоса. Плотность межгалактического газа, о котором пока наука почти ничего не знает, и есть, по существу, средняя плотность вещества во Вселенной. А эта средняя плотность играет, по-видимому, главную роль и в истории, и в дальнейших судьбах Вселенной. По крайней мере, так утверждает созданная А. Эйнштейном общая теория относительности, или, точнее, полученные советским физиком А. Фридманом и общепринятые в настоящее время космологические выводы из этой теории.

Мы живем в непрерывно расширяющейся Вселенной, о чем свидетельствует «разбегание», удаление всех видимых галактик.

Но всегда ли существовало расширение и всегда ли будет оно длиться? Оказывается, ответ на этот важнейший вопрос и зависит от средней плотности вещества во Вселенной. Если в 1 м^3 межгалактического газа содержится примерно менее десятка атомов, то расширение Вселенной необратимо и будет длиться бесконечно. Если же этот роковой рубеж «магической плотности», как ее иногда называют ученые (это еще примерно в миллион раз меньше, чем в почти идеальном вакууме межзвездного пространства!), будет перейден, то судьба Вселенной сложится иначе. За нынешним расширением через 2—3 миллиарда лет последует сжатие до невообразимых начальных плотностей, затем снова расширение... Вселенная будет, как говорят, пульсирующей.

Разумеется, речь здесь идет о сроках, несоизмеримых с длительностью человеческой жизни. Нам с вами «пульсировать» не придется. Но мы не эгоисты, и нас не могут не волновать судьбы Вселенной. Пожалуй, только космонавтика сможет, наконец, выяснить вопрос о плотности межгалактического газа. Нет, не путем экспедиции за пределы Галактики, а с помощью мощных телескопов, вынесенных за пределы мешающей атмосферы и способных уловить коротковолновое излучение, которое, вероятно, испускается атомами в межгалактическом пространстве. Первые подобные попытки были произведены советскими учеными, установившими на межпланетных станциях «Венера» особые прибо-

ры — счетчики ультрафиолетовых квантов, способные поймать излучение далекого межгалактического газа и дать так необходимые науке сведения о его количестве.

Лоции космоса

Когда-нибудь будут составлены лоции далекого космоса, указывающие штурманам космических кораблей и наивыгоднейшие маршруты, и опасные области, своеобразные рифы и отмели океана космического пространства. Грозными эти области могут оказаться из-за скоплений вещества, или опасных, проникающих излучений, или необычных свойств пронизывающих их силовых полей, да мало ли еще из-за чего... Пока все это — сплошная неизвестность.

Зато уже теперь многое известно о том, куда именно и почему с охотой направили бы свой путь звездолеты. Конечно, пройдут столетия, пока начнется первая звездная экспедиция, если только космонавтика и в этом не преподнесет сюрприза осторожным пророкам. Еще многие столетия после этого звездные полеты будут осуществляться только внутри нашей Галактики — слишком уж она велика. Впрочем, целей для звездных экспедиций и в Галактике практически бесконечно много, начиная от инопланетных цивилизаций, мечта о встрече с которыми будет всегда манить вперед космонавтов, и кончая разными особенными звездами, отличающимися от нашего «будничного» Солнца.

За пределы Галактики

А где-то во тьме грядущих веков таится, несомненно, и первый внегалактический полет. Когда-нибудь наступит волнующий (космонавтика никогда не перестанет волновать людей, каковы бы ни были ее свершения) момент старта корабля, направляющегося к какой-нибудь из ближайших галактик. Почти наверняка этот корабль будет стремиться вырваться из пределов Галактики в свободное пространство космоса по кратчайшему пути, поперек того гигантского «блина», на который похожа наша звездная система. Ведь если наибольший размер — поперечник Галактики — достигает примерно 100 тысяч световых лет, то другой наибольший размер — толщина «блина» — в три с лишним раза меньше и составляет примерно 30 тысяч световых лет. Ну, а в той окраинной области Галактики, где находится наше Солнце, ее границы находятся еще ближе. Ну прямо рукой подать, какие-нибудь сотни световых лет... Вот их-то и придется, вероятно, пересечь первому межгалактическому кораблю.

Но, может быть, все будет не так, и к тому времени, через века, наука шагнет так далеко вперед, что люди будут вспоминать о современной космонавтике и даже ее далеких планах не иначе как с улыбкой? Может быть, будут раскрыты новые тайны природы, и человек научится управлять наряду с другими стихиями также и временем и пространством? Может, эти грядущие

открытия позволят запросто переносить космические корабли с их экипажем (или даже экипаж без корабля?!) по каким-то неведомым извилам побежденного пространства — времени в далекие уголки космоса?!

Может быть. Человек еще только прикоснулся к безграничному океану знаний, наука пока, по существу, лишь подбирает то, что лежит на самой поверхности, что очевидней и проще. Впереди — прогресс, который трудно даже представить себе. Но прогресс этот неизбежен, ибо таковы ум, воля, гений человека.

* * *

Полтора десятка лет назад вышла в свет книга «Путешествие к далеким мирам». Она была посвящена космонавтике, и все в ней было написано в будущем времени. Ведь тогда о полете в космос лишь мечтали.

Подумать только: еще никто не слыхивал ни о спутниках, ни о лунниках, не было ни полета Ю. А. Гагарина, ни космической прогулки А. А. Леонова, ни первых людей на Луне! Еще никто на свете не знал, что Земля окружена ореолом взвихренных заряженных частиц, ни один человек не мог сказать ничего путного о невидимой стороне Луны. Все эти и многие другие волнующие тайны природы, раскрытые ныне космонавтикой, были еще за семью печатями.

Теперь-то уж, наверное, никто не станет спорить, что космонавтика — величайшее достижение науки и техники. Никто, пожалуй, не станет отрицать и того, что космонавтика развивается такими темпами, которых история еще не знала.

Однако и теперь еще люди по-разному оценивают и роль космонавтики в научном прогрессе, и ее значение для будущего человечества. Даже ученые высказывают по этим вопросам иной раз диаметрально противоположные мнения.

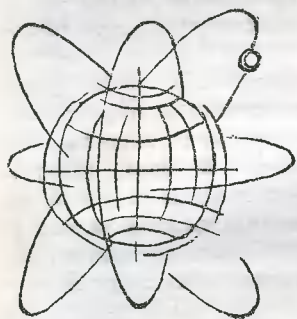
Вот почему в эпоху столь блистательного взлета космонавтики попытка заглянуть в ее будущее не менее интересна, чем пятнадцать лет назад, еще до начала штурма космоса. Пожалуй, теперь для путешествия в будущее космонавтики даже несравненно более подходящий момент — накопленные немалые знания позволяют сделать этот «вояж» и более дальним, и, главное, более обоснованным, достоверным.

Впрочем, может быть, не стоит преуменьшать трудностей, стоящих перед автором, с мыслью о подобном путешествии начинающим книгу. Хоть он это делает не впервые, каждый новый экскурс в неведомое сопряжен с большим волнением. Уж очень не просто в наше время увидеть контуры науки будущего, в особенности столь быстро развивающейся, как космонавтика. Может быть, читатель сам придет к подобному выводу, сравнив

эту книгу с той, первой. Но, прочтя их обе, он, как хочется думать автору, убедится, что научный прогноз вполне возможен и в космонавтике. Во всяком случае, многое из того, что казалось фантастическим в книге, написанной полтора десятка лет назад, уже давно подтверждено жизнью.

В этой книге три части. Первая из них рассказывает о современной космонавтике, о могучей космической технике, и уже созданной человеком, и той, над которой еще только работают ученые. Даже простое сравнение технического оснащения, которым располагает наука теперь, штурмуя космос, и располагала в начале космической эры, отчетливо показывает, как возмужала космонавтика за эти немногие годы. Во второй части книги речь идет об успехах в штурме космоса, одержанных в первые годы космической эры, об уже раскрытых тайнах космоса и его начавшейся практической службе людям. Последняя, третья часть посвящена будущему космонавтики, ближайшему и более отдаленному.

Автору хотелось показать в книге неразрывную связь будущего развития человечества с выходом его в космос. Все значение проникновения в космос для исторических судеб человеческого общества понимается далеко не всеми. В этом смысле нынешняя ситуация оказывается в какой-то степени похожей на существовавшую накануне первого прорыва человека в космос в 1957 году. А ведь как важно, чтобы истинную роль космонавтики правильно представляли себе и оценивали миллионы людей!

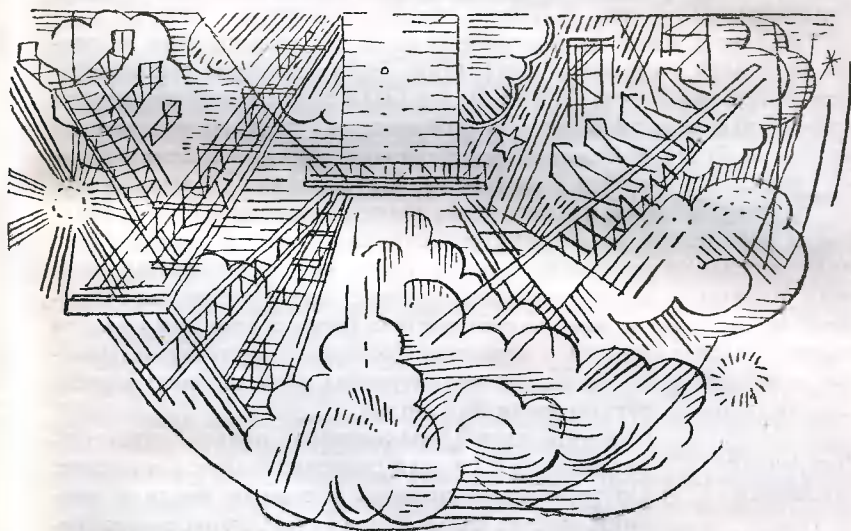


ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

*О космической технике,
открывшей человеку путь
в мировое пространство*



МОГУЧАЯ КОСМИЧЕСКАЯ...



ЛОКОМОТИВЫ ВСЕЛЕННОЙ



космонавтика... Что это такое?

Сегодня подобный вопрос кажется странным. Ведь любой школьник знает, что космонавтика связана с полетами в космическом пространстве. И невольно забывается, что весь космонавтический «опыт» человечества приобретен за какие-нибудь последние 14—15 лет.

От фантастики к науке

А до этого у абсолютного большинства людей со словом «космонавтика» были связаны представления о чем-то сугубо фантастическом. Полет на Луну? Ну как же, у Жюль Верна в снаряде трое. Да еще собака, кажется. Как его, главного-то... Ну да, Барбикен!.. Межпланетные сообщения? Это у Герберта Уэллса, марсиане прилетают на Землю. Страшно так...

На этом уровне человечество пребывало в течение всей первой половины нынешнего, XX века, как и столетия до этого. А между тем уже в самом начале нашего века, собственно, даже на грани прошлого и нынешнего столетий, были заложены основы космонавтики как науки. И как бы ни были грандиозны свершения космонавтики настоящего и в особенности будущего, человечество всегда будет благодарно ее основоположнику — замечательному советскому ученому Константину Эдуардовичу Циолковскому.

В истории науки космонавтика играет столь же важную роль, как и революция в астрономии, осуществленная в средние века великим сыном польского народа Николаем Коперником. Ведь если Коперник заменил старые, наивные, по существу, еще библейские взгляды на небо как на обитель бога современными научными представлениями о строении Солнечной системы, о планетах и их движении, то Циолковский указал путь человеку в небо, сделал планеты досягаемыми для людей.

Патриарх космонавтики

Конечно, идеи Циолковского создали лишь теоретическую базу для будущих полетов в космос. Потребовалось полвека развития науки и техники, нужна была Великая Октябрьская социалистическая революция, чтобы эти идеи смогли

быть претворены в жизнь в нашей стране, чтобы начался действительный штурм космоса.

Но как в эти первые годы космической эры человечества, так и во все будущие времена роль идей Циолковского всегда была и будет фундаментальной. И можно лишь поражаться, с ка-

кой гениальной прозорливостью удалось Циолковскому не только впервые сформулировать основные проблемы и задачи космонавтики, но и безошибочно указать верные, неизменно подтверждаемые практикой пути их решения. Разумеется, жизнь всегда оказывается сложнее любых схем и прогнозов, и космонавтика не представляет собой исключения в этом смысле, однако правильность основных предвидений Циолковского будет восхищать людей во все времена.

Особенно поразительными открытия и труды Циолковского кажутся на фоне того времени, когда он жил и работал. Нет ничего удивительного в том, что жители заштатного Боровска или провинциальной Калуги начала XX века считали Циолковского беспочвенным мечтателем и странным чудачком. Ведь увлекавшие его идеи были далеки от всего, что волновало российских обывателей. Лишь великие русские ученые Д. И. Менделеев, А. Г. Столетов, М. А. Рыкачев и другие понимали и поддерживали скромного учителя математики и физики, исследования которого на полвека опережали свое время.

*Фомы
неверные
от науки*

Да что говорить о том времени, о калужских обывателях и консервативном царском правительстве, ничем не поддерживавшем работы Циолковского. Шли годы и даже десятилетия, а гениальные идеи Циолковского, основные теоретические положения космонавтики, доказанные им, воодушевляли только отдельных энтузиастов науки. И даже тогда, когда одиночки объединились в быстро крепнущие группы и коллективы исследовательских институтов и конструкторских бюро, претворявших в металл идеи основоположника космонавтики и готовивших первый прорыв в космос,— даже и тогда не только обыватели, но и многие ученые не принимали всерьез космонавтику.

Более того, кое-кто из ученых начисто отрицал самую возможность космического полета, будто и не было вовсе открытий Циолковского.

Вот, например, что писал Мултон, профессор из университета города Чикаго, в США, через три с лишним десятилетия после опубликования основной работы Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Это «пророческое» высказывание американского профессора относится к 1935 году: «Нужно заявить, что нет ни малейшей возможности межпланетного полета. Нет признаков энергии, необходимой для преодоления земного тяготения. Нет теории, которая вела бы нас в космосе к другому миру. Нет средств перевозки больших количеств кислорода, воды и пищи, необходимых в столь длительном путешествии. Неизвестен способ посадки корабля на другой планете».

Как видите, на все вопросы категорическое «нет». Короче го-

воря, «ни малейшей возможности». И главное — «нет теории». А ведь все эти и многие другие действительно фантастические сложности проблемы космического полета были давным-давно блестяще решены Циолковским. И уже не только в теории, но и на практике начинался штурм космоса. В частности, взлетели в небо первые советские ракеты, скромные прообразы будущих могучих «Востоков».

И Мултон не был одиноким в своем заскоруждом пессимизме. В высказываниях подобного рода недостатка не было. Солидный научный журнал, каким является английский «Нейчур» («Природа»), писал в 1936 году по поводу выхода в свет книги «На ракетах через космос», принадлежащей перу английского же ученого, основателя Британского межпланетного общества, Клеатора: «Весь процесс, схематически рассмотренный в рецензируемой книге, сопряжен с трудностями столь решающего характера, что мы вынуждены отвергать эту идею, как не осуществимую в своей основе, невзирая на настойчивые призывы автора отбросить предубеждения и вспомнить, что полет на аппаратах тяжелее воздуха тоже считали невозможным, пока он не был осуществлен на практике. Подобные аналогии могут быть ошибочными, и мы полагаем, что именно так обстоит дело в данном случае». Как говорится, тут ни убавить, ни прибавить... А ведь рецензия была написана видным английским ученым — астрономом Ван дер Вулли.

Еще позже, уже в 1941 году, другой астроном, на этот раз канадский, Д. Кемпбелл, писал в научном журнале буквально следующее: «...было бы слишком оптимистично считать, что ракетный полет сейчас кажется менее отдаленным, чем телевидение 100 лет назад».

И уже совсем недавно, в 1955 году, весьма известный английский ученый, специалист по прогнозированию науки Д. Томсон заявил: «В настоящее время возможности путешествий в мировое пространство больше привлекают, по-видимому, школьников, чем ученых».

Но если так, то это делает честь школьникам, ибо всего через 6 лет после этого из космоса донесся голос Юрия Гагарина!

Генеральная проблема О трудах Циолковского и других пионеров космонавтики, русских и зарубежных — Цандера, Кондратьюка, Рынина, Оберта, Годдарда, Пельтри и еще многих и многих, — уже не раз рассказывалось в опубликованных у нас книгах, в том числе и книгах автора¹. В этой главе речь пойдет лишь об одной,

¹ «Путешествие к далеким мирам» («Детгиз», 1960); «Двигатели невиданных скоростей» («Машиностроение», 1965); «Электрические межпланетные корабли» («Наука», 1970); «Человек осваивает космос» («Знание», 1968) и др.

но самой важной задаче космического полета, с блеском решенной Циолковским. По существу, именно это решение и стало научным фундаментом космонавтики. Речь идет о главной трудности на пути в космос — силе земного тяготения.

О том, что такая сила существует, люди узнали со времен Ньютона, около 300 лет назад. И хотя падение яблока на голову может считаться удачей, только когда оно приводит к великому открытию, как это случилось с Ньютоном, если верить ходячей легенде, в абсолютном большинстве случаев в нашей повседневной жизни сила тяжести оказывается полезной, просто необходимой, спасительной. В этом нет ничего удивительного, ибо жизнь на Земле зарождалась и затем развивалась вплоть до своей вершины — появления человека — в постоянном присутствии силы тяжести и поэтому целиком приспособлена к ней. Более того, не будь этой силы, не существовало бы не только жизни на Земле, но и самой Земли, Луны, планет, Солнечной системы, Галактики. Не существовало бы даже и космоса, ибо «космос» — греческое слово, и означает оно «порядок», а какой уж тут порядок без силы тяжести.

Вместо космоса во Вселенной царил бы хаос.

Так что пусть уж существует сила тяжести, раз она так нужна. Правда, будь она иной раз поменьше, то это не доставило бы ничего, кроме удовольствия. Да и люди, наверное, уже давно бы освоили космос.

Авианосец на Исаакии Невидимые, но такие прочные пути тяготения, превращающие нас в узников Земли, разорвать не просто. Чтобы справиться с земным тяготением, нужно совершить немалую работу. Иногда в печати так иллюстрируют эту затрату работы: для тела массой в 1 т эта работа равноценна поднятию огромного авианосца весом 65 000 т на вершину Исаакиевского собора в Ленинграде! Вот она, плата за тяготение.

Бесплатное путешествие Интересно, что, затратив эту огромную работу, мы выведем тело массой в 1 т как раз на поверхность сферы земного тяготения. Но ведь расстояние до поверхности сферы равно всего 940 000 км, оно очень мало по сравнению с безграничными просторами космоса. Что же получается: весь дальнейший путь от Земли уже не потребует никакой затраты энергии?!

Действительно, за сферой земного тяготения движение тела с неизменной скоростью может продолжаться бесконечно долго без совершения работы. Ибо там притяжение к Земле ничтожно мало.

Нельзя забывать, что речь идет лишь о земном поле тяготения, а ведь за ним простирается сфера солнечного тяготения. Вот уж за этой сферой ничто не мешает двигаться в космосе

(если забыть о Галактике). Там путешествие на самые большие расстояния окажется бесплатным в смысле затрат энергии. Ее придется затрачивать только при желании увеличить скорость (или, наоборот, уменьшить ее). Пока скорость неизменна, движение не требует энергии, оно происходит по инерции. Вот что значит вырваться на «оперативный простор» космоса. Циолковский называл этот «открытый космос» иначе — «свободным пространством». Действительно, оно свободно и от следов атмосферы, и от каких-либо полей тяготения. Двигайся свободно в любом направлении, ничто не мешает.

До возникновения науки

Итак, любой космический полет, любое удаление от Земли обязательно связаны с преодолением силы тяжести и с неизбежной затратой большой энергии. Но как именно это можно сделать, пока еще совсем неясно.

Не удивительно, что исторически первые рецепты решения задачи были наивными — в своем развитии человечество всегда проходит через этот донаучный этап. Если нужно забраться на крышу дома, мы пользуемся лестницей, — значит, для Луны тоже нужна лестница, но повыше. На тонком стебле упрямо поднимается в небо чашечка цветка, — значит, нужно вывести такой удивительный сверхвысокий цветок, чтобы он дорос до Луны. Птицы иногда залетают высоко-высоко и как будто тают в небе. Может быть, некоторые из них долетают до Луны?..

Шли годы. Люди все правильней представляли себе свойства космического пространства. Менялись соответственно и научно-фантастические проекты лунных и разных других космических экспедиций. Заметное место среди них заняла знаменитая «Колумбиада» Жюль Верна — пушечный снаряд с тремя космическими «колумбами».

Космический прыжок

В основе проекта Жюль Верна лежит весьма здравая идея. Космос — неподходящее место для обычных прогулок, потому что он пуст, в нем нет вещества, которое могло бы служить опорой, какой обычно является для движения земля, вода или воздух. Значит, необходимую опору нужно искать на Земле! Разогнаться и так прыгнуть, чтобы перепрыгнуть весь этот неудобный космос и оказаться на Луне. Ведь чем сильнее отталкивается прыгун, тем выше получается прыжок. В рекордном прыжке спортсмена планка находилась на высоте 2 м 29 см — это ли не победа над силой тяжести! А если оттолкнуться намного сильнее?

Однако никак не удастся прыгунам поднять рекордную планку еще выше. Где уж тут мечтать о Луне — человеческие мышцы явно слабосильны для космических прыжков. И Жюль Верн совершенно в духе времени призывает на помощь человеку по-

роховые «мышцы» гигантского артиллерийского орудия. Сила, таящаяся в порохе, должна, по мысли великого фантаста, перебросить снаряд через космическую бездну.

Но Жюль Верн ошибся.

Ошибка Жюль Верна Чтобы прыжок был более высоким, спортсмен должен приобрести при толчке большую скорость. Чем больше эта начальная скорость, тем выше прыжок.

То же относится и к артиллерийскому снаряду: чем больше его скорость в момент вылета из ствола орудия, тем выше и дальше залетит снаряд. Но скорость, которую нужно сообщить космическому снаряду, чтобы он вырвался из цепей земного тяготения, очень велика — она равна примерно 11,2 км/сек и называется второй космической скоростью (при этой скорости приобретается энергия, нужная для преодоления земного тяготения).

Если начальная скорость снаряда, вылетающего из вертикально установленной пушки (помните глубокую шахту у Жюль Верна?), меньше этой, то он раньше или позже вернется на Землю, не преодолев притяжения к ней. Как показывают теория и опыт, самый лучший порох нужной скорости сообщить снаряду не сможет. Не долетит Барбикен с друзьями до Луны, как не могло стать спутником Земли ядро, выстреленное из гигантской пушки, специально сооруженной для этой цели по приказу французского короля в 1740 году и послужившей для Жюль Верна прототипом его «колумбиады».

Ну, а если порох все же разогнал бы снаряд до требуемой огромной космической скорости? Что тогда помешает снаряду добраться до Луны, счастливо завершив космический полет?

Дело не только в скорости И тут мы снова возвращаемся к скорости. Но уже не к ее величине, которая наконец-то достаточна. Оказывается, дело не только в этом, но и в том, как именно достигнута нужная скорость. Точнее, за какое время, как скоро, с каким ускорением.

Спортсмен может начать свой бег плавно, постепенно увеличивая скорость, или же рывком, резко, как поступают спринтеры — бегуны на короткие дистанции. Снаряд может приобрести свою конечную скорость в коротком или длинном стволе орудия. Если конечная скорость в обоих случаях одинакова (в действительности бывает обычно иначе: чем длиннее ствол, тем больше скорость), значит, ускорение снаряда получается разным. Ну и что же, не все ли равно снаряду?

Было бы все равно, если бы не силы инерции. Чем больше ускорение, то есть чем резче разгон, тем больше и силы инерции, или, как говорят в авиации и космонавтике, больше инерционные перегрузки. Почти наверняка каждому приходилось ощущать, иногда довольно болезненно, инерционные перегрузки при резком

разгоне, торможении или повороте. Если эти перегрузки чрезмерно велики, то сдает не только человек, но и не выдерживают и ломаются самые прочные машины.

Космический снаряд, вылетающий из «колумбиады», может быть, и удалось бы сделать довольно прочным, но каково придется членам его экипажа во главе с Барбикеном? На них при разгоне будут действовать инерционные перегрузки, в десятки тысяч раз превосходящие их собственный вес. Бедные жюль-верновские космонавты под действием веса, внезапно возросшего до тысяч тонн, превратятся в тончайшую пленку на дне снаряда!

У скептиков были основания Так понемногу вырисовывается вся сложность главной проблемы космонавтики — борьбы с силой тяготения. Чтобы космический снаряд успешно выполнил свой сложный полет, нужно сообщить ему огромную, космическую скорость, причем ускорение при этом разгоне должно быть относительно небольшим. А еще нужно, чтобы полет в нижних, плотных слоях атмосферы снаряд совершал со сравнительно малой скоростью, ибо плотный воздух оказывает значительное сопротивление полету. Только на больших высотах, где воздух очень разрежен, скорость может возрасти до нужных космических значений. И еще надо, чтобы скорость снаряда в полете, уже в космосе, могла изменяться по величине или направлению. И еще...

Ясно, насколько сложно осуществить космический полет. Да и то ведь мы говорили пока лишь об одной проблеме, правда главной, — силе тяжести, а проблем много, самых разных. Не такими уж скоропалительными, пожалуй, были категорические «нет» ученых-скептиков. Действительно, проблема космического полета казалась не просто поразительно-грандиозной, но и на самом деле неразрешимой.

На ракете В наше время все знают, как решил Циолковский проблему борьбы с тяготением, то есть задачу разгона космического снаряда, — он превратил его в ракету. Именно в древнейшей, известной с незапамятных времен простой ракете гений ученого разглядел прообраз космических кораблей будущего.

Интересно, что впервые ракета была «использована» для межпланетного путешествия еще до того, как Ньютон сформулировал закон всемирного тяготения. Это сделал известный французский писатель Сирано де Бержерак в одной из своих фантазий-утопий. Но как не раз случалось в истории, в ней оказался глубокий смысл.

Ракета и тюрьма Одним из первых серьезно предложивших использовать ракету для полета человека в небо был молодой русский народоволец студент Николай Иванович Кибальчич. В нашей литера-

туре уже не раз рассказывалось о подвиге Кибальчича. Осужденный на смерть за участие в покушении на царя, всего за несколько дней до казни он разработал проект ракетного летательного аппарата. Кибальчицем руководило горячее желание оставить людям переполнявшую его идею. Он не хотел, чтобы эта идея исчезла вместе с ним. Но что за дело было царским чиновникам до идей какого-то мятежника, да еще идей, казавшихся им и непонятными и сумасбродными. Не смог ракетный летательный аппарат пробиться сквозь каменные стены царского застенка. Идеи Кибальчича стали известны только после революции.

*Нужен
двигатель* Принцип реактивного движения, использованный Циолковским для решения главной задачи космического полета — разгона корабля, настолько хорошо известен читателю, что вряд ли стоит о нем говорить здесь подробно. Разве только еще раз напомнить о принципиальном отличии двигателей космических ракет от реактивных двигателей, установленных на современных пассажирских авиалайнерах, например гиганте «ИЛ-62», комфортабельном «ТУ-154» или сравнительно небольшом и неприхотливом «ЯК-40». Как ни совершенны эти двигатели, переносящие десятки и сотни пассажиров, тонны груза на огромные расстояния с большой дозвуковой (а если это касается нового уникального лайнера «ТУ-144», то и сверхзвуковой) скоростью, для космических ракет они не пригодны. Причина ясна — в космосе нет воздуха, необходимого для работы самолетных реактивных двигателей. Там нужны двигатели, способные работать и в космическом вакууме, — их называют ракетными.

Однако и для космоса пригоден не любой ракетный двигатель. Сирано де Бержераку ничего другого не оставалось, как оснастить свой фантастический межпланетный корабль старинными пороховыми ракетами — других тогда не было. Но, увы, в действительности порох — далеко не идеальное ракетное топливо для космических полетов, хотя и находит в космонавтике известное применение. Главный его недостаток — невозможность регулируемой подачи в камеру сгорания двигателя, как и практическая затруднительность повторного включения, без чего, как правило, сложного космического полета не совершить. Вот почему Циолковскому, чтобы заложить основы космонавтики, нужно было изобрести ракетный двигатель нового типа.

*Взлет
«небоскреба»* ...Раннее-раннее утро. Солнце еще не взошло, но небо на востоке все светлеет. Легкая туманная дымка скрывает горизонт безбрежной пустынной степи. Чуть колышется ковыль...

И вдруг оглушительный грохот взрывает небо. Даже на довольно большом расстоянии закладывает уши. Точно какой-то затянувшийся залп десятков мощных артиллерийских орудий.

И сразу же степь будто вспыхивает, по ней прокатываются сполохи багрового пламени. Что это?

Теперь все внимание приковано к тому, что происходит там, у одной из ажурных металлических башен, едва виднеющихся в предрассветных сумерках. Рядом с башней одиноко высится гигантская светлая сигара, нацеленная в зенит. Сигара окутана рвущимися из-под нее клубами дыма, пронизанными языками пламени. Вот он, источник невыносимого грохота!

Мгновение — и вибрирующий грохот, хоть это и казалось совершенно невозможным, становится еще более грозным, мучительно громким. Ярче пылают огненные облака, бушующие вокруг недвижной величественной сигары, едва не достигая где-то высоко в небе ее заостренного носка.

*«Нет
на свете,
наверное,
ничего более
впечатляюще-
го, чем взлет
космической
ракеты».*

(Ю. Гагарин)

И вот... Может быть, это только мерещится? Нет-нет, на самом деле. Сигара медленно-медленно, едва заметно поднимается в небо, как бы вырастая из гигантского огненного цветка. Подъем почти неощутим, он происходит настолько медленно и плавно, что вначале поневоле сомневаешься — да так ли это? Но с каждым мгновением сомнения тают — сигара поднимается все быстрее. Уже ее связывает с Землей лишь четко очерченный факел пламени, огненный водопад, рвущийся вниз откуда-то из недр сигары. Она

как бы поднимается на невиданном лифте из пламени и газов.

С трудом веришь в то, что видишь. Ведь размеры серебристой сигары более чем внушительны. Поставь ее рядом с одним из многих домов-башен Москвы, и, думается, сверкающий носок многосоттонной сигары будет победно выситься над крышей. Настоящий небоскреб... И он взлетает в небо?!

Взлетает. Уже различается лишь серебристая черточка с огненным хвостом жар-птицы, потом эта черточка явственно отклоняется от вертикали, отворачивает в сторону, будто стремясь навстречу первым лучам солнца. Вот уже виден высоко в небе только парящий огненный крест, наверняка запомнившийся миллионам телезрителей, следивших на своих экранах за впечатляющим взлетом могучей советской ракеты. И, наконец, лишь бесшумно скользящая по темному небу сверкающая точка да чуть светящийся туманный шлейф инверсионного следа свидетельствуют, что где-то там, далеко-далеко, стремительно мчится к цели сигарообразный «небоскреб».

*Чудо-
двигатель*

Так стартуют космические ракеты-носители. Они несут на себе свой полезный груз — космический корабль с космонавтами, автоматическую межпланетную станцию, искусственный спутник

Земли с многочисленными научными приборами, телевизионными камерами и т. п. И вся эта насыщенная мудреной современной техникой громада устремляется в космос потому, что ее движет изобретенный Циолковским ракетный двигатель. Именно он, этот чудо-двигатель, открыл человеку дорогу в космос.

Как и все гениальное, простой и изящной была основная идея Циолковского, преодолевшая известные недостатки пороховой ракеты. Действительно, жидкое топливо легко подавать в двигатель, изменять величину подачи или вовсе ее прекращать, а потом возобновлять. Это топливо выделяет больше энергии при сгорании, чем твердое, и образует много газов. Короче говоря, оно обладает целым комплексом поистине бесценных свойств для космической ракеты. Именно с появлением этого двигателя, получившего название жидкостного ракетного, стало возможным создание и самой ракеты, стал возможен прорыв в космос.

Топливо, какого не бывало Вряд ли стоит объяснять, почему и чем именно жидкое ракетное топливо должно отличаться от тех хорошо известных жидких топлив, на которых работают автомобили, трактора, тепловозы, электростанции. Причина этого различия очевидна — в космосе нет воздуха, необходимого для сгорания.

Чтобы предложить ракетный двигатель, работающий на жидком топливе, Циолковскому нужно было предложить и это топливо — топливо, какого еще не бывало. И он это сделал.

Обычные, хорошо известные «земные» жидкие топлива — это нефть и продукты ее перегонки (керосин, бензин). Сортов подобного топлива много, различие между ними есть, но даже по внешнему виду его не всегда установишь. То ли дело ракетные топлива. Тут такое невероятное разнообразие. Судите сами.

Царская водка и прочие Вот, например, одно жидкое ракетное топливо. Это обычная азотная кислота. Да, да, та самая, из которой готовят царскую водку, растворяющую даже благородное золото. Кстати, и сама эта водка тоже в принципе годится в качестве ракетного топлива. Хорошенькое «топливо», а? В него палец не сунешь, как в бензин.

А вот другая, голубоватая жидкость. В нее тоже палец не сунешь — это приведет к сильнейшему ожогу. Но несмотря на ожог и на то, что жидкость парит, как заправский кипяток, это вовсе не кипяток, скорее даже наоборот: термометр, погруженный в жидкость, покажет температуру минус 183° ! Что же получается: прежде чем сжечь топливо, его нужно сначала так сильно заморозить?! А другую жидкость, тоже отличное ракетное топливо, до «приема внутрь», то есть до заправки ракеты, нужно охладить даже до минус 253° . Всего на 20° выше абсолютного нуля!

Есть ракетные топлива, с которыми нужно обращаться с ве-

личайшей осторожностью, потому что они ядовиты; для других эта осторожность необходима в связи с их взрывоопасностью. Есть топлива, жадно «пожирающие» металлы и другие конструкционные материалы, из которых изготовлен двигатель. Есть топлива, которые в 15 раз легче воды, и, чтобы взять на борт ракеты нужное их количество, приходится иметь колоссальные баки, что не совсем удобно.

Перечисление необычных свойств ракетных топлив можно было бы продолжить. Поистине эти топлива представляют собой весьма экзотические и довольно-таки странные, с привычной точки зрения, жидкости.

*Сгорание
не по прави-
лам*

Не менее экзотичен и сам процесс сгорания ракетных топлив. Если в блюде налить немного бензина или спирта, то, стоит поднести спичку, он вспыхнет. Сгорание будет продолжаться, пока блюде не станет сухим, больше нечему гореть.

Тут все понятно. Ну, а ракетное топливо?

Нальем в блюде жидкость и поднесем спичку. Никакого эффекта. Плеснем в это же блюдо другую жидкость. Сразу бурная вспышка и интенсивное сгорание — жидкости горят одна в другой. Когда сгорание прекратится, блюде может оказаться сухим, но в нем может быть и жидкость — одна из двух налитых или какая-нибудь третья!

А вот еще одно блюдо с жидкостью. Бросим в него несколько кристаллов твердого вещества. Сразу же начнется бурное сгорание, блюде раскалится, повалят темные клубы сильно горячего дыма или газа. Когда сгорание прекратится, мы обнаружим на блюде только одни нетленные кристаллы! Значит, жидкость сгорела. Но обычное сгорание — это соединение с кислородом, а этот наш опыт мы с успехом воспроизведем и в абсолютном вакууме. Что же, выходит, жидкость горит сама по себе, в одиночку?

Мы знакомимся с удивительным миром ракетных топлив — странно горящих странных жидкостей. Но, разумеется, не из-за этих странностей экзотические жидкости становятся ракетными топливами. Может быть, самая удивительная их странность — это необычно большое количество тепла и газов, выделяемых при сгорании. Вот что действительно необходимо для жидкого ракетного топлива, ибо иначе с тяготением не справиться. А остальные экзотические особенности ракетных топлив на поверку часто оказываются лишь своеобразным «принудительным ассортиментом», с которым приходится мириться.

И в жидкостном ракетном двигателе Циолковского, и в большинстве двигателей современных космических ракет топливо представляет собой две различные жидкости. Обычно одну из них называют горючим, а другую — окислителем, в соответствии с ролью, которую играет каждая из этих жидкостей при сгора-

нии. Но только при соединении обеих жидкостей, или, как говорят ракетчики, компонентов топлива (как видите, топливо здесь уже больше чем горючее — это горючее плюс окислитель), происходит сгорание, необходимое для действия двигателя.

*Так
возникает
«огнепад»*

Та часть двигателя, куда поступают из баков компоненты топлива и где происходит их встреча и сгорание, называется камерой сгорания. Образовавшиеся при сгорании газы, раскаленные до чудовищной температуры и обладающие давлением в десятки, а то и сотню атмосфер, устремляются из камеры сгорания наружу через другую часть двигателя — сопло. Соплу придана такая форма, чтобы газы покидали двигатель с наибольшей возможной скоростью, и эта скорость (скорость истечения) оказывается в действительности очень большой. Она превышает иногда 4 км/сек, и ракетчики (с ними вместе физики, химики, термодинамики, газодинамики, математики) неустанно борются за то, чтобы еще ее увеличить. Пожалуй, вряд ли какая другая из множества задач величайшей важности, стоящих перед космическими ракетчиками, может быть важнее этой. Она настолько важна, что нам придется, пожалуй, еще не раз к ней возвращаться.

Из двигателя наружу вырывается раскаленная, ярко светящаяся газовая реактивная струя. Ее-то мы и видели, когда наблюдали взлет космического ракетного «небоскреба». Именно этот «огнепад» и поднимает ракету.

В нынешнее время, конечно, любой читатель, вне зависимости от возраста и прочих качеств, отлично знает, что именно газы, вытекающие из двигателя, создают реактивную тягу, движущую ракету. И, разумеется, окружающий воздух ни в какой степени не способствует увеличению этой тяги, скорее наоборот — мешает. В космосе тяга оказывается даже большей. Все это теперь азбука. И все же не перестаешь удивляться чуду (иначе как чудом это и не назовешь) — струя легчайшего газа уносит ввысь многотонную громаду, разгоняет ее до космических скоростей, разрывает недавно еще казавшиеся вечными узы тяготения!

*Двигатель-
рекордсмен*

Нет ничего удивительного, что от момента опубликования Циолковским проекта жидкостного ракетного двигателя до его реального осуществления прошли годы и годы. Причин тому немало, но, пожалуй, главная — уникальные технические трудности, вставшие перед конструкторами.

Действительно, раньше в двигателях не существовало столь высоких рабочих температур, стремительных скоростей газовых потоков, огромных количеств выделяющейся тепловой энергии, колоссальных мощностей при относительно ничтожных собственных размерах и весе. Этот перечень «рекордов», свойственных

жидкостному ракетному двигателю, можно продолжить. Однако и так ясен масштаб задач, стоявших перед создателями первых жидкостных ракетных двигателей. Они были смелыми новаторами, отважными революционерами в науке и технике. Для них не существовало никаких технических барьеров, никаких раз навсегда установленных догм и канонов. И только потому двигатель-рекордсмен, двигатель, открывший дорогу в космос, был создан.

*Под
Адмиралтей-
ской иглой* У нас в стране к первым конструкторским работам жидкостных ракетных двигателей приступили через 12 лет после Великой Октябрьской социалистической революции. Бедная, нищая Россия только начала подниматься из развалин невиданной разрухи. И уже тогда советские ученые одними из первых в мире развернули работы по созданию двигателей и ракет — работы, которые еще через три десятилетия привели к блестящим победам нашей науки и техники, позволили начать космическую эру человечества.

Как и во многом другом, пионерами в этой новой области были ученые и инженеры Москвы и Ленинграда, молодые энтузиасты ракетной техники, ученики и последователи Циолковского. Это они, чаще всего в свободное от основной работы время, делали начальные, самые, быть может, трудные шаги на пути в космос. Но прошло время, и эти первые скромные творческие содружества специалистов, одними из которых были известные гирдовцы (ГИРД — группа по изучению реактивного движения), окрепли и выросли в сильные конструкторские коллективы.

Именно в те годы по-особенному засветились окна в башне Адмиралтейства в Ленинграде. Там, под воспетой поэтом Адмиралтейской иглой, разместилась одна из первых групп отечественных работников в области ракетно-космической техники. Это была известная ныне Газодинамическая лаборатория, или ГДЛ. ГДЛовцев взял под свое авторитетное покровительство маршал М. Н. Тухачевский, прозорливо увидевший будущий взлет ракетной техники. Вскоре в комнатах ГДЛ на досках конструкторов и станках умельцев стал зарождаться первый отечественный жидкостный ракетный двигатель «ОРМ-1», или «Опытный ракетный мотор первый».

*Драгоценный
первенец* Вряд ли кто из его создателей мог предположить, что у него появятся десятки младших братьев разной комплекции и с разными жизненными судьбами, а одному из них, могучему и совершенному, суждено будет свершить заветную мечту Циолковского — унести в космос первого посланца Земли — человека.

*Современ-
ное чудо
света*

Только принципом работы да еще основными по назначению частями схожи современные мощные жидкостные ракетные двигатели с «Опытным первым», во всем остальном они совершенно различны. Если «первый» развивал тягу 20 кг, то теперь уже никого не удивляют сотни тонн; если его можно было держать в руках, то наиболее мощные современные двигатели кажутся гулливерами рядом с человеком. Если первые двигатели были почти так же просты по устройству, как гениально проста сама их идея, то теперь двигатели оснащаются столь сложными вспомогательными устройствами и автоматическими системами — остроумными, тонкими, точными, надежными, — что становятся, по существу, только одним звеном в сложной архитектонике всей двигательной установки. И это усложнение — не каприз конструктора, а насущнейшая необходимость. Без тщательного автоматического регулирования работы двигателя, управления многочисленными звеньями его усложненного рабочего процесса (усложненного, чтобы работа двигателя была наивыгоднейшей), защиты двигателя от всевозможных опасностей, поджидающих его на каждом этапе работы, в любую из немногих минут функционирования, обойтись просто нельзя.

Когда смотришь на многие свершения современной космической техники, невольно склоняешь голову перед величием человеческого гения. Без сомнения, это одно из самых ярких чудес света нашего времени.

*Ракетное
семейство*

Не следует думать, что все космические ракетные двигатели — это огромные, мощные, сложные установки. Современная космонавтика нуждается в большом количестве ракетных двигателей самого разного назначения, различных размеров, мощности, конструкции. На наиболее мощных, сложных и совершенных современных ракетно-космических системах иногда устанавливают до сотни различных ракетных двигателей. Здесь и мощнейшие маршевые двигатели, назначение которых — поднять всю тяжеленную систему в небо и разогнать ее до космических скоростей. И двигатели гораздо меньших размеров — для коррекции траектории полета и рулевые. И тормозные, или ретроракетные, двигатели, задача которых не увеличивать, а, наоборот, уменьшать скорость полета, например при снижении с орбиты и посадке. И, наконец, целый сонм совсем небольших, а часто и вовсе миниатюрных (их и называют иногда микроракетными) двигателей, выполняющих ювелирную работу по управлению положением космической ракеты, спутника или корабля в пространстве. Они то повернут чуть-чуть космический летательный аппарат, развернут его так и этак, то, наоборот, притормозят начавшийся произвольный поворот. Специалисты говорят в этих случаях об

ориентации и стабилизации космического аппарата и придают этим функциям космических ракетных двигателей исключительно большое значение: без них, как и без маршевых двигателей, нет и самого космического полета.

**Старт
в Подмо-
сковье**

А ведь в самом начале все было иначе, куда проще и понятнее.

Произошло это летним августовским вечером 1933 года, когда на одном из подмосковных артиллерийских полигонов (ракетных полигонов, а тем более космодромов тогда не было и в помине) стартовала в небо первая советская жидкостная ракета. Это была знаменитая ныне «ГИРД-09». Миниатюрная в сравнении с современными космическими ракетами (ее высота составляла 2,4 м, а стартовый вес всего 19 кг), она и поднялась-то совсем не до космических горизонтов, ее вполне устроила скромная высота — примерно 400 м. Начался путь, по которому ныне столь успешно движется советская ракетно-космическая техника.

На первой ракете был всего лишь один двигатель, да и сама она была относительно очень простой, настолько, что это уже не устраивает космонавтику.

**Яйцо
и скорлупа**

Чем же, однако, плоха космическая ракета, если ее сделать схожей с той, подмосковной? Ну, увеличить в размерах, чтобы было где разместить побольше топлива, — дело-то, наверное, именно

в этом и заключается.

Секрет прост до смешного. Если яйцо растет в размерах, то в нем будет не только больше белка и желтка, но больше и... скорлупы. Больше «скорлупы» оказывается и в космической ракете, когда увеличивают ее размеры, чтобы вместить больше топлива. Но, в отличие от яичной скорлупы, которую просто выбрасывают, когда готовят яичницу, со «скорлупой» ракетной дело обстоит не так просто. И если даже ее тоже выбросить, что не всегда легко сделать, выбрасывать придется, очевидно, лишь после того, как все топливо выработано, баки опустошены и «скорлупа» уже мчится с космической скоростью. Выбросить-то «скорлупу» можно, но от этого энергия, затраченная на ее разгон, меньше не станет. А в ней, в этой энергии, вся проблема и заключена.

Математические формулы, полученные Циолковским и давно ставшие азбукой космических ракетчиков, показывают, в чем суть проблемы. Оказывается, решающее значение для космической ракеты имеет не то, сколько тонн топлива удастся на ней разместить, а то, какой ценой это сделать, сколько при этом будет весить «скорлупа» для топлива. Иными словами, важны не абсолютные значения веса топлива и «скорлупы», а отношение этих двух весов. На каждую тонну топлива на ракете должен прихо-

даться минимальный вес топливных баков, вес двигателя, всех устройств ракеты, в общем всей «скорлупы».

«Абсурдная» ракета Представьте себе такой предельный, практически, конечно, невозможный случай: космическую ракету, состоящую, помимо полезного груза, только из... топлива. Вот уж действительно ничего лишнего! Ни топливных баков, ни двигателей, ни корпуса ракеты, ни ее бортовых систем. В этом доведенном до абсурда предельном случае, очевидно, на каждый килограмм полезного груза придется меньше всего израсходованного топлива. Сколько же именно?

Для лучших известных ракетных топлив, обладающих наибольшей выделяющейся при сгорании химической энергией, эта величина равна 4 кг. Значит, из общей взлетной массы «абсурдной» ракеты $4/5$, или 80%, придется на топливо, которое сгорит на пути из сферы земного тяготения, и лишь $1/5$, или 20%, выберется из нее в свободный космос. Даже в этом предельном случае, как видите, вовсе не много.

Но в действительности дело обстоит, конечно, гораздо хуже — ведь без «скорлупы»-то не полетишь. Даже настоящая скорлупа в обычном яйце весит почти $1/10$ от общего веса яйца. Тонкая, хрупкая, предельно простая. Значит, в «полезный вес» яичницы идет лишь $9/10$ массы яйца. Что же говорить о ракете?

Никакое яйцо не выдержит, конечно, нагрузок, выпадающих на долю взлетающей ракеты, а сама-то ракета выдержать должна. И еще она должна иметь двигательную установку и множество различных бортовых систем, обеспечивающих успех полета. И все же в лучших ракетах доля общей массы, приходящаяся на ракетную «скорлупу», почти такая же, как и на скорлупу настоящую в обычном яйце.

Совершенно очевиден предел возможностей ракеты, который неизбежно возникает, несмотря на непрерывный прогресс, в связи с массой ракетной «скорлупы», или, как говорят ракетчики, пассивной массой ракеты. Ясно, почему она пассивная: в «яичнице» не участвует. Циолковскому пришла в голову очень простая и вместе с тем гениальная мысль о том, как можно если и не совсем устранить этот барьер на пути совершенствования космических ракет, то, по крайней мере, значительно его отодвинуть.

Ракетный поезд

Эта идея заключается в том, чтобы не затрачивать топлива на разгон лишней, ставшей ненужной «скорлупы», например опустошившихся топливных баков.

Циолковский довел свою мысль до логического завершения: вместо одной «цельной» гигантской ракеты он предложил «ракетный поезд» или «цуг» — связку ракет, каждая из которых имеет свой двигатель и свое топливо. Взлет ракетного поезда

организуется так, чтобы одни из составляющих его ракет, или ступеней, отработывали раньше других и немедленно вслед за этим сбрасывались.

Все известные космические ракеты являются составными. Наиболее часто применяются двух- и трехступенчатые ракеты, но иногда число ступеней бывает и больше. Чрезмерное увеличение числа ступеней сильно усложняет ракету, снижает ее надежность, не принося существенных выгод.

Советский «Восток»

Как выглядят современные «космические локомотивы» — ракеты-носители, уносящие в небо космические корабли, можно видеть хотя бы на примере советской ракеты-носителя «Восток».

С ее помощью были выведены на орбиты космические корабли, имевшие то же название — первые космические летательные аппараты, на борту которых находился человек.

Ракета-носитель «Восток» — замечательное создание советской науки и техники. Она демонстрировалась на многих выставках и у нас в стране и за рубежом и всюду вызывала неизменное восхищение законченностью своих форм, совершенством пропорций, огромной скрытой мощью. Ныне эта белоснежная ракета установлена на площадке перед павильоном «Космос» Выставки достижений народного хозяйства в Москве. Она стоит вертикально, устремленная в небо, куда не раз уносила посланцев Земли.

Ракета — трехступенчатая, состоит из 6 основных частей — центрального, четырех боковых и верхнего блоков. Верхний блок — это третья ступень ракеты, а первая и вторая ее ступени включают в себя центральный и боковые блоки. Оригинальность конструкции ракеты заключается, в частности, в том, что разделение первой и второй ступеней происходит не так, как обычно в многоступенчатых ракетах — в поперечном сечении, перпендикулярном продольной оси ракеты (так отделяется, в частности, и третья, верхняя, ступень самой ракеты «Восток»). Первая и вторая ступени имеют, как говорят специалисты, продольное деление — так отделяются от центрального блока отработавшие боковые блоки ракеты. При старте двигатели центрального и боковых блоков работают одновременно, а затем после отделения боковых блоков, то есть первой ступени, ракета продолжает полет под действием тяги двигателя центрального блока (второй ступени).

После прохождения плотных слоев атмосферы сбрасывается головной обтекатель ракеты. Когда после израсходования топлива центрального блока запускается двигатель третьей ступени, то верхний блок отделяется от центрального. Как только достигается нужная скорость, ракетный двигатель третьей ступени выключается и подается команда на отделение корабля.

Каждый из блоков ракеты снабжен самостоятельной ракетной двигательной установкой, сложной и совершенной. На каждом из боковых блоков установлен жидкостный ракетный двигатель «РД-107» тягой 102 т (в пустоте), состоящий из основного четырехкамерного двигателя, имеющего четыре отдельных камеры сгорания с реактивными соплами, и двух однокамерных рулевых двигателей. На центральном блоке установлен один жидкостный ракетный двигатель «РД-108» тягой 96 т (в пустоте), состоящий из основного четырехкамерного двигателя и четырех однокамерных рулевых двигателей. На верхнем блоке установлен однокамерный жидкостный ракетный двигатель с четырьмя рулевыми соплами.

Все двигатели ракеты работают на топливе, состоящем из жидкого кислорода и керосина. Когда ракета взлетает, работают все пять двигателей ее первой и второй ступеней, их тяга превышает вес ракеты, и она все быстрее устремляется в небо. Смотришь с Земли на удаляющуюся ракету и видишь ослепительный крест, образуемый в небе огненным выхлопом двигателей, особенно яркий ночью...

Размеры ракеты «Восток» нешуточны: ее общая длина равна 38 м, диаметр (по стабилизаторам—воздушным рулям)—10,3 м. Тяга всех двигателей ракеты равна 600 т, их суммарная мощность достигает в полете 20 млн. л. с.! При полете ракеты ее двигатели работают считанные минуты, но за это время расходуют запасенное на ней топливо. Что же тут удивительного: ведь приводимые турбинами насосы подают в камеры сгорания двигателей целые реки кислорода и керосина!

«Небоскреб» И любая современная ракета с ее мощными двигателями и многочисленными сложными устройствами служит лишь один раз! Произведен пуск, и, удалось или не удалось вывести полезный груз на космическую орбиту, все равно ракета гибнет. Если даже все обошлось благополучно, не произошло взрыва еще на земле и не пришлось искусственно взрывать ракету, взлетевшую, но опасно отклонившуюся от намеченного курса, все равно на землю упадут обугленные и разрушившиеся остатки того, что только недавно высилось белоснежной громадой на пусковом столе. Вот почему космические пуски с помощью подобных «небоскребов» однократного использования не могут удовлетворить ученых.

Разумеется, положение улучшилось бы, если бы удалось создать космическую ракету-носитель, пригодную для повторного пуска. Для этого нужно обеспечить возврат ступеней ракеты на землю без сколько-нибудь серьезных повреждений, ибо даже самые малые дефекты делают космическую технику непригодной для применения. Как же этого можно добиться?

Крылатая ракета

Изучаются разные пути. Может быть, опускать отработавшие ступени на землю на парашютах? Или, еще лучше, на воду, в океан? А может быть, вместо парашюта использовать специальное надувное планирующее крыло — парашлан? Или что-то среднее между парашютом и баллоном — воздушным шаром (за рубежом этот гибрид уже получил название «баллют»)? Или какие-нибудь тормозящие винты — роторы? Или тормозные ракетные двигатели? Или...

Но, пожалуй, наиболее перспективен иной путь. Кстати, он уже проверен практикой. Речь идет об обычном самолете. Именно авиационное крыло — основа всей современной авиации — может стать в буквальном смысле слова спасительным для космических ракет. И не просто спасительным, а выгодным. Недаром уже известно немало проектов крылатых космических ракет-носителей.

Сама идея крылатой ракеты возникла в нашей стране, она высказана Цандером. У нас же впервые был осуществлен полет оригинального крылатого ракетного летательного аппарата — в мае 1934 года.

Это была первая из крылатых ракет, построенных под руководством тогда еще молодого Сергея Павловича Королева, будущего академика и конструктора знаменитых космических ракет.

*Авиационная
рука
помощи* Конечно, создать крылатую ракету нужных космонавтике размеров — дело не простое. Опыта строительства самолетов подобного размера авиация не имеет. Но зато какая цель! Мало того, что космические пуски можно было бы совершать с обычных аэродромов, на аэродроме же совершать безопасную посадку отработавших ракет, используя чудесную силу планирующего крыла, и совершать потом подобные пуски снова и снова. Расчет показывает, что крылатые носители выгоднее обычных: ведь при полете в атмосфере ракета опирается уже не на дорогостоящую реактивную струю двигателя, а на крыло, создающее несущую подъемную силу куда более экономично.

Ну и наконец — что тоже очень важно, — на самолете-носителе легко могут быть использованы не ракетные двигатели, а реактивные двигатели авиационного типа. Правда, двигатели нужной мощности еще тоже не существуют, но в том, что их можно создать, сомнений нет, как нет сомнений и в том, что двигатели, черпаящие безвозмездно кислород из атмосферы, а не драгоценный жидкий кислород из баков, будут расходовать несравненно меньше топлива на каждый космический пуск.

В общем, можно думать, что в космонавтике будущего крылатые ракеты-носители займут почетное место. Проектов подобных ракет существует немало. Авиация еще раз протягивает руку помощи космонавтике.

Возможность, которая является необходимо-стью Конечно, крыло и двигатели самолета годятся лишь для самых нижних слоев атмосферы, каких-нибудь первых четырех-пяти десятков километров. В космосе они бесполезны. Там пригодны лишь ракетные двигатели. Но нет ли возможностей заменить уже известные нам жидкостные ракетные двигатели иными, более выгодными и в космосе? В действительности тут речь идет даже о необходимости, жестокой необходимости, ибо мы касаемся, по существу, самих судеб всего будущего космонавтики.

А что это, собственно, значит: более выгодными?

Ответ можно дать сразу, не задумываясь, настолько он очевиден. Выгоднее в космосе прежде всего те двигатели, которые затрачивают на полет меньше топлива. Это значит, что при одном и том же стартовом весе ракеты будет больше ее полезный груз, а с величиной полезного груза связаны, в конце концов, реальные возможности и перспективы космонавтики.

Однако, установив эту истину, мы, кажется, не очень продвинулись вперед. Ну хорошо, выгоднее двигатель с наименьшим расходом топлива, но от чего зависит этот расход, как, в каком направлении нужно совершенствовать двигатель, чтобы уменьшить расход?

Ответ на этот естественный вопрос кажется, на первый взгляд, довольно противоестественным: никаким совершенствованием жидкостного ракетного двигателя значительного уменьшения затрат топлива достичь нельзя. И вот почему.

Если мы стремимся затратить меньше килограммов топлива, а общая затрачиваемая энергия одна и та же, то, очевидно, каждый расходующий килограмм топлива должен выделять больше энергии. Конечно, один и тот же килограмм одного и того же топлива, сгорающий в разных двигателях, выделит не одинаковое количество энергии: в более совершенных двигателях энергии выделится больше. Но ведь выделить больше энергии, чем ее содержится в топливе, невозможно.

Нужна энергия Уменьшить затрату топлива — это значит, прежде всего, найти топливо, выделяющее при сгорании больше энергии. Ну, а поскольку химическая энергия топлива в ракетном двигателе преобразуется в энергию другого вида, именно в полезную кинетическую энергию реактивной струи, то лучшим будет топливо, скорость истечения газов которого больше.

Как ни обширны возможности химии, в распоряжении которой миллионы различных химических соединений, теперь уже почти с полной уверенностью можно сказать, какие именно значения скорости истечения могут быть получены с помощью лучших из всех возможных химических топлив.

Близкой к максимальной оказывается скорость истечения газов из двигателя, работающего на жидком кислороде и жидком водороде. В реактивной струе этого двигателя газы мчатся со скоростью немногим больше 4 км/сек. Кстати сказать, это, пожалуй, единственный случай, когда реактивную струю можно назвать «огненным водопадом» не только в качестве красивой метафоры. Тут уж действительно мы имеем дело с «водопадом», ибо реактивная струя на самом деле состоит из воды. Конечно, не жидкой, а газообразной, ибо ее температура превышает 3000°, но все же именно воды, H_2O , которая образуется при сгорании водорода и кислорода.

*Итак,
химия*

Чего же может еще ждать от могущественной химии космонавтика? Ведь она не прекращает настойчивых поисков новых топливных сочетаний, сгорание которых в ракетном двигателе может увеличить скорость истечения. Действительно, некоторые резервы еще есть. Перспективным является, например, использование наиболее сильного из всех известных химии окислителей — фтора. Его химическая активность поразительна, об этом говорит и само название, которое дали этому «бешеному» элементу: «фторус» означает по-латыни «разрушающий». Правда, жидкий фтор тоже неудобен в эксплуатации из-за низкой температуры (минус 187°) и ядовитости. Но это не останавливает ракетчиков: экспериментальные двигатели на фторе уже испытываются.

Весьма перспективно применение в качестве горючего некоторых легких металлов — лития, бериллия и других, в особенности при использовании их в качестве добавки к обычному топливу, например водородо-кислородному. Подобные «тройные композиции» способны, пожалуй, обеспечить наибольшую возможную для химических топлив скорость истечения, до 5 км/сек. Но это уже, вероятно, предел ресурсов химии. Большого она практически сделать не в состоянии.

*За помощью
к атому*

Где же искать нужную космонавтике энергию, большую, чем химическая? В миллионы раз больше химической внутриядерная энергия. Если бы удалось полностью с максимальной эффективностью использовать эту энергию в ракетном двигателе, то, можно считать, все очередные задачи космонавтики были бы полностью решены.

Увы, получается поистине парадоксальное положение — внутриядерную энергию, которую очень хотелось бы использовать в космонавтике потому, что она велика, оказывается, использовать с должным эффектом нельзя именно потому, что она... очень велика! Действительно, представьте себе, что вся внутриядерная энергия, скажем, одного килограмма ядерного горючего, урана-235 или плутония-239, мгновенно выделена и сообщена этому кило-

грамму. Что с ним произойдет? Очевидно, он мгновенно испарится и превратится в плазму, нагретую до миллионноградусной температуры. Уж очень велика выделенная энергия. Но как удержать образующуюся солнечную материю в двигателе?

Видит око... Получается, что возможности внутриядерной энергии полностью использовать в ракетном двигателе не удастся. Вот уж, поистине, видит око, да зуб неймет.

Значит ли это, что ядерный ракетный двигатель вообще не может быть создан и космонавтике нечего рассчитывать на столь желанную помощь атома?

К счастью, нет. И совершенно очевидно, как следует поступить, чтобы ядерный ракетный двигатель оказался работоспособным. Нужно избежать чрезмерно высокой температуры, снизить ее до значений, допустимых в двигателе. Для этого выделившуюся в виде тепла внутриядерную энергию нужно подвести не только к самому ядерному горючему, но и к значительно большему количеству какого-либо другого вещества, не принимающего участия в выделении энергии, пассивного. Нужно «растворить» эту энергию в большой массе вещества, как растворяется в бочке холодной воды стакан кипятка.

Сделать это совсем не сложно. Но что же получается? Добившись цели, мы тем самым как бы возвращаемся к органическому пороку жидкостного ракетного двигателя — малой скорости истечения. Ведь чем ниже температура газов, тем с меньшей скоростью они покидают двигатель! А в жидкостном ракетном двигателе температура уже настолько высока, что вряд ли можно рассчитывать на ее дальнейшее повышение в ядерном двигателе. Выходит, что толку от ядерной энергии мало.

Жидкий водород Дело обстояло бы скверно, если бы не одно счастливое обстоятельство. Скорость истечения зависит от температуры, но не только от нее, а еще и от свойств вытекающих газов. Точнее, от одного их свойства — молекулярного веса, то есть массы газовых молекул. Когда эти частички легки, то при той же температуре они движутся быстрее (ведь температура есть мера энергии, а эта последняя определяется и скоростью и массой частичек). Поэтому можно при одной и той же температуре добиться увеличения скорости истечения, если подобрать газы с малым молекулярным весом. Но возможно ли это?

В жидкостных ракетных двигателях невозможно или, скорее, почти невозможно. Ведь там состав газов, создающих реактивную струю, не выбирают: газы образуются при сгорании топлива. А ядерный ракетный двигатель — другое дело. Здесь полная свобода выбора. Конечно, этой свободой нужно воспользоваться разумно и подобрать газ с возможно более низким молекуляр-

ным весом. Тем самым выбор определяется почти однозначно — наименьший молекулярный вес, как известно, у водорода. Не удивительно, что в проектах ядерных ракетных двигателей, о которых есть сообщения в литературе, предполагается применение именно жидкого водорода.

Что же это даст?

Как показывают теоретические исследования и уже проведенные испытания экспериментальных ядерных ракетных двигателей, с их помощью скорость истечения может быть увеличена по сравнению с обычными жидкостными ракетными двигателями примерно вдвое — до 8—10 км/сек. Это будет означать огромный прогресс в космонавтике.

*Могучие
«локомо-
тивы»*

Так наряду с обычной жидкостной ракетой появляется и второй тип «локомотива космоса» — ядерная ракета. Именно наряду, а не вместо жидкостной ракеты, ибо, вероятнее всего, функции между этими двумя «локомотивами» будут поделены. Взлет с Земли всегда будет делом обычной ракеты, и только на значительной высоте будет пущен в ход мощный ядерный ракетный двигатель — его работа на земле сопряжена с опасностью радиоактивного излучения. Весь основной участок пути при взлете будет совершен с помощью ядерной ракеты. Ее применение позволит намного увеличить полезный груз мощной космической ракеты, а также сократить длительность полета. Еще одно-два десятилетия, и ядерные ракетные «локомотивы» дальнего следования выйдут на космические трассы.

*«Барьер
скорости
истечения»*

Однако скорость истечения, необходимая для межпланетных экспедиций человека и других сложных космических полетов, значительно выше, чем достижимая для ядерных ракет. Как показывают проведенные исследования, скорость истечения должна достигать, по крайней мере, десятков километров в секунду. Известным нам космическим ракетам это не под силу.

Значит, на пути в космос возникает еще один барьер — «барьер скорости истечения»?!

Да, и барьер крайне трудный. Вот почему штурм этого барьера привлекает в последние годы особое внимание космонавтики. Ему посвящены многие сотни исследований. И, пожалуй, теперь уже можно с уверенностью сказать, как он будет преодолен. На помощь космонавтике приходит электричество.

*Почему
электри-
чество?*

Обращение к электричеству не кажется вовсе неожиданным. Вспомните, что наибольшая скорость движения материальных частиц достигнута учеными именно с помощью электрических и магнитных сил. В наше высокоученое время вряд ли

кто-нибудь из читателей ни разу не слышал о синхротронах, циклотронах, космотронах и других ускорителях, помогающих физикам исследовать в лаборатории самые глубинные свойства материи.

Может быть, установить какой-нибудь из этих ускорителей на космической ракете, и дело с концом? Ведь скорость истечения из ускорителя может приближаться к скорости света! И уменьшить-то ее, наверное, проще, чем увеличить? Гигантские, километровые размеры, которые имеют часто ускорители в лабораториях ядерной физики, тоже, вероятно, могут быть уменьшены до приемлемых для космонавтики.

Но ускорение частицы с помощью электромагнитных сил возможно только в случае, когда эта частица обладает электрическим зарядом того или иного знака. Вот почему в любом электрическом ракетном двигателе прежде всего приходится заботиться о том, чтобы ранее нейтральные частицы — молекулы и атомы — приобрели электрический заряд. Физики называют этот процесс ионизацией, поскольку молекула или атом, имеющий какой-либо электрический заряд, называется ионом.

Электричество и температура

Единственное исключение из общего правила относится к тем электроракетным двигателям, в которых электрическая энергия служит только для нагрева газа, как и химическая или внутриядерная энергия в известных нам ракетных двигателях. Электрический нагрев давно уже применяется в промышленности и быту — электрические плиты, камины, печи получили широкое распространение. Правда, в этих устройствах обычно не ставится цель достижения особенно высоких температур. Зато рекордно высокие температуры возникают в электрическом разряде, известном под названием дуги. Электрический дуговой разряд тоже широко известен — вспышки молний электросварки на любой стройке и есть электрическая дуга. Ослепительно белая, она легко плавит металл — температура дуги достигает 5—6 тысяч градусов. А если использовать некоторые специальные ухищрения, то и 20—25 тысяч. Не правда ли, очень заманчиво для ракетной техники?

Вот и возникла идея одного из электрических ракетных двигателей — дугового. В нем место камеры сгорания занимает дуговая камера — именно в ней между электродами бушует дуга. Раскаленный ею газ вытекает наружу через сопло, как всегда. Только температура реактивной струи и, следовательно, скорость в ней гораздо выше: она достигает 10 и даже 20 км/сек.

На арене плазма

Гораздо большей может быть скорость истечения в электрическом ракетном двигателе другого типа — плазменном. Свое название он получил потому, что газ в нем превращается в плазму. Даже

в дуговом двигателе нагрев газа оказывается столь сильным, что молекулы и атомы газа более не могут сохранять свою целостность. При столкновениях с огромной скоростью они теряют свои электроны и превращаются в положительно заряженные ионы — ионизируются. Смесь ионов с электронами и есть плазма.

Но в дуговом двигателе используется только одна особенность плазмы — очень высокая температура, позволяющая достичь огромных скоростей истечения. Плазменный же двигатель основан на использовании совсем другого свойства плазмы — ее электропроводности. Обычный газ практически не проводит электрического тока и является хорошим изолятором — в газе почти нет электрически заряженных частиц. Иное дело — плазма, в которой кишмя кишат заряженные частицы. При достаточно высокой температуре плазма может проводить электрический ток не хуже, чем медная проволока.

Как же используется электропроводность плазмы, образующейся (с помощью дуги или другим способом) в плазменном ракетном двигателе? Оказывается, она позволяет выделять с плазмой настоящие чудеса, если воздействовать на нее электромагнитными силами. Заряженные частицы легко поддаются такому воздействию, и оно может заставить течь плазму в нужном направлении с очень большой скоростью, недоступной в дуговом двигателе. В результате может быть получена реактивная струя со скоростью в сотни километров в секунду. Кстати, из-за того, что движущие силы имеют электромагнитный характер, эти двигатели называют электромагнитными.

Образуется плазма и в электроракетных двигателях другой важнейшей группы, известных под названием ионных. Но здесь все происходит иначе, чем в плазменных. Прежде всего, в ионных

двигателях газ не нагревается до очень высоких температур, хотя и в них нейтральные атомы и молекулы тоже ионизируются.

Достаточно, например, пропустить поток легко ионизирующегося вещества — паров цезия, рубидия или других щелочных металлов — через нагретую пористую пластинку из вольфрама, чтобы большая часть атомов вещества превратилась в ионы. Вольфрамовая пластинка «обдерет» электроны, слабо связанные с атомами, и удержит их, а ставшие положительными ионами ранее нейтральные атомы свободно пропустит. Образуется ионный поток частиц одинакового электрического заряда, на который можно воздействовать с помощью электростатического поля. Если ионы окажутся, например, между двумя различно заряженными электродами, то сразу же начнут двигаться с большой скоростью в одном, общем для них всех направлении. Именно этим и пользуются часто в ускорителях. Вот мы и пришли к их применению в космонавтике.

Действительно, поток ионов, вытекающих наружу с исключительно большой скоростью, представляет собой реактивную струю, о которой только можно мечтать, настолько далеко оставляет она позади роковой «барьер скорости истечения». Мы приходим к идее ионного ракетного двигателя (иногда его называют электростатическим).

Правда, двигатель этот в том виде, каким мы его только что изобразили, работать не будет, и его придется несколько усовершенствовать. Действительно, мы забыли об электронах, которые остались на вольфрамовой пластинке. Искусственное разделение ионов и электронов неизбежно приведет к тому, что очень скоро ионы вообще перестанут вытекать из двигателя, не говоря уже об истечении с большой скоростью. Электроны, оставшиеся в двигателе, будут своим притяжением удерживать их, а ранее вылетевшие из двигателя ионы своим отталкиванием будут препятствовать истечению. Чтобы двигатель снова заработал, нужно уметь ввести в реактивную ионную струю ранее отобранные от молекул и атомов электроны. Реактивная струя снова становится плазменной, но теперь уже не внутри двигателя, а вне его. Разгоняются же в двигателе до больших, рекордных скоростей — в сотни и даже тысячи километров в секунду — именно ионы. Они-то и дали двигателю его название.

*Могучий
младенец* Пока еще электрический ракетный двигатель находится в младенческом возрасте, примерно как жидкостная ракета лет 30—40 назад. Но этот младенец быстро крепнет и набирает силу. Ученые разных стран убеждены, что будущее в космонавтике принадлежит именно ему, и усиленно работают над созданием электрических ракетных двигателей.

Уже имеются десятки, если не сотни, подобных двигателей разных типов, в большинстве своем предназначенных для различных исследований и испытаний. Нельзя не гордиться тем, что именно в Советской стране впервые были созданы экспериментальные электроракетные двигатели, что именно с советской земли стартовал первый космический летательный аппарат с таким двигателем.

Это произошло в 1964 году, когда впервые была запущена станция «Зонд-2» с плазменным двигателем. С электроракетными двигателями и связаны теперь основные перспективы космических исследований.

*Комариная
тяга* Есть у электроракетных двигателей одна особенность, резко отличающая их от всех других ракетных двигателей (если честно говорить, то отличий этих больше, чем сходства: и по принципу работы, и по внешнему виду, и по конструкции обычные и электрические ракетные двигатели различаются очень сильно).

Мы имеем в виду тягу, которую развивают электрические ракетные двигатели,—во всех без исключения случаях она очень мала и составляет доли килограмма, а очень часто — доли грамма. Это поистине комариная тяга, если сравнить ее с тягой в сотни тонн, развиваемой современными мощными ракетными двигателями. И в этом различии — глубокий смысл.

Жидкостные или твердотопливные ракетные двигатели могут быть и мощными и микроракетными, электрические же ракетные двигатели мощными быть не могут. Это своеобразная расплата за высокую скорость истечения. Электроракетным двигателям удается перейти через «барьер скорости истечения», непродолимый для химических двигателей, но далеко не безболезненно. По ту сторону «барьера», в мире больших скоростей истечения, тяга оказывается неизбежно малой; об этом будет рассказано в следующей главе.

А сейчас нам осталось ответить лишь на один, последний вопрос: почему же велики надежды, связываемые в космонавтике с электроракетными двигателями, если они способны развивать очень малую тягу? Понятно, что для всяких вспомогательных целей, когда требуется применение микроракетных двигателей, электрические двигатели часто окажутся более выгодными, чем химические: увеличенная скорость истечения позволит увеличить полезный груз или уменьшить общий вес космического летательного аппарата. Если на каком-нибудь искусственном спутнике для его ориентации в пространстве будут установлены электрические микроракетные двигатели вместо обычно применяемых в настоящее время химических, то общий вес системы ориентации (двигателей и топлива) может оказаться существенно меньшим. Но ведь для старта с Земли и разгона массивной космической ракеты неизбежно нужна большая тяга. Значит, в качестве основных маршевых двигателей электроракетные не годятся? Но тогда их роль в космонавтике всегда будет, в общем, второстепенной.

К счастью, несмотря на свою крайне малую тягу, электроракетные двигатели не только могут служить маршевыми двигателями, но и оказываются часто единственно пригодными для этой цели. В особенности это относится к более сложным, дальним и длительным межпланетным полетам. В чем же тут секрет?

Полупобеда над тяготением

Бесспорно, что малая тяга не в состоянии обеспечить взлет — в этом случае тяга должна превышать вес ракеты. Следовательно, на роль взлетных, или стартовых, электроракетные двигатели никогда претендовать не будут.

Тут монополистами, как и прежде, являются химические да еще ядерные ракетные двигатели.

Но в любом межпланетном полете всегда наступает момент,

когда над тяготением уже одержана первая решающая победа, хотя полностью оно и не покорено. Этот рубеж очень важен: пусть космическая ракета еще и не выбралась в свободный космос, но все же приобретает значительную свободу действий. Улететь совсем, навсегда расставшись с Землей, она не в состоянии, но и обратно на Землю может все же не возвратиться, как это обязательно случилось бы с ней, не достигни она заветного рубежа. У взлетающей ракеты появляется еще одна спасительная возможность — она может стать искусственным спутником Земли и сколь угодно долго обращаться в космосе вокруг нее.

Этот удивительный рубеж достигается в момент, когда взлетающая ракета затрачивает половину всей энергии, необходимой для преодоления земного тяготения. Скорость, которой достигает при этом ракета, носит название первой космической. Иногда ее называют круговой, что вполне обосновано, — она как раз достаточна для того, чтобы обладающая ею космическая ракета могла стать спутником Земли на круговой орбите. Теперь уже космонавтика приобрела столь обширный опыт запусков искусственных спутников, что вряд ли найдется человек, не слышавший о том, что круговая скорость у Земли равна примерно 7,9 км/сек.

*Зона
«полусво-
боды»*

Когда спутник уже на орбите, в особенности достаточно высоко расположенной, то дальнейшее его движение не требует затрат энергии. Значит, двигатель уже работать не должен. А если его не выключать, если он будет и дальше увеличивать скорость? Ясно, что в этом случае спутник будет постепенно удаляться от Земли, продолжая путь к свободному космосу.

Перейдя невидимый рубикон, связанный с затратой точно половины всей энергии преодоления земного тяготения, мы оказываемся в совершенно ином, своеобразном мире. Это мир «полусвободы», — мы еще не преодолели земного тяготения, его нити еще привязывают нас к Земле, но из жестких стальных они превратились в эластичные, каучуковые. И это открывает совершенно новые, интересные возможности. Ими-то и пользуются двигатели комариной силы.

*Как
поступить
с вишневой
косточкой*

Представьте себе заурядный случай: вы съели ягоду вишни и теперь находитесь в некотором затруднении, не зная, как поступить с косточкой. Нет, мы вовсе не рекомендуем ее проглотить, косточку нужно выбросить, но как? Можно, конечно, поступить по всем правилам этикета, осторожно перенести ее с помощью ложечки на блюдо. Возможны десятки промежуточных вариантов. Наконец, можно ее просто выплюнуть, убедившись, что при этом косточка не наделает каких-нибудь незапланированных бед.

Но если ту же задачу придется решать космонавту, выбравшемуся, подобно Алексею Леонову, из космического корабля, чтобы «погулять» (или, может быть, «поплавать», «полетать») в открытом космосе, то дело будет обстоять иначе. Мы, конечно, понимаем, что поставленная задача выглядит несколько академически: вряд ли космонавты, даже в более отдаленном будущем, станут забавляться вишнями во время космических прогулок, да и скафандр не очень-то способствует выплевыванию косточек. Но все же?

Если несмотря на все трудности космонавт ухитрится элементарно выплюнуть косточку, то это может обернуться для него серьезными неприятностями. Впрочем, не обязательно, конечно, иметь дело с косточкой. Можно, например, отбросить с силой какой-нибудь предмет, как это уже сделал однажды Леонов с крышечкой от кинокамеры. Все равно, важен лишь факт отброса какой-нибудь массы, пусть и небольшой.

Вот тут-то и проявятся необычные свойства «полусвободы». Даже сравнительно очень слабое усилие (подумаешь, косточка!) может вызвать заметное изменение характера движения неосторожного космонавта. Конечно, и при обычном выплевывании косточки на Земле появляется то же самое по величине усилие, и, следовательно, оно тоже изменяет характер движения. Движения чего? Земного шара, почтенная масса которого делает его довольно равнодушным к такого рода булавочным уколам, тем более что косточка-то не улетит в космос, а останется на Земле.

А в космосе? Масса космонавта хоть и намного больше, чем косточка, но все-таки уступает массе Земли. Да и собственным тяготением космонавт не может похвастаться. Поэтому даже столь малая сила скажется на крайне неустойчивом, подвижном космонавте (это не свойство его характера, а особенность всех тел в «полусвободном» и тем более полностью свободном космическом пространстве). Его движение заметно изменится.

Ну, а если выплевывать косточки непрерывно, одну за другой, в течение длительного времени? Ясно, что так, чего доброго, можно при желании «разогнать» космонавта до того, что он вообще окажется в свободном космосе, его «полусвобода» станет свободой настоящей. Вот что значит комариная сила, если она действует в космосе.

*Под
солнечным
парусом*

На этом и основана идея применения двигателей малой тяги в космосе, прежде всего электроракетных, но не только их одних. Можно, например, воспользоваться и ультракомариной силой давления света, гениально предсказанной теоретически англичанином Максвеллом и не менее гениально открытой в изящном и тонком эксперименте русским физиком П. Н. Лебедевым примерно в те же годы, на грани двух веков, когда вы-

нашивал свои замечательные идеи Циолковский. Давление солнечных лучей, этот дождь падающих фотонов—частиц, или квантов, света, заставляет серьезно считаться с собой конструкторов космических летательных аппаратов и ученых, рассчитывающих траектории их движения. Особенно сильно сказывается действие этого неуловимого солнечного зефира, очевидно, в тех случаях, когда поверхность космического аппарата велика, а его масса мала.

Вот что случилось, например, с американскими искусственными спутниками «Эхо», представляющими собой большой шар из тончайшей пленки. Когда они оказались на своих околоземных орбитах, в зоне «полусвободы», то вместо привычного уже орбитального движения стали выписывать какие-то непонятные космические кренделя, то приближаясь к Земле, то удаляясь от нее. Потом уж убедились, выполнив соответствующие исследования, что причиной является именно давление солнечных лучей.

Солнечный свет если и не единственный, то наверняка один из немногих реальных источников «бесплатной» энергии в космосе. Поэтому не удивительны десятки проектов «солнечно-парусных» космических кораблей различного назначения, в том числе и межпланетных. Расчеты показывают не только принципиальную возможность их создания, но и реальную выгодность. Может быть, в космическом флоте будущего наряду с тяжеловесными ракетными локомотивами найдут применение и легкие, изящные космические парусные «каравеллы».

*Медленно
поспешая*

Но главная роль в «полусвободном» и свободном космосе принадлежит, конечно, электрическому ракетному двигателю. Пусть тяга двигателя не только не превосходит веса космического летательного аппарата, но и меньше его в тысячи или даже десятки тысяч раз. Все равно и столь скромная сила сообщает небольшое ускорение аппарату. И если эта сила действует достаточно долго, двигатель работает непрерывно в течение длительного времени, то эффект его работы может оказаться поразительным.

Легко видеть, насколько отличается полет электрического межпланетного корабля от обычного старта ракеты с химическими ракетными двигателями с промежуточной орбиты искусственного спутника Земли. Если мощные двигатели советских космических ракет, направлявших к Венере, Марсу и Луне автоматические станции, работали при старте считанные минуты, успевая за малое время сообщить ракете нужную скорость, то совсем иначе поведет себя электрический корабль.

Вначале, когда его двигатель будет включен, это почти не скажется на полете, по крайней мере на глаз. Да и где там, если

слабо светящаяся реактивная струя электрического двигателя нежно, как легкое касание руки, чуть-чуть подталкивает корабль. Поэтому в первые минуты траектория полета корабля почти не будет отличаться от прежней траектории спутника. Если спутник — обитаемая орбитальная станция и на ней есть люди, то они долго будут свидетелями того, как, несмотря на работающий двигатель, корабль упорно не желает расставаться со станцией и летит рядышком.

Но потом все будет иначе. Корабль станет постепенно удаляться от станции, описывая вокруг Земли раскручивающуюся, как пружина, спираль. Пройдут дни и недели (невиданное дело для наших привычных космических ракет) непрерывной работы двигателя, и корабль приобретет вторую космическую скорость. А потом — и еще гораздо большую, вплоть до сотен километров в секунду, что и вовсе не доступно для химических ракет. Вот уж действительно медленно поспешая...

Сконструировать двигатели, работающие неделями, а то и месяцами подряд, дело трудное. Но уже на первых этапах разработки электрических ракетных двигателей некоторые их опытные образцы работали при наземных испытаниях тысячи часов подряд — удивительное достижение! Конечно, многое нужно сделать и для увеличения тяги двигателя: для межпланетного корабля нужна все же тяга побольше, чем для микроракетных двигателей системы ориентации спутников. Ну, если не килограммы, то хоть сотни граммов, но не миллиграммы же, иначе полет очень затянется. В этом направлении немало делается; нет сомнений, что двигатели нужной тяги появятся в самые ближайшие годы.

Особенно перспективным является сочетание **Союз атома и электричества** первых ступеней ракеты-носителя с химическим и ядерным ракетными двигателями и верхних ступеней — с электрическими. Ядерно-электрическая ракета окажется наивыгоднейшей в отношении полезного груза ракеты, а ведь это — главная цель космонавтики.

Главная, но не единственная. Крайне важна, конечно, и обшая длительность полета. Не будет ли межпланетный аппарат с электрической ступенью чрезмерно медленным? Слишком уж долго длится его разгон. Но оказывается, что даже при полете к ближайшим планетам — Венере и Марсу общая продолжительность экспедиции будет примерно одинаковой для аппаратов с химической или электрической ступенями. А когда понадобится слетать к более удаленным планетам, то аппарат с электрической ступенью вернется на Землю гораздо раньше, чем с химической, если этот последний вообще возвратится. Химическая энергия оказывается бессильной, когда имеются в виду дальние межпланетные полеты.

Многие ученые считают, что пройдет лет «Электричка» 10—20 до тех пор, пока на космические трассы в космосе выйдут первые электрические межпланетные аппараты. Но потом они станут настоящими хозяевами дальнего космоса. Межпланетные аппараты разных типов будут тесно сотрудничать. Каждому космическому локомотиву отведут определенный участок пути, каждый будет работать в свойственном ему режиме. Ни о какой отставке в любом предвидимом будущем современных мощных жидкостных ракет не может быть и речи. Им будет принадлежать постоянная важная роль в освоении космоса — именно эти ракеты будут, вероятно, выводить космические «поезда» из паутины околосемных космических трасс на значительную высоту, где уступят свое место двигателям иного типа. Аппараты с жидкостными двигателями, вероятно, встретят возвращающийся из дальних странствий космический корабль и благополучно доставят космонавтов на Землю.

Взлет и посадка на другие планеты также будут осуществляться этими двигателями. Жидкостные ракеты будут и в дальнейшем совершенствоваться, становиться более мощными и экономичными. Видное место займут в космическом флоте и ядерные двигатели — они будут принимать «эстафету» от жидкостных на пути в глубины космоса. А на большей части этого пути, по многочисленным межпланетным трассам, будут «медленно поспешать» космические «электрички» — аппараты с электрическими ракетными двигателями.

Пока подобных аппаратов нет. О том, как они выглядят, мы еще не знаем. Об этом можно судить лишь по многочисленным проектным разработкам, сведения о которых публикуются в печати. Но одно несомненно, эти аппараты будут совсем не похожи на привычные нам жидкостные ракеты. Да и к чему им, например, изящные аэродинамические очертания нашей знаменитой ракеты «Восток»? Ведь электрическим аппаратам не суждено летать в атмосфере, их поле действия — космическое пространство, где воздуха нет. И старт электрического аппарата вовсе не похож на обычный — никакого впечатляющего зрелища гигантской сигары, с грохотом и ревом возникающей из пламени и газов. Как мы уже знаем, электрический аппарат стартует только в космосе, его бесшумный и медленный старт вовсе не выглядит столь эффектно.

Геометрические формы электрических космических аппаратов могут быть самыми причудливыми, часто весьма неожиданными. Но есть одна черта, роднящая все такие аппараты, — какие-то странные поверхности огромной площади, то вроде гигантского зонтика, то веера, то крыльев. Каковы их функции?

Об этом — в следующей главе.

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА РАКЕТЕ

С тех пор как в памятные осенние дни 1957 года из космоса впервые донеслись позывные советского спутника Земли, они успели стать далекой историей, классикой космонавтики. Теперь скажи, пожалуй, любому человеку в любом уголке земного шара эти самые «бип-бип-бип...», и он широко улыбнется: «О, спутник!» Русское слово «спутник» вошло во все языки мира, буд-то всегда так было.

Как много передали с тех пор с помощью радиоволн на Землю искусственные космические тела, созданные гением и волей человека! Звуки «Интернационала», которые стоя слушали делегаты XXIII съезда КПСС, и фотографии невидимой стороны Луны; сведения о ранее неведомом радиационном поясе Земли и телевизионные изображения лунной поверхности; голоса первых людей, дерзко посягнувших на космос: «Я — «Кедр», «Я — «Чайка», — и сообщения о составе атмосферы далекой-далекой Венеры; радио- и телепередачи наземных станций и метеорологические карты... Записи этих передач потребовали многих сотен километров магнитной ленты!

*«Научно-ис-
следова-
тельский
институт»
на орбите*

Летит в космическом безмолвии искусственное небесное тело и — «живет». Работают сложные и точные измерительные приборы, посылая на Землю с помощью бортовых радиоустройств данные научных наблюдений. Автоматически и по команде с Земли срабатывают фото- и телекамеры, обрабатывается фотопленка. Жужжат вентиляторы, заставляя мчаться воздух и различные газы в нужном направлении и с заданной скоростью, чтобы что-то на борту не перегрелось, а что-то не переохладилось, чтобы космонавты на борту могли дышать, а сложное бортовое оборудование надежно работать. То открываются, то прикрываются жалюзи, изменяя поглощение и отдачу тепла и поддерживая этим нужный температурный режим на борту. Включаются и выключаются небольшие ракетные двигатели, заставляя поворачиваться весь аппарат то туда, то сюда, смещая его то в одну, то в другую сторону, увеличивая или уменьшая скорость полета. Щелкают переключатели, работают насосы, компрессоры, электродвигатели. Да мало ли что еще происходит на борту этого умного, образованного, высокоинтеллектуального космического тела. Иной раз какой-нибудь искусственный спутник или космический корабль превосходит по оснащению рядовую земную научно-исследовательскую лабораторию!

Энергия на борту

Но ведь все это сложное бортовое хозяйство работает не само собой — оно требует затраты энергии, или, как говорят инженеры, энергопитания. Как решается эта задача? Где, в какой форме запасается на борту энергия, расходуемая затем в течение всего полета? Как организуется подвод энергии в нужное место, к нужному оборудованию и в нужное время? Для конструктора космического корабля и всех его систем эти вопросы иной раз оказываются едва ли не самыми главными.

Разумеется, космонавтика создавалась не на голом месте, она впитала в себя все лучшее, что достигнуто «земной» техникой. Что же могла она заимствовать из накопленного человечеством опыта для решения задачи энергопитания на борту космического летательного аппарата?

Почти сразу, без особых раздумий, решился вопрос о том, какая именно энергия должна использоваться на борту. Ну конечно же, электрическая. Ее сравнительно просто и удобно получать, распределять, использовать; она требует относительно легких, малых по размерам и надежных устройств. В некоторых случаях, правда, выгодно использовать, например, гидравлическую или пневматическую энергию, заключенную в движущейся под давлением жидкости или газе. Иногда и эта энергия используется в космосе. Но все же в основе всегда лежит электрическая энергия, с ней конкурировать трудно.

Поскольку нельзя электрическую энергию передавать на летящий космический корабль по проводам, как это принято на Земле, то, может быть, удастся сделать это без проводов? Правда, широкого применения такая передача энергии на расстояние без проводов еще не получила, но кое-какой опыт все же есть. Может быть, в космосе для этого условия благоприятнее, чем на Земле? Ведь там нет мешающего воздуха, и передачу энергии можно осуществлять по прямым линиям на большое расстояние.

Что ж, в подобной идее нет ничего невозможного, а уж о ее заманчивости и говорить нечего. Судя по проведенным на земле опытам, например по передаче энергии на парящий в воздухе вертолет, это делается следующим образом.

Передающая энергостанция преобразует подводимую к ней электрическую энергию в остронаправленное высокочастотное электромагнитное излучение, а установленный на вертолете приемник, в свою очередь, преобразует захваченное им излучение снова в электрический ток. Все здесь уже, в общем, известно, и хотя пока эффективность подобной передачи энергии довольно низка, вполне возможно, в принципе, ее значительное повышение. Нет сомнений, что в технике будущего беспроводная передача энергии получит широкое применение. Может быть, даже насту-

пит время, когда обычная передача больших количеств электрической энергии по кабелям и проводам станет анахронизмом. Это позволяет надеяться на решение аналогичной задачи и для космоса.

В особенности перспективным может оказаться использование для этой цели луча лазера, если удастся создать гораздо более мощные лазеры, эти чудодейственные источники света строго определенной частоты. Не исключено, что в будущем космические корабли, летящие на огромных расстояниях от Земли, будут получать энергию с мощных земных (может быть, лунных или марсианских?) энергостанций в виде лучей света. Но пока все это еще фантазия.

«Электричество
в упаковке»

Может быть, брать электроэнергию с собой с Земли? Ведь вот и пищу космонавты пока тоже берут с собой, как и кислород для дыхания, и воду для питья,— в общем, все необходимое. Все это тоже можно получать непосредственно на борту, уже в полете, но... Ученые и конструкторы стараются оттянуть возможно дальше момент, когда такое «бортовое производство» окажется действительно необходимым.

Конечно, когда полет будет длиться месяцы и годы, всего не напасешься. Тогда поневоле придется думать о разнообразных «производствах» на борту ракеты, вплоть до самого, пожалуй, сложного—производства пищи. Но, если можно, лучше обойтись запасами.

На Земле уже давно пользуются «электричеством в упаковке», да и в космосе с него, собственно, и начали. Общеизвестно, как именно удастся запасать, или, как говорят инженеры, аккумулировать, электроэнергию — на помощь приходит химия. И в любой батарейке карманного электрического фонаря, и в аккумуляторе, имеющемся на каждом автомобиле, выделение запасенного электрического тока сопровождается химической реакцией. Не зря все эти устройства носят общее название электрохимических элементов. Реакции могут быть разными, из различных материалов могут быть устроены элементы, но суть все же остается одинаковой.

В любой химической реакции участвующие в ней вещества обмениваются электрическими зарядами; если бы удалось собирать эти заряды, то задача была бы, в сущности, решена. Некоторые реакции оказываются особенно удобными для этой цели, они-то и используются в элементах. Пока элемент не работает, не «выдает» электричества, реакция в нем не идет. Когда реакция прекращается из-за израсходования какого-либо участвующего в ней вещества, элемент уже ни на что не годен.

Электри- ческая скатерть- самобранка

Особенно интересны электрохимические элементы, получившие название аккумуляторов — накопителей электрической энергии. Их можно вначале зарядить электричеством — при пропускании электрического тока через аккумулятор в нем идет химическая реакция, связанная с поглощением электроэнергии. В заряженном состоянии аккумулятор может находиться практически неограниченно долго, а затем в любой момент может начать отдавать запасенную в нем электрическую энергию, как некая волшебная скатерть-самобранка. Для этого достаточно замкнуть внешнюю электрическую цепь — по ней потечет ток и будет течь до тех пор, пока идущая в аккумуляторе химическая реакция (обратная той, которая соответствовала зарядке) не прекратится. Отдавший всю запасенную энергию аккумулятор может быть снова заряжен.

Именно аккумуляторы и были источником электрической энергии на первых космических аппаратах, да и до сих пор широко используются в космонавтике. Но, увы, при значительной мощности размеры и вес аккумуляторов оказываются слишком обременительными. По этой же причине не получили широкого распространения и электромобили — автомобили с аккумулятором и электрическим двигателем вместо обычного автомобильного двигателя внутреннего сгорания.

А пока космонавтике приходится думать о том, чтобы производить электрическую энергию на борту аппарата, раз ее не всегда удастся запастись. Аккумуляторы будут, вероятно, устанавливать на борту космических аппаратов и в будущем, но лишь в дополнение к другим источникам электрической энергии, в качестве запасных, аварийных и т. п.

Может быть, ТЭЦ? Как обычно получают электроэнергию на Земле? Мощные потоки падающей воды вращают колеса турбин гидроэлектростанции и вместе с ними роторы гигантских электрогенераторов — динамо-машин. В космосе, увы, нет падающей воды. Но и на Земле гораздо чаще, чем ГЭС, строят тепловые электростанции. Теплоэлектроцентраль есть почти в любом городе.

Зайдем в здание такой станции: вот котел, громадина до потолка, в его топке бушует пламя; толстенные трубы, по которым пар из котла идет в турбину; в отдельном зале — турбина и приводимый ею во вращение электрогенератор, пульт управления со множеством приборов.

Понятно, что на космическом аппарате не соорудишь многоэтажных зданий, но котел, турбина и другие части космической ТЭЦ могут быть сильно уменьшены в размерах и весе: ведь для полета все делается более миниатюрным и совершенным. Не в этом загвоздка, она в другом.

И уголь и нефть, сгорающие в топке котла, нуждаются для горения в атмосферном кислороде, а его в космосе нет. Но ведь горит же топливо без воздуха в ракетном двигателе? Значит, и космическая ТЭЦ должна работать не на обычном, а на ракетном топливе. Его на борту всегда много, раз оно нужно двигателям ракеты.

Но в том-то и дело, что топливо нужно двигателям. Где уж тут рассчитывать, что его хватит на длительную работу ракетной электростанции. И если все же на космическом аппарате иной раз и можно представить себе электростанцию, похожую на описанную, то только для кратковременной работы.

Впрочем, может быть применен и другой вариант той же ТЭЦ, именно не с паросиловой установкой, а с двигателем внутреннего сгорания, вроде как на дизель-электроходах или тепловозах. Но и тут тоже, конечно, речь может идти лишь о сравнительно кратковременной работе. Уж очень дефицитно и дорого в космосе ракетное химическое топливо.

Гибрид аккумуля- тора и ТЭЦ

И все же пренебрегать возможностями химии в космосе не стоит. Есть один способ получения электрической энергии из химической, привлекающий значительное внимание и уже применяющийся. В этом способе своеобразно сочетаются достоинства электрохимического элемента и тепловой электростанции.

Представьте себе электрохимический элемент, работающий не часы, а дни и недели подряд, хотя, по всем законам и правилам, идущей в нем реакции давно следовало бы прекратиться. И еще представьте тепловую электростанцию, в которой сгорает топливо, но... без сгорания. Ну, а теперь представьте, что обе эти удивительные электрогенерирующие установки объединены в одну. Вы и получите топливный элемент, о котором идет речь.

Почти как у Кио

Перед нами сосуд. Внутри него непрерывной рекой вливается гремучий газ, точнее, по одной трубе поступает водород, а по другой — кислород. Оба газа скрываются во чреве совсем небольшого по размерам сосуда. Что же дальше? Идет минута за минутой, час за часом, а сосуд продолжает «наливаться» гремучим газом. Но ведь это же невозможно... Если газ остается в сосуде, то его стенки уже давно должны бы разорваться под действием огромного давления. Если предположить, что газ в сосуде сжигается, превращается в жидкий водород и жидкий кислород, то и в этом случае сосуду давно пора разорваться.

Остается предположить, что тут что-то вроде фокусов известного циркового кудесника Кио, и газ не только поступает в сосуд, но и где-то, незаметно для нас, выходит из него. Ну-ка, обследуем повнимательнее сосуд со всех сторон.

От двух клемм, укрепленных на сосуде, тянутся электрические провода. Может быть, это искусно замаскированная трубка для вывода газа? Нет, внутри тонкая металлическая жила провода. Да и вон там, в углу, куда тянутся провода, стоит пульт, горят электрические лампочки. Выходит, сосуд дает ток, это какой-то необычный электрический генератор? Но ведь не может же гремучий газ превратиться в электрический ток?!

Внизу сосуда все-таки есть трубка. Из нее вытекают капли какой-то прозрачной жидкости. Что же это за жидкость? Рискнем подставить палец — ничего особенного, чуть тепловатая. Да это обыкновенная вода!

Итак, из сосуда удаляется вода. Ну, это еще куда ни шло, ведь и при взрыве гремучего газа образуется вода. Но тут-то взрыва нет? И откуда электричество берется?

Сгорание, но... холодное Внутри сосуда происходит самое настоящее таинство. В основе его та же химическая реакция соединения водорода и кислорода с образованием воды, как и при сгорании со взрывом. Но на этот раз сгорание какое-то странное — бесшумное, без взрыва и выделения тепла. И все же сгорание. Холодное сгорание. В таинственном сосуде, который и является топливным элементом, реакция идет так, как во всяком электрохимическом элементе, — тепло не выделяется, потому что химическая энергия сразу, непосредственно переходит в электрическую. Вспомните о возможности «поймать» электроны, которыми обмениваются участвующие в реакции вещества. В топливном элементе, как и в аккумуляторе, это удастся сделать. Поэтому конечными продуктами его работы и оказываются, с одной стороны, вода, капающая из трубки, а с другой — электрический ток, которым можно пользоваться для какой угодно цели.

Ток + вода Ток, электроэнергия, так нужная на космическом аппарате. Да и вода не последний продукт в космическом корабле, если в нем есть люди. Не удивительно, что космонавтика пристально приглядывается к топливному элементу, следит за его совершенствованием. Да и не одна космонавтика заинтересована в использовании этого выдающегося научного достижения нашего времени.

Первое применение в космосе топливный элемент уже получил, причем именно работающий на водороде и кислороде (экспериментальные топливные элементы работают на самых разных топливах). Он был установлен на космических кораблях «Джеминай» и «Аполлон», на которых совершали полеты американские космонавты. Неполадок с этими элементами было немало, но, в общем, их применение оказалось успешным.

*Химия
пасует*

Правда, им приходилось работать в полете менее двух недель. А если нужна работа в течение месяцев подряд? Тут уж топливные элементы, не смотря на все их совершенство, не годятся — необходимые запасы жидкого кислорода и жидкого водорода получаются слишком большими.

Где же выход? Откуда взять энергию, необходимую для получения электрического тока на борту космического аппарата? Если бы на этот вопрос не было ответа, то перспективы межпланетного полета сразу стали бы призрачными. К счастью, ответ есть. И даже не один, а два.

*Ветряные
мельницы?*

Теперь, когда на околоземные орбиты выведены сотни искусственных спутников, вряд ли найдется человек, не представляющий себе, как выглядит спутник внешне. Ну, а счастливики, побывавшие на ВДНХ, в павильоне «Космос», воочию могли видеть советские спутники всех размеров и форм. И, конечно, посетители «Космоса» заметили, что многие спутники снабжены какими-то выступающими большими панелями, напоминающими не то широкие лодочные весла, не то крылья ветряной мельницы. Эти панели представляют собой тонкие пластины, расчерченные на маленькие квадратики или прямоугольнички. Иногда панели укреплены непосредственно на корпусе спутника. Подобными панелями снабжены и автоматические межпланетные станции.

Панели на спутниках часто бывают подвижными, они отклоняются, поворачиваются, подчиняясь каким-то таинственным сигналам.

Что ищут они в безбрежном океане космоса?

Солнечные лучи. Ведь панели — это солнечные батареи, или батареи солнечных элементов. Не случайно это совпадение терминологии с уже известными нам электрическими элементами и батареями. Солнечные элементы тоже генерируют электрический ток. Они служат для того, чтобы обеспечивать энергопитание космического аппарата. Это и есть один из ответов на поставленный нами вопрос. Солнечная электростанция стала важнейшей составной частью почти каждого космического аппарата.

Но какая связь Солнца с электроэнергией? Разве наше дневное светило шлет в космос наряду со светом и электрическую энергию, которую призваны ловить крылья солнечных батарей?

*Мириады
раций*

Общеизвестно, что Солнце, как и другие звезды, испускает электромагнитные волны различной длины. Тут и обычный свет, тот самый, что разлагается в красивый радужный спектр, и невидимые волны большей длины — инфракрасные, и меньшей длины — ультрафиолетовые, и еще более короткие — рентгеновские, и самые длинные — радиоволны. Все эти волны несут с собой

энергию, и, как всякую другую энергию, ее можно преобразовать в электрическую. Но как именно это сделать?

В науке и технике уже давно научились ловить электромагнитное излучение и использовать его энергию. Не будь этого, не было бы у нас ни радио, ни телевидения. И если бы Солнце было заправской радиостанцией, работающей на какой-то одной, строго определенной длине волны, то просто было бы построить большую радиоантенну и улавливать электромагнитные волны, идущие от Солнца, чтобы потом использовать их энергию для генерирования электрического тока.

Увы, этого сделать нельзя, потому что какая же это радиостанция — Солнце, если она «вещает» сразу на всех возможных и невозможных волнах. И понятно почему — излучают электромагнитные волны атомы Солнца, их электронные оболочки, но частота излучения зависит от температуры, а на Солнце есть атомы самой разной температуры. Значит, Солнце — это не хорошо налаженная радиостанция, а бесчисленное множество микрорадиостанций, действующих вразнобой на самых разнообразных волнах. Чтобы поймать их излучение, нужно и бесчисленное множество радиоприемников, а это, очевидно, невозможно. Нет, радиосум, испускаемый Солнцем, так просто в электроэнергию не превратишь.

А жаль. Ведь Солнце излучает большую энергию — вблизи земной орбиты, то есть на расстоянии 1 астрономической единицы от Солнца (примерно 149,6 миллиона километров), на площадку 1 м^2 , если ее расположить перпендикулярно солнечным лучам, падает примерно 1,4 квт энергии, переносимой солнечной радиацией. В космосе это огромная ценность.

Но разве нет способа «поймать» и использовать падающую солнечную энергию? Оказывается, есть, и не один. Как раз этим и занимаются панели солнечных элементов. Их создание — одно из наиболее замечательных научно-технических достижений нашего времени, и, пожалуй, главную роль тут сыграли именно потребности космонавтики.

Солнечный элемент — небольшая тонкая пластинка, из них и набирают мозаичные панели солнечных батарей. Пластинки изготовлены из так называемых полупроводниковых материалов, чаще всего кремния или германия, причем материалов очень высокой чистоты, что делает солнечные элементы весьма сложными в изготовлении.

Пластинка солнечного элемента хоть и тоненькая, но устроена довольно сложно, состоит обычно из нескольких слоев, каждый из которых играет свою роль в «ловле» солнечной энергии. Физические процессы, происходящие в этом «слоеном пироге», не просты, хотя итог их и очевиден. Когда солнечный свет, все

мириады фотонов, или квантов, из которых он состоит, падают на полупроводник, то в результате этой бомбардировки многие электроны в кристаллической решетке полупроводника выбиваются из атомов. Ну, а дальше задача заключается в том, чтобы попытаться собрать все «освободившиеся» электроны в одном из слоев элемента — этому и способствуют полупроводниковые свойства вещества. С их помощью создается своеобразный электрический «кран», или вентиль, как говорят специалисты, — он пропускает электроны в одном направлении, но закрывает для них путь назад.

Получается, что электроны устраивают свой «клуб» в одном слое, а в другом, естественно, оказывается их недостаток. Следовательно, между этими двумя слоями возникает разность электрических потенциалов. Стоит соединить оба слоя наружным электрическим проводником, как по нему потечет ток, — электроны помчатся из перенаселенного «клуба» в слой, где в них нуждаются. Совершится чудо — тонюсенькая блестящая пластинка глядится на Солнце и дает электрический ток!

Конечно, каждая миниатюрная пластинка, образующая солнечный элемент, способна создать лишь малую разность потенциалов и малый ток, но соединенные в большом количестве (десятки и сотни тысяч) в одной панели они образуют достаточно мощную солнечную батарею. Солнце становится надежным поставщиком электрической энергии для космического аппарата.

*Изящные
крылья
много
весят*

Правда, гладко получается лишь на бумаге, а на пути реального широкого применения гелиоэлектростанций в космосе оказываются нештучные «овраги». Прежде всего, солнечные батареи слишком тяжелы. Особенно неважно складывается дело, если требуется батарея значительной мощности, а именно этот случай и интересует нас больше всего, когда мы думаем о будущем космонавтики.

Вспомните, что 1 м^2 поверхности получает примерно $1,4 \text{ квт}$ солнечной энергии. Это немало. Но существующие солнечные элементы не слишком-то совершенны, им удастся пока «поймать» и преобразовать в ток лишь примерно одну десятую всей этой энергии, а то и еще меньше. Да и в будущем перспективы здесь не очень уж обнадеживающие, хотя немало может быть сделано.

Значит, чтобы создать батарею мощностью 1 квт , нужны панели с полезной площадью элементов около 10 м^2 . А для тех мощностей, которые потребуются уже в ближайшем будущем космонавтике, да что там — которые уже сейчас требуются, понадобится целое футбольное поле солнечных батарей. И такое «поле» будет весить слишком много — тонны. Правда, ученые ищут пути облегчения космических гелиоэлектростанций: солнечные элементы делаются все более тонкими, само их название — тонко-

плечные — говорит за себя, их к. п. д. непрерывно увеличивается, опорная рама и вся конструкция батареи тоже облегчаются — вместо металла применяют легчайшие пластмассы и т. п. И все же проблема веса остается.

*Электро-
станция
в рулоне*

Не проще и другая проблема больших солнечных батарей — как уместить их на взлетающем аппарате? И конструкторам приходится идти на всяческие ухищрения — поворачивать панели, складывать их, как гармошку или листы книги, и даже свертывать в рулон. В таком свернутом виде солнечные батареи нетрудно поместить под защитную оболочку. Когда же летательный аппарат освободится от защищавшей его при полете в атмосфере оболочки, то уже в космосе, на орбите, наступит очередь для развертывания гелиоэлектростанции. Специальные устройства растянут ранее сплюснутую гармошку или раскрутят тугой рулон — в космосе развернутся крылья, веера, расцветут соцветия электрических батарей огромной поверхности. А сколько изобретательности и инженерного искусства требуется, чтобы все эти тончайшие, буквально ажурные архитектурные конструкции «парили» в космосе, сохраняли в нем свои формы, не свертывались и не изгибались.

*То горячо,
то холодно*

Немало трудностей на пути создания и применения космических гелиоэлектростанций. Тут и вредное воздействие космического излучения и космической пыли на солнечные элементы, вследствие чего их поверхность приходится защищать специальными прозрачными покрытиями; и необходимость строгой ориентации на Солнце, иначе мощность батареи резко уменьшается и может упасть до нуля; и полная беспомощность солнечных батарей, когда они оказываются в земной тени, а ведь это случается не так уж редко, если речь идет об искусственных спутниках Земли, — примерно треть всего пути по орбите приходится на такой участок, когда спутник не «видит» Солнца, отгороженный от его палящих лучей земным шаром, и еще многое другое.

Но если со всеми этими трудностями космонавтика, в общем, успешно справляется или, по крайней мере, намерена справиться, то иначе обстоит дело еще с одним, роковым для солнечных батарей недостатком. Мощность солнечных элементов, очевидно, целиком зависит от того, как много солнечных лучей они улавливают, тут уж ничего не поделаешь. Когда солнечная батарея окажется, например, на расстоянии в две астрономические единицы, то есть удалится от Солнца еще на 150 миллионов километров, будет вдвое дальше, чем Земля, то ее мощность упадет вчетверо только потому, что она будет улавливать вчетверо меньше солнечных лучей.

Поэтому полет к внешним планетам Солнечной системы, рас-

положенным дальше от Солнца, чем Земля, будет для космического корабля с гелиоэлектростанцией все менее выгодным. Даже на орбите ближайшего нашего соседа в околосолнечном пространстве — Марса электростанция станет развивать в 2,3 раза меньшую мощность, чем у Земли. Что же говорить о следующей по очереди планете — Юпитере, где мощность упадет уже в 27 раз!

Но, оказывается, не только вдали от Солнца, но и в непосредственной близости от него солнечным батареям приходится не сладко — теперь уже солнечных лучей оказывается слишком много! Вблизи Венеры, нашей непосредственной соседки со стороны Солнца, мощность батареи возрастет примерно вдвое. Хорошо? Да, но чрезмерная жара вредна для солнечных элементов, и, пожалуй, далеко внутрь орбиты Венеры не заберешься: близость к Солнцу окажется пагубной для гелиоэлектростанции.

Так и получается: то холодно, то жарко. Лишь в некотором поясе средних расстояний от Солнца солнечные батареи могут верно служить космонавтике. Ну что же, поскольку наша Земля находится именно в этом поясе, воспользуемся милостью природы и будем строить космические гелиоэлектростанции. Нет сомнений, что их нынешняя служба космонавтике — это только начало. Роль солнечных батарей в штурме космоса по мере их совершенствования будет непрерывно возрастать.

Солнце и тепло

Но не одни лишь солнечные батареи способны преобразовать энергию солнечных лучей в электрический ток. Гелиоэлектростанция космического корабля может быть устроена иначе, без использования солнечных элементов. И оказаться при этом иной раз даже более эффективной и выгодной. Но для этого солнечный свет нужно сначала преобразовать в тепло возможно более высокой температуры и затем преобразовать его в электрическую энергию.

Что солнечные лучи несут с собой тепло, знает каждый. Обшивка космического корабля, освещенная Солнцем, может нагреться до 200° и более. А с другой, затененной стороны она охладится до минус 150° и ниже. Тепло потечет от горячей к холодной стороне, подобно тому как вода течет сверху вниз. И как текущую воду можно заставить совершать полезную работу на турбинах ГЭС, так и текущее тепло в состоянии совершать работу в различных тепловых машинах, как это и происходит на теплоэлектроцентралях.

Водопад и «теплопад»

Эта аналогия воды и тепла может быть продолжена. Чтобы мощность ГЭС была большой, реки перегораживают плотиной, заставляющей воду из верхнего бьефа низвергаться в нижний.

Только такой водопад способен заставить вращаться гигантские колеса турбин, заключенных в бетонном теле плотины. И тепло тоже способно совершить значительную работу лишь в случае, когда «теплопад» велик, велика разница температур (ученые иногда говорят «температурный напор») нагретой и холодной поверхностей. Как же можно увеличить «теплопад»?

Зайчик и тигр Кого из нас в детстве не забавлял солнечный зайчик — яркое пятнышко, отбрасываемое на стену зеркалом, отражающим солнечные лучи?

При желании пятнышко может превратиться в одну огненную, ослепительную точку, и тогда оно станет скорее опасным тигром, а не безобидным зайчиком.

Секрет превращения зайца в тигра прост: специальное зеркало или лупа сводят в точку все захваченные ими солнечные лучи. Если зеркало велико и захватывает много лучей, то они могут быть сконцентрированы в огненную точку, представляющую собой истинное Солнце в миниатюре (собственно, точка и есть его изображение), столь высока будет температура в фокусе лучей.

Этим открывается простой и эффективный способ усиления нагрева горячей поверхности космической энергоустановки. Применяющиеся зеркала большой поверхности называют концентраторами солнечной энергии, и понятно почему. Концентраторы бывают самой разной конструкции, но всех их роднит одна особенность — они должны быть складными, подобно большим панелям солнечных батарей. Только в космосе концентраторы раскрываются во всю свою величину.

Цветок и подушка Как остроумно решают конструкторы непростую задачу упаковки концентратора! Вот, например, что-то, напоминающее бутон цветка со сложенными лепестками, — в космосе лепестки начнут распрямляться, как это происходит с истинным цветком в замедленной киносъемке, и вскоре изящный экзотический цветок превратится в тонкое металлическое зеркало. А вот что-то совсем другое — аккуратно сложенный пластмассовый мешок, который в космосе распрямляется под действием слабенького давления газа изнутри и вскоре превращается в упругое зеркало с металлизированной параболической поверхностью и жестким бортиком по окружности. Концентраторы из тончайшей пленки могут быть особенно большими и легкими, но зато срок их жизни окажется иной раз до обидного коротким — любая крохотная пробоина может стать роковой.

Солнечные концентраторы найдут широкое применение в космонавтике будущего, хотя и не станут обязательным атрибутом любой космической солнечной электростанции. Если можно, хорошо бы, конечно, обойтись без них — добавочный вес и, в осо-

бенности, увеличенная сложность (а потому меньшая надежность) никогда не были и не будут привлекательными в космосе. Все должно быть заранее тщательно взвешено и соразмерено, что выгоднее — меньшая мощность и эффективность космической гелиоэлектростанции или ее увеличенные размеры и вес.

Но пусть солнечное тепло поймано. Как теперь превратить его в электрический ток? Мы не раз упоминали о ТЭЦ, в которых в электроэнергию преобразуется тепло сгорающего топлива. Нельзя ли подобным же образом получить электроэнергию из солнечного тепла?

Отчего же. Представьте себе в фокусе солнечного концентратора небольшой паровой котел. Жгучие лучи Солнца, сфокусированные концентратором на котле, раскалят его стенки. Жидкость, заполняющая котел (правда, это уже не вода, а ртуть, расплавленный калий или какой-нибудь другой металл), нагреется стенками и превратится в пар. А далее уже, как всегда, пар вращает колесо турбины, а она, в свою очередь, ротор динамомашин. Ток есть! Ну, а пар после турбины направляется в специальное устройство — конденсатор, где опять превращается в жидкость, чтобы потом снова поступить в котел.

Тут мы коснулись едва ли не самого больного места любой космической электростанции, использующей тепло, вне зависимости от того, каково его происхождение. На самом деле, чтобы пар превратить в жидкость, сконденсировать, его нужно охладить, отвести от него скрытое тепло испарения. Это и происходит в конденсаторе.

Конденсаторы устанавливают на всех обычных ТЭЦ. Но на Земле они не представляют собой никакой проблемы: чтобы отвести тепло от конденсатора, его просто омывают холодной водой. Можно охлаждать и окружающим воздухом. А как прикажете охлаждать конденсатор космической теплоэлектростанции? Здесь уже тепло, которое нужно отвести, становится настоящей бедой.

Единственный остающийся в распоряжении конструктора способ — охлаждение излучением в космическое пространство, радиацией. Ну что ж, на худой конец и этот способ годится. Ведь и на Земле он применяется нередко, стоит вспомнить, например, обыкновенную электрическую лампочку: ее раскаленная нить отдает тепло именно излучением, иначе мгновенно перегорела бы.

Но излучение — коварная штука, его можно использовать действительно только на худой конец. Да и как иначе, если не коварством, назовешь свойство излучения: чтобы эффективно охладить с его помощью какое-нибудь тело, например тот же космический конденсатор, его нужно предварительно сильно нагреть!

*Нагреть
для...
охлаждения*

Никакого парадокса здесь нет. Количество тепла, которое может отдать излучением космический радиатор, зависит от четвертой степени его температуры. Значит, когда температура уменьшается, то количество отводимого радиацией тепла катастрофически быстро снижается: температура уменьшится вдвое и отводимое тепло — в 16 раз, потому что $2^4 = 16$.

Но можно ли безнаказанно повышать температуру радиатора?

Оказывается, нельзя. И не только потому, что чрезмерное повышение температуры снижает прочность металла и может в конце концов привести к его размягчению и даже расплавлению. Задолго до достижения этой опасной температуры ее дальнейшее повышение становится невозможным по другой причине.

Вспомните, что говорилось о «теплопаде», о необходимости большой разности температур, чтобы тепло могло быть эффективно преобразовано в электрическую энергию. Но если «холодная» поверхность конденсатора будет сильно нагретой, то «теплопад» уменьшится и мощность электростанции упадет.

Конструктор мечется: повысишь температуру радиатора — уменьшишь мощность космической электростанции, не будешь повышать — понадобится радиатор чрезмерно большой поверхности, а большие размеры и вес явно противопоказаны космонавтике. И все же, как ни вертись, радиатор получается едва ли не самой «всякой» частью тепловой космической энергостанции. Размеры его обычно поражают. Вот откуда огромные зонтики, веера и крылья, о которых мы уже говорили, — приходится расплачиваться за то, что имеешь дело с теплом.

Вернемся, однако, к космической ТЭЦ. Немало проектов «машинных» солнечных электростанций уже разработано учеными и конструкторами. Эти станции, несомненно, найдут широкое применение в космонавтике будущего — их эффективность весьма высока. И все же космонавтика настойчиво стремится избавиться от всяких ненужных машин на борту: ведь с ними связана не только пониженная надежность, но и различные вибрации, и то и другое — следствие быстродвижущихся частей машин. Ну как тут не вспомнить чудесную простоту солнечных элементов, не имеющих ни единой движущейся части!

Что ж, энергетике известен даже не один метод безмашинного, или, как говорят ученые, прямого преобразования тепла в электричество, и все они могут претендовать на почетное место в космосе. Эти методы основываются на достижениях современной физики. Два из них наиболее известны и уже получили практическое применение.

*Электри-
ческая
жидкость
и электри-
ческие
«рыбки»*

В одном случае на сцену снова выступают полупроводниковые вещества, но не те, с которыми имеют дело в солнечных элементах. Суть физических процессов в этих веществах в данном случае тоже совсем иная.

Если вырезать из двух разных полупроводниковых материалов небольшие пластинки, спаять их между собой по торцам и затем нагреть один спай, а другой охладить, то электроны начнут перемещаться из одной пластинки в другую, подобно легкотекущей жидкости. Пластинки станут заправской тепловой электрической машиной — она будет расходовать тепловую энергию и производить электрическую. Правда, один подобный термоэлектрический элемент может дать очень небольшой ток, но ведь то же относится и к солнечному элементу — ансамбль из многих элементов способен стать уже достаточно мощной электрической батареей.

В другом случае используется свойство нагретого металла испускать электроны — эти легко подвижные частички начинают двигаться в металле при его нагреве столь стремительно, что выскакивают из него. У самой поверхности раскаленной металлической пластинки образуется как бы облако пляшущих электронов, вырывающихся из металла и снова падающих на него, подобно тому как выскакивают из воды шаловливые рыбки. Но если в непосредственной близости от горячей пластинки расположить холодную, то она станет своеобразным неводом для электрических «рыбок» — часть из них будет улавливаться холодной пластинкой. Между пластинками потечет электрический ток, и все нехитрое устройство превратится в миниатюрный электрогенератор. Ученые называют его термоэмиссионным элементом, поскольку он основан на тепловой эмиссии (испускании) электронов.

И термоэлектрические, и термоэмиссионные элементы детально изучаются и находят все большее применение в энергетике. Космонавтика внимательно следит за их совершенствованием. Уже проектируются космические солнечные электростанции, основанные на применении этих простых и неприхотливых, хотя еще и недостаточно эффективных устройств.

*Надежда
на атомное
ядро*

Впрочем, они пригодятся космонавтике не только для гелиоэлектростанций. Мы пока ничего еще не сказали о втором ответе на поставленный ранее вопрос о том, где взять энергию, необходимую для получения электричества на борту

космической ракеты, хотя именно с ним, пожалуй, связаны основные надежды космонавтики. Как ни хороши гелиоэлектростанции, но их мощность все же ограничена, а вдали от Солнца они и вовсе отказываются служить.

Этих недостатков лишена внутриядерная энергия вещества, она и достаточно велика, и не зависит от местоположения в космосе, что делает ее в этом отношении идеальной для использования на космических электростанциях. Однако наземные атомные электростанции, как мы знаем, представляют собой гигантские сооружения, состоящие иной раз из многих зданий. Может быть, размеры атомных электростанций исключают всякую мысль о возможности их использования на борту космического аппарата?

Атомная электростанция

Правда, мы знаем, что атомные силовые установки применяются на морских судах и подводных лодках, а у нас в стране создана даже передвижная атомная электростанция. Это уже вселяет надежду на то, что, может быть, удастся создать и космическую атомную электростанцию с нужными для этой цели размерами. И действительно, опытные образцы уже созданы и даже начато их испытание в реальных условиях полета в космосе.

Космическая атомная электростанция по устройству в принципе не отличается от ее наземных старших сестер, например хотя бы первой в мире атомной электростанции мощностью 5000 квт, пущенной в эксплуатацию в 1954 году в небольшом, но получившем всемирную известность городке Обнинске, недалеко от Москвы.

Внутриядерная энергия выделяется и в этом случае в урановом или плутониевом атомном реакторе в виде тепла. Ну, а как преобразовать тепло в электрическую энергию, мы уже знаем. Главное отличие атомной электростанции от обычной тепловой заключается в том, что место парового котла занимает атомный реактор; его часто и называют атомным котлом. Что из того, что в топке парового котла сгорает топливо, и его химическая энергия переходит в тепло, а в атомном котле тепло выделяется в результате цепного процесса деления атомов ядерного горючего (видите, даже здесь терминология сохранилась, хотя какое же это горючее, если оно не горит?) — урана или плутония? Результат один и тот же — выделившееся тепло служит для испарения какой-нибудь жидкости, пар которой расширяется затем на лопатках турбины, приводящей во вращение электрогенератор.

К сожалению, и здесь не обойдешься без конденсатора — ведь отработавший в турбине пар нужно снова превратить в жидкость, а для этого охладить.

Разумеется, космическую атомную электростанцию с обычной, земной роднит лишь принцип работы, во всем остальном они настолько различны, что не похожи на близнецов. Требуется огромное инженерное искусство, чтобы сделать атомный реактор и все входящие в космическую силовую установку разнообразные

Непохожие близнецы

машины и аппараты миниатюрными, эффективными и надежными.

В настоящее время работы по космическим атомным электростанциям находятся, по существу, на самых ранних стадиях, и ведутся они в основном над малоомощными станциями, от силы в десятки киловатт. Это вовсе не обязательно машинные станции. Большие перспективы имеют уже знакомые вам термоэлектрические и термоэмиссионные преобразователи. Разрабатываются и более мощные (в сотни киловатт) атомные космические электростанции. Наверняка появятся установки и мегаваттной мощности, ибо они необходимы для электроракетных двигателей межпланетных кораблей будущего.

*Секрет
комариной
тяги*

Но почему понадобятся столь мощные электростанции? Ведь электрические ракетные двигатели развивают ничтожную тягу. Увы, даже при столь малой тяге двигатели потребляют много электроэнергии, а если тяга возрастает, то расходуемая энергия становится очень большой. Именно в этом и заключается секрет комариной тяги электроракетных двигателей: чтобы ее увеличить, потребуется бортовая электростанция огромной, неприемлемой мощности.

Опять «барьер скорости истечения»

Чем это объясняется? Оказывается, все дело снова в скорости истечения. Электроракетным двигателям удастся преодолеть «барьер скорости истечения», перед которым бессильно отступает химия, но за это неизбежно придется расплачиваться катастрофическим уменьшением тяги. Ведь энергия реактивной струи, вытекающей из двигателя, растет как квадрат ее скорости,— это особенность всякой кинетической энергии. Когда скорость истечения возрастает, реактивная струя заключает в себе очень большую энергию. Но всю эту энергию, и даже еще бóльшую, если учесть всякие потери, должна генерировать электростанция ракеты. Поэтому-то ее мощность оказывается столь большой.

Если общая мощность двигателей ракеты «Восток» равна 20 миллионам лошадиных сил, то это оказывается возможным потому, что никакой электростанции для подвода энергии к двигателям в данном случае не требуется: энергия заключена в сгорающем топливе. Но если бы двигатели ракеты были не обычными жидкостными, а электрическими, то на ракете понадобилась бы электростанция мощностью порядка 30 миллионов киловатт. Представляете себе?

Хочешь не хочешь, а тягу электроракетного двигателя приходится уменьшать до граммов, чтобы мощность космической электростанции не была чрезмерной. И все же, если понадобятся двигатели несколько большей тяги для совершения межпланет-

ного полета, потребуются и весьма мощные ядерные электростанции на ракете. Тут уж без мегаваттной мощности не обойтись.

Но пока потребные мощности еще сравнительно невелики, космонавтика пытается, и не без успеха, использовать атомные электростанции иного типа — без атомного котла. Ведь еще за много лет

до того, как был создан первый атомный реактор и ученые научились осуществлять цепной процесс деления атомов урана, науке было известно, что внутриядерная энергия выделяется и без всякого вмешательства человека в результате самопроизвольного радиоактивного распада атомов радия и некоторых других радиоактивных химических элементов. Однако для целей энергетики радиоактивный распад использовать не удалось — радиоактивные вещества сравнительно редки и дороги, а сам процесс их распада с выделением атомной энергии неуправляем, что, конечно, не очень-то удобно.

Положение изменилось, когда научились создавать искусственные радиоактивные вещества, не существующие в природе радиоизотопы. Эта возможность «поправить» природу появилась вместе с атомными реакторами: радиоизотопы получают в них и в результате самого цепного процесса деления ядер, и путем воздействия нейтронного и другого излучения работающего реактора на помещенные в реактор вещества.

Уже получено более 1600 различных искусственных радиоизотопов, и некоторые из них оказались отличным ядерным горючим. При их радиоактивном распаде выделяется много атомной энергии, количество получаемых изотопов значительно, а их стоимость умеренна. Единственный постоянно сохраняющийся недостаток радиоизотопов — неизменная, не подвергающаяся регулированию скорость радиоактивного распада не мешает их использованию в ряде космических энергоустановок.

Не удивительно, что у нас в стране и за рубежом уже созданы и создаются радиоизотопные космические атомные электростанции, тем более что по простоте устройства и надежности они намного превосходят электростанции с ядерным реактором.

Энергия радиоактивного распада, как правило, тоже преобразуется в тепло (может быть осуществлено и прямое преобразование атомной энергии в электрическую, но обычно лишь при малой мощности энергоустановки), а оно одним из известных способов — в электричество.

Радиоизотопные электростанции уже не раз работали в космосе да и теперь работают на многих искусственных спутниках, обеспечивая электропитание бортового оборудования. Правда, мощность их обычно невелика, порядка сотен ватт, хотя разрабатываются и более мощные установки. В космонавтике будущего радиоизотопным электростанциям всегда найдется место.

*Получить
ток —
это еще
не все*

На любой земной электростанции, помимо самих генераторов электрического тока — динамо-машин, вы всегда найдете множество щитов, пультов, распределительных систем, защитных устройств и т. п. Без этих систем управления и регулирования вырабатываемого тока ни одна электростанция обойтись не может. Не обходится без них, разумеется, и электростанция космического аппарата.

Незачем объяснять, почему эти системы должны быть полностью автоматическими. Всеобъемлющая автоматизация — свойство всех космических летательных аппаратов.

Глава третья

КОСМИЧЕСКИЕ АВТОМАТЫ

Заговорив об автоматических устройствах космической электростанции, мы вступили в чудесный мир космической автоматики. Настолько велика и всеобъемлюща роль автоматики во всех успехах современной космонавтики, что, пожалуй, она вполне может заявить: «Космонавтика — это я!» Впрочем, никак не меньшее право для такого высокомерного заявления имеет, естественно, ракетная техника, да и физика, химия, математика, механика, энергетика, металлургия... Стоит ли перечислять, если едва ли не все отрасли современной науки и техники слились в единый сплав, именуемый космонавтикой? Вовсе не для красного словца говорят о космонавтике как о вершине человеческих знаний.

*Космические
роботы* С каких из бесчисленного множества различных автоматов, заполняющих чрево любого космического аппарата, начать нам краткое путешествие в мир космических автоматов?

Пожалуй, разумнее всего не отдавать предпочтения ни одному из них. Разве менее обоснованно начать с автомата, каким является сам по себе космический корабль?

Ведь подавляющее большинство из примерно тысячи космических летательных аппаратов, которые были до сих пор выведены в космос, не имели на борту человека. Всего 42 из них были обитаемыми, все же остальные — беспилотными (если не считать биологических спутников с собаками и прочим живым грузом). Это были космические Автоматы с большой буквы — «умные» космические роботы.

*Автоматы
«умнеют»*

Если первый советский искусственный спутник, открывший космическую эру человечества, был сравнительно простым роботом, то уже следующий спутник (правда, он не был полностью необи-

таемым: на нем находился первый космический пассажир — собака Лайка) и в особенности третий были весьма и весьма сложными. Автоматические устройства на борту этих спутников выполняли десятки умнейших действий, подчиняясь программе, заложенной в находившееся на борту командное устройство, или же по командам с Земли с помощью телемеханики — родной сестры автоматики.

С тех пор космическая автоматика шагнула далеко вперед. Все увеличивается число разнообразных действий, выполняемых автоматическими устройствами в космосе, причем не только на борту космических летательных аппаратов, но и на поверхности Луны, в атмосфере Венеры, в соседстве с Марсом. Да и сами эти действия становятся все более «интеллектуальными».

Автомат или человек в космосе? Иногда можно слышать споры на тему «Автомат или человек в космосе?». Однако весь ход развития космонавтики вскрывает беспочвенность подобных рассуждений. В космосе достаточно места тому и другому. И как бы велики ни были успехи проникновения человека в космос, космическим роботам всегда будет принадлежать почетная и ответственная роль.

Прежде всего, конечно, это изучение космоса. И на первых шагах космонавтики, когда автоматические космические аппараты прокладывали человеку путь по целине космоса, и всегда в будущем любое познание еще неизведанного, любой первый космический полет всегда будет поручаться человеком своему верному помощнику — автомату.

Конечно, робот никогда не сможет заменить человека полностью и в этом. Несмотря на непрерывное совершенствование автоматики, на появление все более «разумных» автоматов, создание которых зиждется на блестящих успехах кибернетики, — все равно самый «умный» автомат или множество автоматов не смогут заменить космонавта полностью. Всегда или, по крайней мере, в любом обозримом будущем будут случаи, когда только наличие человека на борту космического корабля решит задачу до конца. Без человека нет полного освоения космоса.

Но если и в первых космических полетах человека его сопровождали, обслуживали, заменяли, ему помогали десятки и сотни автоматов на борту корабля, то в будущем эта помощь автоматов космонавтам будет все более разносторонней и обширной. Без автоматов космонавту в космосе делать нечего.

Не только изучение Изучение космоса — первая и, может быть, самая благодарная область использования автоматических космических летательных аппаратов, но, без всякого сомнения, область далеко не единственная.

Уже теперь большинство выведенных человеком в космос автоматических аппаратов вовсе не только исследователи, хотя и последних было немало. Ведущая роль принадлежит ныне беспилотным искусственным спутникам Земли, играющим вполне утилитарную роль, — это либо искусственные спутники, предназначенные для решения строго определенных научных задач, либо спутники прикладного характера, выполняющие столь же строго очерченные практические задачи по связи, метеорологии, геодезии, навигации.

В будущем удельный вес утилитарных беспилотных спутников еще возрастет, расширится и круг выполняемых ими задач. Подобные спутники всегда будут наиболее многочисленными из всех построенных человеком искусственных космических тел, и это вполне оправданно и логично. Не стоит забывать, что спутники-автоматы куда проще, легче и дешевле, чем обитаемые. Да и запускать их можно сразу по нескольку штук одной ракетой — и у нас и в США это уже хорошо освоено. Например, в Советском Союзе 7 мая 1971 года одной ракетой-носителем было выведено на орбиты сразу 8 спутников.

Действительно, зачем нужен космонавт на борту спутника, ретранслирующего телевизионные передачи наземных станций, как это делают советские спутники «Молния-1»? В некоторых случаях космонавт смог бы принести пользу, например, на ряде метеорологических спутников, но нешуточные затраты, связанные с его пребыванием на борту, далеко не всегда будут экономически оправданы.

*Земля
отстает*

В будущем, когда человек будет постепенно осваивать космос, создавая всё новые поселения непосредственно в космосе, на планетах Солнечной системы и их спутниках, немаловажную роль будут играть транспортные космические летательные аппараты. Значительная часть грузового транспортного флота космоса всегда будет автоматической. По существу, он в этом смысле перегонит земной транспорт: ведь на Земле автоматические грузовые транспортные перевозки применяются пока крайне редко — главным образом, это канатные дороги да еще лифты.

*Глава —
книга*

Как хотелось бы рассказать здесь, в этой главе, о всех чудесах, постигнутых космическим автоматом! Не очень-то научный термин — «чудеса», но он поневоле приходит в голову, когда думаешь о том, что уже совершено в глубинах космоса этими замечательными созданиями человеческого гения. К сожалению, попытка всеобъемлющего рассказа была бы заранее обречена на неудачу — глава превратилась бы в целую книгу. Как она ни интересна, у нас другая задача.

Космос начинается на Земле

Ну что ж, скажем тогда хоть о некоторых примерах ловкой и умной работы автоматов в космосе. И начнем этот рассказ с Земли, поскольку автоматы на борту космической ракеты работают на всех этапах ее полета и даже задолго до него. Для них космос начинается на Земле.

Вернемся на мгновение к грандиозно впечатляющей картине космического старта.

Космодром. Гигантское тело ракеты на пусковом столе. Последние секунды до пуска. Еще миг — и из ракеты извергнется огненный водопад, который умчит ее в небо. А пока — гнетущая тишина. Замерли люди, укрывшиеся в невидимых бункерах, на командных и наблюдательных пунктах. Замерли и, кажется, напрыглись все сложнейшие устройства космодрома и самой ракеты. Сейчас, как по взмаху дирижерской палочки, начнется совместная слаженная работа всего оркестра этих устройств, создающих незабываемую симфонию космического старта.

Увертюра И вот эта невидимая палочка взмахнула — кнопка «Пуск» нажата. Тотчас же где-то внутри в гигантском чреве ракеты раздалась первая, неслышимые миру звуки увертюры начавшейся симфонии. Но напрасно вы ждали бы новых взмахов дирижерской палочки — их не будет. Все в этом ракетно-космическом оркестре идет как бы само собой. Разумеется, никакой отсебятины в работе бортовых устройств ракеты нет, все они строго подчиняются автоматическим командным приборам самой ракеты.

Правда, еще до этого происходят многочисленные операции, рвущие все связи ракеты с Землей и земными системами, — освобождаются захваты, отщелкиваются быстроразъемные соединения различных трубопроводов, отбрасываются штепсельные разъемы электрических магистралей, происходит многое другое в том же духе. Но это пока лишь настройка инструментов перед увертюрой. Когда слышишь в театре эти вразнобой доносящиеся звуки из оркестровой ямы, поневоле настраиваешься на праздничный лад — сейчас начнется! И здесь это еще не увертюра, пока выполняются различные команды наземных систем космодрома. Последние команды. А потом уже... Потом последуют согласованные партии самого ракетного оркестра.

*Партия
двигателей* Но внимание — началось! Прежде всего вступают басы, звучит партия ракетных двигателей. Это не только одна из самых ответственных партий (пустишь, как говорят, «петуха», и космический пуск будет неудачным!), но и одна из сложнейших. На первый взгляд кажется: ну что особенного запустить двигатель — открыть топливный кран, чтобы компоненты топлива начали поступать в камеру сгорания, ну еще, как правило (если топливо

не самовоспламеняющееся), поджечь это топливо, и двигатель заработал. Но хотя это и верно в принципе, в действительности все далеко не просто. И, не будь автоматики, вряд ли вообще удавалось бы запускать современные мощные двигатели космических ракет.

Судите сами. В мощный ракетный двигатель каждую секунду вливается целая река, да нет, две реки различных жидкостей — компонентов топлива. Это действительно реки — сотни и тысячи литров в секунду. Молниеносное сгорание топлива в двигателе приводит к выделению огромных количеств тепла и образованию раскаленных добела газов высокого давления. По существу, внутри двигателя происходит непрерывный укрошенный взрыв топлива.

Но это в случае, если все идет нормально. А что произойдет, если в отлаженном механизме возникнут перебои? Представьте себе, например, что при пуске двигателя топливо стало в него поступать, а сгорание почему-то не произошло. За считанные мгновения в камере сгорания двигателя накопится уйма топлива, ведь реки-то не перестают течь. А потом внезапно запоздавшее зажигание топлива все же произойдет. Легко видеть, что следовавший вслед за тем взрыв, на этот раз уже не управляемый, может вдребезги разнести двигатель и ракету.

Сложнейший сценарий Да разве только это... Чтобы запуск двигателя был успешным, многое должно совершаться в строго обдуманном и не раз проверенном порядке — нарушения регламента жестоко караются.

Сначала в двигатель должен поступить один компонент топлива, иногда это окислитель, иногда — горючее, но именно он, перепутать нельзя. И поступать он должен в аптекарски точном количестве. Потом, через определенный промежуток времени (ни мгновением раньше или позже), должен быть открыт доступ и второму компоненту. В идеально выдержанный момент должно произойти воспламенение топливной смеси. Потом, в математически строгих закономерностях изменяясь по времени, подача компонентов топлива в двигатель должна возрасть — сначала тяга двигателей понижена и только затем возрастает до номинальной.

После достижения нужного режима подачи топлива он должен поддерживаться скрупулезно точно, чтобы в конце концов в столь же строгой последовательности произошли операции отключения двигателя. Наконец, нужно следить и за тем, чтобы оба топливных бака на ракете опустошились одновременно.

Чтобы достичь точного соответствия с заданным «сценарием» работы ракетной двигательной установки, десятки различных устройств на борту ракеты должны автоматически и безупречно надежно выполнить свои разнообразные функции. В должной

очередности, на точно установленный промежуток времени, по строго регламентированной программе будут открываться и прикрываться клапаны для пропуски различных жидкостей и газов, включаться и выключаться электрические двигатели, соленоиды и другие исполнительные устройства, запускаться и останавливаться насосы и турбины, включаться запальные приспособления и т. д. и т. п. Все эти действия будут тщательно регистрироваться различными датчиками — чувствительными элементами, связанными с «мозговым» центром всей автоматической системы. По сигналам датчиков контролирующие устройства должны принимать необходимые решения и вносить коррективы в заранее намеченный «сценарий», чтобы обеспечить успех пуска.

*Теперь
аллегро!*

Но вот ракета оторвалась от пускового стола и, поднимаясь на огненном «лифте», сначала медленно, а затем все быстрее уносится в небо. Сразу же в сложном оркестре бортовых автоматов появляются партии новой группы «инструментов». Начинается следующая часть, своеобразное аллегро космической симфонии, исполняемое во все убыстряющемся темпе.

Первый период взлета, когда ракета медленно-медленно «вползает» в небо, оказывается особенно опасным.

Посмотрите при случае, как по-разному ведет себя велосипедист при разных скоростях движения. Когда велосипед мчится с большой скоростью, то его совсем не просто заставить наклониться или свернуть в сторону. Можно даже вовсе отпустить руль, и машина будет по-прежнему катить все так же вперед по прямой. Зато когда велосипед еле движется, то тут уже, наоборот, велосипедисту стоит немалых трудов парировать постоянное стремление машины уклониться в сторону. А знаменитый «сур-пляс», когда велосипедисты буквально топчутся на месте, доступен лишь мастерам. Как говорят в этих случаях ученые, устойчивость зависит от скорости движения.

*Ракета
и велосипед*

Примерно то же самое происходит и с взлетающей ракетой. Когда ее скорость, в самом начале взлета, еще очень мала, ракета оказывается неустойчивой. Отказ или нарушение в нормальной работе двигательной установки ракеты, приводящее к изменению направления силы тяги, может привести к катастрофе — ракета может опасно наклониться или даже упасть.

Чтобы сделать движение взлетающей ракеты устойчивым, принимаются специальные меры. Иногда, например, двигатель ракеты делают поворотным, вроде переднего колеса велосипеда, да и ведет он себя как заправское велосипедное колесо. Когда велосипед начинает наклоняться влево, велосипедист тотчас же парирует этот наклон поворотом руля тоже влево, чтобы не дать машине упасть; если ракета сворачивает в сторону, то и ее «руль»

в виде поворотного двигателя парирует этот поворот, чтобы препятствовать ему и восстановить правильное положение ракеты.

Но рулевое колесо велосипеда легкое и подвижное, а каково ракете, если на ней установлен мощный и, следовательно, тяжелый и громоздкий двигатель? С ним управиться нелегко. Вот почему все чаще, вместо того чтобы сделать поворотным основной, маршевый двигатель ракеты, на ней устанавливают специальные небольшие рулевые ракетные двигатели.

Есть, правда, и другие способы решения той же задачи, например, можно, как это предложил еще Циолковский, поворачивать не сам маршевый двигатель, а только его реактивную струю; ведь дело-то, в конце концов, именно в ней, в том, каково направление реактивной тяги, куда она толкает ракету. Для этого в струю помещают специальные пластинчатые рули, как на обыкновенной лодке.

Можно с этой же целью сделать поворотным одно только реактивное сопло двигателя, снабдив его специальным скользящим подвижным соединением с корпусом. Можно поступить и иначе — отклонить струю не с помощью пластинчатых рулей, а отжимая ее в нужную сторону еще в реактивном сопле, вводя в него для этого под давлением какую-либо жидкость или газ. Способов много, и все они так или иначе применяются в ракетной технике и космонавтике. Но наиболее часто на мощных ракетах-носителях все же устанавливают специальные рулевые двигатели.

Как оседлать ракету

Какими бы рулевыми устройствами ни была оснащена ракета, ими надо управлять, а это посложнее, чем управлять велосипедом. У велосипеда мало степеней свободы, как говорят в этих случаях ученые, у него имеются всего две возможности упасть — налево или направо. Ни вперед, ни назад и тем более ни вверх, ни вниз. А вот ракета обладает всеми этими возможностями да еще и другими — она может вращаться вокруг оси, кувыркаться, покачиваться. Да и внутри нее, в баках, бултыхаются всякие жидкости. В этих случаях ученые говорят, что ракета обладает многими степенями свободы, а это делает управление ею весьма сложным.

Задача оседлать ракету возлагается человеком на автоматы. Да и кто, кроме них, способен справиться с этой задачей! Человек? Он, даже если бы и был на борту, здесь практически бессилен — соображать и поворачиваться нужно быстрее, чем от природы дано человеку.

Но оттого-то человек и высшее творение природы, что летит «не на крыльях мышц, а на крыльях разума», как говаривал отец русской авиации Николай Егорович Жуковский. Человеческий гений создал чудесные автоматы, куда лучше самого человека справляющиеся со многими его функциями.

Автоматы с блеском решают и задачу оседлать ракету, управлять ею при взлете и во время полета, обеспечить нужную устойчивость. Они сложны, эти автоматы, и представляют собой целые разветвленные автоматические системы. Тончайшие датчики — чувствительные элементы — фиксируют малейшее отклонение положения ракеты от заданного; они, кажется, даже предчувствуют самую возможность такого отклонения еще до того, как оно произошло на самом деле, и принимают срочные меры, чтобы его предотвратить.

Сигналы датчиков о том, какое началось отклонение, как быстро оно происходит, какие масштабы может приобрести в дальнейшем, чем именно грозит, и еще о многом другом, крайне важным, поступают в «электронный мозг» системы. Там вся эта обширная информация подвергается молниеносному анализу (времени-то на размышление нет!), и на ее основе мгновенно вырабатывается решение, как поступить в данной ситуации, что предпринять.

И вот уже безмолвные «курьеры» главного штаба мчат с зашифрованными приказами-командами в разные уголки ракеты. К исполнительным механизмам, управляющим рулевыми ракетными двигателями. Практически в тот же миг тайное становится явным: невидимая глазу умнейшая деятельность автоматов заканчивается вполне наглядным поворотом рулевых двигателей или отклонением реактивной струи. Ракета снова заняла нужное положение в пространстве.

Счастливой посадки! Но разве дело только в старте ракеты? Когда вы отправляетесь в ставшее теперь уже таким обычным и рядовым воздушное путешествие, то провожающие обязательно напутствуют вас традиционным: «Счастливой посадки!» Действительно, конец — всему делу венец, и, как ни хорошо в небе, на земле все-таки лучше. Правда, когда речь идет о космической ракете, то очень часто ее полет оказывается односторонним — она стартует с Земли, чтобы никогда на нее не возвратиться. Но во многих случаях (и это обычно самые ответственные случаи!) успешное завершение космического полета требует не только счастливой взлета, но и столь же счастливой посадки. И здесь тоже без решающей помощи автоматов космонавтике никак не обойтись.

На самом деле, если вдуматься, какое это сложное дело — возврат из космоса! Даже когда наблюдаешь за садящимся на аэродром обычным самолетом, в особенности если это новейший реактивный истребитель или бомбардировщик, то буквально мороз по коже подирает. Еще бы, ведь его скорость иногда достигает почти 300 км/час. Подумать только, это же 5 километров в минуту, — пока я писал эту фразу, самолет, снижаясь, промчался 5 или даже 10 км. Сумасшедшая скорость! Ведь вот ведешь

по шоссе автомашину со скоростью около 100 км/час, впереди никаких препятствий, только с шелестом стелется идеально гладкая, отполированная лента «бетонки» да мелькают деревья по сторонам, а каково напряжение! А тут вдвое бóльшая скорость, и не по горизонтали, не вдоль бетонной ленты, а чуть ли не перпендикулярно к ней, какое-то стремительное, безудержное падение. И все решать эти мгновения, все зависит от того, насколько верен глаз летчика и точна его рука.

Что же говорить о посадке космического корабля, который мчится к Земле со скоростью, в 100 раз превышающей скорость посадки реактивного самолета. Тут уж не то что фразу — даже букву не успеешь написать, а корабль за это время пролетит десяток километров.

При столь большой скорости даже незначительная неточность в управлении может оказаться роковой.

Самолеты не умеют Всю сложнейшую процедуру посадки космические корабли осуществляют, как правило, полностью автоматически, без вмешательства космонавтов. Какой надежной, совершенной, безупречно работающей должна быть эта автоматическая система посадки! Даже самолеты, имеющие за спиной почти три четверти века развития и обладающие, как уже отмечалось, несравненно меньшей скоростью, только учатся так садиться.

Разумеется, автоматическая посадка вовсе не означает, что космонавты не могут при желании или в случае необходимости посадить корабль и с помощью ручного управления.

Советские «Востоки», «Восходы» и «Союзы» снабжены надежной системой ручной посадки. И однажды произошел случай, когда из-за несрабатывания одного из звеньев автоматической системы пришлось воспользоваться ручным управлением. Командир корабля «Восход-2» Павел Беляев, находившийся на борту вместе со своим товарищем — первопроходцем космоса Алексеем Леоновым, — совершил эту посадку поистине мастерски.

Космические корабли совершают посадку с большой точностью в намеченном географическом районе, где их ждут вертолеты и другая самая разнообразная наземная техника поисково-спасательного комплекса.

Партитура посадки А ведь эта точность складывается из множества разнообразных по характеру, но одинаковых по безошибочности действий, составляющих сложнейшую партитуру автоматической посадки космического корабля. О осуществление ее начинается в тот момент, когда мчащийся вокруг Земли корабль покидает свою орбиту и переходит на снижение. Точка начала спуска лежит обычно на огромном расстоянии от его конца — точки посадки, чуть ли не по другую сторону земного шара.

Например, корабль «Союз-3» с космонавтом Георгием Береговым на борту начал спуск над Атлантическим океаном и мчался, снижаясь над просторами Африки, от Конго к Суэцу, и далее через Каспий к ждавшей его Земле. Выбор момента расставания с орбитой должен быть исключительно точным — вспомните, что значит секунда при космической скорости полета. Как угадать этот момент, найти его?

Без верстовых столбов

Тут мы впервые встречаемся с одной из важнейших и сложнейших задач «плавания в космосе» — космонавигации, с определением своего точного положения в безбрежном космическом пространстве. Ведь чтобы не прозевать ту единственно верную точку орбиты, в которой корабль должен с ней распротиться, нужно уметь найти, определить эту точку в пространстве, где нет размеченных дорог и верстовых столбов. Единственные ориентиры в космосе — небесные тела, включая Землю, Луну, Солнце, планеты, но, увы, эти ориентиры вовсе не неподвижны: они непрерывно перемещаются, и с очень большой скоростью. А еще хуже то, что взаимное расположение этих космических ориентиров, точные расстояния до них определены совсем не так уж точно, как это хотелось бы. Астрономам, которые до недавнего времени только одни интересовались небесными телами и расстояниями до них, такая точность, в общем, ни к чему, а вот космонавтам — другое дело.

Тут она необходима.

Звезды и космонавтика

На помощь приходят звезды: они практически неподвижны на небе и их расположение неизменно. Часто в качестве своеобразного «верстового столба» космоса используется Канопус, вторая по яркости из всех звезд небосвода. Расположение Канопуса на небе оказалось особенно удачным для этой цели — почти под прямым углом относительно направления на Солнце. Впрочем, только ли для этой? Специалисты утверждают, например, что Канопус верно служит и... петухам: они кукарекают свою утреннюю зорю, ориентируясь именно по этой звезде. Как-то особенно кося на нее глазом, они ухитряются установить то положение звезды на небе, когда наступает точное время для победного «Ку-ка-ре-ку!».

Итак, первыми вступают в действие «глаза» автоматов — оптические датчики, ловящие нужный космический ориентир — тот же Канопус, Солнце, Землю. Легко видеть, что одного такого ориентира мало, чтобы самоопределиться в пространстве, так что «глаз» должен быть не один. Однако пусть так или иначе нужная точка орбиты определена — сигналы датчиков, мгновенно обработанные электронным «мозгом» автоматической системы, ее вычислительным устройством, образовали, наконец, одно-единственное

нужное сочетание, отвечающее этой точке. Тотчас же электронный «мозг» посылает сигнал-приказ другим членам многочисленной семьи бортовых автоматов, приводящий к включению одного или нескольких из столь же многочисленного семейства ракетных двигателей, установленных на борту.

*Танец
в полете*

Эти миниатюрные и весьма своеобразные двигатели системы ориентации космического корабля вступают в действие поодиночке, попарно или в каких-нибудь иных комбинациях и очень скоро успешно завершают свою миссию. А она заключается в том, чтобы корабль занял строго определенное положение в пространстве (оттого-то они и называются двигателями ориентации). Для этого должно быть приостановлено любое беспорядочное вращение и покачивание корабля (а они обязательно возникают при выводе на орбиту, после отделения от ракеты-носителя), затем его нужно постепенно и плавно развернуть, чтобы он оказался точно сориентированным в пространстве, и наконец зафиксировать в этом положении, чтобы не допустить колебаний относительно него. И только после того как своеобразный космический «танец» корабля заканчивается, двигатели ориентации получают приказ прекратить работу.

Разумеется, точная ориентация космического корабля необходима далеко не только для посадки. Многие космические летательные аппараты нуждаются в ней для успешного выполнения своих функций. Действительно, как можно изучать небо, Землю, Луну, планеты, если «наблюдательная вышка», которой должен стать космический корабль, беспомощно барахтается в космосе? Есть ли космонавты на борту корабля или их нет, все равно он должен быть снабжен весьма совершенной, полностью автоматической системой ориентации. Насколько она сложна иной раз, можно видеть на примере одного метеорологического спутника Земли — его система ориентации состоит из 5200 деталей!

*«Полный
назад!»*

Но вернемся к кораблю, спускающемуся на Землю. Только смолкли двигатели ориентации, как им на смену вступает в действие другой ракетный двигатель. И ему тоже шлет «гонцов» с приказом все тот же электронный «мозг». Этот новый двигатель куда больше и мощней двигателей ориентации, хотя и он сильно уступает маршевым двигателям. А по назначению он прямо противоположен им, ибо если они в свое время разгоняли ракету и именно им обязан корабль своей космической скоростью, с которой теперь мчится по орбите, то задача вновь вступившего в «игру» двигателя — уменьшить скорость, затормозить корабль. Только при этом условии корабль сойдет с орбиты и ринется к Земле. Вначале было «Полный вперед!», теперь — «Полный назад!».

Не удивительно, что эти двигатели называют часто ретроракетными или же тормозными. Бортовые автоматы четко предписывают все действия тормозного двигателя: когда включиться, какую развить тягу и в течение какого времени ее точно выдерживать, когда выключиться. И если все сделано верно, то скорость снижающегося корабля к моменту выключения тормозного двигателя (он очень важен, этот момент) будет в точности нужной для того, чтобы затем, летя уже по инерции, с выключенным двигателем, корабль описал гигантскую дугу в пол земного шара и опустился в заранее predetermined для него районе земной поверхности. Судите сами, как не просто все это рассчитать и насколько безупречной должна быть работа космических автоматов.

Но погодите, посадка еще не совершена, и автоматы на борту корабля не сказали своего последнего слова. На первом участке снижения с орбиты, пока корабль летит еще в космическом вакууме или крайне разреженной атмосфере, система ориентации следит обычно за тем, чтобы движение корабля было упорядоченным и корабль не кувыркался. По-прежнему, как и на орбите, на Землю мчатся безмолвные радиодонесения о том, что происходит на самом корабле и вокруг него, — работает автоматическая система радиотелеметрии.

*Сквозь
пламя*

Но вот наступает самое опасное — корабль врывается в плотную атмосферу. Встречный воздух внезапно сжимается, и вся его огромная кинетическая энергия переходит в тепло. Мгновенно корабль уподобляется болиду: его защитная оболочка, воспринимающая это тепло, раскаляется добела, плавится, испаряется. Весь объятый языками багрового пламени, лижущего окна-алюминаторы и так красочно описанного художником-космонавтом Алексеем Леоновым да и другими космонавтами, корабль неудержимо мчится к Земле.

Теперь уже снижение происходит не в воздухе: раскаленный почти до 10 тысяч градусов (а если корабль возвращается с Луны или из дальнего космоса, то еще больше), он превращается в плазму. Обшивку корабля бомбардируют уже не атомы и молекулы воздуха, а заряженные частицы — ионы и электроны. Из-за того, что среда, в которой мчится снижающийся корабль, заряжена и, следовательно, электропроводна, через нее не проходят радиоволны — в работе автоматической радиотелеметрической системы наступает вынужденный и обычно крайне неприятный перерыв.

Напрасно вперяют свой взор в циферблаты приборов, ленты самописцев и экраны осциллографов ученые на Земле, ждущие сообщений с борта совершающего посадку корабля. Увы, они временно ослепли и оглохли. Хорошо хоть, что временно. Но и

это не устраивает космонавтику: она настойчиво ищет путей решения задачи, как пробиться сигналам с корабля сквозь пелену огня? Такое решение возможно, — некоторые способы уже находят применение в настоящее время.

Но — дальше, дальше, к Земле! Вот уже скорость уменьшилась настолько, что плазменная оболочка, окутывающая корабль, сменилась воздушной, и с борта корабля опять понеслись долгожданные сигналы радиотелеметрии. Плотный воздух все сильнее тормозит корабль.

Чуткие датчики бортовых автоматов внимательно следят за уменьшающейся скоростью.

Снова на Земле Ага, вот он, нужный момент! Снова электронный «мозг» посылает сигналы, и над кораблем вспыхивает купол парашюта. Скорость снижения резко уменьшается. А затем раскрывается еще один или несколько парашютов, дополнительно гасящих скорость. В систему посадки советских космических кораблей «Союз» входят также особые тормозящие ракетные двигатели «мягкой посадки», снижающие скорость почти до нуля.

И вот таящий в себе дыхание космоса и опаленный пламенем посадки корабль плавно и мягко касается земли.

Заботливые няньки Посадка произведена. Теперь-то уже все? Окажется, нет. Нужно сбросить, «отстрелить» стропы ставшего ненужным парашюта, чтобы он не волочил по земле драгоценный аппарат.

И только теперь наступает очередь последнего усилия космических автоматов. Включается посадочная рация корабля, и в эфир уходят его позывные: «Я вернулся, ищите меня...» Впрочем, иногда и этого оказывается недостаточно. Если корабль совершает посадку на воду, то не исключено, что он приводнится «вверх дном», в перевернутом положении. Но тогда антенна корабля окажется под водой, и рация не сможет подать долгожданный сигнал. Подобное случалось с американскими кораблями «Аполлон» с тремя космонавтами на борту.

Значит, нужен еще один автомат, способный поставить корабль «с головы на ноги»...

Если даже ограничить наш рассказ о космических автоматах только теми из них, что управляют полетом, движением космических аппаратов, то и тогда, конечно, он не будет исчерпан взлетом и посадкой. В течение всего полета корабля за ним неустanno следят, им управляют, его корректируют бортовые автоматы. Одни из них постоянно поддерживают заданную ориентацию корабля в пространстве и, если надо, меняют ее. Другие корректируют орбиту, если она отклоняется от расчетной вследствие каких-либо ошибок или посторонних, неучтенных воздействий. Третьи осуществляют различные, иной раз очень сложные ма-

невры корабля в космосе — меняют траекторию его полета, плоскость орбиты и т. п. Короче говоря, автоматы ведут корабль в космосе, точно заботливые няньки.

Тут уместно заметить, что подобное автоматическое вождение космических аппаратов впервые было предложено еще Циолковским. Эта идея космического «автопилота» намного опередила свое время не только потому, что тогда о практическом ее использовании и речи быть не могло, но и потому, что даже авиации, где, как известно, автопилот давно и прочно занял свое место, тогда еще было не до автопилотов.

Но все, что связано с полетом корабля, это обычно далеко не главная часть забот, возлагаемых конструктором на космические автоматы. Перечислить все эти заботы здесь нет никакой возможности: тут и автоматическая проверка сложнейших бортовых систем ракеты еще до ее старта (важнейшее и ответственнейшее дело!), и поддержание строго определенного температурного режима, да еще подчас разного в различных частях и отсеках аппарата, и обеспечение автоматической работы его энергостанции, сложного радиооборудования, телеметрии, и управление многочисленным разнообразным научным оборудованием, и многое, многое другое.

И все же в заключение нашего рассказа хочется еще раз вернуться именно к движению, полету космических аппаратов хотя бы потому, что он — главное в космонавтике. И потому, что речь пойдет об одном из самых замечательных достижений космонавтики, об одной из ее самых славных побед. И потому еще, наконец, что именно с этим достижением связаны, может быть, особенно большие надежды космонавтики, о которых будет подробно рассказано позже.

Космический «поиск» Впервые в истории это произошло в октябре 1967 года. Над нашей страной появилось еще одно искусственное небесное тело из ставшей уже знаменитой советской серии «Космос». И даже номер у него был не какой-нибудь особенный, юбилейный, вроде, например, сотого или двухсотого. Ничего особенного, просто «Космос-186».

Прошло три дня, и вслед за ним в небо устремился его собрат «Космос-188». Но и в этом еще не было ровным счетом ничего необыкновенного. Что ж, космос велик, в нем места всем хватит. Его просторы бороздят многие и многие самые разнообразные космические летательные аппараты, в том числе и представители многочисленной серии спутников Земли «Космос».

Главные события развернулись на космической арене именно тогда, когда на ней появился «Космос-188».

«Космос-186», оказавшийся (нет, тут не было случайности) не слишком далеко, явно «заинтересовался» новым соседом по

космосу, «188-м». Вначале расстояние между обоими спутниками было довольно значительным, примерно 24 км, да и скорость различалась существенно, примерно на 25 м/сек. Поэтому поставленная перед ними задача найти друг друга была довольно трудной. Но автоматы на борту спутников, используя совершенную радиолокационную технику, справились с ней отлично.

*Близок
локоть...*

Итак, первый акт космического действия — «поиск» — успешно завершен. Найдя своего космического соседа, «186-й» устремился к нему.

Для этого бортовые автоматы включили его ракетный двигатель, предварительно разработав всю программу «погони», и вот уже расстояние между обоими спутниками быстро сокращается — идет второй акт, «сближение». Сложное это дело — сближение в космосе. Ведь в нем прямых путей нет, все движение происходит по сложным траекториям и с огромной скоростью. Вы думаете, увидел цель и мчись прямо к ней? Как бы не так. Чтобы нагнать, нужно, очевидно, увеличить скорость, но, как только она возрастет, орбита станет иной, и, вместо того чтобы сблизиться с целью, можешь оказаться от нее еще дальше, только уже не сзади, а... сверху.

Иногда для того, чтобы догнать, нужно вообще не увеличивать, а уменьшать скорость, — подобное возможно только в космосе. Тут, судя по всему, без электронного «мозга» не обойтись: только он может определить, какой должна быть по величине и направлению тяга двигателя, чтобы сближение действительно состоялось. Иначе можно бесконечно долго «топтаться» у самой цели, заходя то сверху, то снизу, то сбоку, но до нее так и не добраться. Поистине можно сказать: близок локоть, да не укусишь — в космическом варианте.

*Теперь —
сближение*

В течение всего сближения «радиоглаза» «186-го» ни на мгновение не отпускают из виду цель, следя за тем, как и куда она движется. Впрочем, и «188-й» не только не пытается скрыться от преследования, но даже сам помогает ему, поддается, что ли. Правда, его роль так и остается пассивной. Главная задача решается «186-м».

Наконец, расстояние уменьшилось настолько (примерно метров до 300), что теперь уже работа ракетного двигателя «186-го» стала опасной — может произойти столкновение спутников. Разумеется, если «186-й» с ходу врежется в преследуемого, то ничего хорошего от этого для обоих спутников не будет.

Поэтому автоматы «186-го», «радиоглаза» которых проинформировали «мозгу» о возникновении опасной близости, выполняя выработанную им команду, выключают маршевый двигатель сближения. Но включаются другие ракетные двигатели — ведь «188-й» еще не достигнут. Эти новые двигатели куда меньше

и слабее первого, они развивают настолько малую тягу, что теперь оба спутника сближаются медленно и плавно.

Внимание, начинается третий акт космического действия — «причаливание».

Как и для всякого бывалого моряка, причаливание — ответственнейший момент в деятельности автоматического «капитана» космического корабля. Тут приходится маневрировать с ювелирной точностью, чтобы команда «Стоп, машина!» была подана ни мгновением позже или раньше. А не то рискуешь врезаться в причальную стенку или, наоборот, застрять в метре от нее.

Можно представить себе, как волновались на Земле у своих приборов советские ученые и инженеры, авторы этого уникального космического эксперимента.

Стрельба из лука Чтобы причалить удачно, недостаточно подойти со скоростью, близкой к нулевой (не более 0,1—0,5 м/сек), без какого бы то ни было удара, мягко, плавно. Необходимо, но недостаточно. Нужно еще, чтобы причаливающий корабль занял строго определенное, единственно нужное положение в пространстве. Ведь даже обычный теплоход должен этак остороженько, бочком подойти к причалу, и беда, если он ткнется носом. А в космосе дело обстоит гораздо сложнее, да и ответственнее: тут даже небольшие отклонения от нужного положения недопустимы, потому что у «188-го» нет длиннющей причальной стенки, и причаливание происходит совсем иначе. Оно чем-то напоминает стрельбу из лука: стрела, которой в данном случае является острый «форштевень» (штырь) «186-го», должна попасть прямо в «десятку» космической мишени — «188-го», или, точнее, в его приемную воронку. Легко видеть, какие сложные задачи маневрирования и ориентации в космосе выпали на долю обоих сближающихся спутников.

Из двух — один И вот наконец последний акт — «стыковка». Ради нее-то все и делалось. Еще одно усилие, и штырь, вошедший в воронку, защелкивается в ней. Хлоп! — и нет уже двух самостоятельных «Космосов» — «186-го» и «188-го», есть один, сдвоенный, состыкованный «186—188».

Теперь уже по орбите движется невиданный доселе, построенный автоматами непосредственно в космосе, составной космический летательный аппарат. Один... два... три витка. А потом по команде с Земли происходит расстыковка, и оба «Космоса» снова начинают самостоятельную жизнь.

Миллионы людей во многих странах видели на экранах телевизоров события, происходившие в космосе. Передававшиеся из космоса картины стыковки и расстыковки не могли не поразить точностью и осмысленностью действий космических автоматов.

Такая передача велась, например, когда почти через полгода, в апреле 1968 года, автоматическую стыковку производила другая пара «Космосов» — «212-й» и «213-й».

Подобные необычные космические эксперименты советские ученые проводили в связи с их большой важностью для космонавтики. Значение стыковки в космосе трудно переоценить. Советские космонавты на кораблях «Союз-4» и «Союз-5», как и американские космонавты на кораблях «Джеминей» и «Аполлон», осуществляли стыковку на орбите и вручную. В будущем в космосе будут использоваться как ручная, так и автоматическая стыковки. С ними космонавтика связывает многие свои надежды — они нужны для создания в космосе огромных сооружений, строительства дальних космических кораблей, заправки их топливом, и т. п. С большим вниманием следит за успехами космонавтики в области автоматической стыковки авиация. Ей этот опыт очень важен для решения задачи слепой посадки — задачи сложной, но крайне необходимой.

Как ни велика роль автоматов в космосе, заменить полностью человека они не могут. О нем, истинном властелине космоса, следующая глава.

Глава четвертая

ЧЕЛОВЕК НА БОРТУ

Космические летательные аппараты обычно несут на себе не только весьма ответственный, но и исключительно требовательный и капризный полезный груз. Все эти радиы, солнечные батареи, научные приборы и прочее требуют более чем деликатного обращения. Не ударь и не тряхни, не перегрей и не переохлади, защити от космических лучей и прочего излучения, да мало ли еще что.

Но есть один вид полезного груза, который, без сомнения, исключителен в этом отношении. Это поистине нежнейший и ответственный груз. Речь идет об экипаже корабля, о космонавтах. Человек, пожалуй, наиболее требователен и нуждается в наиболее обходительном обращении по сравнению с любым бортовым оборудованием космического корабля, каким бы хрупким и прихотливым оно ни было. И прежде всего, с человеком на борту связано требование — доставка его на космическом корабле домой.

Правда, мы знаем и другие грузы, например некоторые виды научного оборудования, подопытных животных и растений, которые также должны возвращаться на Землю. Однако когда речь идет о человеке, то это требование должно выполняться обяза-

тельно. Только в будущем возникнут такие ситуации, когда космический полет человека будет односторонним, например при доставке экипажа на постоянную орбитальную станцию, лунную или планетную базу. Да и то, как правило, космический корабль должен будет доставить на Землю периодически сменяемый экипаж станции или базы.

*Трудный
путь
домой*

Затруднительность требования обязательного возврата космического корабля на Землю очевидна. Одно дело, когда на борту ракеты должно находиться топливо лишь для одностороннего полета в космос, и совсем другое — если запас топлива должен обеспечить и возврат корабля на Землю. Кое-кому из читателей может на первый взгляд показаться, что положение с запасом топлива усложнится при этом вдвое, как на Земле, когда совершает поездку автомобиль или летит самолет. Но в космическом полете все обстоит иначе. Ракете приходится стартовать с полным запасом топлива на весь полет корабля туда и обратно, все это топливо должно преодолевать при взлете земное тяготение. Как показал Циолковский в своем знаменитом уравнении, потребный запас топлива на ракете увеличивается при этом вовсе не вдвое, а примерно в 100 раз!

Именно поэтому в настоящее время практически пока еще неосуществим межпланетный полет человека. И поэтому космонавтика настойчиво штурмует «барьер скорости истечения». Да, поистине труден путь домой, на Землю, если он настолько усложняет космический полет.

*Слаб
человек*

Проблемы, связанные с пребыванием человека на борту космического корабля, этим, однако, не исчерпываются. Если необходимость возврата домой сказывается на потребном запасе топлива космической ракеты и, таким образом, ее размерах и весе, то сам факт пребывания человека на борту тоже существенно влияет на потребный запас топлива и радикально изменяет конструкцию корабля.

Мы уже говорили, что нужная космическая скорость ракеты не должна достигаться резко, за малый промежуток времени, с большим ускорением, и что необходимость в ограничении ускорения связана прежде всего с космонавтами. Когда на борту корабля есть люди, то ускорение должно быть намного меньше, чем в случае необитаемого, беспилотного аппарата.

Чего уж тут удивляться, если человек по природе своей слаб, очень «хрупок».

Максимальные инерционные перегрузки для человека не должны превышать нескольких единиц, до 7—8, да и то лишь на короткое время, тогда как оборудование корабля, даже наиболее деликатное, допускает перегрузку в десятки раз.

Но чем меньше допустимая перегрузка при взлете, тем больше топлива расходует ракета. Секрет здесь прост: если меньше перегрузка и, значит, ускорение при взлете ракеты, то ее разгон длится дольше. А это приводит к перерасходу топлива. Самое выгодное было бы сообщить ракете нужную космическую скорость мгновенно, но... тут-то и сказывается перегрузка. Правда, обычно это увеличение запаса топлива на взлетающей ракете не так велико, не более нескольких процентов, но вспомните, что означает каждый процент и даже его доли для космической ракеты, с каким трудом они даются, эти проценты.

Что такое обитаемость — ки приводит к увеличению запаса топлива и взлетного веса ракеты, то к тому же приводит и их защита от различных вредных воздействий космоса. Условия в космосе не пригодны для пребывания в нем человека: будучи помещен в космическое пространство, он погибнет.

Единственный способ защитить человека от космоса — изолироваться, отгородиться от него. Поэтому важнейшей частью любого обитаемого космического корабля является кабина его экипажа — часть корабля, где находятся, живут и трудятся космонавты. И конструктор корабля делает все возможное (а иной раз, кажется, и невозможное), чтобы в кабине были созданы условия обитаемости, наиболее благоприятные для человека, чтобы он не ощущал никаких опасных, вредных и неблагоприятных воздействий космоса, чтобы ему было в кабине, как говорят специалисты, комфортно. А это снова вес, вес...

Комфортность и комфорт В повседневной жизни, когда говорят о комфорте, то имеют в виду особые удобства, а часто даже роскошь, вовсе не обязательную и не столь уж необходимую людям. Но научный термин «комфортность» имеет иной смысл: им обозначают благоприятные условия жизни, окружение, создающее особо хорошие ощущения у человека, обеспечивающее его высокую трудоспособность. Можно иметь первоклассный комфорт, например проживая в каком-нибудь роскошном отеле или санатории, и в то же время чувствовать себя вовсе не комфортно, если, допустим, болит зуб или просто жмет ботинок.

Чтобы обеспечить комфортность космонавтам на корабле, нужно очень многое, как бы они ни были неприхотливы и тренированы.

Прежде всего нужна полная изоляция от космоса.

Прочные стенки кабины корабля должны отгородить космонавтов от вакуума космического пространства, существующих в нем необычных температурных условий, всех видов вредной космической радиации (в частности, на случай опасного уве-

личения этой радиации, например при солнечных вспышках, должны быть предусмотрены специальные противорадиационные убежища на корабле — небольшие, хорошо экранированные помещения). Внутри кабины должен постоянно поддерживаться комфортный состав воздуха — он должен быть чистым, свежим, приятным для дыхания, иметь оптимальные давление, температуру и влажность. Кроме того, воздух не должен быть застойным, его движение должно быть плавным, мягким, приятным. Одним словом, комфортным.

Боязнь замкнутого пространства

Но и этих требований к космической кабине недостаточно. Вы слышали когда-нибудь мудреное слово — «клаустрофобия»? Наверное, нет. И это не удивительно, нам оно ни к чему. А конструктору космической кабины это слово доставляет уйму неприятностей.

По совершенно очевидным соображениям, объем кабины для космонавтов получается не таким большим, как хотелось бы, с пространством на корабле дело обстоит туго. Но человеку это совсем не безразлично. И не только потому, что тесно — плохо. Оказывается, человек, длительно находящийся в небольшом замкнутом пространстве, начинает чувствовать себя скверно. У него возникают тревога, настороженность, появляются галлюцинации, вплоть до потери работоспособности. «Клаустрофобия» и обозначает эту болезнь — «боязнь замкнутого пространства». Это серьезное психофизиологическое заболевание, и конструктору приходится задумываться, как выйти из положения.

Чтобы уменьшить опасность возникновения клаустрофобии в длительном космическом полете, космонавты задолго до его начала, еще на Земле, проходят специальные тренировки. Например, ответственным этапом в подготовке космонавта являются испытания с длительным пребыванием в «камере тишины» (сурдокамере) — герметическом помещении со звуконепроницаемыми стенками. Подобные испытания заодно готовят космонавта и к еще одному серьезнейшему воздействию космического полета — его монотонности, отсутствию внешних впечатлений, своеобразному «голоданию» органов чувств. Тут требуется тренированная психика. Да и вообще тренировки, испытания, закалка являются решающим условием успешной подготовки космонавта.

Клаустро- фобия «наоборот»

Интересно, что космонавту приходится и еще раз встречаться с «пространственной» болезнью, но совсем иной — на этот раз он боится уже не замкнутого, а безграничного пространства, почти клаустрофобия «наоборот». Еще Циолковский

предсказывал, что эта «боязнь пространства» появится у космонавта, когда он станет выбираться из кабины корабля в открытый космос, как это впервые сделал Алексей Леонов. Предвиде-

ние подтвердилось, но наука находит способы борьбы и с этой «пространствобоязнью».

«Латы» космонавта

Клаустрофобия подстерегает космонавта не только в кабине корабля, но и в космическом скафандре. В наше время облик космонавта в скафандре столь же популярен, являясь как бы символом века, как и классический образ рыцаря в доспехах для средних веков. И если латы рыцаря защищали его в бою с врагом, то и скафандр космонавта, и даже в гораздо большей степени, защищает его от ударов космического пространства, помогает в единоборстве с космосом. Но эти «латы» — не просто защита, а самый сложный аппарат, выполняющий многочисленные и важные функции.

При первых полетах космонавты, даже находившиеся в кабине корабля, не расставались со скафандрами. И не потому, конечно, не расставались, что скафандр им так уж нравится. Напротив, честно говоря, не нравится.

Если не упоминать снова клаустрофобию, грозящую космонавту при длительном пребывании в узком и тесном скафандре, оно не доставит удовольствия никому. Ведь скафандр — это, по существу, та же кабина, сжатая до предельно возможных минимальных размеров.

Как ни стараются ученые, врачи, инженеры, чтобы сделать пребывание в скафандре как можно более комфортным (и, надо сказать, стараются не напрасно, им удается многое сделать), все же при значительной длительности оно не очень приятно. И это несмотря на то, что космический скафандр является поистине замечательным созданием космонавтики, воплощающим в себе многие прогрессивные достижения различных областей науки и техники. В разработке скафандров принимают участие ученые и инженеры, врачи и физиологи, текстильщики и резинщики, специалисты по пластмассам и кондиционированию воздуха, по термодинамике и гидравлике и многие другие.

Внутри скафандра стараются создать по возможности примерно ту же комфортную атмосферу, что и в самой кабине, тот же, как говорят, микроклимат.

Может быть, и несколько странно выглядит термин «климат», когда его относят к такому ничтожному, минимальному пространству, как объем внутри скафандра. Пожалуй, даже добавка «микро» мало что меняет — ведь мы привыкли к тому, что обычно климат связывают с большими районами земной поверхности — странами, областями, географическими зонами. Что же это за климат внутри скафандра, по существу в тех небольших зазорах, которые отделяют костюм космонавта от его тела? Разве можно говорить в этом случае о климате, пусть даже «микро»?!

Но что поделаешь, если космонавт проводит в этом крохот-

ном замкнутом пространстве хоть и не годы, но многие часы подряд? Если он действительно «живет» в нем, как мы живем у себя дома? И для космонавта существует только одна «погода» — именно та, что создается внутри скафандра. И точно так же там меняется барометрическое давление, и так же «дует ветер» — движется воздух. В общем, климат как климат...

Но только не природный, а создаваемый искусственно. И надо признать, создавать подобный микроклимат совсем не просто, тут приходится решать немало сложнейших научных и инженерных проблем, с которыми до сих пор почти не приходилось встречаться на практике. И если наука пока не умеет управлять климатом на Земле, то с микроклиматом в космическом скафандре, как и в кабине космического корабля, она справляется уверенно. Об этом еще будет речь позже.

Прозрачное «забрало» Как и шлем средневекового рыцаря, скафандр тоже снабжен своеобразным забралом. Пока «забрало» поднято, космонавт дышит воздухом кабины, может разговаривать, слушать, принимать пищу. При опущенном «забрале» оно полностью изолирует космонавта от окружающей среды. Разумеется, и при опущенном «забрале» космонавт должен сохранить способность видеть, но сделать это так, как в рыцарских доспехах, с помощью узких щелей, очевидно, нельзя. Задача решается иначе: просто «забрало» все целиком делают прозрачным; оттого-то оно и называется иллюминатором гермошлема скафандра.

Без скафандра Впервые космонавты находились в кабине без скафандров во время полета первого в мире многоместного космического корабля «Восход» 12 октября 1964 года. На борту этого корабля находилось трое космонавтов, и все трое были без скафандров. А затем было совершено немало других самых разных космических полетов, при которых космонавты, находившиеся в кабине, не имели скафандров.

Скафандр для «прогулок» в космосе Зато уж никак не обойтись без скафандра космонавту, который выходит из кабины в безбрежные просторы космоса. И, как легко видеть, скафандр, в котором можно свободно плавать, ходить, гулять, а точнее, работать в космосе, должен во многом отличаться от обычного, «кабинного», ибо условия их использования сильно различаются. Прежде всего скафандр для открытого космоса должен быть снабжен своей собственной, отдельной от каabinной, автономной системой подачи комфортного воздуха. Правда, если космонавт не удаляется от корабля на значительное расстояние, его можно снабжать воздухом по шлангу — фалу. Но и в этом случае автономная система, располагаемая обычно в виде ранца на спине, все

же нужна — мало ли что может случиться. Нужна она, разумеется, и тогда, когда космонавты навсегда расстанутся со своим кораблем, чтобы перейти в другой, как это впервые с блеском совершили в январе 1969 года советские космонавты Евгений Хрунов и Алексей Елисеев.

Что ж, ранец — это еще не так трудно. Куда сложнее другое. Если не принять специальных мер при создании скафандра, то внутреннее давление воздуха при полном отсутствии наружного раздует его как пузырь. Космонавт не сможет работать, ему не удастся даже пошевелить рукой или ногой — рукава и штанины превратятся в толстые несгибаемые колбасы.

Поэтому скафандр нужно изготовить достаточно жестким, снабдить его каким-либо каркасом или сделать многослойным, с оболочкой из высокопрочного и эластичного материала. Ну, немного-то пусть скафандр раздуется, не без этого: если он вовсе не будет раздуваться, например при изготовлении из металла, то вряд ли устроит космонавта — уж очень будет неудобен. И во всех случаях сочленения скафандра — коленные, бедренные, локтевые и другие — должны быть гибкими, иначе это будет не скафандр, а простой ящик.

*Скелет
снаружи?*

Ученые много экспериментируют с космическими скафандрами разных типов. Они действительно должны быть разными — один для кабины, другой для космоса, третий для Луны. Разные условия использования, разные требования, различное устройство, разные материалы для изготовления и еще много других различий.

Блестяще зарекомендовали себя, кстати сказать, скафандры, созданные для космонавтов кораблей «Союз» и рассчитанные на их выход в открытый космос.

При разработке скафандров решается множество различных сложных проблем, выдвигаются иной раз весьма смелые проекты. Вот один из них. В космическом полете может возникнуть необходимость в совершении физической работы, непосильной для человека, например, когда нужно поднять чрезмерно большой груз. На Земле для этого используются различные грузоподъемные механизмы, но в космосе их может не оказаться. И тут на помощь должен прийти скафандр. Предлагается снабдить его снаружи системой жестких рычагов и шарниров, образующих как бы второй скелет, более мощный, чем дарованный природой человеку. Он и называется экзоскелетом — наружным скелетом.

*Рукотворная
атмосфера*

Но вернемся в кабину корабля. Как создать в ней атмосферу, наилучшим образом отвечающую требованиям экипажа корабля? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно знать, какие же это требования. На Земле мы обычно не очень-то задумываемся о том, что такое атмосфера.

мываемся, каков состав воздуха, которым дышим. Еще в школе мы узнаем, что воздух состоит главным образом из азота и кислорода, все остальные присутствующие в нем газы составляют вместе менее 1%. Но нас это как-то не слишком волнует: пусть азот, был бы воздух хорош, свеж и чист.

Нет ничего удивительного, что состав земной атмосферы нас вполне удовлетворяет, ведь человечество родилось в этой атмосфере и успело «привыкнуть» к ней. Все развитие животного мира на Земле в течение последних двух миллиардов лет происходило в газовой атмосфере практически неизменного состава, и, естественно, именно этот состав нам кажется наилучшим. Мы не устаем благодарить природу за этот ее бесценный дар.

Однако природа ничем не может нам помочь, когда речь идет об атмосфере в кабине космического корабля. Эту атмосферу предстоит создавать нам самим. И самое большое, что мы можем взять в этом случае от природы, — это скопировать земную атмосферу, раз уж мы к ней приучены.

Однако ученые — народ недоверчивый и пытливый, они ничего не принимают на веру. Конечно, важно, что земная атмосфера нам привычна, лучше бы не менять привычек космонавтов в полете. А с другой стороны, почему, собственно, не попытаться поправить матушку-природу? Разве то, что хорошо на Земле, обязательно лучше и на космическом корабле? Будто и нет никаких различий между кораблем и Землей?!

Долой азот? Ну, понятно, без кислорода в атмосфере кабины не обойтись: он необходим для дыхания. Но азот? А ведь его более трех четвертей в воздухе, тут есть о чем подумать.

Обычно считается, что азот из воздуха не принимает непосредственного участия в жизнедеятельности человека, не зря он и получил свое греческое название: «азот» — «безжизненный». Правда, этот традиционный взгляд в последнее время поколеблен; вероятно, роль азота ранее недооценивалась наукой. Но все же, может быть, целесообразно заменить азот в качестве инертной части атмосферы каким-нибудь иным газом, более подходящим для космических условий? Ведь у азота есть и недостатки, которые могут проявиться в космическом полете.

Эта мысль не лишена практического интереса. Опасным конкурентом для азота может оказаться гелий, второй после водорода наиболее легкий газ. Что он легкий, это уже хорошо. Но у гелия есть и другие ценные качества сравнительно с азотом.

Не удивительно, что ученые исследуют гелиево-кислородные дыхательные смеси, причем не только для космонавтов, но и для подводников. Это может показаться странным, но по существу вполне закономерно — многие проблемы обитаемости космиче-

ских кораблей весьма близки к проблемам обитаемости подводных лодок (в особенности атомных, поскольку они способны совершать длительное подводное плавание). Проблемы жизнеобеспечения космонавтов, подводников и глубоководных водолазов во многом совпадают. Космос истинный находит как бы своеобразное продолжение в «космосе» подводном. И эта связь глубже, чем может показаться.

Исследования гелиево-кислородной атмосферы продолжаются. Интересные опыты были поставлены некоторыми учеными. Когда подопытным животным была предоставлена возможность выбора, то они всегда предпочитали гелиевую, а не азотную атмосферу. Правда, опыты были сравнительно кратковременными, а тут длительность может оказаться решающей. Но все же до сих пор все исследования не выдвинули никаких серьезных возражений против того, чтобы межпланетные корабли будущего имели именно гелиевую атмосферу.

Но исследования пока не закончены, требуется длительная, всесторонняя проверка.

*Петушиный
бас*

Одно интересное воздействие гелиево-кислородной атмосферы на человека, установленное в опыте, связано с ее влиянием на голос. Оказывается, звук человеческого голоса в такой атмосфере не остается прежним, он сильно повышается, и вместо уверенного командирского баса по межпланетному кораблю могут разноситься команды, отдаваемые голосом, очень смахивающим на петушиный. Но с этим еще, пожалуй, можно примириться.

Может быть, лучше гелия окажется неон? И эта мысль не лишена оснований. Пока, правда, в кислородо-неоновой атмосфере в течение месяца жили только крысы, но этот опыт дал положительные результаты. Конечно, одного опыта мало, потребуются длительные эксперименты, но вполне может оказаться, что, помимо неоновых реклам, расцвечивающих ночной город, этот благородный газ получит применение и в космонавтике.

А нельзя ли вообще отказаться от инертной части атмосферы и заполнить кабину чистым кислородом?

Выгода здесь очевидна — одногазовая атмосфера вместо двухгазовой, все равно азото-кислородной или гелиево-кислородной, позволила бы упростить систему регулирования атмосферы в кабине: когда газ один, не приходится беспокоиться о его составе. А это значит уменьшить вес и повысить надежность, что, может быть, наиболее важно в космосе. Есть у одногазовой атмосферы и некоторые другие преимущества. За чем же дело стало?

*Кислород —
яд*

Но, оказывается, если бы земная атмосфера состояла из чистого кислорода, то жизнь на Земле была бы невозможна. Чистым кислородом дышать нельзя, он — яд, убивающий все живое.

Однако в любой аптеке можно приобрести кислородную подушку, кислородом дышат тяжелобольные, когда нужно поддерживать их сердце, да и не только они. Что же, вместо целебного лекарства им дают яд?!

Но медицинским кислородом дышат в течение короткого времени, и тогда он часто оказывается спасительным. Стоит перешагнуть некоторый предел длительности, и вместо блага получается вред. И этот вред может оказаться непоправимым, если дыхание чистым кислородом длится достаточно долго, — наступает кислородное отравление, заканчивающееся гибелью. Избыток живительного кислорода не менее опасен, чем его недостаток.

Правда, один способ дыхания чистым кислородом в течение длительного времени все же существует. Он заключается в понижении давления вдыхаемого кислорода примерно в три раза по сравнению с обычным давлением атмосферного воздуха. Разреженным кислородом дышат обычно летчики в высотном полете, подается он и в скафандры космонавтов. Он же представлял собой атмосферу кабины американских космических кораблей «Меркурий», «Джеминай» и «Аполлон». Космонавты дышали им в течение нескольких дней, вплоть до двух недель.

Однако, вероятно, полет на Луну — это уже предел для чисто кислородной атмосферы. А после того, как во время одной из наземных тренировок в кабине корабля «Аполлон» возник пожар (в кислороде все полыхает, не погасишь) и погибло трое американских космонавтов, стало очевидно, что и по этой причине также следует отказаться от кислородной атмосферы. На орбитальных станциях с многочисленным экипажем или межпланетных кораблях атмосфера будет заведомо двухгазовой с нормальным или несколько пониженным давлением и, вероятнее всего, с нормальным же, земным составом, как это сделано в советских космических кораблях.

Космонавты поглощают кислород при дыхании, и если не компенсировать эту «утечку», то очень скоро в атмосфере кабины его не останется вовсе. Где же взять кислород?

Наиболее просто, конечно, захватить его с собой. Иногда берут на борт корабля либо газообразный кислород в баллоне, где он сжат до высокого давления, либо жидкий кислород в специальном сосуде — газификаторе, где он может сохраняться в жидком виде длительное время и затем испаряться для подачи в нужном количестве в кабину.

Однако не всякая простота хороша. Куда проще взять готовый кислород, но... Не накладно ли это по весу? Сколько кислорода нужно одному человеку в сутки? Конечно, в повседневной жизни это никого не интересует, благо кислорода в воздухе сколько угодно. Но в космосе дело обстоит иначе.

Как показал опыт, «средний» космонавт (его вес считается

равным 70 кг) расходует в полете от 0,5 до 1 кг кислорода в сутки; обычно принимается норма 0,8 кг. Если собственный вес космонавта больше, то возрастает и потребление кислорода.

Пока длительность космического полета невелика, как и численность экипажа корабля, потребный запас кислорода на борту не очень значителен: он исчисляется обычно десятками килограммов. Но в длительном орбитальном или межпланетном полете, да еще при достаточно многочисленном экипаже, что характерно для этих случаев, потребный запас кислорода возрастает до сотен и тысяч килограммов. Подобный вес заставит задуматься любого конструктора.

За советом к природе Погодите-ка, а как обстоит дело с нашим дыханием на Земле? Ведь три с лишним миллиарда людей и бесчисленное множество самых разных животных тоже непрерывно поглощают кислород из воздуха. Как ни безгранична земная атмосфера и как ни много в ней кислорода, его не бесконечно много. Если бы весь кислород в атмосфере Земли превратить в жидкость, сконденсировать его, то он покрыл бы весь земной шар сплошным слоем толщиной более 2 м. Огромное количество! И все же, оказывается, животный мир планеты «выдышал» бы весь этот кислород примерно за две тысячи лет.

Фонтан «прямой» и «обратный» Если люди беспрепятственно дышат уже почти два миллиона лет, то этим они обязаны, очевидно, какому-то непрерывно бьющему фонтану кислорода, поступающего в атмосферу вместо израсходованного. Этот природный источник кислорода хорошо известен: им служит растительный мир планеты. Именно он практически точно компенсирует убыль атмосферного кислорода, и его содержание остается примерно неизменным.

Но удивительное «атмосферное» взаимодействие животного и растительного миров планеты этим далеко не исчерпывается. Как известно, мы выдыхаем углекислый газ. Если бы он никуда не расходовался, то вскоре (если учесть в особенности и огромное количество углекислого газа, выбрасываемого вулканами) в атмосфере накопилось бы столько этого газа, что животному миру грозила бы полная гибель.

Куда же девается углекислый газ, где чудовищный сток, «обратный» фонтан этого газа, выводящий его из атмосферы?

Что может быть логичнее и естественнее природного решения: «прямой» и «обратный» фонтаны, в совокупности поддерживающие практически неизменным газовый состав атмосферы, сливаются в один, единый. Если растительный мир спасает атмосферу от кислородного голода, то он же защищает и от удушья из-за избытка углекислого газа. Гениальная простота —

растения дышат «наоборот»: если животные вдыхают кислород и выдыхают углекислый газ, то растения поглощают последний и выделяют первый. Круг замыкается. Так закладываются основы того замечательного природного содружества, на котором базируется вся жизнь на Земле.

Биологическое содружество

Не удивительно, что еще Циолковский, на самой заре космонавтики, выдвинул идею перенесения этого биологического содружества с Земли на борт космического летательного аппарата.

Космические оранжереи и питомники микроскопических водорослей, в частности хлореллы, должны, по мысли Циолковского, снабжать космонавтов кислородом и одновременно избавлять их от опасности отравления углекислым газом.

Космическая оранжерея может существенно повысить комфортность кабины корабля, создать в ней обстановку, напоминающую земную. Кто знает, может быть, без этого космонавты и не перенесут тягот длинного пути. Ну, а овощи, фрукты и прочие дары растительного мира, столь необходимые в пище человека? И, может быть, не только человека, если он захочет взять с собой каких-нибудь животных, в этом тоже есть свой резон.

Пожалуй, мы не ошибемся, если скажем, что в будущем все космические аппараты длительного полета будут иметь на борту разнообразное и богатое общество представителей растительного мира. Но в будущем.

А пока до этого еще далеко. Ученые делают только первые шаги на пути создания нужного биологического сообщества в космосе, преодолевая поистине невиданные трудности. Может быть, это одна из самых сложных, если не сложнейшая проблема космонавтики. Ибо одно дело — планета Земля и совсем другое — космический корабль. Столь резкое уменьшение масштаба коренным образом меняет условия существования растительного мира и человека.

Создать надежную и длительно работающую систему жизнеобеспечения космонавтов на этой основе исключительно сложно. И хотя уже не несколько часов, а много дней испытатели жили на Земле в специальной камере, имитирующей кабину космического корабля, и дышали при этом кислородом, который вырабатывался микроводорослью хлореллой, до реального космического полета пока далеко.

Химия реабилитации

А нельзя ли обойтись без природы? В наше время наука часто опережает природу, поправляет ее. Может быть, удастся и здесь? Ну что же, давайте подумаем. Что происходит с вдыхаемым кислородом в организме человека? Это общеизвестно: он участвует в химических реакциях окисления различных веществ и в конце концов образует конечные продукты этих

реакций, соединяясь с углеродом и водородом. В том, что мы расходует кислород и выделяем в атмосферу углекислый газ и воду, «виновата» химия. Значит, прежде всего она и должна помочь восстановить израсходованный кислород и заодно реабилитировать себя. Это, вероятно, возможно, ибо обычно химические реакции могут идти в обоих направлениях. Если, скажем, углерод, сгорая, соединяется с кислородом с образованием углекислого газа и выделением энергии, необходимой для поддержания жизни, то, затратив эту энергию и создав соответствующие условия, можно заставить реакцию идти «назад» — углекислый газ будет снова разлагаться на углерод и кислород.

Химическое восстановление кислорода (регенерация) может быть осуществлено различными методами. То же относится и к выдыхаемой человеком воде — ее можно разложить на водород и кислород. Правда, в этом вряд ли есть смысл, поскольку вода нужна космонавтам в большом количестве — и для питья, и для различных бытовых нужд, и в пищу. Вода, выдыхаемая и выделяемая космонавтами, как правило, должна быть регенерирована для употребления именно в качестве воды.

Некоторые методы подобной физико-химической регенерации воды и кислорода изучаются для использования в космосе.

В ходе наземных лабораторных испытаний экспериментаторы в течение длительного времени жили в космической испытательной камере, в которой осуществлялась физико-химическая регенерация кислорода и воды. В одном испытании в США четверо испытуемых провели в камере два месяца. А в ставшем всемирно известным уникальном эксперименте советских ученых, проведенном в 1967—1968 годах, трое испытателей — врач Герман Мановцев, биолог Андрей Божко и техник Борис Улыбышев — прожили год в испытательной камере, имитировавшей кабину космического корабля и имевшей полузамкнутую систему жизнеобеспечения, в которой осуществлялась физико-химическая регенерация кислорода и воды.

Вероятно, подобная регенерация будет широко использоваться в будущем в длительных космических полетах, в этом направлении уже ведутся поисковые исследования. Только потом, в более отдаленном будущем, когда будет освоена биологическая регенерация, физико-химия разделит с ней функции.

Кислород в твердом виде

А пока задача решается иначе. В уже осуществленных полетах советских космонавтов кислород и вода были запасены на борту корабля в необходимых количествах. Правда, и здесь без химии не обошлось — вместо обычного газообразного или жидкого кислорода он запасался в твердом виде. Но, конечно, это был не твердый кислород (хотя, кстати, и эту возможность ученые не сбрасывают со счета), а его химические со-

единения с так называемыми щелочными металлами — калием или натрием, именно надперекиси этих металлов.

Надперекиси выделяют кислород, когда поглощают влагу, при этом образуется и щелочь, которая, в свою очередь, поглощает углекислый газ из воздуха, что, очевидно, необходимо во всех случаях. Подобное запасание кислорода выгоднее и по весу, и по надежности. Конечно, это только главные элементы системы регенерации воздуха в кабине советских кораблей, в действительности эта система состоит из множества различных блоков, агрегатов и приборов. Ее работа осуществляется автоматически и показала себя исключительно надежной.

Сотни примесей в кабине

Снабжение кислородом и удаление углекислого газа — это главные, но далеко не единственные задачи поддержания должного состава атмосферы в космической кабине. Даже в обычных условиях на Земле, у себя дома, мы иной раз ощущаем неприятные запахи, кухонные «ароматы» и т. п. Легко представить себе, насколько более вероятно появление запахов в космической кабине, в небольшом замкнутом пространстве которой постоянно в течение долгого времени находятся космонавты, работают различные устройства, механизмы и т. п. Запах вызывается незначительными количествами пахнущих веществ. Но дело, собственно, не в самом запахе, хотя и с этим нужно справиться, а в том, что некоторые из дурно пахнущих веществ оказываются вредными для человека. Еще хуже то, что вредными для здоровья могут быть и вещества, вовсе не обладающие запахом. Некоторые из них опасны, когда они оказываются в воздухе даже в самых ничтожных количествах.

Если система регенерации воздуха в космической кабине постоянно добавляет к нему расходуемый кислород и удаляет образующийся углекислый газ, то количество азота практически не меняется, а различные вредные выделения самих космонавтов, оборудования и материалов кабины непрерывно накапливаются. Сколь ни малы эти выделения, со временем их содержание в воздухе может оказаться просто опасным. Исследования показали, что число возможных примесей, загрязняющих атмосферу кабины, может составлять многие десятки и даже сотни. Сотни летучих примесей в кабине!

Эта проблема волнует специалистов. Они пытаются справиться с ней разными путями. Тщательно отбирают конструкционные материалы, которые «допускаются» в кабину, чтобы они не выделяли в атмосферу вредных веществ, в особенности следя за всякими красками, лаками, клеями, пластмассами. Стараются герметизировать работающее оборудование, чтобы не допустить проникновения в атмосферу кабины их выделений, а еще лучше — выносят из кабины все устройства, в которых нет абсолютной

нужды. Создают приборы, способные зарегистрировать появление опасных примесей, даже если их содержание ничтожно мало, например всего несколько частей на миллион. Разрабатывают устройства для удаления примесей из атмосферы. Не нужно быть специалистом, чтобы увидеть все трудности, стоящие на этом пути. Пока еще проблема борьбы с летучими ядами в атмосфере кабины далеко не решена и остается грозной.

*Автоматы
командуют
воздухом*

Да, не просто обеспечить нужный состав атмосферы в кабине, но это еще не все. Чтобы атмосфера была комфортной, ее нужно кондиционировать — поддерживать заданные давление, температуру, влажность. С этой задачей успешно справляются автоматы системы жизнеобеспечения. Они уменьшают или увеличивают давление воздуха, охлаждают или нагревают его, осушают или увлажняют, насыщают приятными ароматами и специальными дезинфицирующими веществами.

Но жизнеобеспечение космонавтов — это не только атмосфера в кабине. Разве вода для питья менее важна? А пища? Может быть, вам покажется не столь существенным хороший сон космонавтов? Ошибаетесь. А например, бритье, ванна или даже простое умывание? Думаете, это просто в космосе?

*Человек —
«фабрика
воды»*

Вода. Как быть с ней? Человеку нужно в сутки для всех целей от 2 до 8 кг воды, обычно принимается норма 2,5 кг, да и то в основном только для питья. Брать ее с собой? Накладно, если полет длится долго. Значит, необходима регенерация. Это сложная проблема, в особенности если речь идет о воде, пригодной для питья. Ее приходится перегонять — сначала испарять, а потом снова конденсировать, без конца фильтровать, очищать, дезинфицировать.

Интересно, кстати сказать, что если регенерировать всю без исключения воду, выделяемую человеком, то ее получится больше, чем было принято внутрь. Что это значит, откуда взялась лишняя вода? Уж не вырабатывает ли ее сам человеческий организм?

Как ни неожиданно это предположение, оно верно. Вспомните о воде, выдыхаемой вместе с углекислым газом. Ведь эту-то воду мы не пили и вообще в организм не вводили. Она сама образовалась там в результате окисления водорода, находившегося в пище. Выходит, человек может, если угодно, рассматриваться наряду с прочим и как своеобразная «фабрика воды».

*Отходов
быть
не должно*

Но, конечно, на эту «фабрику» расчет плохой, и на борту космического корабля должны быть иные источники воды. Прежде всего это установки регенерации. Жаль, нет возможности рассказать подробнее об их устройстве: они очень

интересны, эти истинные фабрики чистой воды, получаемой из отходов жизнедеятельности человека. Нигде, как в космосе, не становится законом известная поговорка: «Отбросов нет, есть неиспользованные ресурсы». В длительном космическом полете действительно неиспользуемые отходы должны быть устранены полностью или сведены к минимуму. Иначе не полетишь. И это касается всех отходов, без какого бы то ни было исключения.

Вода и электри- чество

Если говорить именно о воде, то наряду с регенерацией могут найти применение и уже применяются и настоящие фабрики воды, получаемой из доброкачественнейших исходных продуктов — водорода и кислорода. На первый взгляд кажется, что подобное космическое «производство» воды — полнейший абсурд: не проще ли взять на борт воду, чем сырье да еще установку для получения воды, не говоря уже о том, что в ней неизбежно выделяется тепло (ведь идет сгорание), а его отвод в космосе, как мы знаем, целая беда.

В действительности ничего абсурдного здесь нет, ибо речь идет об уже известных нам топливных элементах, дающих столь необходимый электрический ток. Однако если длительность полета велика, то и они не годятся, единственный путь — регенерация. Нужно обходиться внутренними ресурсами.

Проблема проблем

Если задачу обеспечения водой удастся решить сравнительно просто, то неизмеримо сложнее с регенерацией пищи. Это, без сомнения, проблема проблем длительного космического полета.

А ведь пищи человеку требуется примерно в полтора раза больше, чем воды. Огромное количество.

Как быть?

Пока речь может идти только о запасах. Конечно, пища запасается специально приготовленная, высушенная и прочее, да еще упакованная в съедобную оболочку-пленку. При этом она не должна терять своих вкусовых качеств и, что очень важно, внешней привлекательности. Всякие там тубы с пищевой пастой довольно единодушно отвергнуты космонавтами — настоящего бутерброда или куска мяса они заменить не могут.

На первое — табуретка...

Когда наступит очередь многолетних межпланетных полетов, положение с запасами пищи осложнится до чрезвычайности. Даже идея изготовления различных частей интерьера космического корабля, вплоть до перегородок между его помещениями и мебели, из съедобных веществ (работы в этом направлении ведутся за рубежом) задачи не решит. Без регенерации тут, пожалуй, не обойтись. И если с кислородом и тем более водой делу могут помочь физика в союзе с химией, то с белками, жирами и углеводами пищи получается гораздо хуже. Биология окажется, вероят-

но, необходимой, придется идти на поклон к матушке-природе, разве только помогая ей.

Космические оранжереи — источник кислорода — способны давать овощи, фрукты и зелень. В частности, и в упомянутом годичном эксперименте советских ученых жизнь испытателей во многом скрашивала скромная оранжерея космического типа.

В не меньшей мере способны решить проблему пищи и микроскопические водоросли вроде все той же хлореллы, представляющей собой ценнейшую кладовую нужных человеку питательных веществ, включая витамины. Правда, пока опыты с питанием хлореллой не совсем удачны: у испытуемых появлялись желудочно-кишечные расстройства.

Немалую службу могут сослужить космонавтам и полезные грибки, дрожжи и бактерии, например водородные, поглощающие водород и углекислый газ и дающие взамен ценную питательную биомассу. Микроорганизмы уже давно верой и правдой служат человеку на Земле: эти биологические друзья человека в принципе способны культивироваться на отходах его жизнедеятельности, превращая их снова с помощью солнечной энергии в полноценные продукты питания. Но как велика дистанция от этого «в принципе» до действующих в космосе установок...

Пройдут десятилетия до того, как проблема биологической регенерации кислорода и пищи будет решена и будут созданы полностью замкнутые системы жизнеобеспечения, не зависящие от каких-либо бортовых запасов. Тогда откроется реальная возможность межпланетных путешествий. Пока же в лабораториях ведутся усиленные поиски, работают биотехнические экспериментальные установки. Можно не сомневаться, что напряженный труд ученых принесет свои результаты.

У нас нет никакой возможности остановиться хотя бы на важнейших проблемах жизнеобеспечения космонавтов в полете. Это — тема большой книги, жаль, что ее нет¹. И все же еще об одной проблеме не сказать никак нельзя.

Как перенести перегрузку Мы не раз упоминали о таких специфических для космического полета явлениях, как перегрузка и особенно невесомость. С ними связаны серьезные трудности для космонавтов, большие хлопоты для ученых и инженеров, работающих в области жизнеобеспечения.

Допустимая величина перегрузки при взлете прямо влияет

¹ Можно порекомендовать читателям книги: Г. И. Воронин, А. И. Поливода «Жизнеобеспечение экипажей космических кораблей» («Машиностроение», 1967); Д. И. Иванов, А. И. Хромушин «Системы жизнеобеспечения человека при высотных и космических полетах» («Машиностроение», 1968). Однако эти книги гораздо сложнее, чем хотелось бы в данном случае.

на потребный запас топлива на ракете. Естественно стремление осуществить взлет с предельно возможной перегрузкой. Как создать для космонавтов максимальную комфортность в минуты взлета ракеты?

Космонавты в упаковке Может быть, как предложил еще Циолковский, поместить космонавтов при взлете в специальные капсулы-цилиндры, заполненные жидкостью?

Если жидкость будет иметь плотность, одинаковую со средней плотностью человеческого организма, то космонавт будет как бы взвешен в жидкости и, как учил еще Архимед, полностью потеряет свой вес.

Значит, космонавт в капсуле не будет вовсе подвержен перегрузке? Не совсем так, конечно, ибо плотность человеческого тела не равномерна, и более массивные его части будут смещаться относительно менее плотных. И все же, вероятно, «упакованные» космонавты смогут перенести гораздо большие перегрузки.

Но удобно ли превращать космонавтов в некое подобие заспиртованных экспонатов биологического музея? Да и сами по себе громоздкие «саркофаги» тоже не украсят кабину корабля. Во всяком случае, пока на их применение не ориентируются.

Чудо-кресло Другое дело — одеть космонавта в «противоперегрузочный» костюм и усадить в специальное кресло, чтобы ему было легче справиться с пере-

грузкой и вообще чтобы оно было удобным, приятным. Конструкторы вместе с врачами и специалистами в новой области знания, какой является инженерная психология, изучающая пути наиболее эффективного «союза» человека с техникой, мудрят над креслом космонавта. Мудрят не зря, ибо кресло становится настоящим произведением инженерно-медицинского искусства, удовлетворяя десяткам самых различных, иной раз противоречивых технических требований. В кресле все важно, в нем нет мелочей: любая «мелочь» может перерасти в грозную проблему. Каждое кресло сугубо индивидуально, его изготавливают точно по фигуре космонавта. И, конечно, располагают кресло в кабине не произвольно, а так, чтобы перегрузка воспринималась космонавтом в полете как можно легче.

Невесомость — вот проблема Но как ни сложна борьба с перегрузкой, куда более неприятной оказывается проблема невесомости, неизменно сопровождающей космонавтов в течение всего полета, за исключением немногих минут взлета и посадки. Давно минули времена,

когда высказывались предположения о том, что невесомость будет вызывать у космонавтов особенно приятные ощущения легкости, воздушности и тому подобное. Первые же космические полеты человека заставили во многом отказаться от подобных предположений.

Да, воздушность появляется, и способность парить в кабине, и прочее в том же духе, но все это не во всех случаях приятно. А у некоторых людей вызывает ощущения, подобные сопровождающую морскую болезнь, а уж она-то никому не доставляет удовольствия.

Опыт осуществленных сравнительно кратковременных космических полетов показал, что при малой продолжительности полета правильно отобранный и специально тренированный космонавт, в общем, с невесомостью справляется. Но что будет в многомесячном полете? Имеющиеся данные настораживают. Вполне возможно, что длительное воздействие невесомости окажется вредным для здоровья космонавтов.

А это может привести к нарушениям в нормальной деятельности человеческого организма.

Имитация веса Правда, это еще не последнее слово, его скажут лишь испытания в истинном полете. Кроме того, космонавтика рассчитывает и на успехи быстро развивающейся новой отрасли науки — космической биологии и медицины, в частности не без основания предполагая, что могут быть созданы особые препараты, помогающие человеку справляться с невесомостью. Помогают делу и специальные физические упражнения, о чем подробнее будет сказано позже. И все же не исключено, что в будущих длительных космических полетах придется устранять невесомость, создавая искусственную тяжесть. Пусть не постоянно, но хотя бы время от времени, чтобы восстанавливать форму космонавтов.

Как достичь этого, указывал еще Циолковский. Чтобы имитировать вес, надо воспользоваться принципом обычной карусели. Центробежная сила вполне заменит силу тяжести, если скорость вращения космической «карусели» и радиус вращения будут довольно большими. По-разному можно представить себе «карусель» в полете. Достаточно, например, отсоединить обитаемую кабину от корабля, связав их между собой тросом, и затем раскрутить с помощью электродвигателя. Можно представить себе и более сложные, жесткие системы, например корабль в виде «баранки» (тора) больших размеров, вращающейся вокруг оси, как колесо. Может быть применена и центрифуга внутри корабля. Инженеры изучают различные возможности, чтобы быть во всеоружии, когда действительно понадобится принимать неотложное и ответственное решение.

Как умыться? Ну, а пока приходится решать многочисленные задачи, вызванные к жизни невесомостью на корабле. Они самые разные, эти задачи, даже если иметь в виду одно лишь жизнеобеспечение. Например, простые операции индивидуальной гигиены, к которым мы привыкли на Земле и выполняем их не задумываясь, механи-

чески, в космическом полете могут стать поистине камнем преткновения.

На самом деле, как, например, умыться в полете, если вода из крана не течет, а, выдвленная из него каким-либо способом, дробится на капли разных размеров, которые рассеиваются по кабине? Умываться каплями более чем несподручно, а если они попадут при дыхании в нос, то и вообще неприятностей не оберешься. Что же говорить о простой ванне? Она превращается, кажется, в несбыточную мечту.

Инженеры изощряются в поисках остроумных решений этих будничных, но столь важных задач. Изобретают души, не создающие капель; электрические бритвы, не грозящие засорить воздух кабины опаснейшим измельченным волосом; зубные пасты, не дающие пены и проглатываемые после употребления, и еще многое другое.

Космонавты будут пользоваться в космосе всеми благами современной цивилизации, они не должны терпеть никаких сколько-нибудь серьезных неудобств.

На этом, пожалуй, и можно было бы закончить главу о жизнеобеспечении космонавтов, если бы...
Если... авария? Не хочется говорить об этом, а нужно. Ведь все, что говорилось выше о мерах по обеспечению жизнедеятельности космонавтов в полете, о создании для них комфортных условий,— все это относится к случаю, когда полет проходит, в общем, нормально.

А если...

Ученые и инженеры, планирующие и готовящие космический полет, не могут не учитывать всевозможных ситуаций. Аварии не планируются, но и к ним нужно быть готовым. Иначе какое же это жизнеобеспечение.

Угроза подобной ситуации возможна на различных этапах полета корабля и даже до его начала. Стоит вспомнить хотя бы пожар на космическом корабле «Аполлон». Ведь это была даже не подготовка к полету, а тренировка, испытания.

Что, если вдруг, в самый последний момент космического старта, возникла возможность взрыва, грозящего уничтожить и ракету, и находящихся на ней космонавтов? Ведь ракета почти сплошь состоит из взрывоопасного топлива, и любая погрешность, оплошность, а то и случайность может вызвать взрыв большой силы.

Все должно быть предусмотрено. Если угроза взрыва возникла еще до того, как космонавты задраили последний люк корабля, нужно в максимально короткий срок удалить их с него, эвакуировать в безопасное место. Легко сказать — удалить, но как это сделать: ведь космонавты в корабле находятся на самой верхуш-

ке гигантской ракеты. А спрятать их надо под землей, ибо взрыв, если он произойдет, вызовет большие разрушения.

Ну что же, и с подобной невероятной задачей инженеры стремятся справиться. Все должно разыграться как по нотам, но в стремительном темпе. Вниз, скорее вниз! Знаете, как пожарные стремглав скатываются с верхнего этажа к своим машинам? Что-то похожее должно происходить и здесь, но куда быстрее и масштабнее, что ли. Если работает скоростной аварийный лифт, то хорошо; если и с ним что-нибудь случилось, то скорее в зев уходящей вниз трубы! Камнем скатятся по ней один за другим космонавты, падая с огромной высоты на мягкую поролоновую подушку в безопасном убежище.

*Выстрел...
космонав-
том*

Но вот ракета взлетела. Уже 5, 10, 15 м отделяют ее от пускового стола. И вдруг — тревога. Возникла угроза взрыва только что взлетевшей ракеты.

И эта ситуация учтена. Срабатывает автоматика. Мгновение — и над кораблем, размещенным на носу ракеты, в самой ее передней части, под защитной оболочкой, показывается пламя. Это заработал ракетный двигатель аварийной системы спасения корабля. Двигатель мощный, иначе нельзя, ведь тут решают доли секунды. Тяга двигателя во много раз превышает вес корабля, поэтому корабль отрывается от ракеты и отбрасывается от нее в сторону. Происходит что-то напоминающее выстрел кораблем из невидимой пушки. При этом, естественно, возникают большие перегрузки, но теперь уже о комфортности не приходится думать: речь идет о жизни экипажа. «Выстреленный» корабль отлетает от ракеты далеко в сторону и вот уже, покачиваясь на парашюте, опускается на землю.

Космонавты останутся живы.

*Полтонны
балласта*

Разумеется, вся эта система аварийного спасения, устанавливаемая на космической ракете и нужная только при взлете (потом она отбрасывается), немало весит, а это уменьшает вес полезного

груза, выводимого на орбиту.

Но и на это конструкторы идут.

Интересно, между прочим, что в систему аварийного спасения обычно приходится включать и балласт. Подумать только, балласт на космической ракете, где буквально каждый грамм на учете! Он необходим, чтобы аварийный «отстрел» космического корабля удался (приходится беспокоиться о правильном положении центра тяжести «отстреливаемой» системы). Например, на корабле «Аполлон» балластом служат 420 кг свинца.

*Помощь
на орбите*

Пусть все опасности старта позади, корабль мчится вокруг Земли. Что, если и в орбитальном полете возникнет ситуация, которая заставит экипаж немедленно покинуть корабль? Как вернуть космонавтов на Землю? Инженеры ищут наилучшее решение и этой задачи. По одному варианту, космонавты в скафандрах продолжают свой орбитальный полет, превратившись в спутников Земли, пока к ним мчатся стартовавшие с космодрома (или дежурившие на околоземной орбите) спасательные ракеты. По другому варианту, космонавты покидают корабль в специальных небольших герметических капсулах, снабженных ретроракетным двигателем и парашютом и способных совершить самостоятельную посадку на Землю. По третьему... Но довольно, всего все равно не перечислишь.

*Межпланет-
ная
эскадра*

Ну, а если подобное случится с межпланетным кораблем на таком расстоянии от Земли, что никакой посланный после получения сигнала тревоги спасательный корабль уже не сможет поспеть вовремя? Ведь подобный случай тоже возможен. Как быть тогда? Если спасательный корабль не может успеть с Земли добраться до терпящих бедствие межпланетных путешественников, то, значит, нужно воспользоваться спасательным кораблем, который наверняка успеет. Вернее всего направить для этого спасательный корабль в полет одновременно со стартующим межпланетным. Пусть уж летят все время рядом. Вероятно, в далекий межпланетный рейс уйдет не один корабль, а эскадра из двух-трех кораблей. Конечно, это сложнее, но зато куда надежнее идти в опасную неизвестность не в одиночку. Да и помощь, на крайний случай, всегда будет под боком. Опыт Колумба, Магеллана и многих других знаменитых первопроходцев земных океанов окажется в этом смысле очень полезным и колумбам океана космического.

*После
полета*

И еще об одной возможности не должны забывать те, кто снаряжает космонавтов в их трудный полет. Пусть все опасности полета позади и корабль благополучно вернулся на родную Землю.

Теперь-то уж, наверное, можно вздохнуть облегченно?

Оказывается, нет. Что, если посадка в намеченном пункте, где корабль ждут, не удастся и он опустится в безлюдном, труднодоступном районе? Может случиться, что многие часы после посадки космонавтам придется провести в крайне неблагоприятных условиях — в бушующем океане, в высокогорном районе или знойной пустыне. На Земле еще немало уж очень неуютных мест...

Поэтому как ни стремятся конструкторы сэкономить каждый грамм веса на корабле, они безропотно соглашаются на аварий-

ный запас, который вообще не нужен в полете, но зато может оказаться спасительным на... Земле.

Например, на корабле «Аполлон-7» аварийный комплект включал в себя три сосуда с пресной водой, по 2,8 л каждый, опреснительную установку (кто знает, сколько времени придется космонавтам провести в океанской пустыне; да вот в одном из полетов «Аполлона», совершенном без людей, корабль удалось поднять на борт поискового судна только через 4 часа после приводнения — он совершил посадку в 500 км от расчетной точки), надувной плот на троих космонавтов, радиомаяк, импульсный источник света и еще многое другое, включая, например, солнцезащитные очки!

В комплект скафандра советских космонавтов входит так называемый НАЗ — носимый аварийный запас, в котором, помимо радиоаппаратуры, запасов воды и пищи, химического опреснителя морской воды, цветных дымовых шашек, специальных спичек, надувной лодки и многого другого, имеется, например, еще и порошок для отпугивания акул и даже набор рыболовных крючков, блесен и лесок!

Ничего не поделаешь, человек на борту...

Глава пятая

ВОРОТА В КОСМОС

Космическая ракета — вершина достижений современной науки и техники. Трудно назвать хотя бы одну отрасль знания, одну науку или область техники и индустрии, не использовавшую свои лучшие свершения, чтобы внести вклад в создание сложнейшего, совершеннейшего сооружения, каким является современная космическая ракета.

Однако создать космическую ракету — это главная, но далеко не единственная задача космонавтики. Ее нужно подготовить к космическому пуску, доставить к месту пуска и, наконец, успешно осуществить его. И даже после того как пуск совершен, нужно постоянно следить за кораблем, движущимся по орбите, получать с его борта и посылать на борт различные сигналы, осуществлять управление полетом и, наконец, если нужно, возвратиться снова на Землю. Как видите, и на Земле у космонавтики дел немало. Большая часть их совершается на космодроме.

Еще совсем недавно термин «космодром» можно было встретить разве только на страницах многих научно-фантастических книг.

Теперь вряд ли есть человек на земном шаре, не знающий, для чего служит космодром. Космодром Байконур, с которого стартовали в небо все советские космонавты, или американский космодром имени Кеннеди известны всему миру. Но если знакомы названия космодромов, то этого никак нельзя сказать об их устройстве.

А космодром заслуживает того, чтобы о нем рассказать подробнее. Может быть, не столь широко известно, как замечательные успехи в штурме космоса, но не менее убедительно космодром характеризует и масштабы, которыми измеряются ныне свершения космонавтики, и сложность технических средств, поставленных ей на службу.

Аэродром Пожалуй, простое сравнение космодрома со своим старшим по возрасту братом — аэродромом
и космодром лучше всего покажет специфику космонавтики, как детища нашего времени. Всего чуть больше полувека разделяет эпохи появления первых воздушных и космических кораблей. А поглядите, как по-разному расстанутся эти корабли с Землей, отправляясь в путь, как несхожи между собой их земные гавани.

Первые самолеты для взлета совершали разбег, мчась вприпрыжку по кочкам поросшего травой пустыря. Бочка бензина — вот все, что требовалось для отправки самолета в небо, вся наземная техника. А разве мало и теперь самолетов, стартующих, как и в начале века? И даже самые совершенные современные аэропорты международного класса, отправляющие и принимающие сотни гигантских самолетов в сутки, по существу аналогичны по назначению тому же травяному полю.

Конечно, эти аэропорты представляют собой сложные и совершенные инженерные сооружения, тоже в какой-то степени являющиеся символом века. Многокилометровая гладь бетонных взлетно-посадочных полос. Блещущие стеклом громады пассажирских аэровокзалов. Сверкающие белизной своды гигантских ангаров. Подземные топливозапасники. Вращающиеся параболы радиолокаторов. Сотни световых сигналов... Отличная, передовая техника. Но не угадывается ли во всем этом все то же начальное травяное поле?

Иное дело — космодром. Чтобы впервые отправить в космос спутник, нужно было создать сложнейшие наземные инженерные комплексы. Разумеется, космопорты будущего будут отличаться от нынешних, но как современный аэропорт отличается от примитивного травяного поля. Суть вряд ли изменится.

*Где быть
космо-
дрому?*

Аэропорты густой сетью покрыли Землю. Космопортов пока единицы. Их тоже будет много, придет такое время. И тоже будет густая сеть? Вероятно, нет. И не только потому, что космопорт — сложное, дорогостоящее сооружение.

Аэродрому все равно, где быть, космодрому — нет. Самолет, взлетающий с Земли, остается на Земле, а космическая ракета расстается с Землей и уносит с собой, как воспоминание о ней, нечто от той точки земной поверхности, с которой она стартует.

*Прыжок
со ступенек*

Легко видеть, что представляет собой это самое «нечто». Речь идет о скорости, с которой точка старта, сам космодром, движется вокруг земной оси в суточном вращении земного шара. Недисциплинированный пассажир, прыгивая на ходу со ступенек вагона, уносит с собой, хочет он этого или не хочет, «память» о скорости движения вагона. Эта «память» может быть доброй или недоброй, в зависимости от того, в каком направлении совершен прыжок. Что-то в этом духе происходит и при космическом «прыжке» ракеты.

Еще до того, как «прыжок» начался, ракета уже обладает скоростью той точки земного шара, в которой она покоится, ибо «вагон» в данном случае не неподвижен. Эта исходная скорость может стать полезным добавком к скорости ракеты, которую ей сообщает двигатель, но может быть и вредной, если направления обеих скоростей не совпадают.

Правда, «бесплатная» скорость ракеты, не требующая затрат топлива, невелика, в лучшем случае она меньше полукилометра в секунду (точнее, равна 465 м/сек), и этот лучший случай соответствует, очевидно, расположению космодрома точно на экваторе. Не случайно первый международный космодром создан ООН именно на экваторе, в Тривандарам (Индия). На полюсе этот «добавок» равен нулю. Не удивительно, что космодромы стараются располагать в низких широтах: как ни мал выигрыш, но и он ценен. Высокоширотный космодром всегда будет в этом смысле несколько похуже.

*Непереносимый
грохот*

Это, конечно, не единственное ограничение, связанное с выбором местоположения космодрома. Нельзя его размещать вблизи больших городов; в этом смысле, увы, ограничения еще гораздо более жесткие, чем для аэропортов, а ведь и с ними трудности связаны с шумом, создаваемым современными скоростными реактивными самолетами. К раскатам грома среди ясного неба, вызванным сверхзвуковыми самолетами, вряд ли вообще удастся привыкнуть. Да и одним громом дело иной раз не ограничивается — вылетают стекла из окон, рушатся легкие строения. Что ж говорить о космических ракетах: по сравнению

с грохотом их двигателей шум реактивных самолетов выглядит едва ли не идеальной тишиной!

«Манна небесная» Но грохотом дело не исчерпывается. Когда стартует многоступенчатая космическая ракета-носитель, то и после взлета она напоминает о себе, посылая на Землю различные «подарки» — то части защитного обтекателя, то стартовые двигатели, то отработавшие ступени. Этот космический вариант «манны небесной» вряд ли доставит удовольствие кому бы то ни было.

Вот почему космодромы размещают обычно в пустынных, ненаселенных местностях. Не очень удобно удаление космодрома от культурных и промышленных центров, но оно неизбежно.

Как перевезти Гулливера? Прежде всего об этом удалении приходится вспоминать, когда решаешь первую из всех задач — как доставить ракету на космодром. Самолет с завода, где его построили, отправляется на аэродром «своим ходом», по воздуху, для ракеты же это невозможно: она летает всего один раз. Как же быть?

Отправить по земле с помощью автомашин, тягачей, буксиров? Все было бы просто, если бы не огромный вес космической ракеты и, главное, ее необычные размеры. Конечно, каждая ступень составной космической ракеты должна транспортироваться отдельно, но это почти не решает задачи — львиную долю всей ракеты всегда составляет первая ступень. Ее транспортировка и есть главная трудность. Попробуйте провезти такую махину, длиной в десятки метров и диаметром в несколько метров, по обычным дорогам. Не строить же специальное шоссе, прямое как стрела, да не всегда это и возможно. То же относится и к железнодорожным перевозкам.

Если есть возможность использовать водный путь, пусть даже достроив часть каналов и шлюзов, то постройка специальной гигантской баржи — дело оправданное. Конечно, и в этом случае перевозку иначе как уникальной не назовешь, но что поделаешь, она под стать всей проблеме штурма космоса.

Обдумываются возможности транспортировки ракетных ступеней по воздуху. На самолете удастся иногда разместить верхние, наименьшие ступени, да и то для них строят особые транспортные самолеты с раздутым, как у гиппопотама, чревом. Для первой же ступени ракеты можно попытаться использовать большой дирижабль: под ним возможна подвеска почти любого по размерам груза. К сожалению, нужных дирижаблей пока что нет.

«Небоскребы» на космо-дроме Но пусть ракетные ступени доставлены на космодром. Собирают ракету на технической позиции космодрома. Под этим скромным названием скрывается сложнейший комплекс зданий, сооружений, специального оборудования и оснащения.

Многое в этом комплексе необычно, подобного еще в технике не встречалось. Но ведь не было и космических ракет.

Техническая позиция вовсе не ограничивает свои функции сборкой. Мы уже знаем, как не просто транспортировать ступени и узлы космической ракеты. Вполне логично поэтому, что техническая позиция берет на себя многие функции космической верфи, сооружающей ракету, ее наиболее громоздкие части. С увеличением размеров космических ракет-носителей, а это неизбежно, техническая позиция будет все больше превращаться именно в космическую верфь — завод на космодроме.

*Двери
высотой
в десятки
метров*

Центр технической позиции — колоссальное здание, поражающее своей кубатурой и высотой даже изощренных столичных жителей, которых ныне трудно удивить небоскребами. Да и то сказать, это одно из наибольших по объему среди всех других известных промышленных зданий мира. Входные двери здания совсем не напоминают обычные ворота цеха: их высота достигает десятков метров — они должны пропускать ракету. Гигантское здание носит довольно унылое название — Монтажно-испытательный корпус, или просто МИК, как его любовно называют на космодроме.

На первый взгляд может показаться, что в гигантском дорогостоящем сооружении, как МИК, нет вовсе нужды. Космодром обычно расположен в зоне с мягким климатом, перед пуском ракеты все равно находится «на свежем воздухе», почему же и ее сборку не производить тоже вне здания? Но инженеры зря ничего не делают. Как показал опыт, сборка вне МИКа не только не обеспечивает должного качества, но и требует в несколько раз больше времени и обходится гораздо дороже.

Ракету можно собирать по-разному, в том числе и в вертикальном положении, том самом, при котором ей потом и взлетать. Все ступени, узлы, агрегаты ракеты поступают в МИК, и там в вертикальном стапеле идет сборка. Под высоченным потолком к ракете пристыковывают самое драгоценное — ее полезный груз, космический летательный аппарат.

Как только сборка закончена, начинается цикл всесторонних испытаний всех систем ракеты. Трудоемкий и ответственный процесс! Не будь совершенных автоматов — помощников инженеров, не справиться бы с этой задачей. А о ее значении и говорить нечего — любая самая малая погрешность в каком-нибудь соединении пронизывающих ракету многочисленных трубопроводов и электрических проводов может погубить все дело: космический пуск закончится неудачей.

*К месту
старта*

Но вот все закончено. Ракету нужно отправить к месту пуска, на стартовый комплекс. Это второй, после технической позиции, важнейший комплекс космодрома. И снова — сложный, с различными сооружениями, многочисленным специальным оборудованием и прочим.

Но легко сказать — отправить ракету, а как это сделать? Техническая позиция находится обычно в нескольких километрах от стартового комплекса, ближе нельзя: мало ли что может случиться при пуске ракеты. Всего несколько километров, не то что расстояние от завода-изготовителя ракеты до космодрома, но зато и груз-то здесь совсем другой. Теперь приходится транспортировать полностью собранную гигантскую ракету. Нелегкая задача.

*Богатырская
тележка*

С величайшими предосторожностями мощные краны МИКа переносят собранную ракету на специальную транспортировочную тележку. Ну, положим, на тележку-то она мало похожа — это сложный, массивный и совершенный поезд. Транспортировка может производиться по железнодорожному пути, тогда тележка — это специальная большегрузная железнодорожная платформа, или по бетонной дороге с помощью мощной тележки-буксира на гусеничном ходу. Нигде, кроме космодрома, подобной тележки не встретишь, — это своеобразное чудо техники. Например, гусеничный транспортер для перевозки американской ракеты-носителя «Сатурн» весит примерно 2800 т. Его движут два дизель-генератора по 5600 л. с., и еще один мощностью более 2000 л. с. обслуживает все «внутренние» нужды гигантского транспортера.

И вот поезд отправляется в путь. Медленно и плавно — толчки противопоказаны — движется ракета к точке своего расставания с Землей. Это последний земной и последний медленный путь ракеты

Впереди — небо и космические скорости.

В зенит

Стоп, приехали. Теперь предстоит ответственной — операция установки ракеты на пусковую систему в вертикальном положении, вертикальном, ибо прямо в зенит взлетают современные космические ракеты. Только потом, пройдя плотные слои атмосферы, ракета переходит в полет, близкий к горизонтальному.

Мощные краны бережно приподнимают ракету с тележки, вывешивают ее, как говорят такелажники (а здесь работают такелажники экстракласса), над пусковой системой и плавно-плавно опускают на нее. Теперь надо срочно укрепить вертикально вздымающуюся громаду ракеты, чтобы случайный порыв ветра не наделал бед, а затем откорректировать положение ракеты — оно должно быть точно ориентированным по странам света. Ведь ракета должна лететь не куда-нибудь, а в заданном направлении.

которое, в конце концов, и определит положение плоскости орбиты будущего искусственного небесного тела.

Всю эту цепь последовательных сложных операций выполняют, конечно, не вручную, а целым набором разнообразных кранов, домкратов и прочих устройств и приспособлений, управляемых на расстоянии. Большая часть всей аппаратуры управления и контрольных пультов расположена в мозговом центре космодрома — командном пункте.

Ракета в башне Грандиозная это штука — пусковая система космодрома. Обычно она имеет мощную железобетонную опорную конструкцию — пусковой стол, на котором устанавливается ракета своими опорами, и специальную башню обслуживания. Ну, а кроме этих основных частей, еще уйма всяких других, вспомогательных, но отнюдь не менее важных. Как технических позиций, так и пусковых систем на космодроме может быть несколько — одновременно могут готовиться к пуску несколько ракет. А эта подготовка, включая окончательную проверку ракеты с кораблем, — дело нешуточное. Даже при максимальном использовании автоматических «контролеров» она может длиться больше месяца. Например, ракета-носитель «Сатурн» с кораблем «Аполлон» для полной подготовки и проверки требует около 2-х месяцев. Возвышающиеся гигантские ажурные башни, сквозь переплеты которых угадываются стройные контуры ракет, создают своеобразную, неповторимо прекрасную панораму космодрома.

Сама по себе башня обслуживания — тоже целый завод, завод-небоскреб. Высотой иной раз метров полтора и весом тысячи тонн, она насыщена множеством механизмов, приспособлений, устройств, с помощью которых производится окончательная проверка и регулировка бортового оборудования ракеты, ее заправка, обогрев или охлаждение наиболее «деликатных» узлов ракеты и т. п. Часто башня имеет собственную мощную электростанцию, систему отопления, кондиционирования воздуха. Вверх и вниз по башне скользят скоростные лифты, то и дело замирающие на минуту у рабочих платформ на разных «этажах». На этих платформах-балконах работают люди, производится последняя проверка бортовых систем.

Башня-путешественница

И что самое интересное и, пожалуй, неожиданное — весь этот завод, вся тысячетонная громада башни вовсе не отличается фундаментальностью. Выполнив свои функции, она обычно отъезжает от ракеты, или ее половины разводятся в стороны. Башня слишком дорого стоит, чтобы потерять ее при возможном взрыве ракеты. Не должна она мешать и взлету ракеты. Теперь уже ракета стоит в гордом одиночестве, готовая к фантастическому прыжку. Правда, обычно рядом с ней высится

мачта, от которой на ракету перебрасываются различные наземные коммуникации — трубы, шланги, провода, — они будут прерваны лишь в самый последний момент. Эту мачту называют кабель-заправочной.

Реки топлива С помощью мачты ракета будет заправлена — десятки, сотни тонн, целые реки компонентов ракетного топлива и других жидкостей по трубопроводам, шлангам и гибким рукавам перельются из подземных топливохранилищ, автозаправщиков, различных заправочных тележек на борт ракеты.

Сложное это дело — заправка, трудное, точное. Ведь топливо должно фильтроваться, подогреваться или охлаждаться до заданной температуры, дозироваться. Чего стоят одни лишь противопожарные меры — при первом же сигнале опасности вода и другие огнетушащие жидкости будут автоматически поданы к месту загорания, возникнут водяные завесы, забьют струи. И не только в случае пожара — прольется немного какой-либо рабочей жидкости или топлива, и мгновенно будут приняты меры, чтобы смыть или нейтрализовать ее: ведь она может оказаться ядовитой, взрывоопасной, вообще вредной. Эти многочисленные и сложные операции, как почти все, что происходит на стартовом комплексе, тоже управляются автоматически или дистанционно из командного пункта. Никакого персонала у ракеты быть не должно.

Но вот подготовка ракеты к пуску закончена. На пульте командного пункта, укрытого под землей и защищенного мощным железобетонным колпаком, уже горят огни всех светящихся транспарантов, свидетельствующих о готовности различных систем ракеты и завершении всех сложных операций ее предстартовой подготовки.

Пуск! Если полет пилотируемый, в кабину космического корабля, куда-то там, в поднебесье, отправляются на лифте космонавты. Последний взгляд на Землю, последний задраенный люк. Теперь все готово. Величественно отъехала или отклонилась на почтительное расстояние башня обслуживания. Подается команда: «Ключ на старт!» Ключ пуска на пульте командного пункта поворачивают в положение, при котором приводится в рабочее состояние система пуска. Остается нажать кнопку «Пуск», и сразу начнет действовать автоматическая система пуска. Автоматически отстыкуются, отщелкнутся соединения многочисленных коммуникаций, связывавших ракету с кабель-заправочной мачтой. Человек уже более не вмешивается: его вмешательство могло бы только испортить дело, нарушить ход хорошо отрегулированной машины.

Впрочем, не совсем так. Вмешательство, конечно, возможно. И оно оказывается необходимым, если обнаружатся неожидан-

ные неисправности или возникнет аварийная ситуация. Немедленно подается команда на прекращение нормального пуска — специалисты говорят: «Сброс схемы пуска». Все элементы пусковой системы тем самым возвращаются в начальное положение. Если пуск невозможен, производят слив топлива из баков ракеты и, после ряда дополнительных операций, ее снимают с пусковой системы и направляют на техническую позицию.

Губитель- ный огнепад

Но это, как говорят, ЧП — чрезвычайное происшествие, хотя, конечно, в столь сложном и ответственном деле, как космический пуск, вполне возможно. Итак, будем считать, что пуск состоялся.

Ракета вздрогнула — заработали ее двигатели, возник огненный водопад, быстро набирающий силу. Вырывающиеся из сопел двигателей раскаленные газы реактивных струй способны испепелить все на своем пути. Как защитить от них пусковую систему? Ведь она рассчитана не на однократное использование.

Инженеры, создающие пусковую систему, проявляют уйму изобретательности и находчивости, защищая свое детище, а заодно и ракету, от губительного огнепада. Сложная разветвленная система газоотводящих каналов и лотков в бетонной громаде пускового стола дробит реактивную струю, поворачивает ее и отводит в стороны, на безопасное расстояние, плотные водяные завесы защищают конструкцию.

Ракета взлетела

А затем... Затем разворачивается каждый раз чем-то неповторимая величественная картина космического пуска. Космодром остался далеко позади, внизу. Но он по-прежнему неразрывно

связан с взлетающей ракетой прочными и важными линиями передачи радиосигналов. Теперь вступает в действие новый сложнейший комплекс — командно-измерительный.

У этого комплекса множество ответственных функций. Ракета взлетела, ее полетом управляют бортовые автоматические системы, программа которых составлена инженерами заранее. Но всего предусмотреть нельзя. Необходимо тщательно следить, как летит ракета, ни на мгновение не выпуская ее из цепких щупалец радиосигналов. И, если надо, с Земли срочно вмешиваться в ход событий на летящей ракете, изменяя ранее заложенные программы, производя перенастройку автоматов, выполняя необходимые корректирующие функции.

Ракета уже далеко, до нее десятки и сотни километров, она давно перестала быть видимой с космодрома, но ученые и инженеры командно-измерительного комплекса мысленно чувствуют себя там, на ракете. Все равно, где бы они ни находились.

Драгоценная эстафета

Эта оговорка не случайна. На космодроме расположен один, первый измерительный пункт командно-измерительного комплекса. Его местонахождение выдают ощупывающие небо черные чаши антенн. Теперь они застыли, устремив свои «радиоглаза» на видимую только им одной ракету — точку, мчащуюся в космосе. Но расстояние до ракеты быстро увеличивается, и вот уже точка уходит из поля зрения космодромных радиоантенн.

А ведь ракету нельзя терять из виду ни на мгновение.

Поэтому одним измерительным пунктом не обойтись. Вдоль широкого коридора, в начале которого расположен космодром и который уходит вдаль, в том направлении, куда уносятся с космодрома ракеты, размещены другие пункты. Как драгоценную эстафету, передает один измерительный пункт другому, соседнему, наблюдение за мчащейся ракетой, автоматической межпланетной станцией или космическим кораблем, выводимым на орбиту. Если кончается суша, в такие пункты превращаются заранее выведенные океанские корабли; если нужно, их функции выполняют самолеты.

Космодром растягивается на всю планету.

Следящие за ракетой или кораблем радиолокационные, оптические, телевизионные, лазерные и другие наблюдательные станции непрерывно передают свои показания целому конвейеру математических вычислительных машин и других устройств для обработки получаемой информации, которыми оснащен командно-измерительный комплекс. Легко видеть, насколько ответственно в этом случае роль системы связи, насколько она должна быть надежна, чтобы обеспечить бесперебойную и безошибочную мгновенную передачу информации, поступающей со станций слежения.

Но роль системы связи этим не исчерпывается. **Электронный «мозг»** Обработка информации вычислительными устройствами командно-измерительного комплекса представляет собой как бы первичную переработку «сырья». Ее цель — уменьшить в тысячи раз объем информации, получаемой в течение кратковременного сеанса траекторных измерений и передаваемой линиями связи дальше, в электронный «мозг» всего командно-измерительного комплекса. Только предварительно обработанную, проверенную и обязательно сжатую, сконденсированную информацию пропускает система связи в координационно-вычислительный центр.

Мощные сверхбыстродействующие электронные вычислительные машины этого центра мгновенно обрабатывают поступающую информацию и выдают точные координаты. Мало того, они следят за истинной траекторией полета с предвычисленной, заданной, и устанавливают имеющиеся отклонения. С фантастической, не-

доступной человеку быстротой, но абсолютно необходимой, по крайней мере в некоторых ситуациях, они вырабатывают команды, которые должны быть переданы на борт летящей ракеты, чтобы исправить траекторию путем включения на нужное время и с нужной тягой маршевых ракетных двигателей или изменения режима их работы.

«Траектория близка к расчетной» Ученые и инженеры на командных и измерительных пунктах и в самом координационно-вычислительном Центре — «мозге» всей системы, расположенном далеко за пределами космодрома, совсем в другом месте, внимательно следят по раскинувшимся во всю стену световым табло, картам и экранам за ходом автоматически разыгрывающейся напряженной эпопеи, какой является любой космический пуск.

Когда мы слышим по радио сообщение, что «траектория корабля близка к расчетной», то обычно даже не представляем себе, результатом действий какой огромной армии умнейших автоматов и управляющих ими людей являются эти краткие, но столь выразительные слова сообщения.

Окошко в космос Траекторные измерения — важнейшая, но далеко не единственная функция командно-измерительного комплекса. Из этого комплекса уходят на летящую ракету многочисленные команды, помимо связанных с выдерживанием заданной траектории полета. По этим командам включаются в действие ждущие своей очереди программы, заложенные в устройства «памяти» различных бортовых автоматов и систем, а также происходит замена этих программ другими, скорректированными с учетом хода полета. Комплекс ведет непрерывный или рассчитанный лишь на сеансы связи, в зависимости от того, как задумано, прием телеметрической информации с борта ракеты и космического летательного аппарата — тех бесценных научных сведений, ради которых и производятся космические пуски. Через установки комплекса ведется двусторонний радиотелефонный разговор Центра управления полетами с космонавтами на борту корабля, ретранслируются телевизионные передачи из космоса и др. Комплекс же ведет возвращающийся из космоса корабль на Землю, руководя его автоматической посадкой.

Если космодром — это широко распахнутые ворота, через которые Земля провожает в космос созданные человеком искусственные небесные тела, то командно-измерительный комплекс — окошко в космос, позволяющее землянам поддерживать связь со своими космическими птенцами, управлять ими. Материнская рука Земли простирается в космос на многие миллионы километров. Ровно на столько, на сколько возможна теперь космическая связь. Поэтому так велико значение успехов в развитии космиче-

ской связи для всего будущего космонавтики. И прежде всего возникает проблема дальности связи.

Космонав- тика и радио

Как известно, космическая связь в наше время — это в основном радиосвязь. Не будь радио, радиолокаторов, телевидения, многие успехи космонавтики были бы просто невозможны. Невозможна была бы, вероятно, и сама космонавтика.

Но даже всемогущее радио пасует перед просторами космоса.

В принципе, конечно, любой радиосигнал распространяется в космосе на бесконечно большие расстояния, но он ослабевает при этом так, что никаким способом не удастся зарегистрировать его существование. Еще гораздо раньше слабенький сигнал безнадёжно теряется в какофонии беспорядочных космических радиопомех, ведь в космосе, кажется, вещают все, кому не лень, — галактики, туманности, звезды, планеты. Даже сам вакуум космоса заполнен, как недавно открыто, блуждающим радиоизлучением, которое считают реликтовым, сохранившимся с той далекой зари Вселенной, миллиардов 15 лет назад, когда вся она была сжата в какой-то неведомый чудовищный сгусток.

Мастерство и, если хотите, искусство специалистов космической радиосвязи направлены на то, чтобы сделать посылаемый радиосигнал более мощным, и на то, чтобы ухитриться находить, выделять из общего шумового фона все более слабый принимаемый радиосигнал. Вместе это и есть увеличение дальности связи. В обоих направлениях уже достигнуто так много, что сделанное может по праву считаться чудом. И в обоих направлениях ученые рассчитывают сделать еще намного больше. Космонавтика с величайшим нетерпением ждет этого.

Все дальше в глубь Вселенной

Чтобы сделать посылаемый радиосигнал более «дальнобойным», увеличивают мощность передатчика и площадь передающей антенны, но, увы, этот путь пригоден, в основном, для сигнала, посылаемого с Земли. На космическом корабле мощной радиостанции и огромной антенны, возможных на Земле, не соорудишь. Зато другие методы достижения той же цели — фокусирование радиосигнала в узкий луч, растягивание его по времени и проч. — пригодны и на корабле. Обычно сначала широконаправленная антенна «ловит» Землю, а потом другая, узконаправленная, шлет свой тонкий сфокусированный луч земным радиостанциям. Фокусированный луч обладает большей «проникающей» способностью, но ведь им и промахнуться легче — это вечное противоречие нелегко разрешить.

У приемных радиостанций Центра дальней космической связи свои проблемы. Чтобы сделать их более чувствительными, способными воспринимать самые слабые сигналы, приходится всемерно уменьшать собственные «шумы» аппаратуры. «Шум»

вызывается неорганизованным, хаотическим движением электронов в приемнике. Чтобы его уменьшить, используют охлаждение до температур, близких к абсолютному нулю. Не удивительно, что в космической связи, да и в космонавтике вообще, все большую роль играет криогеника — техника получения и использования глубокого и сверхглубокого холода.

Другой путь заключается в умении различать все более слабый передаваемый сигнал в общем «шуме». Тут на помощь приходят замечательные достижения кибернетики, теории передачи информации, математики. С их помощью удастся делать чудеса: выделять сигнал ничтожной силы на фоне сильного «шума» — все равно что услышать шепот с противоположной стороны большой площади, на которой установлена непрерывно стреляющая артиллерийская батарея.

Лазер на службе космонав- тики

Не меньшие надежды связывает в этом смысле космонавтика с быстрым развитием лазеров — источников света, создающих тонкий луч огромной проникающей способности. Этот луч, как и обычные радиоволны, способен нести любой полезный передаваемый сигнал и, следовательно,

может быть использован для сверхдальней космической связи. Более того, его использование для этой цели особенно выгодно: луч лазера может передать неизмеримо большую информацию по сравнению с радиолучом: частота световых колебаний гораздо больше, а чем больше волн каждую секунду испускает передатчик, тем больше полезных сведений они могут унести с собой. В особенности это важно для космического телевидения.

Первые опыты применения лазерной связи в космонавтике уже проведены. Они обнадеживают. И хотя тут предстоит еще решить немало задач, можно думать, что переговоры с экипажами дальних межпланетных кораблей будут вестись именно с помощью лучей лазера. Тончайшие световые нити будут пронизывать космический мрак, соединяя между собой Землю, планеты, космические корабли, мчащиеся в бездне космоса. Впрочем, не обязательно эти нити света будут видимыми. Не меньше перспективы применения и невидимых, ультрафиолетовых лучей, — такие лазеры тоже существуют.

И все же, как бы ни были велики достижения лазеров, вероятно, они никогда не вытеснят из космической связи верой и правдой служащие космонавтике радиоволны.

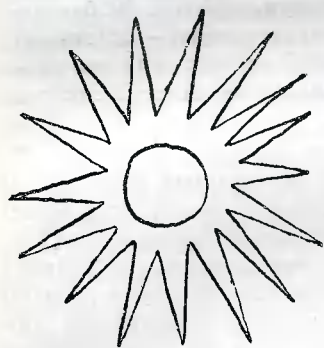
Финальный комплекс

Рассказ о космодроме был бы неполным без упоминания еще об одном, завершающем комплексе. К сожалению, пока еще космические корабли совершают посадку не на самом космодроме,

как это, несомненно, будет в дальнейшем, когда космонавтика в содружестве с авиацией сделает еще один шаг вперед и будут

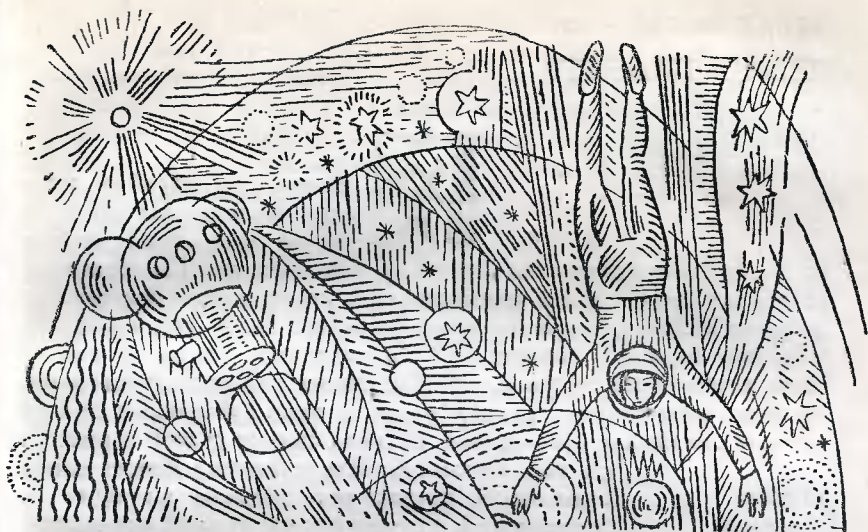
созданы крылатые космические ракеты. В настоящее время указывается район посадки корабля, возвращающегося из космоса, и космические автоматы обеспечивают довольно точное «попадание в цель». Район посадки может быть иной раз достаточно большим, со сложными условиями на местности. Поэтому приходится заботиться и о том, чтобы как можно скорее разыскать корабль после возвращения на Землю и доставить «домой». Вот для этого-то и служит «замыкающий» комплекс — поисково-спасательный. Самолеты, вертолеты, суда, наземный транспорт — все ставится на службу этому комплексу.

А когда космонавты будут возвращаться с планет, то этому же комплексу будет поручена «карантинная» служба — межпланетные путешественники должны быть с первого же мгновения надежно изолированы от земного окружения, как это было сделано с первыми космонавтами, побывавшими на Луне. Любая неосторожность чревата тягчайшими последствиями — жизни на Земле может быть причинен непоправимый ущерб: ведь кто знает, какие болезнетворные микробы, неизвестные земной жизни, принесут с собой пришельцы издалека...

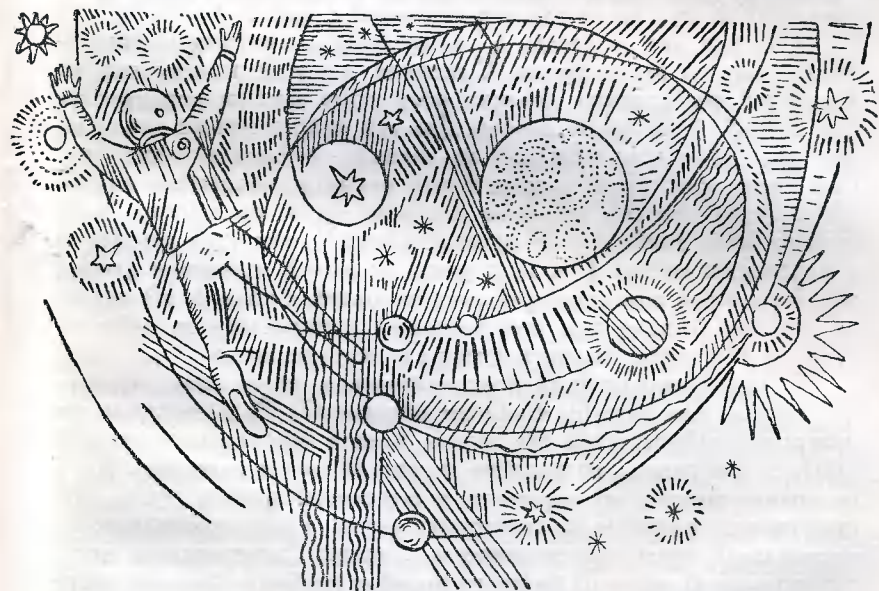


ЧАСТЬ ВТОРАЯ

*Об уже достигнутом космонавтикой
за первые годы космической эры,
начатой в октябре 1957 года*



КОСМОС ПОКОРЯЕТСЯ



ПЕРВАЯ ПЛАНЕТА



Космический корабль кружил высоко над Землей. Взоры всех находившихся на борту были прикованы к поверхности планеты. Таинственная голубовато-зеленоватая красавица, вся испещренная белыми лодочками облаков, медленно поворачивалась вниз под кораблем. Снежные вершины горных хребтов сменялись зелеными равнинами, коричневые пустыни — безбрежными водными просторами. А потом неумолимая граница света и тени гигантским серпом начисто слизывала все видимое, заливая Землю густой чернотой.

«Таинственная незнакомка» Что там, на поверхности планеты? Какие тайны приготовила незнакомка впервые видящим ее космонавтам? Есть ли жизнь на этой красавице, или она мертва и очаровывает своей безжизненной красотой? А если жизнь все-таки есть, то какова она? Живут ли на планете разумные существа?

Проходил час за часом, а космонавты не получали уверенного ответа на эти вопросы. С высоты в сотни километров не удавалось обнаружить никаких абсолютно бесспорных признаков разумной жизни на Земле. Два-три разрозненных наблюдения как будто подтверждали ее наличие — подозрительно прямые линии некоторых водных путей (каналы, созданные разумными существами?), какие-то светлые сетки на темном фоне (может быть, заснеженные просеки в лесу?), нечеткие скопления в некоторых местах (уж не города ли это?), туманная дымка, напоминающая инверсионный след самолета, и только. Но сколько раз уже бывало так, что желаемое принималось за действительное. Нет, осторожность и еще раз осторожность.

Но разве нельзя было воспользоваться телескопом, подзорной трубой или хотя бы сильным биноклем?! Ведь тогда-то уж наверняка тайное стало бы явным, и если не отдельно стоящие дома, то уж города разглядеть можно было бы заведомо. Да и не только города, но, вероятно, и железнодорожные пути, идущие поезда, плотины на гигантских реках. Разве пришельцы не располагали столь примитивными, в общем, оптическими инструментами? И разве на борту их корабля не было обыкновенного радиоприемника, который неизбежно регистрировал бы сотни земных голосов в эфире? Да и вообще, что это за непонятный космический корабль, пытающийся установить наличие жизни на Земле, откуда он взялся? Выдумки всё.

Нет, не выдумки. Космический аппарат существовал. Правда, он не был, конечно, посланцем инопланетной цивилизации. Аппарат этот, естественно, стартовал с Земли. И на нем не было космонавтов. И все же с борта аппарата тщательно изучались признаки разумной жизни на планете. Это была одна из научных задач космических запусков, произведенных в США. О результатах эксперимента было доложено на научном симпозиуме в 1965 году.

Уже с высоты в несколько сот, а тем более тысяч километров невооруженным глазом обнаружить с полной достоверностью признаки разумной деятельности на Земле невозможно. Из нескольких тысяч полученных фотоснимков только четыре могли бы вызвать какие-то сомнения у инопланетных пришельцев. И разве не показательно, что самое «беспорное» доказательство на одном из этих снимков — прямолинейная дамба длиной 25 км и шириной 1,5 км, отсекающая участок Средиземного моря, оказалась вовсе не созданием разума, а... естественным полуостровом!

Вот как не просто установить наличие цивилизации на далеких планетах. И как, в общем, плохо видно из космоса: уже расстояние в тысячи километров, ничтожное по космическим масштабам, делает нашу Землю «таинственной незнакомкой».

Второе открытие Земли

И все же, как это ни кажется парадоксальным на первый взгляд после всего сказанного, именно из космоса можно изучать Землю особенно плодотворно. Опыт первых лет космической эры человечества показал, что изучение нашей планеты из космоса дает поистине бесценные научные результаты. По существу, было сделано второе открытие Земли. Разве этого не достаточно, чтобы изучение нашей планеты стало первоочередной целью и задачей космонавтики?

Мы узнаем атмосферу

Прежде всего это относится к атмосфере — воздушной оболочке Земли и такой же неотъемлемой ее части, как гидросфера — водная оболочка и литосфера — земная кора. На самом деле, что могли мы знать о воздушном океане Земли, ползая по самому его дну? Правда, научившись летать на самолетах, люди познали третье измерение воздушного океана, но как мизерны высоты в 10—20, пусть даже 30 км, доступные самолетам, по сравнению со всей атмосферной толщей.

Только последнее десятилетие докосмической эры человечества привело к качественному скачку в изучении атмосферы. Это было связано с появлением геофизических ракет, способных унести научные приборы на высоту в сотни километров. И все же их полеты были не более чем кратковременным «кинжальным» зондажем верхних слоев атмосферы — ракета поднималась почти вертикально, чтобы пронзить эти слои и немедленно вернуться на

Землю. Даже подобные кавалерийские наскоки были тем не менее важнейшим вкладом в изучение верхних слоев атмосферы. Но только с началом космической эры был достигнут, наконец, решающий успех.

*Что нам
до верхних
слоев?*

Впрочем, важен ли этот успех? Что нам, в конце концов, до пресловутых верхних слоев атмосферы? Ведь практически вся она, за исключением какого-то процента или даже долей процента, лежит на высотах ниже тех, которые под силу и самолету. Какое значение для земных дел имеют те предельно разреженные, едва ощутимые следы атмосферы, в погоне за которыми приходится удаляться от Земли на сотни и тысячи километров? Оказывают ли они вообще какое-нибудь влияние на земные дела?

Вопросы эти вполне закономерны. Но чтобы получить ответ на них, и следует прежде всего изучить верхнюю атмосферу. Только точное знание создает уверенность и лишает возможности строить беспочвенные предположения, недостатка в которых никогда не было. Правда, чтобы быть объективным, следует отметить, что и те немногие сведения о верхней атмосфере, которые геофизике удалось получить, изучая ее разными сугубо косвенными методами с поверхности Земли, представляют собой замечательное научное достижение.

Теперь, после первого десятка с лишним лет космической эры, можно с гордостью утверждать, что с верхней атмосферы сорвана вуаль таинственности. Мы многое узнали о ней, хотя еще и далеко не все. Узнали, кстати, и то, что процессы в верхней атмосфере действительно важны и для понимания многих явлений в нижнем, околоземном атмосферном слое.

*Где
кончается
атмосфера*

Мы знаем теперь, что земная атмосфера простирается несравненно выше, чем считалось раньше. Конечно, о «границе» атмосферы можно говорить лишь условно, и потому, что она «дышит», ее высота сильно изменяется в зависимости от многих обстоятельств «космического» характера (это тоже установлено космонавтикой), и потому, что в действительности никакой истинной границы атмосферы не существует. Даже на высотах в десятки тысяч километров все еще обнаруживаются признаки атмосферы, правда весьма своеобразной, и лишь постепенно, без какого бы то ни было ощутимого перехода, земная атмосфера переходит в межпланетную среду. Только на очень больших высотах, 100—120 тысяч километров, межпланетное вещество можно действительно считать «свободным», полностью не зависящим от земной атмосферы.

*Разгоняется,
потому
что...
тормозится*

Выяснилось еще, что земная атмосфера на больших высотах гораздо плотнее, раз в 5—10, чем считалось раньше. Интересно, кстати сказать, что наиболее чувствительным измерительным инструментом здесь оказались сами искусственные спутники Земли. Не приборы, установленные на спутниках, а именно сами спутники. В общем-то, ничего удивительного здесь нет, ведь сразу ясно, что чем плотнее воздух, тем сильнее он препятствует движению спутника, тормозит его. Вероятно, по величине этого торможения и можно оценить плотность воздуха на больших высотах? Оказывается, воздух действительно тормозит, тут уж ничего не поделаешь, но скорость спутника в результате торможения не только не уменьшается, а даже... увеличивается. Торможение, вызывающее ускорение?!

Все правильно. Просто мы забыли об одной «мелочи» — тяготении. Спутник Земли движется вокруг нее не только в земной атмосфере, но и в ее же поле тяготения. А оно, властно вмешиваясь, делает вполне объяснимым парадокс с ускорением из-за торможения.

Конечно, атмосфера тормозит спутник. Но вот что происходит с ним из-за этого. Как только скорость снизится, она уже оказывается недостаточной, чтобы удержать спутник на его прежней орбите. Каждый школьник знает, что именно скорость удерживает спутник на орбите, не позволяет силе тяготения притянуть спутник к Земле, попросту говоря — заставить его упасть. Знает и то, что каждой орбите соответствует строго определенная скорость, — по величине скорости в данной точке можно установить всю орбиту, все дальнейшее движение спутника. И, наоборот, знание орбиты позволяет точно предсказать скорость в каждой ее точке. Но вот из-за воздушного (аэродинамического) торможения скорость чуть уменьшилась. Значит, изменится и орбита. Как? Очевидно, спутник будет теперь двигаться ближе к Земле: ведь на прежней орбите он не удержался именно из-за того, что скорость оказалась для этого уже недостаточной.

Но погодите, мы, кажется, запутались. Если уменьшившаяся скорость спутника не в состоянии противодействовать земному тяготению на более высокой орбите, как она сможет сделать это на низкой орбите, где притяжение не меньше, а больше?! Да и на самом деле, мы знаем, что орбитальная скорость спутника тем больше, чем он ближе к Земле. Что же получается, скорость спутника уменьшилась, он перешел на нижнюю орбиту, где его скорость увеличилась?!

Однако никакого тупика вовсе нет. Действительно, из-за уменьшения скорости спутник спустился со своей орбиты ниже и стал двигаться по новой орбите со скоростью... большей. Боль-

шей, ибо «сработало» тяготение: когда тело падает, его скорость растёт, это каждый знает. Когда «упал» спутник с верхней орбиты на нижнюю, его скорость тоже возросла. И возросла сильнее, чем уменьшилась при торможении. Вот и разгадка.

Итак, чтобы следить за тем, как плотность верхней атмосферы тормозит спутник, нужно измерять увеличение его скорости или, точнее, снижение орбиты. Правда, сделать это не очень просто, потому что на движении спутника сказываются многие обстоятельства. Но сделать можно, и это было сделано. Вывод, подтвержденный и другими измерениями плотности, уже нам известен — плотность атмосферы существенно больше предполагавшейся. Это во многих отношениях важный факт.

Водородная «корона» Земли

Много нового удалось узнать о химическом составе верхней атмосферы, о газах, из которых она состоит. В общем, прежние представления здесь оказались довольно верными, но все же немало было и неожиданного.

Оказалось, например, что на высоте чуть больше 1000 км земной шар окружен ажурной оболочкой из гелия. Еще выше космонавтика обнаружила своеобразную водородную «корону» Земли, или геокорону, — под таким названием вошел в науку зафиксированный автоматическими межпланетными станциями «Зонд-1», «Венера-2» и «Венера-3» слой заряженных атомов водорода, венчающий планету чем-то действительно напоминающим корону, расположенную на расстоянии в десятки тысяч километров от Земли. Точнее, тут аналогия не непосредственно с царской регалией, а с солнечной короной, которая тоже, как известно, представляет собой внешнюю часть атмосферы Солнца.

Радиационное «ожерелье» планеты

Но, пожалуй, наибольший интерес вызвало открытие других, очень своеобразных высотных слоев (зон) атмосферы, получивших название радиационного пояса. Эти зоны, действительно опоясывающие Землю, названы так потому, что обнаружившие их советские и американские спут-

ники Земли подвергались здесь сильному облучению, действию радиации. Тут была какая-то аккумулированная, захваченная радиация, которая, как было установлено, вызывается электрически заряженными частицами, населяющими «пояс» и движущимися в нем с большой скоростью, создавая мощные кольцевые электрические токи вокруг земного шара.

Что верхние слои атмосферы, начиная с 60—80 км (и даже ниже), кишмя кишат заряженными частицами, было хорошо известно и ранее. Не зря эти слои получили название ионосферы, — как известно, заряженные атомы и молекулы называются ионами. Не будь ионосферы, не было бы и дальней радиосвязи на Земле — радиоволны отражаются от этого «электрического по-

толка» атмосферы. Не удивительно, что больше всего интересуются ионосферой именно радисты.

Космонавтика установила, что ионосфера, даже в ее нижних слоях, тоже устроена во многом не так, как предполагалось раньше. В частности, в ней открыты своеобразные радиоволноводы, — иногда радиосигналы со спутников Земли распространялись не по кратчайшему пути, а обегали вокруг земного шара. Но обо всем этом тут не расскажешь, слишком уж разносторонни и значительны открытия, сделанные космонавтикой в геофизике атмосферы, да и не в ней одной.

О заряженных частицах знали. Но не имели представления о том, что они есть и на столь больших высотах, даже выше 50 000 км, там, где всегда принималось отсутствие вообще каких бы то ни было частиц, связанных с Землей. Не догадывались, естественно, что там эти частицы мчатся с огромной скоростью, гораздо большей, чем при обычном «тепловом» движении в ионосфере. В отличие от этого последнего, совершенно хаотического движения, частицы в радиационном поясе движутся принципиально иначе, весьма упорядоченно, подобно обычному току в электрическом проводнике. Они мчатся вокруг земного шара по определенным спиралевидным траекториям взад-вперед, от одного полюса к другому, затрачивая на весь этот путь от нескольких минут для самых быстрых частиц до нескольких суток. Не знали ученые строения радиационного пояса, ну и, конечно, не могли представить себе его значения ни для космонавтики, ни для самой Земли.

*Невидимая
ловушка
на огромной
высоте*

Выяснилось, что частицы радиационного пояса находятся в ловушке, созданной земным магнитным полем. Ее так и называют — геомагнитная ловушка. Правда, некоторые ученые считают, что это название не очень удачно, потому что ловушка дырявая, и точнее было бы назвать ее губкой — она впитывает и выжимает заряженные частицы. О том, что магнитное поле может «поймать» частицы, наука знает давно.

Вспомните не раз показанный в школе опыт, может, вы и сами его проделывали: железные опилки, беспорядочно насыпанные на бумагу, выстраиваются в колонны, как только к бумаге подносят магнит. Кстати сказать, очертания этих опилочных «шеренг» весьма напоминают строение радиационного пояса Земли, и это не удивительно — и тут и там невидимыми прутьями решетки, удерживающей частицы, оказываются силовые линии в принципе одинакового магнитного поля (так называемого диполя). Но только в школьном опыте «пленниками» оказываются частицы железа, восприимчивые к магнитному полю, а «пленники» радиационного пояса попались в ловушку потому, что имеют электрический заряд.

Какие именно заряженные частицы попадают в радиационный пояс, теперь известно — это положительные протоны и отрицательные электроны, причем последние, как установлено, иногда движутся в виде сгустков, своеобразных «облаков». Далеко не так ясно, откуда они берутся, эти частицы, тут есть конкурирующие теории, и, вероятно, правильна не какая-нибудь одна, а несколько, поскольку и источников частиц тоже несколько. Бесспорно, однако, что одним из них, может быть главным, является Солнце, особенно обильно снабжающее пояс заряженными частицами при сильных хромосферных вспышках.

*Щит
надежный
и... опасный*

Существование радиационного пояса, открытое космонавтикой, важно и для нее самой. Ведь если радиационный пояс — магнитный щит, защищающий жизнь на Земле, самолеты, летающие в атмосфере, и спутники на низких орбитах от губительного космического излучения, то этот же надежный щит становится весьма опасным, когда приходится проникать внутрь него. Радиационный пояс простирается на высотах от нескольких сот до десятков тысяч километров, и все космические летательные аппараты, кроме низколетающих спутников, не смогут избежать пересечения пояса, или вообще их орбиты окажутся внутри пояса. Но радиационное воздействие при сколько-нибудь длительном пребывании в поясе может оказаться опасным. Прежде всего, конечно, для экипажа космического корабля, которому придется защищаться от его воздействия, а такая защита обычно бывает связана со значительным утяжелением корабля. Вредно оно и для многих бортовых приборов и систем, в особенности полупроводников и оптики.

*Запасные
выходы*

Правда, природа как бы позаботилась о космонавтике и оставила в радиационном поясе своеобразные запасные выходы в космос. Они расположены над геомагнитными полюсами Земли, там радиационный пояс отсутствует, потому что нет геомагнитной ловушки (как известно, полюса — это области, откуда выходят и куда входят магнитные силовые линии). Но пользоваться неудобными выходами не слишком заманчиво. Поэтому так важны радиационные исследования, произведенные в полетах автоматических станций «Зонд», облетевших Луну и возвратившихся на Землю, а также результаты полетов американских космонавтов на лунных кораблях «Аполлон». Первые данные исследований обнадеживают — при отсутствии мощных солнечных вспышек уровень радиации в поясе ниже допустимого для человека.

*Земля
в мировом
пространстве*

И все же главное значение открытий, сделанных космонавтикой в верхней атмосфере Земли, заключается в другом. Эти открытия впервые позволили нарисовать научно достоверную и, надо признаться, достаточно сложную картину всего околоземного космического пространства, в котором так или иначе проявляется влияние Земли. Прежде всего речь идет о так называемой магнитосфере, той довольно четко ограниченной области околоземного космоса, в которой физические свойства межпланетного пространства определяются главным образом земным магнитным полем. Вне магнитосферы роль этого поля второстепенна: там хозяйничают факторы, связанные с Солнцем.

*Солнечный
ветер*

Не будь Солнца, не было бы и магнитосферы с ее довольно четкими границами — земное магнитное поле совершенно незаметно переходило бы в межпланетное и межзвездное. Но Солнце есть. И оно оказывает огромное, разностороннее влияние на Землю. Тут и гравитация, и различное по частоте электромагнитное излучение — видимый свет, ультрафиолетовое и инфракрасное, рентгеновское и гамма-излучение, и космические лучи — быстро мчащиеся частицы огромной энергии. Некоторые из этих видов излучения стали известны науке только в результате успехов космонавтики. Она же открыла (впервые это было обнаружено советскими «лунниками») существование и еще одного дотоле неизвестного явления — о его возможности ранее высказывались лишь робкие теоретические догадки. Речь идет, несомненно, об одном из величайших природных явлений.

Оказалось, что солнечная корона — это не просто окружающий Солнце слой раскаленных газов, как считалось ранее. Из-за своей очень высокой температуры, порядка миллиона градусов (вспомните, что температура поверхности Солнца гораздо меньше, «всего» около 6000°), корона непрерывно расширяется. Вследствие этого Солнце так же непрерывно испускает во все стороны потоки вещества, из которого состоит корона, — примерно миллион тонн каждую секунду.

Это вещество — солнечная плазма, заряженные частицы обоих знаков, главным образом водорода, отчасти гелия, совсем немного — более тяжелые ионы. Крайне разреженный, содержащий всего примерно 5 частиц в 1 см^3 , раскаленный до $100\text{--}200$ тысяч градусов (эти данные относятся к потоку плазмы, достигшей земной орбиты), солнечный ветер, как его называли ученые, «дует» день и ночь, то сравнительно равномерно, то порывами, изменяясь по интенсивности, главным образом в связи с солнечной активностью. В среднем через площадку в 1 см^2 вблизи земной орбиты каждую секунду проносится около полумиллиарда заряженных частиц солнечной плазмы, но, например, с 1962 по

1967 год поток частиц возрос примерно в 5 раз. Когда поток или облако, сгусток такой солнечной плазмы, несущей с собой как бы «вмороженный» в нее кусочек магнитного поля Солнца, встречается на своем пути Землю, то в околоземном космосе происходят многие драматические события, о которых ранее наука не подозревала. Встреча расширяющейся солнечной «сверхкороны» с земным шаром — величественный природный феномен.

Удар грома среди ясного неба

Так как солнечный ветер, этот нежнейший космический бриз, не способный пошевелить волоса на голове, состоит из заряженных частиц, то он взаимодействует с магнитным полем Земли. Теперь уже почти все знают, что, когда летит сверхзвуковой самолет, в воздухе впереди него образуется так называемая ударная волна, или скачок уплотнения. Это ее, ударную волну, достигшую земной поверхности, мы слышим как удар грома среди ясного неба.

Нечто отдаленно похожее происходит в глубинах космоса, когда Земля (самолет!) оказывается на пути «сверхзвукового» солнечного ветра. Он действительно напоминает сверхзвуковой поток воздуха, потому что его скорость, достигающая 400—700 км/сек, а иногда и больше (при «солнечных бурях» — до 1000 км/сек), превосходит скорость звука в движущейся солнечной плазме. Далеко перед земным шаром, на расстоянии примерно 8—9 земных радиусов, в плазме, заполняющей околоземное пространство, тоже возникает ударная волна, правда бесшумная да и вообще не слишком напоминающая «громовую» самолетную волну в плотном воздухе.

В этой волне, которую ученые называют магнитогидродинамической, потоки солнечного ветра как бы сталкиваются с невидимым препятствием, ударяются об него и резко уменьшают скорость своего движения: вместо скорости, в 2—3, а то и в 5—6 раз превосходящей скорость звука, она становится дозвуковой. Изменяет солнечный ветер и свое направление, обтекая, как воздух крыло самолета, огромную, похожую на колоссальную каплю жидкости, область околоземного космоса. Эта область и представляет собой магнитосферу. Сюда, в эту область, «сдуваются» солнечным ветром силовые линии земного магнитного поля. Может быть, отдаленное представление об этом можно получить, если вообразить, что на «шеренги» железных опилок на листе бумаги тоже подул какой-то неизвестный ветер, сбивающий их все в одну сторону.

Магнитный «шлейф» Земли

В центральной части магнитосферы находится та самая геомагнитная ловушка, которая образует радиационный пояс Земли, а затем, на огромное расстояние, намного дальше орбиты Луны, тянется магнитный «хвост», или магнитный

«шлейф» Земли диаметром примерно 40 земных радиусов. Он несколько напоминает хвост кометы, тоже, кстати, отклоняемый в сторону от Солнца солнечным ветром (а не давлением солнечных лучей, как полагали ранее). Что «хвост» существует в действительности—уже точно установленный космонавтикой факт, но вот о том, какова его роль в различных геофизических явлениях, известно пока далеко не до конца.

Тайна безмолвных фейерверков Например, только совсем недавно установлена несомненная связь магнитного «хвоста» с полярными сияниями. Они вызываются заряженными частицами солнечного ветра, приобретающими большую энергию при разгоне внутри «хвоста», как в огромном космическом ускорителе. Наконец-то объяснены многие казавшиеся необъяснимыми свойства этих безмолвных фейерверков в небе высоких широт.

Еще один «ветер» Кстати сказать, околополярные районы земного шара, которые могут служить как бы выходами в космос для космических кораблей, поскольку над ними отсутствует радиационный пояс, служат ими и в действительности. Но только пока в космос улетают не космические корабли, а земная атмосфера. Это — недавно экспериментально установленный космонавтикой факт, хотя он не должен вызывать тревоги у людей, поскольку «утечка» атмосферы очень невелика и ничем не грозит. Если геомагнитное поле не позволяет заряженным частицам ионосферы покидать Землю под действием центробежной силы (ведь они вращаются вокруг земного шара), то этот экран отсутствует у полюсов. С полярных «шапок» Земли все время как бы дует в космос слабый ветерок, его и называли ученые полярным ветром. Скорость этого нового «ветра» гораздо меньше, чем солнечного: она составляет «всего» примерно 20 км/сек.

Вечно меняющийся портрет Рассказ об удивительных открытиях, сделанных космонавтикой в ближнем околоземном космосе, можно было бы продолжить. Уж очень немного знала об этом наука в докосмическую эру. Каждое новое открытие становилось еще одной черточкой в портрете верхней атмосферы и геомагнитного поля, уже нарисованном в основных чертах космонавтикой. Но именно лишь в основных. Многое еще неясно. Зато абсолютно точно установлено, что этот портрет никогда не сможет считаться окончательно завершенным. Таковы свойства оригинала, с которого пишется портрет. В околоземном космосе нет ничего установившегося, там все в вечном движении, все меняется, иногда медленно, а иногда очень быстро. И виной этому — Солнце, циклические изменения солнечной активности, солнечные вспышки, различные магнитные бури и т. п. И счастье еще, что эти изменения Солнца

носят, в общем, ограниченный характер, что наше дневное светило — вполне добропорядочная, утихомирившаяся звезда.

Но и при «ровном характере» Солнце все же держит науку в постоянном напряжении, и космонавтике всегда будет полно забот следить за тем, как сказывается поведение Солнца на верхней атмосфере, ее температуре и плотности, на погоде и многих других сугубо земных делах, вплоть до здоровья сердечных больных или статистики несчастных случаев на транспорте и производстве.

Роль космонавтики в исследовании земной атмосферы, разумеется, не ограничивается изучением ее верхних слоев. Правда, на первый взгляд можно подумать, что нижние слои атмосферы совсем не та область, где космонавтика может сказать новое слово. Однако это величайшее заблуждение.

Иной угол зрения Конечно, в нижней атмосфере, на тех высотах, где плывут облака и летают самолеты, космические летательные аппараты бывают лишь «проездом», они стремглав пересекают их при взлете и посадке. Но дело в том, что мы знаем эти высоты весьма односторонне: либо изучая их снизу, с земной поверхности, либо проникая в них на самолете или воздушном шаре (и тоже снизу). А вид из космоса — это, если хотите, иной, совершенно новый угол зрения на то, что считалось уже хорошо известным. И, оказывается, именно это особенно ценно для науки. Прежде всего для науки о тех атмосферных процессах, от которых зависит погода, — метеорологии. Вот почему космонавтика, все внимание которой вначале было сконцентрировано на изучении верхних слоев атмосферы, где до нее еще не бывали научные приборы — глаза и уши ученых, потом обратилась к изучению нижних слоев.

Тайны облаков Вряд ли кого-нибудь удивит, если мы упомянем в этой связи облака. Кто же не знает, что погода в очень большой степени зависит от облачности? Холодно или жарко, сушь или дождь, ведро или слякоть, тихо или ветрено — все это в первую очередь определяется тем, чисто ли небо или облачно и какие именно облака в небе над нами.

Но не облака же, на самом деле, рассматривать из космоса. С Земли до них гораздо ближе, их можно рассмотреть во всех деталях. При желании, можно забраться на самолете и в самые облака, чтобы рассмотреть их изнутри, если, правда, что-нибудь увидишь. Можно, наконец, и совершать полет над самыми облаками, что обычно делают современные авиалайнеры. Как будто есть все условия для того, чтобы познать тайны облаков, изучить законы их образования, связи с погодой и проч. Вроде бы и не за чем обращаться за помощью к космонавтике. Ан нет.

Многие свои тайны облака еще не раскрыли. А самое главное,

они крайне капризные и непостоянные образования. Облака всегда в непрерывном движении, куда-то мчатся, извиваются спиралями, выстраиваются в многоэтажные громады, рассеиваются и вновь образуются, проливаются дождем или извергают губительный град, сверкают молниями и грохочут громом. Все в них сплошной динамизм, и это не случайно, конечно: таковы все процессы в атмосфере, для которой ветер — любимый сын.

Грандиозный спектакль И что, может быть, самое главное, когда мы имеем в виду погоду: она едина на всем земном шаре. Не в том смысле, конечно, что одинакова. Но все в ней взаимозависимо — и дождь, и ветер, и грозы, и ураганы, и здесь, и за тысячи километров, и в пустыне, и в океане, и на полюсах, и на экваторе.

Только изучая все эти метеорологические явления вместе, как единый грандиозный спектакль, разыгрывающийся в атмосфере, можно научиться уверенно читать в книге погоды, предсказывать ее без ошибок не только на один-два дня, но и на одну-две недели, один-два месяца вперед. А потом и осуществить вековую мечту людей — управлять погодой. И вот тут-то помощь космонавтики оказывается не только полезной, но и необходимой.

Чем это объясняется?

Как «угадать» погоду? Уже более десятилетия метеорология умеет строить научно-достоверные прогнозы погоды, по крайней мере на ближайшие один-два дня. Для этого пришлось установить общие физические законы изменения погоды, выражаемые сложными математическими уравнениями, и использовать совершенные электронные вычислительные машины, способные достаточно быстро (чтобы не отстать от погоды!) обработать огромное количество необходимых исходных данных.

Но почему же столь часто вместо обещанного метеорологами солнечного дня небо шлет нам дождь? Как объяснить не очень-то уверенное прогнозирование погоды теперь, когда из каждых десяти прогнозов подтверждается в среднем лишь восемь? Ведь, кажется, наука дала все нужное в руки метеорологам!

Задача, в которой неизвестно, что задано Оказывается, вовсе не все. Недостает «пустяка» — точных и охватывающих весь земной шар метеорологических наблюдений. Погода не возникает случайно, по какому-либо капризу, в ней все закономерно. Погода завтра и послезавтра зависит, как говорят ученые, от начальных условий — состояния атмосферы сегодня и вчера, здесь и далеко отсюда. Чтобы не угадывать, а точно прогнозировать, нужно знать начальные условия. Разве можно решить задачу, если неизвестно, что задано? А вот того, что задано, метеорологам-то и не хватает.

Но почему, разве нельзя сделать, чтобы хватало? Ведь это важно для всех людей. Оказывается, в принципе можно. Но от принципиальной возможности до ее реализации на практике в данном случае еще далеко.

Постоянным и квалифицированным наблюдением за атмосферными процессами обеспечена всего лишь примерно одна десятая часть всей земной поверхности, где имеются метеорологические станции и наблюдательные пункты. Только одна десятая! Где уж тут рассчитывать на точность прогнозов. И что хуже всего, существенно увеличить эту долю, например, с одной десятой хотя бы до пяти-шести десятых, не говоря уже о полном охвате всей земной поверхности, практически невозможно. Безбрежные пространства океана, пустыни, колоссальные горные хребты, околополярные районы — сколько еще есть неудобных мест на земном шаре, где метеостанции не создашь. Или, по крайней мере, их создание будет слишком сложным и дорогостоящим.

*Большое
видится
издалека*

Эту кажущуюся неразрешимой задачу в состоянии во многом решить космонавтика. Пожалуй, только с огромной, космической высоты можно охватить сразу, одним взглядом, достаточно большую поверхность Земли и получить полное представление о господствующей здесь погоде. Слова поэта, сказанные, правда, по другому поводу, блестяще оправдываются и здесь: «Большое видится на расстоянии».

Каждый из нас на Земле связан лишь с одной точкой ее поверхности, как бы уткнулся носом в эту точку. Где уж тут разглядеть всю огромную, непрерывно меняющуюся картину — в лучшем случае можно любоваться одним каким-либо мазком великого художника, даже не представляя себе всей красоты целого. Зато с космической высоты зрелище получается совершенно новым, необычным. По существу, впервые раскрывается во всей полноте «кухня» погоды на Земле. Человек — пигмей на земном шаре — становится великаном, выйдя в космос.

Больше всего метеорологию интересует, пожалуй, именно картина облаков, плывущих по Земле. Вечно живая, ни разу не повторяющаяся, она говорит глазу синоптика бесконечно много. Ведь облака являются не только наглядным, но и исключительно чувствительным индикатором погоды. Передаваемые с борта спутников Земли фотоснимки, в особенности цветные и стереоскопические, а также телевизионные изображения (кстати, первое цветное изображение было получено со спутника «Молния-1» в 1967 году), несут бесценную информацию. Эти изображения выявили даже новые, ранее вовсе не известные метеорологам типы облачных образований. Используемая вместе с обычными методами метеонаблюдений, информация со спутников создает надежную основу для уверенного прогнозирования погоды.

*Нефо-
анализ —
что это?*

Интересно, что наука не впервые обращается к облакам в стремлении «угадать» погоду, научиться предсказывать ее. Было время, и довольно долгое, когда изучение облачности, или нефоанализ, как его красиво называли ученые, было едва ли не главным оружием синоптиков. Еще бы — ведь тогда не было ни приборов современной метеорологии, ни множества наблюдательных станций, ни нынешнего знания законов, управляющих погодой. Потом все это появилось, и нефоанализ, казалось, навсегда стал уделом истории. И вот он снова возрождается, но на ином, гораздо более высоком уровне — космическом. Это не просто игра слов: новый уровень выше не только по расположению приборов наблюдения, но и в отношении методов изучения облачности.

*Спутники
погоды*

Не удивительно, что уже вскоре после первых успехов космонавтики ученые стали задумываться над созданием специализированных «погодных», или метеорологических, искусственных спутников Земли. Немало их запущено, например, в СССР — ряд спутников серии «Космос», а также спутники «Метеор», на базе которых создана целая метеорологическая система, в США — «Тирос», «Нимбус», «Эсса» и др.

Метеоспутники полностью оправдали возлагавшиеся на них надежды. Достаточно сказать, что иной спутник за один оборот вокруг Земли дает синоптикам в сотню раз больше нужной им информации, чем все 10 тысяч с лишним существующих наземных метеостанций мира! За первые годы существования метеоспутников они уже передали на Землю более миллиона фотоснимков облаков. Океан ценнейших сведений...

*18 час
за 3 мин*

Вам не приходилось видеть впечатляющие кинокадры, снятые дейтраферной съемкой, или лупой времени: на экране за считанные мгновения раскрываются почки деревьев и распрямляются листья, распускаются бутоны цветов? Можно представить себе, какое впечатление произвел на участников одной международной научной конференции кинофильм, снятый с борта метеорологического спутника, — показ фильма длился всего 3 мин, но за это время на экране промелькнули картины облачного покрова Земли, изменяющегося в течение всего длинного 18-часового летнего дня! Огромные скорости спутников как бы уменьшают размеры нашей планеты, — Магеллан совершил кругосветное путешествие со скоростью 3 км/час, а спутник облетает Землю в 10 тысяч раз быстрее.

*Ловцы
циклонов*

Можно смело утверждать, что метеоспутники оказались способными на большее, чем предполагалось. В частности, они стали неоценимыми помощниками людей в их охоте за ураганами.

Эти грозные природные явления, получившие в Японии название тайфунов, в США — торнадо, в Австралии — вилли-вилли и носящие, по традиции, нежные женские имена, возникают обычно в тропических зонах и за время своего существования перемещаются иной раз на большие расстояния.

Предотвратить возникновение тайфунов, этих гигантских тропических ураганов, наука пока не в силах, но даже простое наблюдение за их образованием и предупреждение о пути движения помогает во многом уменьшить ущерб.

В сезон тайфунов тысячи метеорологов несут бессменную вахту, стараясь не пропустить зарождение и проследить движение нового, очередного «женственного» убийцы — тайфуна. Но сделать это не просто, ибо колыбелью тайфунов являются пустынные просторы южных океанов. Как ни опытни «ловцы тайфунов», в разбрасываемой ими сети оказываются дыры, и «дичь» уходит незамеченной.

*Спутник
на дозорной
вышке*

На помощь метеорологии пришла космонавтика, хоть дела-то эти сугубо земные. С метеоспутника видна огромная поверхность Земли, особенно если это стационарный спутник, находящийся на суточной орбите на высоте примерно 35 800 км.

С этой высоты видна земная поверхность, в полтора миллиона раз большая по площади, чем с высочайшей в мире Останкинской телевизионной башни в Москве. Суточных орбит, таких, для которых период обращения спутника вокруг Земли в точности равен периоду обращения самой Земли вокруг ее оси — суткам, бесконечно много. Но только на одной из них, лежащей точно над экватором, спутник становится стационарным, когда обращается в том же направлении, что и суточное вращение Земли, с запада на восток. В этом единственном случае спутник оказывается как бы неподвижно висящим над какой-либо точкой земной поверхности, хотя на самом деле он движется по орбите вокруг Земли со скоростью около 3 км/сек.

«Неподвижный» спутник особенно удобен для «земных» наблюдений, если, конечно, он ни на минуту не сводит «глаз» с Земли, то есть, как говорят специалисты, стабилизирован, не вращается вокруг своей собственной оси, не кувыркается.

*Штормовые
предупреж-
дения*

Много раз тайфуны, «пропущенные» на Земле, были пойманы из космоса, обнаружены за несколько дней до того, как о них узнала наземная метеослужба. Оттуда они выглядят своеобразными завихрениями, спиралями в земной облачности, что и позволяет легко обнаружить их. Страшно оказаться на Земле под этой гигантской спиралью. Не зря самый ее центр получил у моряков экзотическое название «глаз бури» или «око дьявола». Очень важно, что внешний вид спирали оказы-

вается тесно связанным со скоростью ветра в тайфуне: если спираль четкая, плотная, то берегись, ветер очень сильный; если же она как бы размыта — опасность не столь велика, ветер потише.

В свое время советские метеоспутники обнаружили тайфуны «Алиса», «Джилда», «Кора» и др. Сообщения о них помогли избежать многих человеческих жертв, значительно уменьшить материальный ущерб. Метеослужба США за два с половиной года (1966—1968) сделала более 3000 предупреждений об опасных штормах. Правда, первое время эта служба еще не была налажена, и тогда ценнейшие данные, доставляемые спутниками, оставались неиспользованными. Например, в самом конце декабря 1966 года спутник обнаружил ураган, движущийся по Бенгальскому заливу, между Индией и Цейлоном. Сообщить об этом не удалось, и уже на следующий день ураган причинил уйму бед — были разрушены до основания многие селения, уничтожен поезд, переправлявшийся на пароме в Индию, потоплен целый рыболовный флот. Тогда еще помощь космонавтики не пришла. Теперь все было бы иначе.

Спутники и морские суда

Как именно иначе? Вот только несколько примеров, характеризующих бесценную службу метеоспутников. Наверное, некоторые читатели помнят газетные сообщения об уникальном рейсе по проводке гигантского советского плавучего дока из Черного моря на Дальний Восток, через восемь морей и Индийский океан. Путь необычного каравана, состоявшего из дока и буксира «Маргелан», начался в марте 1967 года и длился три месяца. Все шло благополучно, но в мае, не будь своевременной помощи космонавтики, поход мог бы закончиться катастрофой. Фотографии, полученные с борта советских метеоспутников, показали, что на пути каравана начал развиваться тайфун, хотя наземная метеослужба сведений о нем не имела. Караван изменил курс и обошел страшный тайфун, действительно разыгравшийся через двое суток.

И в январе 1968 года космическая метеослужба оказалась снова на высоте. Огибая Африку, судно «Богдан Хмельницкий» входило в Мозамбикский пролив. Но фотографии с метеоспутника «Космос-184» установили, что на пути судна бушует мощный циклон «Жоржетта», уже натворивший немало бед. Поэтому капитану было предложено уйти с пути циклона, обойдя остров Мадагаскар. Однако это решение было поставлено под сомнение, когда береговая метеослужба сообщила, что с востока на Мадагаскар надвигается другой циклон — «Генриетта». Какой из циклонов «предпочтительней», что лучше — «Жоржетта» или «Генриетта»? Наблюдения со спутников показали, что новый циклон движется медленно и не представляет собой серьезной

опасности для судна. Так московские синоптики, находясь на огромном удалении, сделали более правильный вывод, чем соседняя береговая метеослужба.

**Внимание,
паводок!**

А вот услуга, оказанная советской спутниковой метеослужбой уже не за морями, а у себя дома. Это случилось в апреле 1968 года. Ничто, казалось, не предвещало опасностей одному из самых южных районов нашей страны — Тахта-Базарскому району Туркмении. Но из Москвы получено экстренное сообщение — спутник предупреждает о приближающихся ливнях и паводке. И действительно, за одну ночь выпало столько осадков, сколько их выпадает обычно в течение полутора месяцев. Река Кушка вышла из берегов. Не будь приняты специальные меры, разбушевавшиеся стихии принесли бы немало бед.

**И воздушные
лайнеры
тоже**

Метеоспутники уже оказывают большую помощь штурманам не только морских, но и воздушных кораблей. Снимки облачности, передаваемые со спутников, поистине бесценны для экипажей самолетов, так как, по существу, являются для них готовыми маршрутными картами.

Лётчикам дальних авиалиний хорошо известны струйные течения — гигантские «реки» воздуха, текущие на большой высоте со скоростью 300—400 км/час. Каково, например, самолету на трассе Москва—Куба или Москва—Канада, если он попадет в подобное встречное течение? В лучшем случае в полете будет перерасходовано топливо, а то ведь он может вообще закончиться печально. Оказывается, со спутников можно обнаруживать эти коварные течения — их выдают особые нитевидные облака.

**Празднику
быть!**

За первый год работы советской спутниковой погодной системы «Метеор» она помогла провести по океанским просторам более 370 судов, дала множество своевременных предупреждений о непогоде.

Но вот пример совсем другого рода. В июле 1967 года Москва готовилась к традиционному празднику воздушного флота. На этот раз в День авиации намечался большой парад новой авиационной техники. Парад состоялся и, наверное, остался в памяти всех его видевших — это было замечательное зрелище, но мало кто знает, что и тут не обошлось без помощи космонавтики. Не будь этой помощи, пожалуй, не было бы и праздника.

В те дни в Подмоскovie бушевали частые циклоны с облачностью и дождями. Какая погода будет 9 июля, в день праздника, не сорвется ли он? Космический метеоролог — спутник «Космос-144» установил, что действительно на огромной площади (1 280 000 км²) расположился циклон, но, к счастью, осталось «окошко», не закрытое облаками. Изучив развитие циклона и пе-

ремещение «окошка», синоптики сказали: «Празднику быть!» Их прогноз подтвердился.

*От великого
оледенения
до наших
дней*

Как ни ценны наблюдения за облаками, осуществляемые с помощью спутников, это далеко не единственная помощь космонавтики службе погоды. Метеоспутники способны и на многие другие научные «подвиги», создающие качественно новую основу науки о погоде. Мы можем упомянуть о такой, например, возможности специально оснащенных метеорологических спутников, как измерение обмена лучистой энергией между Землей и космосом.

Этот обмен — основа земного климата. Достаточно сказать, что сдвиг энергетического баланса в сторону увеличения его приходной части, то есть притока тепла на Землю, всего на 1% вызовет возрастание средней температуры атмосферы на 7°. А это огромная величина, ибо именно настолько нагрелась атмосфера за время, прошедшее с последнего великого оледенения! Не подобной ли причиной — уменьшением притока солнечного тепла — и было вызвано оледенение?

*Радиотеле-
скоп
смотрит
на Землю*

Однако с поверхности Земли энергообмен не измеришь. Вот почему синоптики до сих пор строят свои прогнозы без его учета. Но при этом условии можно «угадать» погоду не более чем на 1—2 дня вперед. Для достоверных длительных прогнозов учет энергообмена необходим. Лишь спутникам под силу решение этой задачи, ибо тут нужно находиться именно между атмосферой и космосом, на их границе. Чтобы уловить и измерить тепловое излучение Земли и ее атмосферы, на спутнике устанавливают специальные антенны для приема теплового радиоизлучения на миллиметровых и сантиметровых волнах. Они очень похожи на антенны обычных земных радиообсерваторий, но только на этот раз радиотелескопы смотрят не в небо, а на Землю! Впервые подобный всепланетный эксперимент был произведен со спутника «Космос-243», запущенного в сентябре 1968 года.

*«Кинжаль-
ный» разрез*

Не меньшее значение имеет измерение температуры воздуха и его влажности во всей толще атмосферы под спутником. И опять только спутник может решить эту задачу — получить «кинжальный» вертикальный разрез атмосферы. Со спутника подобные измерения тоже очень не просты, но они возможны и уже осваиваются космонавтикой. Интересно, что здесь, как, впрочем, и во многих других случаях, ей на помощь приходит авиация. Чтобы отработать методику использования метеоспутников, убедиться в достоверности дистанционных измерений, производимых их бортовой аппаратурой, советские ученые смонтировали «метео-

спутник» на самолете, обычном «ИЛ-18». И нужно сказать, что именно наши метеоспутники первыми освоили подобные измерения, для системы «Метеор» они стали повседневными.

Не следует думать, однако, как это может показаться после всего сказанного, что метеоспутники способны помогать синоптикам, лишь следя со стороны за погодными процессами, происходящими на малых высотах и у самой Земли. Пожа-

луй, не меньшее значение приобретает их другая служба — сбор данных от уединенных наземных метеостанций, множества дрейфующих в океане автоматических метеобуев, сотен и тысяч плывущих на разных высотах воздушных шаров с метеоприборами. Как иначе собрать эти необходимые метеорологам сведения? Спутнику это сделать легко. А потом он передаст все собранное наземным метеоцентрам.

С такой службой метеоспутников синоптики связывают большие надежды.

В общем, как видно, погодные спутники — это настоящее чудо. Не удивительно, что в мировой службе погоды они играют все более важную роль. В частности, все шире используется международный обмен данными о погоде, которые получают метеоспутники, через Всемирную метеорологическую организацию — ведь погода не знает границ, тут требуется широкое сотрудничество всех стран. Полноценное мирное использование космоса немыслимо без подобного активного международного сотрудничества. В этом, кстати, еще одна, может быть, важнейшая служба космонавтики человечеству.

Уже на примере метеорологических спутников видно, как научные исследования Земли с помощью космонавтики переплетаются с ее практической службой людям. Подобных примеров много. И почти все они связаны с «дальновидением» из космоса, причем используется «видение» в обе стороны — и то, что с орбиты спутника видны огромные земные пространства, и то, что сам спутник виден из любой точки этих необъятных пространств.

Вот один из примеров. Постепенно овладевая знаниями в школе, мы сначала узнаем, что Земля — это шар. Но потом выясняется, что все же Земля не шар, хотя и довольно близка к нему.

Гораздо точнее считать Землю эллипсоидом вращения, нечто вроде сплюснутого у полюсов шара. Однако и это еще не последнее приближение к той сложной истинной геометрической фигуре, какой оказывается земной шар. Эту фигуру трудно отождествить с каким-нибудь «правильным» геометрическим телом, в ней много различных отклонений, «неправильностей», и поэтому, чтобы не

ломать зря голову, в геодезии — науке об измерении Земли — принято называть ее просто геоидом.

**Космический
землемер** Понятно, что вопрос о точной фигуре Земли во все не только академический, он имеет большое практическое значение, поскольку приходится измерять расстояния между различными точками земной поверхности. Эти измерения геодезия осуществляет разными методами, нет нужды их подробно описывать, чтобы понять, как не просто измерить, например, расстояние между материками — ведь их разделяют океаны. А для ряда хозяйственных целей точное знание этих расстояний необходимо.

И тут снова на помощь приходит космонавтика. Искусственные спутники Земли могут быть использованы в качестве своеобразных «землемеров». Подобные геодезические спутники уже запускаются. Наблюдая за геодезическим спутником из двух точек земной поверхности, можно, зная точное положение спутника на небе в данный момент (ясно, как важна при этом единая всемирная система точного времени) или определяя это положение с Земли, установить и расстояние между обеими точками. Ведь именно на этом принципе «трех точек», или, как говорят геодезисты, триангуляции, обычно основывается измерение расстояний на Земле. Только здесь одна из вершин гигантского треугольника находится в небе. Удалось уже немало сделать для создания единой всемирной сети расстояний — на Земле эта сеть оказывается различной для разных континентов, между собой «континентальные» сети связаны очень неточно. По некоторым сообщениям печати, к 1968 году геодезические измерения со спутников охватили уже половину всей поверхности Земли.

**Ювелирная
точность** Точность измерения расстояний между различными точками земной поверхности с помощью геодезических спутников удалось повысить, по крайней мере, раз в десять. Это кажется на первый взгляд парадоксальным — измерять Землю из космоса можно точнее, чем на самой Земле. Но что ж тут удивительного, если, по существу, точные измерения на Земле возможны лишь на суше. А океаны и моря, занимающие большую часть поверхности? Ошибка в измерении межконтинентальных расстояний всего в какой-нибудь десяток метров и даже меньше (например, применение лазера позволит довести эту точность до десятой доли метра, подобные опыты уже проведены), достижимая с помощью геодезических спутников, — это недостижимая мечта обычной, земной геодезии.

Открывается, наконец, возможность экспериментальной проверки гипотезы о «дрейфе» континентов, о том, что земные материки перемещаются по поверхности Земли.

*Земля —
гигантская...
груша*

Удалось во многом уточнить и фигуру Земли. Оказалось, что она гораздо больше сплюснута у полюсов, чем считалось до сих пор. А ведь это очень важно и для оценки свойств внутренних слоев Земли, и для попытки установить историю ее образования. Выяснилось, что Земля асимметрична и имеет как бы грушевидную форму.

Существенно уточнена и величина радиуса земного шара, необходимая для многих научных целей. По усредненным данным измерений с различных спутников ученые определили величину большой полуоси земного эллипсоида. Она оказалась равной 6 378 169 м. Точность этой величины такова, что она может отклоняться в обе стороны не более чем на 8 м.

*В глубь
Земли*

Но геодезия — это измерение не только самой Земли, но и ее гравитационного поля, что очень важно для изучения внутреннего строения земного шара. У науки мало средств проникнуть в тайны этого строения, и наши знания о нем до обидного скудны. Вот уж действительно штурмуем космос, а свою «собственную» планету знаем в буквальном смысле только «поверхностную». А ведь недра Земли хранят столько жизненно необходимых для человека веществ! В них же таятся секреты опустошительных землетрясений и вулканических извержений, без раскрытия закономерностей которых нельзя и думать о борьбе с этими грозными стихийными бедствиями.

Точное измерение силы тяжести — ее величины и направления — в каждой точке земной поверхности может служить как бы прожектором, освещающим земные недра под этой точкой. И как это ни кажется неожиданным, осуществить подобное измерение удастся особенно хорошо из космоса, со специально оснащенного искусственного спутника Земли. Именно космическая гравитационная «съемка» уже позволила установить, где и как земное гравитационное поле отклоняется от своей средней величины, какие на этом, в общем очень «гладком», поле есть аномалии — своеобразные впадины и возвышенности.

Оказалось, что во всех местах, где имеются эти аномалии, существует и другая аномалия — теплового потока из недр Земли. Там, где на гравитационном поле «впадина», то есть сила тяжести меньше средней, поток тепла из земных глубин больше среднего, иногда наполовину. Наоборот, «горбу» гравитационного поля, то есть большей силе тяжести, отвечает уменьшение теплового потока. Как объяснить это совпадение?

*Подземные
лифты*

Напрашивается очевидный ответ: гравитационная «впадина» появляется там, где из глубин земной мантии вверх поднимаются сравнительно более горячие и потому более легкие горные

породы. Именно поэтому здесь больше и тепловой поток. Наоборот, гравитационному «горбу» отвечает движение более холодных и потому тяжелых масс. Но ведь с этими невидимыми подземными «лифтами» выносятся и многие ценнейшие полезные ископаемые. Не ясно ли, какое значение все это имеет для геологии, для поисков столь необходимых человечеству новых подземных кладов? Космонавтика дает геологии в буквальном смысле «карты в руки».

Кстати сказать, мощные вертикальные течения вещества в недрах Земли, о которых ученые давно догадывались, но только теперь с помощью космонавтики, вероятно, убедились в их истинном существовании, могут быть причиной «дрейфа» земных континентов. Ведь поднимающиеся из мантии потоки потом, непосредственно под земной корой, должны растекаться в стороны и действительно могут «утаскивать» с собой и материки. Все эти течения происходят, естественно, с очень небольшой скоростью, ведь течет-то не вода, а твердая порода, и потому смещение континентов оказывается крайне медленным.

Космонавтика дала в руки ученым еще одно плодотворное средство изучения земных недр, еще один мощный прожектор, направленный в глубь Земли. Им стали произведенные из космоса измерения земного магнитного поля. Оказалось, что и тут есть свои аномалии, местные отклонения величины поля, например известная Восточно-Сибирская мировая аномалия. Но, в отличие от гравитационных аномалий, магнитные, когда они фиксируются из космоса, оказываются связанными с более глубинными особенностями строения земного шара. Из космоса удастся как бы заглядывать на разную глубину внутрь Земли. Есть основания думать, что глубинные магнитные аномалии указывают на основные зоны залегания многих полезных минералов.

Спутники-географы... С космических высот спутника видна не только вся Земля в целом и покрывающая ее примерно наполовину облачность — в просветы между облаками видны суша, океаны и моря, реки, льды.

Естественно, что и сам спутник тоже виден в эти просветы. Ну, а видеть — это значит многое знать.

Не удивительно, что уже с первых шагов космонавтики ей удалось заинтересовать многие науки, изучающие Землю, такие, как геология, география, картография, океанография, гидрология, гляциология и другие.

О том, как космонавтике удалось оправдать возлагавшиеся на нее надежды, и тем более о возможностях, которые могут в этом смысле открыться в будущем, мы сможем сказать здесь лишь очень коротко. Хотя все это, нужно признаться, исключительно интересно и увлекательно.

Фотографии, переданные на Землю с борта искусственных

спутников, уже оказались неоценимым подспорьем для геологов и географов. Выявлены многие новые, неизвестные ученым геологические образования, впервые удалось рассмотреть целиком, охватить взглядом величайшие горные хребты, хранящие до сих пор столько тайн — Гималаи, Анды, Памир. Как много нового, ранее не известного, узнали ученые и в отношении различных деталей этих горных исполинов, и в прояснении их образования и развития, и в изучении ледников и границы снегов, очень важном для определения водных режимов горных рек. Информация подобного характера, полученная со спутников системы «Метеор» для района Гималаев и Тянь-Шаня, оказалась исключительно ценной.

В общем, космические «альпинисты» дали уже немало очков вперед альпинистам земным. Особенно ценным оказалось то, что видение из космоса является как бы трехмерным, объемным. Световые контрасты на космических фотографиях делают их куда богаче обычных, плоских земных карт.

Удалось сделать из космоса и ценные археологические наблюдения и даже найти новые следы вмешательства космоса в земную жизнь. Речь идет о кратерах, образованных падением крупных метеоритов. Впервые сфотографированы ранее не известные ученым кратеры в Сахаре, Аргентине и других местах.

Очень повезло земным картографам, когда на них стали работать космические помощники. В особенности ценной эта помощь оказалась, разумеется, для картографирования некоторых труднодоступных районов земного шара. Например, в Антарктиде космические «географы» сделали много важных открытий — внесен ряд изменений в ее рельеф, гору Сипл высотой 3 км, расположенную у берега и часто служащую поэтому ориентиром, пришлось... перенести на 2° западнее. В Атлантике остров Тристан-да-Кунья перемещен километра на полтора к югу, и т. п.

По существу, впервые открылась возможность создания единой, всепланетной карты Земли, без обычных необходимых увязок карт отдельных районов. Еще важней, пожалуй, то, что географические карты, полученные из космоса, легко могут обновляться через 1—3 года, а не через 10—15 лет, как теперь. Нужда в этом большая: карты устаревают очень быстро в результате глобального наступления человека на природу. Да и вообще в настоящее время удовлетворительные карты составлены лишь примерно для половины земной поверхности.

В особенности плохо в этом смысле обстоит дело в развивающихся странах, бывших колониях. А ведь без точных карт обойтись невозможно, они нужны не только географам, геологам, летчикам, но и градостроителям, речникам, энергетикам, мелиораторам, дорожникам, инженерам других специальностей. По

некоторым расчетам, только одно картографирование из космоса может дать экономический эффект, если иметь в виду всю планету, примерно 10 миллиардов рублей в год! Подобную же экономию даст своевременное предсказание метеоспутниками засушливого года. Вот каковы масштабы тех прямых экономических выгод, которые обещает космонавтика, изучая в качестве первой цели нашу родную планету. Уже одно это перекрывает все затраты на космонавтику.

*Мировой
океан
с орбиты*

Космонавтика открывает многие совершенно уникальные возможности использования ее здесь, на Земле. Одна из них — Мировой океан, занимающий примерно 71% всей поверхности земного шара. Несмотря на известную роль океана как своеобразного теплового регулятора Земли, во многом определяющего мировую погоду, несмотря на стремительное возрастание его экономического значения как источника пищевых продуктов, столь необходимых растущему человечеству и не менее необходимых сырьевых ресурсов многих важнейших веществ, несмотря, наконец, на быстрый рост интереса, который проявляет к нему наука, он все еще очень мало изучен. Методы его изучения архаичны — ну что можно сделать, по крайней мере, в короткое время с помощью специальных океанографических надводных и подводных судов? Много, конечно, и все-таки этого мало. Даже авиация, к услугам которой все чаще и с большим эффектом прибегает океанография, задачи не решает: слишком уж велика поверхность океана, примерно 360 миллионов квадратных километров.

Невиданно быстрое, глобальное, точное и динамическое изучение океанских просторов, физики моря, морского дна, в особенности шельфовой, то есть прибрежной, зоны с глубиной до 200 м (а эта зона составляет почти одну пятую земной поверхности!), морских течений и многого другого уже начала осуществлять космонавтика — поистине бесценная помощь для исследователей, изучающих океан. Тут огромные перспективы.

Даже столь простое, в общем-то, дело, как наблюдение за айсбергами для обеспечения безопасности мореходства, и то земными средствами не решается (теперь айсберги окрашивают и следят за ними с самолетов; дорого и неэффективно). А космонавтике оно вполне под силу. О льдах в океане с помощью спутников уже получены ценнейшие сведения, в особенности в Арктике и Антарктиде. В частности, снимки с «Космоса-184» впервые обнаружили громадные витки спиралей, вроде циклонов, но образованных не облаками, а льдами в Антарктиде. Вот вам и контакт с гляциологами, изучающими ледяной покров Земли.

Обнаружение подводных рифов, впервые ставшее по-настоящему возможным изучение состояния и точной формы океанской

поверхности (даже обычный солнечный блик на море, видимый из космоса, может немало рассказать о состоянии водной поверхности, а еще больше об этом расскажут отраженные от поверхности моря радиоволны), вплоть до измерения с помощью радиолокатора высоты волн, изучение морских течений (впервые, например, выявлены все извивы знаменитого Гольфстрима), всего и не перечислишь.

Рыболов- Совершенно новые возможности открываются
ство из перед рыболовством. Пожалуй, именно космонав-
космоса тика, умеющая разглядеть со своих заоблачных
высот секреты океана, которые иначе практически наука раскрыть не в силах, в состоянии заложить основы истинно научного ведения рыбного хозяйства в морях и океанах. Уже теперь со спутников удастся фиксировать с помощью инфракрасных датчиков не только определенные температурные зоны в океане, характерные для концентрации косяков рыб разных видов, расположение водорослевых и планктонных пастбищ для океанского «населения» и т. п., но и находить сами миллионные рыбные косяки, скопления креветок и других моллюсков на дне, а потом передавать эти сведения на суда рыболовного флота.

5 минут Интересный факт в этой связи сообщил извест-
и 20 лет ный английский ученый в области космонавтики и вместе с тем популярный писатель Артур Кларк, выступая в сентябре 1967 года на конференции Британского межпланетного общества. Когда одному специалисту рыболовства показали фотоснимок Мексиканского залива, сделанный со спутника, то он заявил, что этот снимок за какие-нибудь 5 минут дал ему больше, чем он узнал за 20 лет рыболовства в этом заливе. Поистине сотрудничество космонавтики и океанографии обещает быть исключительно плодотворным.

Взгляд Это же относится и к гидрологии, изучающей
сквозь другие водные богатства планеты — реки, озера,
землю подпочвенные воды. В наше время вода, обычная пресная вода, становится одним из наиболее ценных и дефицитных сырьевых продуктов. Космонавтика уже начала играть важную роль и здесь, она помогает находить и лучше использовать водные ресурсы Земли. Со спутника было установлено, например, что с безводного засушливого острова, куда воду завозят на судах, в океан изливается целая подземная (или подводная?) река пресной воды. А разве не парадокс, что иной раз огромные, скрытые под поверхностью, на глубине в сотни метров, подземные «моря» успешнее всего обнаруживаются и изучаются именно из космоса! Это не шутка: помогают точные измерения температуры земной поверхности, производимые дистанционно со спутников. Удастся

обнаружить и источники геотермальной энергии, использование которой только начинается, но имеет большое будущее.

Кстати, инфракрасное фотографирование Земли из космоса позволяет «видеть» не только подземную воду, но и вулканическую лаву, что, кажется, открывает, наконец, реальные и столь долгожданные перспективы предсказания извержений.

Пахари и космос Ну, а этот заголовок действительно может поставить в тупик любого — уж не пахать ли собираются из космоса?! Пахать, может быть, и нет, но... Чего стоит один лишь систематический обзор и наблюдение из космоса за сельскохозяйственными угодьями, нивами и лесами. Можно следить за состоянием всходов, опасным распространением сорняков и вредителей, перелетами саранчи, лесными пожарами, влажностью почвы, ее эрозией, засоленностью, состоянием пастбищ и еще за многим другим. Наблюдения из космоса будут и более полными, и своевременными, и точными, чем они могут быть на самой Земле.

А ведь любая услуга космонавтики сельскому хозяйству просто неоценима, она может дать огромный экономический эффект.

«Верстовые столбы» Еще одна служба космонавтики людям не в космосе, а на Земле связана с транспортным сообщением, играющим все большую роль в современном обществе.

Было время, когда люди передвигались только пешком — так далеко не уйдешь, да и на спине много не унесешь. Но уже давно на помощь ногам пришли различные транспортные средства. Теперь автомобили, поезда, суда, самолеты перевозят со все возрастающей скоростью и на большие расстояния огромные количества людей и грузов.

Небывалая интенсивность транспортного сообщения требует тщательно обоснованного, научного управления им. Когда в морской порт прибывает судов больше, чем в состоянии принять причальная стенка, то «лишние» ожидают своей очереди на рейде, терпя большие убытки. Если современный многоместный реактивный самолет не получает разрешения на посадку из-за перегруженности аэропорта, то он должен «болтаться» в воздухе где-то в районе аэродрома, пока очень дорогостоящее «выдерживание» не заканчивается наконец посадкой. Все это более чем накладно.

А разве просто проложить трассы множеству морских и особенно воздушных кораблей? Ведь на море и в воздухе верстовых столбов не установишь, и местоположение, хочешь не хочешь, приходится определять иными способами. Навигация ныне — сложное и ответственное дело.

Космонавтика и здесь в состоянии помочь. Если в водном и воздушном океанах нет места верстовым столбам, то для их

установки можно использовать океан... космический. Ими могут стать специальные навигационные искусственные спутники Земли. Они превращаются как бы в непрерывно действующие радиомаяки. Если их орбита точно известна навигаторам, штурманам кораблей, то достаточно установить координаты спутника на небе (впрочем, спутники сами могут их сообщать по радио), чтобы узнать и свои собственные координаты на Земле.

Уже ряд навигационных спутников служит людям. В будущем их роль станет еще важнее. И не только для определения местоположения морских и воздушных кораблей, но и для улучшения организации их движения, обеспечения безопасного расстояния между самолетами (на некоторых оживленных международных линиях, например через Атлантику, это оказывается очень нелегкой задачей), помощи при проведении различных спасательных операций и т. п.

*Космический
«связист»*

Чтобы закончить рассказ о космонавтике, устремляющей свой взгляд на Землю, — рассказ, который мог бы быть очень длинным, никак нельзя обойти ее роль в качестве космического «связиста». Исторически именно эта служба была первым практическим свершением космонавтики. Без разнообразных средств связи, и в первую очередь радио и телевидения, современная жизнь невозможна.

И все же благами радио человечество пользуется ныне в весьма небольшой степени по сравнению с его истинными возможностями. Еще слишком ограничено телевизионное вещание: передачи центральных станций могут видеть лишь зрители, находящиеся, по существу, в непосредственном соседстве с ними, в круге радиусом в несколько десятков километров. Значительно расширяют число телезрителей релейные линии, но они относительно дороги и, главное, их пунктир не способен охватить гигантские пространства земного шара. Вовсе пасуют они перед океанскими просторами.

*Голос
с неба*

Космонавтика, и только она одна, предлагает решение — ретрансляционные станции должны находиться в космосе! Со спутника, в особенности если он на высокой орбите, видны столь большие пространства, что всего несколько спутников способны транслировать передачи на весь земной шар.

Мы уже давно пользуемся услугами «связных» спутников. Если парад с Красной площади видит почти все человечество, то спасибо за это советским связным спутникам «Молния-1». Спутники помогли бесчисленным телезрителям стать участниками ледовых олимпийских баталий в Гренобле, захватывающих зрелищ летней Олимпиады и мирового футбольного первенства в поднебесном Мехико. И это только начало.

«Мыльные пузыри»

Среди уже запущенных связных спутников легко различить два разных типа. Спутники одного типа ведут себя как заправские земные радиорелейные станции — они принимают сигнал, усиливают его и ретранслируют. На подобных спутниках (к их числу принадлежит и «Молния») — целый комплекс различной радиоаппаратуры с энергоустановкой для питания. Зато на спутниках другого типа ничего подобного на борту нет. Впрочем, на их борту и вообще ничего нет.

Действительно, эти спутники (их, в отличие от первых, активных, называют пассивными) представляют собой просто большой шар из тончайшей пластмассовой пленки. Почти мыльный пузырь в космосе! Шар этот очень велик, его диаметр достигает 30 и даже 40 м. В космос его выводят упакованным, аккуратно сложенным, так что он занимает немного места. А надувается, или, как говорят специалисты, выполняется, только на орбите.

Значит, помимо него, в космос выводится и баллон с каким-нибудь сжатым газом, который и надувает шар?

К счастью, нет. Роль баллона выполняет небольшой кусочек специального твердого вещества. При изготовлении шара этот кусочек закладывают внутрь. Когда оболочка оказывается на орбите и контейнер, в котором она находилась, сбрасывается, то под действием солнечных лучей твердое вещество начинает испаряться. Происходит это довольно медленно. Наконец все вещество превращается в газ, и, хотя его давление невелико, шар постепенно надувается.

Ну и что? Как же шар может ретранслировать радиопередачи? Секрет прост. Его тончайшая оболочка покрыта путем напыления еще более тонким слоем металла, например алюминия. Радиоволны, посылаемые наземной станцией, «находят» шар, отражаются от него и в виде радиоэха устремляются к Земле. Теперь дело только за тем, чтобы принять эти волны.

Подобные спутники, названные «Эхо», были запущены американскими учеными. Наши специалисты принимали участие в совместных исследованиях со спутником «Эхо». Первый спутник («Эхо-1») просуществовал с августа 1960 по май 1968 года, но в последнее время своей «жизни» превратился в бесформенную массу в результате различных причин.

Несмотря на удивительную простоту, надежность, большой срок службы пассивных спутников и другие их преимущества (каждый из них пригоден для ретрансляции радиоволн почти любой длины, тогда как аппаратура активного спутника настроена на одну волну), они обладают и одним решающим недостатком. Радиосигнал, отраженный от металлизированной поверхности спутника, оказывается очень слабым — радиоэхо лишь бледная

копия сигнала, посылаемого с Земли. Поэтому принимать передачи от спутника могут только специальные высокочувствительные наземные радиостанции с совершенной, сложной аппаратурой и огромными антеннами.

Орбита и «Орбита»

Правда, даже и активные спутники еще не обладают достаточной мощностью, чтобы их передачи можно было принимать на обычные домашние телевизоры. Пока самый мощный из существующих — 40-ваттный «космический» радиопередатчик установлен на спутнике связи «Молния-1», а тут понадобится мощность порядка 10—20 квт. Создание подобных спутников — дело будущего, вероятно не столь отдаленного. А пока приходится поступать иначе. Наземные радиостанции принимают слабый сигнал спутника, усиливают его и ретранслируют всей ближайшей округе.

У нас в стране создана обширная система станций «Орбита», ретранслирующих радио- и телевизионные передачи со спутников «Молния-1» на значительную часть советского Дальнего Востока и Сибири. Орбита этих спутников представляет собой сильно вытянутый эллипс с перигеем 500 и апогеем 40 000 км, что позволяет осуществлять с их помощью многочасовую передачу центрального радио и телевидения. Как благодарны наши дальневосточники и сибиряки космонавтике за возможность слышать и видеть все, как если бы они находились непосредственно в самой Москве!

«Парящие» спутники

В США предпочитают создание стационарных связных спутников. Их выведение на орбиту более сложно и дорогостояще, но спутник, неподвижно «парящий» над определенной точкой земной поверхности, обладает известными преимуществами. Впрочем, в действительности спутник на стационарной орбите оказывается, строго говоря, вовсе не стационарным, «парящим». На такой спутник действуют, как говорят ученые, различные возмущающие силы, стремящиеся вывести его из равновесного, стационарного положения. Эти силы заставляют спутник совершать некоторые колебания относительно точки на орбите. Он будет то отходить от нее, то приближаться к ней. Если же вывод спутника на стационарную орбиту осуществлен не очень точно, то спутник может и вообще непрерывно смещаться по орбите. И его придется удерживать на месте с помощью ракетных двигателей. А ведь топливо на борту спутника будет со временем выработано, и тогда спутник перестанет быть стационарным.

Космические телефонные станции

Ретрансляцией передач радио- и телевизионных станций роль космических «связистов» не исчерпывается. Чего стоит, например, возможность телефонной связи между пунктами на расстоянии тысяч километров один от другого!

Но погодите, при чем здесь спутники? Спутники и телефон? Да и чем плох старый, верный телефон, чтоб менять его на какой-то затерявшийся в космосе спутник?

Впрочем, не так уж и хороша современная телефонная связь с ее бесконечными проводами, телефонными столбами, станциями, переключениями. И строится она медленно, и обходится недешево, и работает иной раз плохо.

«Большая
деревня» Судя по всему, традиционными техническими методами проблему создания совершенной глобальной системы телефонной связи не решишь, хотя прогресс здесь несомненен, в частности в области трансконтинентальной кабельной связи. Все острее ощущается нужда в такой системе, которая превратила бы весь мир в одну сплошь телефонизированную «большую деревню». Люди почувствовали бы себя действительно близкими соседями на тесной Земле.

Но идеальная телефонная система так и оставалась бы мечтой связистов, если бы не космонавтика. Только она открывает реальные перспективы создания подобной системы. Ведь уже теперь на околоземных орбитах работают своеобразные космические АТС, способные вести одновременную передачу сотен телефонных разговоров через просторы Атлантики или Тихого океана. И уже на самой заре существования подобных «телефонных» связанных спутников они являются грозными конкурентами трансокеанских кабелей даже в экономическом отношении. В космос все больше выводится связанных искусственных спутников. Они начинают приносить все большую выгоду и занимать все большее место в системах дальней связи.

Человечество
у аппарата Уже разрабатываются проекты спутников на несколько тысяч одновременных телефонных разговоров. А в течение ближайших 20—30 лет считается возможным запуск тех самых заветных автоматических телефонных станций, которые и способны в принципе превратить мир в единую «глобальную деревню», — термин, уже получивший хождение среди специалистов за рубежом.

Подобный спутник должен быть, конечно, намного совершеннее нынешних, он должен обеспечивать миллионы независимых двусторонних телефонных каналов. Если вывести на стационарную орбиту несколько подобных спутников и распределить по орбите, чтобы из каждого пункта на земном шаре были

видны спутники, то это создаст возможность одновременного телефонного разговора многих миллионов человек! Кстати, предполагается, что к этому времени (концу века) во всем мире будет около миллиарда телефонных аппаратов, теперь их пока вчетверо меньше. Значит, практически каждый человек на Земле, способный разговаривать, сможет принять участие в этой единовременной глобальной телефонной беседе. Разумеется, одновременная всемирная беседа маловероятна, но неиспользуемых каналов не будет — слишком велика потребность в мировых связях уже не людей, а... вычислительных машин. И эта потребность будет только расти.

Технически проблема создания столь сложных спутников грандиозна, но вполне осуществима. А экономическая выгода подобной связи бесспорна. Подключение нового абонента к сети производится мгновенно. Купил в магазине аппарат, привез домой, установил индивидуальную антенну (правда, не совсем обычную) или подсоединился к коллективной, как теперь с телевизором, и можешь вызывать двоюродного дядю во Владивостоке. Для этого нужно только нажать полтора десятка кнопок на клавиатуре аппарата (номера-то уже будут не семизначные, как теперь в Москве). Столь же простым будет невозможный в настоящее время телефонный разговор из поезда, самолета, с борта судна.

Может быть, вам кажется, что радиотелефонная связь будет неизбежно сопряжена с помехами и плохая слышимость сведет на нет все ее преимущества? Заблуждаетесь. Действительно, в настоящее время свист, шорохи, треск и прочие помехи немало мешают радиопередачам. Но уже есть передачи, и радио- и телевизионные, практически свободные от помех. Освоение и использование связи на миллиметровых и субмиллиметровых волнах сделает радиотелефонный разговор столь же естественным, как и обычную беседу в комнате.

Мы остановились подробно на космической телефонии вовсе не потому, что это главная служба космонавтики людям. Нам хотелось на этом частном примере показать, как велико может быть значение космонавтики на службе человечеству.

Спутники и космонавтика Очень ценны связанные спутники для науки как пункты сбора данных от других спутников, а также многочисленных наблюдательных пунктов, метеостанций, воздушных шаров, самолетов и судов, ведущих свою незаметную, но важную работу по всему земному шару. Пожалуй, одни лишь спутники в состоянии принять всю эту обширную и разнообразную научную информацию и почти без задержек передать ее специальным наземным центрам.

Ну и, конечно, крайне необходимы связанные спутники самой

космонавтике. Они могут обеспечить связь с другими спутниками, когда те находятся вне пределов прямой видимости с наземных пунктов, могут ретранслировать сигналы с далеких космических кораблей и еще многое другое. А, например, связные спутники Луны могут сделать то, что вообще непосильно никому другому, — обеспечить связь с космонавтами, высадившимися на невидимой с Земли обратной стороне Луны.

Даже такой короткий и поверхностный, по необходимости, обзор «земных дел» космонавтики не может, думается, не впечатлять. Поистине неоценима «земная» роль космонавтики. Трудно даже назвать все уже реализуемые виды этой ее службы людям, а тем более возможные в будущем. Пожалуй, мы не ошибемся, если скажем, что Земля — не только стартовая площадка космических ракет и первая планета, которую космонавтика открывает людям, но и всегда будет на первом плане ее интересов. Все-таки это наш дом.

И даже посылая космические аппараты на Луну и планеты, космонавтика будет это делать прежде всего для того, чтобы изучить Землю. Ведь Земля — космическое тело, ее история, эволюция, происходящие ныне процессы и в ее недрах, и в атмосфере связаны с движением Земли в космосе, с ее взаимодействием с Солнцем, Луной и другими космическими телами. Как же можно изучить законы, управляющие этим взаимодействием, зная всего лишь одно космическое тело — Землю, да и то только в одно мгновение ее развития? Без изучения других космических тел обойтись нельзя. И важнейшей задачей космонавтики, посылающей аппараты на Луну, Марс, Венеру, любое иное космическое тело, будет их изучение для лучшего понимания Земли. Ведь мы — земляне.

Глава седьмая

ТАЙНЫ СЕЛЕНЫ

Вам не приходилось разгуливать по Луне в одних носках?

Это произошло в Праге на очередном, 13-м международном форуме астрономов, в августе 1967 года. В одном из залов дворца, где проходил конгресс, для его участников был приготовлен сюрприз. Но перед входом в зал надо было снять обувь. Вход только в носках и чулках.

И вот таинственная дверь открыта, мы в зале. Что за чудо? Весь его пол — точная копия поверхности Луны. Это — покрытая прозрачным пластиком мозаика из фотоснимков лунной поверхности, сделанных с борта различных космических «лунников». Под нами как бы Луна с высоты в сотни метров. Масштаб

выдержан точно—участники конгресса, медленно передвигавшиеся по блестящей поверхности карты, постоянно узнавали то одну, то другую характерную особенность столь знакомого им лунного ландшафта.

Теперь уже нет нужды в иллюзиях. Люди и на самом деле разгуливали по Луне. И теперь, когда высадка человека на далеком небесном теле уже свершилась, можно лишь напомнить—ученые всегда были уверены, что первым таким телом будет именно Луна.

Сомнений в этом действительно не было никаких. Ибо слишком уж очевидны и бесспорны достоинства извечного спутника Земли в качестве первой цели межпланетного путешествия.

Дни и годы Решающей, конечно, оказывается сравнительно легкая доступность Луны. Ведь она не просто ближайшее к нам небесное тело, а неизмеримо более близкое, чем любое другое. Космический аппарат Земля—Луна обычно совершает свой путь за 2—3 дня, тогда как к любому другому небесному телу ему придется лететь не меньше нескольких месяцев.

Еще существеннее эта разница в длительности полета в случае, когда аппарат должен возвратиться на Землю. На первый взгляд кажется, что обратный путь не должен ничего изменить: ведь дорога туда и обратно длится, очевидно, одинаково. Но в действительности дело обстоит иначе. На Луне аппарат может пробыть сколько угодно и возвратиться затем на Землю. Иное дело истинный межпланетный полет: межпланетная экспедиция даже на ближайшие планеты, Венеру или Марс, должна длиться 3—4 года. Вот какова разница — дни и годы!

Мало того, полет к Луне может начинаться почти в любой момент, если нет каких-либо специальных ограничений (например, если не задана посадка в определенной точке лунной поверхности), а в дальний путь к планетам аппарат может отправляться лишь в строго определенные даты, как правило, не чаще одного раза в два года.

Наконец, и это далеко не самое последнее по значению обстоятельство, полет к Луне требует меньшей затраты топлива и, значит, соответственно меньших размеров ракеты.

Тайны Селены Однако, может быть, путешествие на Луну несравненно легче, но зато и гораздо менее интересно и важно для науки? Нет, этого сказать нельзя. Селена, как называли древние греки Луну, хранит немало тайн, представляющих собой первостепенный интерес для современной науки.

Может быть, самая большая тайна — происхождение Луны. По этому поводу нет единого мнения, высказываются самые различные гипотезы. Образовалась ли Луна одновременно с Землей,

была ли она когда-то частью нашей планеты или захвачена ею в какие-то далекие времена, когда она была планетой, как и Земля? Даже на эти вопросы ответ еще должен быть получен. Этот ответ важен не только для изучения Луны, но и Земли тоже, может быть, даже главным образом Земли, да и всей Солнечной системы, ее истории и происхождения. А ведь это одна из самых жгучих загадок современной науки.

Нужный ответ могут дать только полеты космического аппарата на Луну. Каково строение поверхности Луны и ее недр; из каких веществ она сложена; есть ли у нее расплавленное ядро и кора, как у Земли; обладает ли она собственным магнитным полем, и каким именно; имеет ли радиационный пояс,— вот сколько проблем должен выяснить полет на Луну!

Существенно и то обстоятельство, что Луна лишена воды и атмосферы, и, следовательно, ее поверхность не подвергалась разрушительным воздействиям влаги и воздуха. Она в значительной мере должна была сохранить свой первозданный вид. Может быть, именно на поверхности Луны ученые найдут ту таинственную «праматерию», «первичное» исходное вещество, из которого миллиарды лет назад была образована Земля при конденсации протопланетной «солнечной туманности»? Первые исследования Луны как будто подтверждают это.

Первые «лунники» Как вела космонавтика свой исторический штурм Луны? Первыми к Луне устремились беспилотные космические разведчики — автоматические межпланетные станции. И первой из них была станция «Луна-1», запущенная 2 января 1959 года. Всего немногим более года насчитывала космическая эра человечества, а советская наука уже дерзко «посягнула» на Луну!

Запуск «Луны-1» был замечательным достижением космонавтики. В этом запуске все было впервые: и сама цель полета; и то, что в полете была достигнута уже не первая, а вторая космическая скорость; и искусственная комета, созданная станцией, когда она выпустила облако паров натрия; и то, наконец, что вместо уже ставших привычными спутников Земли на этот раз была искусственно создана первая в мире планета — спутник Солнца, ибо «Луна-1», пройдя вблизи Луны, вышла на близкую к круговой орбиту вокруг Солнца. Не удивительно, что мировая печать назвала нашу первую «Луну» «Мечтой». Это было действительно свершением дерзкой мечты человечества.

В том же 1959 году 12 сентября была запущена вторая автоматическая межпланетная станция «Луна-2», или второй «лунник», — так называют наши лунные станции за рубежом по аналогии со «спутниками». Ей тоже было суждено свершить необычное — впервые в истории создание рук человеческих достигло поверхности далекого небесного тела.

Станция вместе с последней ступенью ракеты-носителя достигла поверхности Луны вблизи известной троицы кратеров Аристид, Архимед и Автолик. Правда, «достигла» — это не совсем точное выражение: скорость встречи станции с лунной поверхностью составила примерно 2,7 км/сек, намного больше, чем скорость артиллерийского снаряда. Так что эта первая «посадка» на Луну была, как говорят ученые, «жесткой».

И все же день 14 сентября 1959 года, когда это произошло, навсегда вошел в историю как дата первого вещественного контакта с небесным телом. В месте прилунения «Луны-2» когда-нибудь будут найдены доставленные на Луну советской станцией металлические вымпелы с изображением герба нашей державы. Им суждено стать драгоценными экспонатами будущего Всемирного музея космонавтики!

Невиданные снимки Но «лунный» 1959 год на этом не закончился. 4 октября с Земли вылетел следующий из семейства советских «лунников», которому тоже довелось совершить необыкновенное. И на самом деле, то, что удалось «Луна-3», казалось ранее просто невозможным, — она «увидела» невидимую с Земли сторону Луны и «рассказала» об этом людям.

На борту станции, помимо обычных радио- и телеметрической систем и другой научной аппаратуры, находилась также фототелевизионная система. Когда станция проходила вблизи Луны, огибая ее по специально подобранной траектории, и находилась «по ту сторону» Луны, над ее невидимой с Земли поверхностью, то по команде с Земли бортовая фототелевизионная система была пущена в ход.

С высоты 60—70 тысяч километров невидимая «обратная» сторона Луны 7 октября была сфотографирована при разных выдержках в двух масштабах, для чего фотокамера станции имела два объектива. Фотопленка была автоматически проявлена и отфиксирована. Полученные таким образом бесценные кадры станция «Луна-3» с помощью телевизионной системы передала на Землю. Вскоре первые страницы советских, а затем и всех других газет мира были заполнены поистине необыкновенными снимками никем и никогда не виданной и казавшейся навечно недоступной человеческому глазу «обратной» стороны Луны.

С Земли к Луне стартовали всё новые автоматические станции. Каждый из этих стартов готовил почву для следующего. Космонавтика мужала, набираясь сил для новых свершений. Особенно стоит отметить запуск станции «Луна-4» 2 апреля 1963 года. Она стартовала к Луне не с Земли, а с промежуточного небесного «космодрома» — борта искусственного спутника Земли, что гораздо выгоднее и означало новый этап в развитии космонавтики.

*Разбиваюсь,
но...
фотогра-
фирую*

В ходе планомерного штурма Луны отличились годы 1964-й и 1965-й. В июле 1964 года после многократных неудач был достигнут первый успех одной из автоматических станций «Рейнджер», созданных американскими учеными для исследования Луны. Седьмая по счету из этих станций достигла Луны и упала на нее (опять «жесткая посадка»!) в районе лунного Моря Облаков.

Станция «Рейнджер-7» имела на борту шесть телевизионных камер, и, пока она падала на Луну в течение более 17 мин с высоты 1800 км до 300 м, камеры, имевшие разные объективы, передавали на Землю изображения лунной поверхности. Хотя это была та же поверхность, что и наблюдаемая в телескоп с Земли, люди теперь «видели» ее с гораздо большей детальностью. На самых последних из переданных изображений были различимы детали лунного рельефа размером 1 м и даже 0,5 м.

Телевизионные изображения были получены и с борта последующих станций «Рейнджер» — 8-й и 9-й, запущенных в феврале и марте следующего, 1965 года. На этот раз зрители на Земле видели участки лунной поверхности в районе Моря Спокойствия и кратера Альфонса.

*Луну
снимает
«Зонд»*

В том же 1965 году, в июле, достигнут еще один успех в изучении Луны. Советская автоматическая станция, третья из нового «семейства» станций «Зонд», пролетая мимо Луны на своем пути в космосе, произвела еще раз, после третьего «лунника», фотографирование обратной, невидимой с Земли стороны Луны.

Новые снимки, по существу, завершили глобальное фотографирование лунной поверхности, поскольку была отснята в основном часть невидимой с Земли поверхности Луны, «не охваченная» при съемке третьим «лунником». Эти снимки лунной поверхности площадью более 10 миллионов квадратных километров были сделаны с высоты 10 000—11 000 км, со значительно меньшего расстояния от Луны, чем ранее, и при другом освещении, что позволило получить более полное представление об особенностях «обратной» стороны Луны. При фотографировании обеими станциями обнаружено около 4000 различных образований на невидимой стороне Луны.

Но если 1965 год был ознаменован новыми успехами в штурме Луны, то следующий, 1966-й, оказался поистине революционным в этом отношении, настолько значительными были победы, одержанные в этом штурме советской наукой.

*«Мягкая»
посадка
в «бурном»
океане*

В самом начале этого года, в январе, к Луне был запущен очередной «лунник», девятый по счету. Но «Луне-9» было суждено совершить, может быть, одну из самых сложных и важных задач из тех, что под силу автоматическим разведчикам космоса,—«мягкую», плавную посадку на поверхность небесного тела. Сложную — потому, что Луна не имеет атмосферы, которая способна затормозить садящийся корабль и плавно опустить на поверхность, как это происходит, например, с парашютистом или самолетом на Земле. Посадка на Луне должна производиться с помощью тормозного ракетного двигателя, точно и надежно управляемого. Но только «мягкая» посадка способна доставить на поверхность небесного тела научные приборы и оборудование в целости и сохранности.

3 февраля 1966 года станция «Луна-9» плавно опустилась на лунную поверхность в районе Океана Бурь. Через 4 с небольшим минуты после посадки автоматическая станция «расцвела»: распустились лепестки гигантского бутона — радиоантенны — и начался первый сеанс радиосвязи.

*16-кратное
«похудение»*

Хорошо, конечно, что в месте прилунения (это место так и названо теперь — Залив Прилунения) не было ни настоящего океана, ни тем более настоящей бури, но вряд ли от этого прилунение стало намного более легким и простым. Виртуозная и ажурная операция прилунения с помощью тормозной двигательной установки обошлась лунной станции «недешево»: при полете к Луне ее вес составлял 1583 кг, а после прилунения — 100 кг. Уменьшение почти в 16 раз. Но дело здесь не только в топливе, израсходованном при посадке. В самый последний момент станция отделилась от двигательной установки, которая прилунилась рядом, — ничто не должно было мешать работе станции на Луне.

Нельзя не поражаться искусству, с которым ученые и инженеры используют в космонавтике каждый килограмм веса. Пусть это искусство вынужденное, ибо слишком дорого достается килограмм в космосе, все равно от этого оно не становится менее впечатляющим.

Ну что такое на самом деле 100 кг на Земле? Да самые обычные, повседневные предметы у нас дома, какой-нибудь шкаф, стол или ванна, весят иной раз не меньше. А здесь целый летательный аппарат, с достаточно прочной и жесткой конструкцией, чтобы вынести все перипетии сложного космического полета, а на нем... Чего только на нем нет! Сколько всяких сложных, совершенных, разветвленных систем — управления, ориентации и стабилизации станции в полете (без этого, разумеется, посадки не совершишь) плюс топливо для ее работы; регулирования тем-

пературы станции, необходимого для ее надежного функционирования; источники питания электроэнергией всей бортовой аппаратуры; многочисленная научная аппаратура; разнообразное радиотехническое оборудование...

Всего и не перечислишь.

*Телепере-
дача
с Луны*

Но, пожалуй, изюминкой «Луны-9» была телевизионная аппаратура. Панорамирующая телекамера лунной станции, начавшая работу по «обзору окрестностей» через 7 часов после посадки, ранним утром, стала в те исторические дни глазами всего человечества: ведь с ее помощью люди впервые увидели Луну рядом, они как бы побывали на ней. Трудно было оторвать взгляд от экрана телевизора, на котором слегка мерцала лунная поверхность.

Ямки, камешки, тени — все так рельефно. Вот уж действительно сбывшаяся фантастика!

*Как
в стерео-
кино*

Но и это еще не все. Вмешательство случая сделало телепередачи с Луны особенно эффектными, с их помощью ученые на Земле смогли получить своеобразный стереоскопический фильм. Случилось это в первый же день работы станции на поверхности Луны, 4 февраля. Закончился перерыв после первого сеанса передачи «лунной сонаты», как называли досужие журналисты телепередачу с Луны, и к далекой станции понеслась команда на следующее включение телевизионной системы. Экраны телевизоров на Земле снова засветились волшебной картинкой. Но что это?! Оказалось, что во время перерыва станция шевельнулась. Какая-то неизвестная причина заставила ее немного повернуться и, кроме того, несколько сильнее наклониться. Теперь уже знакомый по первому сеансу передачи лунный пейзаж рассматривался в буквальном смысле слова с другой точки зрения. Этого было достаточно, чтобы при соответствующем рассматривании снимков лунный пейзаж воспринимался рельефным, стереоскопическим.

«Луна-9» была первой, но вовсе не единственной станцией, совершившей «мягкую» посадку на Луне. В том же 1966 году, ставшем вторым «лунным годом» советской науки, в декабре, аналогичную посадку совершила станция «Луна-13», сравнительно недалеко от своей предшественницы, примерно в 400 км, тоже в районе Океана Бурь.

И снова мы увидели на экранах телевизионную панораму лунной поверхности.

*Луну
«на зубок»*

Но «Луна-13» уже не только «приглядывалась» к лунной поверхности, она и «пощупала» ее, попробовала «на зубок». На станции был смонтирован ряд приборов для исследования физических

свойств лунного грунта. Одним из них был механический грунтомер — стержень с коническим наконечником, который по команде с Земли специальным приспособлением («механической рукой») был вынесен на определенное расстояние в сторону от станции и затем с помощью микроракетного двигателя (и здесь без ракетной техники не обошлось) погружен с заданным усилием в грунт. Удар! — и «штамп» сработал, остается лишь измерить глубину погружения, и прочность лунного грунта на расстоянии почти 400 тысяч километров от ученого-экспериментатора установлена!

*Мягка ли
«мягкая»
посадка?*

Другим интересным прибором «Луны-13» был динамограф. Когда станция опускается на лунную поверхность, то, естественно, в результате торможения в момент касания в ней возникают инерционные перегрузки.

Какова величина этих перегрузок? Очевидно, они зависят от того, с какой скоростью ударяется садящаяся станция о грунт, и, конечно, от свойств самого грунта. Ведь совсем не одно и то же, например, прыгнуть с крыши на твердую землю или в снежный сугроб.

К чему же ближе лунный грунт? Стоит измерить перегрузки при посадке станции, и ответ будет получен. Для этого и был предназначен динамограф. Его показания при посадке станции были переданы по радио на Землю и сравнены с аналогичными «модельными» наземными испытаниями с разными грунтами.

*«Прощупывание» на
расстоянии* И еще один прибор «Луны-13» «прощупывал» лунный грунт, но незримо. Этот третий прибор называется радиационным плотномером.

Ну что плотномер, еще понятно, — значит, он должен измерить плотность лунного грунта. Но при чем тут «радиационный»? Уж не лучами ли какими-нибудь он «прощупывает» Луну?

Именно. Миниатюрный источник гамма-лучей прибора шлет эти всюду проникающие лучи в глубь лунного грунта, а специальные приемники, тоже включенные в прибор, аккуратно считают возвращающиеся кванты — частички излучения, рассеянного грунтом. Чем больше этих квантов, тем плотнее грунт. Так была «взвешена» лунная порода. Просто и изящно, не правда ли?

*На Луне
«Сервейеры»*

В том же году посадили на Луну станцию и американские ученые. Свои лунные станции они называли «Сервейер» (по-английски «обозреватель», «топограф»). Первый «Сервейер», запущенный в мае, совершил посадку тоже в районе

Океана Бурь. Этот псевдоокеан стал, таким образом, гаванью первых посланцев Земли. С борта «Сервейера» на Землю были переданы телевизионные изображения лунного ландшафта, в об-

щем очень похожие на принятые ранее с «Луны-9», хотя места их посадки разделены расстоянием примерно 800 км.

Кстати, на примере «Сервейера» можно видеть, что «мягкая» посадка в действительности далеко не всегда мягка. Как ни старались ученые, аппарат все-таки ощутительно стукнулся о лунную поверхность, имея при посадке скорость примерно 3,3 м/сек, — эту скорость на Земле приобретает предмет, сбрасываемый с высоты около 6 м. Вследствие удара аппарата о лунную поверхность в ней образовалась трещина, а сам аппарат подскочил и только потом, через секунду, окончательно прилунился. А третий «Сервейер» подпрыгнул даже дважды, сначала на высоту примерно 11 м, а затем 4 м. Эти прыжки были следствием того, что три установленных на нем небольших тормозных ракетных двигателя, обеспечивающих мягкую посадку, не выключились вовремя.

Кроме первого, посадку на Луну совершили еще четыре «Сервейера» — следующие три (их номера: 3-й, 5-й и 6-й, промежуточные номера, 2-й и 4-й, соответствуют неудачным пускам) прилунились уже в 1967 году, а последний, 7-й, — в январе 1968 года.

На 3-м и 7-м «Сервейерах» был смонтирован своеобразный миниатюрный экскаватор в виде ковша с захватом. Это механическое устройство, выдвигающееся специальным механизмом на расстояние 160 см от аппарата, предназначалось для того, чтобы по команде с Земли скрести лунный грунт, образовывать в нем борозды — канавки длиной около 60 см и глубиной примерно до полуметра, а шириной около трети метра, поднимать захваченный грунт, дробить и перемалывать его.

Химия Луны

Последние три «Сервейера» (5-й, 6-й и 7-й) сумели в какой-то мере выяснить химический состав лунного грунта. Для этого на них были установлены два различных по характеру устройства. На одной из ног, с помощью которых «Сервейер» опирается на лунный грунт (а на седьмом «Сервейере» и на ковше), был укреплен обыкновенный магнит; наблюдение с помощью телевизионной камеры должно было показать, есть ли на поверхности Луны частицы железа, ведь они неизбежно притянулись бы магнитом.

Более сложным было второе устройство для анализов лунного грунта, представлявшее собой небольшой источник радиоактивного излучения — вещество, испускавшее альфа-лучи, или ядра атомов гелия. Эти лучи проникали на небольшую глубину в лунный грунт и рассеивались им; часть отраженных лучей регистрировалась приемным устройством лаборатории. Атомы различных химических элементов по-разному отражают альфа-частицы. Измеряя энергию частиц, попавших в приемное устрой-

ство, можно судить, сколько атомов какого сорта содержится в веществе лунного грунта. Часть альфа-частиц не отражалась, а вступала в ядерные реакции с некоторыми из более легких атомов грунта, и эти атомы испускали из своих ядер протоны, которые тоже улавливались приемным устройством.

*Зимняя
«спячка»
на Луне*

Нелегко доставалось оборудованию лунных станций, их буквально бросало то в жар (когда на Луне был палящий полдень), то в холод (когда там наступала двухнедельная ночь). Щадя это оборудование, инженеры выключили, например, телевизионную систему «Сервейера-1» на два дня, 8 и 9 июня, когда было очень жарко (такое же выключение производилось и с другими «Сервейерами»).

Потом, 14 июля, они снова выключили ее уже на всю долгую лунную ночь.

Но вот брызнули первые солнечные лучи. Инженеры послали команду на включение.

Первая попытка, сделанная 29 июня, была неудачной. Станция молчала.

Молчала она снова и при следующей, второй попытке, 30 июня.

Только 6 июля, наконец, связь со станцией возобновилась. Правда, все же без повреждений не обошлось. На телевизионном изображении, переданном станцией, отчетливо были видны осколки растрескавшегося теплоотражающего зеркала, не устоявшего перед полуторастоградусным морозом! А вот «Сервейер-3» после ночи так и не удалось «оживить», первая ночь оказалась для него и последней.

Не прошла бесследно лунная ночь и для «Сервейера-5» — у него вышла из строя телевизионная камера. Кстати сказать, советский «Луноход-1», о котором подробнее будет рассказано ниже, перенес несколько «зимних» лунных ночей и после них с успехом продолжал свою работу.

*Звезды
на Земле*

С последним, 7-м «Сервейером» был проведен еще один эксперимент. С Земли на Луну были посланы два тонких, как игла, лазерных луча, направленных на точку лунной поверхности, где совершила посадку станция. Конечно, на поверхности Луны даже эти сверхтонкие лучи осветили не точечную площадку, а поверхность диаметром примерно 5 км, но ведь расстояние-то огромное, почти 400 000 км. Подобное же световое «пятно» от луча обычного прожектора, если бы он достиг Луны (ему это, конечно, не под силу), превзошло бы по размерам лунный диск.

Находившаяся на Луне станция «увидела» посланные с Земли лазерные лучи. Телекамера станции передала на Землю ее собственное, необычное изображение: на темном, ночном земном

диске ярко светились две «звездные» точки. Один результат проведенного эксперимента очевиден — раз луч лазера можно увидеть с Луны, то в будущем окажется возможной и связь Земли — Луна с помощью уже не радио, а «светящихся» лазерных волн. Несколько менее очевиден, но не менее важен другой результат эксперимента. Он позволяет определить расстояние до Луны с невиданной точностью. Подобный эксперимент был проведен и советскими учеными с помощью «Лунохода-1», о котором будет рассказано позже.

Природе Эти эксперименты проводились в 1968 году. Однако и «лунный» 1966 год еще не сказал своего последнего слова. Казалось, что превзойти такое достижение, как «мягкая» посадка, невозможно. И все-таки это было сделано станцией «Луна-10», стартовавшей с Земли в последний день марта 1966 года. Как и ее предшественница «Луна-9», она тоже устремилась к Луне. Можно было думать, что произойдет еще одна «мягкая» посадка, ведь до Луны осталось всего примерно 350 км, рукой подать. Но нет. На этой высоте станция «отвернула» в сторону — включилась ракетная двигательная установка и ее тяга заставила станцию двигаться не к Луне, а вокруг нее. И 3 апреля станция «Луна-10» стала спутником Луны. Спутник спутника!

Это уже чистое «изобретение» космонавтики.

И, нужно признать, изобретение отменное. Ведь приборы на борту искусственного спутника Луны способны «осмотреть» с небольшого расстояния чуть ли не всю ее поверхность, производить очень важные повторные измерения при очередных пролетах спутника над одними и теми же областями Луны, выяснить многие особенности Луны и окружающего ее космического пространства. За те 460 оборотов вокруг Луны, которые сделал ее первый в истории спутник, пока работала его бортовая радиоаппаратура, им было пройдено 7 миллионов километров космического пути и проведено 219 сеансов радиосвязи с Землей. В ходе каждого сеанса на Землю поступали научные сведения исключительного значения. А во время одного из заседаний XXIII съезда Коммунистической партии Советского Союза делегаты съезда стоя слушали бессмертную мелодию «Интернационала», передаваемую с борта «Луны-10».

Семейство лунных спутников «Луна-10» была лишь первым представителем становящегося все более многочисленным семейства лунных спутников. В том же 1966 году Луна обзавелась двумя другими такими же спутниками — в августе была запущена «Луна-11», в октябре — «Луна-12».

Каждый новый спутник Луны не повторял предыдущего; они

различались орбитами, и научным оборудованием, и характером исследований.

Общее у них было одно — задача исследования ближайшей соседки Земли.

Спутник «Луна-12» приближался к поверхности Луны на расстояние около 100 км, а удалялся до 1740 км, его орбита была наиболее вытянутой. Но главное отличие этого спутника от предыдущих заключалось в другом. На этот раз, помимо научной аппаратуры, на борту «Луны-12» имелась и фототелевизионная система, способная передавать на Землю весьма детальные виды лунной поверхности. На переданных снимках района Моря Дождей, кратера Аристарха и др. различаются кратеры размером до 15—20 м и даже некоторые детали размером примерно 1 м!

Еще одна «Луна», 14-я по номеру, стала спутником Луны 10 апреля 1968 года, а «Луна-15» — 17 июля 1969 года.

«Лунар Орбитеры» Создали спутники Луны и ученые США. Там они получили название «Лунар Орбитер», что, пожалуй, не требует перевода. Первый «Орбитер» был запущен в августе 1966 года. На нем была установлена фототелевизионная аппаратура. Отснятая пленка автоматически проявлялась, и затем снимки передавались телевизионной системой на Землю.

Еще один «Орбитер», 2-й, был запущен в ноябре 1966 года, а в феврале 1967 года в полет отправился «Орбитер-3». Следующие и последние два «Орбитера», 4-й и 5-й, запущенные в 1967 году (в мае и августе), тоже наряду с различными научными исследованиями производили фотографирование лунной поверхности.

Все пять «Орбитеров» совершили в общей сложности несколько тысяч витков вокруг Луны.

От Луны домой Новый важный этап в исследовании Луны и штурме космоса был начат в 1968 году советскими учеными. Глубокой ночью 15 сентября с Земли (точнее, с околоземной орбиты) стартовала еще одна, 5-я по счету, автоматическая станция из славного семейства «Зондов».

До этого полета все без исключения автоматические межпланетные станции сообщали на Землю о своих исследованиях по радио. Ученые еще не умели возвращать летательные аппараты из далекого космоса, посадку совершали лишь спутники Земли.

Что ж тут удивительного? Вернуть спутник куда легче, чем межпланетную станцию. Легче, главным образом, потому, что скорость спутника примерно в полтора раза меньше. Конструкторы научились защищать снижающийся спутник от страшного нагрева из-за торможения в атмосфере: специальная жароупор-

ная обмазка, защитный экран и другие средства позволили осуществить посадку спутника, пусть обгоревшего и опаленного жаром многих тысяч градусов, но все же невредимого. Однако достаточны ли эти средства для защиты снижающейся станции, температура нагрева которой в связи с большей скоростью может достигать 12—13 тысяч градусов?

Этого никто не знал.

Коварство воздушного океана

Возвращение станции требует невиданной точности управления. Эта точность обусловлена коварными свойствами атмосферы. На первый взгляд кажется, что воздушный океан выгодно отличается от обычных земных океанов тем, что

широко распахнут для входящих в него из космоса кораблей, и космическим лодчманам не нужно пробираться в узкую гавань по только им известному фарватеру: входи где хочешь. Но в действительности попасть в спасительную гавань после возвращения из дальнего плавания космическому кораблю неизмеримо сложнее.

При заданной скорости входа в атмосферу решающее значение имеет направление входа — угол по отношению к атмосфере, который имеет траектория входящей в нее станции. Действительно, если станция ворвется в атмосферу слишком круто, как бы «нырнет» в нее, то воздушное торможение будет чрезмерным. Это вызовет разрушающие перегрузки в конструкции станции (всего один лишний градус наклона траектории, и перегрузки возрастут до 30—40!) и столь сильный ее нагрев, что станция сгорит. Если же вход станции будет слишком пологим, то она просто «скользнет» по атмосфере и, не получив нужного торможения, снова уйдет в космос, расставшись на этот раз с Землей, может быть, навсегда.

Как попасть в «коридор входа»?

Расчеты показали, что существует строго определенный «коридор входа» в атмосферу. Попадет станция в этот коридор — посадка будет совершена успешно; промахнется, оказавшись чуть выше или ниже, — станцию постигнет неудача.

Но это бы все еще ничего, если бы не поразительно малая «ширина» коридора — она равна всего 10—12 км. И только те из бесконечного множества возможных траекторий снижающейся станции приводят к успеху, которые оказываются в узенькой-узенькой трубке. Чтобы попасть в эту трубку, возвращаясь из космоса, и требуется невиданная до сих пор точность управления. Ошибка не должна превышать примерно одной десятичной — все равно что попасть в копейку на расстоянии 100 м.

За эту задачу страшно даже браться, а браться нужно было. Ведь никакие радиосигналы не заменят, конечно, самого очевидца и участника событий — космическую станцию. Ее возвраще-

ние, со всеми приборами, оборудованием, образцами и пробами — мечта космонавтики.

Станция «Зонд-5» вернулась. Облетев Луну на расстоянии 1950 км и пролетев всего за 14 мин всю земную атмосферу, она мягко, на парашюте, приводнилась в Индийском океане, куда вел выход из пресловутой сверхузкой трубки — коридора снижения. Дежурившее там советское судно Академии наук «Боровичи» взяло ее на борт, хотя дело было ночью, при волнении на море 4—5 баллов.

Станция «Зонд-5» доставила на Землю бесценные записи своих наблюдений и фотоснимки, кстати сказать, и снимки Земли, сделанные с расстояния около 90 000 км, когда она уже возвращалась. Доставила она и живой груз, находившийся на борту, — черепах, мух, жуков, различные бактерии и растения. Это был пятнадцатый полет живых организмов на возвращаемых космических аппаратах, запущенных советскими учеными, но впервые такой полет был столь дальним.

*Еще раз
вокруг
Луны*

Не прошло и двух месяцев после полета станции «Зонд-5», как к Луне устремился «Зонд-6». Ноябрь 1968 года был ознаменован таким образом еще одним успехом советской космонавтики — «Зонд-6» тоже успешно возвратился на

Землю после облета Луны, решив новые важные задачи. Пожалуй, главным было то, как он совершал посадку, возвращаясь на Землю, но об этом мы расскажем позже.

1968 год, ставший еще одним «лунным» годом, этим не закончился. На самом его исходе был совершен полет американского космического корабля «Аполлон-8» с тремя космонавтами на борту. Впервые люди облетели Луну и возвратились на Землю.

*На Луне —
люди*

Значительными были успехи космонавтики в изучении Луны в следующем, 1969 году. В этом году облетела Луну и вернулась на Землю советская автоматическая станция «Зонд-7», были проведены испытательный полет американского лунного корабля «Аполлон-9», генеральная репетиция лунной экспедиции — полет вокруг Луны корабля «Аполлон-10» с тремя космонавтами. В июле 1969 года корабль «Аполлон-11» высадил на Луне первых космонавтов, а затем успешно доставил их на Землю. Подобную же лунную экспедицию совершил корабль «Аполлон-12» в ноябре 1969 года, а третью — корабль «Аполлон-14» — в феврале 1971 года.

*С лунным
грунтом —
на Землю*

Замечательная глава в историю изучения Луны, как и в историю развития космонавтики вообще, вписана и 1970 годом. Советские ученые посвятили свои научные достижения этого года 100-летней годовщине со дня рождения Владимира

Ильича Ленина.

В октябре юбилейного года Луну облетел и возвратился на Землю еще один «Зонд», уже 8-й по счету. Но главные события разыгрались до и после полета «Зонда-8». В сентябре к Луне отправилась станция «Луна-16». Вначале все шло как обычно, как не раз случалось и прежде, — старт, полет, выход на окололунную орбиту, потом мягкая посадка на Луну, на этот раз — в Море Изобилия.

Но все дальнейшее было необыкновенным.

По команде с Земли начала действовать находившаяся на борту станции электробуровая установка, и вскоре взятая ею проба лунного грунта была заключена в герметичный контейнер. Вслед за тем со станции с помощью ракетного двигателя стартовала ее верхняя, взлетная ступень с грунтом на борту и устремилась к Земле. 24 сентября посадочный аппарат с лунным грунтом приземлился в Казахстане, а затем драгоценный грунт был доставлен в специальную лабораторию для детального изучения. Так еще раз убедительно были доказаны замечательные возможности изучения Луны и других небесных тел автоматическими «космонавтами».

Роль этих «космороботов» в будущем развитии космонавтики трудно переоценить.

*На Луне —
самоход* ...Ноябрь того же 1970 года. Снова по ставшей уже привычной трассе устремился посланец Страны Советов — теперь уже «Луна-17».

И опять это было обычным началом совершенно необычного космического эксперимента. После того как станция совершила успешную мягкую посадку в Море Дождей (меньше чем в 1000 км от находящейся в этом же Море станции «Луна-13»), она стала совершать по командам с Земли необычные эволюции. Сначала со станции был спущен специальный трап, по которому затем на поверхность Луны медленно съехал восьмиколесный самоходный аппарат — «Луноход-1». И вот уже он отправляется в свой первый рейс по Луне, оставляя на ее девственной поверхности широкую колею.

Сколько ни проложат в будущем дорог на небесных телах самые различные планетоходы, первым из них всегда будет наш «Луноход-1». Русское слово «луноход» так же незамедлительно и легко вошло во все языки мира, как раньше «спутник» или «лунник»...

Насколько расширятся возможности исследования Луны,

если они производятся не в одной точке ее поверхности, в которой совершила посадку станция! Самодвижущийся аппарат способен перемещать установленные на нем приборы на значительные расстояния от точки посадки. Несмотря на свои относительно скромные размеры, «Луноход-1» — это целая самодвижущаяся научная лаборатория с приборами для химических, физико-механических и радиационных исследований лунного грунта, рентгеновским телескопом, счетчиками космических лучей, лазерным уголковым отражателем (кстати, созданным французскими учеными, принявшими, таким образом, участие в эксперименте) и др. Можно не сомневаться, что не за горами время, когда автоматические вездеходы появятся и на поверхности Марса, Венеры, других планет. Они станут верными помощниками космонавтики в раскрытии многих тайн Вселенной.

Первый этап лунного эксперимента с помощью «Лунохода-1» длился 5 суток. За это время было проведено множество важнейших исследований; «Луноход-1» проделал по Луне путь общей длиной 197 м, выполнив различные маневры на ее поверхности. Вслед за тем «Луноход» был остановлен и подготовлен для встречи двухнедельной лунной ночи с ее жестокими морозами. Как перенесет он с 24 ноября до 8 декабря это нелегкое испытание?

Дважды в течение длинной ночи Земля связывалась по радио с «Луноходом», чтобы выяснить, каково ему там, как работают его бортовые системы. Все было в порядке. Несмотря на то что конструкция вездехода охладилась до минус 125° , внутри его приборного отсека температура не опускалась ниже 15° . Кроме того, были проведены и важные эксперименты с лазерной локацией Луны: посланный из Крымской астрофизической обсерватории лазерный луч отразился от бортового отражателя «Лунохода» и был пойман телескопом обсерватории.

Наконец наступил день 9 декабря. Первый солнечный луч достиг «Лунохода», сработал датчик и включился бортовой радиоприемник — вездеход был готов к работе. Он отлично перенес все тяготы лунной «зимовки» — это было установлено в ходе первого же сеанса связи. А уже на следующий день вездеход снова тронулся в путь по Морю Дождей. Еще день — и «спидометр» вездехода отщелкал новые 244 м лунных дорог, на следующий день — еще 98 м. Потом были новые лунные бессонные ночи и новые лунные заполненные работой дни. Работа первого «Лунохода» дала много нового ученым...

За считанные годы космонавтического изучения Луны наука узнала о ней несравненно больше, чем за многие столетия развития астрономии. А ведь это достигнуто ею еще в младенческом возрасте! Ни одна другая наука не подарила людям столько открытий за такое короткое время.

Может быть, из всего, что космонавтике уже удалось узнать о Луне, больше всего впечатляет «открытие» ее стороны, невидимой с Земли. Еще совсем недавно мы о ней не знали буквально ничего да и не надеялись, честно говоря, узнать. А теперь карта обратной стороны Луны немногим уступает по детальности карте ее видимого лика. Кроме того, следует признать, хоть это и неслестно для хозяев Земли, что лунные карты превосходят по детальности и карты многих районов земного шара!

Более точно измерен средний радиус Луны — он оказался равным 1736,1 км (ранее считали 1738 км). Установлены отклонения формы Луны от правильного шара, хотя Луна и ближе к нему, чем Земля.

На карту обратной стороны Луны нанесено множество различных обнаруженных из космоса образований — морей, кратеров, гор. Многим из них уже присвоены названия, предложенные советскими учеными по праву первооткрывателя, хотя немало еще предстоит официальных «крестин» в Международном астрономическом союзе.

На обратной стороне Луны теперь есть гигантское Море Москвы, Море Мирное и Море Мечты, кратеры Циолковский и Кибальчич, Ломоносов и Менделеев, Королев и Цандер. Увековечены имена многих других видных советских ученых и деятелей космонавтики. Есть целые кратерные цепочки (впрочем, хороши «цепочки» длиной более 1000 км!) ГДЛ, ГИРД и РНИИ. Вот они, результаты самоотверженного труда энтузиастов — пионеров отечественной ракетной техники и космонавтики!

Таинственная обратная сторона Луны оказалась, в общем, похожей по ландшафту на хорошо известную видимую, но все же кое в чем существенно отличается от нее. На видимой стороне Луны гораздо больше морей, чем на обратной, носящей ярко выраженный «континентальный» характер. И, в отличие от Земли, где около трех четвертей поверхности занимают океаны и моря (только, конечно, настоящие), на Луне на долю морских районов приходится не более одной четверти всей поверхности (на видимой стороне — около половины).

Оказывается, и это важнейший вывод, полученный космонавтикой, лунная поверхность имеет в основном материковую структуру. Не надо забывать, что лунные материки отличаются от морей лишь цветом — моря выглядят потемней, вероятно, из-за различий в составе и структуре поверхности. Может быть, именно материки представляют собой нетронутое первичное вещество, из которого сложена Луна? Во всяком случае, именно материковый массив явно является общелунным, а моря представляют собой своеобразные замкнутые вкрапления в этом массиве.

**Кратеры,
кратеры...**

Самые типичные для видимой части Луны образования—кратеры (если не считать, правда, бесчисленного множества глыб и камней различной формы и размеров) — оказались не менее, а даже более типичными и для обратной ее стороны. На видимой стороне Луны обнаружено огромное количество, более 300 тысяч, кратеров диаметром свыше 1 км, но на невидимой ее части их еще больше. Так что лунный лик весь изрыт большими и малыми ямками довольно правильной круглой формы.

Но как изрыт! Вся поверхность Луны оказалась сплошь усеянной лунками, воронками, ямками разных размеров, вплоть до самых малых, диаметром в сантиметры и даже миллиметры. Так что кратеры — это только самые большие из множества «ямок» на Луне. Правда, кратеры имеют одну весьма характерную особенность: в их центре обычно возвышается своеобразный холм, центральный пик, а в большинстве случаев вокруг кратера можно видеть кольцевую горку, вал, окружающий кратер со всех сторон. Но нечто похожее иногда заметно и в лунках поменьше.

Сколько их, этих лунок! Например, по измерениям, сделанным на лунных панорамах «Луны-9», число лунок диаметром более 5 см (и до 2,8 м) на видимой площади в 50 м² достигает 88!

Лункам тесно на Луне, они часто «налезают» одна на другую, перекрывают друг друга, усеивают склоны кратеров. Одни сплошные лунки!

«Столетняя война» Каково происхождение лунных кратеров и всего этого множества лунок разного калибра? Полеты «лунников» многое прояснили в этой жгучей тайне, вокруг которой в течение почти полутора

столетий велись баталии астрономов (своеобразная «столетняя война!»), но все же решили вопрос еще не до конца. Вероятно, «война» велась напрасно и верны в какой-то мере обе существующие гипотезы. Несомненно, что значительная часть кратеров образована метеоритами, беспрепятственно «обстреливающими» поверхность Луны, лишенную защитного панциря атмосферы, — иначе трудно объяснить наличие кратеров практически любых размеров. При падении метеорита со скоростью в десятки километров в секунду он неизбежно взрывается, образуя в поверхности Луны кратер, причем масса лунного вещества, выброшенного при таком взрыве, может в сотни раз превышать массу метеорита. Интересно, что со спутника Луны «Орбитер-2» удалось сфотографировать место падения на Луну станции «Рейнджер-8» — на этом месте образовался кратер диаметром около 13 м, что соответствует величине, полученной расчетом.

*Следы
гигантских
извер-
жений?*

Но в такой же мере несомненным является и иное происхождение многих кратеров — вулканическое. Вероятно, в прошлом на Луне бушевало множество вулканов. Вполне возможно, что лунные моря и есть следствие гигантских вулканических извержений, во всяком случае их поверхность обладает четко выраженными особенностями, характерными для земных лавовых потоков. Впрочем, есть сторонники гипотезы, по которой моря — след от падения огромных метеоритов, может быть астероидов, сопровождавшегося излияниями лавы.

Интересно, что лунные моря гораздо меньше испещрены кратерами — число кратеров на единицу площади у них раз в 16 — 17 меньше, чем на материках. Очевидно, моря представляют собой сравнительно молодые образования. Более того, часто можно разглядеть выступающие из-под поверхности моря кольцевые валы «древних» кратеров, возникших, вероятно, при падении метеоритов еще до извержения и затем погребенных лавой.

*Что там,
под
морями?*

Космонавтика открыла еще один секрет лунных морей. Это открытие было сделано в результате детального изучения движения некоторых «Орбитеров», летавших на небольшой высоте над лунной поверхностью.

В предыдущей главе мы рассказывали, как с помощью искусственных спутников Земли, по изменениям их орбиты, удалось открыть некоторые «аномалии» земного поля тяготения, связанные с неоднородным распределением масс в недрах Земли. Нельзя ли воспользоваться тем же методом и для Луны? Оказывается, можно.

Действительно, когда повнимательнее присмотрелись, как движется «Орбитер-5», то заметили, что он как бы торопился пролетать над морями. Каждый раз, пролетая над Морем Дождей, Морем Ясности, Морем Кризисов, Морем Нектара или Морем Влажности, спутник на короткое время, до 5 мин, увеличивал свою скорость, правда ненамного, всего на 0,2 м/сек, но ведь без причины такое случиться не может. И эта причина очевидна — моря сильнее притягивают спутник! А это значит, что в недрах Луны, под морями, как считают, на глубине примерно 50 км, находится какое-то неизвестное вещество, более плотное, чем остальная Луна, вероятно, скопление тяжелых металлов (эти местные концентрации массы называли масконами). Может быть, и масконы — след каких-то гигантских лавовых извержений, вызвавших концентрацию особенно плотных горных пород? Или толщи осадочных пород на месте древних лунных морей? Или, наконец, погребенные астероиды?

Пока это тайна.

«Сухие» моря

Большой интерес астрономов вызвало открытие на невидимой стороне Луны каких-то особых морей, не существующих на давно известной видимой поверхности. Похожи они на обычные моря всем — это тоже громадные впадины (ученые говорят — депрессии), диаметром в сотни километров, усеянные множеством кратеров, но цвет у них совсем не морской, темный, а светлый, как и у лунных материков. Чтобы отличить от обычных лунных морей, их называли мореподобными, или талассоидами; первый открытый талассонд получил имя С. П. Королева. Может быть, талассонды — просто «сухие» моря? Хотя и в настоящих лунных морях нет ни капли воды; они, вероятно, заполнены застывшей лавой, вытекшей при извержении, а талассонды остались незаполненными. Но почему затопление морей произошло только на стороне Луны, обращенной к Земле? Может быть, Земля и виновата в этом, или тут случайность?

Еще одно открытие, сделанное на невидимой стороне Луны, явно свидетельствует о том, что в прошлом на Луне шли активные тектонические процессы — вулканические извержения, лунотрясения. Действительно, как иначе объяснить открытые космонавтикой на невидимой стороне Луны длиннейшие, протяженностью в сотни километров, и строго ориентированные цепочки кратеров, диаметром каждый 20—30 км? Метеориты «упорядоченно» обычно не падают.

Тайны линейных структур

Но кратерные цепочки — не единственная «упорядоченная» структура на Луне. Открыты своеобразные и довольно многочисленные линейные структуры самых разных размеров. Некоторые из них были хорошо известны и ранее, например таинственные системы светлых лучей, исходящих из ряда кратеров и охватывающих значительные участки лунной поверхности. Эти лучевые системы всегда вызывали особо ожесточенные дискуссии ученых.

Космонавтика многое здесь прояснила, хотя и теперь еще далеко не все понятно. Снимки с искусственного спутника Луны «Луна-12» показали, что светлые лучи, исходящие из кратера Аристарх, представляют собой цепочки мелких кратеров, которые и создают заметную с Земли светлую полосу. Похоже, что кратеры эти вторичные: они возникли, вероятно, вслед за образованием «первичного» кратера — Аристарха. Было ли то следствием вулканического извержения или падения крупного метеорита, все равно, из возникшего кратера в стороны брызнули осколки породы, они-то и образовали «лучевые» кратеры. Примеров «вторичного» образования кратеров на Луне сколько угодно. В некоторых кратерах видны даже образовавшие их глыбы, выброшенные откуда-то из другого места.

Снимки, полученные «Сервейером-7», совершившим посадку в районе знаменитого кратера Тихо, явно показали вулканическое происхождение (или, по крайней мере, развитие) самого кратера и вторичных кратеров, образовавших обширнейшую систему светлых лучей, хотя раньше все это приписывалось удару метеорита. Во многих местах видны и продолговатые желобчатые следы падения выброшенных глыб и камней—вот и еще один вид линейных структур, дотоле не известных науке.

Вовсе не известными ранее науке были открытые космонавтикой на Луне (первой это сделала советская «Луна-9») в огромном числе мелкие линейные структуры, которые с Земли разглядеть невозможно. Одни из этих структур представляют собой почти прямые линии, образованные одинаковыми по характеру выступами на поверхности. Другие напоминают правильные геометрические фигуры — многогранники. Третьи имеют лучистую или вильчатую форму. Наконец, четвертые представляют собой тонкие параллельные прямые шириной около 1 см, с незначительной рельефностью.

Они трудно различимы, но тем не менее все же бесспорно существуют.

Некоторые структуры проходят через лунки, пересекая их. По-видимому, одни из этих линейных образований более прочны, чем окружающая лунная порода.

Может быть, это обнажения мелких жил?

Какие-то подповерхностные разрывы?

Результат приливного действия Земли или магматических процессов?

Поистине, чем более удивительные детали строения лунной поверхности становятся известными ученым, тем больше появляется вопросов, касающихся истории Луны и ее эволюции...

Одно из наиболее интересных линейных образований большого масштаба сфотографировано с искусственного спутника Луны у ее южного полюса. Это окаймленная валами впадина протяженностью примерно 240 км и шириной до 8 км, какой-то своеобразный гигантский овраг.

Самое замечательное в обнаруженной впадине — ее история, о которой можно судить, так сказать, по «взаимоотношениям» впадины с окружающим рельефом. Впадина явно «вытекает», как некая река, из большого кратера и, можно думать, появилась при ударе метеорита, образовавшего кратер.

Что «текло» по этому руслу — раскаленная лава? Впадина вытекает из кратера в радиальном направлении, пересекает ряд более «древних» кратеров с их кольцевыми приподнятыми валами. В свою очередь, и все это превосходно видно на снимках, впадину перекрыл более «молодой» кратер, образовавшийся, судя по всему, позже.

Да, без сомнения, лунный рельеф образовался не сразу, не в один момент. На поверхности Луны происходили и, вероятно, происходят многие формообразующие процессы как вулканического, так и метеоритного происхождения. Можно не сомневаться, что загадочная впадина попадет в число первых объектов для детального исследования.

Всюду камни О бурных процессах на Луне свидетельствует еще одно открытие космонавтики, буквально потрясшее ученых. Речь идет о большом количестве камней разной формы и размеров, обнаруженных (впервые это сделала «Луна-9») на поверхности Луны. Каких только глыб, осколков, камней не видно на лунных фотографиях! Они явно не могут быть метеоритами, поскольку скорость последних никак не меньше 2,4 км/сек, а в среднем равна даже 15—20 км/сек, что неизбежно вызвало бы взрыв при падении. Между тем обнаруженные камни просто лежат на поверхности или погружены в грунт всего на 1—2 см. Значит, это явно обломки, осколки лунной породы, выброшенные при каких-то других мощных процессах. Об этом же свидетельствуют и многочисленные следы катившихся по поверхности глыб и камней. Например, две глыбы скатились по склону центральной горки кратера Вителло: одна, диаметром 25 м, оставила след длиной 300 м, другая, меньшая, диаметром 5 м, — и того длиннее, почти 400 м.

Но сколько же камней на Луне! На первых снимках лунной поверхности, полученных «Луной-9», на площади 50 м² насчитывается более 150 камней разных размеров. И это — в равнинной области, а в горном районе вблизи кратера Тихо глыб и камней еще больше. Есть камни, лежащие в одиночку, но есть и целые кучки — видимо, осколки одной большой глыбы.

Особенно интересны, пожалуй, цепочки камней, расположенных по прямой. Вот вам еще одна примечательная линейная структура! Многие из камней имеют четко выраженную правильную кристаллическую структуру. Все эти призмы и октаэдры привычны для геологов на Земле, но кто мог думать, что так скоро удастся их увидеть на Луне?

Луна не мертва Когда-то полагали, что Луна — мертвый мир, на котором почти ничего никогда не происходит. Как видно, это было заблуждением: Луна оказалась, в общем, довольно активным космическим телом.

Ученые считают одним из наиболее существенных научных результатов ведущегося космонавтикой глобального изучения Луны открытие перемещений значительных масс вещества на ее поверхности, многочисленных следов эрозии этой поверхности, существование «движущихся песков» (по терминологии ученых), закругленность, сглаженность доставленных на Землю лунных

камней. Об этом же свидетельствуют явные следы вулканической деятельности на Луне, в том числе и самые свежие.

Например, наблюдалась красная светящаяся полоса — излияние лавы вдоль внутреннего края вала кратера Альфонса, того самого, извержение из которого первым наблюдал с Земли советский астроном Н. А. Козырев. Свечение в некоторых кратерах наблюдали космонавты корабля «Аполлон-10» во время облета Луны. Неоднократно фиксировалась вулканическая активность кратера Аристарх, причем один раз это было на следующий день после сильного землетрясения на Земле 31 марта 1969 года, — уж нет ли тут связи, о которой подозревали ученые? На обратной стороне Луны тоже обнаружен лавовый поток, вытекающий из кальдеры (так на Земле ученые называют расширенный кратер вулкана) в соседние небольшие кратеры.

*Ура,
«пылевого
моря» нет!*

У космонавтики был и собственный очень существенный интерес к исследованию поверхности Луны. Еще бы, ведь широко распространенная, да что там — чуть ли не общепринятая теория утверждала, что поверхность Луны покрыта толстым слоем пыли, многометровой толщины пыльным «одеялом». Основания для подобных утверждений, казалось, были серьезными: ни дождей, ни ветров на Луне нет, и многовековое разрушение поверхностных пород под действием метеоритов, космических лучей, солнечного ветра и резких температурных колебаний могло действительно привести к образованию пылевого слоя.

Но тогда перспективы исследования на Луне сразу становились весьма сомнительными — ведь совершивший посадку аппарат рисковал просто утонуть, быть погребенным в океане пыли. Удивительно ли, как ждала космонавтика первых результатов непосредственного знакомства с Луной, переданных с борта «Луны-9» и других совершивших мягкую посадку лунных станций?

К счастью, «пылевая» гипотеза оказалась несостоятельной. По крайней мере, во всех местах посадки «пылевое море» не обнаружено, да и объективы телекамер оставались практически совершенно чистыми, как и специальные зеркала, вмонтированные именно на этот случай. Посадка лунного корабля с космонавтами тоже прошла вполне благополучно. Слой пыли оказался сравнительно тонким, хотя и не одинаковым в разных местах, больше всего ее было в районе посадки «Аполлона-14»: облако пыли при посадке поднялось на высоту до десятков метров.

*Пыли нет,
но... она
есть*

Но куда же все-таки девалась пыль, которая действительно не могла не образоваться на поверхности Луны под влиянием различных космических воздействий, как это и предполагала «пылевая» теория? Да никуда. Просто эта теория не

учитывала еще одного воздействия космоса. А оно заключается в том, что в космическом вакууме многие вещества приобретают неожиданную способность быстро, хотя и не слишком прочно склеиваться, стоит им только соприкоснуться. Или свариваться, если хотите, слипаться, в общем, соединяться.

Эта судьба и постигает, очевидно, частицы лунной пыли. Из мельчайших частиц, раз в десять меньше земных песчинок, в результате слипания образуются более крупные, затем уже появляются крохотные комочки. В конце концов лунная поверхность оказывается сплошь состоящей из слипшихся комочков и начинает напоминать пемзу или какой-то своеобразный ил. Именно этим зернистым высокопористым строением и объясняются многие установленные на опыте свойства лунного грунта — он очень плохо проводит тепло, обладает достаточно высокой прочностью, малой плотностью, несколько меньшей, чем у воды (около 0,8, хотя уже на глубине 10—20 см она возрастает до плотности воды, а на глубине 1—10 м уже вдвое больше ее), и т. п.

*Еще раз
о химии
Луны*

Ну, а каков химический состав лунного грунта, из каких веществ он состоит? Стоит ли объяснять, насколько важен ответ на этот вопрос для ученых, пытающихся проникнуть в тайну образования Солнечной системы и раскрыть историю ее развития. Ясно, что, помимо огромного научного значения, эта проблема имеет и не меньшее практическое значение для людей, поскольку ее решение в состоянии открыть путь к неисчислимым подземным хранилищам ценных руд и других необходимых развитой цивилизации ископаемых веществ. Ну и, разумеется, крайне заинтересована в точном знании химического состава лунного грунта космонавтика, ибо от этого зависят ее возможные планы производства непосредственно на Луне топлив для двигателей космических кораблей, воды и других необходимых в полете веществ.

В результате произведенных с разных направлений атак на химию поверхностных пород Луны, включая доставку образцов пород на Землю, — установлено, что эти породы во многом схожи с земными, хотя есть и различия. В основном лунные поверхностные породы (так называемый реголит) состоят из тех же веществ, что и земные, главным образом силикатов, то есть соединений кремния, и окислов металлов — алюминия, магния, железа.

Минералы этих пород близки к земным базальтам, составляющим нижнюю часть земной коры, хотя и существенно отличаются от них. Больше всего, на земной манер, в них содержится кислорода, за ним идут кремний и алюминий. А вот водорода очень мало. Многие ученые теперь считают, что вряд ли на Луне имеется даже незначительное количество воды.

**Неизвестные
минералы
и неопре-
деленные
различия**

Именно этим ученые объясняют то, что в лунных породах обнаружены всего десятки минералов, тогда как на Земле их несколько тысяч. Зато найдены три вовсе не известных на Земле минерала, пока еще не получивших названия.

В некоторых образцах лунных пород неожиданно много таких сравнительно редких на Земле химических элементов, как хром, титан, иттрий, цирконий; например, хрома в 10 раз больше, чем в обычных земных породах. Эти редкие металлы являются тугоплавкими, тогда как элементы с низкой температурой плавления — свинец, висмут, натрий, калий — содержатся в лунных породах в относительно малых по сравнению с Землей количествах. Случайно ли это?

Из-за высокого содержания относительно тяжелых металлов лунные породы имеют сравнительно большую плотность.

**Стекло
и глазури**

Может быть, некоторых разочарует то, что в лунных породах обнаружены лишь ничтожные следы драгоценных металлов — золота, серебра, платины, да и те, вероятно, в основном метеоритного происхождения. Зато «полудрагоценной» оказалась лунная пыль — почти наполовину она состоит из стекла, крохотных идеально сферических стеклянных шариков-бусинок. В лунных камнях много как бы выложенных стеклом мелких углублений, ямок. На цветных стереофотоснимках, сделанных на Луне крупным планом, значительные участки лунной поверхности оказались покрытыми пятнами своеобразной глазури. Как образовался этот слой оплавленного стекловидного вещества?

По некоторым предположениям, он вызван короткой, длившейся всего 10—100 сек (слой очень тонок) вспышкой Солнца, происшедшей сравнительно недавно, менее 30 000 лет назад (поскольку слой не разрушен метеоритами). На Земле, защищенной атмосферой, эта вспышка, при которой интенсивность солнечного излучения возросла раз в сто, почти не сказалась, а лунная поверхность была опалена солнечным пламенем.

**Вот это
возраст!**

Но, пожалуй, самым поразительным оказался возраст лунных образцов — он равен примерно 4,6 миллиарда лет, почти как возраст самой Солнечной системы по существующим представ-

лениям. Наиболее древние из найденных на Земле скальных пород имеют возраст «всего» 3,3 миллиарда лет. Возраст лунных пород, как и их химический состав, позволяет с уверенностью отвергнуть одну из гипотез образования Луны — она никогда не была частью Земли!

*Лунный
грунт
и растения*

Никаких признаков «живого» в лунном грунте не обнаружено, как и химических соединений, необходимых для возникновения жизни. Правда, в двух образцах найдены ничтожные следы органического вещества, но, по-видимому, это результат загрязнения образцов космонавтами. Жизни на Луне нет и, вероятно, никогда не было.

Зато лунный грунт оказался неожиданно небезразличным для высаженных в него растений. Одни из них росли лучше контрольных, выращенных на обычной почве, другие хуже. Почему? Пока это не объяснено. Не выяснена причина и того, почему один из образцов грунта, доставленного на Землю, оказался губительным для земных микроорганизмов.

*Луна
и солнечный
ветер*

Как ни огорчительно, но рассказ об открытиях, сделанных космонавтикой на Луне, приходится прервать — разве расскажешь здесь о всех этих открытиях, если им посвящены уже многие тысячи страниц научных трудов?

Но, пожалуй, никак не обойти молчанием такой фундаментальный по важности факт, как установленное космонавтикой практическое отсутствие магнитного поля у Луны, хотя слабое поле, в миллион раз слабее земного, обнаружено: Земля — гигантский магнит, Луна — нет. Естественно, нет у Луны ни магнитосферы, ни радиационных поясов. Нет и «магнитного хвоста», подобно образуемому солнечным ветром за земным шаром, в космосе.

Заряженные частицы расширяющейся солнечной сверхкороны беспрепятственно бомбардируют поверхность Луны и служат, таким образом, одной из важных причин, вызывающих ее эрозию. И все же и за Луной тоже образуется своеобразный «хвост» — ведь солнечный ветер туда не проникает, как не проникает за тело любой обтекающий его сверхзвуковой поток. В космосе появляется характерная «тень» Луны в потоке солнечного ветра, как бы «пустота» в этом потоке. Этот «теневого хвост» обнаружен космонавтикой — его длина достигает 200 и даже, может быть, 300 тысяч километров.

Ядра нет?

Земной магнетизм связан с тем, что Земля имеет расплавленное центральное ядро, хорошо проводящее электричество. Ученые пока плохо знают, что представляет собой это ядро, но для них несомненно, что в нем возникают мощные электрические кольцевые токи, которые и превращают Землю в гигантский электромагнит. На Луне нет магнитного поля, значит ли это, что она лишена и расплавленного ядра?

Большинство ученых считает, что температура в недрах Луны высока, о чем свидетельствуют потоки тепла изнутри наружу, но

все же недостаточна для расплавления ядра. Исследования, проведенные к настоящему времени, позволяют считать Луну «холодным» телом, вероятно, температура в ее недрах не превышает 1000°. И если строение земного шара отчетливо расчленено на ядро, мантию и кору, то на Луне подобного четкого деления нет или оно только начинается.

Как же все-таки образовалась Луна? Наука еще не «переварила» как следует всех выводов из сделанных космонавтикой открытий, касающихся Луны. Детальная разработка строгих научных представлений об истории образования и развития той замечательной, единственной в своем роде в Солнечной системе «двойной звезды», какой является Земля со своим естественным спутником, еще впереди.

И все же, хотя происхождение Луны пока еще тайна, многое уже прояснено. Теорий на этот счет и теперь существует немало, но все больше сторонников приобретает точка зрения, по которой геологическая эволюция Луны подобна земной,— постепенное остывание горячей пластичной массы. Но отчего произошел первоначальный разогрев: в результате какой-либо космической катастрофы, например, грандиозного столкновения с большим небесным телом,— слияния нескольких небесных тел, или же вследствие сгущения, конденсации «прототуманности» одновременно с Землей,— пока неясно. На этот важнейший вопрос ответ будет получен лишь последующими лунными исследованиями. Все сделанное космонавтикой в изучении Луны — только начало, впереди — новые исследования.

Глава восьмая

НА МЕЖПЛАНЕТНЫХ ТРАССАХ

Как ни велик интерес космонавтики к обоим ближайшим возможным целям ее устремлений — самой Земле и ее спутнику Луне, все же она создана не только для них. И почти с первых дней космической эры человек дерзко замахнулся на глубины космического пространства. Космонавтика готовилась к штурму более далеких целей — планет Солнечной системы.

Далекие и трудные цели Не прост этот штурм. Пожалуй, он настолько труднее и сложнее полета к Луне, насколько дальше, чем Луна, отстоят от Земли конечные цели межпланетных полетов. А эта разница существенна: если до Луны меньше полумиллиона километров, то до ближайших планет — Венеры и Марса — несколько десятков миллионов, раз в сто больше. И это еще не

все. Расстояние до Луны практически не меняется, ибо она обращается вокруг Земли почти по круговой орбите. Луна — спутник Земли, и этим все сказано: она занимает подчиненное по отношению к Земле положение.

Иное дело планеты. Они одного ранга с Землей и, как она, совершают свой извечный космический вояж не вокруг Земли, а вокруг Солнца. Но период обращения планет разный, и расстояние до Венеры, например, непрерывно меняется — от 40 миллионов километров при минимальном удалении до 260 миллионов километров при максимальном.

*Прямых
путей
нет*

Но и это еще не все и даже не главное. Расстояния до Венеры мы дали по прямой, ибо это привычно для нас. Но в космосе прямолинейный путь — скорее теоретический фокус, чем реально осуществимая возможность. Не зря все известные небесные тела — звезды, планеты, кометы и проч. — движутся по криволинейным траекториям. Таков удел и космических летательных аппаратов. Эти траектории могут быть отрезками окружностей, эллипсов, парабол, гипербол и какими-нибудь иными сложными кривыми, но только не отрезками прямых. Поскольку и в космосе прямая — кратчайшее расстояние, то, очевидно, истинный путь, который придется преодолеть космическому аппарату в полете к планете, будет больше этого кратчайшего. К той же Венере, например, путь аппарата составит уже не 260 миллионов километров и тем более не 40, а примерно 350—400 миллионов. Да и оттуда домой столько же.

К счастью, в отношении затрат энергии межпланетный полет примерно вдвое сложнее запуска спутника Земли: весь длинный путь к планете двигатель аппарата не работает. Для межпланетного аппарата скорость должна быть всего на 2—3 км/сек больше, чем при полете к Луне.

Собственно, именно «лунику» и выпала честь первому удалиться от Земли на межпланетное расстояние. Помните первого из славного семейства «луников» в 1959 году? Он впервые пролетел вблизи Луны.

Где-то и теперь в глубинах космоса кружится вокруг Солнца и будет бесконечно долго кружиться (если только ее не «поймают» когда-нибудь, чтобы поместить в музей космонавтики как бесценный экспонат) наша «Мечта», крохотная сестренка Земли. Она то приближается к Земле, то удаляется от нее примерно на 300 миллионов километров. 300! Ведь это куда дальше, чем кратчайшее расстояние до Венеры или Марса. Значит ли это, что именно «Мечте» суждено было проторить путь будущим межпланетным аппаратам?

Увы, нет. Ведь если разобраться, то подобный же путь вокруг

Солнца проделывают и все многочисленные спутники Земли. Только орбита «Мечты» — это близкий к кругу эллипс, почти точно совпадающий с орбитой Земли, а спутники не просто мчатся вокруг Солнца практически по той же орбите вместе с Землей, но одновременно как бы пританцовывают вокруг этой орбиты, навивают на нее мелкую-мелкую спираль (это они обращаются вокруг Земли).

И хотя «Мечта», в отличие от спутников, удаляется от Земли на огромные расстояния, их расстояние от Солнца остается примерно одним и тем же. Они бороздят одну и ту же околосолнечную зону. А полет к планетам означает переход в другие зоны, ближе или дальше отстоящие от Солнца. Но ведь именно расстояние до него главным образом и определяет свойства околосолнечного космического пространства.

Впервые к планете Не первой искусственной планете удалось совершить первый межпланетный полет. Это выпало на долю другого космического летательного аппарата. Он был запущен в Советском Союзе 12 февраля 1961 года, запущен не с Земли, а с борта тяжелого спутника Земли, как и во всех последующих подобных пусках. Это была автоматическая межпланетная станция, или, как еще говорят, межпланетный зонд «Венера-1».

Зонд — довольно своеобразное, но, в общем, верное название для космического аппарата, отправляющегося в неизвестные дали. Разве это не дерзкое зондирование глубин космоса, о которых людям до сих пор практически ничего не известно?

«Венера-1» весила 643,5 кг. Много это или мало? Конечно, если сравнить ее с могучим «Протоном», рекордсменом тяжелого веса среди спутников Земли, то «Венера» выступает в «весе пера». Ведь «Протон» весит более 17 т. Но не торопитесь с выводами. Килограмм килограмму рознь: одно дело на низкой, околоземной орбите и совсем другое — в дальнем космосе. Кроме того, «Венера-1» была все-таки первенцем, ее более молодые сестры тянули на весах побольше. Космонавтика быстро развивается, и одним из важнейших проявлений этого прогресса развития является рост полезного груза космических ракет.

Но если соразмерить вес автоматической межпланетной станции «Венера-1» со всем тем, что находилось у нее на борту, то поневоле скажешь, что этот вес поразительно мал.

На борту «Венеры» Действительно, сколько всего нужно было разместить на «Венере-1», чтобы она стала истинным зондом Вселенной! Прежде всего нужно было позаботиться, чтобы после своего старта с летающего орбитального космодрома (замечательная, кстати, это была идея Циолковского!) станция легла на правильный курс, ведущий к цели. Но расстояние до цели так велико, что

ни одна пуля, выпущенная самым сверхточным стрелком, ее не достигнет. Тут хочешь не хочешь, нужно поправлять движение уже в полете. На «Венере-1» пришлось установить специальную корректирующую ракетную двигательную установку со всем, что необходимо для ее запуска и успешной работы в космосе.

Чтобы станция выполнила свои многочисленные задачи, она не должна произвольно и беспорядочно кувыряться в космосе. Значит, должна быть предусмотрена система ориентации станции с чувствительными датчиками, несколькими ракетными двигателями с органами их управления, ну и, конечно, топливом (или рабочим веществом, все равно) для их работы.

На борту «Венеры-1» находилось и множество различной научной аппаратуры. Значит, необходима и сложная бортовая радиоаппаратура—радии, антенны и органы управления ими для приема команд с Земли, измерения траектории станции, телеметрии.

Все это и другое бортовое оборудование нуждается в энергии. На борту «Венеры-1» для генерирования электрической энергии имелись панели солнечных элементов и обычные химические батареи.

Более трех месяцев мчалась «Венера-1» к своей далекой цели. Лишь в конце второй декады мая она наконец достигла окрестностей планеты. Станция пролетела на расстоянии около 100 000 километров от нее. Но что значит сотни тысяч по сравнению с сотнями миллионов. «Венера-1» стала, как и «Мечта», спутником Солнца, однако это уже был спутник иного ранга: ведь он побывал в неизведанных ранее областях космоса, рассказав людям, какой он, космос, на расстоянии примерно 50 миллионов километров ближе к Солнцу. Это был первый из племени межпланетных зондов.

Штурм Венеры

Полет станции «Венера-1» повторила «Венера-2», запущенная 12 ноября 1965 года. Она была потяжелее своей старшей сестры и весила 963 кг. «Венера-2» прошла еще ближе к таинственной планете, всего на расстоянии 24 тысячи километров от нее (и это без всякого исправления траектории в полете, настолько точным был расчет), и тоже стала спутником Солнца.

В том же 1965 году, всего через 4 дня после своей предшественницы, к Венере направилась еще одна «Венера», уже третья по счету. Подобный «залповый огонь» не случаен. Если спутники

Земли и «лунники» можно запускать в любой день года, то совсем иное положение с межпланетным полетом. Из-за того, что взаимное положение планет и Земли все время меняется, и в очень широких пределах, полет к планете возможен далеко не всегда.

Правда, это связано только с количеством топлива, потребного для полета, но именно оно является решающим. Когда-нибудь, если будут обнаружены новые источники энергии, гораздо более мощные, чем химическая энергия топлива, ограничения в сроках межпланетных пусков будут, может быть, сняты вовсе или, по крайней мере, сильно смягчены. Но пока решает топливо, начинать полет к планете можно лишь при одном-единственном, строго определенном ее положении относительно Земли.

Например, в 1969 году полет к Венере должен был начаться в первых числах января. Вообще же возможные моменты стартов к Венере повторяются примерно через 19 месяцев, а к Марсу — через 25 месяцев. Каждое из этих быстро захлопывающихся «окошек» в космос космонавтика будет стремиться по возможности использовать.

Стоит пропустить срок, опоздать на несколько дней или начать раньше, и расход топлива на полет сильно возрастет. А если корабль пилотируемый, если на нем есть люди, то задача намного усложняется тем, что обратный полет к Земле должен привести корабль именно к Земле, а не к ее орбите. Тут уже условие двойной встречи — сначала с планетой, а потом с Землей — оказывается еще более строгим.

Поэтому запуски спутников Земли могут быть сравнены, если использовать военную терминологию, с одиночными выстрелами, а межпланетные пуски — с залповым огнем, подобно тому как это случилось со второй и третьей «Венерами».

Эти «залпы» по планете и были осуществлены советской космонавтикой.

В будущем, вероятно, когда полеты к планетам станут столь же обычными, серийными, как ныне запуски спутников серии «Космос» (теперь уже читатель газеты пробегаёт сообщение об очередном таком запуске довольно привычным взглядом: «Какой там по счету?»), в далекий путь в дозволенные «окошки» будет отправляться сразу эскадра кораблей.

Да и веселее все-таки!

*В гости
к «венеря-
нам»*

Но вернемся к «Венере-3». Задача, стоящая перед ней, была куда более сложной. Теперь уже предполагался не простой пролет вблизи Венеры, а достижение ее. Большой трудности задача!

Ведь нужно «попасть» в планету, а для этого надо абсолютно точно избрать практически одну-единственную возможную траекторию полета, ведущую к цели. Чтобы путь был точным, его пришлось корректировать в полете: когда станция находилась на расстоянии 12 900 000 км от Земли, к ней донеслась команда на включение двигателя. Скорость станции изменилась всего примерно на 20 м/сек, но этого оказалось достаточным, чтобы исправленная траектория привела ее к Венере.

Особенно ответственным и сложным должен был быть конец многомесячного пути, его самый последний, завершающий участок.

На борту станции находились источники энергопитания, научная аппаратура, средства радиосвязи. Был и вымпел, представляющий собой металлический полый шар — земной глобус, внутри которого находилась медаль с гербом нашей державы на одной стороне и схема Солнечной системы — на другой.

Первый межпланетный 1 марта 1966 года станция «Венера-3» достигла планеты, совершив первый в истории дальний межпланетный перелет. Ведь до того еще ни разу ни один космический летательный аппарат не стартовал с Земли, с тем чтобы потом достичь другой планеты.

Примерно через полтора года, в июне 1967 года, в полет отправилась «Венера-4» с еще более сложным заданием: на этот раз предстояло достичь поверхности планеты. Но ведь это значит впервые доставить на планету земного посланца! Этот полет стал новым крупным достижением космонавтики.

Помните, в предыдущей главе рассказывалось о невообразимых трудностях «мягкой» посадки на Луну? А ведь достичь поверхности Венеры еще труднее. Правда, Венера, в отличие от Луны, имеет «знатную» атмосферу, как сказал открывший ее М. В. Ломоносов, что позволяет использовать ее для аэродинамического торможения спускающегося космического аппарата вместо необходимого на Луне одного лишь ракетного торможения. Но это бесспорное достоинство Венеры есть в то же время и крупнейший недостаток.

Самосожжение В наш космический век кто не знает, что земная атмосфера может по-разному отнестись к спускающемуся кораблю — мягко опустить его на Землю или превратить в стремительно падающий пылающий костер. Все дело в том, с какой скоростью и под каким углом к поверхности летит корабль.

Аэродинамический нагрев при космических скоростях — опаснейший враг космонавтики, и этот враг побежден еще далеко не до конца. Даже возвращение на Землю межпланетного аппарата, обладающего второй космической скоростью, было совершенно впервые только советской станцией «Зонд-5», облетевшей Луну в сентябре 1968 года.

Прыжок в неизвестное Каково же было советским ученым, снаряжавшим в далекий путь «Венеру-4» задолго до полета «Зонда-5»? Ведь, помимо обычных трудностей полета межпланетного аппарата, добавилась еще одна, и немаловажная, — никто не знал, что представляет собой атмосфера Венеры.

Планируя возвращение на Землю, ученые хоть отлично знали,

с каким «противником» им придется иметь дело, а что скажешь о нем, когда речь идет о Венере? Ни состава ее атмосферы, ни высоты над планетой, ни законов изменения давления, плотности, температуры с высотой. Ничего из того необходимого запаса сведений, без которого даже рассчитать достижение поверхности планеты невозможно.

Свершилось! 18 октября 1967 года, после 128 суток и почти 350 миллионов километров космического пути, станция весом 1106 кг вошла в атмосферу Венеры, и от нее отделился спускаемый аппарат — шар весом 383 кг. Аппарат сначала затормозился атмосферой (торможение было весьма резким, перегрузки достигли 300!), затем раскрылся парашют, и с высоты примерно 26 км шар начал медленно опускаться.

Невиданное, удивительное зрелище открылось бы наблюдателю, находящемуся на поверхности планеты, — пронизывая плотное, непрозрачное облачное покрывало, с неба величаво спускался на парашюте раскачиваемый венерианским ветром шар — посланец землян!

Более полутора часов длилось медленное парашютное спускание, и в течение этих 100 мин приборы спускаемого аппарата измеряли давление, плотность, температуру, определяли химический состав атмосферы.

Данные всех измерений передавались бортовой радиоаппаратурой на Землю.

Двойник подсказывает Большую роль в успехе «Венеры-4» сыграл ее двойник, оставшийся на Земле. Это было очень остроумное решение советских ученых, столкнувшихся с множеством совершенно неизученных проблем. Как действительно предусмотреть все ситуации, в которых может оказаться межпланетная станция в ходе длительного полета? Как подсказать ей единственно верное решение неожиданно возникшей в полете задачи, какую послать с Земли спасительную команду?

Ответ на эти вопросы и должен был дать земной двойник мчащейся в глубинах космоса «Венеры-4». Ее точную копию поместили в огромную «космическую» испытательную камеру, в которой можно имитировать чуть ли не все воздействия космоса на летящую станцию — вакуум, жару и холод, потоки солнечных лучей. Вот только невесомость нельзя, к сожалению, имитировать в подобных камерах, играющих едва ли не решающую роль в успехах современной космонавтики.

Без испытательных камер космический конструктор не ступит и шагу.

Вместе с пуском «Венеры-4» начался и имитированный «полет» ее двойника. Условия этого полета менялись в соответствии

с показаниями приборов на «Венере-4», передаваемыми на Землю. Вычислительные устройства прогнозировали дальнейшее течение полета, изучая состояние двойника, и вырабатывали команды, которые тотчас же передавались на «Венеру-4». И так в течение всего полета, вплоть до его завершения.

Опасные «визиты»

Полет на планеты ставит перед наукой одну исключительно серьезную проблему. Посланец с Земли становится гостем другой планеты. Но если проявить неосторожность, то этот «дружеский» визит может причинить непоправимые беды. Стоит занести на планету с Земли какие-нибудь живые организмы, пусть самые простейшие, и кто знает, что там с ними произойдет. Может быть, они погибнут, но не исключено, что приживутся, и тогда жизни на планете, если она там существует в какой-нибудь форме, может быть нанесен роковой удар — ведь у нее нет опыта, как сопротивляться неожиданному враждебному нашествию. Непоправимый ущерб будет нанесен и науке, которая не сможет познакомиться с нетронутой, девственной жизнью планеты.

Поэтому межпланетный аппарат нужно тщательно стерилизовать, избавить его от возможных нежелательных живых «пассажиров». Это относится и к полетам на Луну, однако здесь риск меньше: уж очень негостеприимна Луна, наверное, не выжить попавшим на нее земным организмам. Но куда сложнее та же проблема при полете на планеты.

Для стерилизации используют нагрев космического аппарата до высоких температур, специальную химическую обработку, облучение. Речь идет не только о поверхности аппарата, но и обо всем, что он несет внутри. Легко видеть, как не проста задача. Тем более, что на аппарате есть немало такого, что не выносит «неделикатного» обращения, в частности сильного нагрева.

Другая сторона этой же проблемы, пожалуй, еще более опасная, связана с возвратом на Землю космических аппаратов, побывавших на небесных телах. Кто знает, какую инфекцию могут они занести из космоса на Землю? Значит, прибывший аппарат нужно подвергнуть на Земле строжайшему карантину, снять который можно, лишь убедившись в полной безопасности.

Снова сразу две

Снова прошли 19 месяцев с момента старта «Венеры-4», и к таинственной планете отправился очередной «дипкурьер» советской космонавтики. Это была автоматическая межпланетная станция «Венера-5», стартовавшая 5 января 1969 года. А через пять дней была запущена «Венера-6».

Второй раз в истории в далекий межпланетный путь отправились сразу две автоматические станции. Две станции — это удвоенное количество наблюдений и измерений в двух близких

точках космического пространства по всей трассе полета. Это исключительно важно, ибо позволяет установить, какие из регистрируемых приборами изменений свойств пространства и явлений в нем связаны с текущим временем, а какие — с изменением положения приборов в пространстве. Простое количественное изменение — две станции вместо одной — становится качественно новым шагом в изучении космического пространства.

То же относится и к атмосфере Венеры. Число получаемых, как говорят ученые, экспериментальных точек, накопление статистического материала исследований имеет для космонавтики ныне решающее значение — нужны действительно достоверные, а не случайные сведения.

16 и 17 мая 1969 года обе станции завершили свой далекий путь. Их спускаемые аппараты, отделившиеся от станций на расстоянии соответственно 37 000 км и 25 000 км от поверхности планеты, совершили затем спуск на парашюте на расстоянии 300 км одна от другой. Данные измерений передавались на Землю. Важный эксперимент советской науки закончился успехом.

Через год с небольшим, 17 августа 1970 года, к Венере устремился еще один посланец советской науки — «Венера-7». Через четыре месяца, 15 декабря того же года, станция достигла цели, ее спускаемый аппарат совершил плавный спуск в атмосфере планеты, благополучно опустившись на ее поверхность. И снова радиоволны понесли на Землю бесценную информацию о самой таинственной планете Солнечной системы. Как, в общем, легко привыкаем мы к фантастическим свершениям космонавтики, как быстро становятся они обычными...

В полете «Маринеры»

Посылали автоматические межпланетные станции к Венере и американские ученые; они называют свои межпланетные зонды «Маринерами».

Первый их удачный пуск был произведен в августе 1962 года, когда к Венере отправился «Маринер-2». В декабре того же года он прошел на расстоянии примерно 35 000 км от Венеры и передал научные данные о ней.

В июне 1967 года к Венере был запущен «Маринер-4». Он не предназначался для достижения планеты и пролетел мимо нее на расстоянии около 4000 км.

В этом полете тоже были получены ценные сведения о таинственной планете.

Сплошной углекислый газ

Что же стало известно о Венере? Прежде всего прояснился наконец вопрос о составе ее атмосферы. На станциях «Венера» находилась целая батарея газоанализаторов. Приборы «Венер» и «Маринеров» и дали столь долгожданный и достоверный ответ.

Атмосфера Венеры состоит почти целиком из углекислого га-

за, его в ней 93—97%. Азота в венерианской атмосфере 2—5%, кислорода не более 0,4%. Как это не похоже на земную атмосферу, состоящую из азота и кислорода! Чем объяснить различие атмосферы планет-близнецов, действительно очень схожих во многом Земли и Венеры?

*Сходство
или
различие?*

Но действительно ли велико это различие, как кажется на первый взгляд? Дело в том, что атмосфера Венеры гораздо плотнее земной. Если учесть эту разницу в плотности, то, например, содержание кислорода в атмосфере Венеры может достигнуть половины, если не больше, его содержания в земной атмосфере. И удивительно скорее именно это сходство, а не различие — ведь кислороду в атмосфере всегда приписывали биологическое происхождение.

Ну, а углекислый газ, которого в земной атмосфере сравнительно с венерианской ничтожно мало? Оказывается, и тут есть одно весьма интересное обстоятельство, которое может пролить свет на столь резкое различие.

Земля в далеком прошлом, вероятно, тоже имела углекислую атмосферу, подобную нынешней венерианской, но потом углекислый газ из атмосферы почти целиком перешел в земную кору, он образовал различные химические соединения осадочных пород коры. Венера же гораздо ближе к Солнцу, и там этот процесс поглощения углекислого газа не шел или же поглощенная углекислота снова выделилась в атмосферу. Если примерно подсчитать, сколько углекислого газа было бы в земной атмосфере при условии, что осадочные породы выделили в нее весь связанный углекислый газ, то оказывается, что это количество получается примерно таким же, как на Венере. Конечно, все это пока лишь предположения, гипотезы, но, может быть, сходство сестер-планет идет дальше, чем кажется.

*Раскаленный
мир*

Не меньшие споры вызывала прежде и загадка температуры поверхности Венеры. Высказывались самые противоречивые гипотезы. Ученые спорили даже о том, что представляет собой эта поверхность — выжженную сушу или сплошной океан. И что же оказалось?

Измерения показали, что температура поверхности планеты высока настолько, что ни о каком океане не может быть и речи. В экваториальной зоне температура поверхности равна почти 500°, так что если там и есть моря, то из расплавленных металлов, вроде олова или свинца.

*Как на дне
океана*

Венера обладает мощной атмосферой большой протяженности. Высота сплошного облачного покрова планеты, состоящего, вероятно, в основном из кристаллов льда, достигает 42—

43 км, его нижняя граница — 35 км (куда Земле!), хотя эти данные подлежат уточнению. Понятно, что давление столь массивной атмосферы оказывается очень большим, оно возрастает от 0,3—0,6 атм на высоте облачного слоя почти до 100 атм у поверхности планеты. Как под километровым слоем воды! Плотность атмосферы у поверхности Венеры в 60 раз больше, чем у Земли. Космонавтам вряд ли удастся когда-нибудь высадиться на этой загадочной планете.

*Кипящий
дождь* Как все необычно, вероятно, на Венере для земного жителя! Там, очевидно, никогда не идут дожди, а о снеге и говорить нечего. На первый взгляд, это неожиданно: ведь облака на планете состоят из замерзшей воды, а температура нижних слоев атмосферы высока, так за чем же дело стало?

Но причина именно в том, что венерианский «воздух» настолько горяч, что при падении капель дождя они просто не успевают достичь поверхности планеты — полностью испаряются. Дождь... кипит!

*Встреча
с собственной
спиной* Много неожиданного обнаружат космонавты на Венере, но, может быть, больше всего поразят их необычные оптические свойства атмосферы планеты. В частности, как удалось установить космонавтике, сверхплотная углекислая атмосфера Венеры необычно сильно преломляет лучи света. Они изгибаются в ней круче, чем поверхность самой планеты. Из-за этого горизонта в обычном представлении на Венере нет. Космонавты окажутся как бы на дне гигантской чаши-впадины, на стенки которой проецируются очень отдаленные предметы, иногда в виде сдвоенного-строеного изображения.

Поэтому же, вероятно, космонавты с удивлением обнаружат, что даже на ночной стороне Венеры светло как днем. Этим же, очевидно, объясняется охватывающее ночную сторону диска планеты загадочное «мертвенное бледное сияние», как его называют астрономы.

Но, пожалуй, куда больше поразятся космонавты, если, ступив впервые на планету, обнаружат впереди себя... человеческие фигуры! Люди на Венере?! Однако, взглядевшись повнимательнее, они узнают свои собственные спины! Как тут не подумать, что это горячечный бред, вызванный негостеприимной планетой... Но виноваты все те же необычные оптические свойства венерианской атмосферы. В принципе они могут вызвать подобный своеобразный мираж, хотя в действительности, конечно, луч не obeжит планету, а рассеется в атмосфере.

*Ну что
за корона!*

Ну, а как обстоит дело с самыми верхними слоями атмосферы Венеры? Поскольку плотные ее слои столь массивны и протяженны, можно думать, то же относится и к верхним слоям?

Однако на самом деле это вовсе не так. Хотя Венера и обладает, подобно Земле, водородной короной, но корона эта ни в какое сравнение с земной не идет. Простирается она в космос недалеко, всего лишь до 3—4 радиусов планеты, а число частиц в ней примерно в 100 раз меньше, чем в земной короне.

Еще беднее ионосфера планеты. Ее толщина, по некоторым данным, всего около 30 км — никакого сравнения с Землей. Да и плотность ее гораздо меньше, она содержит мало заряженных частиц. А ведь ученые имели основания ждать совсем другого, — многие предполагали, что при столь мощной атмосфере и большей близости к Солнцу Венера должна иметь и сверхмощную ионосферу.

Причина здесь в том, что верхняя атмосфера Венеры очень холодна в сравнении с земной.

*Снова
ударная
волна?*

Как показали измерения, Венера лишена сколько-нибудь значительного собственного магнитного поля. Естественно, что нет на Венере и «радиационного ожерелья», подобного земному радиационному поясу.

И все же станции, подлетая к планете, встретили на своем пути ударную волну, подобную той, которую создает солнечный ветер, сталкиваясь с земной магнитосферой. Но теперь уже происхождение волны иное, ведь магнитного-то поля нет. Она образуется, когда солнечный ветер вступает во взаимодействие с ионосферой Венеры. Это уже третий, после Земли и Луны, вид взаимодействия солнечного ветра с небесным телом. Не удивительно, что на этот раз ударная волна расположена гораздо ближе к поверхности планеты, ее наименьшее расстояние всего около 2000 км (помните, у Земли это расстояние достигает нескольких десятков тысяч километров).

*К красно-
ватой
«звезде»*

Нет ничего неожиданного в том, что не меньшее внимание, чем Венере, было уделено другой ближайшей к Земле планете — Марсу. Более того, есть веские основания считать именно Марс первоочередным по значению объектом интересов современной космонавтики.

Первой устремилась к красной «звезде» автоматическая межпланетная станция «Марс-1», запущенная советскими учеными 1 ноября 1962 года. Станция прошла вблизи Марса 19 июня 1963 года, после 230 дней пути в космосе, и затем стала искусственной планетой. Афелий ее орбиты, то есть максимальное удаление от Солнца, равен примерно 250 миллионам километ-

ров — она удаляется от Солнца на 100 миллионов километров дальше Земли. Вплоть до расстояния в 106 миллионов километров от Земли проводились регулярные сеансы радиосвязи со станцией. Всего был проведен 61 сеанс. Наука получила много сведений о далеком межпланетном пространстве, о тех его областях, где до того еще ни разу не бывали космические летательные аппараты.

«Маринеры» фотографируют Марс 28 ноября 1964 года к планете Марс был запущен «Маринер-4». 15 июля 1965 года он прошел на расстоянии около 10 тысяч километров от поверхности Марса и сфотографировал ее. Полученные 22 фотоснимка, а также другие научные сведения были переданы на Землю. Люди смогли увидеть, как выглядит поверхность таинственной красной планеты с расстояния 12—17 тысяч километров.

В 1969 году американские ученые осуществили запуск к Марсу двух автоматических станций. «Маринер-6» стартовал 24 февраля, за ним 27 марта отправился «Маринер-7». Обе станции пролетели вблизи Марса. «Маринер-6» это сделал 31 июля, его расстояние от поверхности планеты составило примерно 3400 км, причем он пролетел над экваториальной зоной. Через несколько дней, 5 августа, примерно на таком же расстоянии от планеты, 3200 км, но уже над южной полярной областью, пролетел и «Маринер-7». Сделанные этими станциями снимки были переданы на Землю.

Неожиданный Марс И каким же неожиданным, потрясшим ученых, оказался Марс! Глядя на полученные снимки, можно было подумать, что рассматриваешь фотографии Луны! Самое характерное на снимках — это кратеры и кольцевые горы. Типичнейший лунный ландшафт! Разве только более сглаженный, с более пологими склонами кратеров, меньшей их высотой (это вовсе не значит, что весь Марс плоский — на нем зафиксированы перепады высот до 12 км); так, видно, сказалось воздействие марсианской атмосферы, когда-то бывшей более плотной. Да еще белые кольца вокруг кратеров в районе южной полярной шапки Марса, вероятно образованные замерзшей углекислотой, своеобразным «сухоледным» инеем. На Луне этого, конечно, нет. Впрочем, есть на Марсе и другие особенности, характерные только для него, например, хаотические нагромождения горных хребтов.

Вначале на фотографиях Марса с «Маринера-4» было обнаружено всего около 100 кратеров. Но потом полученные снимки были подвергнуты специальному сложному исследованию, длившемуся два года, — ведь нужно было извлечь из снимков абсолютно все, что они могут дать. Для этого снимки были улучшены с помощью специально разработанной техники с применением

электронной вычислительной машины. Результат был поразительный.

Не удивительно, кстати, что новым методом улучшения фотоснимков заинтересовались специалисты, никакого отношения к штурму космоса не имеющие. Разве мало в обычной, земной практике случаев, когда требуется получить возможно больше сведений из снимков?

И первыми это сделали врачи-рентгенологи.

Оказалось действительно, что с помощью нового, «космического», метода обычные рентгеновские снимки, без которых не обходится почти ни один врач, «заговорили» совсем иначе, стали несравненно более ценными. Это только один из множества примеров плодотворного использования космического опыта в самых что ни на есть земных целях.

Не просто совпадение Когда упомянутая техника была пущена в ход для улучшения снимков Марса, то оказалось, что на них запечатлено не 100, как казалось ранее, а по крайней мере 300 кратеров! И то, если считать лишь отчетливо получившиеся изображения. Если же не очень придираться и посчитать все заметные, хоть и не очень четко видные кратеры, то их общее число возрастет примерно до 600. Самый маленький из запечатленных на снимках кратеров имеет диаметр 2,8 км, самый большой — около 180 км.

600 кратеров. Много это или мало? Когда подсчитали, сколько же кратеров приходится на единицу поверхности Марса, то оказалось, что это число почти такое же, как и на Луне!

Разве не ясно, что это не простое совпадение, не какая-то случайность? Очевидно, происхождение кратеров, их история, законы, управляющие этими процессами, в данном случае тоже одинаковы. Какое новое поле деятельности открыла космонавтика перед астрономами!

Где же знаменитые каналы? Однако что же получается: вместо прославленных марсианских каналов, вместо бесспорных признаков жизни на Марсе, о которых мечтали ученые, они обнаружили мертвую, «ржавую» планету с безжизненным и мрачным пейзажем, столь похожим на лунный?

Но погодите, рано расстраиваться и тем более вовсе отчаиваться. Что касается жизни, то ее, пожалуй, и невозможно обнаружить с большого расстояния, — вы не забыли, наверное, о неудачных попытках такого же рода обнаружить жизнь на Земле. Ну, а каналы? Ведь узкие полоски участков марсианской поверхности, зафиксированные на фотографиях, пересекали многие из каналов, увиденных в разное время разными астрономами. Почему же этих каналов не оказалось на снимках?

Конечно, десятков и даже сотен снимков мало, чтобы делать

какие-то общие выводы, ведь на 22 снимках первой станции изображено всего около 1% поверхности Марса, а 200 снимков двух последних станций охватывают еще примерно 2,5%. Картина, в общем, всегда одна и та же — опять многочисленные кратеры, иногда громоздящиеся один на другой. В особенности испещрен кратерами район южного полюса, тогда как некоторые пустынные области Марса практически свободны от кратеров. Так почти полностью лишена их огромная равнина Хеллас площадью около 2,5 миллиона квадратных километров; впрочем, считавшаяся ранее пустыней, эта «равнина» оказалась при детальном изучении снимков огромной ямой глубиной 13 600 м и диаметром более 2000 км. Ее происхождение — пока для ученых загадка.

Но на снимках, кроме кратеров, видны и какие-то линейные образования длиной от 160 до 320 км, общее число которых достигает 480. Нет, это не каналы, они никак на них не похожи, их ширина составляет всего 3—10 км, так что с Земли не рассмотришь, и все же по общему направлению они иной раз совпадают. На одном из снимков, как раз том, на котором виден и наибольший кратер, отчетливо видна широкая прямолинейная долина, пересекающая в направлении с юго-запада на северо-восток дно и кольцевой вал этого кратера. Ширина долины примерно 50 км. Но самое интересное, что ее расположение совпадает с одним из нанесенных в свое время на карту Марса каналов, который тянется от северной границы марсианского Моря Сирен через Киммерийское море к светлой области Электрис. И хотя это самый поразительный случай подобного совпадения, но он далеко не единственный. Может быть, это составные части какой-то общей структуры?

На ряде снимков отчетливо вышел... канал, который астрономы называли каналом Агатадемона. Это темная полоса шириной 160 и длиной 1200 км. После увеличения снимка стало ясно, что «канал» представляет собой широкий, немного изогнутый горный кряж, с обилием ущелий и кратеров. Похоже, что это просто край очень большого кратера. Может быть, то же относится и ко всем «каналам»? Пока не ясно. Неясна и природа сфотографированного яркого вихреподобного образования на поверхности Марса в области Тарсис, которая, как показали радиолокационные измерения с Земли, является возвышенностью. Это одна из тайн планеты.

Особенный интерес ученых вызвали снимки южной полярной области Марса. Помимо уже упоминавшегося множества кратеров, обращают на себя внимание какие-то образования, напоминающие снеговые оползни и ледники. Поразила ученых значительная (по некоторым оценкам метровая) глубина свежего покрова

*Над
полюсом*

(или изморози?). Поскольку в атмосфере Марса нет достаточно-го количества воды, то, значит, почти наверняка это сухой лед, замерзшая углекислота. Может быть, под ним есть все-таки тонкий слой и обычного льда?

*Марсиан-
ская
атмосфера*

Автоматические межпланетные станции, отправ-лявшиеся к Марсу, сумели приподнять завесу тайны не только над внешним обликом планеты, но и ее атмосферой. Как же это удалось им сделать, если траектория пролета станций лежа-ла далеко вне атмосферы Марса?

Полностью достоверную величину атмосферного давления можно получить лишь при его непосредственном измерении, пока это еще впереди. А вот косвенное измерение уже удалось про-извести и не заходя в атмосферу. Если сама межпланетная стан-ция не смогла проникнуть в атмосферу Марса, чтобы измерить ее давление, то она послала в нее своего гонца — радиолуч. Ведь он по-разному проходит через атмосферу, если ее давление раз-лично, что и позволяет по характеру прохождения радиоволн судить о характеристиках атмосферы. За время полета стан-ции только дважды наступал момент, когда было возможно это «радиоизмерение» давления атмосферы Марса. Легко дога-даться, что это за моменты: один раз, когда станция, облетая планету, заходила за нее, то есть наступал «заход» станции при виде с Земли, а другой раз при ее выходе из-за диска планеты с другой его стороны — при «восходе» станции.

Увы, чтобы радиосигнал со станции, принимаемый на Земле после того, как он прошел через атмосферу Марса, рассказал о ее давлении, нужно знать, каков состав этой атмосферы. А пока известно лишь, что марсианская атмосфера состоит в основном из углекислого газа (это тоже открытие космонавтики), в основ-ном, но не целиком, поэтому данные о давлении получаются лишь приблизительными. Неопределенность измерения оказалась свя-занной, однако, не только с этим: данные о давлении, полученные при «заходе» и «восходе» станции, разошлись. Атмосферное давление у самой поверхности планеты при «восходе» станции получилось примерно на $\frac{2}{3}$ большим, чем при «заходе». В чем тут секрет? Может быть, в том, что станция «заходила» над светлой областью Электрис, а «восходила» над более темным Ацидалийским Морем? И тогда следует предположить, что свет-лые области на Марсе — это возвышенности, а темные моря — низменности? Однако радиолокационные измерения с Земли да-ли как раз противоположные результаты. Эта загадка еще долж-на быть разгадана.

Но бесспорным, пожалуй, может считаться определенная при полете станции величина давления атмосферы Марса у самой поверхности планеты. Это давление оказалось на порядок мень-

ше, чем считалось раньше при измерениях с Земли, — оно равно примерно 5—8 тысячным долям атмосферы. Подобное давление существует в земной атмосфере на высоте 30—35 км. Да, шансы на существование сколько-нибудь высокоорганизованной жизни на Марсе становятся призрачными.

*Аммиак
и метан
над южным
полюсом*

И все же полностью исключить ее существование нельзя. Ведь пока не раскрыта причина возникновения на Марсе «волн потемнения», распространяющихся по поверхности планеты с юга на север и принимаемых некоторыми учеными за сезонные изменения, связанные с растительным

миром. Создают некоторые надежды и обнаруженные в атмосфере планеты над южной полярной областью газы — аммиак и метан, которые вполне могут иметь биологическое происхождение. Может быть, все же в результате таяния южной полярной шапки создается среда, в которой могут существовать живые организмы, хотя бы простейшие?

*Загадка
Фобоса*

Один из снимков оказался очень интересным: на нем виден спутник Марса — Фобос. Астрономы считали его, как обычно, шаром диаметром 16 км, но в действительности это бесформенная глыба, вроде гигантской картофелины размером 18×22 км, и какого-то необычного темного цвета, почти черная. Это заставляет думать, что Фобос не всегда был спутником Марса, а захвачен им из кольца астероидов.

*И Марс
немагнитен*

Интересные данные получены межпланетными станциями о магнитном поле и ионосфере Марса. Сколько-нибудь существенного магнитного поля планеты не обнаружено. Поэтому нет у Марса и радиационных поясов. А вот ионосфера очень похожа на земную — она тоже состоит как бы из нескольких слоев. На некоторых высотах ионизация атмосферы становится максимальной.

Межпланетным «марсианским» станциям удалось осуществить еще одно важное научное наблюдение — они измерили массу Марса. Конечно, измерили не сами станции, а ученые на Земле, производившие точные измерения траектории их полета.

*Магнито-
сфера —
основа
жизни?*

Что же, выходит, из всех планет земной группы лишь Земля обладает достаточно сильным магнитным полем, чтобы создать мощный радиационный пояс? Но ведь он служит своеобразным защитным щитом и, может быть, его наличие есть необходимое условие возникновения жизни на планете? А если Земля, чего опасаются отдельные ученые, со временем растеряет свое магнитное поле, которое, по некоторым данным, действительно постепенно ослабляется? Что будет с жизнью на Земле?

Или если действительно правильно предположение ученых, что ритм пульсации земного магнитного поля (оно колеблется с частотой 8—16 пульсаций в секунду) как бы настраивает и ритм деятельности сердца и дыхания человека, определяет ритм соответствующих биопотенциалов головного мозга (так называемый альфа-ритм)? Ведь тогда человек сможет жить только на Земле.

Вопросы, вопросы...

Впереди у космонавтики много дел.

*Прицел —
на Солнце*

Венера и Марс — пока единственные цели дальних полетов автоматических межпланетных станций. Впрочем, это не совсем точно. Обычно, помимо этих главных задач, перед ними ставились и другие. И о двух задачах стоит упомянуть особо — это изучение Солнца и межпланетной среды. Правда, подобные же исследования выполняли и некоторые искусственные спутники Земли и даже исследовательские ракеты.

Наиболее значительное открытие космонавтики, связанное с Солнцем, — солнечный ветер. Пока удалось зарегистрировать эти потоки солнечной плазмы на расстояниях от Солнца, соответствующих примерно орбите Марса. Достигают ли они Юпитера и еще более отдаленных внешних планет? Этого никто не знает, это дело полетов будущих межпланетных зондов. Пожалуй, можно предположить, что невидимый и неслышимый ветер, дующий от Солнца, достигает границ Солнечной системы, что вся она, по существу, погружена в расширяющуюся солнечную сверхкорону. Космонавтика проверит эту гипотезу. Решит она и многие другие важные проблемы, касающиеся нашего дневного светила, играющего столь большую роль в жизни людей.

*Как пред-
сказать
вспышку?*

Немало секретов Солнца уже раскрыто. Оказалось, что, несмотря на внешне спокойный облик, Солнце ведет весьма бурную жизнь. Об этом свидетельствуют, в частности, открытые космонавтикой мощнейшие вспышки весьма коротковолнового проникающего излучения Солнца разных видов. В полете межпланетных станций «Зонд» и «Венера» впервые были зафиксированы испускаемые Солнцем космические лучи, те самые, источником которых считались только далекие и неведомые галактики и звезды. Оказалось, что и Солнце шлет мчащиеся с околосветовой скоростью заряженные частицы вещества. Обычно интенсивные потоки подобных частиц регистрируются при солнечных хромосферных вспышках, представляющих собой еще недостаточно изученные возмущения во внешней оболочке — хромосфере Солнца. При вспышках в хромосфере образуются гигантские уплотнения раскаленного и ионизованного газа, сопровождающиеся мощными ударными волнами. Они-то и являются, очевидно, источником космических лучей, этих всепроникающих

микроснарядиков, выбрасываемых Солнцем в космос. Жесткое солнечное излучение весьма опасно для жизни космонавтов, и потому, если иметь в виду интересы космонавтики, пожалуй, самым важным было бы разгадать тайны солнечных вспышек и научиться узнавать об их приближении.

**Ультра-
фиолетовое
и рентге-
новское
Солнце**

В этом направлении космонавтика уже добилась немалых успехов. Установлено, в частности, что своеобразным звонком, предупреждающим о близкой солнечной вспышке, могут служить рентгеновы, ультрафиолетовые и радиолучи, испускаемые Солнцем. Как только наблюдается резкий всплеск, увеличение интенсивности такого

излучения, вскоре обязательно жди вспышку, и тем более мощную и опасную, чем сильнее «звонок». Так было предсказано, например, появление одной из самых сильных за последние годы солнечных вспышек, происшедшей в июле 1968 года.

Но ни ультрафиолетовые, ни рентгеновые лучи сквозь земную атмосферу не проходят, наблюдательные пункты на земной поверхности тут ничем помочь не могут. Они должны находиться в космосе. И уже немало искусственных спутников Земли и межпланетных зондов стало на «солнечную» вахту, чтобы не упустить очередной ультрафиолетовый или рентгеновский предупредительный «звонок». Получены уже сотни и тысячи изображений Солнца в этих лучах, своеобразные портреты нашего дневного светила, на которых отчетливо видны очаги повышенного излучения коротковолновых лучей. Рентгеновскую «фотосъемку» успешно вел наш «Космос-166», ультрафиолетовую — американская космическая «солнечная обсерватория» «OSO-4».

**По ту
сторону
Солнца**

К сожалению, обычно предупредительный «звонок» раздается все же слишком поздно, настолько, что в лучшем случае космонавты успеют укрыться в «радиационном» убежище корабля.

Нет ли путей более своевременного предупреждения, чтобы, например, можно было вовсе отменить старт еще не взлетевшей космической ракеты, если существует угроза сильной вспышки?

Космонавтика, кажется, нащупывает такую возможность. Как известно, Солнце вращается вокруг своей оси, делая один оборот примерно за 27 дней. Значит, почти две недели мы с Земли не можем видеть той, другой половины солнечного шара. И если именно на ней, этой невидимой с Земли стороне, готовится грандиозная солнечная вспышка, то Земля о ней может узнать лишь через две недели, когда она уже разразится. Вот если бы удалось взглянуть «сзади» на Солнце...

А почему бы и нет? Космонавтике это под силу. И вот уже межпланетные зонды облетают Солнце, внимательно разглядыва-

вая его коротковолновые «портреты», снятые, так сказать, в «обратный фаз», и посылая донесения на Землю. Так открывается, кажется, реальная возможность заблаговременного оповещения о грозящей солнечной вспышке. А ведь это важно далеко не для одной только космонавтики. Современная наука придает все большее значение солнечно-земным связям, роль Солнца во всей нашей жизни оказывается еще более значительной, чем предполагалось. И, в частности, роль солнечных вспышек.

*«Стрельба»...
радиостан-
циями*

Раз уж речь зашла о всяческих «экзотических» излучениях Солнца, то стоит упомянуть и еще об одном из множества интересных открытий космонавтики, касающихся природных явлений, о которых наука ранее не имела ни малейшего представления.

Выяснилось, что Солнце не только само излучает радиоволны, являясь как бы мощнейшей радиостанцией, вещающей на разных длинах волн, но и выбрасывает иногда со страшной скоростью в космос подобные же радиостанции! Это случается обычно как раз тогда, когда солнечная активность возрастает и появляются солнечные вспышки. В эти моменты радиоизлучение Солнца также возрастает по сравнению с «нормой» иногда в миллионы раз. И тогда же Солнце начинает выбрасывать в космос движущиеся источники радиоизлучения.

Эти «выстреленные» Солнцем радиостанции удалось обнаружить с помощью искусственных солнечных затмений. Дважды это произошло в 1967 году, когда аппаратура станции «Луна-12» перестала видеть Солнце, спрятавшееся за Луной. А радиолучи продолжали приходить еще 3—4 мин, значит, их источник находился на расстоянии приблизительно 32 солнечных радиусов от самого светила. Когда примерно через 15 мин радиоизлучение снова появилось (радиовосход!), то его источник находился уже на расстоянии 200 солнечных радиусов от Солнца, — путь, пройденный им за четверть часа, свидетельствует, что скорость источника равна примерно половине скорости света! В будущем несомненно космические зонды научатся забираться в самую сердцевину таинственной мчащейся радиостанции. Это уже будет началом новой науки — лабораторной астрофизики. Лабораторный эксперимент в космическом масштабе!

*Насколько
пуст
космос?*

Особый интерес для космонавтики представляет исследование межпланетной среды. Космический аппарат, мчащийся по межпланетной трассе, в течение долгих месяцев оказывается один на один с этой средой, он постоянно окружен ею и под-

вергается ее различным воздействиям.

Каково оно, это воздействие? Не зная этого, нельзя рассчитывать на успешное завершение полета. И прежде всего, пожа-

луй, нужно знать, насколько пуст космос, какова плотность заполняющего его межпланетного вещества.

Исследования, проведенные спутниками и межпланетными зондами, показали, что межпланетное пространство вовсе не пусто, хотя, конечно, существующий в нем вакуум превосходит почти все, достигнутое в земных лабораториях.

Не удивительно, что ученые рассматривают даже проект доставки из космоса на Землю в специальных сосудах космического вакуума, этой драгоценной «пустоты», для его изучения. Межпланетное пространство пронизывают потоки лучистой энергии, солнечный ветер, метеорные частицы, космические лучи. Все они подвергаются детальному изучению космонавтикой, и уже получены многие ценнейшие сведения, которые, по существу, только так и могли быть получены.

Микро- снаряды

Это относится и к метеорным частицам, этим микроснарядикам космоса. Сколько их носится в межпланетном пространстве и как они в нем распределены, каков их размер, какую опасность представляют они для космических летательных аппаратов? Никто не мог дать ответа на эти вопросы, важные прежде всего для космонавтики, кроме самой же космонавтики.

Для этого пришлось оснастить спутники и межпланетные зонды специальными устройствами, сигнализирующими о столкновении с метеорными частицами и одновременно фиксирующими их массу. Чтобы вероятность столкновения была больше, некоторые из таких «охотников за метеорными частицами» имели «ловушки» в виде пластин-панелей весьма значительного размера. При выводе в космос огромные пластины нужно было как-то складывать, чтобы упрятать под обтекатель носка ракеты. Один из подобных космических «охотников» — американский спутник «Пегас» имел две пластины по бокам, которые при выводе на орбиту складывались, как гармошка. Они были совсем не маленькие, эти «крылья»: их размах достигал почти 30 м, а поверхность равнялась 186 м². Сам крохотуля, а крылья как у огромного самолета!

Страшны ли метеорные удары?

Было время, и совсем недавно, когда космонавтика основательно побаивалась метеорных частиц, по крайней мере некоторые ученые считали их весьма серьезной угрозой космическим кораблям. Действительно, если крупная метеорная частица столкнется с аппаратом, то произойдет взрыв, после которого число мелких метеорных частиц в космосе резко возрастет, а аппарат придется внести в список пропавших без вести.

Однако, к счастью, страхи оказались преувеличенными. Как показали исследования, частицы размером крупнее 1 мм могут столкнуться с поверхностью в 1 м² в среднем один раз за несколько десятков и даже сотен лет. Для наиболее опасных круп-

ных частиц эта вероятность еще намного меньше. Разумеется, это средние данные, и аппарату, которому «не повезет» и в него угодит крупный космический камешек в самом начале полета, средние значения мало чем помогут.

Зато столкновения с частицами гораздо меньших размеров, порядка микронов, происходят неизмеримо чаще — раз в несколько минут и даже по несколько раз в секунду. Но из-за своей малости и хрупкости микрометеорные частицы не представляют собой опасности, разве только портят оптику, ухудшают работу солнечных батарей и еще делают матовой первоначально блестящие поверхности аппарата. Да и с этим вредным воздействием удастся бороться.

Опасные «течения»

Дело существенно осложняется, если аппарат встречается с целыми роями метеорных частиц, мчащимися в межпланетном пространстве.

В плотных концентрированных роях опасность столкновения возрастает в тысячи раз. Значит, их надо всячески избегать. На Земле мы знаем лишь о тех потоках, которые пересекают земную орбиту, но наивно было бы предполагать, что этим дело и исчерпывается. Несомненно, есть множество и других опасных «течений» в межпланетном пространстве.

И действительно, уже не раз космонавтика обнаруживала такие «течения». Встретилась с одним из них наша станция «Марс-1». Но особенно «повезло» в этом отношении, пожалуй, автоматической межпланетной станции «Маринер-4». Ей довелось встретиться с неизвестными метеорными потоками дважды, правда, к счастью, оба раза уже после облета Марса. Первая встреча произошла в сентябре 1967 года, когда в течение 7 мин бортовая аппаратура зарегистрировала 17 ударов. Но более серьезное испытание выпало на долю станции примерно через три месяца после первой встречи, в декабре 1967 года. Она попала в самый мощный метеорный поток, с которыми когда-либо приходилось иметь дело, и находилась в нем 10 суток. На станцию обрушились сотни ударов камешков, мчащихся со скоростью до 250 000 км/час. Под действием этой бомбардировки станция стала беспорядочно вращаться и кувыркаться, сильно отклонилась от первоначальной траектории полета, ориентация солнечных панелей и связь со станцией были нарушены.

К серьезным последствиям привело и столкновение станции «Маринер-7» с микрометеоритом, пробившим, очевидно, бак на ее борту.

В будущем космонавтике придется побеспокоиться о составлении подробной и точной лоции всех значительных метеорных «течений» космоса, чтобы надежно устранить опасность встречи с ними, которая всегда грозит катастрофой.

ШАГИ В КОСМОСЕ

...И вот он наступил, этот долгожданный день. Опять космическая ракета установлена на стартовой позиции космодрома Байконур. Снова, как уже не раз, волнения последних предстартовых мгновений, грохот и огонь, медленно поднимающаяся в небо белоснежная громада.

Все как всегда?

Но почему так необычно взволнованы все люди, присутствующие в этот раз на космодроме? Отчего так напряжены лица руководителей полета, специалистов, инженеров, конструкторов различных систем ракеты? Ведь кажется, столько раз за минувшие годы они давали «добро» на космический старт, можно бы и привыкнуть.

Но нет, к тому, что происходит теперь на космодроме, «привыкнуть» они не могли, хотя бы потому, что такого еще не было. Ибо если 4 октября 1957 года запуском первого советского искусственного спутника была начата космическая эра человечества, то теперь, через три с половиной года после этого, она начиналась еще раз. И хотя 4 октября стало официальной датой начала космической эры, записанной в ее метриках XVIII Международным астронавтическим конгрессом в Белграде в сентябре 1967 года, дата ее второго рождения не менее памятна людям. Ибо в этот весенний день, 12 апреля 1961 года, в космос впервые выходил не автоматический посланец человека, а сам человек. И поэтому теперь 12 апреля — ежегодный Всемирный молодежный день авиации и космонавтики.

*Перво-
проходец* Удивительно ли, что так волновались все очевидцы и участники этого величайшего исторического свершения? Впервые там, на макушке ракетного «небоскреба», под тонкой оболочкой носового обтекателя находился не просто «полезный груз», не приборы и автоматы, а космический корабль с экипажем. Пусть этот экипаж был крайне малочисленным, в одном лице совмещались и командир космического корабля, и его штурман, и бортинженер, и ученый-наблюдатель. Все-таки это был настоящий обитаемый корабль.

Кому-то нужно быть первым. Им стал Юрий Алексеевич Гагарин.

Теперь это имя известно любому человеку на Земле. Тогда его знали только немногие. И как же было этим немногим не волноваться в то раннее весеннее утро на космодроме? Тогда все неизведанное было еще впереди, и через этот барьер неизведанного нужно было перейти. Тщательно готовилась наука к за-

ветному мигу, стараясь все предусмотреть. Но все же как не волноваться! И хотя спокойно прозвучали в момент старта ставшие потом знаменитыми слова космонавта: «Ну, поехали!», те, кто отправлял ракету в полет, не могли не волноваться.

Полет космического корабля «Восток» с Юрием Гагариным на борту длился 108 мин. Всего 108 — если иметь в виду многие последующие полеты, и целых 108, потому что это были первые минуты, наполненные волнением и восторгом.

Уже нет среди нас первопроходца космоса, нашего Юрия Гагарина, мы никогда более не услышим его характерный, слегка окаянный говорок, не увидим несравненной, покорившей континенты улыбки.

Но имя Гагарина бессмертно. То, что он сделал для людей, человечество не забудет никогда.

Взлетев в Байконуре и облетев вокруг земного шара, корабль «Восток» совершил посадку на берегу Волги, вблизи Саратова, в окрестностях деревни Смеловка. Теперь там сооружен обелиск в честь первого в мире полета человека в космос и сооружается музей, посвященный Гагарину.

Хотя прошло только десять лет с момента полета Гагарина, космонавтика накопила уже славный опыт полетов космонавтов. Каждый следующий полет не был простым повторением пройденного, он становился новым важным шагом человека в космос.

Через четыре месяца после полета Гагарина был осуществлен второй космический полет — в небо отправился Герман Титов. На этот раз корабль «Восток-2» совершил 17 витков вокруг Земли. Полет длился сутки. Впервые космонавту пришлось не только работать в космосе, но и принимать пищу, спать, отправлять другие физиологические потребности. Все было внове.

А потом — первый групповой полет Андрияна Николаева и Павла Поповича, когда впервые космонавты совершали полет около суток на небольшом расстоянии друг от друга. Это позволило выяснить многие вопросы связи между кораблями в космосе, дублировать проводимые в полете эксперименты, и т. п.

Групповой полет двух кораблей был осуществлен и еще раз, в 1964 году. Но и это не было простым повторением — вместе с Валерием Быковским в космосе — первая женщина-космонавт Валентина Терешкова.

Новый серьезный шаг в овладении космосом и освоении техники пилотируемого космического полета советская наука сделала в следующем, 1965 году. В космос был запущен первый в мире многоместный космический корабль «Восход». На его борту находился экипаж из трех космонавтов: командиром корабля был Владимир Комаров, бортинженером — Константин

Феокистов, бортврачом — Борис Егоров. Это был прообраз будущих космических кораблей.

В открытом космосе И следующий космический корабль, запущенный советскими учеными, тоже был не одноместным. На корабле «Восход-2» находились два космонавта. Один из них, Алексей Леонов, с помощью

своего товарища и командира корабля Павла Беляева совершил невиданную прогулку по бездне, выйдя впервые из корабля в открытый космос. Впечатляющий кадр советского космовидения украшает ныне в виде гигантской картины павильон «Космос» на ВДНХ в Москве, — распластав руки, подобно фантастической птице, парит человеческая фигура в скафандре на фоне угольно-черного космоса и вечных звезд. Парит? Этот термин как-то не очень вяжется с огромной скоростью движения — за 20 минут пребывания вне кабины корабля Леонов пролетел в космическом пространстве 9300 км!

В космосе «Союз» В апреле 1967 года с помощью мощной ракеты-носителя в космос был выведен новый, более совершенный космический корабль «Союз-1» с героем-космонавтом Владимиром Комаровым на борту. После суточного полета корабль пошел на посадку. В результате нерасчетной работы парашютной системы скорость снижения корабля не была полностью погашена, что привело к гибели космонавта.

Годы не помеха Следующие два «Союза» появились в космосе в октябрьские дни 1968 года, особенно памятные советской молодежи — она праздновала полувек юбилей своего родного комсомола. Один за другим, с интервалом в сутки, в небо взмыли беспилотный «Союз-2» и «Союз-3», на борту которого находился славный сын комсомола и партии, космонавт Георгий Береговой. Что из того, что это был комсомолец 30-х годов, что в момент полета ему исполнилось уже 47?

Годы не помеха, если сердце молодо.

Корабль «Союз-3» после почти четырех суток полета совершил посадку в заданном районе Казахстана.

Полет «Союза-3» означал новый важный этап в советском штурме космоса. Этот космический корабль гораздо совершеннее своих предшественников — «Востоков» и «Восходов» — и открывает новые возможности в освоении космоса.

Прежде всего, корабль гораздо больше по размерам, его внутренний объем пока наибольший, он равен примерно 9 м³, и корабль несравненно удобнее для экипажа, что особенно важно в длительных полетах. Космонавты могут находиться в корабле без скафандров, причем располагаться сразу в двух «комнатах» этой космической «квартиры».

Помимо обычной кабины, своеобразного командного пункта, в которой космонавты находятся при взлете и посадке, отчего она носит название спускаемого аппарата (именно он совершает посадку, отделившись от других частей корабля), на «Союзе» впервые предусмотрен еще один, орбитальный отсек. Это уютная «комната» с меблировкой для отдыха и проведения научных исследований. Имеет корабль и третий отсек для размещения приборов и агрегатов. Корабль, способный совершать полеты длительностью до 30 суток, оснащен двигательными установками и всем необходимым оборудованием для маневрирования в космосе. Он куда больше походил на свободно маневрирующий в пространстве самолет, чем прежние космические корабли.

Подобно самолету У «Союза» есть еще одно важное сходство с самолетом. Его спускаемый аппарат обладает, в отличие от прежних, так называемым аэродинамическим качеством. Что представляет собой и для чего нужно это свойство?

Спускаемый аппарат у прежних советских космических кораблей — шар. Это удобно в некоторых отношениях, но делает спуск в атмосфере менее выгодным. Действительно, как действует атмосфера на движущийся в ней шар? Она его, естественно, тормозит, что и требуется, но, к сожалению, только тормозит. Шар совершает, как говорят, баллистический спуск. А представьте себе, что вместо шара в воздухе движется плоская пластинка? Если она чуть-чуть наклонена к направлению движения и как бы набегаёт своей нижней плоскостью на стремительный поток воздуха, обтекающий пластинку, то этот поток будет уже не только тормозить, но и отклонять пластинку вверх или, при соответствующем наклоне, в сторону. Точь-в-точь как заправский змей. И почти как крыло любого самолета, ибо именно из-за аэродинамического качества, которым оно обладает, и способен летать самолет.

Конечно, космический спускаемый аппарат вовсе не похож на крыло самолета, он имеет форму, несколько напоминающую автомобильную фару, но все же обладает аэродинамическим качеством, хотя и гораздо меньшим, чем у самолета.

Но чем же выгодно аэродинамическое качество спускаемого аппарата? Многим. Не зря говорят, что создание подобных кораблей — новая эра в космонавтике. Прежде всего, поскольку набегающий поток не только тормозит, но и поддерживает аппарат, торможение неизбежно оказывается менее сильным. Но это значит, что при аэродинамическом (в отличие от прежнего, баллистического) спуске будут меньше инерционные перегрузки. Вес Г. Берегового при посадке возрос всего в 3—4 раза, тогда как у всех космонавтов, совершавших посадку в «шарике», как они любовно называли спускаемый аппарат, он увеличивался в

8—10 раз! Выгода очевидна. Меньше торможение — ниже и температура разогрева аппарата. Есть подъемная сила — можно маневрировать при снижении, выбирая наивыгоднейшее место посадки аппарата.

*Опасная
свобода*

Правда, с другой стороны, всякая свобода есть вместе с тем и известная ответственность — свободой нужно пользоваться умеючи, с оглядкой.

Если спускаемый аппарат — шар — может войти в атмосферу в любом положении, шару это все равно, то теперь уже необходимо строго определенное положение аппарата, иначе его аэродинамическое качество вместо пользы может принести непоправимый вред, что, пожалуй, не требует пояснений. Значит, нужно управлять, а ведь это совсем не просто.

*Рикошет
от атмосферы*

Способ посадки, применяемый «Союзом», вовсе не является единственно возможным для космических аппаратов с аэродинамическим качеством. И наглядно это проиллюстрировал через месяц после полета «Союза-3» беспилотный «Зонд-6». Он тоже обладал аэродинамическим качеством, но воспользовался им иначе, чем «Союз-3». Это было вполне оправданно, поскольку входил он в атмосферу с гораздо большей скоростью.

Чтобы погасить огромную скорость порядка 11 км/сек путем торможения в атмосфере, «Зонд-6» совершил своеобразный заатмосферный пируэт. Снижающийся аппарат затормозился в атмосфере (его скорость упала примерно до 7,6 км/сек) и, естественно, разогревался, а затем, рикошетируя от плотной атмосферы, как плоский камешек от воды, снова вырвался из нее в космос. Затем он возвратился в атмосферу, снова затормозился в ней и потом совершил посадку. Подобная «рикошетирующая» посадка считается весьма перспективной. В августе 1969 года она была повторена «Зондом-7», а также использована космическими кораблями «Аполлон».

*Зимой
на Байконуре*

Первые полеты «Союзов» были лишь прелюдией к тому, что произошло примерно три месяца спустя, в самом начале 1969 года. «Союзы» оказались способными на большее.

Сначала на орбиту спутника Земли вышел «Союз-4» с космонавтом Владимиром Шаталовым, а на следующий день, 15 января, спутником стал «Союз-5», на борту которого находился экипаж из трех человек: командиром корабля был Борис Волинов, бортинженером — Алексей Елисеев и инженером-исследователем — Евгений Хрунов. Миллионы телезрителей стали очевидцами стартов обоих кораблей, как бы перенеслись на завьюженный Байконур. Это были первые зимние пуски пилотируемых кораблей. Сверхсложный сам по себе пуск космической ракеты становится, наверное, еще сложнее и труднее, когда по скован-

ной тридцатиградусным морозом байконурской земле метет свирепая поземка.

Старт Когда оба «Союза» начали свой совместный групповой полет в космосе, их разделяло немалое расстояние, примерно тысяча километров.
виден Командир первого из них, Шаталов, уже находясь на орбите, видел, как стартовали его друзья — их выдавала длинная белая полоса инверсионного следа взлетающей ракеты. Конечно, с тысячекилометрового расстояния увидеть друг друга в космосе нельзя, хотя орбиты обоих кораблей были и близкими. Зато радиосвязь между кораблями была установлена сразу же.

Первые сутки корабли так и провели врозь, занимаясь каждый своим делом, — маневрировали в космосе, изменяли орбиты, проводили научные эксперименты. Но вот наступили вторые сутки, и тут-то началось главное, чего ждали с величайшим нетерпением.

Начался выдающийся эксперимент, роль которого для всего будущего космонавтики трудно переоценить.

Первая Итак, 16 января 1969 года — дата, которой суждено стать исторической. В этот день оба корабля «Союз» состыковались. Собственно, в самой-то стыковке не было ничего особенно нового.
космическая
есть!

Взаимный поиск кораблей и их сближение до расстояния примерно 100 м осуществлялись автоматически, как и раньше при стыковке «Космосов». Но дальше управление стыковкой взяли в свои руки командиры кораблей, хотя она могла осуществляться и автоматически. Мы видели на телеэкранах, как медленно-медленно сближаются корабли, как они, наконец, сошлись совсем близко. И вот уже почти неумовимое вздрагивание кораблей показало, что состоялся захват. Еще немного, и механическая система стянула оба корабля вплотную, соединились электрические системы обоих кораблей, объединилась их телефонная связь.

Так впервые состыковались два пилотируемых космических корабля. Теперь уже в космосе вместо двух мчалось одно искусственное небесное тело. Это была первая в мире орбитальная космическая станция. Пусть ученые ее называли «экспериментальная», все же это был истинный прообраз будущего несметного множества подобных станций самых разных размеров, форм, назначений. Начало всему этому многочисленному (и, можно смело утверждать, вечному, столь велика его будущая роль) семейству орбитальных станций положено именно этой, первой «экспериментальной».

«Отель» на орбите

По орбите совершал теперь свой полет спутник непривычно больших размеров и с необычными свойствами. Его экипаж из четырех космонавтов размещался в четырехкомнатной (не считая еще двух «темных» комнат с оборудованием) космической «квартире» объемом 18 м³. Как в первоклассных отелях, к услугам постояльцев было все, включая комнату отдыха, кухню, меблировку, отличную пищу, кондиционирование воздуха. И возможность поговорить по радио с любым уголком земного шара. А еще невообразимая красота космоса.

Жильцы надолго

Первая космическая станция существовала 4 час 34 мин, потом корабли расстыковались и продолжали самостоятельный полет, завершившийся успешной посадкой. Чтобы в течение всего полета не было голода в электроэнергии, корабли имели свои собственные солнечные электростанции. На экранах телевизоров были отлично видны панели солнечных батарей, напоминающие настоящее «самолетное» крыло полезной площадью 14 м². Солнечные панели должны быть всегда ориентированы на Солнце, и, чтобы удержать корабль в нужном положении, космонавты с помощью системы ориентации «закручивали» корабль вокруг оси корабль — Солнце со скоростью несколько градусов в секунду.

Заходи, дружище!

Но стыковка была лишь первым актом космического эксперимента, проведенного над Землей, — мы все были телесвидетелями второго, еще более поразительного акта.

Глядите, в корабле идет переодевание — в орбитальном отсеке «Союза-5» космонавты Елисеев и Хрунов с помощью своего друга и командира Волинова облачаются в космические доспехи — скафандры.

И вот мы видим Елисеева, сначала выглядывающего из люка «Союза-5», а потом плывущего в космосе, перебирающего руками вдоль поручней. Этот же путь проделал и Хрунов. Они отправились в гости к Шаталову.

Высотники- монтаж- ники

Конструкторы «Союзов» могли создать своеобразный герметичный коридор-лаз, соединяющий оба корабля, обе части станции, чтобы вообще не нужно было выходить «на улицу».

Но в данном случае был разработан именно вариант с выходом космонавтов в открытый космос. Такая необходимость в космонавтике встретится не раз. Она может быть связана, например, с проведением строительно-монтажных, аварийно-спасательных и других работ.

Работы в космосе! Без этого нельзя себе представить ни будущего самой космонавтики, ни грядущего расцвета космической индустрии. «Монтажник — будущая профессия космонавта», —

сказал Андриян Николаев. Космическими монтажниками были Елисеев и Хрунов, выполнившие в течение своего пребывания в открытом космосе не только ряд исследований, но и монтажных операций, демонтаж и перемещение кинокамер и др.

*Снова
домой*

Корабли «Союз-4» и «Союз-5» взлетали с Земли с интервалом в сутки и с таким же интервалом вернулись домой, совершив посадку в Казахстане. Но «Союз-5» имел при взлете экипаж из трех

человек, а когда через трое суток он вернулся на Землю, то на его борту находился только его командир Воынов. А за день до этого на Земле встречали «Союз-4» с тремя космонавтами на борту...

Как быстро все же мы привыкаем к фантастическим свершениям космонавтики!

*Космическая
эскадра*

В октябре 1969 года «Союзы» снова побывали в космосе, на этот раз их было сразу три — «Союз-6», «Союз-7» и «Союз-8». Целая космическая эскадра впервые совершала групповой полет, и впервые в космосе появился «Флагман эскадры». Им был уже побывавший ранее в космосе Владимир Шаталов, находившийся на борту «Союза-8» вместе со своим товарищем по прежнему полету Алексеем Елисеевым. Всего же на борту всех трех кораблей находился экипаж из семи космонавтов: на «Союзе-6» было тоже двое — Георгий Шонин и Валерий Кубасов, на «Союзе-7» трое — Анатолий Филипченко, Владислав Волков и Виктор Горбатко. Такого еще не знала космонавтика. Корабли взлетели 11, 12 и 13 октября и после примерно пятисуточного полета совершили посадку с таким же суточным интервалом. Эта четкость в проведении сложного полета сразу трех кораблей вызвала восхищение зарубежных ученых.

*Сварка
на орбите*

Много разных экспериментов провели в космосе экипажи трех «Союзов», но один из них привлек особое внимание. Его осуществили члены экипажа «Союза-6». Они занимались на орбите... сваркой. Столь обычная на Земле, сварка в космосе выполнялась впервые.

О ее значении говорить нечего, ведь впереди создание больших орбитальных станций.

На первый взгляд кажется: ну что особенного в сварке на орбите, чем она может отличаться от всем хорошо знакомой электрической или какой-либо иной сварки на Земле? Соединил свариваемые детали, включил горелку — и вари. Но на самом деле и на Земле обычно так не варят, а в космосе и вовсе все обстоит куда сложнее. Не зря до проведения эксперимента по космической сварке велись длительные наземные испытания.

При любой сварке, сопровождающейся расплавлением ме-

талла, образуется жидкий расплав и выделяются газы. Как поведут они себя на орбите, где господствует невесомость и царит глубочайший вакуум? Наиболее достоверный ответ на этот вопрос может быть получен в условиях истинного орбитального полета. В этих же условиях должна быть проверена и работа довольно многочисленной, разнообразной и сложной автоматической сварочной аппаратуры — сварка даже на Земле давно стала сложным, автоматизированным технологическим процессом. Это необходимо во многих случаях и на Земле, а тем более необходимо, очевидно, в космосе. А ведь в космосе все эти автоматы, электрические и механические устройства работают совсем по-иному, не так, как на Земле.

Для проведения эксперимента по сварке в орбитальном полете была создана специальная экспериментальная сварочная установка «Вулкан». Недаром ей дали имя мифологического божественного кузнеца Вулкана, для которого горном служила огнедышащая Этна. Пожалуй, именно там, на орбите, космическим кузнецам и металлургам предстоит свершить подвиги, способные затмить деяния античного бога, выстроившего медные чертоги на горе Олимп и отковавшего боевые доспехи для Ахиллеса...

Установка «Вулкан» предназначена для исследований разных видов сварки в космосе — сжатой дугой низкого давления (плазмой), электронным лучом, плавящимся электродом. Установка полностью автономна, она соединена с кораблем лишь кабелем телеметрии, на корабле же находится и пульт дистанционного управления процессом сварки. Установка, состоящая из различных устройств, источников питания, средств автоматики и связи, расположена в специальном отсеке корабля, заполненном азотом. Для проведения эксперимента космонавт-оператор сначала производит разгерметизацию отсека, так сказать, впускает в него космос, а затем осуществляет сварку поочередно разными методами. За ходом процесса сварки ученые наблюдали на Земле по показаниям приборов, получавших телеметрические сигналы с борта корабля. По существу, в этом эксперименте на орбите работала целая небольшая автоматическая сварочная мастерская, микроцех...

Интересно отметить, что некоторые результаты научных исследований и проектно-конструкторских разработок, выполненных учеными и инженерами в ходе подготовки к орбитальному эксперименту по сварке, уже нашли эффективное применение в земной практике.

Вот она, служба космоса Земле, еще одна служба...

Рекорд и будни

Но, пожалуй, еще большее значение для будущих орбитальных станций имел полет «Союза-9», запущенного 1 июня 1970 года. Члены его экипажа — опытный космонавт Андриян Николаев и молодой ученый Виталий Севастьянов — не выполняли каких-то необычных экспериментов, хотя программа полета была очень насыщенной и напряженной. Их работа на корабле была будничной, но именно в этой рабочей будничности, может быть, и заключается самое большое достижение нашей космонавтики. Когда уже позади необычность первых впечатлений, дерзость свершений и радость открытий, то начинается главное, ради чего, по существу, и создана космонавтика, — ее напряженные трудовые будни. Повседневная служба науке, народному хозяйству, людям — бесценная служба, которую ничем не заменишь, — вот благородная задача космонавтики. Именно так будут трудиться экипажи больших орбитальных станций будущего. И даже то, что в полете «Союза-9» была достигнута максимальная длительность орбитального полета людей — почти 18 суток, точнее, 424 часа 58 минут 50 секунд, как и максимальная дальность космического полета — 11 889 027 км, — тоже, в конце концов, есть не что иное, как будни современной космонавтики.

**Тысячи тол-
стенных книг** Большой и насыщенной была программа научных исследований экипажа корабля «Союз-9». Необычно длительный полет позволял не только увеличить число разнообразных экспериментов, но и повторять по несколько раз некоторые из них. Ученые знают, как важна повторяемость получаемых экспериментальных результатов — получение, как говорят, должной статистики опытных данных.

Нет никакой возможности перечислить здесь даже кратко все научные исследования, осуществленные космонавтами за время полета. Ведь даже после предварительной обработки и логического сокращения (производимого в наземных пунктах слежения) поступающей с борта на Землю телеметрической информации, содержащей естественно и результаты проводимых космонавтами экспериментов, ее объем был так велик, что это трудно даже себе представить. Каждую секунду поступали сведения о многих тысячах измерений! Если бы изложить всю эту информацию на страницах обычных книг в виде цифр, одних лишь цифр, то за сутки набралось бы не меньше нескольких тысяч толстенных книг!

Орбиталь- ные астро- физики

Большое значение имели, в частности, астрофизические наблюдения, которые вели члены экипажа «Союза-9». Диапазон подобных исследований очень велик — тут и наблюдения далеких небесных светил, и изучение метеорного

вещества в космосе, и отработка соответствующей бортовой научной аппаратуры и методов наблюдений, и еще многое другое. Вот, например, только одна из задач, в решение которой космонавты «Союза-9» внесли немалый вклад.

Ранее считалось, да и поныне можно встретить подобное мнение, что в открытом космосе на абсолютно черном существующем там фоне можно легко наблюдать звезды не только на ночной, но и на дневной стороне Земли — Солнце там якобы не мешает, его лучам не на чем рассеиваться. Но опыт космических полетов показал, что дело обстоит иначе — и в космосе существует какой-то световой фон, корабль окружает какая-то своеобразная «атмосфера», рассеивающая, подобно земному небу, солнечные лучи, что не позволяет видеть многие слабые звезды. Эта «атмосфера» создается газовыми и другими частицами, выделяемыми поверхностью корабля, выхлопом его реактивных двигателей и др. Некоторые из частиц светятся, как настоящие звезды. Образующиеся газопылевые «облака», целые рои таких космических «светлячков», не только мешают астрономическим наблюдениям, но и могут нарушить нормальную работу чувствительных бортовых оптических приборов: приборы могут осесть на оптических поверхностях, иллюминаторах и т. д. Полет «Союза-9» дал отличную возможность исследования этих эффектов в течение необычно длительного времени, что, разумеется, в данном случае весьма важно. Важно и то, что подобные исследования были комплексными, с применением разнообразного арсенала технических средств и методов. Кстати, когда мы говорим «важно», то имеем в виду прежде всего интересы будущих обитаемых орбитальных обсерваторий.

Космонавты успешно справились и с другой задачей астрофизических наблюдений, требующих быстрого и точного осуществления операций по ориентированию аппаратуры на выбранную для наблюдений звезду и стабилизации в этом положении путем закрутки корабля вокруг оси, проходящей через эту звезду. Поди-ка справься с такой хитрой операцией без тренировки!

Единым фронтом Можно привести и другие примеры, когда решающей особенностью проводимых экипажем «Союза-9» научных экспериментов была именно их комплексность. Так, большой научный интерес представлял метеорологический эксперимент, в котором, помимо «Союза-9», участвовали также спутник «Метеор» и научно-исследовательское морское судно «Академик Ширшов». (Кстати, быстро возрастающий флот «судов науки» приобрел недавно своего флагмана — корабль «Космонавт Гагарин», специально приспособленный для космических исследований. Хорошая память о первопроходце космоса!) Исследовался один район земного шара — западная часть акватории Индий-

ского океана, но, так сказать, по-разному, с разных точек зрения в буквальном смысле слова. С борта судна запускались радиозонды для атмосферных измерений, спутник, пролетающий над этим районом, «вглядывался» в него с высоты около 630 км, а «Союз-9» — с меньшей высоты. Ясно, что так могут быть получены особо ценные научные сведения.

Или другой пример: геологический эксперимент, проведенный в районах Северного Кавказа, Каспийского и Аральского морей, Казахстана и Западной Сибири. С борта «Союза» велось фотографирование геологических объектов района, и одновременно их же фотографировали самолеты геологической разведки.

*Человек
обживает
космос*

Впервые в истории космонавтики в столь большом объеме были проведены экипажем «Союза-9» и медико-биологические исследования. Ведь для подобных исследований длительность — часто решающее обстоятельство. Человек начинает всерьез обживать космос, — значит, нужно знать все, что должно быть при этом учтено, что должно быть предусмотрено наукой. Необычно длительный полет представил для этого поистине уникальную возможность.

Прежде всего в полете еще раз выяснялось, как быстро человек «осваивается» на корабле, привыкает к невесомости, как говорят ученые, адаптируется к ней. Не менее важно знать, как он «перепривыкает» потом к обычным земным условиям после длительного полета, как он реадаптируется.

Опыт полета показал, что космонавты быстро привыкают к состоянию невесомости и хорошо переносят полет, но вот реадаптация происходит не столь легко. Первые дни после возвращения на Землю космонавты чувствовали себя, по их выражению, «не в своей тарелке», ощущение было такое, словно они находились в центрифуге при тренировке под действием двойной или чуть большей перегрузки. Все тело, руки, ноги, голова стали вдруг тяжелыми, и только постепенно, на пятый-шестой день эта «перегрузка» исчезла. Эти полученные наукой сведения имеют исключительно большое значение.

Важными были также проводившиеся на борту корабля исследования, касавшиеся особенностей человека как составной части сложной системы управления. Действительно, как будут справляться космонавты со своими обязанностями в системе «человек — машина» в ходе длительного полета? Лабораторные наземные испытания не могут дать исчерпывающего ответа на этот важнейший для всего будущего космонавтики вопрос, а ведь он связан с самой возможностью превращения космоса в рабочую площадку, производственный «цех» человечества. На борту «Союза-9» находился оригинальный прибор «Вертикаль», позволявший изучать эту проблему. Это было своеобразное

устройство для проверки того, насколько сохраняет человек на орбите точность движений и быстроту реакции. Задача была вроде как бы и простой — нужно было установить строго в вертикальном положении (разумеется, по отношению к интерьеру кабины корабля) одну деталь прибора — диск с прорезью. Но даже на Земле в некоторых случаях не так уж просто установить, где верх, а где низ — если лечь, например, на бок. Что же говорить о космосе, когда космонавт свободно плавает в кабине? Тут иногда возникает даже так называемая иллюзия инверсии — кажется, что ты перевернулся «вверх ногами», что пол теперь сверху. Исследование показало, что в начале полета координация управляющих движений человека действительно ухудшилась, но затем постепенно приблизилась к «земному» уровню.

Космическая гимнастика

Для экипажа «Союза-9» были подготовлены специальные гимнастические снаряды и комплекс упражнений для занятий «космической гимнастикой». Не слышали о такой? Да ее и не было, а сейчас есть. Особенность подобной гимнастики не только в том, что ей нужно «уложиться» в скромные габариты корабля, но и в том, чтобы приспособиться к условиям невесомости. Для космонавтов был создан специальный костюм для гимнастических упражнений, привязные пружинные амортизаторы — экспандеры и другое оборудование. Дважды в день, каждый раз по часу, космонавты делали физические упражнения по специально разработанному циклу: в один день одни, в другой — другие. Причем нагрузки в этих упражнениях были строго дозированными, чтобы можно было сравнить реакции организма на Земле и в полете: например, нужно было 30 раз за одну минуту растягивать экспандер с силой 10 кг и т. п.

И шахматы тоже

Впервые в космосе на борту «Союза-9» была сыграна... партия в шахматы. Вот уже эта древняя игра проникла и в космос! Конечно, шахматная доска и фигуры были сделаны специально и приспособлены к условиям невесомости — в них фигуры связаны с доской и никак не могут «улететь», что могло бы причинить немало неприятностей (кстати, такие «космические» шахматы можно будет купить и в магазинах, они могут пригодиться не только в космосе).

Космонавты играли в шахматы не друг с другом, а с Землей — против экипажа корабля выступала земная «команда». Первый матч «Земля — космос» закончился вничью на 35-м ходу... Пусть эта партия, может быть, и не обогатила шахматную теорию, но она оказалась весьма полезной для проверки состояния экипажа корабля «Союз-9» и для его активного отдыха.

«Салют»
и «Союз»

Шагом в будущее стал и осуществленный в апреле 1971 года полет следующего «Союза», 10-го по счету, на борту которого, кроме опытных космонавтов Владимира Шаталова и Алексея Елисеева, находился и «новичок» Николай Рукавишников. Полет продолжался двое суток, но 5 час 30 мин «Союз-10» летел не в одиночку, а будучи состыкованным с выведенной ранее в космос орбитальной научной станцией «Салют». Впервые на орбите появилась подобная станция — прообраз множества последующих, и наши космонавты провели стыковку своего корабля с автоматической станцией. Космонавты вели научные наблюдения и эксперименты, осуществили кино- и фотосъемку, с помощью установленных на корабле «Союз» наружных телевизионных камер передавались на Землю изображения станции «Салют». Но главное — впервые космический корабль причалил к орбитальной станции и состыковался с ней. Об этом важном шаге советской космонавтики еще будет рассказано позже.

18 раз взлетали в небо могучие космические ракеты Страны Советов с первопроходцами космоса на борту. 25 советских космонавтов побывали в космосе, заложив основы космоплавания (данные на 1 июля 1971 года). Они были не единственными людьми, проникшими в космическое пространство.

Прощупывание Вначале в США, в отличие от Советского Союза, были совершены два полета, которые, пожалуй, полностью космическими и не назовешь. Это было осторожное «прощупывание» космоса — космонавт совершал так называемый суборбитальный полет по баллистической траектории. При этом он на короткие минуты врывался в космос и, едва достигнув высот, на которых прокладывают свои пути-орбиты искусственные спутники, стремглав устремлялся к Земле. Эти полеты планировались еще до того, как в космосе побывал Гагарин. Но задержки с выполнением американской космической программы, вызванные, в основном, неполадками в космической ракетной технике, привели к тому, что намеченные ранее суборбитальные полеты космонавтов США были проведены уже после первых советских космических полетов.

Вслед за ними начались полеты одноместных космических кораблей «Меркурий». Эти корабли были легче кораблей «Восток»: если «Восток» весил более 4700 кг, то «Меркурий» примерно

2000 кг. Это объяснялось отсутствием у американских ученых достаточно мощной ракеты-носителя. Из-за меньшего веса «Меркурия» космонавту в нем было меньше комфорта — тесней была кабина корабля, меньше запасы кислорода и пищи на борту. Не удивительно, что полеты «Меркурия» были, по необходимости, гораздо более короткими. Самый длительный из них, полет

«Меркурия-Фейт-7» с космонавтом Г. Купером на борту, продолжался немногим больше 34 час. Всего же американские космонавты провели в космосе на одноместных кораблях в течение 4 полетов чуть больше 53 час. Общий космический «налет» советских и американских космонавтов на одноместных кораблях превысил 436 час. В этих полетах пройдено расстояние более 12 миллионов километров.

Космические «близнецы»

Вслед за кораблями «Меркурий» в космос стали выходить американские космические корабли «Джеминай», что в переводе означает «близнецы». И действительно, каждый такой корабль имел на борту двух сидящих рядышком космонавтов. Всего было совершено 10 полетов кораблей «Джеминай», и хотя первое время в этих полетах возникали серьезные неполадки, в особенности с системой жизнеобеспечения космонавтов, в целом полеты были успешными.

В полетах кораблей «Джеминай» американские ученые и космонавты достигли важных для космонавтики результатов. Так, полет корабля «Джеминай-7», совершенный в декабре 1965 года, длился 330 час 35 мин; эта длительность полета была превышена только в июне 1970 года нашим кораблем «Союз-9».

С шлюзом или без?

Но, пожалуй, наиболее значительным достижением можно считать выполнение космонавтами кораблей «Джеминай» операций по выходу из кабины в открытый космос. Выход в космос технически выполнялся ими иначе. Леонов выходил из кабины в космос через специальный шлюз — особый отсек корабля «Восход», игравший роль как бы своеобразного тамбура. Конечно, такой шлюз-тамбур по необходимости был довольно небольшим и тесным, но зато он позволял сохранять кабину корабля по-прежнему надежно изолированной от космоса. На более совершенных кораблях «Союз» шлюзом служил просторный орбитальный отсек. А на корабле «Джеминай» шлюза не было. Поэтому для выхода в космос приходилось разгерметизировать кабину: когда открывали люк, в кабину врвался космос.

Какой же способ выхода лучше? Легко видеть, что устройство специального шлюза несколько усложняет конструкцию корабля и утяжеляет его, но это сторицей окупается принципиальными преимуществами выхода через шлюз. Ведь ясно, что в больших обитаемых кораблях и станциях будущего возможен только способ, примененный на кораблях «Союз». Значит, его и нужно испытывать, отрабатывать. На своих новых кораблях «Аполлон» американцы тоже применили шлюзы.

Космонавты «Джеминай» совершили всего 5 выходов в открытый космос общей продолжительностью около 6 час. Это были космонавты Уайт, Сернан, Коллинз, Гордон и Олдрин.

*На длинном
фале*

Значительный интерес представляло использование космонавтами при выходах в открытый космос специальной индивидуальной двигательной установки. Без такой установки космонавт оказывается довольно беспомощным. Он не в состоянии осуществить сколько-нибудь сознательное, направленное перемещение — в космосе нет необходимой для этого опоры.

Космонавты «Джеминая» были связаны со своим кораблем специальным полым шлангом — фалом — длиной до 8 м, по нему же поступал в скафандр кислород для дыхания. Хотя за спиной космонавта была укреплена автономная ранцевая установка жизнеобеспечения, она играла только роль аварийной.

Иное дело при переходе с одного корабля на другой — тут уж без автономной системы не обойтись. И действительно, скафандры Елисеева и Хрунова были снабжены совершенной автономной системой жизнеобеспечения. А фал служил лишь страховкой. В нем же проходили линии связи с кораблем — телефонной и телеметрической.

*Космонавт-
реактолет*

Но ведь фал ограничивает «самостоятельность» космонавта, и он может удаляться от корабля на расстояние не больше длины фала. А если нужно? Ну и, пожалуй, самое главное, гибкий фал никак не может служить космонавту опорой для направленного перемещения в открытом космосе.

Специальная индивидуальная ракетная двигательная установка в состоянии сделать космонавта в открытом космосе автономным и самостоятельным. Именно для этого и совершает космонавт свой выход в космос.

*С пистолетом
против
космоса*

Индивидуальная двигательная установка космонавта, позволяющая ему свободно маневрировать в космосе, может выглядеть по-разному. У космонавтов «Джеминая» такая установка представляла собой своеобразный «пистолет», выстреливавший струей газов. Космонавту приходилось держать этот «пистолет» в руках, направлять его в нужную сторону и затем включать, нажимая на спусковой крючок.

Однако эта установка довольно тяжела, весит больше 3 кг и, главное, занимает руки, а они должны быть свободны, чтобы работать в космосе. А как вы думаете: просто плавать в космосе с таким вот «пистолетом»? Включаешь «пистолет» и, вместо того чтобы двигаться куда нужно, начинаешь... вращаться, перекувыркиваться вверх тормашками. Ничего удивительного, уж очень неустойчив человек в открытом космосе.

*Велосипед-
ное
колесо
и космонавт*

Читателю трудно восбразить себя в космосе, чтобы самому в этом убедиться. Но, пожалуй, в этом нет нужды. Обычное велосипедное колесо представить себе нетрудно. Мы уже к нему как-то раз обращались. Попробуйте-ка подвесить на веревочке колесо за ось и потом толкнуть

его пальцем, чтобы оно раскачалось на подвеске строго в плоскости колеса, не отклоняясь в сторону, не закручиваясь и, главное, не вращаясь на оси. Наверняка не удастся. Почему? Да потому, что для этого вам придется толкнуть колесо в очень точном направлении, чтобы приложенная к колесу сила прошла точно через его центр тяжести и лежала строго в плоскости колеса. Чуть-чуть в сторону, и колесо начнет вращаться, колебаться.

*В белый
свет,
как
в копеечку*

А с человеком в космосе еще сложнее, потому что он готов вращаться не в одной какой-нибудь плоскости, как колесо, а в любой. При толкании колеса можно хоть целиться пальцем в ось, а где она, «ось», у космонавта? Мало того, велосипедное колесо мы толкаем пальцем в ту сторону,

куда хотим заставить его двигаться. А «пистолет» приходится направлять как раз в противоположную сторону! Ведь движет-то космонавта реактивная сила, а она направлена в сторону, обратную вытекающей струе. Представляете, как не просто космонавту, держа реактивный «пистолет» в руке, направлять его не в белый свет, как в копеечку, а так, чтобы двигаться хотя бы примерно в избранном направлении и при этом не слишком кувыркаться.

*Реактивные
ботинки*

Но «пистолет» далеко не единственный вид известных и изучаемых в настоящее время индивидуальных двигательных установок космонавта.

Есть, например, заплечные ранцевые установки, совмещенные с установкой жизнеобеспечения. Есть своеобразные реактивные «пояса». Есть даже и «реактивные ботинки» — небольшие реактивные двигатели монтируются в этом случае на подошвах ботинок космонавта (ведь ходить в обычном смысле слова ему не приходится) и включаются сгибанием пальцев ног.

Пока нельзя сказать, какой из этих или других еще не созданных типов подобных установок окажется лучшим и понравится космонавтам. Здесь непочатый край работы, исследований, испытаний, изобретательства.

*Теперь —
«Аполлон»*

Новый этап космической программы США начался в октябре 1968 года полетом космического корабля «Аполлон-7» с тремя космонавтами на борту — Ширрой, Эйзелем и Каннингемом.

Корабль «Аполлон» предназначен для полета на Луну. Первый орбитальный полет корабля с космонавтами, о котором идет речь, был испытательным.

Насморк на орбите

В полете «Аполлона-7» возникла одна серьезная проблема, связанная с насморком у его командира Ширры. Кажется, ну что такое насморк? Стоит ли лететь в космос, чтобы приобрести столь тривиальное заболевание? Однако этот насморк привлек внимание ученых. Начался он вскоре после взлета, хотя перед стартом космонавт был абсолютно здоровым. Уже это оказалось неожиданным для ученых, но еще более их встревожило, что насморк протекал необычно. На Земле бы с ним быстро справились, а тут он не прошел до конца полета, хотя Ширра усиленно лечился, принимая имевшиеся на корабле лекарства (кстати, одно из них, мазь от насморка, сослужило космонавтам неожиданную службу, когда им смазали... механизм переставшей работать фотокамеры корабля).

В чем здесь секрет? Как предотвратить возникновение болезней у космонавтов в полете и как бороться с ними, если они все же появляются? Очень важная и сложная проблема. Тем более, что, как выяснилось, многие болезнетворные микробы ведут себя на космическом корабле «странно». Одни из них погибают в суровой среде кабины, с чем еще можно было бы примириться, если бы точно так же не погибали некоторые бактерии, необходимые для нормальной жизнедеятельности человека. Хуже, что, судя по всему, в полете увеличивается восприимчивость космонавтов к болезнетворным микроорганизмам. А еще хуже, что некоторые такие организмы способны видоизменяться под действием необычных условий полета, давая новые поколения, с которыми не просто бороться. Да и некоторые проверенные на Земле лекарства в космосе могут, как это выяснилось, действовать иначе. Есть над чем задуматься специалистам космической биологии и медицины.

К Луне! В 1968 году был совершен полет «Аполлона-8» с тремя космонавтами на борту — Борманом, Андерсом и Ловеллом. Корабль впервые покинул околоземной космос и устремился к Луне.

24 декабря, после примерно 3,5 суток полета, корабль достиг окололунного пространства и в результате включения двигателя был переведен на орбиту искусственного спутника Луны. Всего на окололунной орбите корабль пробыл почти 20 час.

27 декабря корабль приблизился к Земле, от него отделился спускаемый аппарат с космонавтами, совершивший двойное погружение в атмосферу, потом раскрылся парашют, и вот уже корабль, после более чем шестисуточного полета, качается на волнах Тихого океана в районе острова Рождества.

Этот полет был сопряжен с гораздо большим риском, чем все предшествующие. И дело не только в том, что впервые люди проникали в новые, еще не освоенные районы космоса. Может быть,

значительно большую опасность представляли собой некоторые необходимые маневры.

Последние репетиции В марте 1969 года на околоземную орбиту вышел «Аполлон-9» с Макдивиттом, Скоттом и Швейкартом на борту. Целью 10-суточного полета была проверка вблизи Земли некоторых ответственных маневров, необходимых при полете на Луну, а также отработка систем корабля.

В мае 1969 года был проведен полет корабля «Аполлон-10» с космонавтами Стаффордом, Янгом и Сернаном. Почти во всем, за исключением самой высадки на Луну, полет повторял программу экспедиции. Корабль вышел на окололунную орбиту, совершил необходимые маневры и затем благополучно возвратился на Землю.

Впервые на Луне 16 июля 1969 года к Луне стартовал «Аполлон-11» с Армстронгом, Олдрином и Коллинзом на борту. Через трое суток с небольшим был включен тормозной двигатель, и корабль перешел на окололунную орбиту, став спутником Луны.

Корабль «Аполлон» состоит из основного блока и лунной, или посадочной кабины (американцы называют их модулями). Армстронг и Олдрин перешли из основного блока в посадочную кабину, и Коллинз, оставшийся в основном блоке, произвел их расстыковку. Затем Армстронг отвел посадочную кабину примерно на 20 м от основного блока, и минут 25 они летели вместе, а затем расстались.

Двигатель основного блока перевел его на новую, почти круговую окололунную орбиту высотой примерно 110 км — на этой орбите Коллинз будет ждать возвращающихся с Луны остальных членов экипажа. А они, включив тормозной двигатель посадочной кабины, перевели ее на снижение, чтобы выйти на близкую к Луне посадочную орбиту. Еще час кабина находилась на этой орбите, а потом началась посадка.

В момент, когда кабина находилась ближе всего к Луне, то есть на расстоянии 15 км от ее поверхности, снова был включен ее тормозной двигатель. Аппарат начал вертикальный спуск над лунным Морем Спокойствия; он автоматически опускался над заранее избранной точкой посадки. Но когда до поверхности Луны оставалось 200 м, Армстронгу пришлось перейти на ручное управление посадкой — корабль опускался прямо в кратер величиной с футбольное поле, наполненный крупными камнями. Посадка здесь была крайне опасной.

Лунная кабина, внешне похожая на фантастическое изображение марсианина, опустилась на своих четырех длинных ногах на поверхность Луны. Это произошло 20 июля 1969 года.

Подняв небольшое облако пыли, корабль сел на довольно

ровном дне небольшого кратера, расположенного на серо-коричневой равнине с множеством камней и кратеров различной формы и размеров. После короткого отдыха, для которого, кстати сказать, тесная кабина крайне неудобна, Нейл Армстронг в 5 часов 56 минут 21 июля вышел из корабля. Осторожно он ступил на лунную поверхность. Его первыми словами были: «Это маленький шаг для одного человека, и гигантский прыжок для всего человечества». Затем к нему присоединился Олдрин.

Какова она, Луна? Покрытый серо-черной пылью, наполовину состоящей из крохотных стеклянных шариков, поверхностный слой лунного грунта оказался довольно рыхлым, следы космонавтов были весьма явственными, глубиной 2,0—2,5 см, а то и больше. Малое трение превратило лунную поверхность в своеобразный каток — ноги скользили. Чтобы не упасть, космонавтам пришлось ходить, наклонившись вперед и широко расставляя ноги. На экранах телевизоров они напоминали заводные игрушки. Может быть, своеобразный бег вприпрыжку и станет впоследствии обычным способом передвижения по Луне? Космонавты заявили, что они быстро привыкли к нему, ходить оказалось легче, чем предполагалось, да и вообще уменьшенная тяжесть на Луне приятнее и земного тяготения и невесомости.

Космонавты провели на поверхности Луны более двух часов, выполняя заданную программу работ. Они фотографировали, собрали камни и пробы лунного грунта, около 20 килограммов. Цвет камней в основном серый, обычный для поверхности Луны, но один камешек оказался пурпурным. Камни ноздреватые, сильно пористые, «порошкообразные», как сказали космонавты. Неожиданным оказалось «поведение» камней на Луне: они не очень плотно прижаты к поверхности, как бы «стоят» на ней, ускользая от малейшего прикосновения. Доставленный на Землю груз камней был подвергнут тщательному исследованию.

Кроме камней, космонавты доставили на Землю рулон алюминиевой фольги — он послужил ловушкой для солнечного ветра. В фольге «застряли» частицы благородных газов — гелия, неона и других, входящие в состав ветра и свободно достигающие лишенной атмосферы Луны. Анализ покажет, сколько их в ветре.

Два научных прибора космонавты оставили на Луне. Один из них — чувствительная сейсмическая станция с четырьмя сейсмометрами и двумя солнечными батареями: она должна передать на Землю радиосигналы о тектонической активности Луны. Другой прибор — многолинзовый отражатель лазерных сигналов, посланных с Земли. После многих неудачных попыток ученым удалось наконец зафиксировать отраженный Луной лазерный луч. Это позволило определить с большой точностью расстояние до Луны.

В момент эксперимента величина оказалась равной 373 787 265 л. Повторные измерения позволяют сделать важные выводы относительно взаимодействия Земли и Луны.

Пробыв на Луне около 21 часа, космонавты отправились в обратный путь, домой. Они запустили двигатель взлетной ступени лунной кабины, которая отделилась от посадочной части и начала подъем. В этот момент основной блок находился на расстоянии около 500 км на своей «орбите ожидания». После ряда маневров обе части сблизилась и состыковались, Армстронг и Олдрин перешли в кабину основного блока, а затем взлетная ступень лунной кабины была отделена. Включен маршевый двигатель основного блока, и он с тремя космонавтами на борту направился к Земле. 24 июля корабль приводнился в Тихом океане.

Необыкновенный карантин

Но экспедиция для космонавтов не закончилась. Конечно, Луна — не Венера или Марс, вероятность наличия каких бы то ни было форм жизни на ней минимальна, но безопасность человечества требовала максимальной осторожности.

Были приняты тщательные меры изоляции космонавтов сразу же после приводнения корабля — сначала вертолет, а затем специально созданный карантинный автобус доставили их в «Лунную приемную лабораторию». В этом трехэтажном слепом (без окон) здании, максимально изолированном от окружающей атмосферы, космонавты проходили строгий 17-дневный карантин.

Сюда же на самолетах доставили и лунные камни. Их поместили в особые подземные камеры на глубине 5 этажей и там подвергли исследованию методами, принятыми для опасных радиоактивных веществ, с помощью дистанционных манипуляторов.

Проверка на микробиальное заражение велась строжайшая. Для этой цели была выведена стерильная, то есть абсолютно чистая от микробов, порода белых мышей. Мыши, общим числом 354, служили индикаторами заражения: стоило хоть одной из них заболеть, и карантин был бы продлен. Но все обошлось благополучно, и в ночь на 11 августа карантин был прекращен.

*Чем Океан Бурь
стличается
от Моря
Спокойствия?*

Земля, судя по всему, была защищена от любых возможных опасных воздействий Луны. А вот сама Луна, увы... Взрослый человек в среднем выделяет в день примерно 100 триллионов микробов, а ведь двое космонавтов пробыли на Луне почти сутки. Двигатель лунного блока тоже сделал свое дело, он выпустил около 5 т отработанных газов, что составляет весьма значительную долю сверхразреженной лунной атмосферы, если она имеется. Около 800 кг продуктов сгорания осело на лунной поверхности. Да, Луна теперь уже не совсем та, что раньше. Ничего не поделаешь.

Корабль «Аполлон-12» с Конрадом, Гордоном и Бином на

борту стартовал 14 ноября 1969 года, причем взлет ракеты происходил при исключительно плохой погоде, в дождь и грозу. Через 45 сек после пуска во взлетающую ракету дважды ударила молния, что привело к некоторым неполадкам, в частности в электросистеме корабля, и оставило, как потом выяснилось, след ожога на обшивке.

Корабль совершил посадку на Луну 19 ноября. Он опустился в Океане Бурь, в 1280 км к западу от места посадки «Аполлона-11». Командир корабля Чарлз Конрад вышел на лунную поверхность, а через некоторое время к нему присоединился Алан Бин, единственный «космический» новичок в экипажах обоих «Аполлонов». Космонавты пробыли на Луне более 31 часа. После более чем 10-суточного отсутствия на Земле космонавты возвратились на нее 24 ноября. Корабль приводнился в Тихом океане в 23 часа 58 минут. Снова — карантинный фургон и строжайший двухнедельный карантин в лаборатории и снова — ни малейших признаков лунных микробов.

«Аполлон-12» опустился на плоской площадке в 6 м от края кратера, в котором в 1967 году совершил мягкую посадку «Сервейер-3». Вблизи корабля космонавты увидели гряду конусообразных холмиков высотой 1—1,5 м с плоской вершинкой; эта деталь лунного пейзажа оказалась полной неожиданностью. Другим отличием места посадки была лунная пыль, которая здесь имела в гораздо большем количестве, чем в Море Спокойствия. Конечно, это не «пылевое одеяло», но космонавтам приходилось ступать очень осторожно, чтобы не поднимать клубов черной как уголь и тонкой пыли. Она прилипала к скафандрам и приборам; как ни чистились потом космонавты пылесосом, все же немало пыли они занесли в кабину и потом страдали от нее.

Космонавты доставили на Землю около 45 кг лунных камней. Предварительный химический анализ камней показал их общее сходство с прежними, хотя имеются все же и некоторые существенные различия.

Визит Во время второй из двух совершенных космонавтами прогулок по Луне они отправились к «Сервейеру» «Сервейеру», находившемуся на противоположном склоне кратера, на расстоянии менее 200 м от корабля. Более 2,5 лет находилась эта автоматическая станция на Луне. Оказалось, что пребывание на Луне не безобидно для металлов — радиация, вакуум, резкая смена температур оказывают на них сильное и вредное воздействие, вызывают какие-то пока не известные изменения их структуры. Во всяком случае, космонавты легко резали металлические части, кабель стал хрупким. Интересно, что прежний белый цвет обшивки «Сервейера» изменился на коричневый, а весь аппарат был покрыт густым слоем лунной пыли. Не менее интересным должно быть изуче-

ние изменений лунного пейзажа вокруг «Сервейера» за прошедшее со времени его посадки время. Для этого изображения, переданные в свое время на Землю телекамерой станций, будут сравнены с фотографиями, сделанными космонавтами.

Странные лунно- трясения

Космонавты доставили на Луну и установили на ее поверхности ряд приборов — сейсмометр, магнитометр (кстати, магнитное поле Луны в месте посадки оказалось гораздо интенсивнее, чем думали прежде, что тоже еще не объяснено), спектрометр солнечного ветра, детекторы лунной атмосферы, радиопередатчик, а также ядерную радиоизотопную энергоустановку для снабжения всех приборов электроэнергией. Одним из оставленных приборов — сейсмометром была вызвана настоящая научная сенсация сразу же после того, как космонавты покинули Луну. Когда они перешли в ожидавший их вблизи Луны основной блок корабля, то взлетная ступень лунной кабины была отделена и упала на Луну в 72 км от места посадки корабля. При весе ступени около 2 т и скорости падения 1,65 км/сек оно вызвало сильные колебания лунной поверхности — сила удара при падении соответствовала взрыву 770 кг тротила, а чувствительный сейсмометр реагировал даже на шаги космонавтов. Удивительно, что эти колебания продолжались 55 мин! По земному опыту можно было ждать, что колебания полностью затухнут всего через минуту. Совершенно очевидно, что строение Луны вовсе не похоже на земное. А когда лунотрясение, вызванное сброшенной на Луну третьей ступенью ракеты «Сатурн-5» после несостоявшейся посадки корабля «Аполлон-13» (вес этой ступени 13 т, так что ее падение было эквивалентно взрыву 11 т динамита), длилось непрерывно 4 час, то появилась гипотеза о существовании в недрах Луны «гудящих» полостей. Эти огромные подлунные «колокола» и привели, вероятно, к тому, что длительность сейсмических колебаний оказалась в 50 раз больше, чем для сплошной лунной коры. Нет, вероятно, на Луне и жидкостей, вроде воды или нефти, которые эффективно гасят колебания. Во многих отношениях важное открытие!

Неудача

Тринадцатый порядковый номер следующего «Аполлона» оказался неудачным — экспедиция «Аполлона-13» на Луну не состоялась. В полете этого корабля, стартовавшего 11 апреля 1970 года, возникли серьезные неполадки — вышли из строя топливные элементы, служащие энергетической установкой основного блока корабля. Из-за этого и других серьезных дефектов систем корабля он не совершил посадку на Луну и, облетев ее, 17 апреля возвратился на Землю. Если бы не мужество и самообладание экипажа корабля — космонавтов Д. Ловелла, Ф. Хейса и Д. Суиджерта, то, вероятно, полет закончился бы катастрофой.

Более счастливым оказался рейс «Аполлона-14» в феврале 1971 года. Кабина корабля «Аполлон-14» пробыла на Луне, в районе кратера Фра Мауро, 34 часа; космонавты А. Шепард и Э. Митчелл дважды за это время выходили на поверхность Луны, пробыв на ней более 9 часов. Выполнив намеченные научные исследования, космонавты присоединились к ожидавшему их на селеноцентрической орбите космонавту С. Руса. После девяти-суточного полета отсек экипажа с находившимися на нем космонавтами совершил посадку в воды Тихого океана.

В космосе уже побывало в 42 полетах 53 человека, из которых 21 более чем по разу. Накоплен немалый опыт полетов, в космосе проведено уже более 10 000 человеко-часов! И вполне уместен вопрос — о чем говорит имеющийся опыт космических полетов человека? Свидетельствует ли он о целесообразности таких полетов или, наоборот, подтверждает позицию тех, кто делает ставку лишь на автоматических разведчиков космоса? Каковы научные итоги полетов космонавтов?

Есть все основания определенно утверждать, что пребывание человека на корабле неизмеримо увеличивает научные возможности космического полета. Во многих случаях оно просто незаметно. Освоить космос без помощи космонавтов невозможно. Нельзя хотя бы перечислить все исследования и эксперименты, проведенные в полетах космонавтами, для этого потребовалось бы слишком много места. Можно привести лишь некоторые примеры, но и они покажут справедливость сделанного вывода.

Опыты над самим собой Прежде всего, пожалуй, нужно упомянуть об исследованиях, проведенных над самими же космонавтами. Для выяснения различных воздействий космического полета на человека необходим именно реальный полет — имитировать

такое воздействие в лаборатории, в условиях наземного эксперимента, можно лишь частично.

Прежде всего не удастся имитировать в лабораторном эксперименте длительную невесомость. Хотя погружение в специальные бассейны с водой позволяет провести важные исследования биологического влияния невесомости, ее длительное воздействие можно по-настоящему проверить только в истинном космическом полете.

Может, в полете, длящемся месяцы и даже годы, как это будет в межпланетной экспедиции, воздействие невесомости, вместе с другими факторами космического полета, станет непреодолимым барьером? Имеющийся опыт кратковременных полетов дает основания для беспокойства. Почему у космонавтов наблюдается потеря веса, причем у некоторых весьма значительная? Советский космонавт Егоров похудел за сутки полета на 3 кг, на 2 кг похудел и Береговой во время четырехсуточного полета на

«Союз-3», а американский космонавт Карпентер меньше чем за 5 час полета похудел почти на 4 кг! Эта потеря вызвана в основном обезвоживанием организма, хотя обычно космонавты пьют вволю. Происходит также своеобразное «вымывание» кальция из костей, что приводит к снижению их прочности и увеличению хрупкости. Вот еще проблема! Это связано, как считают, с длительной малой подвижностью, уменьшением физических нагрузок на организм. А как скажется восстановление веса, и в особенности его увеличение при перегрузке, после более длительного, чем достигнутый в настоящее время, периода невесомости? На все эти да и многие другие вопросы ответа пока нет. Он будет получен лишь в будущих длительных полетах, хотя предварительные результаты полетов кораблей «Союз» и станции «Салют» являются в этом смысле обнадеживающими.

*Невидимые,
но опасные
лучи*

Еще одна проблема, требующая исследований, связана с вредным действием «жестких» излучений, которые обладают высокой проникающей способностью и могут, пронизав стенки корабля, вызвать в человеческом организме различные болезненные эффекты. Правда, некоторые виды радиационного воздействия можно изучить в ходе наземного лабораторного эксперимента. Один эксперимент был проведен советскими учеными; он как бы имитировал межпланетный полет Земля — Марс — Земля длительностью три года. Космическая радиация, включая и солнечные вспышки, имитировалась специальными радиоактивными источниками. А подопытными «космонавтами» были, разумеется, не люди, а извечные их друзья — собаки. В опыте принимали участие 204 собаки, он показал, что в испытанных дозах радиация не опасна для космонавтов.

Но, к сожалению, воспроизвести на Земле можно далеко не все виды космической радиации и, что еще важнее, нельзя воспроизвести совместное действие радиации и других факторов космического полета, хотя бы той же невесомости.

Необходимы тщательные и длительные космические эксперименты. Насколько они важны, можно судить по тому, что защита от радиации может потребовать значительного утолщения стенок корабля. Даже если только снабдить кабину небольшим противорадиационным «убежищем», утяжеление корабля может оказаться недопустимым. По некоторым расчетам, скромное «штормовое» убежище в виде шара диаметром всего 1 м должно весить примерно 10 т!

Ученые думают о других методах защиты. Может быть, вместо тяжелой пассивной защиты, способной поглотить и не пропустить в кабину опасные быстролетающие частицы, можно попытаться активно воздействовать на них, отклонив в сторону? Например, окружив корабль облаком электронов, удерживаемым положи-

тельно заряженной оболочкой корабля. Подобная плазменная защита может оказаться более легкой, но требует использования сверхмощных магнитных полей, а их создать не просто. Некоторые опыты с использованием сверхпроводящих устройств для получения нужных полей уже проводились советскими учеными на спутниках «Космос-140» и «Космос-213».

Космонавт — ученый — Научная роль человека в космосе вовсе не сводится к медико-биологическим исследованиям. Во всех случаях, когда нельзя заранее точно определить программу научного исследования, необходимую для автоматической работы приборов, без активного вмешательства человека не обойтись.

Может быть, самое ценное свойство человека — умение быстро разобраться в получаемой им научной информации, выделить главное, отсеять ненужное или менее важное, определить направления и задачи последующих исследований, сделать необходимые обобщения. Никакое самое совершенное кибернетическое устройство сделать это не в состоянии. И чем больше объем получаемой информации, чем она полнее и разнообразнее, тем сложнее эта задача «фильтрации», тем более совершенным «фильтром» оказывается исследователь-человек.

Инженер и строитель — Космонавты необходимы на борту корабля не только как ученые. Неоценима их роль в качестве универсальных квалифицированных специалистов, без которых не обойтись ни при наладке и ремонте бортового оборудования корабля, ни при «строительно-монтажных» работах в космосе — сборке межпланетных кораблей, больших орбитальных станций и др., ни при организации и обслуживании научных баз на Луне и планетах.

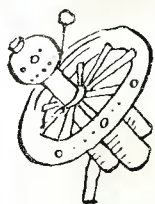
Человек или машина? Специальные исследования показали, что как ни усложняет космический полет наличие экипажа на борту корабля, во многих случаях оно оказывается выгодным даже с точки зрения уменьшения взлетного веса космической ракеты. На первый взгляд это кажется неожиданным: как же так, на борту человек, что требует и дополнительных запасов топлива, и дополнительных специальных систем и устройств, а взлетный вес не только не растет, но даже уменьшается?!

Но парадокс разрешается. Если на борту есть человек, то не только отпадает нужда в некоторых видах оборудования корабля (человек с успехом их заменит), но могут быть в ряде случаев снижены требования к надежности части оборудования.

Человек может контролировать работу оборудования, наладивать его, ремонтировать — это позволяет использовать более простое оборудование, а также обойтись без обычного для беспилотных кораблей дублирования оборудования (иногда ставят

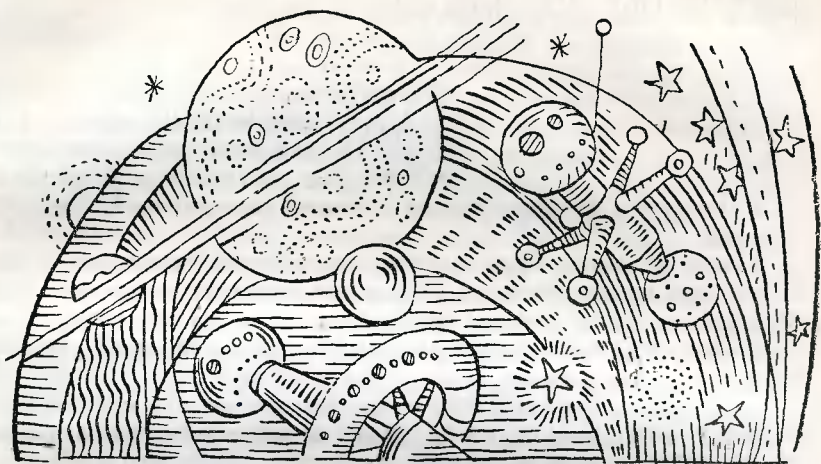
ся даже два и три комплекта оборудования в запас!). Что выгоднее, должно решить специальное исследование в каждом конкретном случае. Очень часто наиболее выгодно именно сочетание человек — машина, а не противопоставление их друг другу. В некоторых полетах космических кораблей с людьми на борту, совершенных в США, только вмешательство космонавтов позволило продолжить полет, иначе выявившиеся дефекты вынудили бы прибегнуть к аварийной посадке.

Чем дальше будет развиваться космонавтика, тем важнее будет роль человека, ибо все сложнее и масштабнее будут решаемые космонавтикой задачи. И вместе с тем все шире будут использоваться самые разные «космонавты-роботы», автоматические устройства, прототипом которых стали советские «Луна-16» и «Луноход-1». В исследовании и освоении космоса будущее принадлежит сотрудничеству космонавтов и «умных» автоматов.

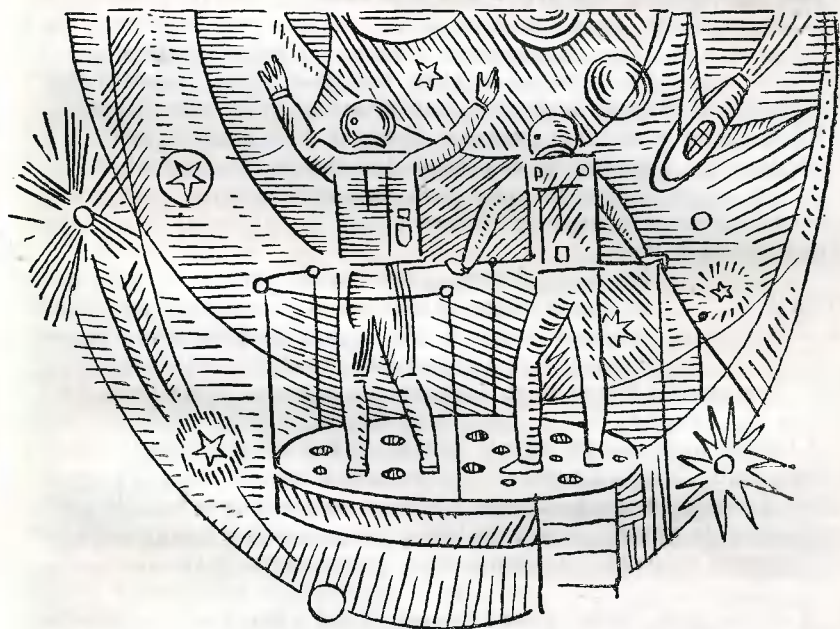


ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

*О будущем космонавтики,
ее близких и далеких
задачах и надеждах*



ФАНТАСТИКА РЕАЛЬНЫХ ПЛАНОВ



МИЛЛИОНЫ СПУТНИКОВ?



можно ли рассказывать о современной космонавтике и не сказать о ее будущем?

Разумеется, будущее всегда скрыто таинственной дымкой времени.

Никто не может точно предсказать событий грядущего, если только они не подчиняются твердо установленным законам. Но могущество науки в том и проявляется, что она все полнее познает законы, управляющие природой, и со все большей уверенностью судит о будущем.

Космонавтика — не исключение. И она строит *Фантастичны*, свои планы будущего на основе точного научного знания, на базе достижений прошлого и обоснованных прогнозов развития. *но реальны* Сколь фантастическими они ни кажутся, это — реальные планы.

Они реальны, хотя мы и не всегда можем указать сроки их осуществления. Это, разумеется, зависит от очень многих неизвестных факторов, точная оценка которых пока недоступна. В частности, зависит и от того, как будет идти дальше развитие человеческого общества, сколько средств будет выделяться на космонавтику. Реальность планов космонавтики зиждется прежде всего на объективных законах развития науки, на исторических закономерностях прогресса человечества, на научном учете его перспективных нужд.

Науку На первый взгляд ссылка на нужды человечества кажется не только необоснованной, но и *не остановить* сколько наивной. На самом деле, о каких неотложных нуждах можно говорить, когда речь идет о космонавтике? Разве мало актуальных задач и нужд у человечества на Земле?

Однако подчинение науки немедленным практическим интересам слепо. Главный путь прогресса науки связан именно с фундаментальными исследованиями: только на этом пути можно рассчитывать на качественные скачки с получением в конце концов неизмеримо больших практических результатов для человечества.

Только этот путь научных открытий ведет к истинным «безднам могущества» человека, о которых писал в свое время Константин Эдуардович Циолковский.

*Младенец
будет
великаном*

И в безбрежных просторах космоса, и в недрах вещества наука ищет и находит фундаментальные основы законов природы. И если никто не знает, кем станет родившийся младенец, то каким бы ни было сделанное открытие фундаментального характера, все равно, раньше или позже, оно неизбежно приведет к практическим следствиям огромного масштаба. Таков опыт развития науки, логика этого развития.

Однако значение фундаментальных научных исследований этим не исчерпывается. Для их ведения ученым приходится разрабатывать новые виды приборов, установок, создавать новые материалы, совершенствовать технологические методы и т. п. Наука стимулирует многие отрасли техники и производства.

*Особый
«козырь»
космонав-
тики*

Все, что говорилось до сих пор о значении фундаментальных научных исследований, относится в равной мере к космонавтике, ядерной физике и другим областям науки. Но у космонавтики есть и свой специфический довод в полемике с теми, кто выступает против космических исследований. Этот довод — огромные практические выгоды, которые, весьма неожиданно для многих, даже для специалистов, уже дает и в особенности может дать космонавтика людям. По существу, началась новая научно-техническая революция, вызванная космонавтикой.

Мы вовсе не касаемся еще одного воздействия космонавтики на человечество, может быть самого важного, по крайней мере, в наше время, — космонавтика вносит свой бесспорный вклад в укрепление добрососедских отношений между всеми людьми на Земле.

В главе шестой мы уже говорили о практической службе космонавтики людям. Некоторые виды отдачи космонавтики, такие, как метеослужба, связь и другие, уже сейчас оправдывают все связанные с ними затраты. Есть уже и примеры, когда космонавтика приносит прибыль. По расчетам Академии наук США, например, ежегодная экономия в результате прикладного использования спутников в этой стране может достичь нескольких миллиардов долларов.

*Необходим
людям*

Это только начало. Роль космонавтики в удовлетворении практических нужд человечества будущего переоценить трудно, настолько она будет разнообразной и важной. Мало того. Законы жизни и развития человеческого общества с большой степенью точности определяют и необходимые темпы практического овладения космосом. Неотложные нужды человечества настоятельно ведут его в космос.

Что это за нужды?

*За светом
и простран-
ством*

Широко известны слова Циолковского, высеченные на памятнике ученому в Калуге, о том, что «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». Гораздо раньше, чем мог предположить Циолковский, и вовсе не так уж робко человечество проникло за пределы атмосферы и начало освоение околосолнечного пространства. И что же, действительно это было сделано в «погоне за светом и пространством»? Действительно ли человека ведет в космос именно предсказанная Циолковским возможность значительного увеличения используемой энергии Солнца, которая на Земле оказывается меньше одной двухмиллиардной доли всей излучаемой им энергии?

Эту замечательную цель и теперь видит перед собой наука. Но жизнь вносит коррективы в самые дальновидные наметки и планы. В том, что человечество не останется вечно на Земле, теперь, пожалуй, уже никто не усомнится. Но сделает оно это не только и не столько в погоне за энергией Солнца и за немалыми просторами космоса. Не потому, что Циолковский не мог в его время полностью оценить возможности ядерной и в особенности термоядерной энергетики, — придет время, когда без резкого увеличения доли используемой энергии Солнца все равно не обойтись. Дело в другом — в том, что особенности развития цивилизации выдвигают теперь на первый план иные задачи, иные цели. Именно они делают проникновение человечества в космос исторически неизбежным.

*Глобальная
инженерия*

Суть тех особенностей развития человеческой цивилизации в XX веке, которые обусловили эту историческую неизбежность, связана со все более глобальным характером разумной деятельности человека и его вмешательства в дела природы. Грандиозные, поистине всепланетные масштабы инженерного воздействия человека на природу, гигантские стройки, преобразующие географический облик целых районов земного шара, изменяющие течение рек и создающие новые моря, использование новых мощных энергетических ресурсов — это уже прошлое и настоящее. А в будущем, даже ближайшем, дальнейший бурный рост энергопотребления, включение в число полезно используемых таких источников энергии, как геотермальная, приливная, термоядерная. Все более широкое воздействие на погоду и климат, попытки программированного управления ими. Пустыни, превращенные в благодатные нивы, могучие реки, текущие вспять. Подземные, подводные и заоблачные заводы и поселения. Новые шахты и скважины, устремленные в таинственные земные недра. Новые, выведенные искусственно виды полезных растений и животных.

Осторожно — природа! Начинания, оказывающие столь большое влияние на Землю — обитель человечества и самую жизнь людей, требуют строго научного подхода к их планированию и осуществлению. Любое

не учтенное заранее обстоятельство, кажущееся несущественным, может стать роковой ошибкой и привести к далеко идущим, иногда даже катастрофическим последствиям для судеб всего человечества. Жизненно важным становится точный учет множества факторов, действующих в масштабе всей планеты, научное предвидение и прогнозирование в глобальных масштабах. И тут без помощи космоса не обойтись.

Удивительное равновесие Обычно мало кто задумывается над тем поистине удивительным всеобщим равновесием в природе, которое, собственно, и делает возможной жизнь на Земле. На самом деле, ведь жизнь, в особенности высокоорганизованная, требует соблюдения целого комплекса необходимых условий. Чуть изменится атмосферное давление, и многие хватаются за сердце, подморозит — на помощь срочно призываются теплые вещи, включаются отопительные приборы. А если давление и температура изменятся сильно? Жизнь может стать вообще невозможной.

И это касается вовсе не только давления и температуры, но и многих других свойств окружающей нас природы. Чудесный механизм поддержания зыбкого, постоянно колеблющегося равновесия, установившегося в природе, — основа жизни на Земле. Его резкое изменение может сделать земной шар безжизненным, подобным, например, Луне.

Одним из важнейших проявлений всеобщего подвижного равновесия в природе оказывается равновесие энергетическое. Вряд ли есть необходимость убеждать читателя, что оно существует, — в ином случае Земля либо охлаждалась бы, либо постепенно разогрелась.

Но преобразовательная деятельность человека, приобретая глобальный характер, стала (и чем дальше, тем быстрее) нарушать это извечно установившееся энергетическое равновесие Земли со всеми вытекающими отсюда опасными последствиями.

Неразумная «разумная» Уподобляясь классическому дровосеку, неосторожно рубящему сук, на котором он сидит, человек ведет штурм энергетического равновесия с двух направлений. С одной стороны, его деятельность приводит к уменьшению отдачи Землей тепла в окружающее космическое пространство, с другой — к увеличению выделения энергии на Земле. Итог один и тот же: в обоих случаях энергетический баланс меняется в сторону «пересыщения» Земли энергией.

Стоит рассказать подробнее о том, как именно это происхо-

дит. И поскольку менее очевидным является воздействие человека на тепло, которое Земля теряет в космическое пространство, то, пожалуй, с него и начнем, хотя более важным по конечным результатам является второй процесс — увеличение тепловыделения на земном шаре.

*Земля —
огромный
парник*

Принципиальная схема теплового регулирования Земли, изобретенная природой, исключительно остроумна. В общем, она широко известна. Земная атмосфера практически полностью прозрачна для большей части сравнительно коротковолнового солнечного излучения, несущего с собой основную часть энергии Солнца. Но она не пропускает более длинных тепловых волн, излучаемых земной поверхностью. Эти волны оказываются более длинными по очень простой причине: температура земной поверхности, естественно, несравненно меньше, чем поверхности Солнца, а чем меньше температура, тем больше длина излучаемых волн.

Вследствие замечательного свойства избирательной прозрачности земной атмосферы, разной для разных электромагнитных волн, Земля и сохраняет значительную часть полученного ею тепла Солнца, столь необходимого для развития жизни. Это свойство обычно называют парниковым эффектом.

*Мал,
да удал*

Парниковый эффект создается не главными составными частями воздуха — азотом и кислородом, а некоторыми другими газами, содержащимися в воздухе в весьма незначительных количествах. В первую очередь это относится к углекислому газу и водяному пару. Достаточно сказать, что, хотя водяной пар составляет лишь 0,2% всей атмосферы, при его полном отсутствии средняя температура Земли понизилась бы на 40°! Земля превратилась бы в замерзший, безжизненный мир.

Углекислого газа в обычном земном воздухе содержится еще меньше, несколько сотых долей процента, хотя абсолютное количество этого газа в земной атмосфере превышает два с половиной триллиона тонн! Эти сотые доли процента и служат ловушкой для солнечного тепла. Если бы углекислого газа в атмосфере стало больше, то усилился бы и парниковый эффект — температура земной поверхности была бы выше. Температура поверхности Венеры высока, главным образом, не из-за близости планеты к Солнцу, а потому, что ее мощная атмосфера состоит в основном из углекислого газа.

*Природный
саморе-
гулятор*

Земная атмосфера содержит практически неизменное количество углекислого газа, колебания его содержания, в общем, весьма невелики. Поддерживать это равновесие нелегко: ведь растительный мир нашей планеты поглощает неимо-

верные количества углекислого газа из атмосферы — до 200 миллиардов тонн в год! Поглощают углекислый газ горные породы Земли и Мировой океан. А выделяют, главным образом, животный мир планеты при дыхании и недра Земли при вулканических извержениях. Каким же тонким должен быть природный механизм автоматического саморегулирования этих процессов, чтобы в конце концов содержание углекислого газа в атмосфере оставалось примерно постоянным!

Вмешался человек

И в этот тонкий, установившийся в течение миллионов лет механизм вмешивается человек. Полчища автомобилей, электростанций, заводов непрерывно выбрасывают в атмосферу чудовищ-

ное количество углекислого газа — продуктов сгорания топлива. По оценке некоторых ученых, за последнее столетие, с момента начала нынешней промышленной революции, это количество превысило 350 миллиардов тонн, что составляет примерно $\frac{1}{7}$ часть нормального природного содержания углекислого газа в атмосфере. Только с начала нашего века содержание углекислого газа в атмосфере возросло на $\frac{1}{10}$ часть. По существу, природная атмосфера уже изменилась столь основательно, что ее правильнее было бы называть техносферой, поскольку она становится все в большей мере результатом технической деятельности человека.

И кислород тоже

Это относится не только к углекислому газу, но и к кислороду тоже. Мало того, что кислород поглощается сгорающим все в большем количестве топливом, что сводятся леса — поставщики

кислорода. Гораздо серьезней покушение на другого, главного его поставщика — так называемый фитопланктон, микроскопическое растительное население морей и океанов. Ведь именно он производит почти три четверти всего кислорода, выделяемого в атмосферу в процессе фотосинтеза растений. И вот бездумное, иной раз преступное загрязнение водоемов отходами промышленного производства, а также химикалиями, широко используемыми в сельском хозяйстве, — пестицидами и гербицидами, грозит причинить непоправимый ущерб планктону, а с ним и земной атмосфере, уменьшив содержание в ней живительного кислорода.

Конечно, пока еще на каждого обитателя Земли приходится почти полмиллиона тонн атмосферного кислорода, а происходящие изменения его содержания весьма медленны, но это не должно усыплять нашу бдительность — запоздание необходимых мер может оказаться поистине катастрофическим.

Но вернемся к углекислому газу. По некоторым прогнозам ученых, уже к 1980 году его содержание в атмосфере может возрасти на 70%! А ведь при его удвоении по сравнению с нормальным содержанием средняя температура воздуха будет равна уже не 15°, как теперь, а примерно 18°.

Всемирный потоп

Ученые считают, что при современных темпах научно-технического прогресса не более чем через 100—200 лет содержание углекислого газа в атмосфере может достичь значения, при котором его дальнейшее увеличение станет катастрофическим для человечества. Разогрев Земли приведет к бурному таянию льдов в полярных районах, ледников в горах и вечноммерзлой подпочвы, уровень Мирового океана поднимется на многие метры. Будут затоплены огромные пространства суши, под водой скроются целые страны, исчезнут сотни городов. Наступит новый всемирный потоп... А затем колоссальное увеличение облачного покрова Земли вызовет резкое снижение проникающей к ее поверхности солнечной радиации, столь же резкое снижение температуры и, возможно, новое великое оледенение.

От костра к изобилию энергии

Но к этому же катастрофическому рубежу человечество приближается в ходе своего развития и с противоположного направления. Если сгорающее топливо образует углекислый газ, то ведь не он является целью сгорания, а выделяющееся тепло. Пока основными поставщиками тепла для людей был костер наших предков и даже топка парового котла, это тепло не сказывалось сколько-нибудь заметно на энергетическом балансе Земли. Но стремительный научно-технический прогресс за короткое время изменил положение.

Равенство с Солнцем

Ученые считают (эти данные содержались в докладе Экономической комиссии Организации Объединенных Наций), что только за первые две трети нашего века количество энергии, высвобожденной человеком, составило примерно три четверти того количества, которое человечество смогло высвободить за все время своего существования, и больше половины — за последние 25 лет. В среднем во всем мире производство энергии удваивается каждые 20 лет. И хотя теперь в целом на земном шаре высвобождаемая человеком энергия составляет примерно 10^{10} квт, или всего одну сотую процента тепла, получаемого Землей от Солнца (около 10^{14} квт), соотношение быстро возрастает. Даже при современных темпах прироста искусственно выделяемое тепло уже через 250—300 лет приблизится по величине к солнечному.

Но прогресс быстро ускоряется. Человек ставит себе на службу всё новые источники энергии. Не удивительно, что некоторые ученые считают реальным достижение «равенства с Солнцем» гораздо раньше, может быть через несколько десятилетий!

Портим свой дом

Однако еще задолго до достижения этого «звездного» рубежа в развитии земной энергетики дальнейший прогресс человечества станет невозможным. Академик Н. Н. Семенов считает, на-

пример, что это произойдет при искусственном энерговыделении, которое будет равно всего одной десятой доле от получаемой Землей солнечной энергии. Уже тогда средняя температура земной атмосферы возрастет примерно на 7° — это и будет рубежом, дальше которого двигаться нельзя. Иначе наступит чрезмерное, недопустимое ухудшение условий жизни человека на Земле. Мы вконец испортим свой собственный дом.

У опасной черты Однако опасность может оказаться еще более близкой. Наука до сих пор не знает фундаментальных законов развития климата, не знает даже того, какой характер носят его крупномасштабные изменения — плавный, непрерывный, или скачкообразный, кризисный? Чем были вызваны, например, великие оледенения Земли? Это был постепенный процесс изменения климата или произошел какой-то скачок, был достигнут рубеж, за которым все изменилось сразу, резко, внезапно? Существуют ли вообще такие рубежи резких качественных изменений в развитии климата, и если да, то каковы они, с чем связаны? (Кстати, и на эти важнейшие для человечества вопросы ответ не может быть получен без помощи космонавтики.) Может быть, наше неразумное, слепое воздействие на природу толкает ее к этому опасному рубежу? А ведь обратный переход через него может оказаться не под силу нынешнему человечеству.

Борьба с углекислым газом

Разумеется, наука никогда не примирится ни с какими барьерами на пути прогресса. В ряде стран, в том числе и в Советском Союзе, принимаются меры для того, чтобы не допустить чрезмерного загрязнения атмосферы. Могут быть найдены средства существенного сокращения количества углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу, путем замены автомобилей электромобилями, использования продуктов сгорания топлива в химической промышленности с помощью энерготехнологических установок, применения вместо обычных углеводородных топлив иных, например аммиака и др.

Одним из весьма перспективных методов уменьшения содержания углекислого газа в атмосфере является предложенное великим физиком XX века Ф. Жолио-Кюри создание «фабрик фотосинтеза». В этих огромных установках заводского типа должен протекать процесс фотосинтеза, но искусственно воссозданный человеком и гораздо более эффективный, чем природный.

Как известно, в процессе фотосинтеза происходит усвоение, ассимиляция растениями углекислого газа из атмосферы. Если бы удалось осуществить искусственный процесс фотосинтеза, более эффективный, чем естественный, то он служил бы одновременно для решения, может быть, еще более важной для чело-

вещества задачи — обеспечения «хлебом насущным» быстро растущего по численности населения земного шара.

*Слишком
много
энергии*

Но как ни сложна задача уменьшения количества углекислого газа в атмосфере, борьба с другой роковой тенденцией человеческого прогресса — увеличением энерговыделения — оказывается неизмеримо более сложной. Ведь производство и потребление энергии есть едва ли не самый важный признак цивилизации, как же можно его уменьшить, не прекращая поступательного движения человечества?

Возможно, задача была бы неразрешимой, если бы не помощь космоса. Может быть, именно в этой помощи заключается одно из наиболее ярких проявлений исторической необходимости проникновения человека в космос.

Если перегрев Земли не позволяет строить все новые электростанции, двигатели, энергоустановки на самой Земле, то что мешает использовать для этого околоземной космос? Уже теперь прогресс космонавтики позволяет со всей уверенностью предсказывать перенесение всех наиболее энергоемких производств в космическое пространство. Именно там, на различных околоземных орбитах, а потом, вероятно, и на орбитах вокруг Луны, Венеры, Марса и других планет, а также Солнца, могут быть сооружены электростанции невиданной мощности, окруженные роем металлургических, химических и иных заводов.

По оценке ряда ученых, уже через несколько сот лет, если не раньше, «космическое производство» превысит земное в тысячи, десятки тысяч раз. Нужно ли лучшее свидетельство абсолютной необходимости космоса для человека?

*И сырье
тоже*

Есть и еще одно достаточно серьезное основание для того, чтобы считать будущее использование космоса неизбежным. С каждым годом Земля все более щедро отдает человеку свои богатства — в настоящее время ежегодно добывается примерно 20 миллиардов тонн полезных ископаемых. Уже и теперь это иной раз приводит к далеко идущим последствиям, вплоть до катастрофического опускания суши. А ведь бурный рост цивилизации будет связан со все большим расхождением земной массы. Использование массы других небесных тел — астероидов, планет, их спутников — может стать неизбежным. Значит, и проблема сырья тоже неумолимо указывает человеку путь в космос.

Впрочем, космос может стать не только новым источником массы, но и обязательным вместилищем некоторой части земной массы. Мы имеем в виду вовсе не орбитальные станции и космические аппараты, а совсем другое — радиоактивные отходы земных ядерных энергостанций. С ростом их числа и мощности задача «захоронения» опасных для жизни радиоактивных отходов

может стать просто неразрешимой на Земле. Космос в состоянии полностью снять и эту проблему.

*Беречь
Землю*

Может быть, в будущем Земля — обитель человечества — будет полностью избавлена от всех сколько-нибудь вредных массо- и энергоемких производств, для которых более чем достаточно места в космосе. Не разумнее ли действительно беречь нашу Землю, ее сушу, воды и атмосферу, чтобы сделать жизнь людей на ней ярче, прекраснее, плодотворнее? Это вовсе не значит, что Земля превратится в сплошной курорт, хотя для отдыха будут использоваться несравненно большие территории, чем теперь.

Коммунистическое общество сможет предоставить всем людям интересные и увлекательные занятия не только в космосе, но и на самой Земле. Однако виды трудовой деятельности для Земли будут тщательно отбираться, многое, очень многое будет перенесено в космос.

*Космические
заводы
выгодны*

Космическая индустрия возникнет задолго до того, как человечество столкнется с реальной необходимостью защищать Землю любой ценой, не оглядываясь ни на какие экономические соображения. Вполне возможно, что первые орбитальные промышленные предприятия появятся еще в нынешнем веке и уж заведомо в начале будущего столетия. Потому что они будут выгодными.

На первый взгляд мысль о возможной рентабельности космического производства кажется парадоксальной: ведь хорошо известно, с какими затратами связан вывод каждого килограмма полезного груза в космос. А тут придется не только доставлять сырье на орбиту, но и возвращать на Землю готовую продукцию. Каким же драгоценным должен быть этот конечный продукт, чтобы оправдать все затраты! Неужели его производство на Земле обойдется еще дороже?

Достаточно убедительные и точные оценки, произведенные экономистами, позволяют считать, что в ряде случаев дело будет обстоять действительно так. Именно в тех случаях, когда в полной мере будут использованы поистине уникальные технологические возможности космоса.

Подобных возможностей немало, и они на самом деле уникальны, ибо не существуют нигде, кроме как в космосе. Некоторые из этих возможностей оказываются исключительно ценными для ряда специфических и очень важных и перспективных производственных процессов.

*Драгоценное
ничто*

Да хотя бы тот же идеальный космический вакуум — пустота, практически полное отсутствие вещества, в общем — ничто. Но это самое «ничто» — ценнейший дар космоса.

В промышленном производстве на Земле подобный вакуум пока создать не удастся, и даже гораздо меньшее разрежение достается и поддерживается очень дорогой ценой, с помощью весьма сложных и капризных установок. Между тем вакуум жизненно необходим во многих производственных процессах, без него они просто невозможны. Причем процессах очень важных, перспективных, ключевых для ряда новых отраслей техники, требующих исключительной, невиданной чистоты материалов.

В вакууме выращивают кристаллы полупроводников и сложных «твердотельных» радиоэлектронных устройств, в которых не должно быть никаких загрязнений, неконтролируемых примесей посторонних веществ. Вакуумные электронечи служат для выплавки особо высококачественных металлов и их сплавов. Только в вакууме может быть осуществлено путем напыления покрытие металлов слоем жароупорной керамики. Вакуум необходим для изготовления многих приборов радиоэлектроники, они так и называются вакуумными.

Безграничный, не требующий затрат на поддержание вакуум космоса позволил бы осуществить многие из подобных процессов просто, удобно, качественно. В некоторых случаях это было бы выгодно даже с учетом транспортных затрат, в особенности когда собственный вес изделий невелик (полупроводники, радиоэлектронные и другие изделия).

*Хирургическая?
Гораздо
лучше*

У космического вакуума есть и еще одна бесценная особенность — идеальная стерильность. Мы живем в мире, кишатом различными микробами, бактериями, грибами, спорами, среди которых множество вредных, а то и просто опасных.

В космосе микроорганизмов нет, и это еще одно драгоценное «ничто». Если на Земле эталоном стерильности считают больничные операционные, то никакая хирургическая стерильность с космической сравниться не может. А для ряда микробиологических производств стерильность абсолютно необходима, без этого невозможно, например, изготовление антибиотиков — могущественнейшего лечебного средства современной медицины. Может быть, только орбитальные заводы и смогут выпускать некоторые важнейшие виды продукции микробиологической или фармакологической промышленности.

*И невесомость
работает*

Стоит, пожалуй, напомнить еще раз, что не наличие чего-то, а его отсутствие в космосе открывает новые производственные возможности, например практически полное отсутствие веса на орбитальном заводе. Невесомость делает невозможными некоторые привычные технологические процессы, для которых необходима тяжесть — обычное литье металлов, процессы осаждения и многие другие. Но при невесомости жидкость

стремится свернуться в шар, и это свойство может быть использовано для получения точных сферических отливок. Может быть, именно на орбитальных заводах будут отливать шарики для всей шарикоподшипниковой промышленности.

Немеряные просторы Но не только отсутствием чего-то богат космос. С чем сравнить немеряные и ничем не загроможденные (опять «ничто») космические просторы?

Вполне возможно, что производства, требующие больших площадей, с которыми на Земле с каждым годом все труднее, будет выгоднее разместить в космосе именно поэтому.

Например, ядерная орбитальная энергостанция может обойтись без обязательной на Земле громоздкой биологической защиты, для этого ее придется просто расположить в известном отдалении. Или солнечная энергия, которой тоже в космосе изобилие, ведь и ее эффективная утилизация требует огромных поверхностей. Да только ли это.

Космическая индустрия О создании космической индустрии уже задумываются специалисты. Обдумываются даже такие частные проблемы, как оплата труда рабочих в космосе, методы утилизации отходов производства и проч. Конечно, космическое производство будет максимально автоматизированным. На разных расстояниях от Земли, группами и в одиночку, будут безмолвно мчаться в космическом пространстве по раз навсегда заданным орбитам гигантские невиданные сооружения, искусственные спутники — автоматические заводы со своими цехами, энергостанциями, складами, узлами связи и кибернетическими управляющими устройствами. Время от времени, по строгому расписанию, автоматические транспортные космические аппараты будут доставлять сырье и полуфабрикаты и забирать изготовленную продукцию.

Транспортный флот Грузовые аппараты станут лишь частью большого космического транспортного флота будущего. Этот флот будет обслуживать не только все возрастающие нужды самого космоса — орбитальные станции, базы на Луне, а потом на астероидах, на планетах и т. п. Не меньшую роль будет играть и геокосмическое транспортное сообщение — массовые перевозки пассажиров и срочных грузов на большие расстояния на Земле через космос.

Нет сомнений, что специальные экспрессные геокосмические самолеты будут за какие-нибудь полчаса, ну, от силы три четверти часа перелетать из своего аэропорта в любой другой, как угодно удаленный. Разве для этого не стоит забираться далеко в космос, на высоты в сотни километров?

По существу, проблема длительности полета таким образом перестанет существовать. Это будет следующий логический шаг после сверхзвуковой и гиперзвуковой авиации (для них, конечно,

всегда останется место). Да и геокосмические самолеты будут на самом деле именно самолетами, правда особыми, воздушно-космическими, но все же самолетами, а не баллистическими летательными аппаратами, как современные космические ракеты.

Невиданная архитектура Сооружение огромных космических «зданий», все равно — жилых или необитаемых, необычное во всем, будет совершенно необычным и по методам строительства, и в отношении архитектурных форм. Ученые уже закладывают основы новой, космической архитектуры.

Для всех сооружений на Земле характерными линиями, определяющими облик здания, являются вертикали и горизонталы. Но где в космосе верх и низ, без которых нет и этих «естественных» линий? На смену им, очевидно, должны прийти какие-то другие характерные линии, естественные для космоса. По мнению некоторых специалистов, такими линиями должны стать отрезки гипербол. Легко представить, насколько действительно необычными будут геометрические формы мчащихся в космосе сооружений.

Необычны и возможности увеличения размеров орбитальных сооружений. На Земле тяжесть не позволит, например, построить башню высотой более 5 км или пролет моста длиной более километра.

В космосе подобных ограничений нет.

Значительное применение в космосе могут получить пневматические конструкции. Абсолютный вакуум космоса делает надувные конструкции из легкой и тонкой пластмассы особенно выгодными. Уже накопленный опыт, полученный, например, с надувными спутниками «Эхо», показывает, что надувные конструкции могут быть весьма долговечными. Надувными могут быть и целые гигантские сооружения в космосе и их отдельные части, рефлекторы — концентраторы солнечной энергии, огромные зеркала, антенны и даже мебель и другие предметы «интерьера» космических кораблей. Найдут, вероятно, применение и надувные конструкции в сочетании с быстро твердеющей пенопластмассой.

Космический «Комсомольск» Мы пока не знаем, когда начнется строительство первого космического завода. Наверное, как всегда, когда трудно и нужно, над этой первой необычной стройкой возьмет шефство Ленинский комсомол. И тогда добровольцы, комсомольцы и молодежь, повторяя подвиг своих отцов, дедов и прадедов, отправятся на далекую и близкую ударную комсомольско-молодежную стройку в космосе.

До этого времени утечет еще не мало воды. Но околоземный космос будет обживаться и в самые ближайшие годы. Будут за-

пускаться, а потом, вероятно, и сооружаться в космосе всё новые искусственные спутники — связные, метеорологические, навигационные, геодезические, картографические, исследовательские и многие другие. И не только отдельные спутники, но и их большие комплексные системы.

Легионы спутников

По некоторым расчетам ученых, при современных темпах запусков спутников Земли через два десятилетия, к 1990 году, космический околоземный флот может стать «миллионером» — на орбите появится миллионное по счету искусственное небесное тело. Ведь уже теперь число запущенных во всем мире спутников самых разнообразных размеров и причудливых геометрических форм, движущихся по разным орбитам и выполняющих самые различные задачи, превышает тысячу. Общий вес выведенных на орбиту искусственных небесных тел составляет несколько тысяч тонн, а их общее число близко к пяти тысячам. Правда, в это число входят не только ступени ракет, но и самые разные предметы — сбрасываемые обтекатели, осколки ракет (иногда образуются сотни осколков, самостоятельно путешествующих в космосе) и еще многое другое. В том числе и первые космические «утери» — два фотообъектива, кассета с цветной пленкой и другие предметы.

Появятся спутники и многих новых назначений. Они будут непрерывно совершенствоваться, универсализироваться, что позволит одному спутнику выполнять функции сразу нескольких. Однако наряду с этим будут, несомненно, создаваться и простые, дешевые и скромные по размерам спутники специализированного назначения. Конечно, трудно делать прогнозы, но, думается, ошибаются те, кто считает, что практически предельным по численности будет космический флот в несколько сот спутников, одновременно обращающихся по околоземным орбитам.

Погода из космоса

Уже известная роль спутников приобретет новое качество, когда станет иной по размаху. Это относится, например, к метеорологическим спутникам. Правда, даже Международная метеорологическая организация, главный мировой штаб службы погоды, как-то недавно заявила, что в наше время предсказать будущее метеоспутников на 10 лет вперед столь же трудно, как и прогнозировать погоду на 10 дней. Но тут, пожалуй, скорее рискуешь недооценить, чем переоценить будущую роль космической службы погоды.

Можно не сомневаться, что глобальную метеорологическую вахту будут непрерывно нести десятки и сотни специализированных спутников. С их помощью прогнозы погоды станут, вероятно, столь же точными, как и предсказания о восходе и заходе Солнца. Можно надеяться, что затем сможет, наконец, осуществиться и

заветная мечта людей о воздействии на погоду, об управлении ею,— задача, над решением которой упорно трудится наука.

*Трубка
моряка*

Пока еще наука довольно далека от реального воздействия на погоду в сколько-нибудь значительных масштабах. Рассеять туман, вызвать дождь или предотвратить град удастся уже иногда и теперь, но от подобных мелкомасштабных воздействий до истинного управления погодой — дистанция огромного размера. Трудности на этом пути под стать масштабу грандиозных атмосферных процессов, которые лежат в основе погодных явлений. Достаточно сказать, что для изменения погоды на сколько-нибудь значительной территории, протяженностью в сотни километров, может потребоваться энергия в миллиарды киловатт-часов в течение каких-нибудь нескольких часов. Пока еще человечество сделать это не в состоянии, да и вряд ли сможет сделать даже в обозримом будущем. Однако, к счастью, наука видит более привлекательный и реальный путь решения задачи.

Выступая на международном юбилейном заседании, посвященном 400-летию со дня рождения великого итальянского ученого Галилео Галилея, профессор А. Уилер воспользовался очень образным примером. Он сказал:

«Индийский океан накаляется Солнцем, испаряется огромное количество воды. В атмосфере скапливается все больше энергии. В один прекрасный день в океан приходит грузовое судно. Перед закатом усталый моряк приходит на нос корабля и закуривает сигарету. От нее вверх тянется слабенький поток теплого воздуха. Этот поток порождает постепенно усиливающееся движение воздуха. Оно, в свою очередь, вызывает превращение тепловой энергии в механическую. В результате развивается расходящийся процесс. В Индийском океане начинается ураган. Он распространяется из Индийского океана в Южно-Китайское море. Кто обречен быть уничтоженным этим ураганом и кому суждено остаться в живых — зависит от того, закурил ли моряк сигарету на судне, которое находится рядом или на расстоянии 500 километров. Ничтожное возмущение усиливается и приводит к грандиозным последствиям».

Вот где ключ к овладению погодой. Перспективы здесь связаны с неустойчивостью метеорологических процессов, о которой образно рассказал ученый. Иногда достаточно лишь небольшого толчка, слабенького импульса, чтобы вызвать к жизни грандиозные погодные явления. Нужно лишь знать, где, когда и какой именно импульс необходим. Только космонавтика в состоянии в принципе помочь ученым решить задачу. Здесь почти все еще впереди, но с каждым днем спутниковая метеорология приближает человечество к заветной цели.

Разумеется, метеорологией дело не исчерпывается. Не менее

революционные сдвиги возможны и в других областях. Множество спутников заменят наземные виды дальней, а потом, наконец, и ближней связи. Навигационные спутники сделают историей все современные трудности навигации морских и воздушных кораблей. Геодезические и картографические спутники будут тщательнейшим образом следить за всеми изменениями земной поверхности; новые, абсолютно точные карты будут выпускаться в разных масштабах — от глобальных до местных, раз в два-три года, а то и чаще. «Хозяйственные» спутники для изучения и использования материальных ресурсов Земли — сельскохозяйственные, океанографические, гидрологические, лесохозяйственные, рыбохозяйственные и другие — в состоянии внести неоценимый вклад в повышение благосостояния человечества.

Спутники «школьные» Пройдет немного времени, и в космосе появятся спутники, выполняющие совершенно новые функции. Например, вполне реально создание сети спутников «школьных», образовательных.

Подобные планы обсуждаются на международных форумах ученых, в органах ООН.

У нас в стране и в других государствах искусственные спутники уже используются для передачи учебных программ по радио и телевидению.

По данным ООН, к 2000 году во всем мире потребуется 70 миллионов учителей, тогда как существующие учебные заведения смогут подготовить к тому времени только 20 миллионов. На Земле теперь еще 700 миллионов человек неграмотны! Помощь космоса может быть весьма ценной, если ее использовать на благо освобожденным и развивающимся народам.

Это же относится и к высшему образованию. Не нужно забывать, что к 2000 году около $\frac{3}{4}$ всех людей на Земле будет моложе 25 лет. Разве не ясно, как велики задачи образования!

Особенно большой прогресс будет достигнут, когда телепередачи с борта спутников будут вестись прямо на обычные домашние телевизионные приемники. Правда, для этого понадобятся решить множество различных сложных проблем, прежде всего социально-политических, а также технических, связанных с преодолением «языкового барьера» и других. Но нет сомнений, что прямая передача со спутника на домашний телевизор открывает огромные возможности для телевидения.

Спутники «газетные» Не менее перспективны спутники «газетные». С их помощью газеты могут «доставляться» в самые отдаленные уголки за рекордно короткое время. Для этого фототелевизионные изображения газетных полос будут передаваться из редакций газет на специальные спутники, а через них — в наземные «телетипографии». С этих изображений и будет затем печататься тираж.

Об опытах передачи газетных страниц через космос уже сообщала печать. Например, опытный экземпляр матрицы газеты «Правда» был передан через спутник связи «Молния-1» и станцию «Орбита» в Хабаровск 29 января 1968 года. Изображение с пленки может быть легко перенесено на бумагу.

А когда появятся разрабатываемые небольшие факсимильные приставки к домашним телевизорам, быстро и качественно печатающие изображения с телевизионного экрана, то газетный лист можно будет не только увидеть на экране, но при желании чуть ли не мгновенно иметь в руках!

*Спутники
светящиеся*

Вполне возможно использование спутников и для ночного освещения, в качестве своеобразных космических прожекторов. Большое металлическое или тонкопленочное пластмассовое металлическое зеркало может быть развернуто или собрано на орбите. При правильном расположении оно сможет осветить ночью отраженными лучами Солнца значительную площадь земной поверхности. Например, зеркало диаметром 600 м с суточной орбиты создаст на Земле освещенную зону диаметром примерно 300 км. Космическое зеркало может сиять с неба ярче, чем Луна, при его свете без труда можно будет читать. Не станет ли космическое освещение городов обычным уже через 20—30 лет?

Правда, оно требует чистого неба, но ведь в планах космонавтики числится и активное воздействие на погоду. Другое дело, есть ли истинная нужда в подобном освещении, как оно скажется на жизни животного и растительного мира. Все это требует всестороннего и тщательного изучения. Но сама по себе мысль о космическом освещении привлекательна.

*Спутники
инженерные*

Значительное место среди множества всевозможных спутников наверняка займут спутники, которые могут быть названы инженерными или технологическими; оба эти названия можно встретить в специальной литературе. Подобные спутники будут представлять собой, по существу, автоматические экспериментальные лаборатории для испытания в космосе различных систем и устройств космических летательных аппаратов, опробования новых конструктивных решений, проверки теоретических расчетов конструкторов и инженеров.

Еще одну многочисленную группу инженерных спутников составляют спутники ремонтные. Огромное орбитальное хозяйство, большое число всевозможных сложных спутников нужно будет поддерживать в состоянии постоянной работоспособности: жалко ведь, если из-за какого-нибудь мелкого дефекта самый сложный и дорогостоящий спутник выйдет из строя. Вот тут-то и понадобится ремонтный спутник — его автоматическая аппаратура выявит неисправность на спутнике, а затем с помощью специальных

манипуляторов, управляемых с Земли, будет произведен ремонт. Фантастика? Проекты ремонтных спутников уже обсуждаются.

«Магазины памяти»

Как ни изменятся в будущем «профессии» спутников и сколько их ни будет, этих профессий, новых и старых, можно с уверенностью назвать одну, которая окажется, вероятно, вечной. Речь идет о спутниках — своеобразных «магазинах памяти». На орбитах всегда и неизменно будет находиться некоторое число подобных специализированных спутников.

Без них не обойтись.

На самом деле, как иначе можно принять, сохранить, а затем передать по назначению всю ту разнообразнейшую по содержанию, но всегда ценную и важную информацию, которую получают и передают научные приборы, в бесчисленном множестве разбросанные по белу свету? Приборы поистине вездесущи, их устанавливают на борту спутников, самолетов и кораблей, на различных заброшенных в самые глухие места планеты автоматических наблюдательных пунктах, плавучих буях, воздушных шарах, наконец, просто на лапках птиц, шеях белых медведей или спинах слонов, когда нужно изучить законы их миграции.

Спутник — «магазин памяти» — примет всю эту радиоинформацию, запомнит ее, а потом передаст наземной станции, когда будет пролетать над ней. Просто, надежно.

В космосе тесно

Спутники, спутники, спутники... А не станет ли, чего доброго, тесно в околосреднем космосе, ведь не безграничен же он на самом деле? Может быть, пора подумать и о космическом ОРУДе?

Это вовсе не риторический вопрос. Некоторые участки космоса у Земли оказываются действительно перенаселенными. И даже зафиксирован случай столкновения двух спутников: он произошел в 1965 году, правда со спутниками-близнецами, введенными в космос почти рядышком. На этот раз спутники лишь коснулись один другого длинными торчащими стержнями антенн, на короткое время потеряли ориентацию и разошлись. Но ведь могло быть иначе. Хорошо еще, что практически все спутники, за несколькими исключениями, обращаются вокруг Земли в одном, общем направлении — с запада на восток.

Война орбит?

Угроза перенаселения относится в первую очередь к синхронной орбите, на которой спутник как бы висит неподвижно над одной какой-либо экваториальной точкой земной поверхности, что выгодно для связанных, навигационных и ряда других спутников. Не удивительно, что, несмотря на «просторность» синхронной орбиты (как-никак ее протяженность составляет примерно 265 000 км!), на ней в конце концов может начаться спутниковая сутолока — орбита одна, а спутников много. Особенно это

относится к некоторым наиболее «благоприятным» точкам синхронной орбиты.

Радиошумы Еще сложнее обстоит дело с радионасыщением космоса. Когда спутник работает, он шлет на Землю радиосигналы. Огромный поток мчащихся из космоса радиоволн должен уложиться в сравнительно узкий диапазон оптимальных частот. Хотя Земля уступает космонавтике все более широкий спектр удобных радиочастот, все равно его уже не хватает. Что же будет, когда число вещающих спутников станет гораздо большим? Этот вопрос серьезно беспокоит ученых. А тут еще случается, что спутник уже закончил свои полезные функции, а его бортовая рация все еще «говорит».

Долой с орбиты! Впрочем, мешают в космосе не только уже ненужные «разговаривающие» спутники, но и молчащие тоже,— вспомните о тесноте. Вот почему все отчетливее становится необходимость «убирать»

из космоса отработавшие, отжившие спутники. Может быть, наряду со службой ремонта будет создана и специальная служба «расчистки космоса», задачей которой станет отбуксировка с орбит всего ненужного с тем, чтобы потом весь этот «космический мусор» сгорел в атмосфере. При этом придется побеспокоиться и о том, чтобы падающие с неба осколки не причинили вреда линейным пассажирским самолетам.

По сравнению с множеством автоматических необитаемых спутников Земли, число станций с человеком на борту будет куда более скромным. Но не количеством, а качеством будут славны эти обитаемые станции.

Орбитальная станция Первые станции для длительного пребывания космонавтов на орбите будут сравнительно скромными и по размерам, и по задачам. Но от этого их значение никак не будет меньше. Пусть на борту орбитальной космической станции будет всего несколько человек, пусть они будут находиться в космосе всего несколько месяцев и выполнять сравнительно ограниченный круг научных исследований, все равно создание орбитальной станции будет важным шагом в штурме космоса. Этот шаг необходим, если иметь в виду перспективы космонавтики. Оттого-то столь велико значение первой научной станции «Салют», выведенной на орбиту. Ведь на этой станции уже работал первый экипаж.

Орбитальная станция должна дать ответ на многие вопросы, волнующие науку. Пожалуй, главный из них — как скажется на человеке длительное пребывание на орбите? Ведь это будет уже не экскурсия в космос, а жизнь и труд в нем. Без ответа на этот очень важный вопрос планы космонавтики на будущее могут оказаться построенными на песке.

*Как
трудиться?*

Условия труда в космосе мало известны науке. Здесь почти любая проблема — новая. Кто бы мог предположить, например, что на выполнение даже простейших работ, вроде завертывания гаек, в космосе придется затрачивать втрое больше времени, чем на Земле? Считалось, что невесомость приведет к особой легкости движений — опыт это опроверг. Космонавты, выходявшие в открытый космос, вовсе не чувствовали себя очень ловко, уставали. С непривычки? Но, видно, привыкать будет не просто.

Но не только для самого человека космос совершенно непривычная среда. Для работы в космосе приходится разрабатывать новые технологические процессы, создавать специальные рабочие инструменты, конструкционные материалы, смазочные вещества. Все вновь, все с самого начала — уж очень необычны и трудны космические условия. Должно быть учтено все — невесомость, абсолютный вакуум, радиация, непривычные температуры.

*Сварка
без сварки*

Стоит ошибиться — и космонавты могут столкнуться с неожиданными, может быть, непреодолимыми трудностями. Легко представить себе, что пережил первый американский космонавт Э. Уайт, вышедший в открытый космос с борта корабля «Джеминай-4» 3 июня 1965 года, когда, возвратившись к кораблю, обнаружил, что крышка люка, которая должна надежно отгородить его от космоса, не закрывается. Оказалось, что она попросту приварилась к обшивке корабля. В космосе такая «холодная сварка», происходящая вроде бы сама собой, под действием вакуума и радиации, всегда может сыграть злую шутку. Пульс Уайта сразу подскочил до 178... Прошло полчаса, пока космонавтам удалось наконец закрыть люк.

Но вернемся к космической станции. Орбитальная обитаемая станция, которая будет иметь экипаж всего из нескольких, возможно лишь трех-четырех космонавтов, может быть выведена на орбиту ракетой-носителем так же, как и во всех предшествующих запусках космических кораблей. Именно так и была выведена первая советская научная орбитальная станция «Салют». Другое дело последующие, большие станции; ведь по некоторым прогнозам к 2000 году на орбите будут действовать станции с «населением» до 400 человек. Их заведомо придется собирать на орбите: для вывода в космос готовой станции весом примерно 1500 т потребуются ракета-носитель взлетным весом порядка 30 000 т. Необходимость сборки на орбите кажется несомненной.

*«Академ-
городок»
на орбите*

Обитаемые орбитальные станции смогут решать многочисленные важнейшие научные задачи. О некоторых из них будет подробнее рассказано позже. Возможно, что каждая станция будет окружена роем различных космических сооружений

и станет как бы центром своеобразного «Академгородка» в космосе. В числе подобных сооружений может быть обсерватория с огромным, рекордным по величине оптическим телескопом. Пока же на беспилотных «астрономических» спутниках устанавливают сравнительно небольшие телескопы.

Телескоп в космосе

Вполне возможно изготовление необычно большого и легкого зеркала из пластмассы, металлизированной в самом космосе, — вот где пригодится космический вакуум. Невесомость позволит избавиться от вредных деформаций под действием тяготения, ограничивающих размеры телескопов на Земле. С помощью «сверхтелескопа» могут быть раскрыты многие пока недоступные астрономам тайны мироздания. Можно будет, вероятно, разглядеть планеты чужих солнц, разгадать загадку ядер галактик, секреты квазаров и пульсаров, раздвинуть видимые границы Вселенной.

Не меньшее значение будет иметь сооружение в космосе и колоссальных по размерам радиотелескопов. Даже существующие теперь беспилотные спутники для радиоастрономических наблюдений имеют иной раз антенны огромных размеров; у одного из них «усы» антенн топорщатся на 230 м! В будущем они будут заведомо больше: уже испытана антенна длиной 1,5 км! С их помощью радиоастрономия, ставшая главным поставщиком открытий, сможет добиться еще более замечательных успехов.

Большой научный интерес представляют собой также орбитальные обсерватории для наблюдения рентгеновского и гамма-излучения Вселенной. Ведь именно это особо коротковолновое излучение может дать ценнейшую информацию о происходящих во Вселенной процессах, связанных с выделением невообразимых количеств энергии. Гамма-телескоп находился в числе других приборов на борту советской научной орбитальной станции «Салют», а рентгеновский телескоп — на «Луноходе-1».

Орбитальные обсерватории смогут, наконец, дать уверенный ответ на многие «проклятые» вопросы, касающиеся происхождения и развития Вселенной, определить, какая из существующих космологических теорий ближе к истине, проверить правильность общей теории относительности, в чем остро нуждается наука. Эти научные результаты имели бы важнейшее мировоззренческое значение. Не удивительно, что большое место в программе работ первой советской научной орбитальной станции «Салют» занимали именно астрофизические исследования; станция была снабжена соответствующей научной аппаратурой.

Особенно выгодным было бы размещение астрономических обсерваторий на станциях, расположенных в точках либрации, — за Луной или, еще лучше, за Марсом. Может быть, именно в одной из этих замечательных точек космического пространства и разместится космический собрат новосибирского Академгород-

ка? Нелегко назвать науку, представители которой не рвались бы в творческую командировку в далекий космический научно-исследовательский институт.

*Турбазы
и санатории
на орбите*

Но хотя прежде всего люди будут стремиться в космос, чтобы работать, возможно, в некоторых случаях дело будет обстоять иначе. Можно думать, что через одно-два десятилетия в космосе появятся представители вездесущих туристов.

Побывать на орбитальной турбазе действительно интересно.

Не исключено, что только космос окажется в состоянии принести облегчение некоторым больным, и места в «орбитальной лечебнице» или «космическом санатории» будут тоже браться с бою. О подобной возможности уже теперь говорят многие ученые в области космической биологии и медицины, например академик В. В. Парин. «Орбитальное лечение» в состоянии избавить страждущего от ряда болезненных нарушений, вызванных действием силы тяжести.

*Научно-
технический
переворот*

Нет никаких сомнений, что успехи космонавтики вызовут революционный прогресс практически во всех, без исключения, отраслях знания. Вот как об этом говорится в Программе КПСС: «Человечество вступает в период научно-технического

переворота, связанного с освоением космоса».

Но «земной эффект» космонавтики не ограничивается ее влиянием на науку, технику, индустрию. Воздействие космонавтики на материальную и духовную культуру человеческого общества, на будущее человечества гораздо более глубоко и разносторонне.

Современное человечество, к сожалению, разделено многими социальными, политическими и психологическими барьерами. Их преодолению, столь важному для будущего людей, во многом способствует космонавтика. Она наглядно показывает людям их общую великую роль в природе, подчеркивает общность всех людей как жителей Земли — единого «дома людей», по образному выражению космонавта Алексея Леонова. И «дома» прекрасного — такой видят Землю с заоблачных высот космонавты.

Сегодня мы еще не в состоянии полностью оценить эту великую, историческую миссию космонавтики, заставляющую людей задумываться над их едиными, общими интересами, объединяющими человечество. Настанет время, и в действительно едином и сплоченном коммунистическом человеческом обществе не останется места для национальной, социальной, расовой и любой другой ограниченности. Тогда «человек разумный», «гомо сапиенс», поднимется в результате успехов космонавтики и над уровнем ограниченного и узкого геоцентризма, станет истинным хозяином Вселенной. Он превратится в «гомо космикус», в «человека космического».

ВСЕЛЕННАЯ — НАШ ДОМ

Как будет идти дальше штурм космического пространства?

Последние три десятилетия нашего космонавтического XX века (и наверное, первые десятилетия следующего века) будут прежде всего периодом интенсивного создания научно-исследовательских и «хозяйственных» пилотируемых орбитальных станций — это ныне основной путь развития космонавтики. Именно так сказал об этом Генеральный секретарь ЦК КПСС тов. Л. И. Брежнев: «Советская наука рассматривает создание орбитальных станций со сменяемыми экипажами как магистральный путь человека в космос».

*Острова
у берегов
Земли*

На самом деле, если иметь в виду непосредственное участие человека в освоении космического пространства, то совершенно очевидна наибольшая эффективность подобного участия именно для околоземного космоса. Использование долговременных обитаемых станций на околоземных орбитах имеет исключительное научное и практическое значение. Это объясняется не только огромным диапазоном и важностью возможных задач, решаемых подобными станциями — о многих из подобных задач шла речь в книге. Особенно ценно, что служба орбитальных станций может быть комплексной, регулярной, длительной.

Вслед за первой орбитальной станцией будут созданы и многие другие, еще более крупные и сложные, как многоцелевые, так и специализированные. Земной шар будет окружен целым ожерельем космических «эфирных поселений», как образно назвал предложивший их впервые К. Э. Циолковский, — от небольших до огромных, похожих на целые города. Это будут своеобразные космические острова у берегов Земли, форпосты человечества на пути в безбрежный космос.

После относительно простых орбитальных станций, выводимых на орбиту комплектно, в собранном состоянии, одной ракетой-носителем, появятся и первые станции, собранные на орбите из отдельных частей, доставляемых с Земли ракетами. Когда орбитальное «строительство» будет освоено (а в нем заведомо еще много неизведанного, неожиданного), то сооружения на орбите будут становиться все более сложными, разнообразными, большими. Их экипаж — население орбитального города — будет быстро возрастать. Появится немало чисто «космических» профессий, вовсе не известных на Земле. А с ними вместе будет складываться и новая, неизвестная, а то и просто невозможная на Земле космическая технология.

Уже первая орбитальная станция — «Салют» — представляла

собой сооружение весьма внушительных размеров. Такого гиганта в космосе еще не бывало. Когда к станции пристыкован корабль «Союз», то общий вес всего комплекса равен примерно 25 т, общий объем — около 100 м³, длина — 20 м, максимальный диаметр — 4 м. Из транспортного корабля, доставившего экипаж на станцию, космонавты попадают сначала через герметический коридор — лаз в переходный отсек станции, а затем люк ведет в основное помещение — рабочий отсек. На станции предусмотрены четыре постоянных рабочих места для членов экипажа, каждый из них имеет также постоянное спальное место. Есть небольшой «спортивный стадион» для физкультурных упражнений и специальный «медицинский уголок», кухня с холодильником, нагревателем, обеденным столом, шкафами и посудой, пылесос для уборки космической «квартиры», специальные костюмы (одни из них получили название «пингвин»), создающие необходимую нагрузку на костно-мышечный аппарат космонавтов, чтобы ослабить вредное действие длительной невесомости, набор разных рабочих инструментов и еще много чего...

И уж конечно, богата станция всевозможной научной аппаратурой — и внутри, и снаружи буквально свободного места нет. Не удивительно, что только радиотелеметрия, то есть информация, принимаемая на Земле с борта станции по радио, за сутки занимает примерно два километра бумажной ленты самописцев...

Можно лишь представить себе, сколь сложными и совершенными будут последующие орбитальные станции — их экипажам должно быть максимально удобно жить и работать на борту в течение длительного времени. Опыт «Салюта» показывает, что это вполне достижимо.

Но не только околоземный космос будет сферой интересов космонавтики, не оставит она, конечно, без внимания и Луну.

*Луна
уникальна*

В главе седьмой, посвященной тому, что уже сделано космонавтикой в изучении Луны, шла речь о ее особом положении среди всех небесных тел Солнечной системы. Решающими являются близость Луны, ее относительная доступность, связанность их космогонических судеб и сходство условий космического окружения. Исследуя Луну, мы получаем единственную и неповторимую возможность лучше, глубже, полнее узнать и нашу Землю.

Не меньшее значение, чем сходство Земли и Луны, имеет и их различие; изучение причин неодинаковости в сходных условиях может раскрыть немало общих тайн. Не записаны ли на поверхности Луны ранние страницы ее общей с Землей истории, страницы, не стертые, как на Земле, потому что на Луне нет атмосферы? Ведь наука, по существу, ничего не знает о первом миллиарде лет «жизни» Земли.

Одна из первых значительных программ космонавтики, кото-

рую намечается осуществить усилиями многих стран в качестве международного начинания, связана с научным освоением Луны. Это — программа Международной лунной лаборатории, принятая Международной академией астронавтики в 1960 году. На ежегодных мировых конгрессах астронавтов работает научный симпозиум по этой программе.

Создание на Луне постоянно действующей научной базы с группой ученых и специалистов имело бы исключительно большое значение, хотя до этого будет проведено немало исследований с помощью автоматических научных приборов, доставленных на Луну. Много важнейших научных проблем изучения Луны ждут еще своего решения.

Некоторые проблемы относятся к самой Луне. Только длительные исследования с применением современных геофизических методов и оборудования определят наконец с достаточной достоверностью строение недр Луны, выяснят минеральный состав, установят эволюцию Луны. Будет окончательно решено, какова роль каждого из двух процессов формирования лунного рельефа — падения метеоритов и вулканизма. Получат окончательное разрешение многие загадки лунного пейзажа.

Исследования биологического характера установят влияние на жизненные процессы животного и растительного мира уменьшенной силы тяжести на лунной поверхности, почти полного отсутствия магнитного поля, не ослабленной атмосферой радиации, необычного суточного ритма и т. п.

Вторым по важности объектом изучения с Луны будет Земля. Луна — это замечательная «вышка» для постоянных наблюдений крупномасштабных явлений на Земле и в окружающем ее ближайшем космосе: полярных сияний, изменений ионосферы, движения облаков и т. п.

Не менее плодотворным должно быть проводимое с Луны изучение межпланетной среды, планет Солнечной системы и даже, может быть, областей космоса за ее пределами. Перед астрономами на Луне открываются поистине безбрежные перспективы.

Судите сами: долгая двухнедельная ночь, черное звездное небо без мешающей атмосферы, сильно уменьшенная сила тяжести. Огромные оптические и радиотелескопы, установленные на Луне, раскроют немало тайн космоса.

*Лунный
космолагерь* А как не воспользоваться Луной в качестве личной базы для отработки скафандров, систем жизнеобеспечения, снаряжения космонавтов, их тренировки и обучения тоже? Можно думать, что на Луне будет когда-нибудь создана своеобразная школа космонавтов, учебно-тренировочный центр. С окололунной орбиты будут, возможно, стартовать в далекий путь межпланетные корабли будущего. Доставка на эту орбиту всего необходимого

с поверхности Луны не будет связана со значительной затратой топлива.

В возможных перспективных планах придется подумать и о некоторых элементарных удобствах для космонавтов, ведь жить-то на Луне им придется не один день. Прежде всего, где жить? Конечно, несколько дней можно прожить и в посадочном корабле, который доставит их на поверхность Луны.

Но вряд ли это удобно. В качестве постоянного жилья лучше всего подойдет какая-нибудь пещера или другое естественное убежище. Большую службу при этом могут сослужить части космической ракеты, например, опустошенные топливные баки, различные легкие надувные пластмассовые конструкции, сооружения из пропитанного желатином стекловолокна и т. п.

Не менее благодатное поле деятельности открыто *Такси, краб* и для тех, кто разрабатывает способы передвижения на Луне. Какие только транспортные средства не предлагаются для Луны специалистами! Тут и колесные «такси» весьма экзотических форм — и с множеством шин-баллонов большого диаметра или металлических эластичных колес, и с одним-единственным сферическим, из гибких лент, колесом диаметром 18 м. И различные еще более экзотические шнековые, гусеничные и даже шагающие устройства с длинными суставчатыми «ногами», чем-то напоминающие огромного краба.

А по одному из проектов аппарат получился и вовсе не обычным — «прыгающие шары» на стержне, что-то вроде длинноногого кузнечика или кенгуру. Два больших шара, в одном из которых находятся космонавты, а в другом — энергоустановка и необходимое оборудование, свободно скользят по длинной полой металлической штанге. Внутри штанги — рабочий газ и поршень. Когда сжатый газ толкает поршень и связанные с ним шары вверх по штанге, то разогнавшиеся шары, достигшие верхнего конца штанги, увлекают за собой весь аппарат — он взлетает, как бы отталкиваясь от лунной поверхности. После гигантского прыжка метров на сто аппарат опускается, опирается нижним концом штанги о поверхность, шары скользят по штанге, сжимают газ, подготавливая следующий прыжок. И все повторяется: прыжок по огромной дуге, прилунение, опять прыжок.

Некоторые типы лунных самоходных транспортных аппаратов уже изготовлены и испытываются в суровых земных условиях на специальных «лунных полигонах», максимально приближающихся к истинным лунным.

А первый из таких аппаратов — «Луноход-1», как известно, с 17 ноября 1970 года находится на Луне, совершив по лунному Морю Дождей немало длительных рейсов от места посадки станции «Луна-17». «Луноход-1» стал еще одним важным дости-

жением советской науки: в его конструкции немало оригинальных идей и смелых инженерных решений, проверенных земными испытаниями. Каждое из восьми ажурных, свободно подвешенных движущих колес аппарата (есть и еще одно — девятое колесо, но оно не движущее, а служит для измерения пройденного пути и скорости движения аппарата) снабжено своим тяговым электрическим двигателем, так что этот вездеход — своеобразный лунный электромобиль (таким машинам и на Земле, как известно, прочат большое будущее). Электропитание осуществляется аккумуляторной батареей, подзаряжаемой солнечной электростанцией. «Электронный мозг» и «органы чувств» вездехода позволяют уверенно управлять его движением с Земли, ориентируясь по передаваемым на Землю телевизионным изображениям расстилающегося перед аппаратом лунного пейзажа. Однако совсем не просто это управление, и наземная «команда» вездехода состоит из нескольких человек (как на каком-нибудь огромном реактивном лайнере). Тут и командир, и водитель (вроде второго пилота), и штурманы, и бортинженер, и оператор остронаправленной радиоантенны (своеобразный радист). Вместе с членами экипажа работают различные консультанты — геолог, врач, селенологи. Таких уж в авиации совсем не бывает...

«Умные» бортовые системы «Лунохода» способны в некоторых критических ситуациях брать управление на себя: все-таки как ни быстры радиоволны, двойной путь Луна — Земля они проходят почти за 3 сек, а этого иногда может оказаться слишком много. Общее запаздывание команды с Земли может иногда стать недопустимо большим.

Думают ученые и о «летающем» лунном транспорте. Правда, обычная авиация, очевидно, для Луны не подходит — там нет атмосферы, и летательные аппараты должны быть ракетными. Это могут быть либо аппараты индивидуального пользования, вроде укрепляемых на скафандре «ракетных поясов» или небольших ракетных одноместных колясок, только, конечно, без колес, либо же настоящие вертикально взлетающие ракетопланы с герметической кабиной. Без скоростных средств передвижения на Луне, вероятно, не обойтись.

На самооб-
служивание

Первое время лунные базы будут снабжаться всем необходимым с Земли — этим будут заниматься специальные грузовые корабли. Затем, вероятно, будут созданы оранжереи и парники для выращивания различных сельскохозяйственных культур.

Очень удобно будет исследовать и отрабатывать на Луне отдельные звенья и целые системы жизнеобеспечения полностью замкнутого цикла (с регенерацией не только воздуха и воды, но и пищи) для дальних межпланетных кораблей.

Лунная индустрия

Но истинный расцвет освоения Луны наступит, когда начнет зарождаться и развиваться лунная индустрия, что, правда, является достаточно далекой перспективой. Прежде всего, возможно, будет налажено производство различных топлив для двигателей космических ракет.

Может быть, станет рентабельной добыча и транспортировка на Землю лунных руд с помощью флота грузовых ракет. В каких-то случаях руду будет выгоднее перерабатывать на месте, построив специальные автоматизированные заводы — обогатительные, химические, металлургические.

Для любых нужд на Луне понадобится энергия. Производство электроэнергии будет организовано на Луне, надо думать, в широких масштабах. Для этого будут использованы в основном два пути — мощные гелиоэлектростанции, условия для работы которых на Луне очень благоприятны, и атомные электростанции. Если расположить эти последние вдалеке от жилых зон, они могут обойтись без необходимой на Земле мощной биологической защитной экранировки, что намного удешевит их сооружение.

Можно предполагать, что к концу следующего столетия Луна станет довольно уютным уголком Солнечной системы. Правда, об «уюте» можно говорить лишь условно. Какая уж тут комфортность, если на Луне нет атмосферы и разгуливать по ней можно лишь в скафандре, избавляясь от него только по ту сторону шлюза, отделяющего от космоса лунные «убежища»?

А нельзя ли ликвидировать этот серьезный «недостаток» Луны, несомненно не содействующий ее освоению? Может быть, стоит подумать о том, чтобы снабдить Луну атмосферой?

Конечно, завозить воздух с Земли бессмысленно, но если на Луне удастся найти в связанном состоянии кислород и азот, то их выделение, как говорят, дело техники. Понадобится энергия, а ее на Луне можно получить в достатке. Потребуются, разумеется, и огромные установки-заводы по производству атмосферы, но и в их создании нет ничего невозможного.

Из лунной породы реголита, доставленного на Землю, уже удалось выделить газообразный кислород. Его содержание таково, что 20 кг породы могут обеспечить кислородом для дыхания одного человека в течение суток.

Весьма интересуют космонавтику, разумеется, и планеты Солнечной системы. Прежде всего Марс и Венера. И на первом плане — Марс, потому что, как считают ученые, именно на Марсе из всех планет Солнечной системы больше всего шансов обнаружить жизнь. Пусть примитивную. Во всяком случае, опыты, проведенные советскими учеными в «марсианской» испытатель-

Все-таки жизнь?

ной камере — «фотостате», в которой имитировались с большой точностью атмосферные и радиационные условия, существующие на Марсе, показали, что и в этих условиях жизнь возможна. Жить и развиваться могут не только бактерии, но и некоторые простейшие одноклеточные животные.

Жизнь на Юпитере?

В самое последнее время довольно неожиданным претендентом на роль очага жизни в Солнечной системе стал гигант Юпитер. Недавние исследования дают для этого настолько веские основания, что некоторые ученые склонны считать Юпитер едва ли не главной целью экзобиологических изысканий, то есть экспериментов космонавтики по обнаружению внеземной жизни. Утверждают даже, что условия для зарождения жизни на Юпитере благоприятнее, чем на любой другой планете Солнечной системы, включая и Землю (!). Действительно, в атмосфере Юпитера обнаружены с помощью снимков в инфракрасных и ультрафиолетовых лучах такие вещества, какие, как предполагают ученые, входили в состав атмосферы Земли до появления жизни на ней. Обнаружен также какой-то сложный углеводород, уж не биологического ли происхождения? Может быть, и теперь в юпитерианской атмосфере создаются какие-то первобытные биологические молекулы? Если там достаточно тепла, то это вполне возможно. Тяжесть на Юпитере не так уж велика, как обычно думают: она всего в 2,5 раза больше земной, к ней вполне можно приспособиться. А для жизни в океане она и вообще не важна. Если же Юпитер действительно очаг жизни, то тогда он, несомненно, главный ее очаг. Об этой колоссальной планете известный ученый популяризатор науки А. Азимов шутя сказал: «Солнечная система состоит из Юпитера плюс какие-то обломки». И еще: «Если на Юпитере есть моря, подумайте, сколько там рыбы!» Поскольку Юпитер в 300 раз больше по массе, чем Земля, то легко представить себе, какова масса юпитерианской фауны, если она только существует. Не зря некоторые ученые считают теперь Юпитер главной загадкой космонавтики.

И Венера тоже

Не совсем потеряна в этом смысле надежда и на Венеру, несмотря на ее высокую температуру. Судя по радиолокационным наблюдениям, Венера очень медленно вращается вокруг собственной оси (и в сторону, обратную вращению Земли и других планет, — парадоксальный факт!). Звездные сутки на Венере близки к земному году! Но тогда в атмосфере Венеры должна отсутствовать сколько-нибудь заметная циркуляция, которая вызывается быстрым суточным вращением. А раз нет интенсивного перемешивания атмосферы, то вполне возможно существование на поверхности планеты зон с температурными условиями, не исключающими жизнь, даже в ее земных, привычных формах.

Некоторые ученые полагают, что в околополярных районах Венеры возможно даже образование мощных ледяных шапок. На экваторе жара в сотни градусов, а у полюсов лед! Почему бы и нет, если отсутствует атмосферная циркуляция? Да и куда могла деваться вода на Венере? А если ледяные шапки есть, то недалеко от их границ может быть комфортная температура.

Высказывается и еще более смелая мысль о том, что венерианская жизнь могла бы зародиться и поддерживаться в атмосфере планеты, на больших высотах, где температура уже достаточно низка, а плотность атмосферы еще сравнительно велика. Уже венерианские ли микроорганизмы создают то своеобразное необъяснимое свечение ночной стороны Венеры, которое напоминает пепельный свет Луны, но не может вызываться той же причиной? Ведь светится же в океанах планктон? Некоторые ученые допускают эту возможность. Другие считают даже, что не обязательно речь может идти только о микроорганизмах — могут быть и плавающие в атмосфере «живые пузыри».

При возможных полетах автоматических межпланетных станций к Марсу и Венере могут быть проведены эксперименты, которые смогут прояснить эту волнующую проблему. Программа подобных экспериментов биохимического характера, как и необходимое для этой цели автоматизированное экспериментальное оборудование, исследуется учеными. Может быть, некоторым автоматическим установкам и придется встретиться с необычными формами жизни.

Но даже если надежда обнаружить жизнь на небесных телах окажется несостоятельной, у науки есть множество задач по изучению и освоению Марса, Венеры, а потом и других планет Солнечной системы. «Межпланетная» тематика работ космонавтики будет непрерывно развиваться.

В ближайшие десятилетия межпланетные полеты будут совершаться автоматическими, беспилотными зондами, подобными уже летавшим к Марсу и Венере. Они смогут пролететь вблизи планеты, совершить посадку на нее, жесткую или мягкую, наконец, стать спутником планеты. Свою информацию, в том числе и фотографические изображения, им придется передавать на Землю по радио. Полет обитаемого корабля с космонавтами в эти годы будет практически исключен.

Причина — в энергетике межпланетного полета. Слишком много топлива нужно израсходовать, чтобы возвратить на Землю даже небольшой полезный груз, не говоря уже о космическом корабле с экипажем. Именно поэтому для полетов к планетам приходится пользоваться весьма узкими «окошками» в космос — строго определенными моментами старта. Чтобы затрата топлива была минимальной, взаимное положение Земли и планеты долж-

но быть точно определенным. Межпланетная станция должна прибыть на планету, когда она находится, как говорят астрономы, в «опозиции» к Земле, в том положении этой последней, которое она занимала в момент старта станции. Это значит, что Земля в начале полета и станция в конце его, у планеты, должны находиться по обе стороны от Солнца, на диаметрально противоположных концах проходящей через Солнце прямой. Тогда, и только тогда, полет происходит по наивыгоднейшей траектории с наименьшей затратой топлива — эллипсу, касающемуся в момент старта орбиты Земли по одну сторону Солнца и орбиты планеты в конце его по другую сторону Солнца. Далекий, очень далекий путь приходится совершать такой станции. И, значит, очень долгий путь, длящийся уже не месяцы, а годы.

*Решает
жизнеобес-
печение*

Столь длительное путешествие пока еще можно считать полностью исключенным, если речь идет о полете космонавтов. Ибо не создана система жизнеобеспечения, которая не только работала бы безупречно во время полета, но и была бы основана не на взятых с Земли запасах воздуха, воды и пищи, а на их воспроизводстве, регенерации в полете.

Многолетний беспилотный полет тоже связан с чрезвычайными инженерными трудностями — обеспечение надежной работы бортового оборудования в течение всего времени полета крайне трудно. Не надо забывать, что оборудование должно обладать минимальными размерами и весом. Впрочем, и то, что в этом отношении уже достигнуто космонавтикой, иначе, как техническим чудом, не назовешь: ведь сложные межпланетные автоматические станции иной раз работают без дефектов десятки тысяч часов подряд! Если бы, например, автомобили обладали подобной надежностью, то они пробегали бы без технического обслуживания миллионы километров.

Перспективы полета на планеты с возвратом на Землю оказываются неясными. Совсем недавно космонавтика рассматривала подобный полет как дело отдаленного будущего. Но исследования, проведенные в самое последнее время, показали, что, к счастью, дело обстоит не столь безнадежно плохо.

*На помощь
приходит
космос*

Оказывается, если космонавтика не в состоянии решить эту задачу своими силами, то имеются все основания надеяться на помощь... самого космоса. Можно рассчитать полет к какой-нибудь планете так, чтобы на пути к ней станция пролетала вблизи другой планеты. Подобную траекторию называют пролетной. Это соседство и может оказаться спасительным — притяжение к планете изменит траекторию полета станции, уменьшив общую затрату топлива на полет и его длительность. Вместо энергии сгорающего топлива станция использует энергию

поля тяготения планеты, в чем и заключается преимущество подобных полетов. За рубежом их называют иногда «бильярдными»: зеленое сукно стола заменяет в этом случае бездонная чернота космоса, а сталкивающиеся бильярдные шары — природные и искусственные небесные тела.

Ученые рассчитали ряд полетов с использованием планет. Например, в 1973, 1975, 1980 годах Венера может помочь станции, летящей к Меркурию.

Снова астрология

Можно «прокатиться» за счет не одной, а сразу двух и даже трех планет. Правда, подобная возможность случается гораздо реже — ведь планеты должны расположиться в определенном порядке относительно друг друга. Например, крайне редкая и особенно благоприятная возможность предоставится в 1977—1979 годах: стартуя в это время, можно будет последовательно облететь в одном полете сразу четыре планеты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун с выходом даже к орбите Плутона, к самой границе Солнечной системы! В эти годы планеты расположатся особенно счастливо — вот вам современная астрология. Впрочем, наука все больше приходит к мысли, что действительно взаимное расположение планет весьма важно для судеб людей. От его особенностей зависит поведение Солнца — возникновение вспышек на нем и других явлений, оказывающих большое влияние на Землю и жизнь на ней. Влияет расположение планет, как считают многие ученые, и непосредственно на Землю — усиленное притяжение может быть причиной землетрясений.

Но вернемся к космонавтике. При описываемом особо благоприятном расположении планет каждая очередная планета, встретившаяся на пути межпланетного космического аппарата, отклонит его траекторию в сторону от Солнца, по направлению к следующей внешней планете. Это и позволит выполнить полет даже с помощью существующих теперь ракет-носителей.

Планетный тур

Вот как, например, может быть осуществлен «планетный тур», своеобразный генеральный смотр планет Солнечной системы. Старт — в сентябре 1977 года, пролет Юпитера — в январе 1979 года, Сатурна — в апреле 1980 года. Кстати, пролет Сатурна — весьма ответственный момент всего полета, поскольку корабль должен прошмыгнуть в узкий, шириной 2500 км, зазор между поверхностью планеты и ее внутренним кольцом (если лететь вне кольца, то длительность полета возрастет на 4 года!). Далее пролет Урана в феврале 1984 года и Нептуна — в ноябре 1986 года. На полет к Нептуну понадобится только 9 лет.

Все значение этого дара природы ясно из того, что подобный полет принципиально возможен уже при современном уровне развития космонавтики, тогда как без помощи полей тяготения

планет он ей не под силу. И даже если построить нужную гигантскую ракету, все равно полет длился бы более 30 лет! Столь редкая счастливая возможность повторится лишь через 179 лет!

*Большой
Сырт
ждет*

Еще многого должна добиться космонавтика, чтобы сделать полет человека к Марсу возможным. Но ученые нетерпеливы. И уже делаются первые наброски возможных районов высадки космонавтов на Марсе. Некоторые ученые-планетологи на-

стоятельно рекомендуют высадку в экваториальной зоне, в заливе Большой Сырт, Жемчужном заливе или заливе Меридиана. Почему? Там вероятно наличие подземных вод. А вода, как известно, ценнейший продукт в космическом полете.

*Новая
техника*

Вполне возможно, что в межпланетных полетах найдет широкое использование новая космическая техника, именно ядерно-электрическая. Конечно, без помощи обычных, химических ракетных двигателей не обойтись, но решающий вклад в успех полета внесут в этом случае ядерные и электрические ракетные двигатели.

Найдут они применение и на беспилотных межпланетных зондах. В отличие от полетов космонавтов, зонды уже в нынешнем веке смогут посетить все до единой планеты Солнечной системы.

*Полет
на астероид* И не только планеты. Можно воспользоваться, например, очередным приближением к Земле небольшого астероида Икара. Помните, сколько шуму он наделал своим чрезмерным сближением с Землей в июне 1968 года? Столкновение с глыбой диаметром около километра ничего хорошего не принесло бы... Даже если эта глыба не каменная, а, как считают некоторые астрономы, судя по удельному весу вещества Икара, состоит из чистой платины. Причиненные столкновением разрушения могли бы обойтись Земле дорожее. Очередное приближение Икара к Земле произойдет в 1987 году (они повторяются через 19 лет). Сколько ценнейших научных сведений дал бы полет к этой крохотной «сестренке» Земли! А может, он окажется просто необходимым, если в следующий раз опасность столкновения будет более реальной? Только космонавтика сможет помочь в этом случае, столкнув Икар с его гибельного пути. Впрочем, эта опасность вряд ли грозит на самом деле.

Рассматривается и возможность облета другого астероида — Эроса, тоже периодически приближающегося к Земле. Следующее сближение состоится в 1975 году; расстояние до астероида составит при его противстоянии немногим больше 20 миллионов километров. Полет к Эросу с облетом его на близком расстоянии и возвращением на Землю продлится всего около полутора лет.

К комете Галлея

людей. Тогда, в 1910 году, поэт Беранже писал:

Бог шлет на нас ужасную комету!
Мы участи своей не избежим!

Но ни Земля, ни ее население даже не почувствовали момента, когда земной шар пронизывал ажурный хвост кометы. Следующее ее приближение ожидается в 1986 году, они повторяются через 75—76 лет (уже отмечено 30 приближений), после чего комета снова удалится на огромное расстояние в глубины космоса.

Комета Галлея — одна из сравнительно немногих короткопериодических комет с известным периодом обращения вокруг Солнца. Абсолютное большинство всех других комет движутся по столь вытянутой орбите вокруг Солнца, что практически появляются вблизи него лишь один раз. А из комет с относительно малым периодом обращения (что, на самом деле, значат 75 лет по сравнению с десятками и сотнями тысяч лет для большинства комет) лишь для немногих известна более или менее точно величина этого периода.

Если бы космическому зонду удалось пронизать хвост кометы вблизи ее центральной части, еще лучше — пройти через ко́му (ярко светящееся газопылевое облако, окружающее твердое ядро кометы) или, предел мечтаний, совершить посадку на само ядро (зонд может на время стать и искусственным спутником кометы, обращаясь вокруг ее ядра), то была бы, наконец, раскрыта одна из самых жгучих тайн мироздания. Ведь ученые с полным основанием предполагают, что кометы — сверстницы нашей Солнечной системы, они связаны с ней космогонически, поскольку происходят, вероятно, из общего первичного протопланетного облака. К сожалению, комета Галлея движется по своей орбите в направлении, противоположном движению абсолютного большинства всех других тел Солнечной системы, что затрудняет полет к ней (скорость встречи оказывается очень большой).

Освоение Солнечной системы

Следующий, XXI век будет, надо думать, веком освоения Солнечной системы. Наука раскроет немало тайн ее образования и развития, будут получены точные, достоверные сведения о всех основных членах Солнечной системы — планетах и их спутниках, главных астероидах, кометах. Начнется период детального изучения и постепенного освоения ближайших планет. Не стоит забывать и о возможном полезном использовании естественных богатств космоса. Можно указать хотя бы на то, что какой-нибудь астероид, даже из небольших, диаметром всего

1,0—1,5 км, может содержать столько ценных и дефицитных металлов, сколько на Земле не добудешь и за тысячи лет!

Когда мы говорим, что со временем будет освоена вся Солнечная система, то вовсе не имеем в виду неомальтузианские прогнозы «тесноты», перенаселенности земного шара и «неизбежности» расселения людей на других небесных телах в погоне за «жизненным пространством».

По мнению ряда советских и зарубежных демографов и социологов, население земного шара не будет расти безгранично, а стабилизируется примерно в пределах 10—15 миллиардов человек. Освоение Солнечной системы неотвратимо вовсе не потому, что это «единственный шанс» человечества,— его требуют объективные законы развития науки и человеческого общества.

Глава двенадцатая

ПАРСЕКИ, ПАРСЕКИ...

Вселенная — наш дом... Но ведь Вселенная — это не только Солнечная система, освоение которой и превращение в истинный дом человечества уже не за горами. Теперь об этом можно говорить с полной уверенностью. На самом деле, что значат несколько столетий, которые для этого потребуются, по сравнению со всей историей цивилизации, в свою очередь являющейся лишь ничтожным мигом в жизни Земли и Солнечной системы.

Миры

иных солнц

Но смогут ли когда-нибудь посланцы Земли проникнуть в далекие миры иных солнц? И есть ли смысл в межзвездном космическом полете, неизмеримо более сложном, чем любой полет в пределах Солнечной системы?

Ответ на эти вопросы может быть только однозначным — межзвездный полет представляет собой огромный, совершенно исключительный интерес для науки. Он не может быть ничем заменен или имитирован и поскольку в принципе осуществим, то нет никаких сомнений в том, что раньше или позже будет совершен.

Но действительно ли столь сложен межзвездный полет, как обычно считается?

К звезде?

Пожалуйста!

Вовсе нет. По существу, уже сегодня мы в состоянии направить космический аппарат к звездам. И не только к ближайшей звезде. К любой.

На первый взгляд это неожиданное утверждение кажется по меньшей мере смешным: звезда, невообразимо более далекая, чем планеты, может быть достигнута, хотя мы, по существу, не научились еще летать и к планетам. Где же логика?

Однако по затратам энергии полет межзвездного зонда лишь

незначительно отличается от уже достаточно хорошо освоенного космонавтикой полета зонда межпланетного. Точнее, может отличаться; смысл этого замечания станет ясным из последующего.

Большую часть энергии, необходимой, чтобы зонд преодолел поле солнечного тяготения, затратила сама природа, поскольку он стартует с Земли — спутника Солнца. Взлетающему с Земли межзвездному зонду нужно сообщить скорость не 13,5 км/сек, как для полета на Марс, а 16,7 км/сек. Это уже вполне под силу даже современной космонавтике.

Запущенный с указанной скоростью (ее называют третьей космической) зонд окажется в просторах «свободного космоса», где практически нет полей тяготения. Он будет двигаться до тех пор, пока наконец не достигнет поля тяготения другой звезды, совершив межзвездный перелет.

Почему же до сих пор не послан межзвездный зонд, как скоро можно ждать его отправки? Увы, не скоро, ибо подобный межзвездный полет нужно признать просто... бессмысленным.

Судите сами. На выходе из сферы солнечного тяготения межзвездный зонд будет обладать очень малой скоростью, он будет двигаться как черепаха — ведь вся сообщенная ему при взлете энергия будет израсходована на преодоление притяжения к Солнцу. С этой ничтожно малой скоростью ему придется преодолевать огромные просторы космоса, отделяющие нас даже от ближайших звезд. Сколько же времени продлится полет?

Пусть, например, постоянная скорость движения звездолета в свободном космосе будет равна 1 км/сек. Для этого ему при взлете придется сообщить уже не 16,7 км/сек, а соответственно больше. Сколько продлится полет до самой близкой звезды?

Такой звездой является Проксима Центавра. Расстояние до нее немногим больше 4 световых лет (напомним, что 1 световой год равен примерно 10 тысячам миллиардов километров). Но ведь свет движется в 300 тысяч раз быстрее нашего космического тихохода, и, значит, путь к Проксиме звездолет преодолеет приблизительно за 1 200 000 лет!

Бессмысленность подобного полета очевидна. И очевиден единственный способ преодоления «барьера длительности» на пути к звездам — увеличение скорости полета.

На что же здесь может реально рассчитывать космонавтика в обозримом будущем?

С помощью электрических ракетных двигателей скорость полета может быть увеличена, вероятно, до сотен и тысяч километров в секунду. Соответственно и длительность полета до ближайших звезд сократится до десятков тысяч, может быть, даже тысяч лет. Как видно, она все же останется очень большой.

Пока полеты совершаются в пределах Солнечной системы,

расстояния не превышают световых минут, от силы часов; межзвездные расстояния измеряются световыми годами. Это количественное изменение приводит к новому качеству — космонавтика еще может мириться с длительностью полета в несколько лет, но уж не тысячелетий.

*«Разговор»
через
световые
годы*

Но если даже решено отправить в многовековой полет межзвездный зонд, все равно прежде нужно решить, по крайней мере, две технические задачи феноменальной сложности. Одна из них заключается в необходимости обеспечить связь с зондом на огромных, звездных расстояниях, прием информации от него. Другая — создать бортовую аппаратуру зонда, безотказно работающую в течение всего полета, иначе зонд превратится в мертвое небесное тело.

Никак нельзя считать, что обе эти задачи неразрешимы в принципе, наука видит некоторые пути их решения. Но очевидно, что это потребует, по крайней мере, десятилетий упорнейшего труда. Запуск даже простейшего межзвездного зонда пока еще явно преждевременно.

*Звездная
экспедиция*

Тем более это относится к звездной экспедиции — полету межзвездного корабля с экипажем. И дело здесь не только в том, что корабль должен быть возвращен на Землю, что всегда крайне усложняет задачу. Если говорить о длительности полета, то практически все равно, лететь 10 или 20 тысяч лет. Неизмеримо сложнее становится проблема потребной энергии, самая трудная для межзвездного полета. Грандиозные масштабы приобретает задача жизнеобеспечения в столь длительном полете: ни о каких запасах тут, конечно, не может быть и речи, звездолет должен быть снабжен полностью замкнутой системой жизнеобеспечения, в которой совершенно нет неиспользуемых веществ.

*Люди,
никогда
не бывшие
на Земле*

Но решающей оказывается длительность полета, неприемлемая для экипажа корабля. Конечно, можно себе представить, что на Землю возвращаются отдаленные потомки звездоплывателей, стартовавших в полет тысячи лет назад. Потомки землян, ничего не знающие о Земле, кроме легенд, передающихся из поколения в поколение, и безнадежно устаревших книг и фильмов. Неужели это и есть единственная перспектива полетов к звездам?

*Одно
поколение*

По-видимому, нет, если к решению задачи подойти с другой стороны. Будем считать, что звездная экспедиция должна длиться не более срока, необходимого для возвращения на Землю стартовавших с нее космонавтов. Пусть постаревших, седых, совсем не похожих на покидавших Землю юнцов, но все же тех са-

мых, а не их потомков в каком-нибудь сотом колене. При этом условии длительность экспедиции не должна превышать 30—40 лет. Тоже немало, но уже вполне приемлемо.

Если иметь в виду ближайшие звезды, расстояние до которых измеряется несколькими световыми годами, то, очевидно, подобный полет должен совершаться всего в три-четыре раза медленнее скорости света — со скоростью 70—100 тысяч километров в секунду. Не правда ли, это совсем не похоже на все то, с чем до сих пор приходилось иметь дело космонавтике?

Есть ли у нее какие-нибудь планы, пусть даже отдаленные, достижения столь огромных скоростей?

*На луче
света*

Есть. Эти планы связаны с фотонной, или квантовой, или, если угодно, световой ракетой. Она, и только она, способна, пусть теоретически, решить кажущуюся заколдованным кругом задачу звездной экспедиции. Потому что только ей одной присуща максимально возможная скорость истечения: из нее «вытекают» фотоны, кванты света, и они одни могут обладать наибольшей возможной в природе скоростью — скоростью света. И еще потому, что в фотонной ракете полностью, до конца используется энергия, заключенная в веществе и переходящая в ракете в энергию светового луча, создающего реактивную тягу. Процесс полного высвобождения энергии физики называют аннигиляцией вещества — оно полностью исчезает, переходя в излучение. При этом высвобождается энергия, в миллиарды раз большая, чем при сгорании самого эффективного химического топлива.

*Идеальная
ракета*

Не удивительно, что фотонная ракета считается идеальной, более совершенную придумать нельзя. Но, увы, эта ракета существует лишь в воображении ученых, хотя ее теоретическому исследованию посвящено немало работ. Наука пока не знает, как должна быть устроена фотонная ракета и сможет ли она вообще быть создана. Остается лишь надеяться на прогресс науки.

*«Барьер
энергии»*

Эта теоретическая оценка оказывается, в общем, весьма неутешительной. Даже при полном использовании энергетических возможностей вещества звездная экспедиция потребует столько запасов рабочего вещества, что разместить его на борту звездолета будет невозможно. Стремление преодолеть «барьер длительности» полета приводит к возникновению другого, не менее грозного «барьера» — энергетического.

*Заарканенный
астероид*

Ученые настойчиво ищут выход из тупика. Одни предлагают захватывать в полете крайне разреженное межзвездное вещество, чтобы затем использовать его внутреннюю энергию в аннигиляционном фотонном двигателе ракеты. Однако

устройство для захвата должно иметь огромные размеры, и, главное, пока непонятно, как оно может выглядеть даже в принципе. По другим предложениям, межзвездный корабль должен «заарканить» и прихватить с собой астероид средних размеров, который и должен быть затем «переработан» в движущий световой луч фотонной ракеты.

Иногда высказывается идея питания энергией двигателей звездолета путем передачи этой энергии на расстоянии. Для этого специальные энергоизлучающие станции, предварительно размещенные вдоль трассы полета, должны посылать мощный пучок сверхвысокочастотной радиоэнергии или, в другом варианте, световой энергии (лазерный луч). Этот пучок будет отражаться особыми «зеркальными» парусными поверхностями звездолета. Древняя идея парусных каравелл, верой и правдой служивших людям на заре мореплавания, может найти своеобразное использование и в звездоплавании.

Мрачные перспективы

И все же следует признать, что пока еще возможность межзвездного полета с большими, субсветовыми скоростями кажется весьма проблематичной. Причем мы опускаем многочисленные другие проблемы полета, в частности опасность, которую представляет собой столкновение корабля с встречными космическими частицами. Эта и другие подобные проблемы, хотя и являются невиданно сложными, все же в принципе смогут быть разрешены. Иное дело — энергетика. Здесь ситуация довольно мрачная.

Еще не сделанные открытия

Приходится рассчитывать лишь на человеческий гений и мощь науки, на еще не сделанные открытия. Наши познания о глубинных свойствах пространства — времени пока еще весьма скромны, и здесь действительно можно рассчитывать на открытия фундаментального характера.

Впрочем, два возможных и довольно, признаться, неожиданных метода радикального воздействия на продолжительность полета наука знает уже сейчас. Это знание пока, естественно, только теоретическое. И все же можно не сомневаться, что надежды космонавтики в этом отношении не беспочвенны.

С около- световой скоростью

Когда скорость полета приближается к скорости света, что, естественно, сопровождается все большей затратой энергии на разгон аппарата, то сокращение длительности полета становится непропорционально большим. Правда, это дополнительное значительное сокращение заметят только сами звездолетчики, для отправивших их в полет землян оно существовать не будет. Но ведь это значит, что время для звездолетчиков и землян будет идти по-разному, у них окажутся разные часы!

*Секунда —
год*

Так утверждает теория относительности — на корабле, мчащемся с околосветовой скоростью, время идет медленнее, чем на Земле. Медленнее по часам только самого же звездолета; если бы удалось наблюдать с Земли за ходом времени на борту звездолета, то оно в точности совпало бы с земным. И разница может быть очень значительной, даже как угодно большой, — все зависит от скорости звездолета. Например, если она меньше скорости света всего на 2 см/сек (при величине 300 000 км/сек ничтожное различие), то секунда на корабле будет соответствовать суткам на Земле! Еще ближе к скорости света — и секунда станет годом.

Этот, как его называют, «парадокс близнецов» (из двух близнецов один, вернувшийся из субсветового межзвездного рейса, окажется моложе другого, оставшегося на Земле) позволил бы совершать за сравнительно короткое время сколь угодно дальние полеты, хоть за пределы нашей Галактики. Теоретически возможность бесспорна, но, увы, необходимая для подобного полета энергия далеко выходит за рамки реально возможного.

*Опять
«парадокс
близнецов»*

К счастью, вторая из двух упомянутых выше возможностей вовсе не связана с увеличением энергозатрат, более того, она в принципе позволяет их существенно сократить, что, естественно, привлекает к ней особый интерес космонавтики.

В этом случае тоже делается попытка замедлить ход часов на звездолете, но теперь замедление должно распространяться не на все процессы, происходящие на летящем корабле, а только на самих звездолетчиков. Длительность полета остается неизменной, но когда корабль вернется на Землю, звездолетчики застанут в живых лишь потомков своего поколения, а сами еще будут по-прежнему молодыми.

*Биологи-
ческие
«часы»*

Никакой мистики тут нет, хотя следует снова заметить, что все это пока лишь теоретические предположения. Науке давно известны примеры резкого замедления, торможения всех жизненных процессов в различных живых существах, например, при зимней спячке животных. Во всех подобных явлениях анабиоза (или гипобиоза), как его называют ученые, интенсивность жизненных процессов резко уменьшается, биологические «часы», незримо тикающие в каждом живом организме, сильно замедляют ход. Обычно это случается при некоторых неблагоприятных природных условиях — снижении температуры окружающего воздуха, его сильной сухости и др. Затем, когда неблагоприятные условия исчезают, нормальная жизнедеятельность восстанавливается. Анабиоз — своеобразная защитная реакция организма, с его помощью удается справиться с трудными условиями существования.

*«Заморо-
женные»
космонавты*

Но ведь и в межзвездном полете космонавтам будет нелегко. Может быть, и здесь поможет анабиоз? Для различных животных, в том числе и млекопитающих, анабиоз уже не раз был воспроизведен учеными искусственно, впервые это удалось русскому ученому П. И. Бахметьеву с летучими мышами.

В последнее время исследования советских ученых показали, что в состоянии анабиоза животные способны переносить гораздо большие инерционные перегрузки, что тоже важно для космонавтики, в особенности при длительных межзвездных полетах. Правда, подобных опытов на человеке не производили, если не считать скорее рекламных, чем серьезных научных попыток в США.

Впервые это было в 1967 году с 73-летним профессором психологии Джеймсом Бедфордом. Когда он умер от рака легкого, то подвергся замораживанию, чтобы снова «ожить» лишь тогда, когда рак будет наконец успешно излечиваться. Вслед за ним так поступили еще с десятком других людей. В США созданы даже «крионические общества» для замораживания после смерти...

Может быть, именно на пути анабиоза будет найдено решение задачи звездной экспедиции?

*Цели
для несуще-
стоящих
звздо-
летов*

Вероятно, у читателя после всего сказанного о технических возможностях межзвездного полета сложилось четкое представление о том, что пока еще не только о других галактиках, но и о сколько-нибудь отдаленных звездах в нашей собственной Галактике мечтать рановато. Парсеки, отделяющие нас от звезд, пока еще неприступны (напомним, что парсек — единица звездных расстояний, используемая астрономами и равная 3,26 светового года или 31 000 миллиардов километров). Пока пределом мечтаний являются ближайшие звезды. Конечно, к ним и направится первый звездолет. А есть ли еще ближайшие звезды, кроме Проксимы?

*Звездные
соседи*

Природа оказалась в этом смысле не слишком жадной, хотя могла бы быть и щедрее, например расположив Солнце поближе к центру Галактики, где звезды «живут» кучнее. Все же внутри окружающего нас воображаемого шара радиусом в 100 световых лет находятся десятки тысяч звезд. Правда, 100 световых лет — это для нас, пожалуй, многовато. Если выделить внутри этого шара другой, вдесятеро меньший, с радиусом в 10 световых лет, то в нем окажется уже 7 звезд, так сказать, первых кандидатов. В шаре чуть больше, с радиусом в 11 световых лет, заключено уже не 7, а 12 звезд. Следует отметить, что это уже обнаруженные звезды; не исключено, что есть и другие.

Итак, 7—12 звезд. К какой же направится первый звездолет?

Инопланет- ные цивилизации

Ответ очевиден: к звезде, где можно рассчитывать обнаружить инопланетную цивилизацию. Ведь именно это — заветная мечта человечества. Но как установить, где возможна жизнь, да еще разумная?

Пока наука не может ответить на этот вопрос. К моменту старта первого звездолета положение, вероятно, изменится. Сейчас же с достаточной уверенностью можно лишь утверждать, что, по крайней мере, две из ближайших звезд имеют планетоподобные спутники, может быть даже свои «солнечные системы». Одной из этих звезд является знаменитая Летящая Барнарда в созвездии Змееносца на расстоянии 5,9 световых лет (свое романтическое название эта звезда получила за то, что движется с очень большой скоростью), другой — Звезда Лаланда 21 185 в Большой Медведице на расстоянии 7,9 световых лет от нас.

Планетоподобные спутники у этих звезд (а всего у 7 из ближайших 60 звезд) открыты астрономами по ничтожно малым возмущениям в их движении, вызванным притяжением спутников. Американский астроном Ван де Камп установил даже, что Летящая Барнарда имеет две планеты. Непосредственно увидеть их пока еще невозможно, это дело будущего. Разумеется, для существования жизни, тем более разумной, нужно много условий, но ведь необходимость в планете все же главное из них.

Вполне возможно, как считают многие ученые, что ближайшие звезды не являются очагами разумной жизни. Что ж, в этом случае звездная экспедиция может обнаружить жизнь в сравнительно примитивных формах, это все равно будет иметь неоценимое значение для науки.

*Звездная
экспе-
диция
состоится*

И даже в наихудшем случае, если планетная система звезды окажется вовсе лишенной жизни, научное значение звездной экспедиции будет все равно исключительно большим. Ведь наука сможет наконец получить достоверные данные еще об одной планетной системе, кроме нашей собственной, Солнечной, единственно нам известной. А это позволит сделать ценнейшие космогонические выводы о строении Вселенной, образовании звезд и планетных систем, позволит лучше узнать и Солнечную систему. А если все ближайшие звезды окажутся лишенными планетных систем? И в этом, весьма маловероятном, случае звездная экспедиция все равно, раньше или позже, состоится — слишком велико стремление человека к познанию!

Звездная экспедиция представит собой начинание, равного которому по масштабам не найти во всей истории человечества. Организация подобной экспедиции окажется под силу лишь будущему человеческому обществу. Невиданно окрепшему. Счастливому. Коммунистическому.

*Как уга-
ться за
космонав-
тикой?*

Признаться, автор не предполагал закончить книгу каким-либо эпилогом, послесловием. Но он оказался просто вынужденным это сделать. Заставила его... космонавтика.

Уже в процессе работы над книгой в издательстве автору пришлось не раз вносить в нее изменения и дополнения. Что ж поделаешь, если книги у нас пока издаются медленнее, чем взлетают космические ракеты! Для бурно развивающейся космонавтики несколько месяцев — это теперь весьма внушительный срок. Но и внесенные изменения и дополнения мало помогли делу — разве утонишься за космонавтикой! Вот и теперь, когда книга уже готовится к печати, произошли события, о которых ну просто никак нельзя умолчать в книге о космической эре человечества.

*Полгода
на Луне*

Да вот, к примеру, «Луноход-1». О нем шел рассказ в книге. Но как не упомянуть, что этот космический первенец показал чудеса «долгожительств»! Его расчетный срок службы, определенный учеными и конструкторами, намного превзойден. Ни резкая смена температур при переходе от лунного дня к ночи и наоборот, ни воздействие космического вакуума, солнечной и всякой прочей радиации, ни зловредная лунная пыль, ни, наконец, все злоключения и опасности, связанные с напряженной исследовательской работой первопроходца на Луне, — ничто не смогло остановить «Лунохода». Его пионерный опыт со всей убедительностью раскрыл замечательные возможности подобных, как их теперь называют, «информационных космороботов». Информационных потому, что их назначение — добывать бесценную информацию для науки. А ведь могут быть и потом появятся, конечно, «автоматические космонавты» другого рода: строители, монтажники, землекопы (или «лунокопы», «марсокопы») — в общем, рабочие, мастерские «роботы», или, как их любят называть фантасты, «киберы».

Да, опыт нашего «Лунохода» со всей очевидностью показал, сколь многое могут сделать автоматы при разведке и исследовании далеких небесных тел. Он, этот опыт, настолько убедителен, что даже самые отпетые маловеры прикусили язык. Что же говорить о сравнительной простоте и дешевизне этого эффективно-го метода космических исследований.

Орбитальная — есть!

А как не сказать о таком исключительно важном событии в космонавтике, как создание первой в мире пилотируемой орбитальной станции? Это случилось 7 июня 1971 года, когда космический корабль «Союз-11», днем раньше стартовавший в космос, состыковался с находившейся на орбите с 19 апреля того же года станцией «Салют». Все три члена экипажа корабля — его командир Георгий Добровольский, борт-инженер Владислав Волков и инженер-испытатель Виктор Пацаев — перешли по внутреннему переходу на борт станции. Вот так просто — прибыли на космическом «такси» к месту работы...

А работы им хватало, это был поистине трудовой полет. Программа научных исследований станции «Салют» была не только чрезвычайно обширной и напряженной, но и, можно прямо сказать, уникальной по своему разнообразию, значению и важности решаемых задач.

Может быть, одной из самых важных задач и уж, во всяком случае, первой по очереди был сам процесс стыковки космического корабля «Союз-11» со станцией. Правда, подобная стыковка производилась уже вторично, в первый раз ее осуществил экипаж корабля «Союз-10». Но сама эта стыковка многим не похожа на все другие, уже осуществленные стыковки в космосе, так что ее отработка и освоение имели особенно большое значение. На самом деле, до сих пор обычно состыковывались вручную или автоматически космические аппараты равной или близкой массы, к тому же небольшой. На этот раз дело обстояло иначе. Относительно более легкий «Союз» должен был быть состыкован с массивным «Салютом». Легко видеть, однако, что это резко изменяет условия стыковки, ее процесс. Ведь подвижность массивной и, что также весьма важно, очень большой по размерам станции, очевидно, намного меньше, чем легкого и небольшого космического корабля. Но значит, и динамика процесса стыковки, скорость его протекания, управление им оказываются совсем иными. Разумеется, на Земле всесторонне исследовался и моделировался этот процесс. В наземных лабораториях были отработаны основные принципы и методы осуществления подобного процесса. Теперь пришло время испытать в космосе, на орбите.

К этому следует добавить, что и по конструкции стыковочные узлы на этот раз были новыми. И не просто новыми, но существенно отличными от применявшихся ранее. Это и понятно: ведь теперь предстояло не только состыковать два космических аппарата, жестко стянуть их, соединить электрические и гидравлические коммуникации аппаратов. Нужно было сделать это так, чтобы соединение аппаратов было герметичным, чтобы их торцы сошлись максимально плотно: ведь теперь из одного аппарата в другой через соединение должны пройти космонавты. Нужно

было также уравнивать давления в обоих аппаратах, открыть и отвести в сторону части стыковочного узла, крышки гермолюка. И только тогда открывался путь из корабля на станцию.

*Агроно-
мы, вра-
чи, аст-
рономы,
инженеры*

Нет никакой возможности хотя бы кратко описать здесь все научные исследования, проведенные экипажем станции, даже важнейшие из них. Вот только некоторые.

В одном случае космонавты на «Салюте» выступали в качестве инженеров-испытателей, и это была очень важная работа. Ведь предстояло проверить в действии все сложное, разнообразное и совершенное оборудование станции, ее системы, агрегаты, приборы. Испытывалось не только оборудование станции, входившее в ее состав, но и находившееся на борту перспективное оборудование, предназначенное для будущих полетов. Эти испытания велись, по существу, в течение всего полета и были исключительно ответственными. Были предусмотрены, разумеется, специальные контрольные устройства, но космонавты имели «на вооружении» и обычные инструменты слесаря-монтажника (правда, не совсем, положим, обычные): гаечные ключи, отвертки, кусачки...

В другом случае экипаж «Салюта» становился... биологами и агрономами. На борту станции был целый «космический огород» с подопытными растениями; одноклеточные водоросли, семена растений, были и насекомые — мушки дрозофиллы — излюбленный объект генетических исследований биологов.

Часто космонавты становились астрономами, астрофизиками, когда с помощью имевшейся на борту научной аппаратуры, в частности, специальной орбитальной астрофизической обсерватории «Орион», гамма-телескопа и др. вели наблюдения за далекими космическими объектами, изучали не достигающие земной поверхности электромагнитные излучения и т. п.

Когда космонавты направляли свои приборы на Землю, то они становились метеорологами, геологами, геофизиками. С помощью спектрографа изучались спектры отражения разных участков суши и океана, характеристики земной атмосферы, а фотографии, сделанные космонавтами, были весьма ценными для суждения о некоторых геологических особенностях Земли, изучения ее структуры, разработки методики поисков полезных ископаемых, прогнозирования землетрясений. Снимки облачного покрова несценимы для уточнения прогнозов погоды и т. д.

А иной раз космонавты превращались во врачей, когда вели медицинские исследования самих себя. И это были не элементарные наблюдения, вроде измерения пульса. На борту станции имелось сложное и разнообразное медико-биологическое научное оборудование на уровне лучших земных клиник. Оно позволяло осуществлять крайне важный медицинский контроль здоровья

космонавтов и влияния на них условий длительного космического полета. Производились анализы крови, снятие кардиограммы, измерение плотности костной ткани и еще многое другое. Для проведения периодических обследований были выделены специальные «медицинские дни».

Более 22 суток, по 29 июня, станция «Салют» функционировала как обитаемая. Еще никогда так долго люди не находились в космосе. И все это время находился на вахте экипаж станции — когда один отдыхал, работали другие, чтобы выполнить напряженную программу исследований.

Завершив выполнение программы полета, экипаж перешел в кабину корабля «Союз-11», осуществил расстыковку станции и корабля. После некоторого времени раздельного полета космонавты включили тормозную двигательную установку корабля и направили его к Земле. Корабль автоматически совершил мягкую посадку, но когда группа поиска, приземлившаяся одновременно с кораблем на вертолете, вскрыла люк корабля, то обнаружила его экипаж на своих рабочих местах без признаков жизни...

На участке спуска корабля произошло нарушение герметичности его кабины, и давление в ней упало, что привело к гибели космонавтов.

Великий подвиг экипажа первой орбитальной научной станции никогда не померкнет в памяти благодарного человечества.

*Снова
Марс* Еще два автоматических исследователя космоса созданы у нас в стране в эти дни и отправлены к далекой цели своего назначения. А цель эта действительно далекая, ибо ею является Марс. Снова Марс! Мы рассказывали в книге о штурме загадочной планеты, который ведет космонавтика, о том, что уже удалось узнать об этой красноватой звездочке, давно волнующей воображение людей. Удалось много, и все же это только первые робкие шаги науки на долгом и трудном пути. Для дальнейшего изучения Марса и предназначены станции: «Марс-2», запущенная 19 мая 1971 года, «Марс-3», запущенная 28 мая, и «Маринер-9», запущенная 31 мая 1971 года.

Но как рассказать о научном вкладе этих станций, если их полет будет длиться полгода? Задержать печатание книги? Но ведь, без сомнения, за это время произойдет немало других волнующих событий в космонавтике. Разве с ней можно соревноваться в темпах...

*На крыльях
мысли* А ведь, пожалуй, можно. Есть у человека одно могущественное оружие, для которого поистине нет преград и соперников. Это оружие — всепроникающая, побеждающая время и пространство, смелая и животворящая человеческая мысль!

Вот уж на крыльях мысли можно обогнать и космонавтику.

Так за чем же дело стало, давайте перенесемся мысленно лет этак на тридцать вперед, к тому редчайшему рубежу, который отделяет наше нынешнее тысячелетие от последующего. Какими достижениями встретит космонавтика век XXI?

*Время от-
крытий* Мы уже говорили в книге о совершенно реальных, как они ни кажутся фантастическими, планах космонавтики. Скорее мы рискуем снова отстать от ее стремительного развития, поскольку нам не известны еще не сделанные открытия, способные создать, в частности, и новые возможности для исследования космоса. А что такие открытия будут сделаны, сомнений нет: в наш век научно-технической революции они сыплются, как из рога изобилия. Трудно представить себе теперь, какие «бездны могущества» откроются перед человеком завтра.

Но мы будем трезвыми пророками и останемся на почве известного ныне, разве что учтем перспективы удачного завершения некоторых уже ведущихся исследований. У нас не будет идти речь об антигравитационных и фотонных ракетах, об аннигиляции и левитации, «нуль-транспортировке» и прочих экзотических аксессуарах научной фантастики — каждому свое. Оставим это авторам научно-популярных книг следующего века.

*Космичес-
кая тех-
ника 2000
года* Конечно, космическая техника через 30 лет не останется нынешней. Уже ведущиеся исследования и проектные изыскания дадут замечательные плоды. Появятся, вероятно, и новые, более мощные космические ракеты-носители, но, пожалуй, не в них главное. Основной путь развития космической ракетной техники — увеличение скорости истечения, о чем говорилось в книге. На рубеже двух тысячелетий в арсенале космической техники будут, помимо жидкостных ракетных двигателей на высокоэффективных химических топливах, и мощные ядерные ракеты с урановым или плутониевым атомным «котлом». Будут и различные электрические ракетные двигатели — ионные, плазменные и другие, в том числе и развивающие огромную, по нынешним представлениям, тягу до десятков килограммов. Появятся и космические ракеты с ядерно-электрической двигательной установкой. Может быть, будет создана и столь желанная термоядерная ракета, способная решить все видимые задачи космонавтики.

Наверняка прочно войдут в космическую технику различные ракеты-носители многоэтапного использования. Среди таких ракет главное место займут, вероятно, крылатые. Обычными станут пока не виданные «космические самолеты», отличающиеся от современных главным образом одним — способностью выходить в космос и совершать в нем управляемый полет с последующим возвращением на Землю. Подобные самолеты будут связы-

вать Землю с орбитальными станциями, «космическая авиация» станет и самым скоростным транспортом на Земле.

Вся Солнечная система

К 2000 году, вероятно, не останется вовсе не изученных уголков Солнечной системы. Автоматические межпланетные станции будут слать свои сигналы из окрестностей Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и, может быть, Плутона; мы получим об этих планетах первые достоверные сведения. Возможно, для этого будет использована редкая возможность, предоставляемая небесной механикой в 80-х годах, и организован «Большой планетный тур», о котором рассказывалось в книге. В нем примет участие, возможно, не один космический летательный аппарат. Будут совершены полеты и к Меркурию.

На некоторых планетах и их спутниках, может быть, будет совершена посадка «автоматических космонавтов». Возможно, последователи «Лунохода» проложат колени на Венере, Марсе, Меркурии, спутниках Юпитера. Окончательно будет выяснен вопрос о существовании жизни в Солнечной системе. Неужели же жизнь на Земле окажется в одиночестве?! Увы, пока надежды здесь слабые, хотя и не потеряны вовсе.

В начале следующего века возможна и организация межпланетной экспедиции космонавтов к Марсу — именно ему, без сомнения, суждено стать целью первой подобной экспедиции. Хотя в США называются и более ранние сроки, все же реальность таких планов не слишком велика. Уж очень явны преимущества «информационных космороботов» для подобных целей, а трудности свершения экспедиции грандиозны. Более реален, пожалуй, для этого следующий, XXI век.

Внимание, Земля!

Но главное место в планах космонавтики до конца XX века займет, безусловно, Земля. Об этом сказано, в частности, и в решениях исторического XXIV съезда КПСС. В околоземном космосе появятся первые населенные орбитальные станции, в том числе и с довольно значительным «населением». На борту станций будут сделаны многие замечательные открытия — это бесспорно. Как ждут ученые командировки в заатмосферные исследовательские лаборатории!

Армия «хозяйственных» спутников прочно возьмет на себя многие земные дела, жизненно важные для людей. К концу века с их помощью прогнозы погоды, даже длительные, станут наконец безошибочными, будут сделаны и первые успешные попытки воздействия на погоду. Спутники будут управлять движением кораблей в море и самолетов в воздухе, составлять географические карты, искать подземные кладовые нефти, воды, руд, предупреждать о циклонах и штормах, паводках и засухах, следить за состоянием полей и лесов, давать команду о

начале сева или уборки урожая, наводить рыболовецкие суда на районы лова и еще многое другое.

Благодаря спутникам каждый из нас к концу века сможет принимать на своем телевизоре передачи любого телецентра мира, сможет увидеть на экране любую книгу из библиотеки и, если нужно, получить в свое распоряжение отпечатки любых ее страниц. Спутники позволят быстро и просто связаться с любым знакомым в любом уголке мира, чтобы поздравить его по телефону с наступающим 2000 годом...

*Работать —
на орбиту!* Многие люди будут отправляться в конце века на космические орбиты, чтобы там трудиться и жить. Появятся первые орбитальные заводы, которым суждено потом, в ХХІ веке, стать лишь первыми из многих других. Будут вырабатывать ток для их питания, а может быть, и снабжения Земли мощные орбитальные ядерные и солнечные электростанции.

*Условие —
мир* Все это будет. Космонавтика сторицей возвратит человечеству затраченные на нее средства. Шире раскроет глаза ученым, познающим природу. Сделает лучше, богаче, интереснее жизнь людей на Земле, защитит эту жизнь от многих подстерегающих ее опасностей. Поднимет человечество на новые, космические высоты, избавит его от узкого, эгоистичного геоцентризма.

Космическая эра началась, ее не закрыть, бег времени не остановить. Все значение этого гораздо лучше наших современников поймут те, кто встретит воочию новое тысячелетие. Эта радость встречи суждена вам, юным читателям книги. До нее осталось совсем не так уж много, почти рукой подать.

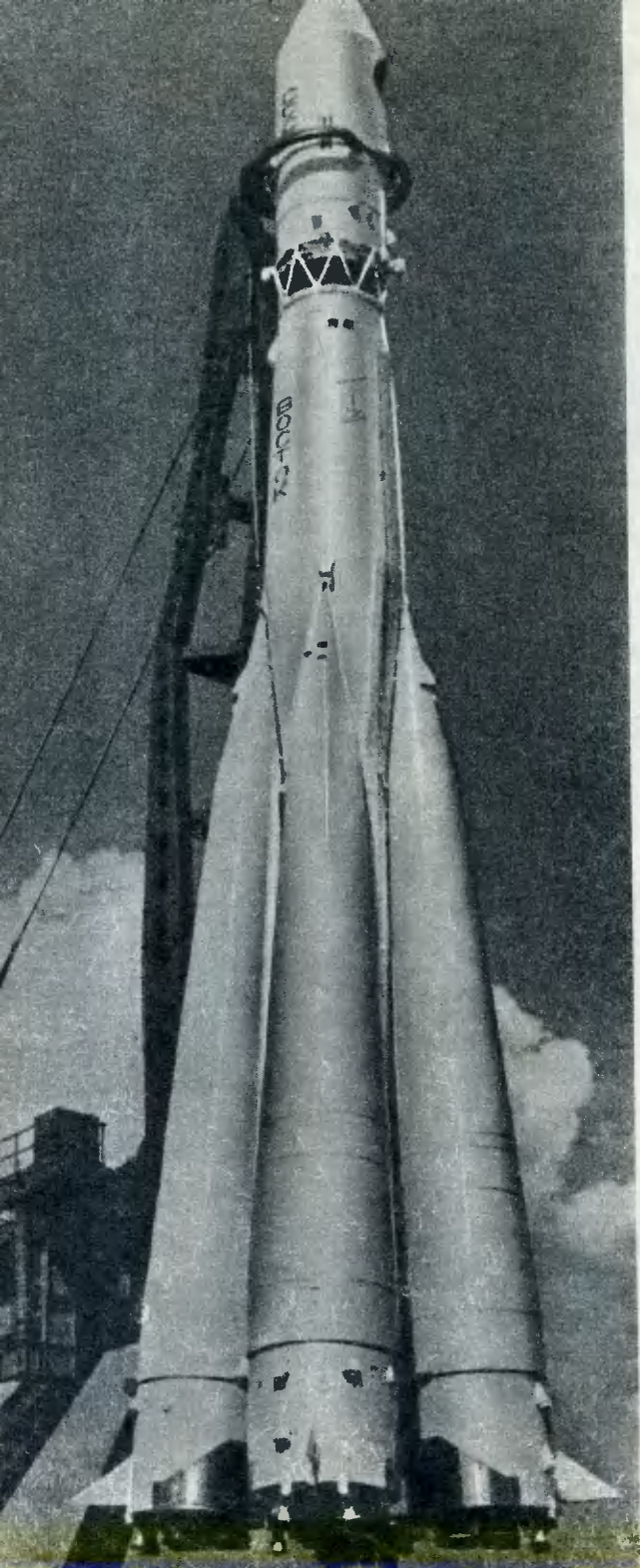
Есть лишь одно условие — мир на Земле. Он нужен всем людям, необходим для сохранения самой жизни на Земле. Нужен он и для реализации планов космонавтики. Да и она сама делает свой вклад в укрепление мира на Земле. Но прежде всего судьба мира — в руках самих людей, людей доброй воли!

*ФОТО-
ИЛЛЮСТРАЦИИ*





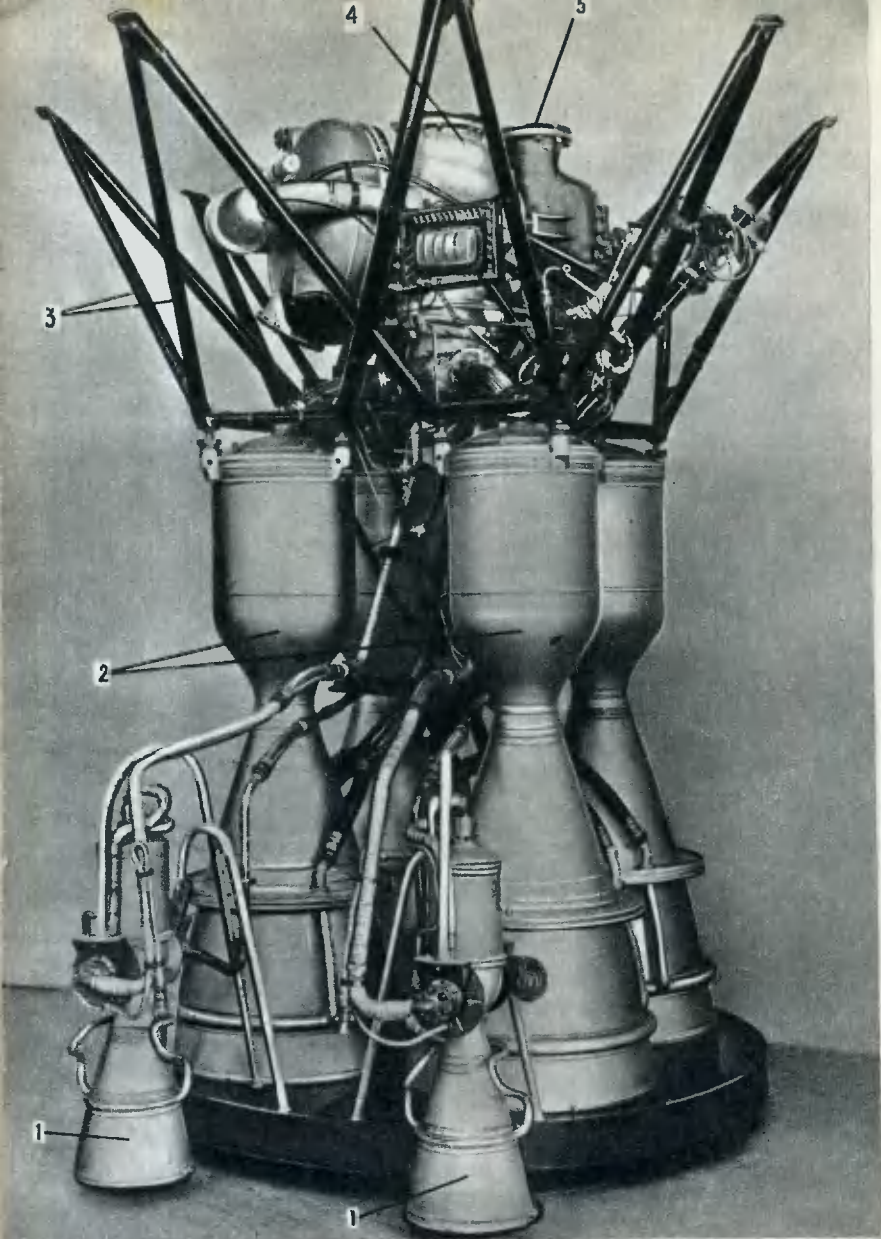
Ракета уходит
в космос.



Космический локомотив —
советская ракета-носитель
«Восток».

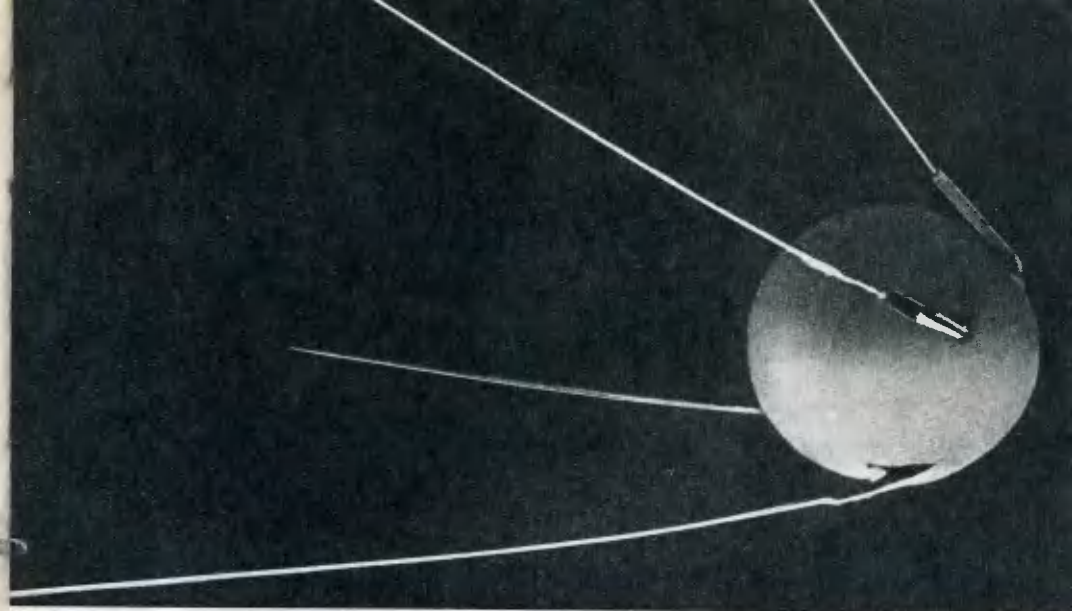


«Оркестр» ракетных труб «Востока». Видны четыре ракетных двигателя «РД-107» первой ступени ракеты-носителя и один (центральный) двигатель «РД-108» второй ступени.



Четырехкамерный ракетный двигатель «РД-107» ракеты-носителя «Восток». Работает на жидком кислороде и керосине, развивает тягу в пустоте 102 т.

1 — рулевые камеры сгорания; 2 — основные камеры сгорания; 3 — рама крепления двигателя; 4 — подвод жидкого кислорода к турбонасосному агрегату; 5 — подвод керосина.



Первый советский искусственный спутник Земли, начавший 4 октября 1957 года космическую эру человечества.

В 1932-1933 гг. здесь в Иоанновском раверии размещались испытательные стенды и мастерские первой в СССР опытно-конструкторской организации по разработке ракетных двигателей - Газодинамической лаборатории ГАЛ Военно-научно-исследовательского комитета при Революционном Совете СССР

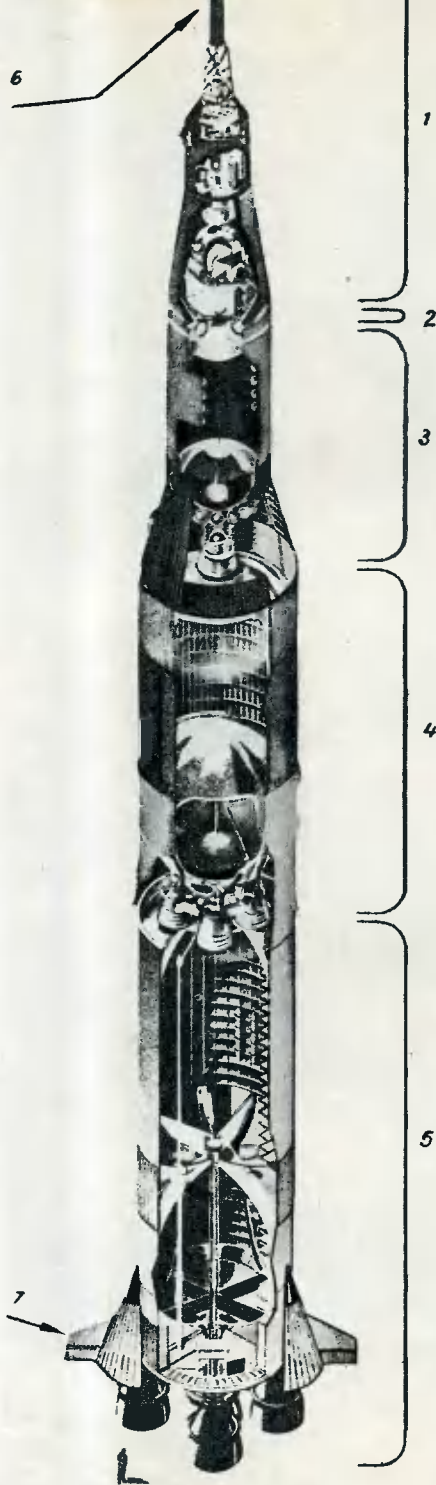
Здесь производились стендовые испытания первого в мире электротермического ракетного двигателя и первых советских жидкостных ракетных двигателей разработанных в ГАЛ в 1929-1933 гг.

В ГАЛ были заложены основы отечественного ракетного двигателестроения

выросший из ГАЛ коллектив дважды орденоносного опытно-конструкторского бюро создал мощные двигатели ракет-носителей выводивших на орбиты искусственные спутники

Земли, Луны и Солнца автоматические станции на Луну Венеру и Марс пилотируемые корабли Восток, Восход, Союз

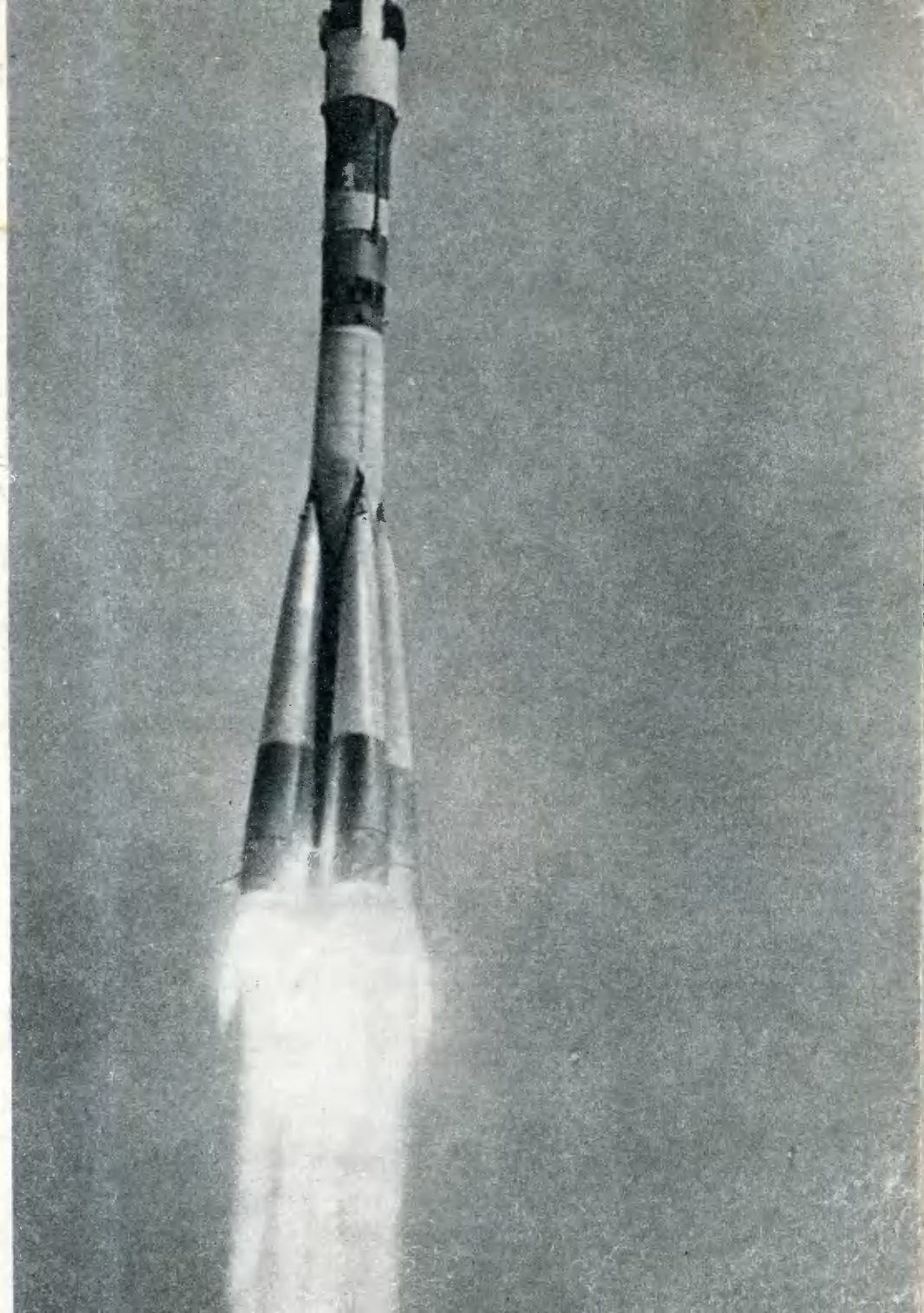
Мемориальная доска, установленная на Иоанновском раверии Петропавловской крепости в Ленинграде.

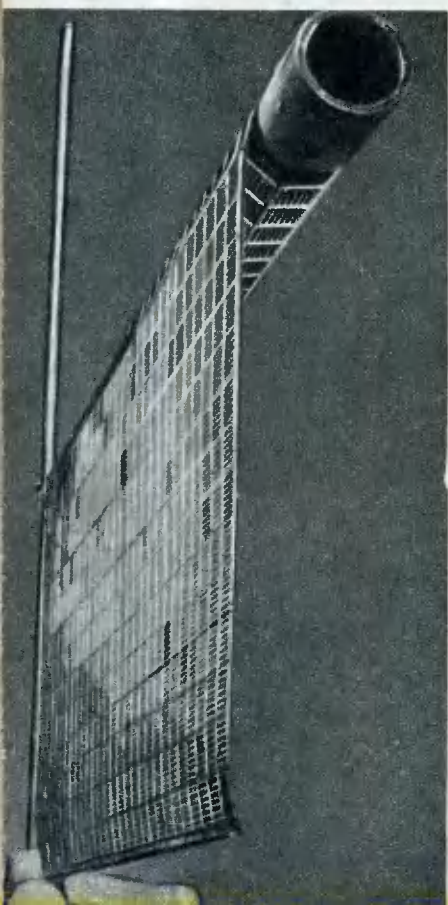
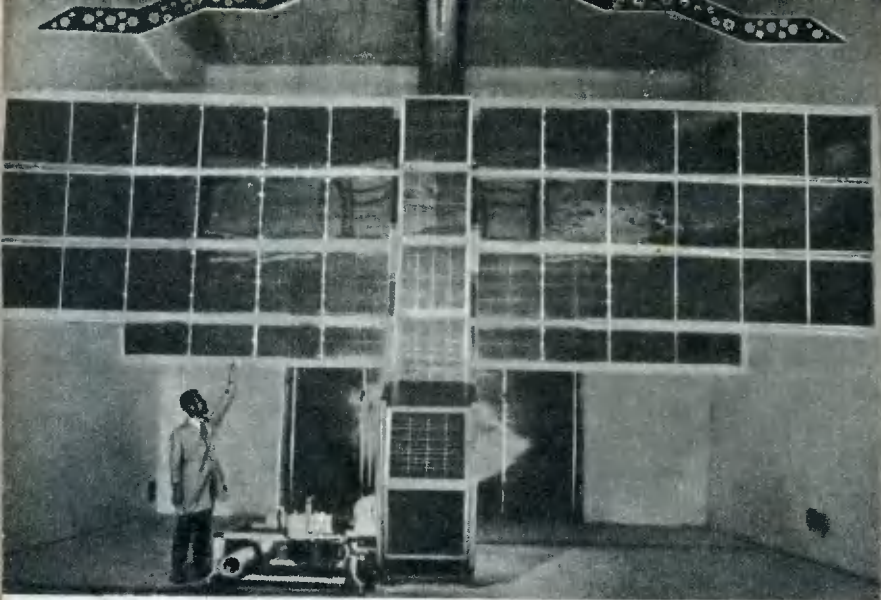


Американская космическая ракета-носитель «Сатурн-5», с помощью которой была совершена лунная экспедиция.

1 — космический корабль «Аполлон»;
2 — приборный отсек; 3 — третья ступень ракеты; 4 — вторая ступень ракеты; 5 — первая ступень ракеты; 6 — система аварийного спасения; 7 — стабилизаторы.

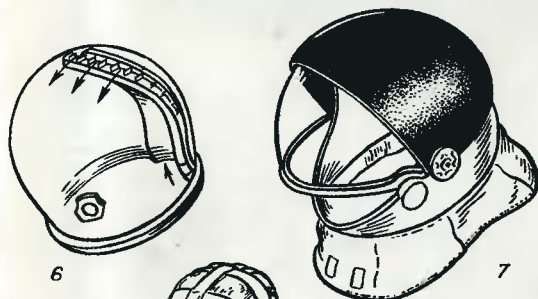
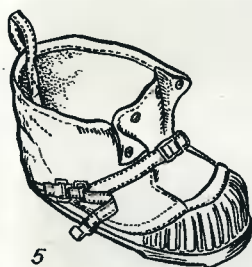
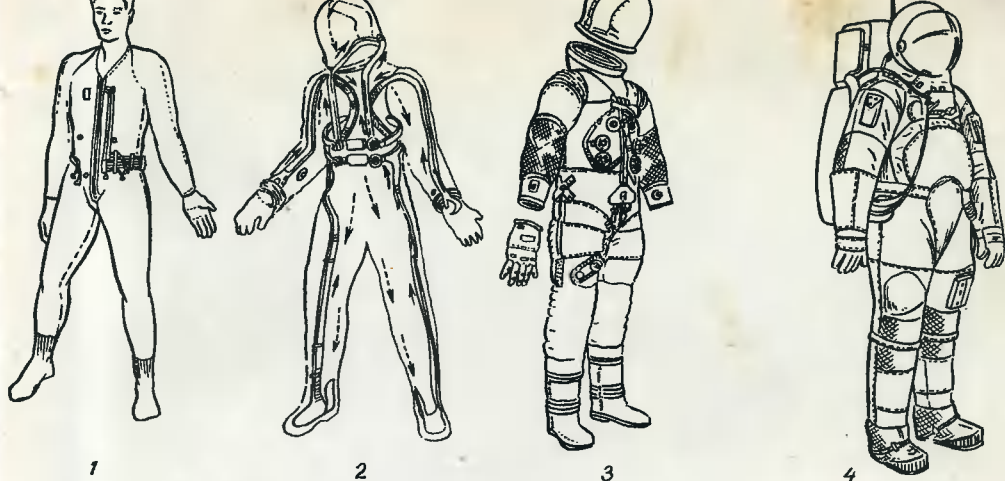
Старт ракеты-носителя с кораблем «Союз».





Космические гелиоэлектростанции.

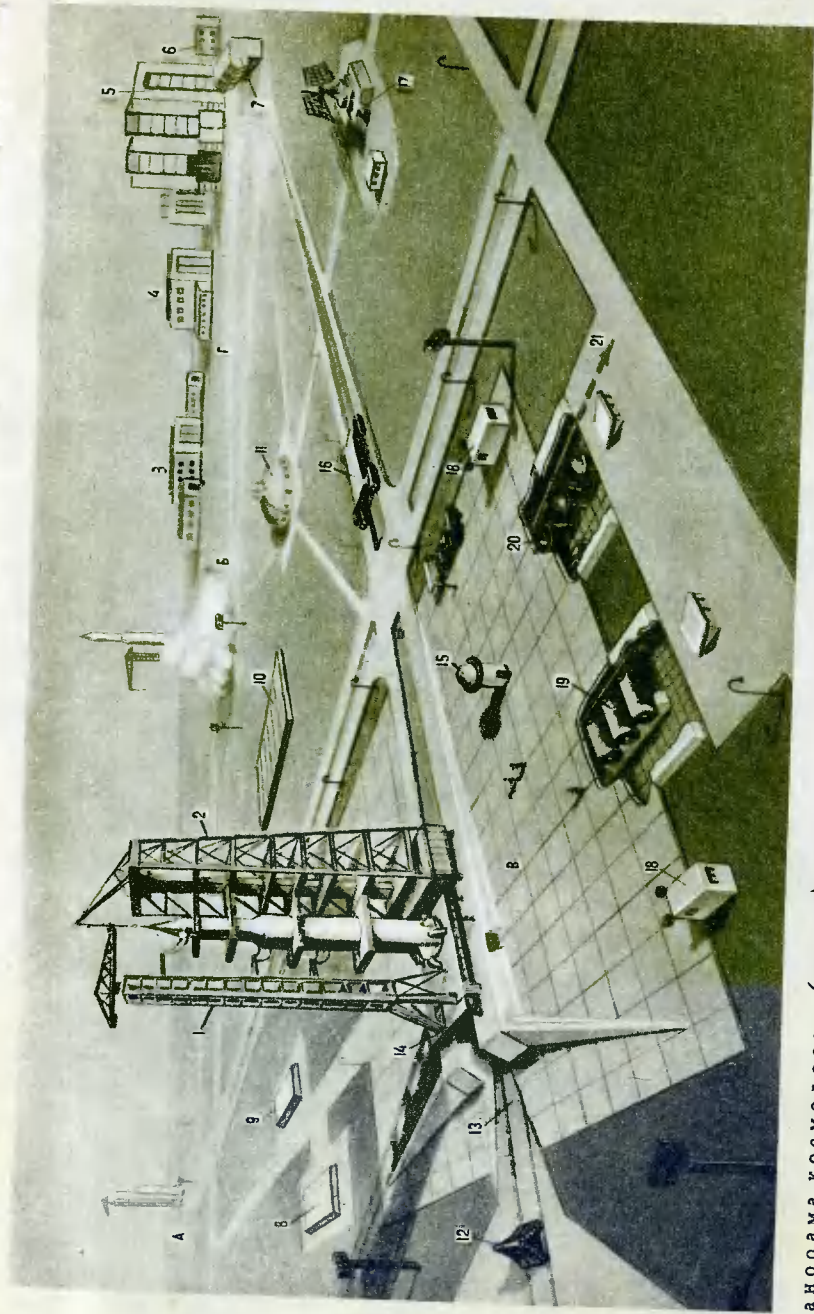
В в е р х у — электрические «крылья» в космосе (развертываемая солнечная батарея площадью 20 м^2), в н и з у — солнечная электростанция в рулоне.



Космический скафандр: 1 — нательное белье с водяным охлаждением; 2 — вентилируемая оболочка; 3 — герметизирующая оболочка; 4 — внешний вид скафандра; 5 — чехол на ботинки; 6 — герметизирующий шлем; 7 — пластмассовая рамка с козырьками, надеваемая на шлем при выходе на Луну; 8 — шапочка с наушниками и микрофонами (шлемофон); 9 — работа в открытом космосе требует гибкости скафандра.

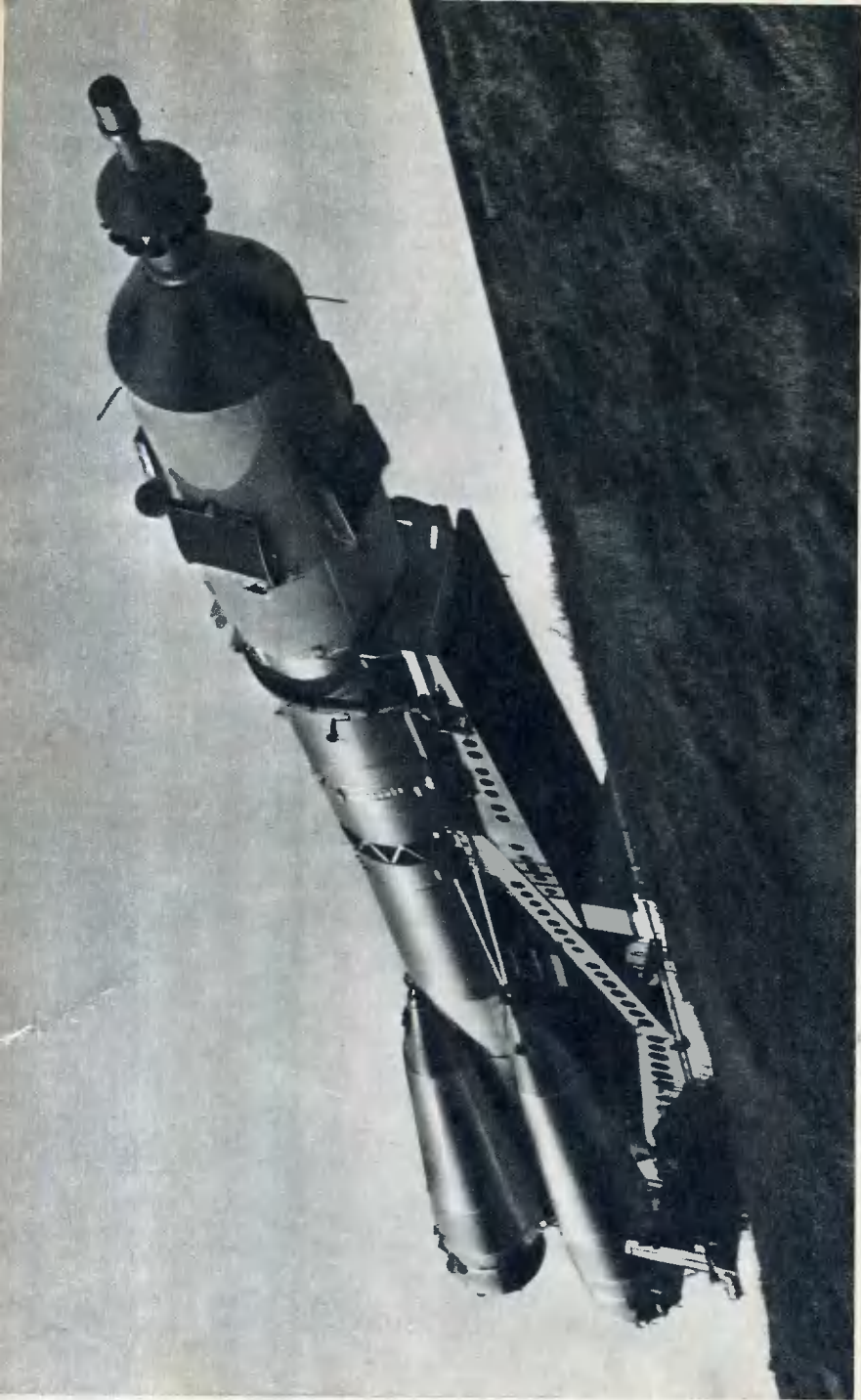


Ракетные двигатели системы спасения корабля «Союз».



Панорама космодрома (рисунок):

А, Б, В — стартовые позиции; 1' — техническая позиция; 1 — кабель-заправочная башня; 2 — башня обслуживания; 3 — станция заправки топливом космических аппаратов; 4 — монтажно-испытательный корпус; 5 — здание вертикальной сборки; 6 — компрессорная станция; 7 — выносной командный пункт; 8 — хранилище окислителя; 9 — ресиверная; 10 — бассейн с водой системы пожаротушения; 11 — командный пункт; 12 — газоотражатель; 13 — газоотводный калла; 14 — пусковая система; 15 — башня для приборов наведения ракеты по азимуту; 16 — гусеничный транспортёр; 17 — радиолокационная станция; 18 — укрытие для пускового персонала; 19 — хранилище горючего; 20 — хранилище водорода; 21 — к испарительным площадкам.



Ракета-носитель с кораблем «Союз» направляется на стартовую площадку.

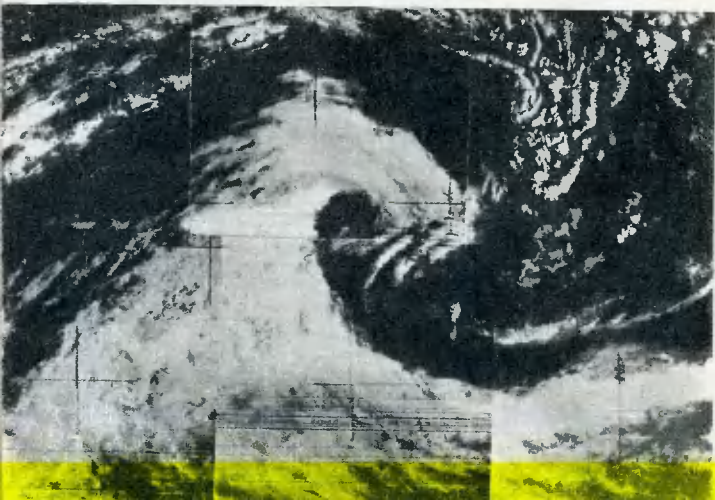


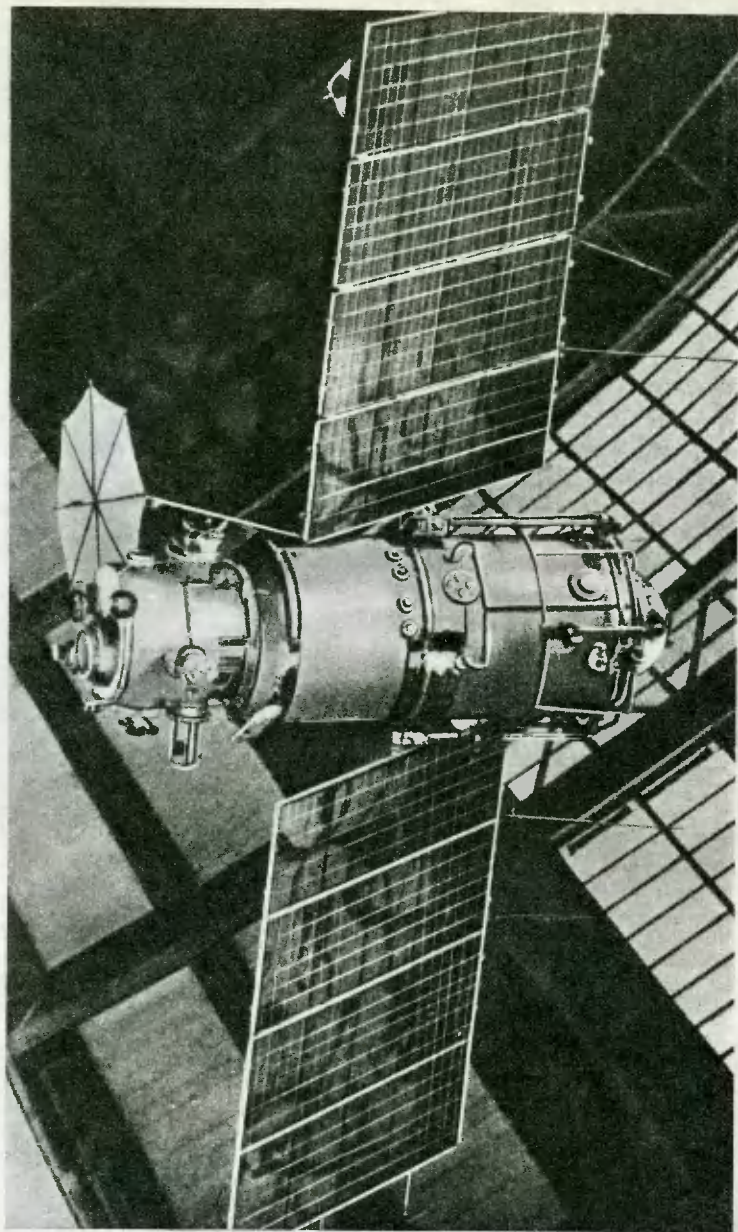
Земля слушает космос. Вверху — Центр дальней космической связи.
Внизу — антенна приема радиосигналов с борта советских метеоспутников.



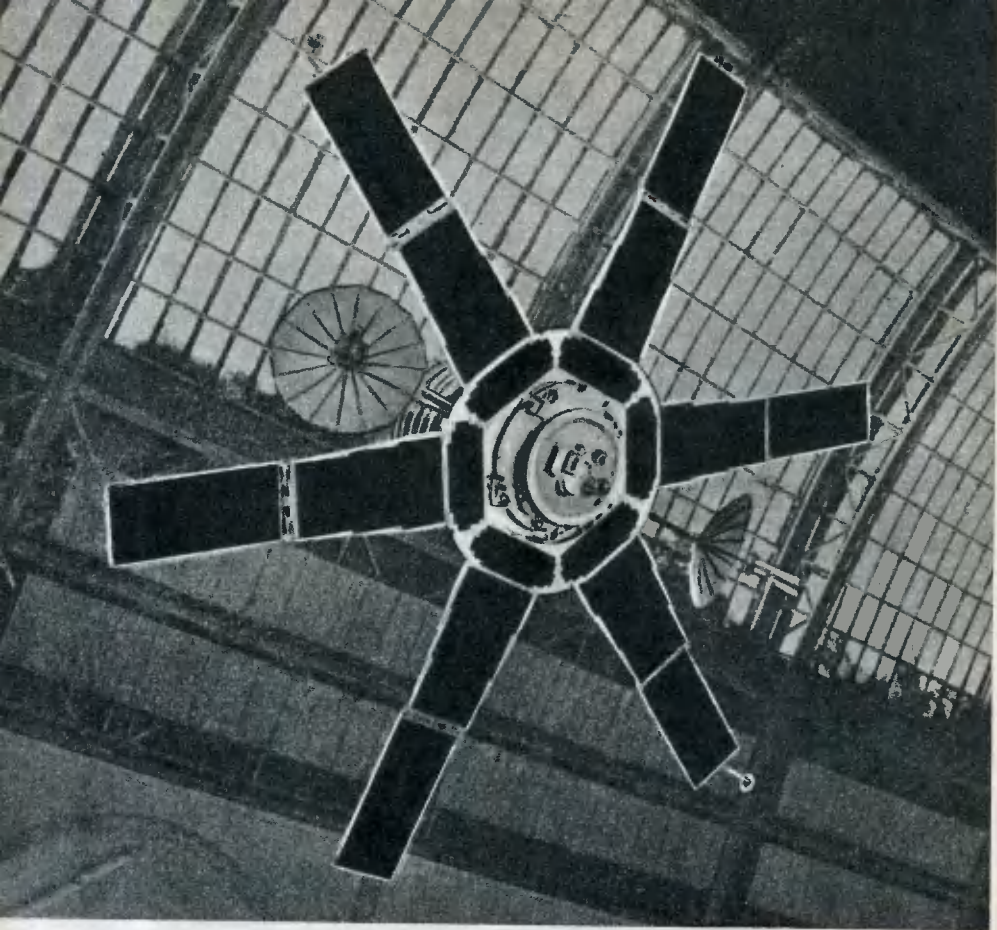


Облака, облака... Фотографирование Земли из космоса помогает службе погоды. В н и з у — снимок циклона, сделанный советским метеоспутником.



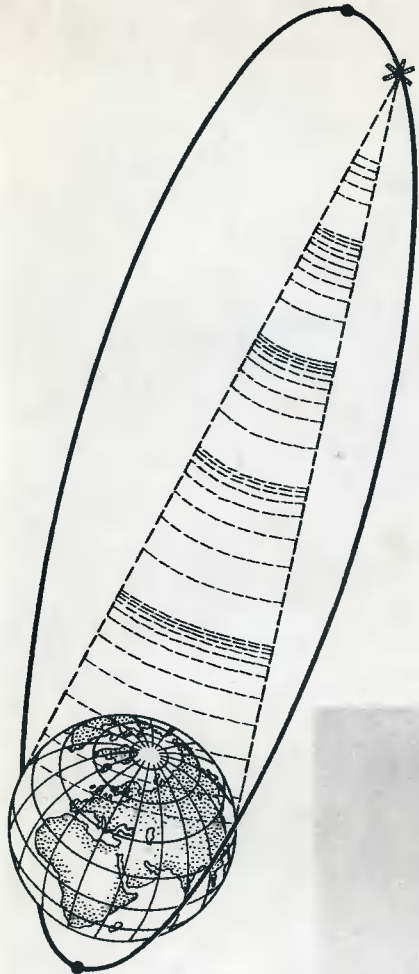


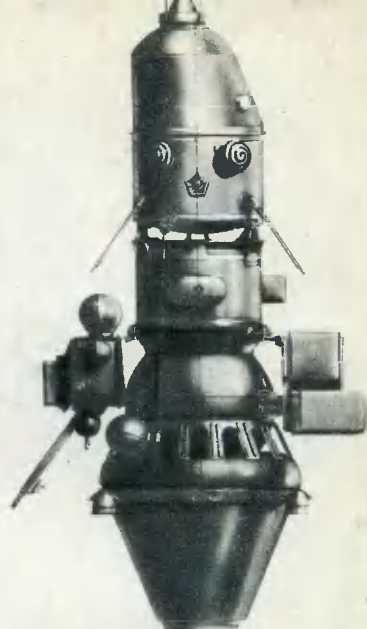
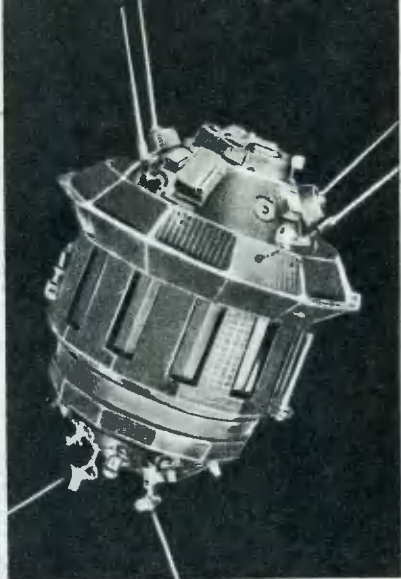
Метеоспутник советской метеорологической системы «Метеор».



Советский спутник связи «Молния-1».

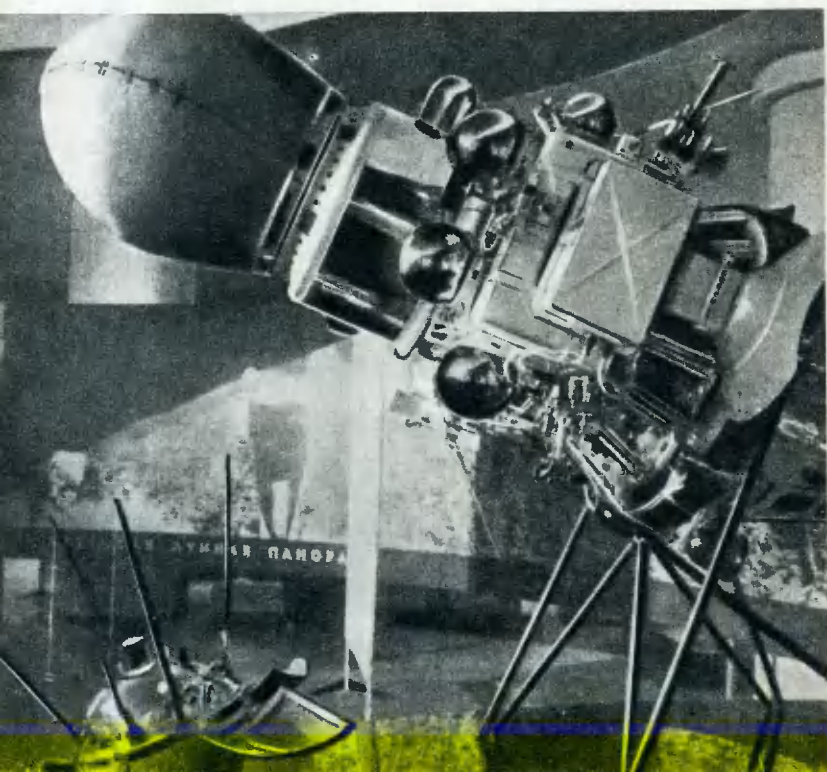
Орбита спутника «Молния-1» и
наземная станция связи системы
«Орбита».





Советские «лунники», открывшие людям дорогу к Луне.

Вверху слева — станция «Луна-3», впервые облетевшая Луну и передавшая на Землю фототелевизионные изображения обратной стороны Луны (октябрь 1959 года); вверху справа — станция «Луна-9», впервые осуществившая мягкую посадку на поверхность Луны (февраль 1966 года); внизу — станция «Луна-10» — первый в мире искусственный спутник Луны (апрель 1966 года).





Первая панорама лунной поверхности, переданная на Землю станцией «Луна-9».



Лунная Альпийская долина длиной более 120 км и шириной до 10 км. На фотоснимке, сделанном с «Лунар Орбитера», видно резкое отличие гладкого дна долины от окружающей лунной поверхности. Каково происхождение долины? Это одна из многочисленных загадок Луны.

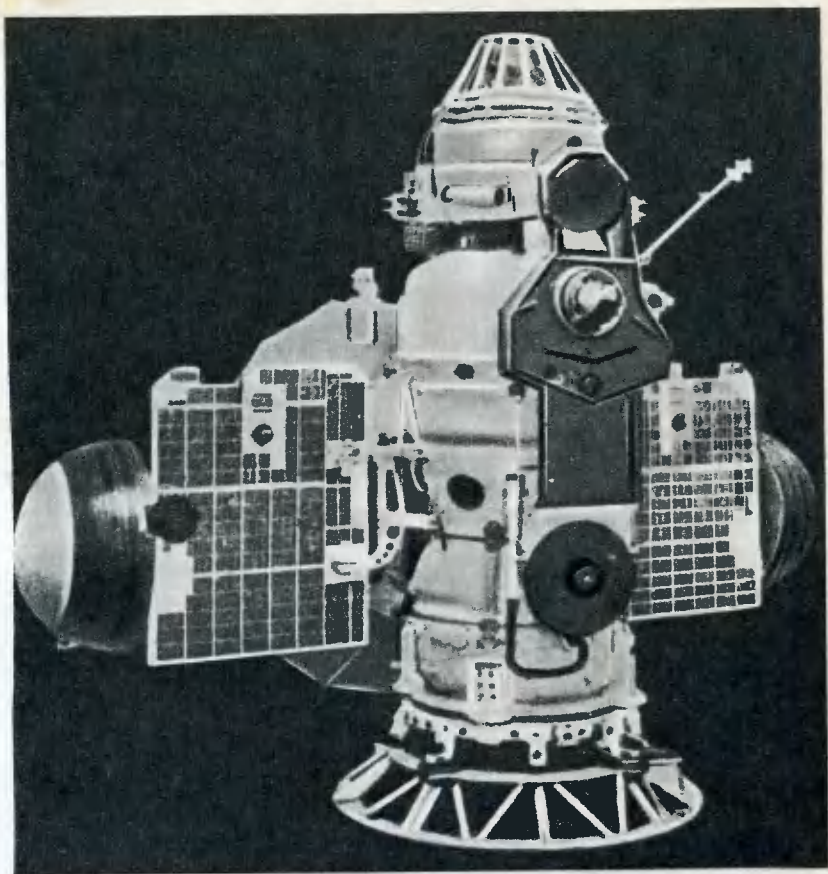


Земля в небе Луны. Фотография с борта «Зонда-7».

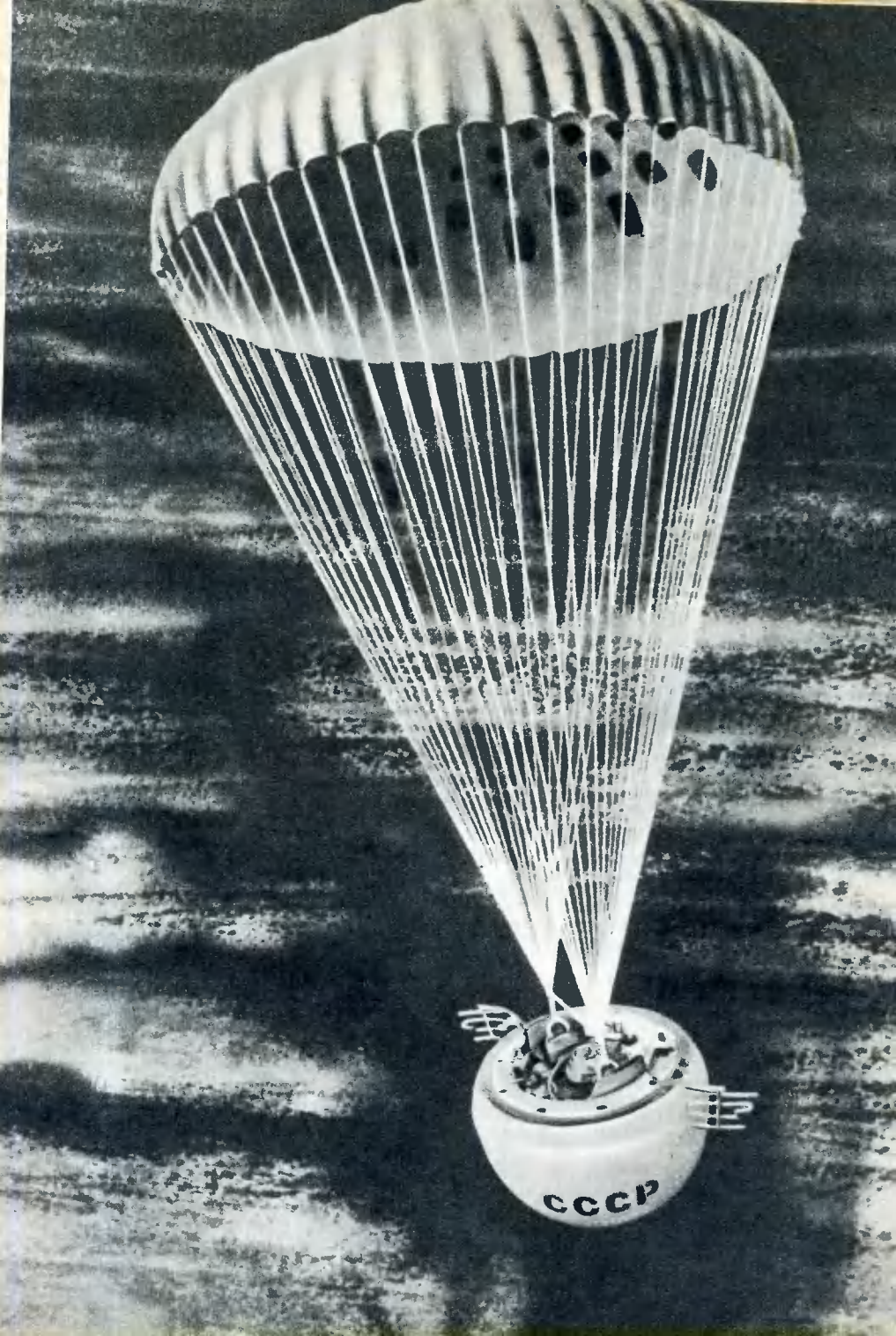


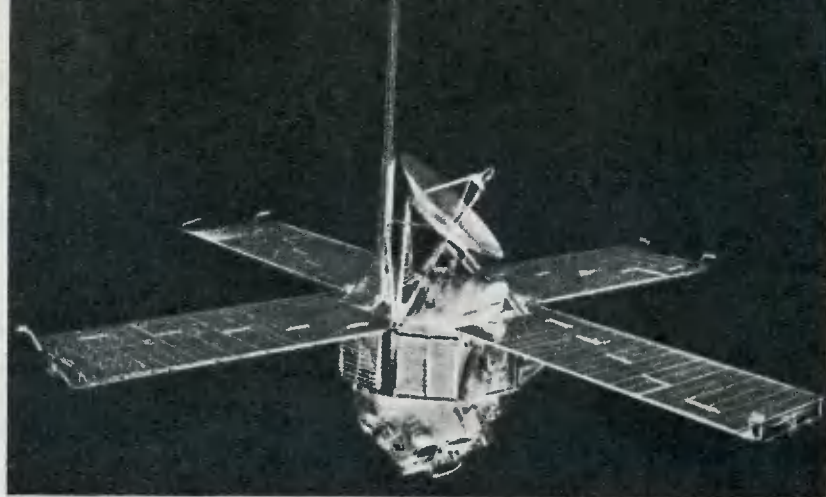
Лунные камни (вверху) и стеклянные шарики (внизу), в большом числе содержащиеся в лунной пыли. Наибольший из показанных на фотографии шариков имеет диаметр 0,4 мм.





К планетам! Слева — автоматическая станция «Марс-1», положившая начало полетам к Марсу (1962 год); справа — спускаемый аппарат станции «Венера-5» в атмосфере Венеры (рисунок).



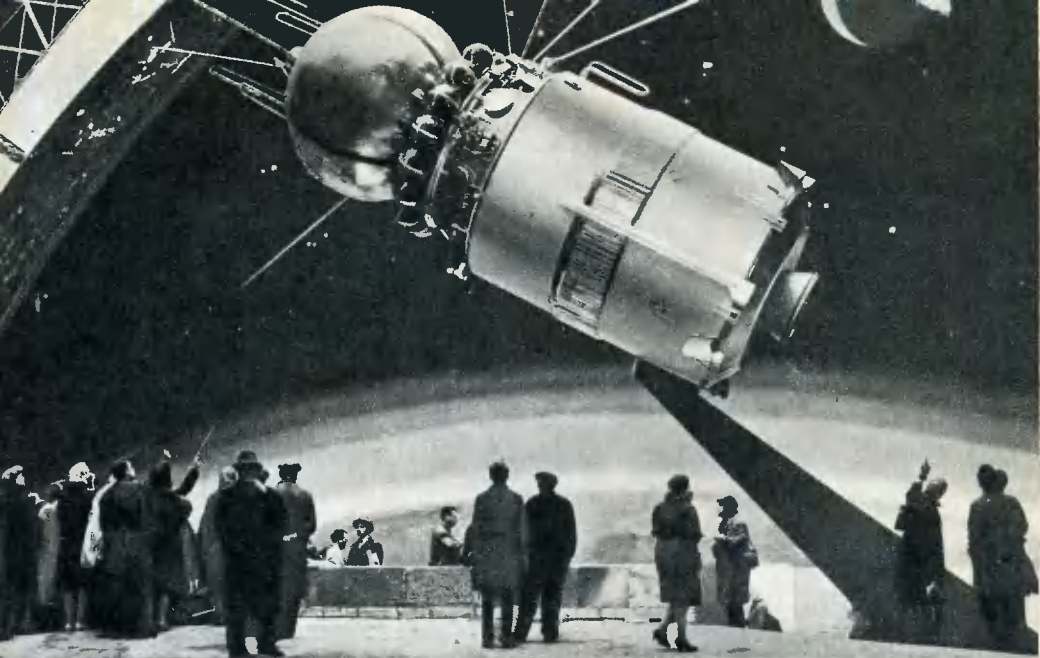


Раскрываются тайны Марса. Вверху — автоматическая станция серии «Маринер»; внизу — фотография Марса, переданная на Землю станцией «Маринер-6» при подлете к планете с расстояния 537 000 км; видна южная полярная шапка.



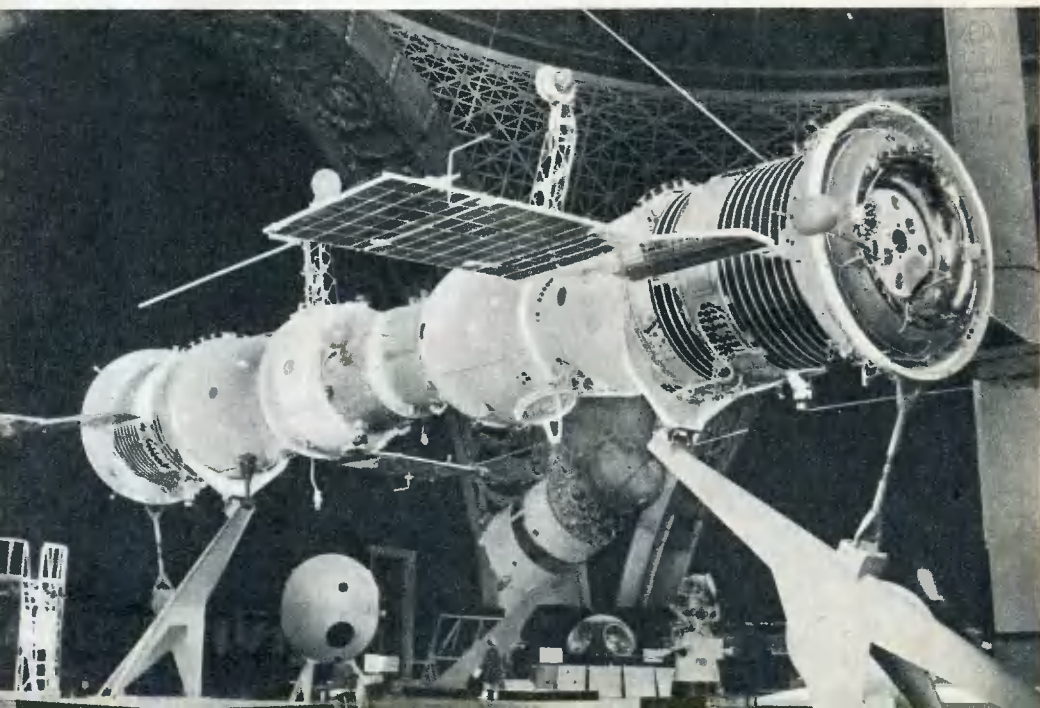


Вот какой он, Марс! Фотография поверхности Марса, переданная на Землю с борта автоматической станции «Маринер-6» при ее пролете вблизи планеты на расстоянии около 3200 км.



Космический корабль «Восток» с третьей ступенью ракеты-носителя. На нем впервые человек проник в космос.

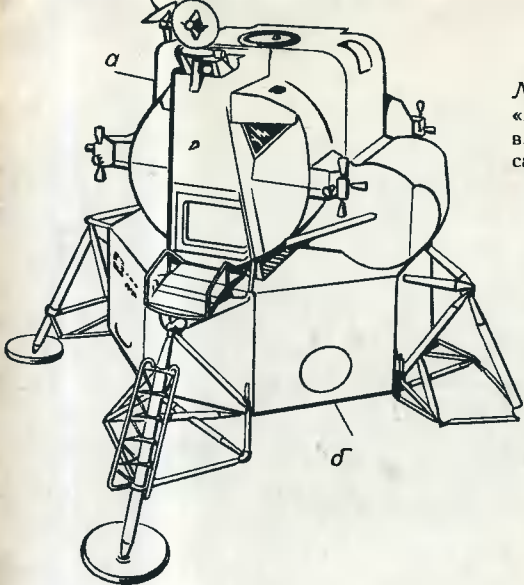
Состыкованные корабли «Союз-4» и «Союз-5».





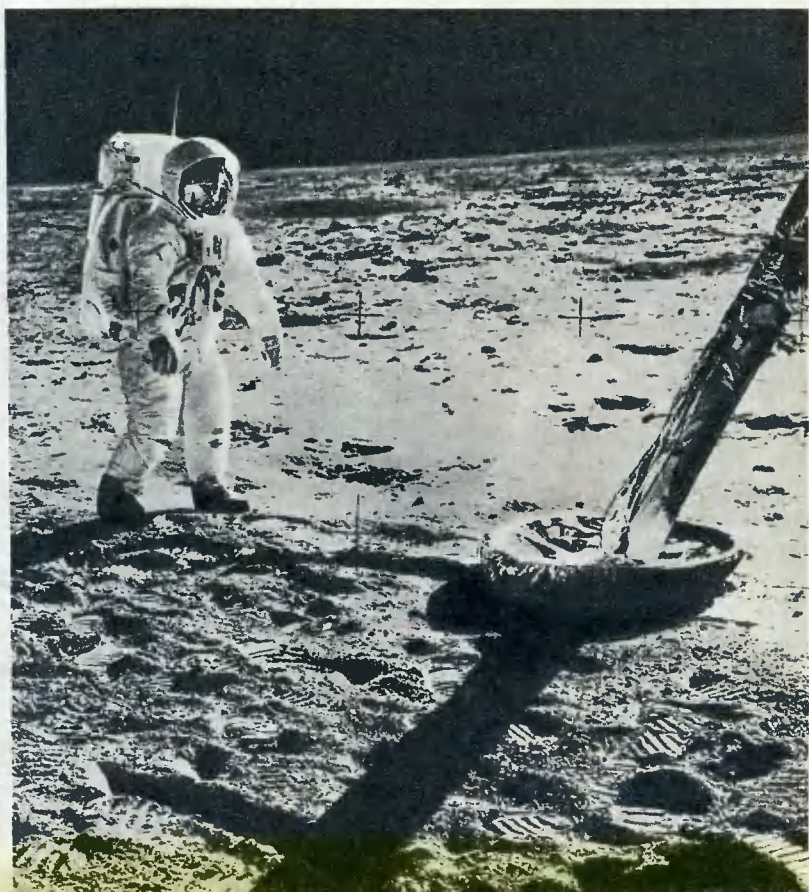
Главный конструктор ракетно-космических систем академик Сергей Павлович Королев (1906—1966) и первый в мире космонавт Юрий Алексеевич Гагарин (1934—1968).

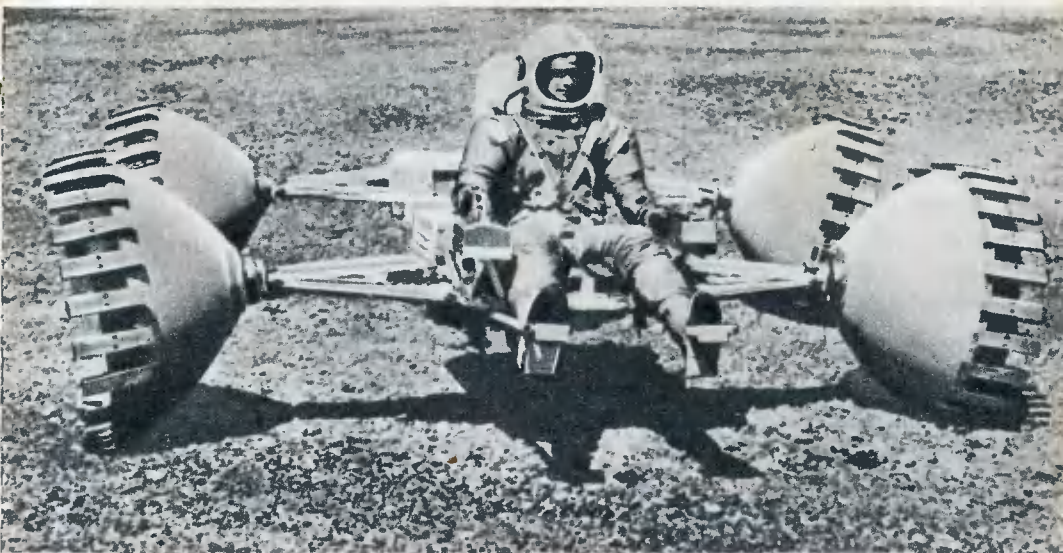




Лунная кабина космического корабля «Аполлон» для полета на Луну: а — взлетная ступень лунной кабины; б — посадочная ступень.

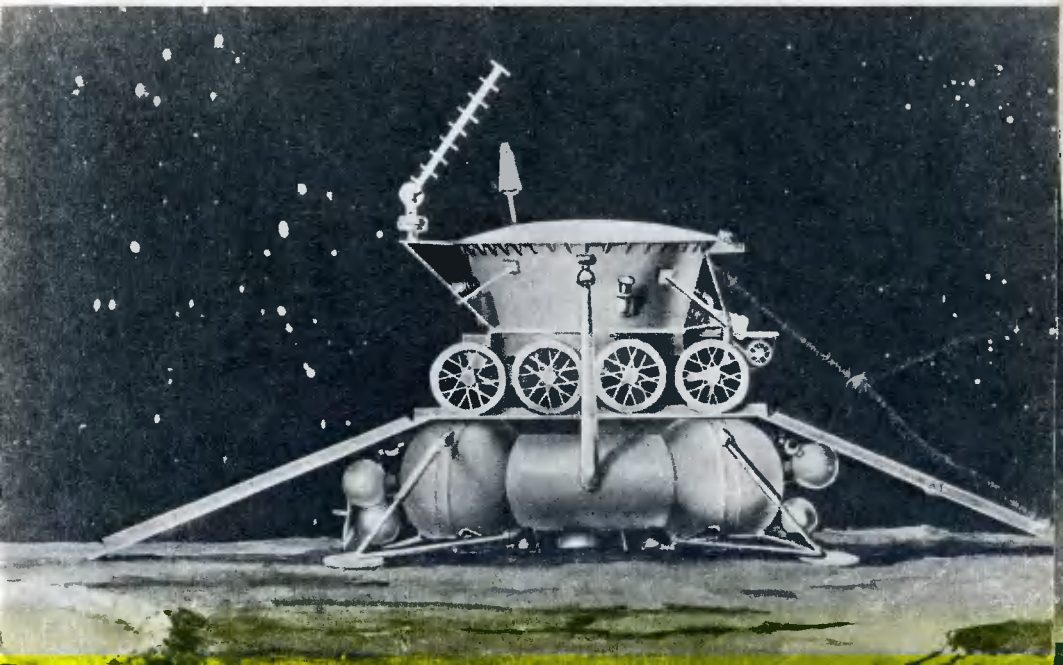
Человек на Луне (фотография, сделанная во время лунной экспедиции «Аполлона»).

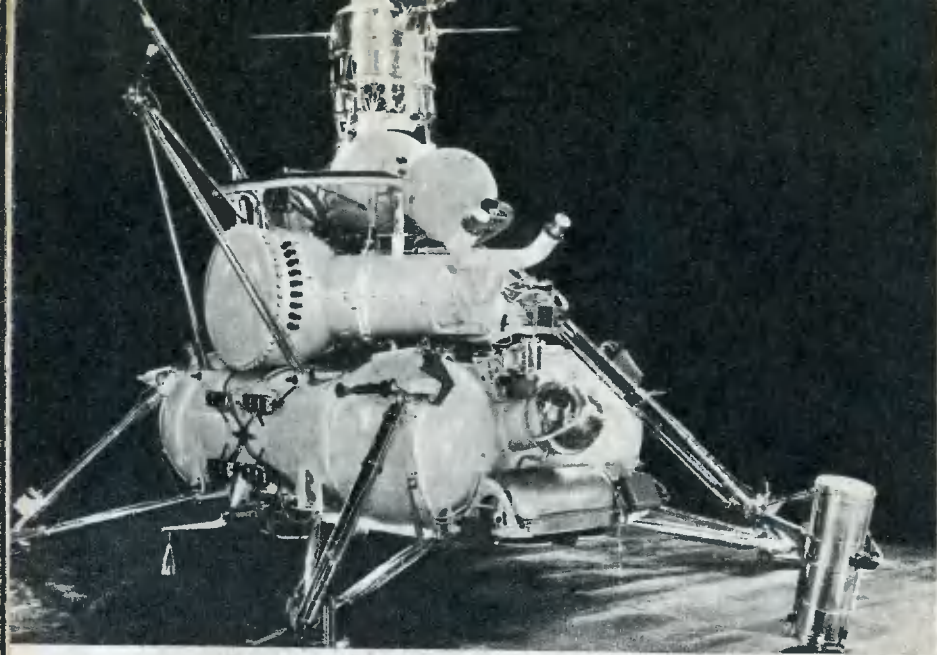




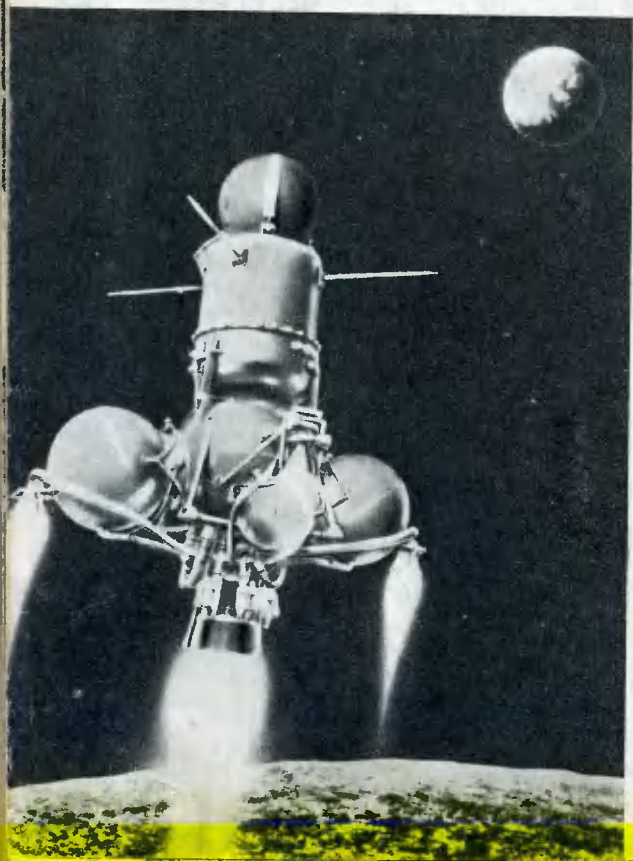
Так может выглядеть лунное «такси»...

Станция «Луна-17» с «Луноходом-1» на поверхности Луны (рисунок).



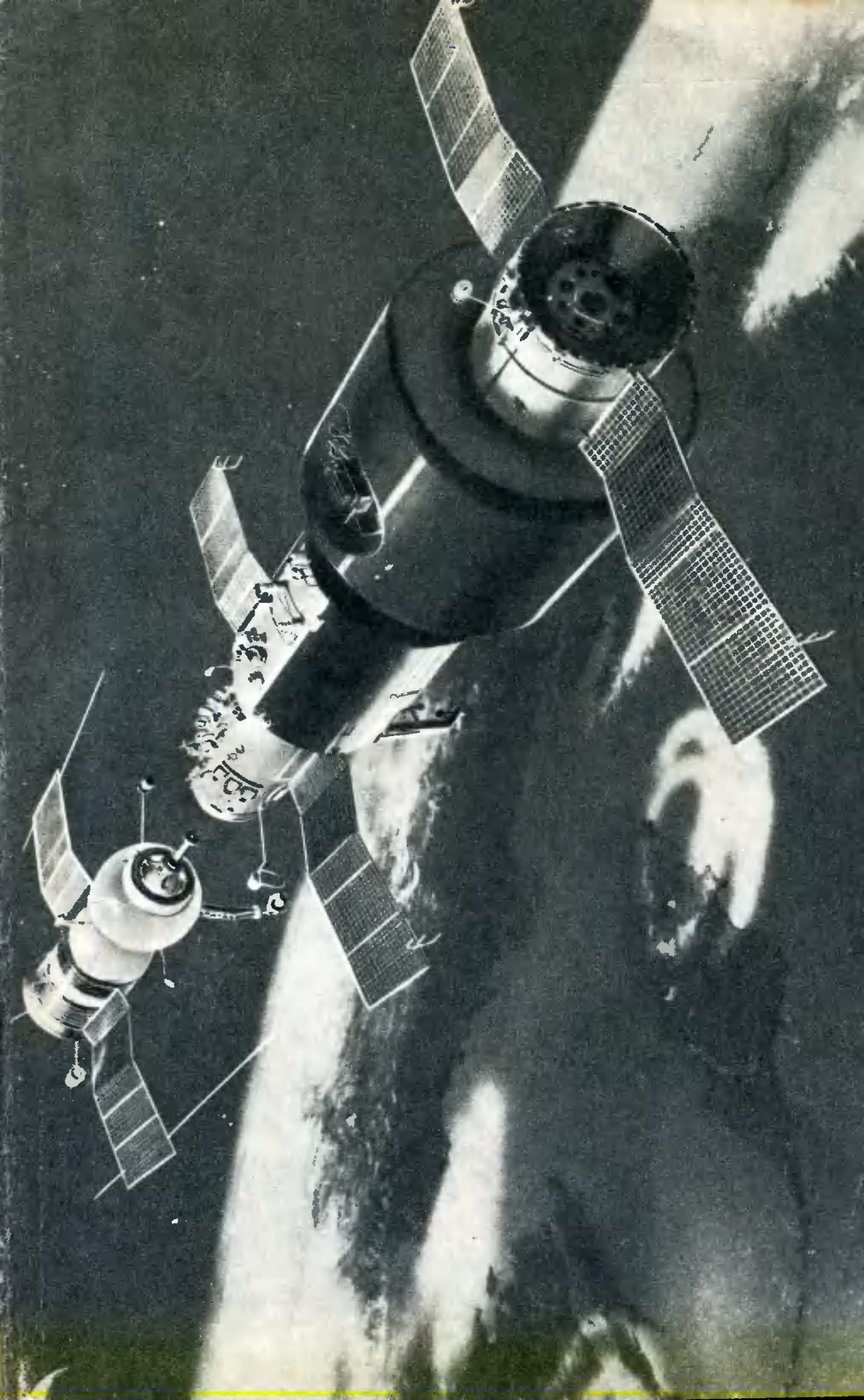


Космический «робот» — «Луна-16».



Космический корабль «Союз» перед стыковкой с орбитальной станцией «Салют» (рисунок).

Взлетная ступень «Луны-16» с лунным грунтом на борту стартует с Луны.



ОГЛАВЛЕНИЕ

Космос далекий и близкий (<i>Введение</i>)	5
Часть первая. Могучая космическая...	
Глава первая. Локомотивы Вселенной	26
Глава вторая. Электростанция на ракете	58
Глава третья. Космические автоматы	76
Глава четвертая. Человек на борту	92
Глава пятая. Ворота в космос	114
Часть вторая. Космос покоряется	
Глава шестая. Первая планета	130
Глава седьмая. Тайны Селены	161
Глава восьмая. На межпланетных трассах	187
Глава девятая. Шаги в космосе	209
Часть третья. Фантастика реальных планов	
Глава десятая. Миллионы спутников?	238
Глава одиннадцатая. Вселенная — наш дом	260
Глава двенадцатая. Парсеки, парсеки...	272
Год 2000-й... (<i>Вместо эпилога</i>)	280

Для старшего возраста

Гильзин Карл Александрович

ЭРА КОСМИЧЕСКАЯ

Ответственные редакторы М. А. Зубков и Э. П. Микоян. Художественный редактор Н. З. Левинская. Технический редактор Л. П. Костикова. Корректоры Т. П. Лейзерович и Е. И. Щербакова.
 Сдано в набор 1/IV 1971 г. Подписано к печати 12/1 1972 г. Формат 60×90^{1/16}. Печ. л. 20. (Уч.-изд. л. 19,12+16 вкл.=21,62). Тираж 75 000 экз. ТП 1971 № 559. А03212. Цена 97 коп. на бум. №1. Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Детская литература» Комитета по печати при Совете Министров РСФСР. Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1. Ордена Трудового Красного Знамени фабрика «Детская книга» №1 Росглавполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров РСФСР. Москва, Сущевский вал, 49. Заказ 2199.

97 коп.