


КОСМОС



ЧЕЛОВЕКУ

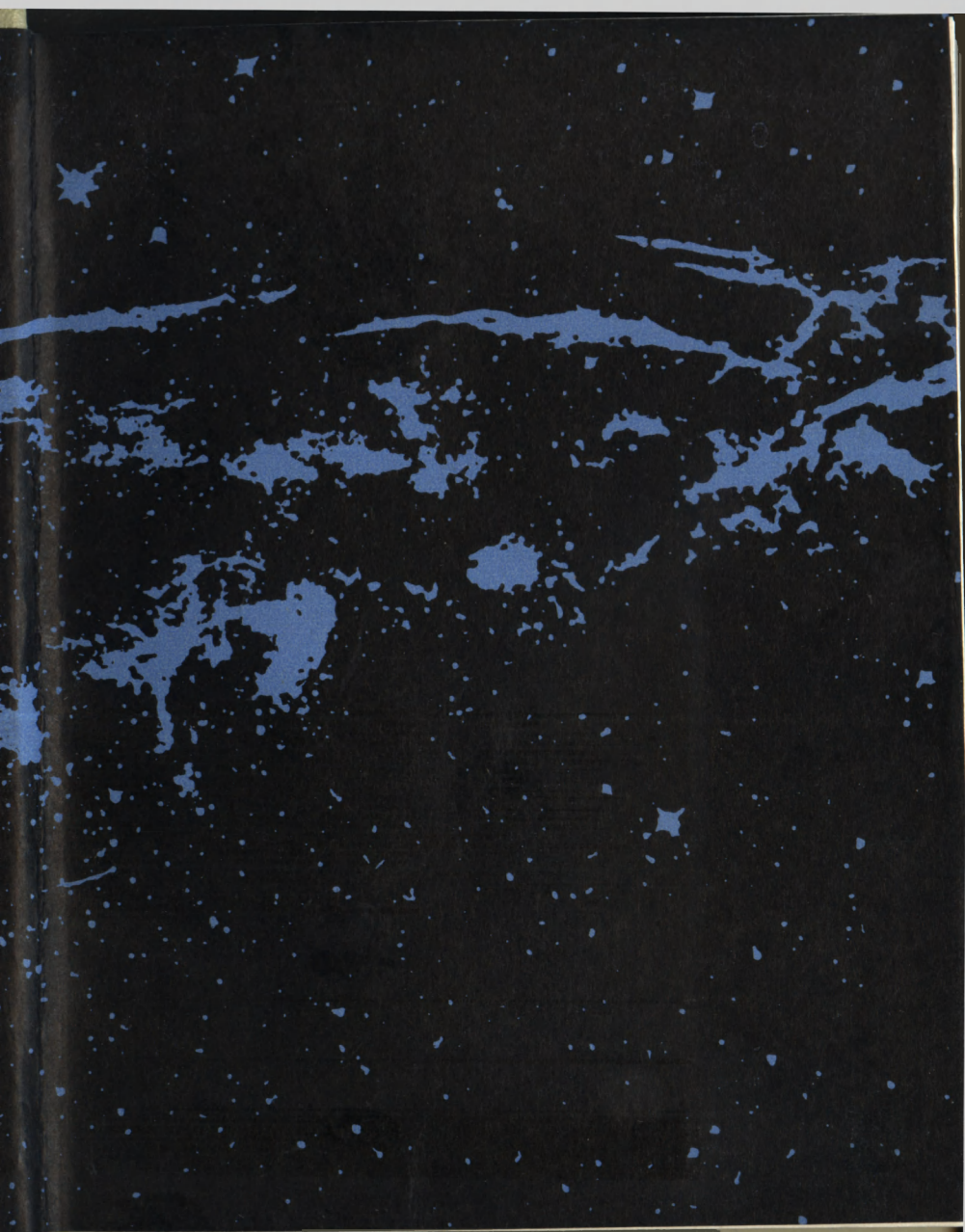


**КОСМОС
ЧЕЛОВЕКУ**



«Ум человеческий открыл
много диковинного в природе
и откроет еще больше, увели-
чивая тем свою власть над
ней...»

В. И. ЛЕНИН



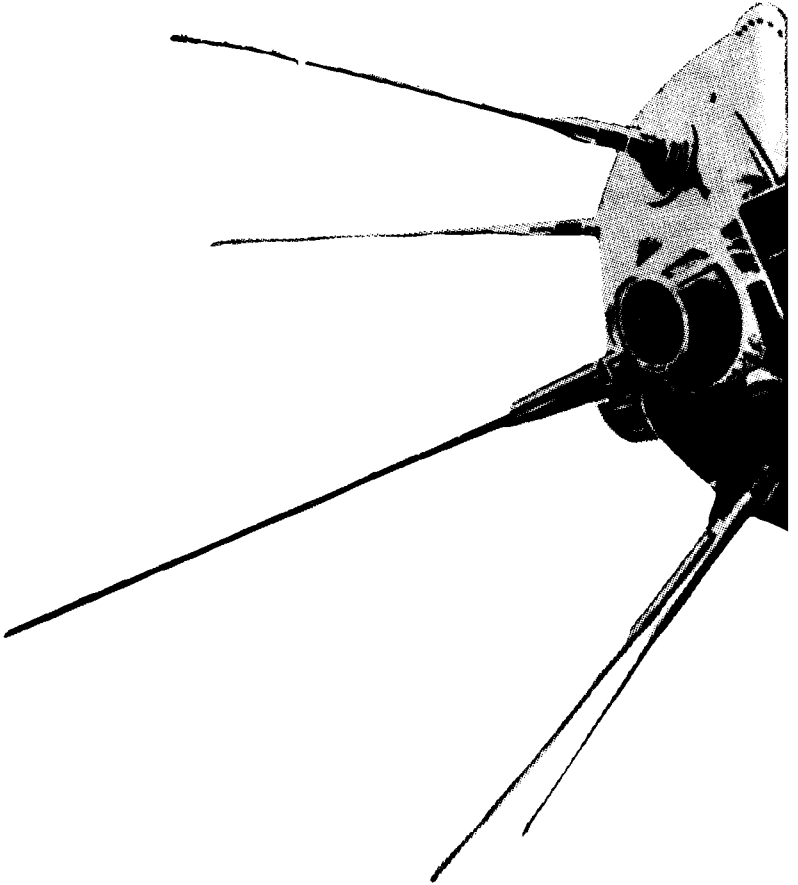
КОСМОС — ЧЕЛОВЕКУ



Москва

1971

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»





А. Д. КОВАЛЬ
Г. Р. УСПЕНСКИЙ
В. П. ЯСНОВ

КОСМОС ЧЕЛОВЕКУ

Космос — человеку. А. Д. Коваль, Г. Р. Успенский, В. П. Яснов. М., «Машиностроение», 1971, стр. 212.

Книга в популярной форме рассказывает о значении космических исследований для настоящего и будущего человечества. Читатель узнает об исторических предпосылках зарождения современной космонавтики, о принципах устройства различных средств космической техники, о полетах автоматических станций и пилотируемых космических кораблей.

Специальные разделы книги посвящены вопросам использования космоса и космических аппаратов в интересах решения ряда прикладных задач народнохозяйственного значения. Показаны основные направления космизации производства и развития космического хозяйства Земли, дана оценка влияния космической техники на развитие таких областей знания и практической деятельности людей, как связь, геодезия, навигация, метеорология, океанография, гидрология, геология, лесное и сельское хозяйство, транспорт, образование, культура и здравоохранение.

Книга предназначена для широких кругов читателей.
Табл. 3, иллюстр. 17.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Введение	7
1. Предыстория	11
2. Космос	21
3. Космические автоматы	28
4. Корабли и станции	44
5. Материально-техническое обеспечение в космосе	62
6. Создание и функционирование ракетно-космического комплекса	66
7. Основные направления космизации производства	71
8. Связь	76
9. Геодезия	92
10. Навигация	107
11. Метеорология	119
12. Океанография	130
13. Гидрология	141
14. Геология	150

	<i>Стр.</i>
15. Лесное хозяйство	163
16. Сельское хозяйство	172
17. Транспорт	176
18. Культура и образование	183
19. Здравоохранение	191
20. Этапы развития космического хозяйства	197
21. Космос объединяет людей	202



На первой странице суперобложки: Земля, сфотографированная автоматической станцией «Зонд-7» 8 августа 1969 года с расстояния около 70 тысяч километров.

На четвертой странице суперобложки: Один из вариантов космической станции будущего .

ВВЕДЕНИЕ



ложен наш мир сегодня. Коренные социальные преобразования, стремительные темпы развития науки и техники, огромный рост эффективности общественного производства сделали его таким. Человечество стало старше, мудрее.

Благодаря замечательным успехам радио, телевидения, транспорта и других средств связи люди впервые, пожалуй, за свою историю ощутили себя живущими в одном доме, имя которому планета Земля.

Современная эпоха характеризуется глубочайшими революционными изменениями, равных которым еще не было в истории человеческого общества. Всевластие капитализма сменилось его прогрессирующим упадком. Социализм из мечты о счастье превратился в реальность, распространившуюся на значительной части земного шара.

Зримо на нашей планете выступает ныне облик коммунизма. И самый передовой общественный строй несет с собой невиданный ранее прогресс науки и культуры, могучий расцвет материального производства во всех его сферах.

Огромное значение для развития современного общества, для научной деятельности людей, для повыше-

ния эффективности материального производства имеет проникновение в космос, изучение и освоение космического пространства. Выход в космос позволяет не только успешнее решать задачи сегодняшнего дня. Покорение космоса ускорит решение грандиозных проблем, которые неизбежно возникнут перед человечеством в будущем.

Не затрагивая философско-социологических аспектов, вытекающих из вопросов исследования космического пространства, в этой книге мы коснемся лишь производственно-технологических проблем космонавтики.

Мы строим коммунизм — это наша великая цель и наши будни. Задачами коммунистического строительства определяются наши большие и малые дела. К достижению великой цели приближает советское общество реализация наших планов хозяйственного развития страны. Немалое значение имеют и успехи в исследовании космического пространства.

Как вписывается космонавтика в общее дело строительства коммунизма?

Укажем на следующие три основных аспекта.

Первый аспект.

Развитие космонавтики способствует невиданному прогрессу производительных сил. В свою очередь, развитие производительных сил революционизирует сознание широчайших масс и тем самым открывает новые перспективы для социального развития.

Второй аспект.

Важнейшая задача нашей программы коммунистического строительства — это создание материально-технической базы коммунизма. Здесь особенно велика проявляющаяся уже сегодня роль космонавтики. Пожалуй, нет ни одной области современной науки и техники, которая так или иначе не фокусировалась бы в космонавтике. Космонавтика выступает сегодня как катализатор

процесса развития производства. Но ее значение в строительстве материально-технической базы коммунизма далеко не исчерпывается таким влиянием. Уже сегодня в практику нашей жизни вошли космические системы связи и метеорологии. Так, например, созданная советскими учеными метеорологическая космическая система обеспечивает с помощью искусственных спутников Земли «Метеор» получение и оперативную обработку глобальной метеорологической информации для нужд народного хозяйства. Проникновение человека в космос способствует развитию геодезии, навигации, океанографии, гидрологии, геологии и других прикладных наук.

Следует заметить, что еще далеко не все люди до конца осознали значение космонавтики в развитии материального производства. А между тем оно уже сегодня весьма велико. В будущем влияние космонавтики на прогресс производства будет еще более значительным.

Мы являемся свидетелями процесса космизации* производства, основные направления которого проявляются, прежде всего, в использовании на производстве некоторых условий и процессов, характерных для космоса, а также многих достижений науки и техники, ставших возможными благодаря созданию совершенных средств ракетно-космической техники. Уже существуют такие технические комплексы, которые обеспечивают решение многих прикладных задач. Эти комплексы либо непосредственно повышают эффективность решения ряда народнохозяйственных задач, либо являются единственно возможными средствами для их решения.

Третий аспект.

Развитие космонавтики неизбежно приводит к орга-

* Слово космизация еще не является общепринятым термином, однако оно все чаще употребляется в научной литературе.

низации космического хозяйства Земли, к интеграции производительных сил человечества. Общее мировое производство Земли, перед которым открываются новые грандиозные перспективы в связи с развитием общества и прогрессом науки, в будущем станет составной частью огромного космического производства, развивающегося на единой материальной, энергетической и информационной основе. Становление космического производства создает предпосылки для расселения людей на огромных просторах космоса.

Высокоразвитое материальное производство с использованием ресурсов Земли и Вселенной будет производством грядущего коммунистического общества. Огромные экономические выгоды, процветание, мир и дружбу несет космос человечеству.



1. ПРЕДЫСТОРИЯ



незапамятных времен человек мечтал летать. Вначале ему казалось, что с помощью искусственных крыльев он сможет подобно птице взлететь не только к облакам, но и в далекое заоблачное пространство.

Так возникли наивные мифы и сказки о путешествиях в воздушном океане. Пришла к людям и легенда из древнегреческой мифологии о чудесном полете искусного механика Дедала и его сына Икара на крыльях, сделанных из перьев и скрепленных воском.

Тысячелетия разделяют эпоху рождения этих прекрасных фантазий и наше недалекое прошлое, когда человек впервые совершил реальный полет в атмосфере Земли. Огромный труд людей различных профессий предшествовал созданию летательных аппаратов, пригодных для полетов в пределах земной атмосферы.

Позднее стало ясно, что для полета в космос нужен принципиально новый, космический летательный аппарат с реактивным двигателем.

Принцип реактивного движения известен с древних времен. Одна из легенд, относящихся к XV веку, повествует о попытке китайского изобретателя Ван Гу подняться в небо при помощи ракет, прикрепленных к воздушному змею. Однако во время старта вся конструкция

взорвалась и сгорела вместе со смелым экспериментатором. Советские ученые назвали именем Ван Гу один из кратеров на обратной стороне Луны.

Многие другие предания, упомянутые в летописях человечества, свидетельствуют о давней популярности идеи полета к звездам. Все же ранний период развития мировой ракетной техники изучен еще не достаточно полно. Первые достоверные сведения о создании ракет относятся к X—XI векам. В этот период китайские воины начали пользоваться примитивными ракетами, известными под названием «огненных стрел». В Европе ракеты появились позднее.

В настоящее время нет точных сведений о начале распространения ракет в нашей стране. Наиболее вероятно, что создание первых ракет и других пиротехнических средств связано с изобретением и использованием пороха. В России это было во второй половине XIV века, когда порох стал применяться в военном деле. Первым литературным источником, содержащим сведения о русских ракетах, является «Устав ратных, пушечных и других дел, касающихся до воинской науки», составленный русским пушечных дел мастером Онисимом Михайловым (Радишевским) в 1607—1621 годах.

В 1675 году в Устюге был устроен большой фейерверк, описание которого является самым первым, дошедшим до нас, документальным свидетельством применения ракет в России. Русские пиротехнические ракеты времен Петра I дали определенный импульс развитию ракетного дела. В 1762 году был опубликован первый в России капитальный труд «Начальное знание теории и практики в артиллерии приобщением гидростатических правил». Автор этого труда М. В. Данилов подробно описывает устройство фейерверочных ракет и изготовление ракетных пороховых составов.

В последней четверти XVIII века в Москве, Петербурге и других городах России стали быстро развиваться ракетные кустарные производства и частные пиротехнические лаборатории. Помимо фейерверочного применения, ракеты использовались также в качестве боевого оружия. В середине XIX века русские боевые ракеты, превосходившие по своим качествам ракеты других стран мира, составляли неотъемлемую часть артиллерии и находили широкое боевое применение.

В конце XVIII века английские колонизаторы впервые познакомились с ракетным оружием индусов, испытав на себе его действие в бою под Серингапотамом. Изучив индийские ракеты, английский военный инженер В. Конгрев стал впоследствии инициатором вооружения английской армии ракетным оружием.

В России опытные работы по военным ракетам проводились достаточно широко. В первой половине XIX века изготовлением ракет занимались русские изобретатели А. Д. Засядко, К. А. Шильдер, К. И. Константинов. Последний обобщил предшествующий опыт научно-исследовательской и производственной деятельности по изготовлению ракет в России и был ревностным пропагандистом идей ракетной техники.

К. И. Константинов изобрел и внедрил баллистический маятник для измерения величины реактивной силы и сконструировал уникальное для своего времени технологическое оборудование для производства ракет.

С середины XIX века русские изобретатели и конструкторы исследуют возможности применения реактивного принципа движения к решению проблемы полета человека. Так, еще в 1849 году инженер И. И. Третеский разработал проекты трех летательных аппаратов, движение которых было основано на действии реактивной струи газа или пара.

В 1866 году инженер Н. М. Соковнин в работе «Воздушный корабль» предложил проект реактивного аэростата, сила тяги которого в горизонтальном полете должна была создаваться при истечении сжатого воздуха. Изобретателю Н. А. Телешову в 1867 году был выдан патент на летательный аппарат тяжелее воздуха, в котором использовался принцип отдачи газов, образующихся при взрыве смеси в полном цилиндре, служившем камерой сгорания.

Среди большого количества проектов реактивных летательных аппаратов особое место занимает предложение революционера народовольца Н. И. Кибальчича. Его «Проект воздухоплавательного прибора» был изложен накануне казни в 1881 году, в тюрьме, куда он был заключен за участие в покушении на русского императора Александра II.

Проект Кибальчича существенно отличается от всех известных ранее проектов летательных аппаратов. До Кибальчича как отечественные, так и зарубежные авторы предлагали использовать принцип реактивного двигателя лишь для перемещения аэростата или аэроплана в горизонтальном направлении. Подъемная сила должна была создаваться либо благодаря использованию газа легче воздуха, либо в результате обтекания несущих поверхностей набегающим потоком воздуха. Все предлагавшиеся конструкции летательных аппаратов были рассчитаны на полет в атмосфере. Им обязательно был нужен воздух как опорная среда.

Проект Кибальчича предусматривал совершенно новый, нигде ранее не предлагавшийся ракетодинамический принцип создания подъемной силы. Атмосфера для полета реактивного аппарата, как смело утверждал в то время Кибальчич, была только вредна, так как создавала дополнительное сопротивление движению.

Таким образом, Н. И. Кибальчич впервые в мире предложил проект реактивного аппарата для полета человека в безвоздушном пространстве. В своем предсмертном письме двадцатисемилетний ученый и революционер писал: «Находясь в заключении, за несколько дней до смерти, я пишу этот проект... Если же моя идея... будет признана исполнимой, то я буду счастлив тем, что окажу громадную услугу родине и человечеству!»

Почти одновременно с Н. И. Кибальчичем, но независимо от него над проблемой реактивного полета работал другой русский ученый и изобретатель — С. С. Неждановский. В 1880 году он пришел к мысли о возможности устройства реактивного летательного аппарата и произвел расчеты двух вариантов пороховых двигателей, а в 1882 году высказал идею об устройстве реактивных двигателей по принципу магазинных ружей. В то же время он пришел к выводу о возможности устройства двух типов реактивных летательных аппаратов тяжелее воздуха — с крыльями и без них. Неждановский предлагал также создать реактивные вертолеты с несущим винтом типа сегнерова колеса.

В конце прошлого века выдвигались и некоторые другие проекты постройки реактивных летательных аппаратов, среди которых следует отметить проект ракетного летательного аппарата изобретателя А. П. Федорова, изложенный им в брошюре «Новый принцип воздухоплавания, исключаящий атмосферу как опорную среду».

Однако подлинно научная теория реактивного движения ракет была впервые разработана выдающимся русским ученым Константином Эдуардовичем Циолковским. Он первый указал на ракету как на средство осуществления межпланетных полетов. В 1873 году К. Э. Циолковский впервые задумался над возможностью осуще-

ствления межпланетных полетов, а спустя 10 лет он пришел к выводу, что ракетодинамический принцип является единственно возможным для осуществления полета в космическом пространстве и что только ракета может служить аппаратом для космических полетов. Эти свои мысли ученый высказал в рукописи «Свободное пространство».

Наш соотечественник был не только и не просто пионером космонавтики. Он был глубоким мыслителем, разносторонним теоретиком, оригинальным конструктором и инженером, блистательные идеи которого до сих пор используются в нашей практической работе в области ракетно-космической техники. Ныне К. Э. Циолковский является признанным основоположником космонавтики.

Думать над проблемами космических полетов Циолковский начал буквально с детских лет. Вот как сам он писал об этом: «... мне представляется, вероятно ложно, что основные идеи и любовь к вечному стремлению туда — к Солнцу, к освобождению от цепей тяготения во мне заложены чуть ли не с рождения. По крайней мере, я отлично помню, что моей любимой мечтой в самом раннем детстве, еще до книг, было смутное сознание о среде без тяжести, где движение во все стороны совершенно свободное и где лучше, чем птице в воздухе. Откуда явились эти желания, я до сих пор не могу понять; и сказок таких нет, а я смутно верил и чувствовал, и желал именно среды без пут тяготения».

К. Э. Циолковский написал очень много трудов, заложивших основы космонавтики. Среди них «Грезы о Земле и небе», «Исследование мировых пространств реактивными приборами», «Вне Земли», «Космический корабль», «Космические ракетные поезда», «Наибольшая скорость ракеты» и другие.

В конце XIX и начале XX века идеи космических полетов занимали умы и ряда зарубежных ученых, среди которых следует отметить немецкого инженера Германа Гансвиндта, австрийского инженера Франца Гефта, француза Робера Эно-Пельтри, немецкого ученого Германа Оберта, американца Роберта Годдарда.

Великая Октябрьская социалистическая революция создала в нашей стране благоприятные условия для дальнейшего развития космонавтики. В первые годы советской власти начали свою деятельность такие известные ученые и инженеры, как Ф. А. Цандер и Ю. В. Кондратюк, внесшие большой вклад в развитие ракетной техники. Благодаря трудам Циолковского, Мещерского, Цандера и Кондратюка в нашей стране уже к середине 20-х годов были заложены основы механики тел переменной массы и теории космического полета, а также выдвинут ряд научных идей и предложений, имевших большое значение для развития космонавтики будущего.

Знакомство с трудами К. Э. Циолковского вызвало к жизни творческую активность в широких научных и общественных кругах нашей страны. Энтузиасты космических полетов начали объединяться в группы и общества.

В начале 1921 года под руководством инженера Н. И. Тихомирова в Ленинграде была организована первая в СССР государственная лаборатория для разработки ракетных снарядов на бездымном порохе, реорганизованная затем в Ленинградскую газодинамическую лабораторию (ГДЛ). В эти же годы создается много различных обществ и кружков по изучению проблем космических полетов, проводятся тематические выставки по проблемам изучения космоса. Так, в честь десятой годовщины Великой Октябрьской социалистической революции в 1927 году Ассоциация изобретателей организовала в Москве Первую международную выставку по

космонавтике. Здесь экспонировались работы К. Э. Циолковского, Ф. А. Цандера, Р. Годдарда (США), Г. Оберта (Германия), М. Валье (Австрия), Р. Эно-Пельтри (Франция) и многих других.

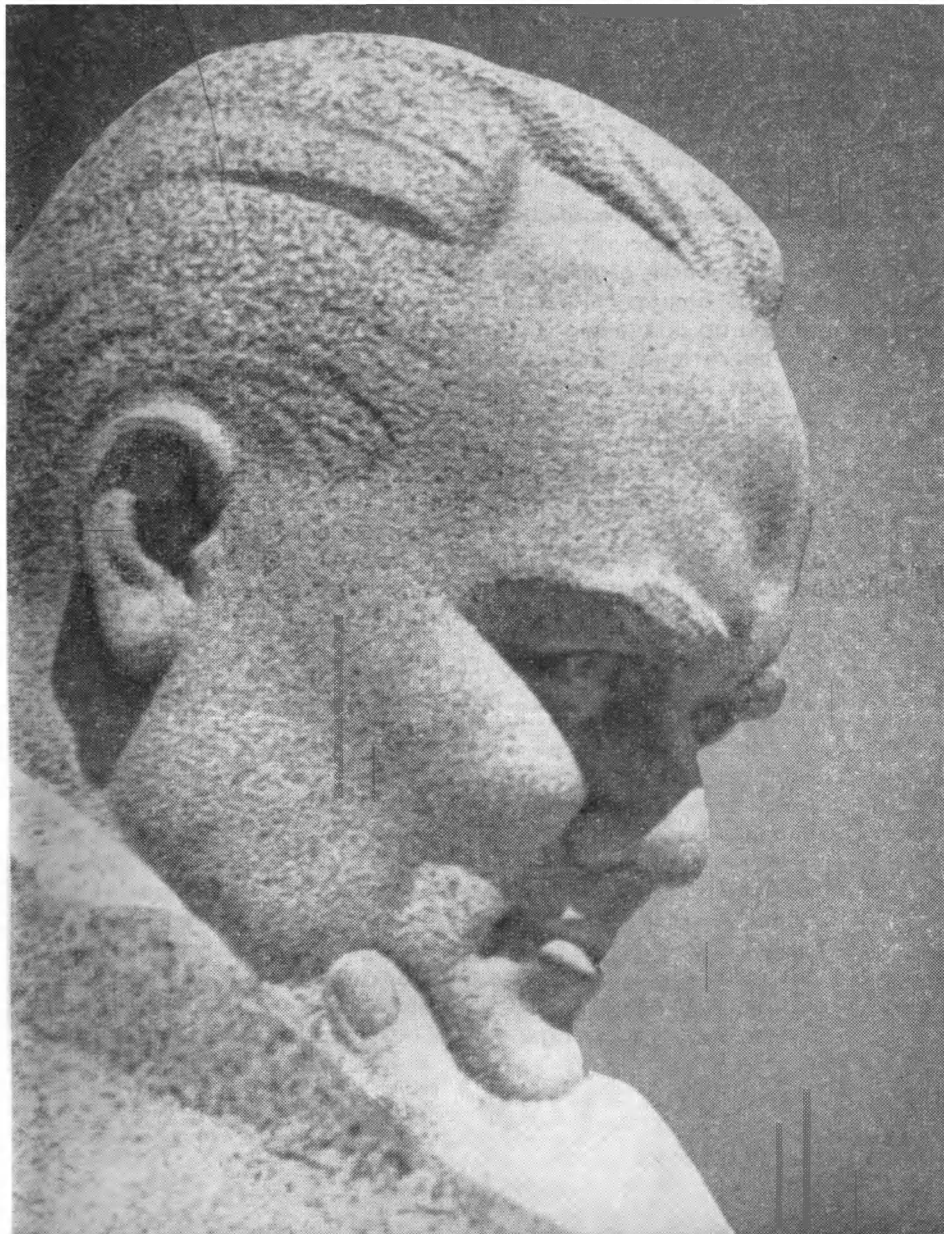
В 1931 году при Осоавиахиме (Обществе содействия обороне, авиационному и химическому строительству) были организованы в различных городах группы по изучению реактивного движения (ГИРДы), объединявшие энтузиастов ракетной техники. Вскоре московский ГИРД был переименован в центральный (ЦГИРД) и стал руководить работой ГИРДов.

В 1932 году в Москве начали работать курсы по реактивному движению. Там читали лекции знаменитые ученые: профессора В. П. Ветчинкин, Н. А. Рынин, Б. С. Стечкин, инженеры Д. Н. Журавленко, Б. Н. Юрьев и другие. Большой популярностью пользовался Н. А. Рынин, автор прославленной серии книг «Межпланетные сообщения», составленной из девяти выпусков и бывшей в свое время исчерпывающей энциклопедией космонавтики. Участие известных специалистов в работе курсов по реактивному движению сыграло заметную роль в подготовке кадров советских ракетчиков.

Вскоре президиум Центрального Совета Осоавиахима принял решение о преобразовании ЦГИРДа в научно-экспериментальную организацию с производственной базой для разработки ракет и ракетных двигателей. Во главе этой организации стал С. П. Королев, будущий академик и прославленный конструктор ракетно-космических систем.

Академик Сергей Павлович Королев

(фрагмент монумента, воздвигнутого в Аллее космонавтов
в Москве)



Из недр ЦГИРДа и ГДЛ вышло много выдающихся советских ученых и конструкторов. В дальнейшем в СССР были созданы научно-исследовательские институты и конструкторские бюро, в которых создавались знаменитые «Катюши», геофизические ракеты и, наконец, мощные ракеты-носители, выводящие на космические орбиты искусственные спутники Земли и космические корабли.

За рубежом, вначале в Германии, а затем в США работы по созданию ракет, ракетных самолетов и ракетных двигателей тоже проводились достаточно успешно. Следует назвать таких известных ученых и конструкторов — специалистов ракетного дела и космонавтики, как Зенгер, Пендрей, Лассер, Эрике, Вернер фон Браун.

Теоретические и экспериментальные работы в области ракетной техники, наличие большой группы выдающихся ученых и конструкторов, воспитанных в нашей стране за годы советской власти, мощная промышленная база позволили Советскому Союзу запустить первый в мире искусственный спутник Земли. Это было 4 октября 1957 года.

Сбылась мечта многих поколений. Началась новая эра в истории человечества — эра космических полетов.



2. КОСМОС

Б

есконечная пустота! Черная бездна с бегущими по орбитам большими и малыми шарами планет и огненными шарами гигантов — звезд! Таким было прежнее представление о космосе.

В действительности космос — это пространство, наполненное и пронизанное различными излучениями, потоками частиц, космической пылью, метеорными частицами, кометами, астероидами, планетами, звездами, магнитными, гравитационными и другими полями.

В настоящее время наибольший интерес представляет солнечная система, которая включает в себя группу небесных тел, состоящую из центрального тела — Солнца и большого числа тел меньшего размера, вращающихся вокруг Солнца. Если Земля «колыбель человечества» (Циолковский) и наш космический дом, то солнечная система в масштабах Вселенной, образно говоря, наше «ближайшее» пространство, простирающееся примерно на пятнадцать миллиардов километров, а может быть и больше. Таковы вероятные размеры солнечной системы, если учитывать, что Солнце способно удерживать

на орбите тело, отстоящее от него на расстоянии в два-три световых года*.

Основное вещество солнечной системы (исключая само Солнце) составляют: девять больших планет и их 33 спутника; более 1600 малых планет — астероидов; кометы; метеорные тела и пыль; межпланетный газ, который в основном состоит из ионизированного водорода, гелия и электронов.

Пять из девяти больших планет — Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн — были известны еще в давние времена. Остальные открывались в такой последовательности: Уран в 1781 году, Нептун в 1846 году и Плутон в 1930 году. Наша планета Земля также входит в большую девятку солнечной системы.

Плоскости орбит всех планет незначительно отклонены от плоскости эклиптики (плоскости орбиты Земли). Движение всех планет вокруг Солнца направлено в одну и ту же сторону: против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира (со стороны Полярной звезды).

Солнце в сущности представляет собой огромный термоядерный реактор. Сила солнечного притяжения благодаря мощному гравитационному полю крепко удерживает на своих орбитах все тела солнечной системы. Деятельность Солнца, физические процессы, происходящие на нем, практически влияют на все, что нам известно на Земле и в солнечной системе.

Сфера, удаленная от Земли на сто километров, служит условной границей, разделяющей атмосферу Земли и космос. Околоземное космическое пространство стало новым полем деятельности людей. Рассмотрим только ничтожно малую его часть, лежащую вблизи Земли на

* Световой год — мера длины, равная расстоянию, которое проходит световой луч в течение года.

расстоянии до 36 000 километров. В этой части космоса в основном лежат орбиты искусственных спутников.

С пуском таких аппаратов выяснилось, что космос не настолько уж пуст.

На высоте 100 километров от Земли еще заметно присутствие атмосферы, в каждом кубическом сантиметре вещества которой содержится 10^{13} атомов и молекул газов. Чтобы лучше представить себе характер атмосферы на космических высотах, в табл. 1 приведены значения ее плотности, до высоты 800 километров и силы оказываемого ею сопротивления движению искусственного спутника на различных круговых орбитах. На высоте 100 километров от поверхности Земли космос еще так плотно заполнен частицами атмосферы, что движение спутника в пределах этой зоны практически невозможно. Вследствие большой силы сопротивления, оказываемой полету спутника, скорость его в течение нескольких минут снизится настолько, что он «сойдет» с круговой орбиты на эллиптическую. Затем начинается быстрое уменьшение высоты его полета.

Как видно из табл. 1, время существования спутника в космосе достаточно мало для высот полета до 150 километров и становится весьма большим на высотах более 200 километров.

Впервые экспериментальная проверка высказанных ранее гипотез о характеристике атмосферы была осуществлена при запуске советского «Спутника-1». Эволюция движения этого спутника под влиянием атмосферы позволила определить основные параметры ее верхней части, значения плотности на различных высотах и условия прохождения через нее радиосигналов. Запуск последующих спутников дал возможность уточнить эти данные и получить информацию о составе, степени ионизации и других характеристиках верхней атмосферы.

Таблица 1

Значения плотности атмосферы, силы сопротивления и времени существования летящего в ней спутника на различных высотах от поверхности Земли

Высота, км	Плотность, г/см ³	Сила сопротив- ления, Г	Время существования спутника в сутках
100	$4,8 \cdot 10^{-10}$	9000	0,004
120	$2,4 \cdot 10^{-11}$	560	0,03
150	$1,7 \cdot 10^{-12}$	40	3
200	$3,6 \cdot 10^{-13}$	10	30
300	$3,3 \cdot 10^{-14}$	1	450
500	$1,2 \cdot 10^{-15}$	0,03	$1,96 \cdot 10^4$
800	$4,6 \cdot 10^{-17}$	0,01	$7,4 \cdot 10^5$

Примечание. В таблице приведены расчетные данные для искусственного спутника сферической формы диаметром 2 метра и массой в 1 тонну, летящего по круговым орбитам.

Искусственные спутники Земли принесли интересное и важное сообщение: плотность атмосферы на больших высотах резко колеблется от года к году, в течение года и времени суток. Эти колебания объясняются различными причинами, но главная из них — деятельность Солнца.

Изучение так называемой динамической модели атмосферы (с учетом изменений ее характеристик) открывает возможность существенно уточнять прогноз движения спутников, особенно низколетающих.

Большие высоты над Землей практически свободны от тормозящего влияния атмосферы, но там становится значительным влияние космических частиц и электромаг-

нитных излучений. Солнце постоянно выбрасывает в космос большое количество заряженных частиц: протонов, электронов и др. Много их приходит и из дальнего космического пространства (галактическое излучение).

Часть электронов и протонов, пролетающих с большими скоростями вблизи Земли, улавливается ее магнитным полем и начинает двигаться вдоль силовых линий, образуя так называемые радиационные пояса — зоны повышенной концентрации космических частиц. Большие скорости частиц и их количество обуславливают повышенный уровень радиации в этих зонах. Особенно велико значение радиации в близлежащей к Земле зоне. Полет в этой зоне представляет существенную опасность не только для человека, но и для научной аппаратуры. Большое количество частиц сталкивается с атмосферой, разрушается и задерживается в ней, ионизирует ее верхние слои. Многие частицы достигают Земли, тормозятся и задерживаются в ней. Такие же, как нейтрино беспрепятственно проходят через Землю, как свет через стекло, и снова уходят в космос.

Среднее количество частиц в кубическом сантиметре околоземного космического пространства составляет примерно 10^3 единиц. Оно меняется в зависимости от степени активности Солнца. В период его повышенной активности и особенно при вспышках это количество возрастает в тысячи раз.

Губительное действие космических частиц на живые организмы и приборы космических аппаратов заставляет принимать специальные меры по обеспечению безопасности космонавтов и оборудования. Большую помощь в планировании космических полетов человека может оказать разработка достоверных методов прогнозирования вспышек на Солнце и создание службы радиации в космосе. Четко организованная космическая служ-

ба радиации, которую можно было бы назвать службой Солнца, будет своевременно предупреждать о резких увеличениях радиационной активности.

Во многом радиационную обстановку в околоземном космосе определяет рентгеновское излучение Солнца. В период вспышек его интенсивность бывает особенно велика и, следовательно, опасна для полетов.

В настоящее время введено понятие биологического эквивалента излучения, основанное на экспериментальных данных. Биологическую ткань подвергают облучению рентгеновским излучением различной интенсивности и выявляют возникающие в ней нарушения. Затем на такую же ткань воздействуют другими видами излучений переменной интенсивности. Сравнивая степень и характер нарушений, устанавливают связи между воздействием рентгеновского и других излучений на биологическую ткань.

Большую опасность для человека при полете во внутреннем радиационном поясе представляет не только количество содержащихся в нем частиц, но и их энергия. Большое число ядер и их осколки оказывают сильное биологическое воздействие на человеческий организм. Во внешнем же поясе в основном присутствуют электроны, обладающие слабой способностью проникновения через экран и низким биологическим воздействием. Большим количеством сильнодействующих на биологическую ткань излучений объясняется и особая опасность вспышек на Солнце.

Много космических аппаратов было запущено для изучения радиационных условий в космосе. Среди них особо следует отметить советские спутники серии «Электрон» и «Протон», позволившие тщательно исследовать пояса радиации и сильно проникающие излучения.

В солнечной системе движется огромное количество

метеорных тел — от очень маленьких (доли миллиграммов) до весьма больших (миллионы тонн).

В целях изучения метеорной обстановки в космосе были запущены многие спутники. Они позволили определить вероятность столкновений с метеорными телами и степень производимых разрушений. Выяснилось, что такие столкновения происходят весьма часто, но размеры встречающихся метеорных тел, как правило, настолько малы, что они не оказывают заметного механического воздействия на аппараты. Обычно при столкновении метеорные тела задерживаются верхним тонким слоем оболочки космического аппарата. Тем не менее, в результате столкновения может нарушиться гладкость поверхности, приобретающей матовый оттенок. Эту особенность важно учитывать, например, при проектировании оптических приборов для космических аппаратов. Если не принять специальных мер, то со временем они могут стать слабо прозрачными и утратить свои оптические свойства.

Вероятность столкновения со сравнительно крупными метеорными телами весьма мала. Однако при длительном существовании искусственных спутников (годы) с такой возможностью необходимо считаться, поэтому следует принимать соответствующие меры защиты. Особенно важно обеспечить защиту пилотируемых космических кораблей, так как столкновение их с метеорными телами может не только нарушить работу аппаратуры, но и угрожает жизни космонавтов.

Немаловажное влияние на условия полета спутников оказывает световое и тепловое излучение Солнца и Земли, а также «холод» космоса. Около Земли излучение Солнца несет 1200 калорий тепла на 1 квадратный метр поверхности в течение часа. Земля может дать спутнику от 100 до 300 килокалорий тепла на ту же единицу площади и за то же время.

3. КОСМИЧЕСКИЕ АВТОМАТЫ



Применительно к околоземному пространству искусственный спутник Земли — это космический аппарат, обеспечивающий решение различных научных и народнохозяйственных задач. Он состоит из специального и служебного оборудования и элементов конструкции.

Специальное оборудование является основным на космическом аппарате. Оно выполняет операции в космосе, которые обеспечивают функционирование космического комплекса. Тип и характеристики специального оборудования определяются назначением космического комплекса, принципом его построения и уровнем космической технологии.

Так, спутники, предназначенные для исследования околоземного космического пространства, оборудуются магнитометрами, датчиками числа и силы соударений с метеорными частицами, датчиками интенсивности рентгеновского излучения и другими устройствами. Эти устройства могут быть самыми различными по принципам построения и другим характеристикам в зависимости от состава и точности измерения параметров. Большинство из них имеют небольшие размеры, вес и энергопотребление.

Измерение некоторых параметров космоса требует особо сложных, а иногда и весьма громоздких устройств. Так, для изучения космических частиц высоких энергий на советском спутнике «Протон» применялось специальное измерительное оборудование весом более 12 тонн. Для наблюдения из космоса за планетами, Солнцем и звездами могут потребоваться очень сложные оптические устройства и радиотелескопы.

На некоторых спутниках устанавливается специальная аппаратура для приема и излучения электромагнитных колебаний ультрафиолетового, светового, инфракрасного диапазонов. Это могут быть телевизионные камеры со средствами передачи радиосигналов на Землю; инфракрасные и радиотепловые датчики; приемная, запоминающая, усилительная и передающая радиоаппаратура. Иногда применяются световые маяки в виде лампы-вспышки большой мощности, радиомаяки, уголкового отражателя лазерного луча и т. д.

Следует отметить спутники для отражения световых и радиосигналов. Они снабжены отражательными поверхностями большого размера. Форма и технология изготовления таких поверхностей могут быть самыми различными. Типичными являются спутники серии «Эхо», представляющие собой сферу радиусом порядка 30 метров из тонкой майларовой пленки с напыленным на нее слоем алюминия.

Спутники для проведения экспериментов в космосе содержат специальные устройства, позволяющие выявить возможность использования и проверить правильность принятых принципов построения служебной аппаратуры и элементов конструкции космических аппаратов. Натурные испытания в космосе позволяют проверить и качество проектирования, сборки, изготовления и других производственных процессов.

Нередко в качестве объектов испытания служат экспериментальные образцы готовой аппаратуры. Часто ее устанавливают в нескольких модификациях для последующего сравнительного анализа.

Нормальную работу специальной аппаратуры в космосе обеспечивает служебная аппаратура и конструкция спутника. Служебная аппаратура осуществляет ориентацию и стабилизацию спутника, снабжает электроэнергией специальную аппаратуру и другие энергопотребляющие устройства, поддерживает требуемую температуру аппаратуры спутника.

Многие спутники народнохозяйственного назначения, для эффективной работы требуют направленности элементов бортовой приемной и передающей аппаратуры на Землю, и даже на отдельные ее участки. Кроме того, способность спутника занимать требуемое угловое положение в космосе необходима для многих других целей: сближения с другими объектами в космосе, обеспечения требуемых условий терморегулирования, направления панелей солнечных батарей в сторону Солнца, проведения коррекции траектории движения и т. д. В этих случаях на спутниках устанавливаются системы ориентации и стабилизации.

Система ориентации обеспечивает требуемое направление элементов спутника в космическом пространстве. Фиксирование ориентированного положения спутника осуществляется системой стабилизации. Тесная взаимосвязанность работы этих двух систем ведет к общности ряда их элементов, а иногда и к их слиянию в одну общую систему ориентации и стабилизации.

Системы ориентации и стабилизации бывают активными и пассивными. Первая группа систем требует затрат энергии на манипуляции со спутником в процессе

его полета, вторая — исключает необходимость этих затрат.

Активные системы ориентации и стабилизации представляют собой сложные комплексы автоматического управления. В их состав входят датчики углового положения осей спутника относительно космических ориентиров, устройства для преобразования сигналов, выработки и передачи команд исполнительным органам и сами исполнительные органы.

Работа датчиков углового положения осей спутника основана на направленном приеме электромагнитных излучений космических ориентиров — Солнца, Земли, Луны; планет и звезд в различных диапазонах (световом, инфракрасном и т. д.). Поэтому датчики углового положения могут быть оптическими с фотоэлементами, радиотехническими и т. д. Действие большинства датчиков основано на выработке наибольшего электрического сигнала при точном направлении на ориентир.

Возможны и другие принципы построения датчиков углового положения, основанные на использовании различных закономерностей и физических свойств околоземного космического пространства.

Сигналы датчиков ориентации в виде электрических импульсов поступают в специальное устройство. Здесь они анализируются, сравниваются, усиливаются, и затем вырабатываются команды на включение в работу исполнительных органов.

Исполнительными органами активных систем ориентации и стабилизации в большинстве случаев являются реактивные двигатели или маховичные устройства. Первые располагаются так, чтобы можно было поворачивать спутник относительно центра масс в требуемом направлении. Исполнительные органы второго типа обеспечивают ориентацию и стабилизацию раскручиванием ма-

ховиков электродвигателем или их торможением. При этом появляется реактивный момент, который и используется для поворота спутника. Оси вращения маховика располагаются таким образом, чтобы добиться требуемых поворотов объекта.

В ряде случаев бывает выгодно не устанавливать специальной системы ориентации и стабилизации, а использовать для этого аналогичные системы ракеты-носителя.

Активные системы ориентации и стабилизации обладают универсальностью. Они являются высокоточными устройствами, способны действовать в разнообразных условиях космоса, дают возможность осуществлять различные программы ориентации и т. д. Но им присущи и существенные недостатки: сравнительно большой вес, высокая стоимость и пока еще малая надежность.

Пассивные системы ориентации и стабилизации свободны от этих недостатков, поэтому в ряде случаев конструкторы отдают им предпочтение, несмотря на то, что они обладают более низкой точностью, действуют лишь в отдельных областях околоземного космоса и т. д.

Наиболее распространены пассивные системы стабилизации, построенные на основе использования свойства твердых тел сохранять неизменным направление оси вращения. Этот принцип очень удобен для применения именно на космических аппаратах в связи с практическим отсутствием сопротивления их вращению со стороны внешней среды. Для уменьшения сил сопротивления внутреннего характера предусматриваются специальные меры: конструкция спутника делается жесткой, практически отсутствует жидкость внутри корпуса и т. д.

Система ориентации устанавливает ось вращения (закрутки) спутника в требуемом направлении. Для закрутки предпочтительнее использовать систему ориента-

ции носителя. Процесс закрутки в этом случае осуществляется перед отделением спутника от ракеты. В качестве средств закрутки на носителе могут применяться механические устройства типа пружин, турбины и т. д.

Простота, экономичность и надежность систем стабилизации закруткой определили их большое распространение на многих спутниках, допускающих одноосную ориентацию. Такой принцип стабилизации используется, например, для метеорологических и связных спутников.

Для околоземных спутников прикладного назначения очень перспективны гравитационные системы ориентации и стабилизации. Их действие основано на стремлении удлинённых тел, движущихся по орбите, занять такое положение, при котором наибольшая ось тела была бы направлена в сторону Земли. Кроме того, если тело вытянуто и вдоль другой оси, перпендикулярной первой, но несколько в меньшей мере, то эта ось стремится расположиться перпендикулярно к плоскости орбиты.

Так, например, круглый цилиндр и гантелевидное тело на орбите будут стремиться занять такое положение в пространстве, чтобы ось вращения цилиндра или гантели была направлена в сторону Земли. Относительно этой оси они будут произвольно вращаться. Но если к этим телам прикрепить поперечную балку сравнительно небольшой массы, то вращение вокруг большой оси будет остановлено, а сама балка разместится перпендикулярно плоскости орбиты.

Другим примером такой ситуации служит Луна. Благодаря вытянутости относительно двух осей Луна всегда обращена к Земле одной стороной и вращается относительно оси, перпендикулярной плоскости своей орбиты.

Таким образом, придавая спутнику удлинённую форму, можно добиться ориентации одной из его сторон на Землю. Для связных, навигационных, геодезических

и других спутников такая система может оказаться вполне приемлемой. Если же требуется стабилизация спутника относительно двух осей, как например, для телевизионного обзора поверхности Земли, то форму спутника делают «вытянутой» вдоль двух осей.

При практическом создании гравитационных систем ориентации и стабилизации встречаются технические трудности. Главная из них состоит в том, что гравитационные стабилизирующие моменты очень малы. Так, на круговой орбите высотой 200 километров стабилизирующий момент спутника, представляющего собой два шара массой по 100 килограммов, скрепленных стержнем длиной 10 метров, равен всего лишь 1 грамм-сила-метру ($9,8 \cdot 10^{-3} \text{ н} \cdot \text{м}$). С ростом высоты орбиты до 36 000 километров этот момент уменьшается до 0,005 грамм-сила-метра. Однако в условиях отсутствия внешних возмущающих сил в космосе такого момента достаточно. Но при этом не должно быть больших внутренних возмущающих моментов, возникающих от всевозможных перемещений тел, жидкостей, от взаимодействия магнитных полей спутника, от тока в электропроводке, взаимодействующего с магнитным полем Земли, работающих электромоторов и т. д.

Кроме того, перед началом работы гравитационной системы спутник должен быть ориентирован нужной стороной к Земле и хорошо «успокоен» (иметь малую угловую скорость вращения). Первое требование объясняется тем, что при использовании гравитационного эффекта спутник занимает устойчивые положения в направлении обоих его удлинённых концов, второе — малостью гравитационного момента и его знакопеременностью.

Гравитационная система не в состоянии противостоять большому кинетическому моменту, возникающему при быстром вращении спутника. Момент этот действует то

в одну, то в другую сторону, как это имеет место у обычного маятника: при отклонениях в крайние положения действующая на маятник сила возбуждает знакопеременные моменты. Поэтому при гравитационной системе стабилизации отделение спутника от носителя производится с малыми возмущениями или предусматривается специальная система успокоения и ориентации.

Система успокоения может быть построена по принципу использования магнитного поля Земли, свойств маховиков и т. д. Ориентация спутника нужной стороной к Земле осуществляется аналогично действию обычных систем ориентации.

Для гашения колебаний спутника, возбуждаемых знакопеременными моментами, на нем устанавливается специальная демпфирующая система. Она может работать по принципу рассеяния энергии колебаний жидкости или энергии изгибных деформаций гибкой штанги и т. д.

При достаточной простоте самой системы гравитационной стабилизации в целом требуется создание множества тонких устройств вспомогательного характера. Она сложнее системы стабилизации закруткой, но существенно экономичнее активных систем. Гравитационная система применяется в основном на автоматических спутниках, не обладающих большими возмущающими моментами. Известны и другие принципы построения пассивных систем ориентации и стабилизации космических аппаратов: с использованием магнитного поля Земли, давления света Солнца, аэродинамического воздействия верхней атмосферы и др.

Аппаратура спутника питается электроэнергией от специальной системы. Она состоит из источников питания, преобразовательных, накопительных, распределительных и коммутационных устройств. Источниками пи-

тания служат различного типа аккумуляторы, солнечные батареи, изотопные генераторы.

Возможно применение и таких источников питания, как солнечные тепловые генераторы, термические преобразователи энергии, ядерные реакторы. Каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками. В соответствии со степенью разработанности той или иной системы для каждой из них существуют области оптимального использования в настоящее время и в перспективе.

Так, аккумуляторные химические батареи позволяют получить энергию большой мощности. Однако они имеют значительный вес и малый ресурс. Поэтому их использование достаточно ограничено: применяются они только на кратковременно существующих космических аппаратах, требующих большого расхода энергии.

Солнечные батареи, напротив, сравнительно долговечны, но обладают малой мощностью. Их используют на длительно существующих космических объектах с малым потреблением энергии. Конструктивно солнечные батареи представляют собой панели с прикрепленными к ним пластинами полупроводникового вещества, вырабатывающего под действием солнечного света электрический ток.

Устанавливаются солнечные батареи или непосредственно на корпусе спутника, или на специальных панелях. В первом случае обеспечивается компактность, простота конструкции и надежность. Но на неориентированных или частично ориентированных спутниках не удастся полностью использовать все элементы батареи, так как часть из них закрыта корпусом от солнечных лучей. Кроме того, большая часть освещенных солнечными лучами элементов не лучшим образом ориентирована на Солнце. Наибольший эффект достигается в тех случаях, когда

плоскость элемента расположена перпендикулярно направлению на Солнце.

Применение поворотных панелей позволяет полностью использовать все элементы солнечных батарей. Однако при этом возникают дополнительные сложности, связанные с их раскрытием и ориентацией на Солнце. Система ориентации и стабилизации панелей аналогична подобным системам самих спутников.

Перспективны для космических аппаратов изотопные источники электрического тока. Они имеют сравнительно небольшой вес, позволяют получать энергию в несколько киловатт и могут существовать в течение нескольких лет. Изотопные источники можно использовать на спутниках народнохозяйственного назначения, требующих больших мощностей.

Еще большими возможностями обладают источники тока, построенные на основе ядерных реакторов. Это, по существу, миниатюрные атомные электростанции. Их вес может достигать нескольких тонн, а вырабатываемая ими энергия десятков, а в дальнейшем, может быть, и тысяч киловатт. Они откроют колоссальные возможности для создания высокоэффективных спутников и космических станций. По существу, таким образом в космосе может быть создана станция связи, эквивалентная по мощности Останкинской телевизионной башне.

Температурный режим внутри спутника обеспечивается системой терморегулирования. Используя приток тепла от Солнца и Земли, а также излучение тепла в космос затененной стороной спутника, эта система создает требуемые температурные условия для работы аппаратуры.

Различают активные и пассивные системы терморегулирования. Действие активной системы основано на отборе теплоносителем тепла и отводе его в космическое

пространство. Теплоносителем может быть воздух, вода и т. д.

Чаще всего в качестве теплоносителя используется воздух. При повышении температуры внутри спутника включается вентилятор, обдувающий нагретые элементы. Затем нагретый воздух пропускается около излучающих в космос поверхностей, которым он отдает свое тепло. При малых тепловыделениях такие системы обеспечивают нормальную работу современных спутников. С ростом энергетических мощностей и, соответственно, тепловыделения спутников возможно применение более теплоемких носителей тепла: воды, жидких щелочных металлов и др.

При очень малом выделении тепла можно использовать простые, надежные и дешевые пассивные системы терморегулирования. Их действие основано на изменении отражающей способности поверхности спутника. Этим достигается уменьшение или увеличение количества тепла, получаемого от Солнца или излучаемого в космос. Конструктивно пассивная система терморегулирования может быть реализована в виде жалюзи, аналогичных тем, которые устанавливаются перед радиатором автомобиля. Одна сторона этих жалюзи окрашивается в темный цвет, а другая — в белый. При избытке тепла на спутнике в сторону космоса обращается черная сторона жалюзи, а к Солнцу — белая, при недостатке — наоборот. Возможны и другие технические решения.

Все элементы специальной и служебной аппаратуры монтируются на несущей конструкции спутника. Она обеспечивает требуемое взаимное размещение аппаратуры, защиту ее от разрушения при выведении на орбиту, от радиации космоса и т. д. В зависимости от решаемой задачи, особенностей аппаратуры и других факторов несущая конструкция спутника и его форма в целом могут

быть самыми разнообразными. Сферическая форма первого в мире советского искусственного спутника Земли была определена как технологическими соображениями, так и требованиями минимального веса корпуса при заданном объеме аппаратуры. Форма и габариты двух последующих спутников во многом зависели от носового обтекателя носителя. Большое количество других спутников из соображений унификации было выполнено по одинаковой конструктивной схеме. Внутри корпуса поддерживается режим, удовлетворяющий требованиям самого прихотливого прибора.

По мере развития космической техники эволюция архитектоники автоматических аппаратов все больше определялась условиями наиболее полного удовлетворения требованиям выполнения ими основной задачи.

Большую роль всегда играло стремление уменьшить вес несущей конструкции и габариты всего спутника в целом.

Запуски первых искусственных спутников выявили основные требования к несущей конструкции для каждого вида аппаратуры. В зависимости от назначения спутника эти требования могут существенно различаться. Так, полупроводниковая электронная аппаратура требует в основном хорошей экранизации от космических излучений; это же необходимо и для солнечных батарей, фотографических эмульсий и др.

Различные требования к термическому режиму выдвигают оптическая, радиотехническая и другая специальная аппаратура. Поэтому в ряде случаев стало целесообразным создавать корпус для каждого вида аппаратуры отдельно, наделяя его необходимыми качествами. Это определило новую тенденцию в архитектонике спутника — начал применяться бескорпусный монтаж космического аппарата в целом. Это означает, что

спутник не имеет одного замкнутого корпуса, а отдельные его элементы смонтированы на несущей раме.

С развитием микроминиатюризации аппаратуры удалось сократить габариты электронных приборов. Теперь архитектура спутников во многом начинает определяться приемо-передающими элементами специальных систем и источниками тока. Типичным примером могут служить искусственные спутники, архитектура которых полностью определяется отражающей электромагнитные сигналы сферической поверхностью. Служебная аппаратура размещена внутри этой сферы и имеет исчерпывающе малые габариты. Архитектура связанного спутника «Молния» во многом определяется формой панелей солнечных элементов.

С развитием космонавтики растет разнообразие автоматических аппаратов для исследования космоса и повышается их эффективность. Триумфальный космический эксперимент выполнила советская автоматическая станция «Луна-16». Совершив 20 сентября 1970 года мягкую посадку в заданном районе Луны, станция с помощью специального устройства взяла пробы лунного грунта, которые затем были заключены в герметичный контейнер космической ракеты, стартовавшей с Луны и возвращенной на Землю.

Станция «Луна-16» — это сложный автоматизированный ракетно-космический комплекс. Она состоит из посадочной ступени с грунтозаборным устройством и космической ракеты «Луна — Земля» с возвращаемым аппаратом.

Посадочная ступень представляет собой автономный ракетный блок, предназначенный для выполнения различных динамических операций. С помощью главного двигателя посадочной ступени осуществлялись коррекции траектории станции при полете к Луне, торможение

при выходе ее на орбиту искусственного спутника Луны, маневры на этой орбите, торможение для схода станции с окололунной орбиты и мягкая посадка на поверхности Луны. Для работы на завершающем участке посадки использовались два ракетных двигателя малой тяги.

В приборных отсеках посадочной ступени расположены счетно-решающие и гироскопические приборы системы управления и стабилизации, электронные приборы системы ориентации, радиопередатчики и приемники бортового радиоизмерительного комплекса, работающие в нескольких диапазонах радиоволн. Там же размещены программно-временное устройство, автоматически управляющее работой всех систем и агрегатов, источники электроэнергии, элементы системы терморегулирования, радиосредства измерения высоты и скорости при посадке на лунную поверхность, а также научная аппаратура.

Специальные амортизирующие опоры посадочной ступени обеспечивают необходимую плавность посадки в момент прилунения.

Установленное на посадочной ступени грунтозаборное устройство состоит из трех основных частей: бурового станка со специальным буром; штанги, обеспечивающей доставку бурового станка в выбранное место поверхности для взятия пробы грунта; электрических приводов, перемещающих штангу в различных направлениях. Буровой станок рассчитан на бурение и забор грунта различной плотности — от рыхлого пылевидного до самого твердого. Скорость углубления бура в лунную породу контролировалась с Земли.

После окончания бурения бур с образцами лунной породы был введен внутрь герметичного контейнера, находящегося на возвращаемом аппарате, который вместе с ракетой «Луна — Земля» установлен в верхней части посадочной ступени. Затем бур был отделен от буро-

вого станка, а контейнер с грунтом загерметизирован таким образом, чтобы обеспечить доставку содержимого на Землю.

Следует отметить исключительно высокую точность старта космической ракеты с Луны. Возвращаемый аппарат без проведения коррекций траектории его полета к Земле был посажен там, где его и ждали, т. е. в районе полигона, с которого он стартовал на Луну. После старта ракеты «Луна — Земля» посадочная ступень еще продолжала работать, передавая информацию о физических условиях на Луне.

10 ноября 1970 года внимание всей планеты вновь было приковано к Луне. В этот день стартовала советская автоматическая станция «Луна-17», которая 17 ноября в 6 часов 47 минут по московскому времени впервые в истории доставила на лунную поверхность автоматический самоходный аппарат «Луноход-1». Этот самый сложный эксперимент продемонстрировал еще раз огромные возможности автоматических космических аппаратов при изучении космоса и небесных тел.

«Луноход-1» способен обеспечить исследование различных районов на Луне. Он оснащен большим количеством самой разнообразной научной аппаратуры, телефотометрами, телевизионными камерами, восьмиколесным шасси высокой проходимости. Высокий уровень автоматизации лунохода позволил создать очень надежный аппарат, способный перемещаться в условиях пересеченной местности при наличии кратеров, камней, лунных гряд. С луноходом поддерживалась связь и в периоды лунных ночей, каждая из которых длится более 14 земных суток.

Автоматические станции «Луна-16» и «Луна-17» — яркое свидетельство мощи советской космической индустрии, результат успешного развития всей нашей науки

и техники. Ученые, инженеры и рабочие, принимавшие участие в этих выдающихся экспериментах, посвятили их XXIV съезду Коммунистической партии Советского Союза. В Советскую программу покорения космоса вписана еще одна важная страница.

Невозможно переоценить рожденный новаторской мыслью советских ученых и инженеров метод автоматического исследования небесных тел посылкой на их поверхность самоходных и возвращаемых на Землю космических аппаратов, оснащенных новейшей научной аппаратурой и совершеннейшей системой дистанционного видения и управления. Создание таких аппаратов открывает поистине неисчерпаемые возможности исследования Вселенной без риска для жизни человека и с минимальными затратами.

Несомненно, что достигнутое не предел, а только очередной этап прогресса автоматических средств исследования космоса, представляющих собой существенную часть зарождающегося космического хозяйства Земли.



4. КОРАБЛИ И СТАНЦИИ

К

осмические корабли — это аппараты, способные маневрировать в космосе для коррекции траектории движения, межорбитального перехода, сближения, причаливания, стыковки, спуска на Землю и т. д. Такая многогранность операций маневра объясняет многоэлементность кораблей, их сложность, сравнительно большой вес, высокую стоимость. Все это окупается широкими возможностями космических кораблей. Они предназначены для полета человека в космос, транспортировки экипажа и грузов на космические станции, проведения ремонтных и спасательных работ в космосе и т. д.

Первый в мире пилотируемый космический корабль «Восток» был выведен на орбиту 12 апреля 1961 года. Его пилотировал первый космонавт Земли — гражданин Советского Союза Юрий Алексеевич Гагарин.

Маневренность современных космических кораблей обеспечивается установкой специальных маршевых реактивных двигателей.

Жидкостные ракетные двигатели способны создавать большую реактивную силу (тягу) и имеют сравнительно высокую эффективность (удельную тягу). Удельная тяга показывает, сколько расходуется топлива или рабочего тела на получение тяги за единицу времени. В настоящее

время созданы двигатели, развивающие тягу от нескольких граммов-сил до сотен тонн-сил. На каждый килограмм-силу тяги, действующей в течение одной секунды, расходуется примерно 2,5—3 грамма топлива. Ясно, что на одну тонну-силу тяги в течение 1 секунды необходимо затратить 2,5—3 килограмма топлива, в течение минуты 150—180 килограммов, в течение часа 9—10,8 тонны.

Как видно, затраты топлива большие. Но жидкостные ракетные двигатели надежны, допускают многократные включения, стабильно работают и обеспечивают хорошую точность отработки потребного импульса тяги. Эти качества обусловили их широкое применение на космических кораблях не только в качестве маршевых двигателей (для крупных маневров), но и для исполнительных органов систем ориентации, стабилизации, причаливания и т. д. Недостатком жидкостных ракетных двигателей является их сложность и высокая стоимость.

Лучшими экономическими характеристиками обладают твердотопливные ракетные двигатели. Они проще и по конструкции. Топливо для этих двигателей в виде пороховых шашек располагается непосредственно в камере сгорания. Медленно сгорая, шашка создает необходимое давление в камере и соответствующую тягу. Таким образом, у твердотопливных установок отсутствуют баки для хранения топлива и система подачи топлива с источниками давления, клапанами и трубопроводами.

Многообразие включений твердотопливных двигателей и точная отработка требуемой программы работы осуществляется сложнее, чем у жидкостных ракетных. Самый же главный недостаток твердотопливных двигателей заключается в сравнительно низкой их эффективности. Их удельная тяга примерно в 1,5—2 раза ниже,

чем у жидкостных двигателей. Поэтому твердотопливные двигатели ограниченно используются на космических кораблях, главным образом в качестве дублирующих. Они применяются, например, для осуществления такой ответственной операции, как маневр перехода на траекторию спуска. Одноразовость включения, сравнительно невысокие требования к точности отработки импульса тяги, знание величины этого импульса до начала полета корабля — все эти факторы благоприятствуют использованию твердотопливных двигателей в качестве резервных.

Жидкостные и твердотопливные ракетные двигатели незаменимы, когда требуются большие значения тяги. В условиях космоса это бывает необходимо для маневров при дальнем сближении, при переходе на траекторию полета к Земле, на межорбитальных переходах при большой разнице высот орбит и жестких требованиях к времени перехода.

В других же случаях, когда не накладываются жесткие ограничения на время проведения маневра в космосе, целесообразно использовать электроракетные двигатели с большими удельными импульсами. Тяга этих двигателей колеблется от нескольких миллиграммов-сил до десятков килограммов-сил; удельная тяга может во много раз превышать удельную тягу жидкостных двигателей.

Отсутствие значительных внешних сил сопротивления движению кораблей в космосе и орбитальный характер движения благоприятствуют широкому использованию электрореактивных двигателей в качестве исполнительных органов систем стабилизации кораблей, для компенсации аэродинамического сопротивления при длительном полете их на низких высотах (200—400 километров), на длительных межорбитальных переходах, для коррекции малых возмущений орбиты и т. д.

Тяга электроракетных двигателей создается с помощью электроэнергии. У некоторых из них нагревание рабочего тела (газа, паров металла и т. д.) осуществляется в электрической дуге, у других производится предварительная ионизация газа, а затем его разгон магнитным полем. Но все эти двигатели выбрасывают частицы рабочего тела в космос с большой скоростью, которая может достигать десятков и сотен километров в секунду. Чем выше эта скорость, тем более эффективен двигатель, тем больше его удельная тяга.

Основной по весу и габаритам частью электрической двигательной установки космического корабля является энергетическая станция вместе с преобразователями тока. При тяге в 100 граммов-сил вес установки может достигать нескольких тонн.

Можно также использовать газовые реактивные двигатели, действие которых основано на выбрасывании струи газа через сопло, аналогично тому, как это происходит у жидкостного реактивного двигателя. Сжатый газ хранится в баках или же производится в специальных генераторах. Например, газ можно получать разложением перекиси водорода. Газовые двигатели отличаются простотой конструкции, дешевизной и надежностью. Главный их недостаток — низкая удельная тяга. Она не превышает 100—200 единиц. Поэтому область использования газовых двигателей ограничена кратковременными операциями по ориентации кораблей, их стыковке, закрутке спутников, их успокоению и т. д.

Реализацию всякого маневра осуществляет система управления кораблем. Она ориентирует двигатель, а следовательно, и направление тяги в пространстве, включает и выключает двигатель в нужные периоды времени, стабилизирует корабль во время работы двигателя.

В связи с тем, что линия действия тяги не точно проходит через центр тяжести корабля, возникают возмущающие моменты, стремящиеся изменить положение корабля в пространстве относительно его центра масс. Эти моменты вызваны различными технологическими факторами: неточностью монтажа двигателя, погрешностями изготовления камеры и т. д.

В качестве датчиков системы стабилизации применяются гироскопические устройства. Их действие основано на способности ротора гироскопа («волчка») сохранять неизменным положение оси его вращения в пространстве. Устанавливая ось вращения ротора на внутреннюю рамку карданового подвеса, а ось внешней рамки на подшипники, скрепленные с кораблем, можно с высокой точностью определить отклонения корабля от требуемого положения. Ротор гироскопа раскручивается электромагнитным полем или сжатым воздухом. На осях рамок монтируются электрические потенциометры, фиксирующие угловые отклонения корабля относительно этих осей.

Система ориентации устанавливает корабль в требуемое угловое положение в пространстве. После этого потенциометры гироскопа ставятся в нулевое положение и включается двигатель. Всякие угловые повороты корабля вызывают его повороты относительно рамок гироскопа и, следовательно, сдвиг съемного устройства потенциометров. Вырабатывается сигнал, пропорциональный сдвигу, который и является исходным для системы стабилизации, возвращающей затем корабль в исходное положение с помощью исполнительных органов.

Работа двигателя продолжается до тех пор, пока не будет отработан требуемый импульс тяги или, точнее, пока не будет получено требуемое приращение скорости. При низких требованиях к точности создания допол-

нительной скорости маневра, выключение двигателя можно произвести от временного механизма. Для этого по известной массе корабля и техническим характеристикам двигателя расчетным путем определяется время его работы для создания дополнительной скорости требуемой величины.

Полученное значение времени в условных единицах (например, в оборотах равномерно вращающегося барабана) закладывается в программный механизм. По истечении этого времени подается команда на выключение двигателя. Реализация этого метода не вызывает больших трудностей. Однако при его использовании имеют место сравнительно большие погрешности вследствие отличия действительных характеристик двигателя и условий его работы от расчетных. Высокую точность отработки требуемого приращения скорости можно получить, если момент выключения двигателя определяется на корабле с помощью специальной системы. В ее основе лежат так называемые датчики и интеграторы ускорений. Они как бы суммируют приращения скорости за каждый малый промежуток времени и по достижении требуемой величины формируют команду на выключение двигателя.

Работа датчиков ускорений основана на использовании эффекта действия на тело внешней силы, в данном случае силы тяги. Так, например, работает обычная пружина, один конец которой жестко скреплен с кораблем, а другой — связан с грузиком. Если ось пружины совместить с линией действия тяги, то она будет сжиматься или растягиваться в зависимости от направления действия силы тяги, так как свободный конец пружины, связанный с грузиком, будет стремиться сохранить по инерции свое первоначальное положение. Степень сжатия пружины будет пропорциональна величине ускорения корабля от действия реактивной силы. Протарировав подобное уст-

ройство на Земле и установив соответствие между отклонениями грузика и ускорением, можно получить датчик ускорения для космического корабля.

Одной из наиболее важных систем космического корабля является система жизнеобеспечения (СЖО) экипажа. Она предназначена для создания в космическом полете всех необходимых условий для нормальной жизни и работы космонавтов, для управления кораблем и решения специальных задач, определяемых назначением данного космического корабля.

Комплекс средств обеспечения жизнедеятельности включает в себя три группы систем.

К первой группе относятся системы кислородного питания, очистки атмосферы, водообеспечения, обеспечения пищей, санитарно-гигиенического обеспечения, утилизации отходов. Во вторую группу входят системы терморегулирования, радиационной защиты, регулирования давления атмосферы. Третья группа систем предназначена для обеспечения жизнедеятельности при выходе космонавта за пределы корабля. В оборудование этой группы систем входят скафандры, луноходы, планетоходы и т. д.

Все системы жизнеобеспечения должны обладать особенно высокой надежностью, так как отказы в их работе опасны для жизни человека.

При разработке средств обеспечения жизнедеятельности учитывают медико-биологические особенности пребывания человека в космосе и инженерно-технические возможности решения проблемы. Особенно важно знать влияние основных параметров системы жизнеобеспечения на переносимость человеком неблагоприятных факторов космического полета и пределы допускаемых изменений этих параметров. Большое значение имеет правильное определение взаимосвязи между параметра-

ми искусственной среды обитания, созданной работой систем жизнеобеспечения и основными техническими характеристиками систем: весом, энергопотреблением, габаритами.

Некоторые корабли предназначаются для сближения с другими объектами в космосе и даже для стыковки с ними. Различают две фазы сближения: дальнее и ближнее. Управление дальним сближением космических объектов, находящихся друг от друга на больших расстояниях, обычно осуществляется по данным работы наземных измерительных средств. По результатам внешнетраекторных измерений определяется величина требуемого импульса, его направление, время включения и выключения двигателя одного из сближающихся кораблей с тем, чтобы обеспечить «вхождение» в зону действия бортовых средств сближения. Таких коррекций может быть несколько. Время сближения измеряется часами, иногда даже сутками. Впервые дальнее сближение было осуществлено между кораблями «Восток» в 1962 году.

В зависимости от типа и мощности используемых бортовых измерительных средств ближнее сближение может начаться при расстоянии между кораблями от нескольких десятков до нескольких сотен километров. Сближающиеся объекты должны приблизиться друг к другу до расстояния в несколько метров или десятков метров. При этом почти полностью ликвидируется их относительная скорость (относительно друг друга).

Решение весьма сложной задачи ближнего сближения требует наличия большого комплекса радиоаппаратуры и оборудования: маршевого двигателя многоразового включения или с регулируемой тягой для коррекции траектории; измерительных устройств для определения параметров относительного расположения и движения сближающихся объектов; системы ориентации и стаби-

лизиции для обеспечения требуемой направленности маршевого двигателя во время его работы; приемных и передающих устройств измерительных систем; системы управления для координации действий всех систем корабля и выработки для них соответствующих команд.

Весь сложный комплекс вопросов ближнего сближения отрабатывался на экспериментальных объектах типа «Союз». Ближнее сближение с использованием бортовых измерительных средств было осуществлено между кораблями «Союз» еще в 1967 году.

Пилотируемый космический корабль «Союз» состоит из трех основных отсеков: кабины космонавтов, орбитального отсека и приборно-агрегатного отсека. В головной части корабля установлен стыковочный узел, в хвостовой части укреплены панели солнечных батарей полезной площадью около 14 квадратных метров.

Кабина космонавтов одновременно служит спускаемым аппаратом. В ней экипаж находится как при выведении на орбиту, так и при спуске на Землю. Внутри кабины космонавтов размещено разнообразное оборудование и аппаратура систем управления кораблем, связи и жизнеобеспечения. Перед креслом командира установлен пульт управления кораблем, на который вынесены приборы контроля работы систем и агрегатов корабля, навигационное оборудование, телевизионный экран и переключатели для управления бортовыми системами. На специальном иллюминаторе установлен оптический визир. Два других иллюминатора предназначены для визуального наблюдения, кино- и фотосъемки.

По бокам кресла командира имеются две ручки управления кораблем: одна служит для ориентации вокруг центра масс, вторая — для изменения скорости корабля при маневрировании.

В специальных контейнерах размещены основные и запасные парашютные системы, обеспечивающие плавный спуск аппарата в атмосфере.

Внешние обводы кабины космонавтов напоминают фару — сегментальное тело, аэродинамика которого дает возможность осуществлять управляемый спуск. На корпусе установлены реактивные двигатели, разворачивающие аппарат во время спуска, а также пороховые двигатели мягкой посадки.

Герметичный люк-лаз соединяет кабину космонавтов с орбитальным отсеком, который предназначен для научных наблюдений и исследований, для выхода в космос, а также для отдыха космонавтов. С противоположной стороны к кабине космонавтов примыкает приборно-агрегатный отсек, предназначенный для размещения бортовой аппаратуры и двигательных установок корабля.

Система ориентации и управления движением на корабле «Союз» обеспечивает ориентацию его в пространстве, стабилизацию при работе двигательной установки, управление при сближении, причаливании и стыковке кораблей.

Существует много схем организации систем управления ближним сближением. Наибольшее распространение получили методы пропорционального сближения, частным случаем которого является метод параллельного сближения.

В основе методов пропорционального сближения лежит такая организация движения объектов, при которой линия визирования остается неподвижной относительно какой-либо системы координат. Это позволяет использовать сравнительно простые датчики относительного движения объектов.

Так, если линия визирования удерживается неподвижно (относительно звезд) в абсолютной системе координат

нат, то управление ближним сближением может быть организовано следующим образом. В начальный момент сближения устанавливается («выставляется») направление параллельно линии визирования. Для этого используются неподвижные в пространстве гироскопические устройства. В дальнейшем измеряется угол рассогласования между действительным положением линии визирования и ранее зафиксированным в гироскопическом устройстве. Рассогласование ликвидируется включением двигателя. Движение вдоль линии визирования осуществляется по специальной программе. В первый период достигается наибольшая скорость сближения, которая может составлять несколько десятков метров в секунду. Затем скорость сближения убывает почти равномерно до нуля по мере уменьшения расстояния между объектами.

По окончании второй фазы сближения начинается причаливание. Этот этап отличается малыми относительными линейными и угловыми скоростями перемещения, чтобы избежать столкновения и повреждения объектов. Причаливание пилотируемых объектов может осуществляться как автоматически, так и с участием космонавтов. Впервые автоматическое причаливание было осуществлено в 1967 году, а причаливание двух пилотируемых кораблей с использованием ручного управления из кабины космонавтов — в 1969 году. Эти сложные маневры были выполнены на космических кораблях серии «Союз».

Этап причаливания завершается непосредственным контактом кораблей в космическом пространстве. Стыковка кораблей «Союз» ознаменовала открытие новой эры в космической технике — эры создания орбитальных станций. Реализация процессов стыковки космических аппаратов открыла новые пути развития космической техники и космонавтики. Стали возможными доставка на

космические объекты грузов и смена экипажа, что прежде всего обуславливает успех работы орбитальных станций.

В результате стыковки кораблей «Союз-4» и «Союз-5» в январе 1969 года была сформирована первая в истории экспериментальная пилотируемая орбитальная станция. Стыковка обеспечила механическую, энергетическую и информационную целостность всего комплекса, с общей системой управления полетом. Импульсы корректирующих двигательных установок и двигателей ориентации передавались теперь всей станции и она послушно изменяла свое положение в пространстве. Стыковка электрических разъемов обеспечила соединение электрических цепей космических кораблей в единую электрическую сеть космической станции. Это давало возможность управлять станцией космонавту, находящемуся в любом из двух отсеков экипажа. Соединение телефонных кабелей позволило поддерживать постоянную двухстороннюю связь между космонавтами.

Советские ученые ведут напряженную и очень важную работу по выяснению возможности длительного пребывания человека в условиях невесомости. Сможет ли космонавт жить и работать в условиях невесомости месяцы и годы? От ответа на этот вопрос зависит, по какому пути пойдет дальнейшее развитие пилотируемых орбитальных станций. Нужно ли создавать искусственную тяжесть или достаточно предусмотреть на борту различные средства поддержания соответствующей физической нагрузки? Какими должны быть эти средства и какой должна быть нагрузка? Это принципиальный вопрос, и чем раньше мы сможем на него ответить, тем более быстрыми темпами будет развиваться космонавтика. Поэтому большое научное и практическое значение имеет полет космического корабля «Союз-9», состоявшийся 1 июня

1970 года. Этим запуском был сделан еще один важный шаг на пути создания долговременных станций. Командир этого корабля Андриян Григорьевич Николаев и бортинженер Виталий Иванович Севастьянов находились в космическом полете 424 часа (около 18 суток). За время этого полета была выполнена весьма разнообразная программа экспериментов и исследований научно-технического, медико-биологического и народнохозяйственного значения.

В перспективе космические орбитальные станции будут представлять собой сложные инженерные сооружения, предназначенные для решения большого комплекса научных и практических задач, требующих длительного пребывания в космосе. Время работы космических станций может измеряться годами, а иногда и десятками лет. В будущем вес космических станций будет составлять десятки, сотни, а возможно, и тысячи тонн.

На космических станциях можно устанавливать громоздкую уникальную аппаратуру: тяжелые телескопы для астрономических наблюдений, больших размеров антенные устройства для радиоастрономических наблюдений, энергетические установки большой мощности, сложные аппараты для научных наблюдений, экспериментальных исследований и практического использования. На станции сможет разместиться оборудование для организации специального производства в уникальных условиях космоса — невесомости и глубокого вакуума. И, наконец, станция будет служить базой для хранения необходимых запасов в космосе; там будут депо для космических транспортных средств, их стоянки и ремонта, пункты технического обслуживания функционирующих космических аппаратов, базы для межпланетных перелетов и т. д.

Огромное многообразие задач по использованию кос-

мического пространства потребует создания специализированных станций: экспериментальных и практического использования, производственных и материально-технического обеспечения и т. д. Они будут иметь различный вес, оборудование, архитектонику, орбиту. Разнообразными могут быть и способы создания станций: готовые станции можно выводить на орбиту полностью собранными на Земле, их можно собирать на орбите из отдельных частей, выводимых с Земли, или из элементов последних ступеней ракет-носителей.

Космические станции могут быть автоматическими, посещаемыми и пилотируемыми. Автоматическая станция функционирует без участия человека на борту. Пополнение запасов расходуемых компонентов (топлива для систем ориентации и стабилизации, источников энергии и т. д.), доставка на Землю экспериментальных образцов и некоторых результатов исследований осуществляется с помощью транспортной системы. Профилактический ремонт и ликвидация аварийных состояний может осуществляться человеком, периодически посещающим станцию. Но поскольку на станции нет системы жизнеобеспечения, космонавт прибывает туда со своей, автономной системой.

Создание автоматических станций целесообразно для решения задач, не требующих участия человека, и особенно в тех случаях, когда постоянное пребывание на ней небезвредно. Такой станцией, возможно, будет мощная станция связи, выведенная на стационарную орбиту, с атомной энергоустановкой.

Решение многих задач в космосе требует непосредственного участия человека. Человек обладает способностью глубокого анализа, он быстро воспринимает и перерабатывает большой поток информации, отличается совершенством зрения и умением проводить тонкие ме-

ханические операции в космосе. Участие человека значительно повышает эффективность астрономических наблюдений и качество отработки экспериментальных образцов аппаратуры.

Весьма эффективной оказывается и деятельность человека при выполнении различных вспомогательных операций: перемещений аппаратуры внутри станций, реализации программы работы ее в зависимости от текущих условий и др. Особенно необходимо участие человека в ремонтных и наладочных работах.

Создание станции требует больших материальных затрат, соизмеримых, например, с затратами на создание океанских кораблей. Особенно высоки поэтому требования к безукоризненности работы станции. Нельзя допустить, чтобы станция прекращала работу из-за отказов отдельных ее элементов, как это иногда случается с автоматами.

Наиболее надежным средством повышения длительности работы станции является присутствие на ней человека. Он может находиться на ней постоянно (на обитаемых станциях) и с перерывами (на станциях посещаемых). В последнем случае станция может работать в двух режимах: пилотируемом и автоматическом. Пилотируемый режим используется или при благоприятных внешних факторах (например, низкий уровень радиации), или при необходимости проведения особо сложных наблюдений, операций и ремонтных работ. Для создания нормальных условий работы космонавтов на пилотируемом режиме станция оборудуется соответствующей системой жизнеобеспечения. На автоматическом режиме станция работает без экипажа. Например, на производственной станции, предназначенной для изготовления каких-либо уникальных элементов, посещение экипажа может быть связано лишь с необходимостью ремонта и наладочных

работ. Сам же производственный процесс будет протекать автоматически. Надо полагать, что посещения экипажами автоматических станций будут единичными.

Система обеспечения жизнедеятельности экипажа на станции «Союз» имеет большой вес и габариты. Эта система занимает значительную часть объема корпуса космического корабля. Это необходимо, поскольку «Союз» создавался как первая экспериментальная станция, основной задачей которой и являлось выяснение работоспособности человека в космосе. Нужно было определить состав решаемых задач и необходимые условия для нормальной жизнедеятельности космонавтов в течение длительного времени.

В последующем, на специализированных космических станциях основное место займут устройства для решения научных и практических задач. Но так как вес и габариты станций существенно возрастут, то в целом условия для жизнедеятельности экипажа несоизмеримо улучшатся. Увеличится объем жизненного пространства, улучшится отделка и планировка помещений для работы и отдыха. Условия пребывания экипажа на станции максимально приблизятся к земным: будет создана искусственная сила тяжести, в помещениях станции появятся зеленые насаждения, экипаж сможет заниматься спортом, будет получать обычное питание, смотреть телепередачи, кинофильмы и т. д. Пребывание на станции не вызовет нарушений физиологических процессов, понижения работоспособности, психических расстройств. Оно будет даже более комфортабельным, чем на океанских лайнерах, где нет-нет да и разыграется шторм с качкой и всем, что с этим связано.

В настоящее время разработаны надежные системы обеспечения жизнедеятельности экипажа в космосе. Они успешно функционировали на наших и американских пи-

лотируемых кораблях. Но это только начало развития сложной и крайне необходимой науки — жизнеобеспечения здоровых людей в космосе. Ведутся большие исследовательские работы по всестороннему изучению жизнедеятельности человека в условиях невесомости и перегрузок, созданы уникальные приборы и измерительная аппаратура, разработаны методики развития и укрепления производственных навыков в космосе. Стремление к экономии веса вызвало необходимость разработки систем регенерации воды, специальных питательных концентратов, высокоэффективных способов выращивания белковых веществ и исследования других технических, биологических и физиологических проблем.

На тяжелых станциях будут созданы экологически замкнутые системы жизнеобеспечения на основе использования некоторых видов растений. Такую идею, казавшуюся в то время фантастической, высказал К. Э. Циолковский.

В настоящее время нетрудно себе представить большую космическую станцию, например, в форме «колеса». Вращением «станции-колеса» вокруг собственной оси создается сила тяжести. Она будет не столь значительной как на Земле, но все же достаточной для нормальной жизнедеятельности человека.

Обод станции может представлять собой как бы изогнутый в кольцо многоэтажный дом из пластика, металла и стекла длиной в полкилометра. Часть этажей занята специальным и служебным оборудованием, часть помещений — научными лабораториями и производством, множество квартир отдано под жилище членам экипажа и, может быть, даже их семьям. Там будет большой пищеблок, ресторан для вездесущих туристов, клуб, спортивный комплекс, парк, оранжерея, больница и многое другое.

Как и в любом доме, в помещениях станции будет расти зелень. Это надо рассматривать не только как проявление любви к природе. Зелень будет крайне необходима для очистки воздуха от выдыхаемого углекислого газа, пополнения атмосферы кислородом, выделения влаги и снабжения населения станции витаминами.

В ступице «станции-колеса» сможет разместиться космопорт. Туда будут заходить для разгрузки космические корабли, танкеры, сухогрузы и лайнеры. Стоянка их может быть организована как в космопорте внутри станции, так и снаружи. При этом не обязательно механическое соединение прибывающих транспортов со станцией. Они могут стоять на космическом рейде недалеко от нее. Требуемую дистанцию корабли могут поддерживать сами с помощью своих систем управления. Может быть предусмотрено и специальное устройство — рейдовая платформа. К ней будут причаливать корабли и она с помощью специальной системы управления будет своими средствами обеспечивать требуемую дистанцию.

Возможно, что передвижение кораблей вблизи станций будет осуществляться с помощью специальных лоцманских буксиров. Это обеспечит безопасность космоплавания и несколько освободит большие корабли от необходимости иметь специальные системы управления движением вблизи станций.

Мы кратко рассмотрели лишь отдельный возможный вариант космической станции будущего. Станции ближайших десятилетий будут скромнее по размерам и комфорту. Но это все же будут станции — острова жизни и деятельности человека в космосе. И если они появились через десятилетие после начала космической эры, то можно быть уверенным, что через еще одно десятилетие вполне реально будут говорить о станциях-гигантах.

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В КОСМОСЕ

К

осмические станции нуждаются в периодической смене экипажа и доставке на них грузов. Этой цели могут служить специальные транспортные корабли. Пассажирские корабли будут особенно надежными и комфортабельными. Высокое качество изготовления, тщательная отработка и дублирование наиболее ответственных агрегатов сделают полеты к станции обычными и безопасными. Комфортабельность станет особенно заметной с появлением крылатых космических кораблей. Спуск на Землю будет напоминать во многом полеты на скоростных самолетах. Снизятся перегрузки, повысится маневренность и точность посадки. Со временем она сможет осуществляться на специальные, а затем и на обычные посадочные полосы.

Пополнение запасов топлива на станции будет производиться специальными транспортными кораблями-танкерами. По существу это могут быть баки с топливом и с минимальным количеством служебной аппаратуры для управления сближением со станцией. Использование космических танкеров, по всей видимости, будет однократным, т. е. без возвращения на Землю. Аналогичная ситуация вероятно сложится и с транспортными кораблями для перевозки сухих грузов. Это в основном будут контейнеры.

С увеличением количества и сложности станций появится необходимость создания специальных аварийных кораблей. При авариях, которые экипаж устранить самостоятельно не может, к станции будет направлен аварийный корабль с оборудованием для ремонта и запасными частями для замены поврежденных элементов. На борту аварийного корабля будут и средства для оказания медицинской помощи потерпевшим космонавтам. Корабль должен иметь автономную систему сближения для подхода к станции. Экипаж аварийного корабля будет снабжен специальными портативными устройствами для перемещения в открытом космосе и проведения работ по ремонту станции снаружи и внутри. В случае необходимости корабль сможет транспортировать экипаж станции на Землю.

С созданием высокоэффективных космических двигателей (электроракетных, ядерных и др.) появятся специальные базы-станции технического обслуживания. Такие станции существенно изменят облик всего космического хозяйства. Изменится схема выведения объектов, появится служба обеспечения их функционирования и повторного использования, более оперативной станет ликвидация аварий и т. д.

С Земли на базу-станцию тяжелые экономичные носители смогут доставлять партии космических аппаратов, топливо и другие грузы. Отсюда же эти материалы будут развозиться кораблями типа «космос — космос» к космическим станциям и другим объектам.

Электроракетные двигатели, располагающие небольшой тягой, будут использованы в основном только при орбитальных и межорбитальных полетах аппаратов в космосе, где потери на тяготение Земли практически не зависят от времени работы двигателя. Установка таких двигателей на кораблях позволит проводить глубокие

маневры в космосе без существенных затрат топлива. Смогут быть созданы и ремонтные космические платформы, транспортные корабли для снабжения станций, аварийные корабли «космос — космос» и т. д. Все эти средства будут базироваться на станции технического обслуживания.

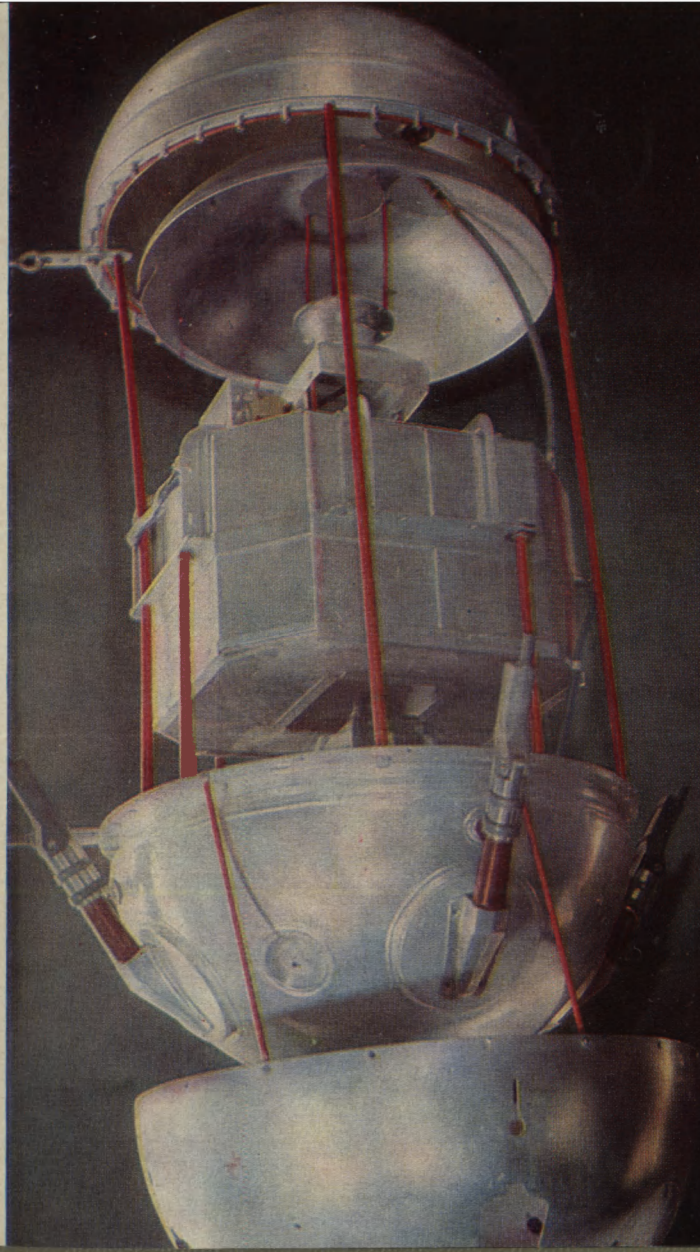
Ремонтные космические платформы будут стартовать с базы-станции и «обходить» последовательно группы космических объектов, производя замену отработавших свой ресурс элементов спутников. При необходимости проведения более крупного ремонта автоматов платформа сможет доставлять их на базу-станцию. Эта же платформа будет «расставлять» доставленные с Земли и отремонтированные спутники по их орбитам.

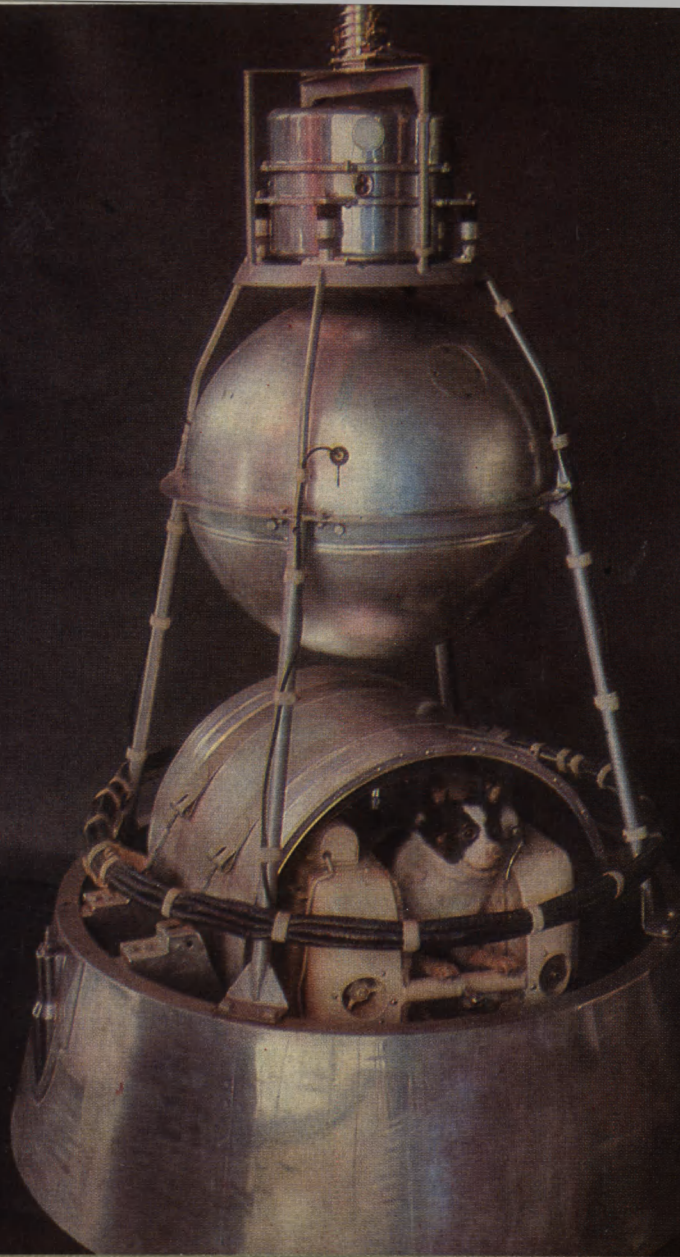
Доставка топлива и грузов на станцию сможет производиться через базу посредством транспортных кораблей «космос — космос». Экономичность их двигателей и многообразие использования сделают такую транспортировку эффективной.

Сама база-станция будет представлять собой сложное инженерное сооружение весом в сотни тонн с хранилищами, ремонтными мастерскими, больницей, профилакторием и другими вспомогательными и культурно-бытовыми службами. Здесь космонавты смогут не только лечиться, не спускаясь на Землю, но и отдыхать в сравнительно комфортабельных условиях. Возможно, на базе будет создана такая же искусственная сила тяжести, как на длительно действующей космической станции. Прибывающие с Земли космонавты смогут проходить на базе-станции курс предварительной акклиматизации, прежде чем они будут доставлены на специализированные станции.

Такая база будет служить не только околоземному космическому хозяйству. Она сможет стать опорным

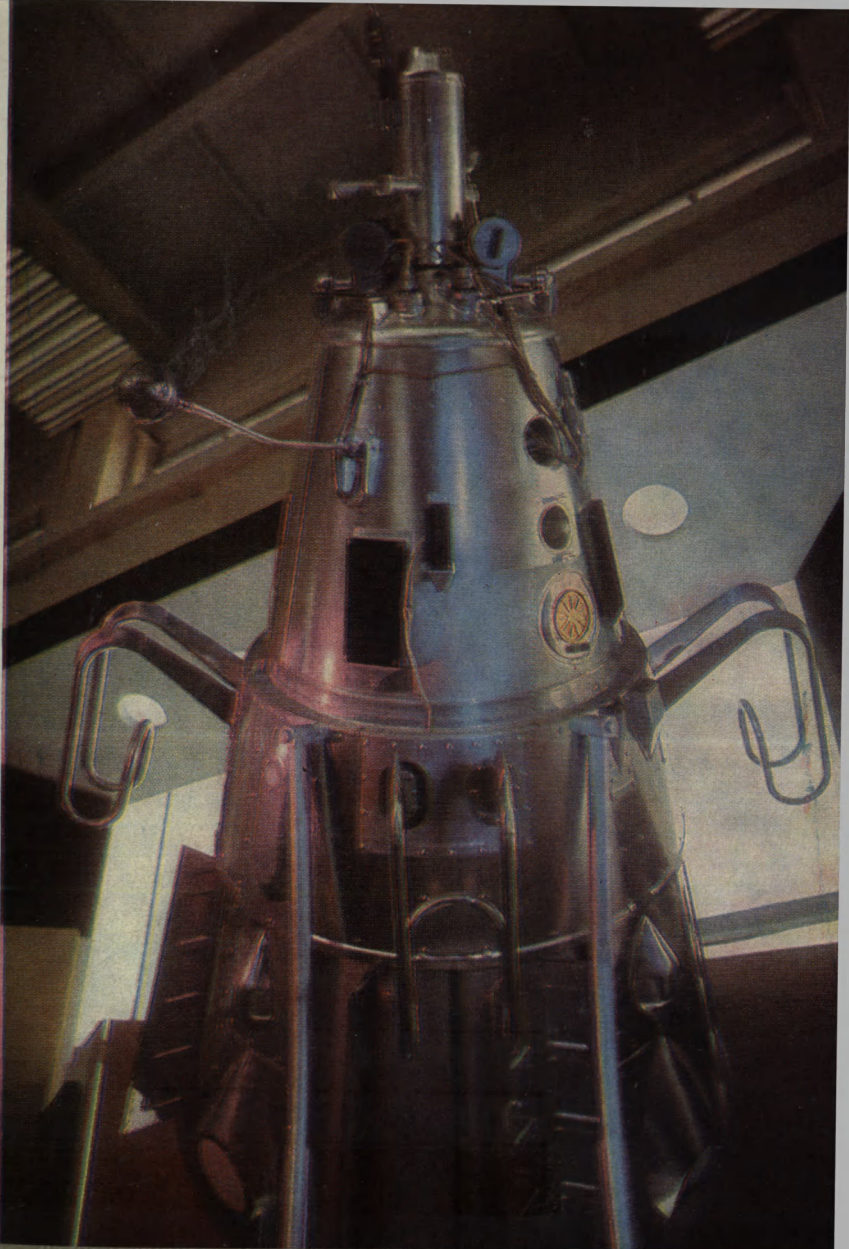
Первый в мире искусственный спутник Земли

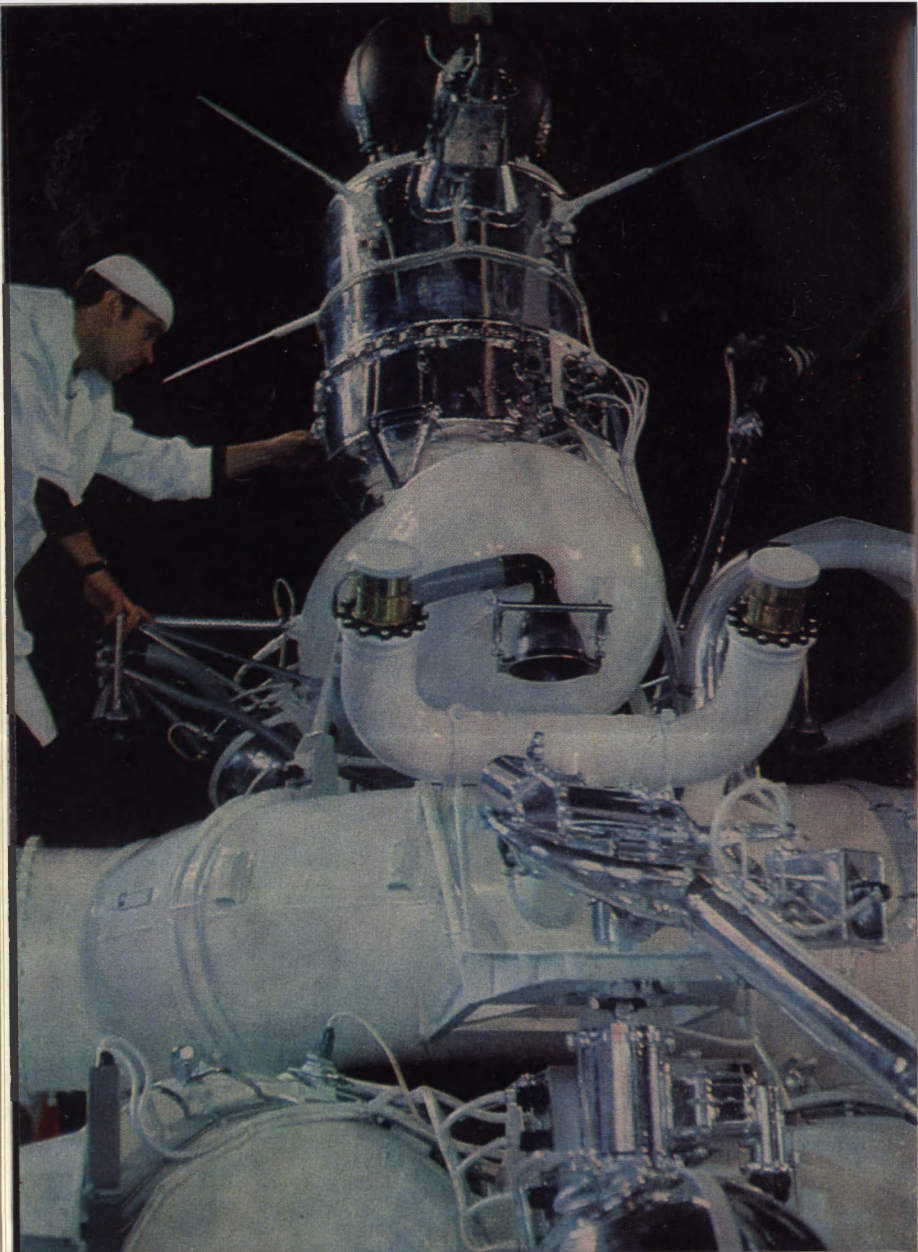


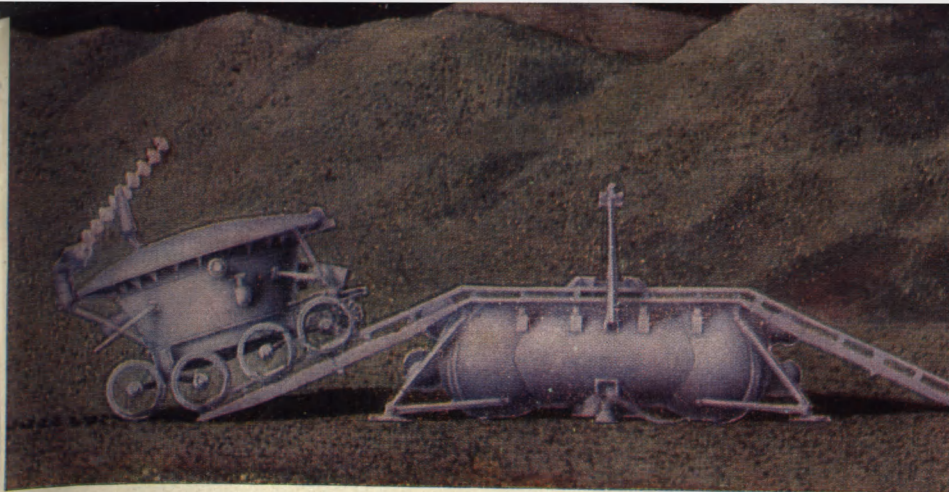


Второй искусственный спутник Земли

Третий искусственный спутник Земли



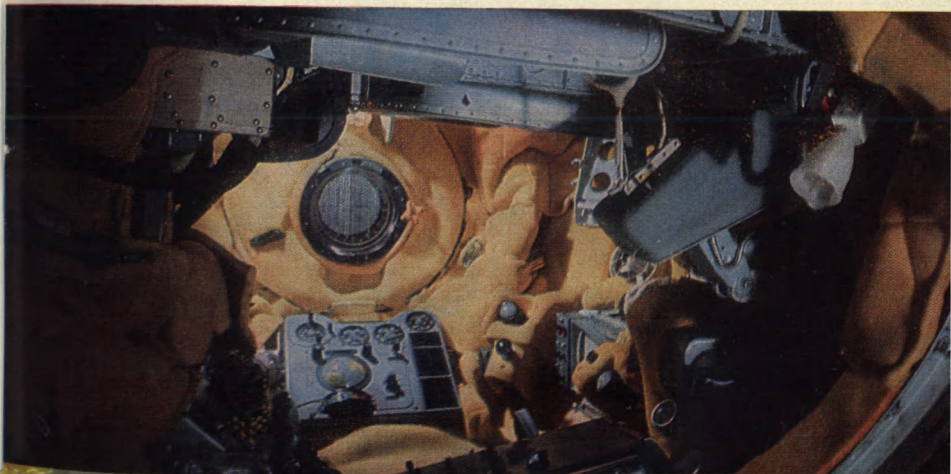


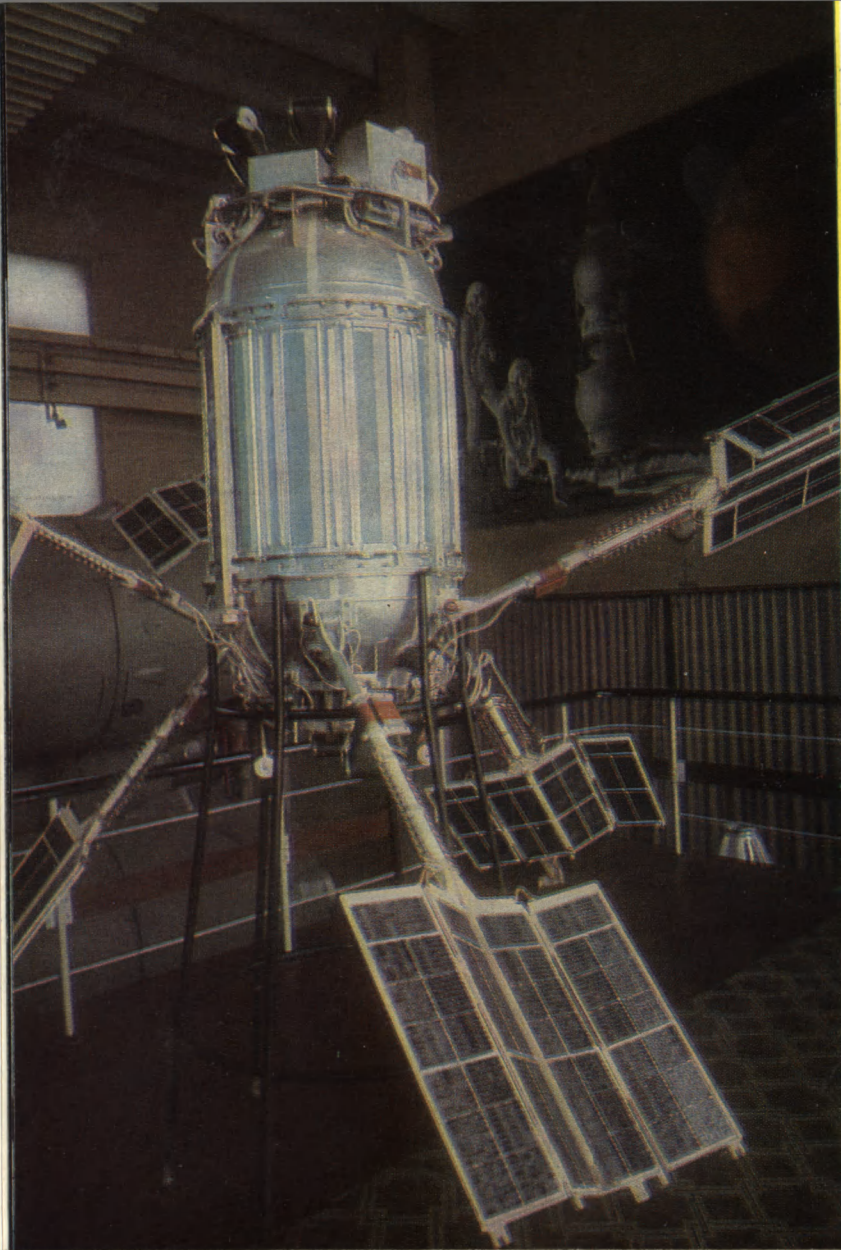


«Луноход-1» (рисунок)

Автоматическая станция «Луна-16»

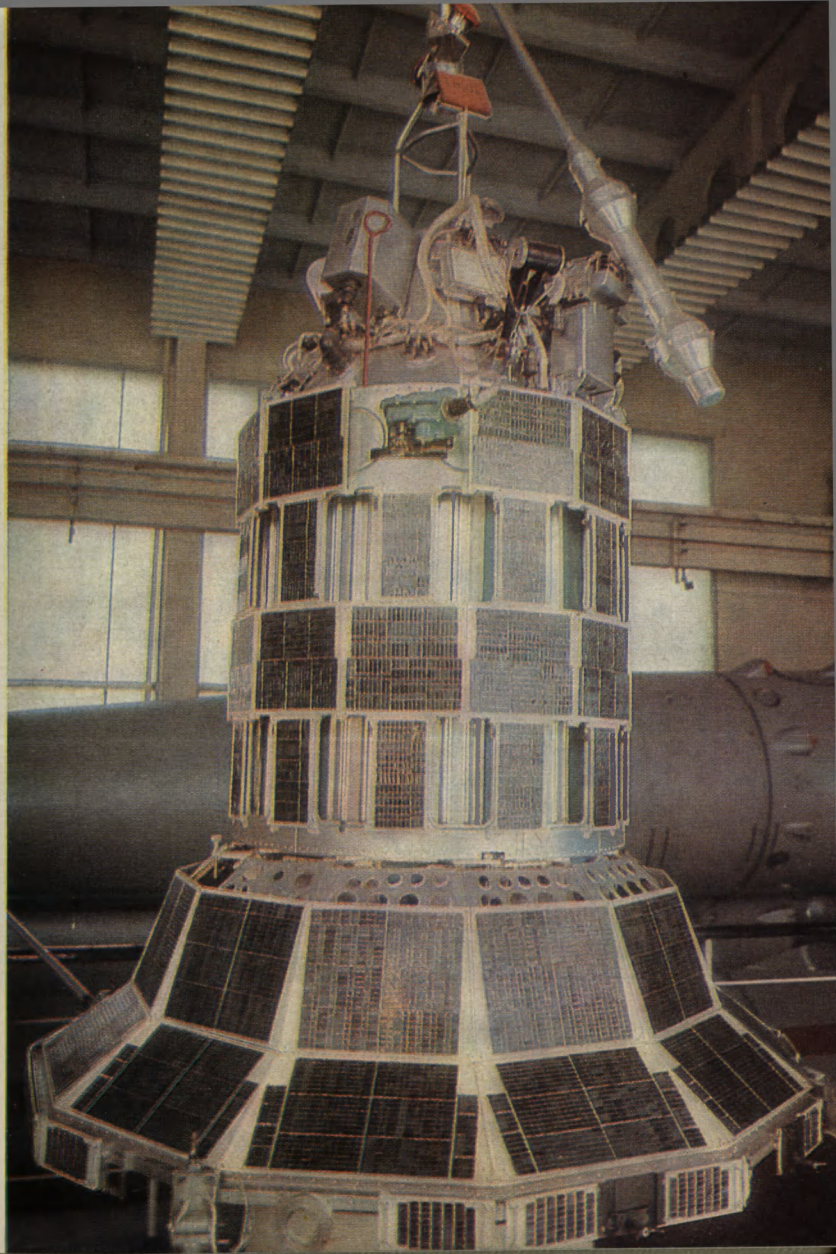
**В кабине пилотируемого космического
корабля «Восход»**

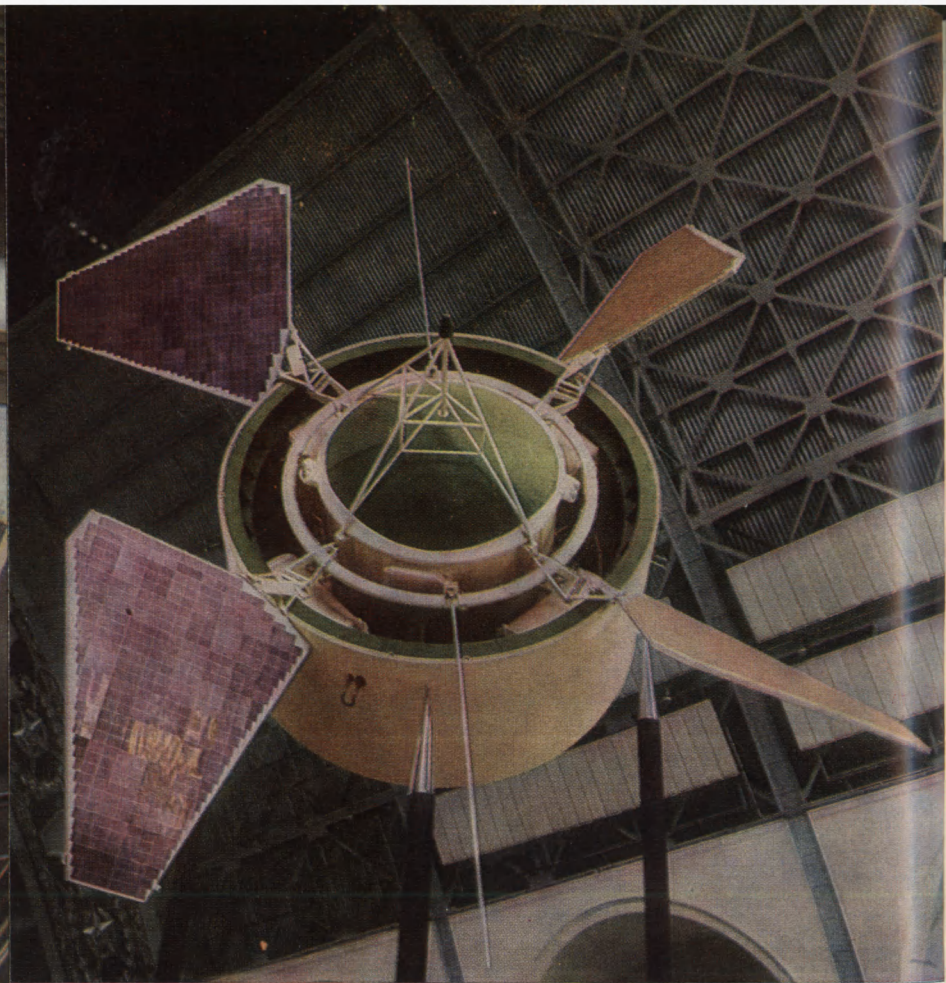




Спутник «Электрон-1» для исследования радиационной обстановки вблизи Земли

Спутник «Электрон-2»





**Спутник «Протон» для исследования космических частиц
высоких энергий**

пунктом полетов человека в дальний космос. Здесь будут собирать и заправлять топливом тяжелые космические поезда. Отсюда они будут стартовать в дальний космос. На базу же смогут доставлять астробуксирами грузы с других планет.

Создание базы-станции в околоземном космическом пространстве будет новым важным шагом в развитии космического хозяйства. Оно станет надежным и рентабельным.



6. СОЗДАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

К

осмодром! Это отправной пункт посланцев Земли в космос. Здесь завершаются операции по подготовке к полету «ракетных поездов». Отсюда осуществляется их запуск. На космодроме работают службы контроля и управления стартом и полетом ракеты-носителя на активном участке траектории. Вся совокупность этих технических средств, включающих ракету-носитель и космический аппарат, стартовые и командно-измерительные устройства, составляет основу ракетно-космического комплекса.

В специальных контейнерах на космодром доставляются ракета-носитель и космический аппарат. В сборочном цехе осуществляется монтаж ракетного поезда. Здесь же проводятся его контрольные испытания, проверяется работоспособность систем. Собранный ракетный комплекс на специальной платформе доставляется на стартовую позицию.

На старте повторно проверяют все элементы ракетного комплекса, заправляют топливом систему питания. Много технических средств и разнообразной аппаратуры используется для проведения большого количества операций по подготовке «поезда» к полету в космос.

И вот, наконец, ракета готова к пуску. Все покинуло стартовую позицию, и только операторы замерли у сво-

их пультов, укрытых в блиндаже рядом с ракетой. Идут последние секунды: «... три, две, одна, пуск!» Руководитель полета нажимает кнопку старта. Загораются факелы ракетных двигателей, раздается глухое грохотание и ракета отрывается от стартового стола.

Несколько секунд ракета движется вертикально, затем начинает плавный разворот на траекторию, близкую к оптимальной. Оптимальная траектория обеспечивает наименьшие потери энергии на преодоление тяготения Земли и сопротивления атмосферы. Остановимся на этом вопросе более подробно.

Идеальной, с точки зрения экономии потерь на преодоление силы притяжения, была бы такая схема выведения, при которой космическому объекту в горизонтальном направлении прямо на старте была бы мгновенно сообщена первая космическая скорость, равная 7,8 километра в секунду. В этом случае потери на преодоление тяготения Земли были бы равны нулю. Но, во-первых, слишком велики были бы силы аэродинамического сопротивления на участке полета в атмосфере; во-вторых, вряд ли возможно создать носитель, способный развить мгновенно первую космическую скорость.

Минимальные потери на преодоление сопротивления атмосферы реализуются в том случае, когда ракета медленно и вертикально проходит атмосферу. Но медленное вертикальное движение сопровождается наиболее значительными потерями на преодоление тяготения Земли. Действительно, если представить себе почти зависшую ракету, то можно израсходовать все топливо, а она практически не сдвинется с места. Известно, что потери на преодоление сопротивления атмосферы составляют примерно 20 процентов от потерь на преодоление тяготения Земли. Поэтому определяющим является фактор тяготения.

Разворот ракеты на оптимальную траекторию полета осуществляется таким образом, чтобы в момент прохождения «звукового барьера» угол атаки (между осью ракеты и набегающим воздушным потоком) был равен нулю. Это обеспечивает наилучшие условия управления ракетой в критический момент ее движения. Кроме того, желательно, чтобы высота, на которую ракета поднялась к этому моменту, была бы как можно большей с тем, чтобы плотность атмосферы была возможно меньшей.

Еще более жесткие требования к условиям движения предъявляются на этапе разделения ступеней. Эта сложная операция связана с устранением механических связей между отдельными частями ракетного поезда и продолжением их безопасного движения. Желательны наименьшие аэродинамические силы и вращательное движение ракеты. Поэтому разделение ступеней проводится на высоте порядка нескольких десятков километров.

Отделившиеся при разделении части конструкции ракеты освобождают от необходимости расходования энергии на дальнейшее их ускорение. Вторая ступень продолжает полет практически в безвоздушном пространстве. Не нужным становится и обтекатель для космического аппарата, который сбрасывается на высотах порядка 50 километров. Могут сбрасываться и другие вспомогательные конструкции, предназначенные для защиты ответственных агрегатов от аэродинамических сил и нагревания. В таком виде облегченная вторая ступень ракеты выводит космический аппарат на орбиту. Существуют ракеты-носители, использующие для выведения космических аппаратов две, три, а иногда и четыре ступени.

Все операции по маневрированию на активном участке траектории проводятся системой управления. Датчиками углового положения ракеты в пространстве служат

гироскопы. С их помощью реализуются повороты ракеты и стабилизируется ее движение. Интегрирующие системы измеряют кажущуюся скорость, т. е. скорость ракеты, которую она бы имела при отсутствии поля тяготения Земли и аэродинамического сопротивления. Измерение этой скорости и ее регулирование позволяет уменьшить отклонение траектории движения от расчетной и тем самым обеспечить необходимую точность выведения. Регулирование осуществляется путем изменения количества подаваемого в двигателя топлива.

Момент выключения двигателя определяется с помощью специальной системы. Через несколько секунд после подачи команды на выключение и полного прекращения работы двигателя космический аппарат отделяется от носителя. При этом разрываются соединяющие их механические связи и аппарату сообщается небольшая скорость относительно ракеты. Этим заканчивается процесс выведения космического аппарата на орбиту.

За ходом полета ракетного поезда осуществляется непрерывное наблюдение. Для этого используются оптические, радиотехнические и телеметрические средства. Оптические средства позволяют по внешним признакам судить о движении ракеты сразу же после старта; радиотехнические — осуществляют измерение конечного участка траектории и позволяют судить о качестве выведения спутника на орбиту; телеметрические — дают информацию о работе основных агрегатов носителя.

После отделения от носителя необходимо обеспечить успокоение вращательного движения космического аппарата и развертывание его внешних систем: солнечных батарей, антенных устройств и т. д. Эти операции проводятся с помощью спутниковой системы управления.

Выведенный на орбиту космический объект находится под пристальным наблюдением службы слежения. Здесь

определяют параметры орбиты, прогнозируют особенности движения, регулируют режим работы аппаратуры. Эти задачи решаются системой управления космического аппарата и наземным командно-измерительным комплексом. Измерительные устройства определяют характеристики движения относительно поверхности Земли. Эти данные автоматически обрабатываются в вычислительных машинах, которые выдают уточненные параметры траектории движения и прогнозируют орбиту.

Специальные наземные станции принимают телеметрическую информацию из космоса. Она позволяет судить о работе аппаратуры и ее основных конструктивных агрегатов. Так, например, можно определить, раскрылись ли солнечные батареи, развернулись ли антенны и т. д.

Вся информация собирается в центре управления. Здесь она анализируется, здесь же принимаются решения по программе дальнейших действий. Сформированные в виде специального кода команды через станции управления по радиоканалу связи передаются на космический объект. Команды «квитируются», т. е. обратно на Землю приходит сигнал, подтверждающий правильность приема. После этого дается сигнал, разрешающий исполнение команды.

Огромных усилий стоит создание и запуск космического аппарата на орбиту. Поэтому с особой тщательностью Земля следит за своими посланцами. Целая сеть станций связи, измерительных пунктов, наземных линий связи, устройств обработки и отображения информации и множество других сооружений и технических устройств обеспечивают работу космических объектов на орбите. Вся эта совокупность технических средств совместно с самими космическими объектами и средствами их запуска носит название ракетно-космического комплекса.



7. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОСМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА



лучайно ли человек вышел в космос? Может быть история сделала этот поворот вслепую и он ничем не продиктован?

На этот вопрос можно ответить только отрицательно. Нет, не случайно человечество вступило в космическую эру. Это было подготовлено всем ходом его предшествующей истории. Это закономерный результат преодоления геоцентризма, результат эволюции технологии общества.

Здесь мы по существу не будем касаться философско-социологических аспектов освоения космоса, так как это своя самостоятельная и очень большая тема. Рассмотрим лишь некоторые конкретные вопросы, связанные с космизацией производства.

Развитие производительных сил как результат объективно существующих законов развития общества на определенном этапе неизбежно приводит к космизированному производству. Прогрессивная тенденция космизации производства существует объективно; предпосылкой к этому является то, что освоение космоса открывает безграничные перспективы развития производительных сил.

Что же такое космизация производства? Это процесс сознательной деятельности людей, направленной на непосредственное или опосредованное использование в

интересах общественного производства закономерностей и явлений космоса, изучение космического пространства и создание связанной с освоением космоса техники.

Можно отметить три основных направления космизации производства.

Первое — это воспроизведение и использование в производственной сфере ряда условий и процессов, свойственных космосу, в котором они присутствуют в естественном виде.

Глубочайший вакуум, огромные температуры и давления в звездах, потоки проникающей радиации, магнитные поля, солнечный ветер, метеорные потоки и многое другое характерны для космоса. Известно также, что вакуум, сверхвысокие и сверхнизкие температуры, плазма, мощная радиация — все это в настоящее время широко используется в производстве. Причем практически нет такой области народного хозяйства, где бы не находили применение космические условия и процессы. Это и медицина, и сельское хозяйство, и металлургия, и химическая, и пищевая промышленность, и радиоэлектроника, и ядерная энергетика, и машиностроение, и многое другое.

Мы повседневно встречаемся с голубым экраном телевизора, и все знают, что его создание невозможно без вакуумной техники. Хранение пищевых продуктов, особенно в течение длительного времени, невозможно без замораживания и, следовательно, без использования криогенной техники.

Проникновение человека в космос имеет огромное значение в деле изучения явлений и процессов на Солнце, деятельность которого так важна для жизни на Земле и вообще влияет на всю нашу планету. Сейчас еще трудно предсказать, что именно сможет использовать человек в своей производственной деятельности на осно-

ве изучения физики Солнца. Будет ли это касаться области ядерной физики или тонких процессов, происходящих под воздействием солнечного света в хлорофиле? Ясно одно: наше светило, породившее жизнь, будет помогать нам совершенствовать ее. Кстати заметим, что весьма распространенный в промышленности газ гелий впервые был открыт на Солнце.

Таким образом, освоение космического пространства позволит более тщательно изучить условия, существующие в нем. Зная эти условия, человек сможет моделировать их на Земле и использовать для удовлетворения своих нужд. Кроме того, изучение космоса раздвигает горизонты науки, на базе которой осуществляется дальнейшее совершенствование производства.

Второе направление космизации производства связано с развитием самой ракетно-космической техники и внедрением ее достижений в другие отрасли производства.

Речь идет не только о конструкционных материалах с высокими удельными характеристиками, или о миниатюрных радиоэлектронных приборах, или о быстродействующих электронных вычислительных машинах, внедрение которых дает колоссальный эффект в народном хозяйстве. Дело в том, что развитие ракетно-космической техники, в частности пилотируемых кораблей, создает предпосылки для неожиданного на первый взгляд скачка в развитии биологии, медицины, сельского хозяйства и ряда других областей науки и техники. А объясняется это очень просто. Например, перед медициной, ранее предназначенной в основном для лечения больных людей, теперь в связи с космическими полетами поставлена более широкая задача, вызванная необходимостью обеспечения жизнедеятельности в космическом пространстве здорового человека. Тем самым медицина

как бы делает новый качественный шаг на пути более глубокого изучения человеческого организма и протекающих в нем процессов.

А работы в области замкнутого экологического цикла в кабине космического корабля? Сколько здесь неизведанных возможностей. Многие открытия в этой области, возможно, будут использованы в сельском хозяйстве и медицине. Один из элементов замкнутого экологического цикла, например, связан с выращиванием растений гидропонным методом, который уже широко начинает использоваться в сельском хозяйстве и является наиболее производительным.

Само по себе развитие производства ракетно-космической техники, представляющей квинтэссенцию наиболее совершенных отраслей техники, стимулирует прогресс ведущих отраслей производства — машиностроения, электроники, электроэнергетики, металлургии и т. д. Это сопровождается общим ускорением научно-технического прогресса и повышением эффективности общественного производства.

Третье направление космизации производства связано с вынесением в космос, например на орбиты спутников Земли или на Луну, части производственно-технических комплексов. Имеется в виду создание космических систем, имеющих большое народнохозяйственное значение. Это — космические системы связи, метеорологии, навигации, геодезии, изучения природных ресурсов Земли и др.

Указанные системы уже с позиций сегодняшнего дня весьма эффективны и вносят важный вклад в народное хозяйство и экономику страны.

Итак, мы стоим перед фактом экономической целесообразности вовлечения внеземной природы в процесс производства материальных благ.

Построение космических систем является следствием того, что земные условия в ряде случаев уже не удовлетворяют потребностей развития производительных сил, и космос все более непосредственно и опосредованно начинает использоваться в производстве материальных благ.

«Освоение космоса оказывается таким стимулятором развития производительных сил, что, по-видимому, прекращение или замедление темпов изучения и использования космоса могло бы привести к существенному спаду темпов роста производства материальных благ». С этим выводом советского философа А. Д. Урсула нельзя не согласиться.

Через космизацию производства проявляется полезность космонавтики. Развитие космонавтики, в свою очередь, увеличивает ее полезность.

Таким образом, все более интенсивная космизация производства материальных благ ведет к гигантскому развитию производительных сил, к возможности быстрого решения фундаментальных проблем народного хозяйства. Все это, бесспорно, содействует созданию материально-технической базы коммунизма.



8. СВЯЗЬ



Связь — нервная система человечества. Современные средства связи неизмеримо увеличивают скорость и дальность передачи информации. Связь объективно становится фактором, благодаря которому все люди Земли объединяются как бы в одну аудиторию, становятся как бы одним коллективом, имя которому человечество.

Люди всегда стремились к взаимным контактам. Сначала использовались звуковые и световые средства передачи информации, затем на службу информации пришли письменность и транспорт, электрические сигналы, передаваемые по проводам, и, наконец, — радиосвязь в XX веке. Все эти виды связи успешно функционируют и в настоящее время. Каждый из них в соответствии со своими возможностями служит человечеству: телефонная связь и радиовещание обеспечивают передачу разнообразнейшей информации с помощью устной речи, фототелеграф и телевидение распространяют видеоинформацию, текстовая информация доставляется средствами почты, телеграфа, радио и т. д.

Связь во многом способствует прогрессу в самых разнообразных областях деятельности людей: в промышленности и сельском хозяйстве, в науке и культуре, в сфере обмена и обслуживания, в быту и т. д. Поэтому

человечество уделяет самое пристальное внимание созданию и совершенствованию средств передачи информации. Расходятся большие материальные средства на расширение сети связи, ее обслуживанием занято большое количество людей.

Наше время характерно громадным объемом передаваемой информации и ее глобальностью. Ежедневно в мире происходит около одного миллиарда телефонных разговоров. Из них приблизительно 10 миллионов — междугородных, 100—120 тысяч — международных, 50—60 тысяч — межконтинентальных. Столь же огромны объемы почтовых, телеграфных и других операций связи. Ожидается, что в ближайшие пять лет общий объем этих операций увеличится в два-три раза.

Вместе с тем растут требования к видам связи. Увеличивается число программ радиовещания и телевидения, расширяется сфера действия передач, возрастают оперативность и надежность телефона, телеграфа и других средств связи.

Наземные средства связи уже сейчас не могут удовлетворить всех запросов на передачу информации. А объем ее постоянно возрастает, требования к качеству повышаются. Проводная связь буквально «захлебывается» от объема передаваемой информации. Связь на большие расстояния для проводных средств сопряжена с взаимодействием большого числа промежуточных диспетчерских пунктов. Это понижает ее оперативность, надежность и качество. Кроме того, необходимость охвата всей поверхности Земли и особенно океана проводной и кабельной сетью делает междугородную, международную и тем более межконтинентальную связь весьма дорогой. Так, например, одна минута телефонного разговора между Европой и Америкой стоит три-пять долларов.

Более совершенная, по сравнению с проводной, радиосвязь также обладает рядом существенных недостатков. Главный из них заключается в ограниченности объема информации, который может быть передан с помощью наземных радиосредств на большие расстояния. Дело в том, что дальняя радиосвязь осуществима на сравнительно мало информативном диапазоне радиоволн длиной от 200 до 10 метров. В этом диапазоне, например, может одновременно осуществляться небольшое число разговоров (примерно несколько тысяч).

Более короткие радиоволны от 10 метров до 3 сантиметров существенно более информативны, но прямолинейность распространения этих волн делает невозможным их использование для глобальной радиосвязи с помощью обычных наземных радиопередающих средств.

Другой заметный недостаток радиосвязи обусловлен характером распространения радиосигналов при глобальной связи. Они, многократно отражаясь от атмосферы и Земли, претерпевают заметные изменения в зависимости от состояния нижних и особенно верхних слоев атмосферы. Частой ситуацией является полное нарушение связи на длительное время (несколько суток) при так называемых магнитных бурях, связанных с деятельностью Солнца. Все это делает наземную глобальную радиосвязь некачественной, неоперативной и ненадежной.

Новые возможности для повышения качества, оперативности и надежности связи открылись с запуском искусственных спутников Земли. Находясь в поле прямой радиовидимости большого числа удаленных друг от друга наземных пунктов, спутник позволяет объединить их сетью космической связи. Для этой связи, благодаря прямой видимости спутника с наземных пунктов, используются «информативные» короткие волны, что обеспечивает оперативную, надежную и высокоэкономичную

передачу большого объема информации на дальние расстояния.

Системы связи с использованием искусственных спутников Земли основываются на ретрансляции отражающей поверхностью или аппаратурой спутника сигналов от передающих наземных станций к приемным. В первом случае ретрансляция называется пассивной, во втором — активной. При пассивной ретрансляции используется большая площадь отражающей поверхности спутника. Форма этой поверхности может быть различной — от наиболее простой (сфера) и до специально спроектированной для направленного отражения сигналов в сторону Земли.

Передача информации по схеме пассивной ретрансляции осуществляется следующим образом. Наземные передающие станции посылают в сторону спутника мощные радиосигналы. Отражаясь от его поверхности, радиосигналы возвращаются на Землю. Здесь они принимаются чувствительными приемными устройствами, усиливаются и преобразуются обычным образом в удобную форму отображения (речь, текст, изображение и т. д.).

Спутники связи с пассивной ретрансляцией отличаются простотой и малой стоимостью. Это могут быть надувные тонкостенные оболочки, не содержащие сложной специальной служебной аппаратуры. Такие спутники достаточно надежны в работе, время их активного существования относительно велико, управление ими упрощено.

По схеме пассивной ретрансляции работали американские спутники серии «Эхо». Тонкостенная оболочка этого спутника имела сферическую форму диаметром около 30 метров. Экспериментальная проверка показала, что пассивное отражение сигналов является неэффективным. Требуется большие мощности (около 10 мегаватт)

передающих станций и очень высокие чувствительности приемных наземных устройств. Это определяет большую сложность и высокую стоимость наземных станций и, следовательно, всей системы космической связи в целом, несмотря на относительную дешевизну самих спутников. Кроме того, слабость отраженных к Земле сигналов обуславливает большие шумы и помехи, а следовательно — низкое качество связи. Все это определило нецелесообразность создания штатных систем связи на основе пассивного отражения сигналов от спутника.

Более перспективным оказался принцип построения космических систем связи на основе активной ретрансляции сигналов. В этом случае аппаратура спутника принимает радиосигналы с Земли, усиливает их и затем передает на Землю. Наличие на спутнике специальной приемо-передающей аппаратуры позволяет существенно снизить мощность передающей и чувствительность приемной станций, работающих на Земле. Причем снижение их стоимости настолько велико, что вполне окупаются затраты на создание сложного спутника, его запуск и последующую эксплуатацию.

Экономическая эффективность систем связи с активной ретрансляцией сигналов много выше, чем у космических систем, работающих на основе пассивного отражения, и выше, чем у обычных наземных систем связи. Оценки показывают, что в ряде случаев космическая система связи становится экономически более эффективной, по сравнению с обычной наземной, уже при дальности связи более 200 километров. Высокий уровень мощности приходящего к Земле сигнала при его активной ретрансляции спутником обуславливает высокое качество связи. Все эти факторы определили преимущественное использование для космической системы связи принципа активной ретрансляции сигналов.

Преимущества активной ретрансляции были выявлены на основе большой научно-исследовательской и экспериментальной работы. Сначала экспериментальные спутники связи запускались на низкие орбиты и связь между наземными пунктами могла осуществляться лишь на незначительные расстояния (порядка 1000 километров). Для эксперимента с целью определения проектного облика космических систем связи небольшая высота была вполне достаточной. Но для глобальной передачи информации требовались, как правило, большие высоты.

Правда, глобальная связь может осуществляться и с помощью низковысотных спутников при условии наличия на них специального запоминающего устройства. Это устройство фиксирует информацию во время полета спутника в зоне радиовидимости передающей станции и «сбрасывает» ее при полете над приемной станцией. Нетрудно понять, что передача информации в этом случае происходит с задержкой, равной разнице времен «прохождения» спутника над передающей и приемной станциями. Такой способ осуществления глобальной связи ведет не только к существенному усложнению конструкции спутника, но и к заметному снижению оперативности передачи информации. Использование для глобальной связи низковысотных спутников с запоминающим устройством лишает, кроме того, космическую систему присущей ей универсальности. Становятся невозможными телефонные разговоры, телевизионные репортажи и другие формы передачи оперативной информации.

Стремление сделать космическую связь оперативной и универсальной вызвало необходимость увеличения высоты полета спутника. Большая высота полета требуется только в районах расположения пунктов, между которыми осуществляется связь; в остальное время высота полета спутника может быть произвольной. Поэтому для

связи между пунктами, расположенными на ограниченной территории, целесообразно использование спутников, движущихся по эллиптическим орбитам. При этом апогей орбиты должен размещаться над обслуживаемой территорией. Большая высота полета в районе апогея обеспечит дальнюю связь, а длительное время полета спутника в этом районе — большую длительность сеанса связи.

При высоте апогея 40 000 километров и низком перигее (500 километров) период обращения спутника составляет 12 часов, из них 8 часов движения на больших высотах. Круглосуточная связь в этом случае может быть обеспечена тремя-четырьмя спутниками, последовательно появляющимися над обслуживаемой территорией.

Основным преимуществом системы связи на эллиптической орбите является простота и сравнительно малые энергетические затраты выведения спутника в космос. Однако такая система для круглосуточной связи требует нескольких спутников. Это ведет к ее удорожанию и к трудностям управления. Трудности обусловлены тем, что апогей каждого из спутников системы должен постоянно находиться над обслуживаемой территорией. Кроме того, должно сохраняться постоянство углов между плоскостями орбит спутников, с тем чтобы они появлялись над пунктами связи в строгой последовательности, один за другим. Это требует сложной и дорогостоящей системы управления спутниками. Существенные неудобства доставляют эллиптические орбиты в связи с необходимостью установки подвижных антенн приемных и передающих станций для отслеживания движения спутника.

Особыми достоинствами обладает космическая система связи со спутниками на стационарной орбите. Большая высота этой орбиты (36 000 километров) и неподвижность спутника на орбите относительно поверхности Земли вследствие равенства их угловых скоростей

обуславливает большую зону охвата поверхности Земли и простоту эксплуатации такой космической системы связи.

Три стационарных спутника способны обеспечить связь между любыми пунктами Земли, расположенными между 70° северной и южной широты. Для этого спутники должны быть равномерно расположены на стационарной орбите. Связь между пунктами, не находящимися в зоне видимости одного из спутников, может быть осуществлена через два других спутника и один промежуточный наземный пункт по следующей схеме. Передающий пункт посылает радиосигналы на ближайший к нему спутник. Там сигнал ретранслируется и посылается на промежуточный пункт, находящийся в зоне прямой видимости двух остальных спутников. Промежуточный пункт повторно ретранслирует сигнал и посылает его через спутник, находящийся в зоне его видимости, на пункт приема.

Приемные и передающие антенны в системах связи со спутниками на стационарной орбите могут быть неподвижными. Это существенно упрощает их эксплуатацию. Возможные вынужденные перемещения спутника, уводящие его от требуемого положения под действием различных возмущающих факторов, компенсируются системой коррекции его движения.

Принципиально возможна и другая схема организации глобальной связи на основе трех стационарных спутников. Сигнал передающей станции поступает на ближайший из трех стационарных спутников и далее ретранслируется непосредственно на другой спутник, в зоне видимости которого находится приемный пункт. При таком способе связи сокращается путь движения радиосигнала и, следовательно, уменьшается время запаздывания сигнала, что особенно важно при телефонных переговорах. Кроме того, вдвое уменьшается длина пути

сигнала в атмосфере, благодаря чему существенно улучшается качество связи в целом. Однако при данной схеме усложняется конструкция спутника и вес его становится более значительным.

После проведения большой программы научных исследований и многочисленных экспериментальных работ в нашей стране была создана космическая система связи «Орбита» (1967 год) с использованием спутников «Молния-1». Эта система позволяет решать самые разнообразные задачи связи.

Спутник «Молния-1» выводится на эллиптическую орбиту. Апогей орбиты размещается над северным полушарием Земли и имеет высоту 40 000 километров. Такой тип орбиты является очень благоприятным для нашей страны. Он позволяет осуществить устойчивую связь со всеми ее пунктами, в том числе и самым северным. Эллиптическая орбита обеспечивает необходимую энергетическую экономичность средств запуска. Носитель выводит на эту орбиту спутник «Молния» весом около 1600 килограммов с мощной энергетической установкой. Таким образом, создается многоканальная система с большой мощностью излучающих устройств, что, в конце концов, определяет высокое качество связи в целом.

Кстати о многоканальности. Каналом называется совокупность технических устройств спутника и наземных средств, обеспечивающих передачу речи по телефону. При этом не требуется особое качество передачи голоса и потому достаточен сравнительно малый диапазон частот, порядка 3000 герц. Для радиовещания же необходимо очень высокое качество звука. Поэтому радиовещательный диапазон занимает полосу частот в интервале 10—15 килогерц. Еще более высокие требования к ширине диапазона предъявляет телевидение: для передачи одной телевизионной программы необходима полоса ча-

стот, близкая к 8 мегагерцам. Звуковое сопровождение осуществляется в этой же полосе частот.

Весь диапазон частот, ретранслируемый спутником связи, разделяют на поддиапазоны, которые называют «стволами». Каждый ствол занимает полосу частот, необходимую для передачи одной телевизионной программы. Основное требование к стволу — это его универсальность, т. е. возможность передачи не только телевизионных программ, но и других видов информации: телефонной, телеграфной, фототелеграфной, радиовещания и т. д. При этом через один ствол можно передавать одновременно до 600 телефонных разговоров или организовать передачу примерно сотни радиовещательных программ.

Весь практический диапазон радиоволн заключен в пределах от 100 километров до 1 миллиметра, что соответствует частотам от 3 килогерц до 3000 гигагерц. Условно он разбит на следующие поддиапазоны:

— сверхдлинные волны: свыше 10 километров (частота до 3 килогерц),

— длинные волны: от 10 до 1 километра (частоты от 30 до 300 килогерц),

— средние волны: от 1 до 0,1 километра (частоты от 300 до 3000 килогерц),

— короткие волны: от 100 до 10 метров (частоты от 3000 килогерц до 30 мегагерц),

— ультракороткие волны: от 10 метров до 1 миллиметра (частоты от 30 мегагерц до 3000 гигагерц).

Как отмечалось ранее, наибольшей информативностью обладают ультракороткие волны, так как с увеличением частоты необходимый для передачи информации радиодиапазон уменьшается гораздо быстрее, чем уменьшается длина волны. Так, например, для передачи

одного телефонного сообщения на длинных волнах необходим диапазон 1000—1010 метров (разность 10 метров), а при использовании метровых волн — диапазон 1—1,00001 метра (разность 0,00001 метра).

Весь радиодиапазон допускает одновременную передачу 10^8 — 10^9 односторонних телефонных сообщений или 3 000 000 программ телевидения. Если учесть, что уже в настоящее время одновременно происходит 50 миллионов телефонных разговоров на большие расстояния, радиовещают 10 000 станций и ведут телепередачи 1000 станций, то становится очевидным, что радиодиапазон не так уж велик и что требуется вдумчивый подход к его наиболее разумному использованию.

Есть факторы, расширяющие возможности использования радиодиапазона. Так, использование длинных волн ограничено мощностью передающей станции. Поэтому несколько стран могут использовать один и тот же диапазон длинных волн, заботясь лишь об ограничении мощности их станций, чтобы предупредить помехи станциям других государств. Распространение волн сантиметрового и дециметрового диапазонов почти прямолинейное. При ограниченной высоте антенных устройств это ограничивает зону их распространения над поверхностью Земли сотнями километров. Поэтому и такие волны могут использоваться различными государствами, как это имеет место в телевидении и релейной связи. Вопросами упорядочения использования радиодиапазона волн занимается Международный консультативный комитет по радио (МККР). Этот комитет принимает решения о выделении государствам определенных диапазонов частот для радиовещания, служебной связи и других нужд. Таким образом, создаются условия для нормальной работы радиосредств, нормальной «жизни» радиоэфира.

Особо важное значение приобретает деятельность организаций, регулирующих использование радиодиапазона, с появлением космических систем связи. Передающие антенны этих систем поднялись на такую высоту, при которой распространение радиоволн уже не ограничивается сотнями километров, а стало глобальным.

Задача усложняется еще и тем, что атмосфера оказывается «прозрачной» для радиоволн в ограниченном диапазоне (от 10 метров до 1,5 сантиметра). Для остальных радиоволн атмосфера представляет существенную преграду и радиосвязь становится затруднительной. Поэтому нужно предусматривать специальные меры, исключая возможность взаимных помех при работе нескольких космических систем связи, а также космических систем и наземных средств радиосвязи. Очень важно поэтому распределить радиодиапазон волн между наземными средствами и космическими системами и между самими космическими системами связи. Можно также регулировать «чистоту» радиоэфира определением направленности излучения спутников. Возможны и другие меры.

Система «Орбита» позволила организовать надежные телевизионные передачи по всей нашей стране. Наземные средства могут обеспечить лишь ограниченные по дальности телепередачи, так как кривизна Земли затрудняет передачу прямолинейно распространяющихся сигналов телевидения на большие расстояния. Антенна высотой 100 метров осуществляет передачу на расстояние 30—40 километров, высотой 300 метров — 60—80 километров, высотой 500 метров — 80—100 километров, 1000 метров — 100—150 километров. Большие антенны представляют собой уникальные инженерные сооружения и их строительство обходится очень дорого.

Расчеты показывают, что для надежного охвата всей

территории нашей страны телевизионным вещанием потребуется 5000 башен высотой 100 метров, 1000 башен высотой 300 метров, 700 башен высотой 500 метров. Наряду с сооружением башен и антенных устройств необходимы студии с аппаратурой, значительный штат обслуживающего персонала, дикторы и артисты. Все это требует весьма значительных материальных затрат.

Несколько более экономичной является система радиорелейной связи, исключающая необходимость создания студии при каждой передающей башне. Радиорелейная связь между башнями осуществляется также на ультракоротких волнах. Она основана на последовательной передаче радиосигналов от одной вышки к другой. Каждая из антенн, установленных на вышках, находится в зоне прямой видимости с двух ближайших к ней (с обеих сторон) соседних антенн.

Таким образом, система всеобщего охвата населения нашей страны телевидением с помощью наземных средств, хотя и принципиально возможна, но требует больших материальных затрат. Кроме того, многоэлементность этой системы делает ее ненадежной, неоперативной и низкокачественной. Что же касается организации межконтинентальных передач, то наземными средствами их реализовать через океан практически не представится возможным. Такая задача под силу только спутниковым системам связи.

Сейчас более тридцати наземных станций «Орбита» работают в различных районах территории Советского Союза. Они размещены в таких отдаленных городах страны, как Южно-Сахалинск, Охотск, Якутск, Братск, Норильск, Воркута, Фрунзе, Алма-Ата, Ашхабад и др. Более 20 миллионов человек получили возможность смотреть передачи центрального телевидения. В ближайшие годы предполагается создать еще несколько десят-

ков таких станций. Это позволит обеспечить большую часть населения нашей страны передачами центрального телевидения.

Схема работы телевизионной системы «Орбита» построена так: из телестудии радиосигналы через передающую антенну посылаются в сторону спутника. Там они принимаются приемной антенной, усиливаются и излучаются передающей направленной антенной спутника в сторону нашей территории. Здесь сигналы принимаются наземными станциями «Орбита», преобразуются в частоты, соответствующие стандарту программы, и передаются на местный телецентр, который еще раз усиливает сигналы до необходимой мощности и затем излучает их в эфир.

По аналогичной схеме ведутся телефонные разговоры через космическую систему связи. Из переговорного пункта по проводной линии электрические сигналы поступают на передающую станцию «Орбита». Здесь они преобразуются в радиосигналы и передаются на спутник. На спутнике эти сигналы усиливаются и посылаются к Земле, где их принимает приемная станция. После преобразования радиосигналов в электрические последние посылаются по проводам на переговорный пункт, связанный с первым. В обратную сторону сигнал проходит подобный же путь.

Организация телефонной связи через спутник имеет свои особенности. Как известно, заказы на телефонные переговоры поступают случайно по времени. Количество разговоров и загрузка каналов также зависят от множества причин. Тем не менее анализ принимаемых заявок позволяет выявить закономерности их поступления и вероятностные характеристики. Так, выявляются часы пиковой загрузки телефонных линий (обычно вечерние), дни наибольшего спроса (праздничные) и т. д. Все эти

данные служат исходной информацией для проектирования систем связи и особенно космических. Очень важно правильно определить основные характеристики космической системы, так как даже незначительные в проектном отношении улучшения дают большой экономический эффект.

Современный математический аппарат и, в частности, теория массового обслуживания позволяют достаточно строго решить задачу выбора рациональных параметров системы связи в части определения потребного числа каналов и их оптимального диспетчирования между потребителями. При этом время ожидания телефонного разговора, вероятности отказа и другие характеристики качества обслуживания могут быть заранее проанализированы и ограничены.

«Орбита» произвела качественный скачок в связи. Она позволила связать отдаленные пункты нашей страны одной эффективной системой. Но задача полного удовлетворения потребности населения в телепередачах встречается с теми же проблемами, которые возникают при использовании наземных средств — требуется большое количество наземных станций. Исследования показывают, что наиболее рациональным путем решения этой задачи является увеличение мощности передающих устройств спутника.

Так, например, если довести мощность передающей аппаратуры спутника до нескольких киловатт, то это позволит существенно упростить наземные приемные устройства. Может потребоваться большая по размерам антенна, но очень простая и сравнительно дешевая. Такую антенну легко будет устанавливать в небольших населенных пунктах (поселках и деревнях). Увеличение мощности передающих устройств вызовет повышение веса спутника до нескольких тонн.

Еще большие возможности откроются перед космическими системами связи при повышении мощности передатчиков до десятков киловатт. Это позволит осуществить телевизионное вещание непосредственно на индивидуальные антенные устройства. Такие антенны будут иметь специальную конфигурацию, но стоимость их будет существенно ниже стоимости приемника и потому они будут вполне доступными. Спутник связи для такого вещания будет сложным и дорогим инженерным сооружением в космосе. Вероятнее всего, это будет посещаемая космическая станция на стационарной орбите. Ее ремонт и обслуживание можно будет проводить в космосе. Это позволит существенно увеличить время эксплуатации космического спутника для телевизионных передач.

Система космической радиосвязи и телевидения имеет огромное значение для человечества. Поэтому так внимательно оно следит за ее прогрессом. Космическая связь открывает новые горизонты общения людей всей Земли — новые возможности обобщения и распространения информации. Слаборазвитые страны, испытывающие большие нужды в образовании, здравоохранении, в развитии науки, техники, культуры, получают неисчерпаемые возможности для общественного прогресса.



9. ГЕОДЕЗИЯ



еловечество, населяющее нашу планету, постоянно интересуют ее размеры, форма, земные недра. Начиная от определения земельных наделов и кончая уточнением размера и фигуры Земли, люди на протяжении всей своей истории обращались и обращаются к геодезии.

Какую же форму имеет наша планета?

Живший в VI—V веках до нашей эры в древней Греции философ и поэт Ксенофан считал, что Земля имеет форму пня, на плоской поверхности которого и живут люди. По представлениям Ксенофана, корни этого пня глубоко уходят в пространство и удерживают его от падения.

Можно, конечно, подумать, что Ксенофан был просто веселым человеком и именно поэтому составил такое причудливое представление о Земле. В те далекие времена действительно высказывались самые невероятные мысли о форме и размерах нашей планеты. Анаксимандр, например, утверждал, что Земля имеет форму цилиндра, а Анаксимен представлял ее в форме диска. О размерах Земли люди судили лишь по масштабам тех районов, где они проживали.

О том, что Земля имеет форму шара впервые начали говорить в философской школе пифагорейцев. А в ско-

ром времени Эратостен из Александрии измерил Землю, используя одновременные наблюдения за Солнцем из двух городов — Александрии и Сиены, лежащих на одном меридиане. Получилось, что окружность земного шара равна 39 425 000 метров.

По современным данным, Земля не имеет строгой формы шара (она сплюснута у полюсов и немного выпукла у экватора) и окружность земного шара по экватору равна 40 075 696 метрам. Как видно, Эратостен не очень ошибся. Масса Земли составляет 5 980 000 000 000 000 000 тонн.

В настоящее время строительство железных дорог, каналов, линий электропередач, магистральных трубопроводов и других коммуникаций требует крупномасштабных топографических карт и точного знания взаимного расположения наземных ориентиров. Это дает возможность при проектировании выбрать наилучшую трассу прокладки этих коммуникаций, обеспечивающую наименьшие затраты на их создание и последующую эксплуатацию. Геодезические данные позволяют одновременно производить работы на различных участках трассы, что значительно сокращает сроки окончания строительства. Точные сведения в этих случаях обеспечивают безошибочное выполнение проектных работ и высокое качество строительства.

При выборе мест строительства гидроэлектростанций, портовых сооружений, аэропортов, новых городов и других объектов гражданского и промышленного строительства топографические карты являются основой производства работ. Они позволяют наиболее полно учесть рельеф местности, обеспеченность транспортными коммуникациями и другие важные факторы.

Геодезические данные обеспечивают успех навигации различных транспортных средств. Для морского флота

важны очертания материков и точные координаты островов, рифов, маяков и других морских объектов. Для авиации необходимы координаты аэропортов, наземных ориентиров и станций наведения. Эти данные позволяют выбирать наилучшие маршруты движения и обеспечивают надежность и безопасность работы морского и воздушного транспорта.

Карты в известной мере отображают социально-экономическую структуру государств. Они позволяют оценивать природные ресурсы территории отдельных стран и всей Земли в целом. Карты служат первоосновой планирования хозяйственной деятельности государств, заселения территории, создания промышленных центров, разработки режимов добычи полезных ископаемых и решения других важных вопросов.

Значение геодезических материалов предопределило первостепенное внимание людей к геодезическим исследованиям. На всех этапах цивилизации человечество использовало самые совершенные технические средства и самые новейшие достижения науки в интересах всеобщего прогресса. Нередко проблемы геодезии служили движущим фактором развития техники и особенно математики. Так, математический метод наименьших квадратов, разработанный Гауссом в связи с проводимыми им исследованиями в области геодезии, нашел широкое применение в науке и технике.

Во всех странах мира вопросам геодезии постоянно уделяется большое внимание. В геодезических работах заняты многочисленные коллективы высококвалифицированных специалистов. Их кропотливый труд позволил создать топографические карты многих районов земной поверхности, обеспечил привязку опорных пунктов геодезических сетей, определил параметры поля тяготения и фигуры Земли.

В пределах отдельных государств, а иногда и группы стран создана сеть наземных геодезических пунктов. Расстояние между ними составляет в среднем 10—30 километров. С помощью угломерных, светодальномерных, астрономических, радиотехнических и других измерительных средств вычислены координаты взаимного расположения пунктов, находящихся в зоне прямой видимости. Кроме того, в районе каждого из пунктов определены значения силы тяжести.

Результаты измерений позволяют со сравнительно высокой точностью определять взаимное положение объектов и находить наиболее удобную в вычислительном отношении поверхность, достаточно сходную с формой поверхности Земли. Такой поверхностью, удобной для практического использования, оказался двухосный эллипсоид вращения, который принят за основу геодезической системы координат. Чтобы получить координаты всех пунктов в этой системе, координаты одного из пунктов сети принимают за исходные и затем производят пересчет координат остальных пунктов в геодезическую систему координат.

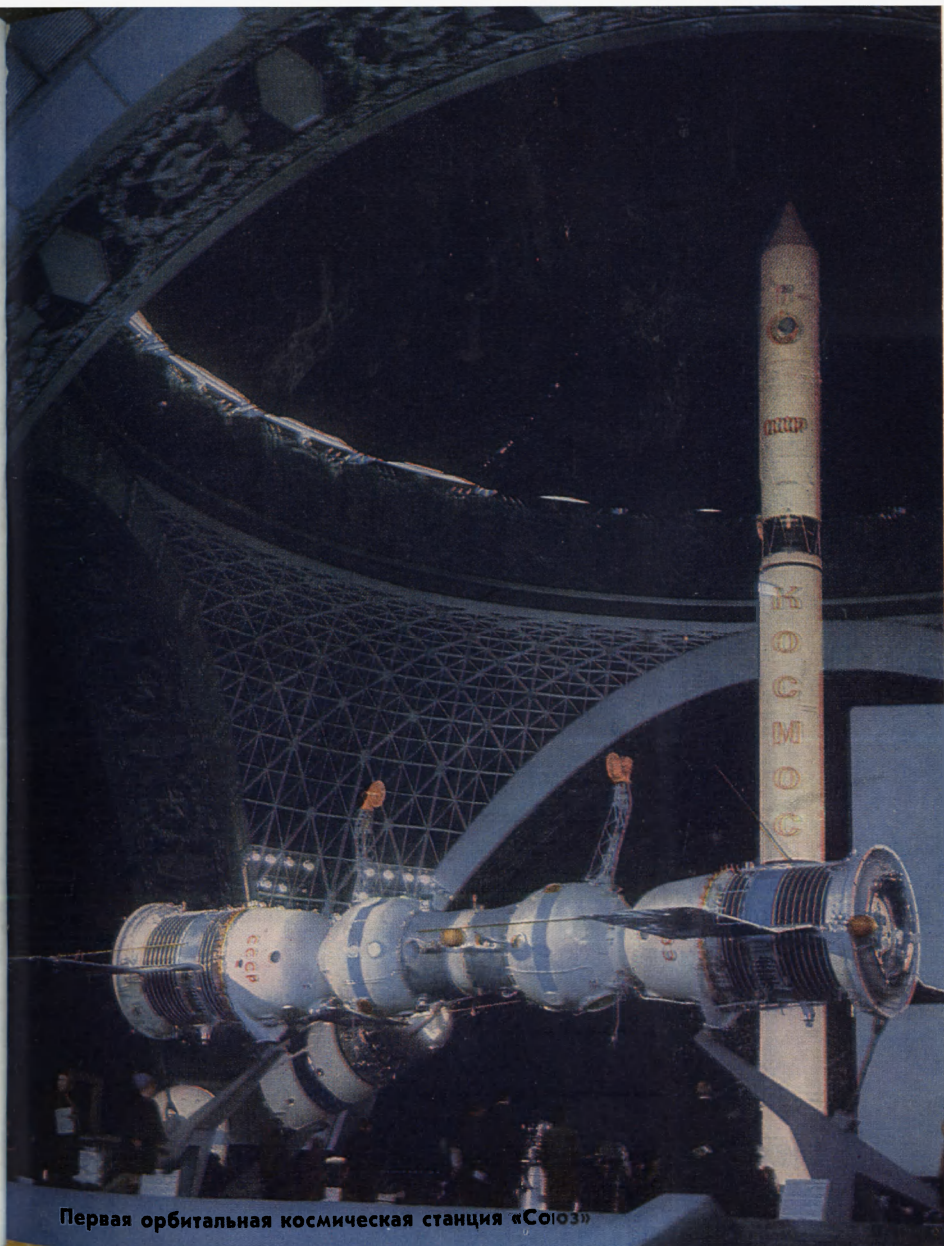
Исторически сложилось так, что различные страны проводили независимые геодезические работы и применительно к своим геодезическим сетям определяли размеры и ориентацию эллипсоидов вращения в теле Земли. Эти эллипсоиды называются референц-эллипсоидами и носят названия их создателей: Красовского — в СССР, Бесселя — в Европе, Кларка — в Америке и т. д. При ориентации референц-эллипсоида в теле Земли ось вращения его направляется параллельно оси вращения Земли, а положение центра эллипсоида относительно центра Земли и ориентация двух других осей определяются рельефом поверхности аппроксимируемой территории.

Картографирование поверхности Земли осуществляется в основном методами аэрофотосъемки. Координатной основой картографирования служат пункты геодезических сетей. Создание геодезической основы классическими методами представляет собой очень трудоемкую, кропотливую, дорогостоящую работу и требует значительного времени. Это связано с необходимостью построения огромного числа (десятков и сотен тысяч) пунктов, проведения на них измерительных работ и последующей обработки очень большого объема информации.

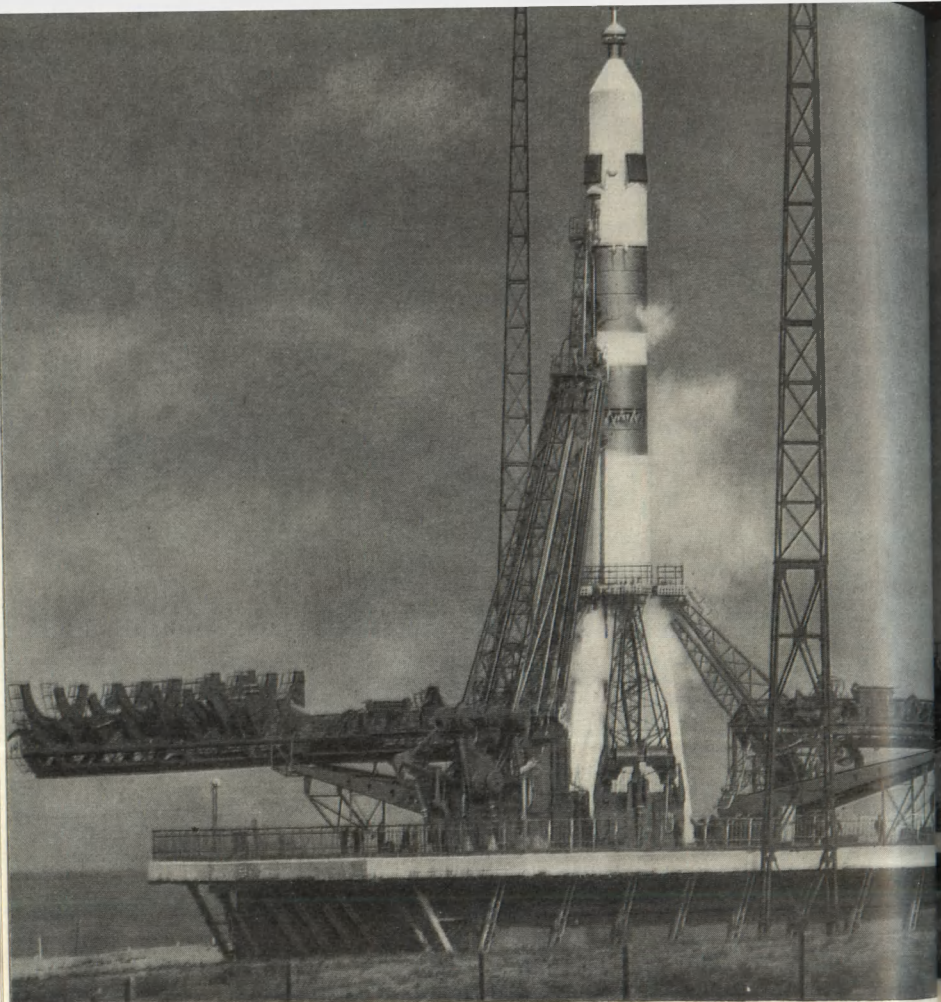
Многочисленность пунктов объясняется ограниченностью зоны прямой видимости на поверхности Земли. Этим объясняется и факт отсутствия не только карт, но и геодезической основы для значительной части поверхности Земли. Кроме того, классические методы не обеспечивают высокой точности взаимной привязки пунктов, удаленных на значительные расстояния (несколько тысяч километров). Это связано как с неточностями измерений, так и с многочисленностью промежуточных этапов наблюдений. Значительная погрешность может иметь место также вследствие технических и вычислительных трудностей обработки очень большого объема результатов измерений.

В связи с тем, что средства транспорта, различные коммуникации и изучение Земли приобретают глобальный характер, все больше ощущается необходимость во взаимном определении координат пунктов, удаленных друг от друга на большие расстояния.

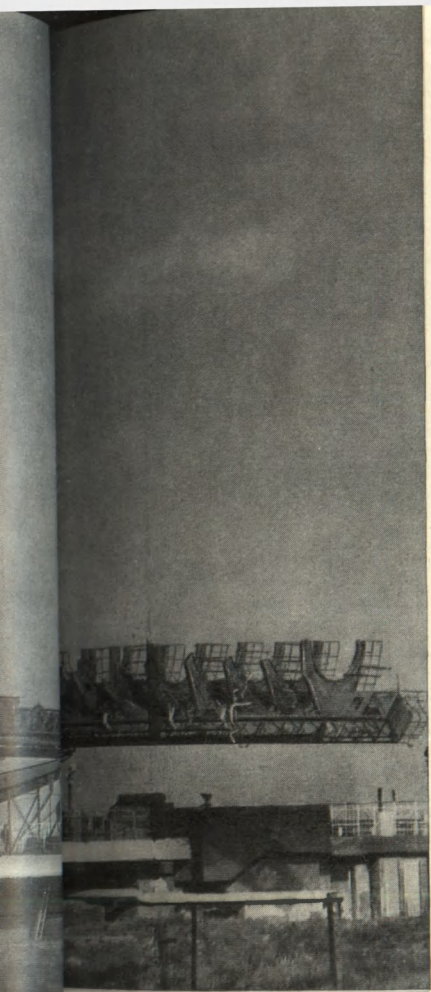
Искусственные спутники открыли новую эру в науке об измерении Земли — эру космической геодезии. Они внесли в геодезию новое качество — глобальность, благодаря большим размерам зоны видимости поверхности Земли со спутника. Как показал опыт использования американских геодезических спутников «Эхо», «Анна» и



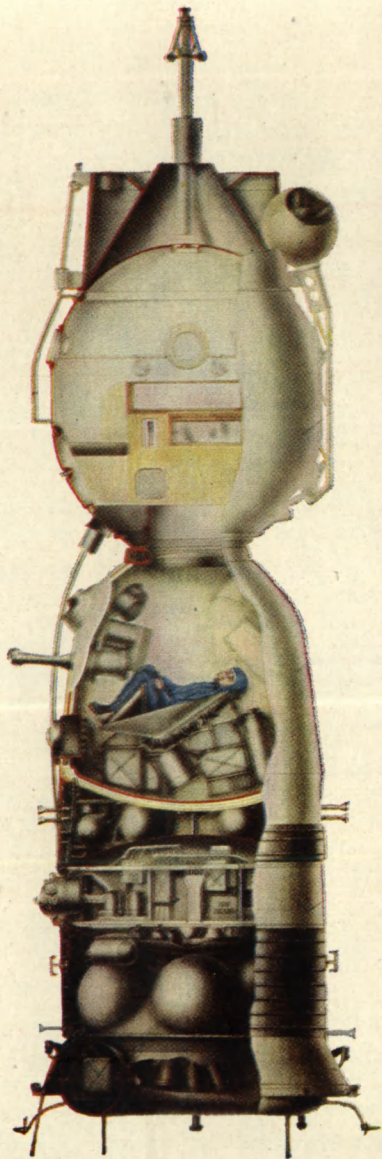
Первая орбитальная космическая станция «Союз»

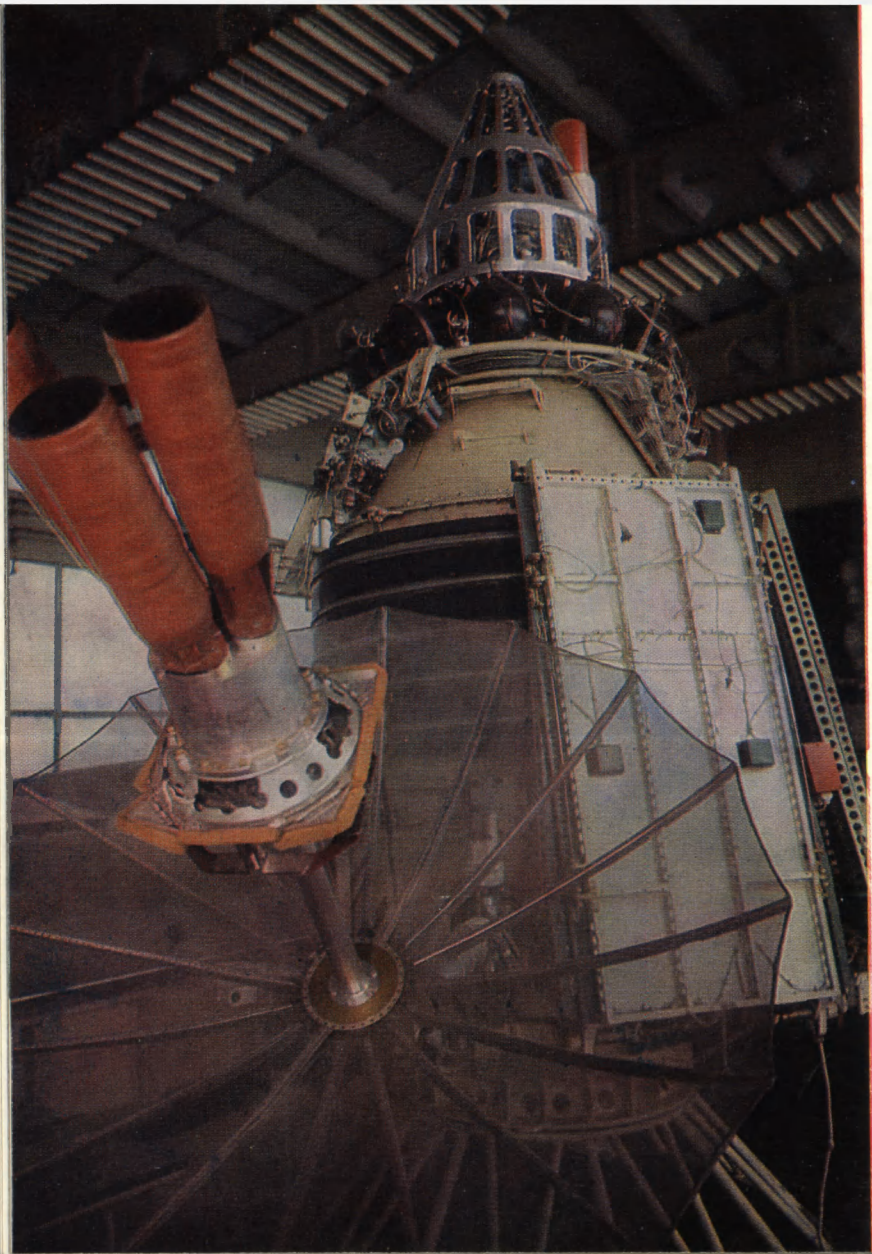


Ракета-носитель «Союз» перед стартом



Компоновка космического
корабля «Союз»

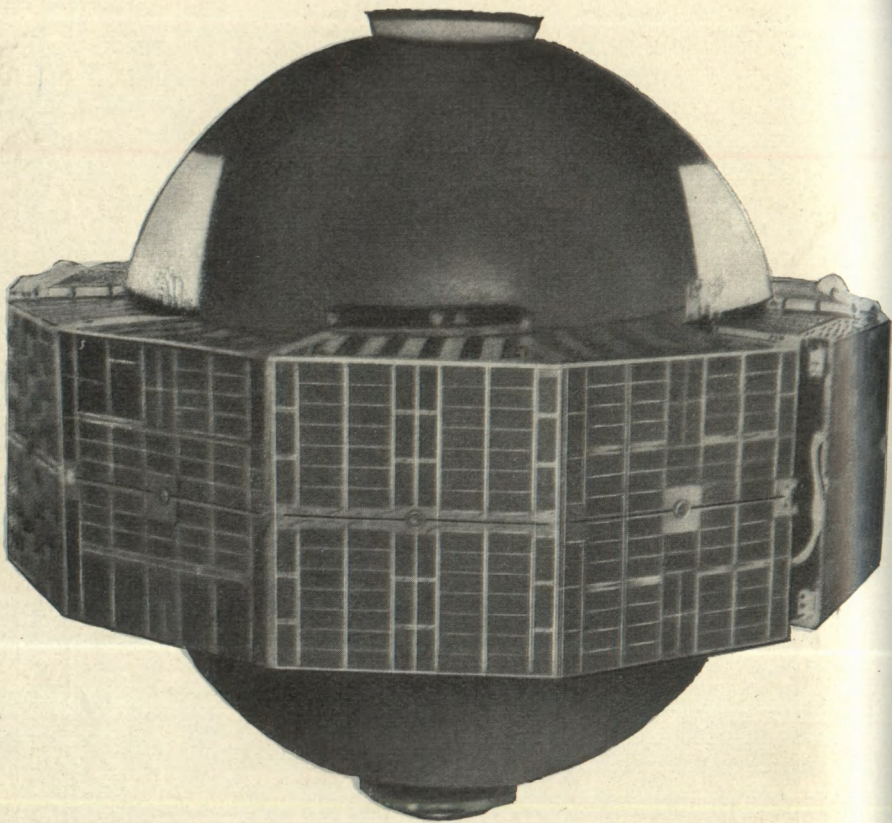




Спутник связи «Молния-1»



Антенна дальней космической связи наземной станции системы «Орбита»



Американский геодезический спутник «Анна-1В»



Метеорологический спутник «Метеор»



Телевизионное изображение циклона, переданное спутником «Метеор»

«Геос», значительно упростилось создание геодезической основы для больших территорий, так как резко сократилось необходимое количество промежуточных этапов. Так, если в классической геодезии среднее расстояние между пунктами составляет 10—30 километров, то в космической геодезии эти расстояния могут быть на два порядка больше: 1000—3000 километров.

Упрощается передача геодезических данных через водные пространства. Между материком и островами, рифами, архипелагами геодезическая связь может быть установлена при прямой их видимости со спутника, непосредственно через него без каких-либо промежуточных этапов.

Сравнительно малое количество пунктов геодезической сети космической триангуляции значительно сокращает объем измерительных работ и сроки создания геодезических сетей. Кроме того, благодаря сокращению количества этапов передачи геодезических данных и, следовательно, объема измерительной информации, подвергаемой обработке, существенно возрастает точность построения геодезической сети. Особенно это возрастание заметно для геодезических сетей на больших территориях.

Анализируя опыт космической геодезии в США, можно заключить, что основным является метод одновременных наблюдений спутника с наземных пунктов. При этом измеряются самые разнообразные параметры относительного положения пунктов и спутников. Параметрами могут служить дальность, скорость изменения дальности (или радиальная скорость), угловая ориентация линии визирования «пункт — спутник» в какой-либо системе координат, скорость изменения этих углов и т. д. Измерительные средства располагаются на наземных пунктах. На спутнике же размещается аппаратура, обе-

спечивающая работу наземных измерительных средств. По существу спутник выполняет роль вспомогательного маяка для проведения измерений относительно положения пунктов.

Высокая точность построения геодезической сети обеспечивается фотографированием спутника на фоне звездного неба с наземных пунктов. Фотографирование производится в темное время суток специальными фотокамерами с большими (порядка нескольких десятков сантиметров) диаметрами входного отверстия объектива и со сравнительно большими (порядка метра) фокусными расстояниями. При этом спутник должен быть или освещен солнцем, или иметь специальную лампу-вспышку.

В первом случае спутник имеет достаточно большие габариты (несколько десятков метров) для удобства фотографирования. Примером такого типа может служить американский спутник серии «Эхо». Хорошее отражение солнечных лучей обеспечивалось металлизированным покрытием, нанесенным на оболочку спутника, выполненную из пленки.

Необходимые условия для фотографирования такого спутника создаются в утренние и вечерние часы, так как именно в это время при средних высотах полета над поверхностью (несколько тысяч километров) возможна оптическая видимость освещенного Солнцем спутника с ночной стороны Земли. Это условие существенно усложняет проведение работ, поскольку ограничивается размер территории на теневой стороне Земли, с которой возможно фотографирование. Таким образом, удлиняются сроки проведения геодезических исследований.

Одновременность наблюдений спутника с нескольких пунктов обеспечивается специальным синхронизирующим устройством. Это устройство по сигналам системы единого времени производит одновременное открывание и

закрывание затворов фотокамер, расположенных на пунктах, фотографирующих спутник.

На пленке получается изображение звезд в виде точек и в виде пунктирной линии — след спутника. В каждый момент времени положение звезд с высокой точностью может быть определено по звездному каталогу. Каталог составлен на основе высокоточных астрономических наблюдений и содержит высокоточные координаты основных звезд в виде прямого восхождения и склонения. Это позволяет с большой точностью (порядка долей угловой секунды) определить угловую ориентацию линии визирования «пункт — звезда» в системе координат, жестко связанной с Землей. Такой системой координат может быть, например, правая прямоугольная геоцентрическая система с началом в центре Земли, с одной из осей, направленной по оси вращения Земли, и другой, лежащей в плоскости Гринвичского меридиана.

Наличие на фотографии изображений звезд и следа спутника в виде пунктирной линии позволяет путем графических измерений определить взаимное положение штрихов пунктирной линии, соответствующих положениям спутника, и ближайших к ним точек, соответствующих звездам. Это дает возможность путем интерполяции по известным координатам звезд определить координаты штрихов спутника или, точнее, угловую ориентацию линии визирования «наблюдательный пункт — спутник».

Совокупность угловых координат линии визирования «пункт — спутник» позволяет определить взаимную угловую ориентацию геодезических пунктов. Масштаб дальности может быть введен, например, в виде расстояния между двумя пунктами. Ориентация всей сети на поверхности Земли требует знания координат хотя бы одного пункта. Таким образом, минимальной исходной информацией, определяемой классическими методами геодезии,

являются координаты одного из пунктов сети и дальность до другого. Также достаточной информацией являются координаты двух пунктов, называемых базисными.

Фотографирование спутника с двух базисных пунктов позволяет определить его координаты. Образно говоря, положение спутника в этом случае определяется как точка пересечения визирных линий «пункт — спутник» с известной угловой ориентацией, проведенной через базисные пункты. Таким образом могут быть определены координаты двух и более положений спутника в моменты фотографирования. Если фотографирование спутника проводится одновременно с базисных и близлежащих определяемых пунктов, то координаты этих пунктов могут быть определены как точка пересечения соответствующих линий визирования, проведенных через известные положения спутника в моменты фотографирования. Принимая, таким образом, определенные координаты пунктов за исходные, можно определить близлежащие к ним другие пункты сети, более удаленные от базисных. Продолжая этот процесс, можно определить все пункты геодезической сети.

На основе спутника «Эхо» были проведены первые серьезные работы по космической геодезии. Результаты работ показали техническую реализуемость и высокую эффективность космических методов геодезии. С помощью спутников удалось осуществить высокоточную привязку многих пунктов, удаленных друг от друга на несколько тысяч километров.

Вместе с тем, опыт работы выявил и серьезные недостатки использования спутников типа «Эхо» для геодезии. Прежде всего, ограничены возможности одновременного наблюдения за спутником из-за необходимости соблюдения условий затененности пунктов и освещенности

Солнцем спутника. Большие затруднения возникают в точной синхронизации фотографирования спутника из различных пунктов при их значительном удалении друг от друга. Затруднительно также проводить измерения положений пунктиров относительно звезд на фотографиях из-за размытости изображений.

Указанные недостатки могут быть устранены при установке на спутнике световой лампы-вспышки такой мощности, которая позволит сфотографировать ее на фоне звезд. В этом случае фотографирование возможно со всех пунктов, откуда виден спутник и исключается необходимость его освещенности Солнцем. Пункты должны находиться на теневой стороне Земли с тем, чтобы фотографированию не мешал рассеянный свет атмосферы. Таким образом, существенно увеличивается количество пунктов, участвующих в фотографировании, а следовательно, значительно сокращается время проведения геодезических измерений.

Кроме того, значительно возрастает «размерность» вспышек, т. е. число пунктов, одновременно сфотографировавших спутник. Это значительно влияет на повышение точности построения геодезической сети. Американские спутники такого типа («Геос», «Анна») весят 150—200 килограммов, их диаметр около метра. Вспышки производятся сериями.

На фотографии получают изображения звезд (в виде отдельных точек) и нескольких вспышек. Серия вспышек дается для того, чтобы облегчить выделение, или отождествление вспышек на фотографии среди изображений звезд и не спутать их с возможными дефектами процесса фотографирования.

Для измерений могут быть выбраны вспышки, наиболее близко расположенные к центру кадра и к опорным звездам. Точечное изображение вспышки на фотографии

повышает точность таких измерений, а следовательно, и точность построения геодезической сети. Одновременность фотографирования обеспечивается кратковременностью вспышки.

Существенным недостатком оптических методов наблюдения спутника является их зависимость от состояния облачности в пунктах наблюдения и условий освещенности. Так, например, практически невозможно фотографирование с пунктов, расположенных за полярным кругом в летние месяцы, когда там круглые сутки светит Солнце. В ряде мест Земли с неблагоприятными метеорологическими условиями и значительной облачностью фотографирование спутника и тем более получение синхронных фотографий вспышек с нескольких пунктов весьма затруднительно.

Указанные затруднения могут быть ликвидированы при использовании радиотехнических средств измерения, которые обеспечивают достаточную точность измерений в любое время суток, независимо от состояния облачного покрова. Таким образом, открывается возможность получения большого объема информации за сравнительно короткое время. Наземные измерительные средства могут быть более мобильными и дешевыми.

При использовании радиотехнических средств можно измерять дальность от пункта до спутника, скорость изменения этой дальности (радиальная скорость), углы ориентации линии визирования «пункт — спутник» в системе координат, связанной с пунктом, скорость изменения этих углов. Применяются различные принципы измерений: эффект Доплера, смещение фаз радиосигналов спутника, принимаемых в различных точках пункта, время распространения сигнала «пункт — спутник — пункт» и т. д. Спутники «Секор» подобного типа, созданные в США, достаточно просты по конструкции, малы по весу, срав-

нительно дешевы. Для обеспечения работы наземных радиоизмерительных средств на этих спутниках устанавливают высокостабильный излучатель радиосигналов или приемо-ответчик.

Большие перспективы в измерительной технике космической геодезии имеют оптические квантовые генераторы. Высокая когерентность излучаемого сигнала, возможность получения очень коротких импульсов вследствие малой длины волны и большая чувствительность приемных устройств к изменению длины волны позволяют измерять дальность и радиальную скорость с существенно более высокой (на порядок и выше) точностью, чем с помощью радиотехнических средств. В этом случае, как впрочем и во всех предыдущих, измерительные средства размещаются на Земле, на спутнике же устанавливаются специальные отражатели, очень простые в конструктивном исполнении и легкие по весу. Такого рода устройства используются на американском спутнике «Геос» и французском спутнике «Диадем».

В настоящее время техника оптических квантовых генераторов бурно развивается. И можно ожидать, что в ближайшие пять-десять лет измерительные системы на основе квантовых генераторов займут основное место в высокоточных определениях координат с помощью искусственных спутников Земли.

Измерительная информация о Земле позволит уточнить ее фигуру — геоид. С высокой точностью будет выявлена асимметрия северного и южного полушарий, волнистость поверхности геоида и т. д. Кроме того, высокоточные измерения (до нескольких метров) позволят почувствовать и изучить «дыхание» и «жизнь» нашей планеты.

Проводя измерения в предполагаемых местах вековых эволюций поверхности Земли, можно будет опреде-

лить скорость и направление смещения материков, подъем и опускание суши, закономерности «плавания» островов и т. д. Все это позволит уточнить, а возможно, и создать новую, достоверную гипотезу об образовании Земли и происходящих в ней процессах. Станет понятным образование гор, будут выявлены закономерности подъемов и опусканий суши, вулканических извержений и других геофизических процессов. Это окажет неоценимую помощь геологии, люди научатся точно и быстро распознавать места залегания полезных ископаемых, предупреждать катастрофические процессы и стихийные бедствия на поверхности Земли.

И еще один важный для геофизики результат будет получен с помощью геодезических спутников — удастся уточнить поле тяготения Земли. Как известно, оно имеет сложную структуру. В обычной жизни мы, конечно, этого не замечаем. На нас не оказывает никакого ощутимого влияния изменение силы тяготения на несколько долей процента. Но при рассмотрении глобальных процессов неоднородность поля тяготения оказывает значительное влияние.

Так, отклонения поля тяготения в различных пунктах Земли от центрального поля вызывают перемещение плоскости орбиты спутника, ее повороты относительно оси вращения Земли и оси, перпендикулярной плоскости самой орбиты. Вместе с тем, поле тяготения является объективным показателем распределения масс в теле Земли, что используется в геологии при поисках полезных ископаемых: местам залегания пластов большей плотности обычно соответствует повышенное тяготение.

В наземных условиях поле тяготения измеряют гравиметрами — сложными и сравнительно дорогими приборами. Возможность их использования в основном ограничена поверхностью суши, так как на воде измерениям

мешают большие возмущения от качки. Но даже на суше проведение тщательных гравиметрических измерений представляет большую сложность из-за трудоемкости процесса. Другое дело — спутник. Двигаясь в поле тяготения Земли, он доставляет нам продукт ее «творчества» — траекторию. Она как бы является «отпечатками пальцев» поля тяготения. Конечно, на движение спутника оказывают влияние много других факторов, таких как, например, сопротивление атмосферы, притяжение Луны, Солнца, планет, световое давление Солнца и т. д. Но их влияние или слишком мало, или вообще не поддается учету.

На основе изучения эволюции движения обычных спутников уже достигнуты некоторые результаты по уточнению поля тяготения. Но существенными они будут при использовании геодезических спутников. Дело в том, что траектория именно этих спутников может быть определена с высокой точностью. Более осторожно следует сказать так: с высокой точностью могут быть определены координаты дискретных совокупностей точек, соответствующих положениям спутника в моменты наблюдений их с геодезических пунктов. Это открывает путь для высокоточного определения параметров поля тяготения Земли. Действительно, задаваясь различными значениями параметров поля тяготения, можно с помощью вычислительных машин определить траекторию движения спутника: то сочетание параметров, которое даст наибольшее приближение расчетного движения спутника к реально измеренным точкам и будет являться наиболее близким к истинным.

Для исследования поля всей Земли необходимо, чтобы спутник проходил над всеми ее областями и при этом имел различные формы орбит и высоты. Многочисленные наблюдения позволят выявить эволюции поля тяго-

тения и связать их с эволюциями поверхности Земли, полученными по геодезическим данным.

Все это даст неоценимый материал для познания нашей, до сих пор еще во многом таинственной планеты.

Космическая техника завершит развитие средств геодезии. Установится соответствие между размерами Земли и средствами ее измерения. И когда человеку нужно будет определить его точное положение на поверхности Земли и решить научные проблемы в глобальном масштабе, он будет использовать космос.

Иной облик приобретут геодезические экспедиции. Определяться будут только те пункты, которые необходимы (без всяких промежуточных). С большой достоверностью будут изготовлены карты для строительства гидроэлектростанций, дорожных трасс, городов и промышленных сооружений и т. д. Образно говоря, человечество дорисует начатый тысячелетия назад «портрет» планеты Земля.



10. НАВИГАЦИЯ

В

се живое определяет свое местоположение в пространстве. Этому служат совершенные биологические и технические навигационные системы, начиная от рожденных природой обычных зрительных и слуховых органов живых организмов и кончая созданными человеком локационными устройствами. Еще более удивительна способность некоторых птиц и морских животных не только определять свое местоположение, но и прокладывать себе правильный курс в незнакомой обстановке.

С развитием мореплавания человечество встретилось с фактом неприспособленности своих природных биологических средств навигации к новым условиям, возникла необходимость создания искусственных средств, основанных на использовании естественных навигационных полей и ориентиров. Так появились магнитный компас, секстант и другие устройства. Для развития навигации использовались самые новейшие достижения науки и техники. В свою очередь развитие некоторых отраслей науки, таких, например, как математический анализ и астрономия, или таких областей техники, как гироскопия, стимулировалось требованиями навигации.

Работоспособность астрономических навигационных средств существенно зависит от метеоусловий и времени

суток. В средних широтах с помощью этих средств можно работать в течение примерно 15% времени суток. Радиоастрономические системы в меньшей степени зависят от метеоусловий (они не работают лишь в сильный дождь, снег и туман). Но их работоспособность по времени суток также ограничена. Радиоастрономические навигационные системы могут работать только около половины времени суток с учетом возможности навигации по Луне. Эти системы очень дороги и тяжелы, что весьма сужает области их применения.

Радионавигационные системы, работающие на сверхдлинных волнах, являются в настоящее время одними из самых распространенных средств навигации наряду с астрономическими системами. Однако и они имеют ограниченную зону действия вследствие поглощения энергии радиоволн. Кроме того, в ряде случаев радионавигационные системы дают неудовлетворительную точность.

Одни из наиболее совершенных — инерциальные навигационные системы работают на основе использования свойств гироскопов. Работоспособность этих систем не зависит от внешних условий.

Однако так называемый «уход» гироскопов, т. е. их прецессия, не позволяет считать такие системы универсальными.

Искусственные спутники Земли открывают новые возможности в навигации. Будучи по своей природе глобальными, спутники обеспечивают это качество и навигационной системе, построенной на их основе. Всепогодность навигации может быть достигнута при использовании радиосредств сверхвысококачастотного диапазона. Кроме того, совершенствование измерительных средств позволит определять местоположение объектов с высокой точностью.

Навигация с использованием спутников основана на измерении параметров относительного положения и движения навигируемого объекта и спутника. Такими параметрами могут служить: расстояние (дальность), скорость изменения этого расстояния (радиальная скорость), угловая ориентация линии объект—спутник (линии визирования) в какой-либо системе координат, скорость изменения этих углов и др.

При известных координатах и скорости движения спутника в моменты измерений, вообще говоря, достаточно трех величин относительного положения, чтобы определить три координаты объекта. Так, измерив расстояние объект—спутник в три момента времени, можно найти искомые координаты объекта. Решение задачи возможно также при измерении сочетания любых других величин, например дальности и двух углов ориентации линии визирования, и т. д. Но точность навигации в этом случае будет низкой. Дело в том, что при измерении допускаются погрешности, вызываемые различными причинами: неточностью изготовления элементов измерительной аппаратуры, нестабильностью работы радиотехнических устройств и т. д. Влияние этих ошибок на точность навигации может быть очень большим.

Ошибки, вызываемые факторами, случайно возникающими по времени, можно уменьшить увеличением количества измерений. Обработка результатов измерений, их осреднение позволяет сгладить случайные изменения измеряемой величины и выявить ее действительное значение. Чем больше измерений, тем ближе к истинному значению измеряемая величина. Поэтому при навигационных определениях производится не три минимально необходимых измерения, а значительно больше (несколько десятков, а то и сотен).

Однако таким способом не может быть уменьшено влияние так называемых систематических ошибок, величина которых несущественно меняется в процессе измерений. Наиболее действенным способом нейтрализации систематических ошибок служит уменьшение вызывающих их факторов путем улучшения технологии изготовления аппаратуры, совершенствования методологии обработки измерений и т. д.

Измерение параметров относительного движения спутника и объекта может быть основано на различных физических принципах: на замере изменений частоты радиосигналов спутника на объекте вследствие радиальной скорости (так называемый эффект Доплера), определении времени прохождения сигнала от объекта к спутнику и обратно и т. д. Измерения на объекте (корабле, самолете) можно осуществлять разными методами. Основная измерительная аппаратура может быть размещена на объекте, а вспомогательная ее часть на спутнике, как это сделано на американской системе «Транзит».

Так, при измерении временной задержки радиосигнала на объекте размещают передающую, приемную аппаратуру и измерительные устройства. На спутнике устанавливают ретранслятор сигналов сравнительно небольшого веса и с малым потреблением энергии. Это позволяет сделать спутник легким, простым и недорогим, но требует размещения на большом количестве навигруемых объектов сложного и сравнительно дорогого оборудования. Возможен и другой принцип распределения аппаратуры: спутник делают сложным и дорогим, зато на объектах устанавливают сравнительно простое и дешевое оборудование.

Координаты спутника в моменты навигационных определений могут быть измерены обычным образом с

помощью наземных измерительных средств. Эти координаты, или параметры своей орбиты (эфемериды) сам спутник может сообщать кораблям при каждой навигации. На спутнике устанавливается запоминающее устройство, в которое «закладываются» результаты прогнозирования его движения. Накопленная информация «сбрасывается» спутником периодически в процессе полета или по запросу с навигируемого объекта. Для упрощения процесса определения координат объекта может быть составлен каталог эфемерид навигационных спутников на несколько месяцев или лет вперед.

При использовании каталога эфемерид необходимость запоминающего устройства на спутнике отпадает, но зато требуется очень высокая точность прогнозирования его движения. Она может быть достигнута со временем, прежде всего после тщательного изучения физических условий космоса.

Поле тяготения — основной фактор, определяющий движение искусственного спутника Земли. Исследование поля тяготения с помощью геодезических спутников, а также других средств окажет решающее влияние на повышение точности прогнозирования движения космических объектов. Высокоточные геодезические измерения позволят уточнить и другие возмущающие факторы.

Действительно, допустим, что будет создан геодезический спутник, близкий по форме и другим характеристикам к навигационным спутникам. Такой спутник выводится на орбиту навигационного спутника и в течение длительного времени (несколько лет) проводятся высокоточные измерения его траектории. Это позволит изучить характер движения геодезических спутников по навигационной орбите так же точно, как, например, изучено полотно железной дороги в обычных земных условиях. При этом уточняют все факторы, действующие

на спутники: поле тяготения, световое давление, притяжение Луны, Солнца, планет и т. д.

Возможно, что влияние каждого из указанных факторов не будет выявлено с высокой точностью, но влияние всех факторов, вместе взятых, будет определено вполне достоверно. И вот тогда, запустив на изученную орбиту навигационный спутник, можно будет предсказать его движение на длительный срок и составить соответствующий каталог эфемерид.

Очень большое влияние на точность прогнозирования движения спутника оказывают ошибки определения элементов орбиты. Они зависят прежде всего от точности работы наземных измерительных средств. Поэтому их совершенствование также необходимо для успеха длительного высокоточного прогнозирования движения спутников.

Но не только повышенные точности измерения относительного положения спутника должны обеспечить наземные средства. Они должны быть хорошо «привязаны» к геодезической системе координат. Если этого не будет, то при сосредоточении измерительных средств в одном месте произойдет «сдвиг» координатной системы навигационного спутника относительно геодезической на величину ошибки «привязки» измерительных средств. А это приведет к сдвигу в определении положения навигируемого объекта относительно геодезической системы, а следовательно, и к сдвигу относительно земных ориентиров, что может вызвать катастрофические последствия.

Если же измерительные пункты разнесены по поверхности Земли, то ошибка их привязки будет несколько осредняться, но все же может быть значительной. Решающую роль в устранении ошибок привязки сыграют те же геодезические спутники: они позволяют с высокой

точностью осуществить привязку измерительных пунктов к геодезической системе.

При длительном существовании спутника (в течение нескольких лет) потребуется периодическое переиздание каталога, так как будут накапливаться рассогласования между эфемеридами каталога и фактической траекторией движения спутника. Возможен и другой путь. На спутнике устанавливают корректирующую систему, которая «подправляет» по мере необходимости траекторию его полета и тем самым ликвидирует рассогласование с каталогом.

При необходимости в навигационном определении включаются корабельные (самолетные) измерительные средства, которые измеряют элементы относительного положения объекта и спутника. Если используются направленные антенные устройства, то их предварительно «выставляют» (грубая установка направления) по каталогу положения спутника и ориентировочным координатам навигируемого объекта. Результаты измерений и координаты спутника вводятся в вычислительную машину, с помощью которой координаты объекта уточняются. При этом специальная аппаратура спутника может быть постоянно включенной, т. е. через малые промежутки времени передаются координаты его движения и постоянно излучаются навигационные сигналы или включаются ретрансляционные устройства. Может быть и другая форма организации работы: спутник излучает сигналы только по запросу кораблей (самолетов). В этом случае повышается экономичность спутника, но усложняется процедура навигационных определений. При большом количестве определяемых объектов более целесообразен первый способ.

Установка на спутнике вычислительного устройства для определения координат навигируемых объектов су-

щественно упрощает их навигационное оборудование и ведет к резкому сокращению затрат на многочисленные наземные средства. Но при этом значительно возрастает сложность самого спутника и его стоимость. Возможно, что при большом количестве потребителей (флот, авиация) такое распределение функций окажется более выгодным. Следует отметить, что вычисление координат на каждом навигируемом объекте — дело сложное и дорогое. Кроме того, не исключено, что размещение на спутнике и основной части измерительных устройств будет признано предпочтительным. В этом случае на кораблях и других объектах останутся только вспомогательные, недорогие средства.

Схема навигации может быть такой. Корабли получают свои координаты непосредственно по каналам связи со спутниками. Работа организуется аналогично службе автоматической телефонной сети. Спутник в данном случае представляет собой как бы автоматическую станцию, корабли — ее абоненты. «Разговаривать» абоненты могут как с вычислительным устройством спутника, так и с «памятью» машины и даже друг с другом.

При необходимости корабль «вызывает» по радиоканалу вычислительное устройство спутника и его измерительные системы. Производятся измерения, их обработка и затем через некоторое время спутник сообщает кораблю его координаты. Может оказаться, что в момент вызова вычислительное устройство будет занято связью с другим кораблем. Тогда, как это обычно делается, придется «стать» в очередь или «перезвонить». Пропускная способность спутника будет достаточно большой, и потому такие случаи будут так же редки, как в обычной телефонии.

Каждый корабль будет иметь свой номер. Ему отводится в «памяти» машины на спутнике специальная ячей-

ка, в которую записываются координаты корабля и даже его курс. Это позволит хорошо ориентироваться другим кораблям во внешней обстановке. По специальному запросу корабль может узнать от «памяти» спутника данные о местоположении соседних кораблей и их курсе. Такая информация может сообщаться и одновременно с результатами его собственной обсервации.

Нетрудно будет и «поговорить» с другими кораблями через навигационный спутник. По существу он может быть навигационно-связным и центром диспетчирования. Через него можно передавать оповещение о метеоситуации и другие данные.

Конечно, возможны и другие схемы навигации и оповещения. Но ясно, что навигационные спутники обладают большими преимуществами перед всеми другими системами.

Большое значение для успешной работы навигационных спутников имеет правильный выбор параметров орбиты. Прежде всего нужно обеспечивать достаточную частоту «видимости» спутника с навигируемых объектов. Спутник, летящий на низких высотах по орбите, близкой к полярной, «осматривает» всю Землю примерно дважды в сутки — один раз на прямых, другой — на обратных витках. Точнее говоря, Земля относительно движущегося по орбите спутника перемещается так, что с любой ее точки он может быть виден два раза в сутки. Такая частота недостаточна для навигации и потому требуется увеличение количества навигационных спутников. Чтобы обеспечить непрерывный обзор поверхности Земли с полярных спутников, т. е. в целях создания такой ситуации, при которой с любого объекта в каждый момент времени можно будет наблюдать один или несколько спутников, на орбите должно быть постоянно определенное количество навигационных спутников (табл. 2).

Таблица 2

**Минимально-необходимое количество спутников на орбите
для обеспечения надежной навигации с любого пункта Земли**

Высота орбиты в километрах	200	1000	10 000	20 000	36 000
Количество спутников	160	36	8	6	5

При меньшем количестве спутников неизбежно появляются разрывы в связи, достигающие иногда десятков минут и более. Задача организации морской навигации упрощается благодаря тому, что наиболее интенсивное движение кораблей имеет место в средних широтах. В приполярных же районах такой напряженности, конечно, нет. Поэтому для спутников, летающих на средних высотах, наклонение орбиты может быть уменьшено до $60\text{—}70^\circ$, что заметно сокращает разрывы в связи, особенно на широтах $60\text{—}70^\circ$. При использовании стационарных спутников можно обеспечить непрерывный обзор средних широт поверхности Земли, если эти спутники равномерно разнести по всей орбите.

Но стационарная орбита создает некоторые неудобства для навигации. Во-первых, большое расстояние от Земли требует установки на спутниках передатчиков большой мощности и приемников высокой чувствительности. Во-вторых, и это главное, спутник на стационарной орбите всегда неподвижен относительно поверхности Земли.

Как известно, для определения положения, например, корабля требуется произвести, как минимум, три измерения. При стационарной орбите спутника это можно сделать, или измеряя сразу три элемента (дальность и два угла), или же одновременно определяя один или два

элемента, но по трем или двум спутникам. Следовательно, в поле зрения корабля должны постоянно находиться сразу два или три спутника.

Поэтому любой корабль, самолет или другой объект, находящийся в различных точках средних широт, сможет определить свои координаты, если на орбите будет не менее трех спутников при одновременном измерении трех различных элементов, не менее шести спутников — при измерении двух элементов и не менее девяти — при измерении одного элемента.

Конечно, можно выбрать несколько меньшую или большую высоту полета спутника, по сравнению со стационарной орбитой, с тем, чтобы «заставить» его перемещаться относительно корабля. Но эти перемещения будут столь незначительными, что для достаточной точности навигации придется сеанс измерений «растягивать» на несколько часов, а иногда и суток, что, естественно, недопустимо.

Малые высоты полета спутника более удобны для навигационных определений. За несколько минут спутник успевает переместиться на большое расстояние и измерения одних и тех же параметров с интервалом в несколько секунд позволяют получить хорошую точность навигации. Но небольшие высоты полета практически не позволяют обеспечить непрерывность навигации. Кроме того, спутник, летящий на малой высоте, испытывает значительное воздействие множества возмущающих факторов и особенно остатков атмосферы и аномалий поля тяготения. Влиянием атмосферы можно пренебречь на высотах порядка тысячи километров и более. Поле тяготения оказывает свое возмущающее влияние на еще больших высотах. Но здесь, как отмечалось выше, положительную роль играют спутники геодезии. Поэтому вы-

соты от 1000 километров и до стационарных вполне приемлемы для навигационных спутников.

Появление космических средств навигации обеспечит коренное улучшение безопасности движения транспорта. Но это не будет означать полного отмирания существующих сейчас классических средств навигации. Они останутся и будут с успехом служить людям. Подходя, например, к порту, лоцман, конечно, будет навигировать корабль по маякам с помощью локационных средств и визуально. Точно так же и человек, входящий в свой дом, не пользуется картой местности и компасом. Служба навигации кораблей в открытом море будет использовать космические навигационные средства. Они позволят упростить корабельные навигационные системы, сделать навигационное обеспечение легким и дешевым. Существенно упростится и работа штурмана. Вместе с тем неизмеримо возрастет качество навигации и диспетчирования.



11. МЕТЕОРОЛОГИЯ

Н

ашу планету окружает огромный воздушный океан, масса которого оказывает определенное давление на все живущее на Земле.

В то же время мы не замечаем весомости этого океана, хотя в каждом кубическом метре пространства вблизи Земли содержится 1 килограмм воздуха. С ростом высоты плотность атмосферы убывает, и притом сравнительно быстро. Уже на высоте 10 километров она составляет 35 процентов, а на высоте 100 километров — 0,00004 процента от плотности на уровне моря.

Тем не менее присутствие атмосферы ощущается даже на высоте порядка 1000 километров, хотя там она крайне разрежена: в каждом кубическом метре содержится всего лишь $5 \cdot 10^{-11}$ граммов. Если бы атмосфера имела одинаковую плотность по высоте, равную плотности на уровне моря, то ее верхняя граница проходила бы в 10 километрах от поверхности Земли. Это означает, что на каждый квадратный метр земной поверхности давит столб воздуха высотой 10 километров и массой в 10 тонн. Масса же всей атмосферы Земли достигает огромной величины — $5 \cdot 10^{15}$ тонн.

Происходящие в этом огромном воздушном океане разнообразные сложные процессы во многом определяют жизнь людей и их производственную деятельность.

Для организации движения морского транспорта необходимо знать районы прохождения штормов, тайфунов, ураганов; работники воздушного транспорта должны быть знакомы с районами гроз и туманов, с характеристиками воздушных течений и т. д. Это позволяет правильно планировать трассы движения транспортных средств и обеспечивать их безопасную работу. В сельском хозяйстве людям необходимы прогнозы выпадения осадков, колебаний температуры воздуха и почвы для правильного выбора посевных культур, времени сева, сроков уборки урожая и т. д.

Особенно важное значение для гидростроительства имеет прогноз осадков и уровня воды в реках и водоемах. Эти сведения способствуют правильной организации работ. Для многих отраслей народного хозяйства, для авиации и флота постоянно необходима хорошо организованная служба прогноза погоды.

Прогноз погоды на сегодня, завтра, неделю, на месяц, сезон и даже на год вперед интересует каждого из нас.

Множество причин затрудняет правильное предсказание погоды. В конечном счете, все явления в атмосфере связаны с превращениями получаемой Землей солнечной энергии. Но эти превращения столь многообразны и сложны, что их изучение, учет, а тем более прогнозирование представляют большие трудности. Свяzano это с неоднородностью атмосферы, ее большой подвижностью, разнообразностью рельефа и физических свойств поверхности Земли, ее вращением, излучением тепла от Земли и атмосферы в космос.

К границе земной атмосферы, на каждый ее квадратный метр приходит от Солнца в течение каждой минуты количество энергии, равное 20 килокалориям. Около 35 процентов этой энергии отражается обратно в космос,

15 процентов поглощается атмосферой и 50 процентов — поверхностью Земли.

Разнообразен характер солнечного излучения. Оно проявляется в виде радиоизлучения, инфракрасного, светового, ультрафиолетового, рентгеновского излучений, а также в виде потока частиц — электронов, протонов, ядер и т. д.

Каждое из многочисленных излучений Солнца оказывает разнообразное влияние на различные слои атмосферы. При этом к поверхности Земли приходит, в основном, видимая часть излучений Солнца. Она почти свободно проходит через атмосферу, часть ее отражается от поверхности Земли обратно в космос, а оставшаяся часть поглощается земной поверхностью.

Нагреваясь, Земля отдает тепло атмосфере. Теплоотдача происходит как при контакте воздуха с поверхностью суши и воды, так и путем теплового излучения Земли. Атмосфера очень хорошо поглощает излучаемое Землей тепло. При этом различные ее слои поглощают различные составляющие спектра теплового излучения.

Большая подвижность атмосферы ведет к быстрым перемещениям теплых масс воздуха вверх, а холодных — вниз. Этой же причиной вызываются глобальные перемещения холодных масс из охлажденных районов Земли и теплых — из нагретых. Вращение Земли заставляет возникающие в северном полушарии потоки воздуха отклоняться вправо, а в южном — влево от тех направлений, которые они имели бы в случае неподвижности земного шара. Это приводит к образованию гигантских вихревых атмосферных процессов: циклонов и антициклонов.

Вследствие трения между земной поверхностью и перемещающейся воздушной массой и между отдельными слоями самого воздуха отклоняющее воздействие вращения Земли на различных высотах сказывается по-раз-

ному. Оно возрастает с увеличением высоты. Например, непосредственно над поверхностью суши направление ветра изменяется до 45—55 градусов, а на уровне 500 метров — до 90 градусов. В результате совместного действия всех факторов получается очень сложная картина распределения воздушных течений в атмосфере Земли.

Вообще говоря, процесс прогнозирования поведения любого объекта или явления предполагает предварительное знакомство с ним и детальное изучение. Чтобы ознакомиться с каким-либо объектом, необходимо, по крайней мере, иметь возможность видеть его. Чтобы изучить объект, нужно произвести измерения характеризующих его параметров. Самой же сложной является задача предсказания его поведения в будущем. Для этого необходимо не только ознакомиться с объектом и изучить его, но и разобраться в существе происходящих в нем явлений. Мало того, для сложных систем нужно еще выявить основные закономерности и взаимосвязи этих явлений.

Впервые систематическим изучением погоды в нашей стране занялись в 1849 году, после того как в Петербурге была основана Главная физическая обсерватория, на которую была возложена задача «познания Российской империи в физическом отношении» и, прежде всего, в части метеорологии. Были созданы метеорологические пункты для систематического наблюдения за погодой. В настоящее время их количество во всем мире перевалило за 10 000. Но тем не менее эти пункты контролируют только 20 процентов поверхности Земли, остальные 80 процентов выпадают из поля зрения. Неконтролируемая часть атмосферы не только велика по размерам, но и малодоступна, так как она в основном располагается в пространстве над океанами и полярными шапками, иг-

рающими важнейшую роль в формировании погодных явлений.

До недавнего времени с метеорологических пунктов просматривалась лишь крайне незначительная, близлежащая к поверхности Земли часть атмосферы, а сами измерения проводились только на земной поверхности. В таких условиях, когда наблюдения в огромном воздушном океане проводились только вблизи дна, в немногих дискретных точках и к тому же неравномерно распределенных, нельзя было говорить ни о систематическом изучении, ни о достоверном прогнозировании атмосферных процессов.

Но постоянное совершенствование метеорологической службы увеличивало ее роль в практической деятельности людей и прежде всего в транспортных перевозках, сельском хозяйстве, гидростроительстве.

Изучение средних слоев атмосферы началось с появлением воздушных шаров. Уже в конце XIX века в России и других странах начали подниматься в атмосферу сначала сами метеорологи, а затем и самопишущие инструменты. Но наблюдения проводились эпизодически, охватывали ограниченные высоты и малую часть всего воздушного океана. В последнем десятилетии с помощью ракет началось изучение верхних слоев атмосферы. Все эти исследования заметно обогатили метеорологию новыми данными. Это был путь к систематическому изучению атмосферы.

По настоящему широко и глубоко человек сумел посмотреть на атмосферу с помощью космических аппаратов. Из космоса воздушный океан предстал перед ним во всем его величии и разнообразии. И хотя человек в этом случае утрачивает непосредственный контакт с атмосферой, все же ее изучение становится более доступным и приближает нас к полному решению пробле-

мы. Дело в том, что, как отмечалось раньше, все процессы в атмосфере определяются превращениями в ней солнечной энергии, т. е. процессами поглощения и излучения тепла. Следовательно, замеряя параметры излучения тепла от различных слоев атмосферы, можно получить богатый материал для изучения всех происходящих в ней процессов. Эту задачу можно в глобальном масштабе решить с помощью спутников.

Важную информацию о процессах в атмосфере несут фотографии облачности. Она является как бы видимым отражением происходящих погодных явлений и других атмосферных процессов. Картина облачности позволяет определить ее географическую ориентацию, перемещения и даже высоту покрова. Перистые, высокослойные и слоисто-дождевые облака характерны для атмосферного фронта при наплыве теплой массы воздуха на холодную; перисто-кучевые, слоисто-кучевые и высококучевые — для развившихся волнообразных движений в атмосфере; кучевые и кучево-дождевые — для местных вертикальных движений воздуха.

Географическая ориентация облаков может быть выявлена по фотографиям облачности, на которых просматриваются контуры материков, или по данным внешне-траекторных измерений спутников и ориентации аппарата в момент фотографирования. Результаты этих исследований позволяют определить скорость и направление движения облаков путем сравнения их положения в каждый последующий момент времени. Высота облачности может быть определена как по типу облаков, так, в благоприятных случаях, и по смещению их тени на поверхности Земли.

Замечательной особенностью спутниковых фотографий является глобальность обзора облачности. Становится возможным видеть не только отдельные облака, но и

целые облачные системы, соответствующие циклонам, теплым и холодным фронтам. При этом можно проследить весь ход развития системы от момента ее зарождения до полного разрушения и не только на освещенной Солнцем стороне, но и на ночной стороне с помощью аппаратуры, воспринимающей ее инфракрасное излучение.

Но физика облачных систем, к сожалению, еще плохо изучена. Причина состоит в трудности наблюдения больших систем с наземных пунктов. Пока еще не установлено точное количественное соотношение между низкой облачностью и характеристиками атмосферного процесса. Также не до конца исследованы процессы теплопередачи между Землей и атмосферой, между различными слоями атмосферы и их излучением в космос. Можно поэтому заключить, что для точного диагноза и прогноза погоды в настоящее время недостаточно наличия только спутниковой информации. Необходимо глубоко изучить атмосферу и все происходящие в ней процессы. Это позволит в дальнейшем уверенно решать задачи метеорологии.

Расширится сеть станций и прежде всего в океанах и приполярных зонах. Кроме того, еще более интенсивно будет проводиться зондирование атмосферы с помощью шаров-зондов и ракет. В этих мероприятиях большую помощь окажут опять же спутники. Они позволят собирать информацию с автоматических станций и шаров-зондов и передавать ее метеорологическим центрам.

Наконец, наступит время, когда человек сможет увидеть атмосферу и изнутри, и снаружи. Анализируя информацию от всех наземных, воздушных и космических средств, можно будет получить вполне достоверные данные об атмосферных процессах. Раскроются все тайны воздушного океана, станут понятны все происходя-

щие в нем явления. И тогда можно будет безошибочно сказать, где и какая стоит погода и что с ней будет через день, месяц и даже через год.

Уже много лет работают космические труженики — советские спутники семейства «Метеор». Это сложные автоматические станции с разнообразной измерительной аппаратурой. Телевизионная и инфракрасная аппаратура производит «осмотр» облачного покрова Земли. Телеизображения записываются на магнитную ленту, или видеоманитофон, как это обычно делается в наземном телевидении, и затем при пролете над станциями приема «сбрасываются» на Землю. Актинометрическая аппаратура производит «тепловую» съемку Земли, т. е. определяет интенсивность потоков тепловой радиации от различных областей земной поверхности и различных слоев атмосферы. Установленные на спутнике служебные системы осуществляют ориентацию на Землю и стабилизацию измерительной аппаратуры, а также ориентацию солнечных батарей на Солнце для электропитания аппаратуры.

Нередко спутниковая информация обеспечивает большой экономический эффект. Так, например, «Космос-144», входивший в систему «Метеор», обнаружил, что от острова Врангеля до Берингова пролива океан очистился ото льда.

Это позволило начать навигацию на месяц раньше намеченного срока. И таких примеров можно привести очень много.

Спутники «Метеор» приносят чрезвычайно ценную метеорологическую информацию. Много такой информации получено и от американских спутников типа «Тирос», «Нимбус», «Эсса». Полезность метеорологических спутников уже сейчас не вызывает никакого сомнения. С их помощью уточняются диагноз и прогноз погоды.

Особенно помогают спутники при исследовании крупномасштабных атмосферных процессов.

Обнаружение зарождающихся тайфунов и ураганов с помощью спутников и прогнозирование их перемещений стало обычным в метеорологии. Так были обнаружены ураганы «Бэтси», «Эстер», тайфуны «Ненси», «Памела». Предупреждение жителей прибрежных районов о приближении стихийных бедствий позволило значительно уменьшить число жертв и разрушений.

Применение метеорологических ракет позволило сделать новый шаг в изучении верхних слоев атмосферы. Зондирование атмосферы при помощи этих ракет приносит науке непосредственные данные о свойствах загадочных перламутровых облаков, об особенностях ионосферы. Открылась возможность получения вертикальных разрезов атмосферы до высот порядка 300—400 километров.

Техника запуска метеорологических ракет отработана настолько точно, что сейчас практически возможно осуществить их старт с любой точки земного шара. Многие научно-исследовательские суда оснащены ракетами такого типа. Это значительно обогатило комплекс океанографических и метеорологических наблюдений при выходе судов в Мировой океан.

Создание в нашей стране мощных ракет для зондирования верхней атмосферы и околоземного космического пространства открыло перспективы проведения широкого комплекса экспериментов с участием ученых многих стран. Запуск в СССР метеорологических ракет серии «Вертикаль» является первым шагом в этом направлении.

Процессы в атмосфере носят глобальный характер. Поэтому люди объединяют свои усилия, направленные на изучение воздушного океана. При Организации Объеди-

ненных Наций действует Всемирный метеорологический союз. Создается Всемирная служба погоды. Уже функционируют три ее главных мировых центра: в Москве, Вашингтоне и Мельбурне. Сюда стекается многочисленная информация от спутников, наземных измерительных средств, воздушных шаров, зондирующих ракет и даже от наблюдателей с кораблей и самолетов. Информация поступает в предварительно обработанном виде. Но все же объем ее настолько велик, что окончательная обработка немыслима без привлечения вычислительных машин и автоматических средств хранения и отображения. Результаты обработки информации становятся достоянием всего человечества.

Спутники помогут решить не только задачи диагноза и прогноза погоды, но и осуществить конечную цель метеорологии — управление погодой. Прежде всего, с их помощью, как отмечалось ранее, будет изучена физика процессов в атмосфере. Это заложит прочную научную основу управления погодой. Будут определены возможные способы воздействия на атмосферу, приводящие к желаемому результату. Так, станет доподлинно известно, что нужно сделать для выпадения дождя требуемой интенсивности и в необходимое время; какие мероприятия должны быть проведены для разрушения тайфуна или для ликвидации условий, благоприятствующих его образованию, и т. д. В дальнейшем метеорологическая наука откроет новые и, вполне вероятно, неожиданные, высокоэффективные методы прогноза и управления погодой.

Попробуем представить себе службу погоды Земли в будущем. Метеорологические пункты, спутники и другие измерительные средства доставляют в Центр управления погодой информацию о происходящих в атмосфере явлениях и ее параметрах. Вся эта информация перераба-

тывается вычислительными машинами и предстаёт перед «операторами погоды» в удобном для обозрения виде. Это могут быть графики и таблицы, а возможно и объемные модели со зрительной имитацией происходящих в атмосфере явлений. Задачей операторов будет обеспечить заданную программу погодных явлений на земном шаре.

Программа будет учитывать запросы потребителей в сельском хозяйстве, на транспорте, строительстве и т. д. Она должна быть построена не только с учетом возможностей службы погоды, но и экономической рентабельности осуществления погодных процессов. Очевидно, трудно будет получить в январе на территории Московской области температуру воздуха плюс 40 градусов. Но предотвратить заморозки в мае или выпадение града в июле будет вполне возможным и рентабельным мероприятием.

При отклонениях погоды от требуемой нормы машина автоматически будет вырабатывать команды на приведение в действие различных средств. Операторы будут, в основном, контролировать правильность работы автоматической системы управления погодой и вносить при необходимости соответствующие коррективы.



12. ОКЕАНОГРАФИЯ



Около трех четвертей поверхности нашей планеты покрыто морями и океанами. Просторы этого необъятного Мирового океана оказывали и оказывают большое влияние на различные процессы, происходящие в атмосфере Земли, тем или иным образом отражаясь на развитии жизни, на деятельности людей. С давних времен Мировой океан привлекал людей — сначала как средство познания иных земель, стран и народов, средство общения и торговли, а затем как сфера получения продуктов питания и сырья.

Не утратил своего значения Мировой океан и в наши дни. История освоения морей и океанов — это история познания их тайн, изучения морских просторов. Немало энергии и сил потратили люди многих поколений для открытия этих тайн. Но и до сих пор множество нераскрытых тайн хранит океан и не спешит отдавать их людям.

Океанографией называется наука, всесторонне изучающая Мировой океан. Ранее океанография занималась в основном сбором и накоплением информации о процессах, происходящих в морях и океанах. Затем были введены количественные характеристики океанских явлений и процессов.

В XIX веке больше всего исследований было проведено в ближних морях. Уровень исследований всегда опре-

деляется техническими возможностями их проведения. Создание судов с большим водоизмещением и развитие навигационных методов открыли возможности проведения океанографических работ в открытых морях и океанах. В СССР такие исследования были начаты плавучим Морским институтом, который был создан по декрету, подписанному В. И. Лениным в 1921 году.

С появлением авиации пришла возможность выполнения оперативных исследований, а прогресс в области автоматике и связи позволил поставить на службу океанографии постоянно действующие автоматические станции. В настоящее время океанография стоит на пороге использования космических методов и средств исследования.

Какие же проблемы волнуют современных океанографов? Какими средствами они их решают?

Одна из основных проблем — это изучение состояний океана, его течений, колебаний уровня, распределения температуры в водной среде, состояния и движения льдов в морях высоких широт, химического состава воды, ее засоленности и т. д. Другая важная проблема связана с увеличивающейся ролью океана в деятельности людей. Многие ученые-исследователи установили, что запасы биопродуктов в морях и океанах нашей планеты на много превосходят содержание их на поверхности Земли. Кроме того, значительные размеры залежей нефти и других полезных ископаемых скрыты под поверхностью Мирового океана. Важную роль может сыграть океан и в получении урана, колоссальные запасы которого растворены в морской воде.

В решении всех этих вопросов исследования морей и океанов значительное место отведено океанографии. В настоящее время наиболее актуальной является задача изучения биологической жизни океана, миграции рыб

и распределения планктона, определения основных факторов, влияющих на их развитие и существование.

Все крупномасштабные процессы в атмосфере являются следствием деятельности Мирового океана. Температурная динамика морской поверхности, а также приводного слоя воздуха, течения и циркуляции и многие другие явления Мирового океана являются элементами влияния на метеорологическую обстановку нашей планеты. Основная часть приходящей на Землю солнечной радиации поглощается Мировым океаном. Аккумулируя в себе эту колоссальную энергию, океан посредством атмосферы воздействует на погоду всей нашей планеты.

Из Мирового океана испаряется ежегодно более $3 \cdot 10^5$ миллиардов тонн воды. И если где-нибудь на земной суше неделями идут дожди, то первопричиной этого являются процессы, происходящие в океанах и формирующие долгосрочные изменения погоды.

Таким образом, океанографические исследования самым непосредственным образом связаны с метеорологическими исследованиями и метеорологическим обеспечением. Они помогают составлять более обоснованные прогнозы погоды.

Проведение всего комплекса океанографических работ усложняется огромными площадями Мирового океана, значительным удалением мест исследования от материка, необходимостью систематически повторяющихся наблюдений. Это требует создания экспедиционных океанографических судов с широким комплексом измерительной аппаратуры. Проходя по определенному, заранее заданному маршруту, судно ведет наблюдения за морскими явлениями, определяет температуру водной поверхности, приводного слоя воздуха, исследует физические и химические свойства воды и т. д.

В последнее время океанографические исследования ведут специальные автоматические станции, распределенные на значительных водных площадях. В их задачу входит проведение определенных измерений по заданной программе и передача информации по радиоканалу. Такой метод исследований позволяет в определенной степени решить задачу о повторности наблюдений.

К решению исследовательских задач привлекаются также данные попутных измерений, проводимых транспортными и другими судами, проходящими по океанским просторам. Но информация, получаемая с этих судов, имеет эпизодический характер, что значительно снижает ее ценность. Следует отметить, что основная задача — проведение систематически повторяющихся наблюдений и измерений в Мировом океане — решается в настоящее время не самым лучшим образом. Для решения задачи нужны глобальные средства наблюдений и измерений, работающие независимо от метеорологической обстановки.

Таковыми средствами уже сейчас располагает человечество. Это искусственные спутники Земли. Современный уровень развития космической техники и все увеличивающийся объем информации, доставляемой спутниками, позволяют уже сейчас начать планомерные океанографические исследования большемасштабных океанских процессов.

Анализ результатов отдаленных наблюдений, получаемых от искусственных спутников, позволяет довольно четко интерпретировать широко варьируемые в пространстве и времени измерения. Широкие полосы обзора, в пределах которых можно производить необходимые наблюдения и измерения, эквивалентны тысячам наблюдателей, распределенных на поверхности океана.

Хотя информация, получаемая из космоса, первона-

чально может быть грубой по сравнению с измерениями, проводимыми на морских платформах, все же глобальная космическая система, обладающая широким комплексом чувствительных элементов, имеет большие возможности укрупнения масштабов и повышения точности часто повторяющихся измерений и наблюдений. В этом заложены огромные резервы единственной в своем роде информации для комплексного анализа. В сочетании с комплексом сведений, получаемых с судов, самолетов, дрейфующих станций, океанографических буев и других средств, результаты океанографических исследований с помощью искусственных спутников помогут по-новому взглянуть на многие процессы и явления в Мировом океане.

Среди множества потенциальных возможностей, которые имеют космические методы исследования в океанографии, следует отметить прежде всего исследования температуры поверхностей морей, изучение течений. Океанография давно изучает термальную структуру океанов, фундаментально связанную со всеми морскими процессами, включая миграцию морской жизни.

Однако пока еще ученые не получили надежных средств для синоптических измерений температуры океанов на глобальной основе. Многие изотермальные характеристики океанов отличаются своей динамичностью. Они могут быть достаточно точно обнаружены и изучены только с помощью часто повторяющихся измерений на больших площадях. Фактически единственным средством для проведения подобных работ являются искусственные спутники Земли.

Температурные перепады морской поверхности могут быть обнаружены в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах спектра электромагнитного излучения. Причем наибольшими возможностями распо-

лагают две последние области. В условиях отсутствия облачности инфракрасная аппаратура, установленная на спутнике, может быть использована для картирования и измерения сильных термальных контрастов на значительных площадях.

На инфракрасных изображениях морской поверхности хорошо проявляются извилистые границы течений, вырисовывается контраст между холодной и теплой водой, причем холодная вода представляется светлым тоном, а теплая — темным. Изображения течения Гольф-стрим, полученные с помощью сканирующего инфракрасного радиометра, установленного на американском спутнике «Нимбус», позволяют проследить характер течения на протяжении тысяч километров.

Глобальность получаемой с помощью спутников информации и возможности проведения часто повторяющихся океанографических наблюдений из космоса позволяют выявить динамику изменения как пространственных, так и термальных характеристик теплых и холодных течений. Можно будет установить закономерности изменения границ этих течений, определить наиболее общие связи термальных характеристик водной поверхности с атмосферой, с развитием жизни в океане, с климатическими условиями прибрежных районов морей и океанов.

Интересный опыт часто повторяющихся наблюдений продемонстрировал спутник «Нимбус» в течение 174 дней его работы. За это время спутник около 50 раз просмотрел границы Гольфстрима. Естественно, что такая задача не под силу ни одному экспедиционному судну. Дальнейшее совершенствование как самих космических станций, так и регистрирующей аппаратуры, специально предназначенной для получения данных о поверхностной температуре и течениях, позволит достигнуть еще более качественных результатов.

Другой важной проблемой, в решении которой искусственным спутникам Земли предстоит сыграть значительную роль, является исследование морской поверхности. Волнение морской поверхности, вызываемое различными ветрами и морскими условиями, оказывает влияние на процесс энергообмена между морем и атмосферой, на безопасность движения различных судов, на биологическую жизнь океана и т. д. Изучение механизма возникновения морских волнений является важной задачей в общей проблеме освоения Мирового океана.

Существуют методы исследования морских волнений, основанные на изменениях отражающих свойств морской поверхности в зависимости от характера волнения. Одним из возможных методов получения характеристик морской поверхности является фотографирование солнечного блика. В настоящее время известны приемы преобразования полученных изображений солнечных бликов (с использованием лазеров), которые позволяют определить векторы распространения морского волнения, а также данные об амплитуде и частоте волн.

Использование оптических методов наблюдения на основе спутников затрудняется обширными облачными образованиями над поверхностями морей и океанов. Поэтому наиболее подходящими для исследований могут быть методы радиолокации. Теоретическую основу этих методов составляет изменимость коэффициента отражения радиолокационного сигнала в зависимости от степени волнения морской поверхности и угла локации. Установка на спутниках радиолокационной аппаратуры позволит в масштабах всего Мирового океана производить периодические наблюдения за состоянием морской поверхности независимо от времени суток и метеорологической обстановки.

Пожалуй, самая актуальная проблема океанографических исследований большой практической важности — это проблема изучения морской биологии. Результаты этих исследований непосредственно влияют на рыболовство, повышение роли океана в экономике.

Анализируя рост населения, ученые установили, что примерно к 2000 году количество людей на Земле должно удвоиться. В связи с этим возникнет проблема обеспечения населения пищей. Наиболее перспективным направлением в деле решения этой задачи многие считают освоение океана с целью получения пищевых продуктов.

Океан действительно обладает большими продуктовыми резервами. Уже сейчас многие страны планируют увеличить в ближайшие годы в два и более раз вылов морской рыбы и получение других морских продуктов.

В нашей стране рыболовство сейчас ведется в основном в прибрежных районах морей и океанов. Дальнейшее наращивание темпов вылова рыбы может быть достигнуто в основном только за счет освоения новых районов лова, выхода рыбопромысловиков в открытые моря и океаны. Поэтому особое значение приобретают вопросы организации поиска рыбных скоплений, экономически выгодных для вылова. Появляется необходимость значительного расширения районов обследования рыбных ресурсов, где должны действовать рыбопоисковые суда. Их капитаны ранее легко ориентировались по таким определяющим характеристикам, как рельеф дна и очертания береговых линий, которые свойственны прибрежным районам. В открытых же акваториях океана такие характеристики отсутствуют. Здесь на помощь рыбакам могут прийти искусственные спутники Земли.

Конечно, обнаруживать рыбные скопления непосредственно с космических орбит может на первом этапе и

не представится возможным. Однако спутники могут существенно повысить эффективность работы рыбопоискового флота путем снабжения его необходимой информацией о температурных перепадах морской поверхности, распределении пленок рыбных масел на этой поверхности, морской растительности, температуре приводного слоя воздуха и т. д. Все эти характеристики косвенным образом помогут поиску рыбных скоплений и сделают работу поисковых судов более целенаправленной.

Можно ожидать, что в ближайшие годы на околоземные орбиты будут выведены тяжелые орбитальные станции с уникальной оптической аппаратурой на борту, которая позволит вести непосредственное наблюдение и фотографирование рыбных скоплений.

Косвенное определение рыбных скоплений с космических высот возможно и с помощью спектрометрических приборов. В основе этого метода лежит использование характерных спектральных характеристик жировых пленок, образующихся на поверхности океана при движении промысловых рыб. Лабораторные исследования тонких мономолекулярных пленок рыбных жиров показали, что их спектральные характеристики резко отличаются от характеристик водной поверхности и минеральных масел в ближней ультрафиолетовой области спектра. Некоторые исследования подтвердили наличие хороших характеристик для обнаружения рыбных масел в инфракрасной области спектра.

Спектральные характеристики пленок рыбных жиров хорошо отличаются в инфракрасной области от характеристик дизельных и смазочных масел. Используя, таким образом, методы спектрального анализа и пополняя технический арсенал приемов космических наблюдений, можно значительно расширить объем доставляемой в распоряжение исследователей ценной информации.

В определенных случаях можно обнаруживать биологическую деятельность при использовании специальных фотографических пленок. Например цветная инфракрасная фотография способствует обнаружению вещества, содержащего хлорофилл в воде. В нормальной цветной фотографии окраска морских волн может быть едва видимой. На инфракрасной цветной пленке акватории с хлорофиллом проявляются в виде ярких розовых полей.

Арктические и антарктические области морей и океанов частично или полностью покрыты льдами. Человеку очень важно знать свойства, распределение, изменчивость и поведение морских льдов. Эти знания необходимы для метеорологической службы, ледового патруля, рыболовства и судоходства. Уже сейчас информация, получаемая при помощи телевизионной и инфракрасной аппаратуры с орбит спутников, используется для организации судоходства в Арктике и Антарктике. Международный ледовый патруль регулярно использует спутниковые данные о ледовой обстановке и таким образом уточняет и увеличивает объем информации, получаемой от судов и самолетов.

Определенные возможности для выявления ледовой обстановки имеет инфракрасная фотография. На космических снимках хорошо просматривается граница между кромкой льда и чистой водой, различные трещины в морских льдах. Инфракрасные приборы позволяют получать данные о ледовой обстановке в течение длительного периода полярных ночей в высоких широтах. Кроме приборов, работающих в инфракрасной области, потенциальными возможностями обнаруживать льды обладает пассивная микроволновая локация.

Специальные спутники для океанографических исследований могут стать основой комплексного изучения океана. Появится возможность объединять в единую гло-

бальную систему сбор информации от морских автоматических станций (буев), различных судов и самолетов, проводящих океанографические наблюдения и исследования. Океанографические спутники смогут не только вести непосредственные наблюдения; они будут служить как бы ретрансляторами информации и тем самым позволят повысить оперативность, глобальность и скорость получения данных.

С развитием космической океанографии откроется возможность проведения более точных съемок на глобальной основе и составления современных карт — этого основного орудия всех наук, которые связаны с изучением Земли. За последние 100 лет суша земного шара картографировалась во все больших и больших деталях. В то же время точные карты океанов составлены только для мелководных участков. По степени точности современные карты океанов могут быть сравнимы лишь с сухопутными картами периода XVIII века.

При картографировании необходимы не только топографические исследования дна. Требуются такие карты океана, которые отражали бы синоптические, сезонные и средние температуры морской воды, ее плотность и химические свойства, морские течения. Биологам нужны карты плодородия морей и распределения морских организмов по различным районам океана. Значение спутников в построении необходимых науке и практике океанографических карт трудно переоценить.

Таким образом, уже сегодня развитие космической техники открывает принципиально новые, поистине уникальные возможности в изучении Мирового океана, совершенствовании судовождения, интенсификации рыбного промысла, открытии новых продовольственных и сырьевых ресурсов.



13. ГИДРОЛОГИЯ

В

опросы изучения и оценки водных ресурсов занимают важное место в общей проблеме исследования природных ресурсов Земли. Человек привык относиться к воде как к общедоступному дару природы. Действительно, 70 процентов земной поверхности покрыто водами Мирового океана, а существующий кругооборот воды в природе не позволяет ее исчерпать полностью.

Однако, если учесть, что основные потребители водных ресурсов расположены на суше, а сами эти ресурсы крайне неравномерно распределены по поверхности земного шара, то легко найти объяснение трудностям водоснабжения, которые испытывает человечество.

Основные источники пресной воды на Земле — реки и озера — составляют менее 0,06 процента объема воды в Мировом океане. Эта очень небольшая часть водных ресурсов и призвана, в основном, обеспечивать всю систему водопотребления. В числе потребителей воды и непосредственно человек, и промышленные предприятия, и сельское хозяйство. Существует ряд областей народного хозяйства, которые обычно относятся к разряду водопользующихся. В их число входят гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство и др.

Сейчас трудно найти промышленное предприятие, которое в той или иной мере не было бы потребителем воды. Так, по ориентировочным подсчетам в расчете на каждый кубический метр потребляемой воды завод ацетатного волокна выпускает валовой продукции на сумму 59 рублей, обувная фабрика — на 270 рублей, металлургический завод полного цикла — на 3,7 рубля. Нетрудно представить себе, какой ущерб может принести промышленному производству дефицит воды.

Стоящие перед нашей страной грандиозные задачи в деле повышения эффективности сельскохозяйственного производства не могут быть решены в отрыве от проблемы водных ресурсов. Нельзя забывать, что и природно-климатические условия нашего государства отличаются значительно более сложным характером, чем во многих других странах. Большая часть пашни расположена в засушливых или малоувлажняемых районах, таких как Поволжье, степная часть Украины, целинные земли Сибири и Казахстана, районы Северного Кавказа. Известны примеры, когда в этих районах в результате губительного действия засухи урожай зерна понижался на миллионы тонн.

Одним из реальных путей преодоления зависимости сельского хозяйства от таких случайностей, как засуха или, напротив, дождливое лето, может быть претворение в жизнь различных программ мелиорации. Вместе с тем разработка любых программ мелиорации требует знания гидрологических процессов на земной поверхности — колебаний уровня грунтовых вод, водных режимов рек и озер, поверхностного и подземного стоков, степени увлажненности различных районов и т. д. Только точная и своевременная информация о всех гидрологических процессах может служить основой для построения экономически выгодных водохозяйственных систем.

Главная задача гидрологических исследований и состоит в обеспечении народного хозяйства всеми необходимыми сведениями о водных ресурсах.

Известно, что гидрологические процессы носят вероятностный характер, и поэтому задача надежного предсказания гидрологической ситуации особенно актуальна. Отсутствие достоверного прогноза может катастрофически повлиять на ход событий. Известно, например, что внезапное повышение уровня Красноярского моря создало угрозу прорыва плотины Красноярской ГЭС. Своевременно принятые меры позволили предотвратить это бедствие.

Изучение гидрологических процессов пока еще производят методами наземных наблюдений и аэрометодами. Экспедиционный наземный метод основан на сборе данных путем наблюдений маршрутного характера. Основное его преимущество — сравнительно быстрый охват довольно большого числа гидрологических объектов. Однако собранные данные имеют, в основном, лишь качественный характер и дают характеристики водоемов лишь на тот короткий промежуток времени, в течение которого работает экспедиция.

Стационарный метод наземных наблюдений заключается в осуществлении непрерывного контроля за тем или иным водоемом и проведении комплекса измерений по определенной программе. Систематические, постоянно проводимые из года в год измерения дают весьма ценный статистический материал для описания характеристик водоема (уровня, скорости течения, расхода и т. д.). Однако стационарный метод наблюдений возможен для организации изучения лишь очень небольшой группы водоемов и при синтезе полученных в отдельных пунктах данных возникает существенное снижение точности прогноза.

В последнее время на смену прежним классическим методам пришел новый — аэрометод, в основу которого положен принцип частых периодических наблюдений гидрологических параметров в различных точках. Аэрометод позволяет, кроме того, учитывать такие важные факторы, как метеорологическая обстановка, природные, антропогенные условия и др. Такая система композиционных измерений дает качественные и количественные данные для целых районов.

Следует отметить, что измерения в стационарном и экспедиционном методах отличаются большой точностью. Точность же измерений, полученных при реализации аэрометода, достаточна лишь для решения данной конкретной задачи. Технической основой метода частых периодических измерений являются отдаленные наблюдения с летательных аппаратов. Самолет в настоящее время является единственным средством для проведения таких наблюдений. Установленный на его борту комплекс аппаратуры для получения необходимых гидрологических характеристик позволяет обследовать значительные площади и доставлять в руки гидрологов большую массу информации. Использование аэрометодов хотя и дает положительные результаты, однако требует значительных затрат, а неоднократные, повторяющиеся через сравнительно короткие интервалы наблюдения практически невозможны.

Стремительное развитие космической техники и, в частности, успешное осуществление пилотируемых полетов в околоземном космосе позволяет по-новому взглянуть на возможности сбора информации о гидрологических процессах на Земле. Уникальные способности искусственных спутников Земли по сбору гидрологической информации намного превосходят возможности других средств сбора данных.

Основное требование современных гидрологических исследований — заданная повторность наблюдения гидрологических параметров на обширных площадях. Единственным средством, удовлетворяющим в наиболее полной мере этому требованию, является спутник с комплексом регистрирующей аппаратуры на борту.

Потенциальные возможности наблюдения со спутников чрезвычайно велики. Они обеспечивают, во-первых, большие полосы обзора земной поверхности. Получаемое количество космических снимков, необходимых для гидрологического исследования определенной площади земной поверхности, в несколько сотен раз меньше количества потребных для той же цели аэро-снимков.

Во-вторых, уменьшается стоимость получения информации. По американским данным, один комплект аэро-снимков гидрологического изучения территории США стоит 12 миллионов долларов. При использовании спутника фотографирование той же территории будет обходиться в 16 раз дешевле.

В-третьих, космические данные облегчают обобщенные индуктивные исследования. Дело в том, что комплекс гидрологических объектов имеет значительные площадные размеры. Если его целиком представить на одном снимке, то доставленная информация значительно проще поддается обобщенному исследованию, чем это можно будет сделать в случае восстановления комплексной картины по мозаичной системе из многих фотографий.

В-четвертых, возможность глобального обзора обеспечивает сравнимые данные по отдельным районам земного шара. Это особенно важно, так как любые гидрологические исследования регионального характера должны рассматриваться в жесткой связи с глобальными

гидрологическими явлениями для определения и проверки гипотез водного баланса.

Наконец, орбитальные данные создают большие возможности использования информации для различных целей на основе так называемого ландшафтного метода исследования природных ресурсов. Так, один и тот же снимок может быть полезен гидрологам, геологам, работникам лесного и сельского хозяйства, океанографам. Таким образом, удельная стоимость извлеченной из космического снимка информации снижается с увеличением количества потребителей информации.

Использование космических средств не исключает применения других методов. Предстоит еще немало сделать в целях комплексного объединения всех возможных методов гидрологического исследования. В этой связи уместно заметить, что данные, получаемые при любых исследованиях, должны собираться с учетом масштаба задачи. Нередко избыток информации так же нежелателен, как и недостаток в ней. Если изучаемая площадь мала и нужна большая точность информации, то наиболее приемлемы наземные методы. Если же задача имеет умеренный масштаб — вероятно, целесообразнее всего использовать аэрометоды, дополненные наземным контролем. При очень больших исследуемых площадях наиболее эффективными становятся орбитальные методы наблюдений, дополненные аэронаблюдениями и наземными измерениями, которые могут потребоваться для корректировки.

Специфическая особенность метода отдаленных наблюдений заключается в том, что носителем информации являются в основном электромагнитные волны. Вообще говоря, в настоящее время существует довольно широкий комплекс приборов, способных регистрировать информацию в различных областях электромагнитного

излучения. Однако уровень современных методов интерпретации получаемых данных для гидрологических целей далеко еще не одинаков по области спектра.

Например, возможность использования фотографической информации для выявления процессов и явлений намного превышает возможности радиолокационного изображения. Дело даже не столько в том, что радиолокационное изображение значительно уступает фотографическому по детальности. Просто богатый опыт использования фотографий позволяет выявить гораздо больше деталей изображения как по прямым, так и по косвенным признакам, нежели при расшифровке радиолокационного или любого другого изображения.

Вместе с тем нельзя утверждать, что информация, получаемая в инфракрасном, радиолокационном, микроволновом диапазонах, не будет иметь решающего значения в гидрологических исследованиях. Задача будет сводиться к наиболее быстрому выявлению потенциальных возможностей использования указанных спектров для гидрологических исследований из космического пространства и к началу их широкого практического применения.

Большое значение для гидрологов может иметь получение из космоса инфракрасного изображения земной поверхности. По таким снимкам могут решаться задачи оценки и планирования расхода качественной воды. В частности, результативность инфракрасного изображения уже подтверждена при обнаружении утечки пресной грунтовой воды в прибрежных районах морей и океанов. Известно, что такого рода потери качественной воды могут достигать одной шестой от общего количества пресной воды, используемой населением нашей планеты. Поэтому организация систематического наблюдения за состоянием грунтовых вод на основе использования спут-

ников позволит более успешно решать задачу планирования водоснабжения.

Характерная цветопередача на цветных инфракрасных пленках позволяет гидрологам выявлять увлажненные участки, отслеживать загрязнение водоемов, обнаруживать дренажные системы. Фотографирование в инфракрасных лучах с его способностью преодолевать атмосферную дымку делает перспективным использование этого вида получения изображений с искусственных спутников Земли. На сделанных из космоса фотографиях ясно вырисовываются контуры различных водоемов, их взаимное расположение и цвет водной поверхности. Такие данные безусловно помогут лимнологам в исследовании и изучении озер, их классификации и составлении общего каталога озер на земной поверхности.

Если учесть, что общая площадь вечных льдов на территории Советского Союза превышает 75 тысяч квадратных километров, то нетрудно представить себе то огромное значение, которое имеют ледники в деле гидрологического обеспечения. Ледники являются колоссальным источником водных ресурсов. Такие горные ледниковые области, как Северный Урал, Кавказ, Алтай, Саяны и другие питают многие реки нашей страны. Вот почему изучение ледников является важной задачей и выделяется в особый раздел гидрологии, называемый гляциологией. Гляциологические работы проводятся в труднодоступных районах. Изучение этих районов с помощью искусственных спутников Земли открывает большие перспективы особенно при исследовании горных ледников.

Значительный интерес для гляциологов представляют космические фотографии в инфракрасном диапазоне. С помощью таких фотографий можно выявлять основные формы ледниковых образований — фирновые поля,

языки, морены и важные детали — разломы, разрывы, сдвиги и сбросовые нарушения. По характеру изображения трещин и их расположению, по ориентировке моренных гряд и другим признакам можно определить направление и особенности движения ледниковых полей.

В связи с постоянным движением ледников возникает необходимость проведения часто повторяющихся наблюдений за изменением их формы, размеров, расположением нижних границ и т. д. Трудности организации таких наблюдений наземными и аэрометодами чрезвычайно велики. Решение этой задачи значительно облегчается при использовании спутников.

Бурное развитие индустрии и рост народонаселения уже сегодня делает проблему водоснабжения одной из первоочередных и нет сомнений в том, что человечество успешно решит и эту сложнейшую проблему. Большую помощь в этом деле окажет космонавтика — использование в гидрологических исследованиях искусственных спутников Земли и пилотируемых космических кораблей.



14. ГЕОЛОГИЯ



проникновением в космос человек начинает еще более пристально всматриваться в жизнь на Земле, в происходящие на ней явления и процессы. Земная поверхность непрерывно изменяется, разрушаются горы, прорезываются долины, образуются овраги и ущелья, движутся ледники. Да и сами материки перемещаются, как бы «плавая» на огромной земной сфере, участки земной коры то медленно опускаются и поднимаются, то содрогаются от землетрясений. Земля живет, и всю эту жизнь тщательно изучают геологи и геофизики.

Трудно перечислить все многообразие проблем, которые стоят перед геологией. Однако легко себе представить важность и необходимость их решения и то огромное практическое значение, которое приобрела в наше время геология. С каждым годом все новые и новые кладовые Земли открывают геологи. Каменный уголь и нефть, золото и алмазы, свинец и олово, железная руда и марганец — вот далеко не полный перечень тех жизненно важных материалов, которые самым непосредственным образом влияют на развитие нашей промышленности, на жизнь страны, на рост ее могущества и процветание.

Геология обеспечивает тот фундамент, который является первоосновой материально-технической базы любого государства в мире. Успехи геологии оказывают решающее влияние на общий уровень технического развития страны и материального благосостояния населения.

В настоящее время для изучения геологических процессов используются как методы наземных наблюдений, так и аэрометоды. Наземные методы исследований появились с возникновением геологии как науки и являются наиболее точными, решающими широкий круг задач.

С развитием авиации в геологию пришли аэрометоды, позволившие более эффективно проводить многие исследования. Так, установленная на самолете Ан-2 аппаратура для геологического обследования местности позволяет провести в течение одного лета геологическое обследование площади свыше 10 тысяч квадратных километров. Такой объем работы не под силу ни одной геологической экспедиции.

Большое место при использовании аэрометодов занимает аэрофотосъемка земной поверхности на различные типы фотопленок. С 1960 года в СССР применение аэрофотосъемки при геологических работах в масштабе 1 : 25 000 и мельче стало обязательным. Наличие аэрофотоснимков позволяет наносить геологические границы с обоснованностью и детальностью, недостижимой при наземной съемке. По материалам аэрофотосъемки составляют предварительные геоморфологические и структурно-геологические карты, проектируют полевые маршруты и площадки для буровых скважин и горных выработок, производят ревизию старых геологических карт.

Аэрометоды используются не только для аэрофотосъемки, но и для радиолокации местности в геологических целях, позволяющей получать качественно новые признаки геологического строения, рельефа местности,

геологических разломов. Аэромагнитная разведка, основанная на различии магнитных характеристик кристаллических и осадочных пород, также нашла применение для геологического картографирования. Последние модели аэромагнитометров позволяют вести наблюдения с высокой точностью.

Несмотря на успехи, достигнутые геологией благодаря умелому сочетанию методов наземных исследований и аэрометодов, стремительное развитие нашего хозяйства ставит перед геологией задачу еще более эффективного поиска минеральных ресурсов, увеличения сырьевой базы нашей промышленности и сельского хозяйства. В этих условиях наряду с совершенствованием имеющихся методов и средств вполне естественным становится поиск новых, еще более эффективных методов геологических исследований.

И здесь на помощь человечеству может прийти космос. Запуски первых пилотируемых кораблей показали, что с орбитальных высот можно очень многое различить на земной поверхности даже невооруженным глазом. Хорошо заметны крупные реки и горы, искусственные водохранилища, зеленые массивы лесов, квадраты возделанных полей. Материки и океаны легко узнать по характерному цвету, очертаниям и рельефу. На водной поверхности видны крупная зыбь и направление движения волн, хорошо ощущается переход от малых глубин к большим. В районах шельфов океан имеет светло-бежевый цвет, глубокие впадины выделяются темно-синими пятнами.

Ни одна геологическая карта не может так вскрыть все многообразие геологических элементов, раскрыть связи между ними и закономерности их размещения на поверхности, как наблюдения со спутников. Искусственный спутник Земли позволяет взглянуть на любой уча-

сток земной поверхности, избавляет геологов от трудностей преодоления огромных расстояний и непроходимых районов, от зноя в пустынях и крайне низких температур в областях высоких широт.

Создание специальных искусственных спутников Земли, способных в глобальном масштабе собирать необходимую для геологии информацию, позволит получить качественно новые данные о многих процессах, формирующих строение и состав нашей планеты, приблизит к решению многих фундаментальных проблем геологии.

Можно надеяться, что космические методы позволят еще глубже познать происхождение Земли и ее развитие. Космическая геология сейчас только начинает развиваться и, конечно, трудно предсказать все многообразие задач, которые могут быть решены космическими методами.

В основном целесообразность использования искусственных спутников Земли для решения геологических задач будет определяться возможностями регистрирующих приборов, устанавливаемых на борту спутников, а также способностью геологов распознавать и использовать получаемую информацию.

Основное значение для геологии будет иметь космическое фотографирование земной поверхности на различные виды фотопленок. Опыт проведения высотной аэрофотосъемки, а также изучение фотографий, сделанных с космических высот при помощи космических объектов, указывают на значительную перспективность космической фотографии для целей геологии.

Космическое фотографирование может доставить информацию для решения следующих геологических задач: выявление и изучение тектонических и морфологических структур регионального порядка; поиск полезных ископаемых; выявление геологических крупномасштабных

процессов; определение взаимосвязей крупных геологических элементов земной поверхности; установление связи рельефа и типа отложений; выявление динамики оползней, оврагов, береговой линии; вскрытие геоморфологических проявлений поискового значения и т. д.

Космическая фотография может служить ценным материалом для совершенствования инженерно-геологических изысканий при строительстве линейных сооружений — железных и шоссейных дорог, каналов, трубопроводов и линий электропередач. Станет возможным уже на стадии составления проектного задания определять оптимальное трассирование линейных сооружений и тем самым сократить время и материальные затраты на их строительство.

Однако самую большую роль должно сыграть космическое фотографирование для составления геолого-географических карт поверхности земного шара. Несмотря на то, что карты являются важным орудием в изучении различных процессов на Земле, работы по картографированию многих районов земной поверхности еще далеко не завершены. Есть еще большие территории на нашей планете, для которых вообще нет карт. Так, к настоящему времени карты масштабom 1 : 1 000 000 составлены для 80 процентов Земли, масштабom 1 : 250 000 — для 25 процентов, масштабom 1 : 100 000 — для 12 процентов и масштабom 1 : 25 000 только для 5 процентов Земли. Использование искусственных спутников Земли должно сыграть значительную роль в завершении работ по картографированию Земли.

Процесс картографирования можно существенно ускорить благодаря неисчерпаемым возможностям фотографирования любой точки земной поверхности со спутника при очень незначительных затратах времени. Ни наземные методы, ни аэрометоды не могут быть

использованы для съемки больших территорий в короткие сроки и на глобальной основе.

Возможности аэрофотосъемки весьма ограничены. Во-первых, самолет летает в атмосфере, а это значит, что необходимы особые меры по стабилизации его полета в процессе фотографирования в целях предупреждения так называемого смаза изображения, который резко снижает дешифровочные свойства фотоснимка. К тому же аэродинамические формы самолета ограничивают возможности установки и размещения на нем фотоаппаратуры.

Во-вторых, для аэрофотосъемки значительных площадей приходится делать десятки тысяч снимков. Так, для фотографирования квадратного поля земной поверхности размером 1000×1000 километров с высоты 10 километров камерой с углом поля зрения 55° (угол, в пределах которого падение освещенности от центра изображения допустимо) при 60-процентном предельном перекрытии требуется примерно 30 000 снимков (при параллельных трассах полета). Величина кадра соответствует площади на Земле 10×10 километров. При таком масштабе изображения не удается охватить полностью многие геологические объекты. Для их связи приходится применять монтажи, что снижает качество получаемых карт и фотопланов вследствие потери информации и уменьшения точности.

Следует, кроме того, учесть, что скорости полета самолетов, составляющие даже 800—900 километров в час, не позволяют завершить фотографирование больших площадей при неизменных условиях съемки. В то же время съемка при различных условиях освещенности и времени суток делает фотокадры трудно сравнимыми. Нередко они получаются и разномасштабными. Все это в конечном счете отрицательно влияет на воз-

возможности использования полученных фотоснимков как при составлении геологических карт, так и для других целей.

Фотографирование же земной поверхности для целей геологического картографирования с борта искусственных спутников позволит либо преодолеть перечисленные трудности, либо свести их к минимуму. Так, при фотографировании со спутника участка размером 1000×1000 километров потребное количество снимков может быть уменьшено более чем в 500 раз. Скорость полета спутника, в 25 с лишним раз превышающая скорость полета самолета, позволяет получать снимки больших территорий в короткие по времени сроки и при относительно неизменных условиях освещенности.

Таблица 3

Некоторые оценочные параметры для решения задачи космического фотографирования земной суши в различных масштабах

Масштаб съемки	Требуемое фотокусное расстояние фотообъектива в метрах	Время, необходимое для съемки земной суши, в сутках	Количество пленки в килограммах	Ориентировочное количество запусков спутников для фотографирования всей земной суши
1 : 1 000 000	0,25	8	66	1
1 : 500 000	0,5	16	266	1—2
1 : 250 000	1	32	1660	3—4
1 : 100 000	2,5	80	6600	6—8
1 : 50 000	5	160	26 600	10—12

Но при относительно крупномасштабном фотографировании из космоса больших площадей требуется уже значительное время. Как видно из табл. 3, время фотографирования поверхности земной суши размером около 153 миллионов квадратных километров исчисляется десятками суток.

Площадь кадра на земной поверхности при космической фотосъемке, во много раз превышающая площадь кадра аэроснимка, позволяет сразу выявить главные контуры геологических образований, которые обычно выявляются после долгого периода полевых работ. Ни фотографии, ни фотопланы, смонтированные из десятков и сотен аэроснимков, не могут дать геологической науке того, что дают космические фотографии.

К преимуществам космического фотографирования можно также отнести отсутствие вибраций; постоянство движения спутника по определенному закону, обеспечивающее достаточную точность привязки получаемых снимков; незначительность влияния атмосферы на орбитальных высотах. Последнее обстоятельство позволяет более удобно, чем на самолете, разместить длиннофокусную съемочную аппаратуру.

Однако фотографирование из космоса не может во всех случаях заменить аэрофотосъемку и наземные способы картографирования. Все эти методы взаимно дополняют друг друга.

Кроме того, при создании и использовании спутников для фотографирования земной поверхности возникает множество проблем: необходимо учитывать кривизну поверхности Земли и влияние атмосферы на изменение контраста и цвета, обеспечить доставку фотоснимков на Землю и требуемый температурный режим в космическом аппарате, защитить пленку от радиации и т. д. Все же организация космического фотографирования в гео-

логических целях позволит быстро компенсировать материальные расходы, которые будут необходимы для создания специально оборудованных спутников. Геологи получают очень удобную, с точки зрения понимания геологических процессов, информацию.

На качество геологической информации с использованием спутников Земли будут оказывать влияние специфические особенности наблюдения с орбитальных высот. Атмосферная дымка, облачность, поглощение излучения атмосферой в определенных участках спектра — все это предъявляет определенные требования к выбору аппаратуры спутника и ее параметров.

Для преодоления влияния атмосферной дымки на процесс космического фотографирования используются либо светофильтры, либо пленки, чувствительные к инфракрасным лучам. Применение приборов инфракрасного диапазона для получения геологической информации менее освоено в настоящее время, по сравнению с приборами видимого диапазона.

Фотографирование в ближней инфракрасной зоне (до 1,2 микрона) позволяет выявить дополнительные косвенные признаки при съемке необнаженных геологических объектов, причем влияние атмосферной дымки на процесс фотографирования в инфракрасных лучах значительно снижается. Датчики, работающие в средней и дальней зоне инфракрасной области, способны регистрировать перепад температуры наземных объектов до 0,5 градуса и даже меньше. Эта особенность дает возможность использования инфракрасного изображения местности в целях повышения точности дешифрирования. В частности, по таким изображениям можно разграничивать контуры сухих и влажных почв, погребенные соляные купола, контакты некоторых горных пород (сланцев, песчаников, известняков), геотермические аномалии, сви-

детельствующие об усилении вулканической деятельности, и т. д.

В США был проведен эксперимент по съемке остывающей лавы в различных участках инфракрасной области спектра. По изображениям остывающей лавы, полученным в трех частях спектра (3—5 микрон, 8—10 микрон и 14—15 микрон), было сделано заключение о том, что лучшими дешифровочными свойствами обладает последний снимок (14—15 микрон). Имеются и другие примеры, указывающие на перспективность использования инфракрасной области спектра для геологического исследования.

Установка на спутниках приборов, работающих в инфракрасном диапазоне спектра электромагнитного излучения, позволяет вести наблюдения не только днем, но и после захода Солнца, когда тепловой контраст деталей наибольший. Это очень важно, если учесть, что, как правило, половину оборота вокруг Земли спутник проходит над ее неосвещенной стороной. Таким образом, спутник становится средством, позволяющим вести круглосуточные геологические исследования земной поверхности.

Радиолокационная съемка в геологических целях открывает возможности выявления некоторых структурных особенностей земной коры. Сравнительно большое применение находит радиолокация при поисках железорудных месторождений. Основная особенность радиолокационного поиска заключается в его независимости от метеорологических условий и времени суток. Значение этой особенности становится понятным, если учесть, что большая часть Земли обычно покрыта облаками.

Для внедрения радиолокационной съемки с космических высот потребуется использование синтезированных антенн малых габаритов и бортовых вычислительных машин для формирования радиолокационного изображе-

ния. Все это в конечном счете позволит увеличить решающую способность радиолокационной аппаратуры для съемки с космических высот.

Основным препятствием при использовании ультрафиолетовой области спектра является сильное атмосферное поглощение и рассеивание этих лучей. Однако свойство горных пород и растений флюоресцировать под влиянием ультрафиолетового излучения дает возможность определить их контур с использованием электронооптических преобразователей. Благодаря свечению углеводорода положительные результаты получены при дешифрировании фотографий участков поверхности, перспективных на нефть и газ. Для возможности использования этого метода требуется установка на борту летательного аппарата источника ультрафиолетового излучения. Процесс съемки возможен только ночью.

Большое значение при геологическом дешифрировании космических снимков имеет изучение спектральных коэффициентов отражения геологических объектов. Знание отражающих свойств элементов земной поверхности позволяет также правильно решить вопрос о назначении характеристик съемочной аппаратуры. В частности, можно оптимально выбирать тип аэропленок по области их сенсibiliзации, чувствительности и другим параметрам.

Установка на искусственных спутниках Земли приборов для снятия спектральных характеристик отражения геологических элементов земной поверхности может облегчить дешифрирование, значительно обогатить имеющийся атлас спектральных коэффициентов отражения, расширить область спектра, в котором они получены.

Устанавливаемая на искусственных спутниках Земли аппаратура для измерения напряженности магнитного поля Земли может предоставить геологам ценную информацию о характере залегания различных магнитных

пород. С высот полета спутников (порядка 300—800 километров) можно предсказывать на основе измерения магнитного поля, как глубоко залегают источники магнитной аномалии.

Примером успешного применения космических средств для разведки магнитных пород может служить исследование Восточно-Сибирской магнитной аномалии, в результате которого были уточнены координаты максимума аномалии и глубина залегания ее источников. С помощью спутников удалось также обнаружить неизвестную до этого магнитную аномалию в южной части Атлантического океана.

В геологических целях чаще всего вовсе не обязательно измерять абсолютные значения напряженности магнитного поля. Полезную в практическом отношении информацию можно извлекать из измерения относительных величин, характеризующих изменения напряженности магнитного поля при переходе от одного участка к другому. Выявленные при этом перепады напряженности указывают на наличие магнитных аномалий, знание которых помогает геологам при разведке полезных ископаемых (железная руда, базальт, габбро и др.), изучении строения и характера залегания пород.

Одной из особенностей проведения магнитной съемки являются вариации магнитного поля, т. е. изменения его параметров во времени. Причем существенные трудности связаны с устранением вредного влияния суточных и коротко-периодических изменений. Использование спутников для проведения магнитной съемки позволяет быстро проводить измерения на значительных площадях и тем самым получать сравнительные данные для обширных районов Земли.

Одновременно с измерениями магнитного поля в геологии часто проводят измерения силы тяжести. По кар-

тине изменения силы тяжести можно судить о характере пород, из которых сложены отдельные слои и районы Земли. В одних случаях — это плотные скалистые породы, в других, например, легкие известняковые. Роль гравиметра — прибора для определения силы тяжести — может играть сам искусственный спутник Земли, возмущение орбиты которого происходит в результате изменений силы тяжести. Однако указанный метод применим лишь для исследования больших аномалий силы тяжести. В настоящее время ведутся разработки специальных высокоточных приборов для регистрации довольно слабых изменений силы тяжести при полетах на орбитальных высотах.

Таким образом, есть все основания считать, что в ближайшие годы космическая техника найдет широкое использование для решения самых разнообразных задач геологии.



15. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО



Наша страна — одна из богатейших стран мира по лесным ресурсам. По площади лесов, доступных для разработки, СССР не имеет себе равных. Лесная площадь в нашей стране занимает 9,1 миллиона квадратных километров, а общая площадь земель лесного фонда равна 12,3 миллиона квадратных километров, т. е. составляет более 50 процентов территории СССР.

Породный состав наших лесов очень разнообразен. Преобладающее место (72,7 процента всей площади лесов) занимают хвойные породы, ценность которых значительно выше лиственных. Лиственные породы занимают 20,5 процента общих запасов лесных угодий, площадь прочих древесных и кустарниковых пород составляет 46,4 миллиона гектаров, или 6,8 процента.

В мировых ресурсах хвойных пород запасы СССР составляют более 50 процентов. Если учесть, что потребность в древесине возрастает во всех странах мира, а цена ее на мировом рынке повышается, то можно предположить, что валютный доход нашей страны в результате экспорта леса будет непрерывно увеличиваться. Уже сейчас он составляет важную статью дохода. Лес, лесное сырье, лесные товары экспортируются в Англию, ГДР,

Венгрию, Японию, Турцию, Иран, Монголию и другие страны мира.

Основным потребителем древесины являются промышленное и гражданское строительство, угольная и железорудная промышленность, железнодорожный транспорт, судостроение, целлюлозно-бумажная промышленность.

Большие перспективы в использовании древесины открывает химия. При химической переработке одного кубического метра древесины можно получить: целлюлозы — 200 килограммов, или виноградного сахара — 200 килограммов, или целлофана — 6000 квадратных метров, или уксусной кислоты — 20 литров, или искусственного волокна — 165 килограммов.

Лес является поставщиком чистого воздуха; места лучших здравниц и санаториев находятся в лесных массивах. Лес участвует во многих природных процессах: регулирует поверхностные и подземные стоки, защищает почвы от эрозий, влияет на формирование микроклимата и на условия выращивания сельскохозяйственных культур и т. д. Все это делает задачи охраны, устройства и развития леса важной общегосударственной проблемой.

Для сохранения и развития лесных богатств в стране проводится широкий круг мероприятий. Самые разнообразные задачи решают наши лесохозяйственные организации: здесь работы по лесоустройству и инвентаризации, таксационные работы и охрана лесов от пожаров, санитарное обследование лесов и разработка мероприятий по их улучшению, организация лесовозобновления и лесопотребления и многие другие.

Трудности проведения этих работ обусловлены громадными площадями лесных массивов в нашей стране. Поскольку организация любых лесохозяйственных меро-

приятый всегда связана с обследованием лесов, нетрудно понять, какой качественный скачок был сделан в этом деле с внедрением авиационных методов наблюдения. Благодаря умелому сочетанию аэрометодов и наземных методов наблюдения удалось значительно повысить качество проведения очень важных в лесном хозяйстве таксационных работ, мероприятий по охране и защите лесов, составлению различных лесохозяйственных программ.

Однако в соответствии с объективными законами технической революции любая страна для получения максимума полезности от природных богатств должна правильно использовать результаты технического прогресса в различных областях науки и техники. В наше время создаются благоприятные предпосылки для использования прогресса в освоении космического пространства в целях решения практических хозяйственных задач и, в частности, задач лесного хозяйства.

Один из способов использования космических методов в лесном хозяйстве—это реализация программы фотографирования лесных массивов на различные виды фотопленок. Таким образом, можно наиболее эффективно удовлетворить все возрастающие требования к получению точной и быстрой информации по лесоустройству и размерам лесных массивов. Причем опыт проведения аэросъемки может быть максимально использован и при космической съемке, поскольку принципиальная основа фотографирования остается неизменной.

Вообще метод высотного фотографирования лесных массивов представляет собой наилучший метод съемки лесов. К полученным фотоматериалам всегда можно обратиться для выявления объективной картины. В лесном хозяйстве космическая съемка может быть использована: для мелкомасштабного картографирования лесной

территории; определения необлесившихся площадей и свежих вырубок; выявления площадей поврежденного и погибшего леса (гарей, ветровалов, шелкопрядников и т. д.); определения площадей лесного фонда, занятых болотами и заболоченными участками, лугами, озерами, каменистыми россыпями и т. д.).

Осуществление космического фотографирования в отдаленных и труднодоступных лесных районах будет особенно эффективным. Надо отметить, что в настоящее время далеко не все площади лесного фонда достаточно обследованы. Около 65 процентов лесных площадей нуждаются в лесоустройстве. Искусственные спутники Земли помогут успешно выполнить эти работы.

Космические снимки откроют достоверную картину растительности и ее пространственного распределения, помогут с достаточной точностью произвести обмер лесных участков и определить их контуры. Выявленные в результате космического фотографирования такие определяющие характеристики, как породный состав леса, возрастная структура, условия произрастания, состояние лесонасаждений позволят довольно полно сопоставить лесные ресурсы различных участков и районов в масштабе всей страны.

Мелкомасштабные космические фотографии с площадью кадра на земной поверхности в несколько тысяч квадратных километров открывают возможность дешифрирования лесов на широкой географической основе с использованием всего комплекса ландшафтных признаков. На таких космических снимках легче могут быть выявлены взаимосвязи лесных насаждений с различными компонентами ландшафта, в результате чего может быть повышена надежность дешифрирования типов лесов.

Представляется перспективным использование космического фотографирования для изучения фенологическо-

го состояния лесов в различные сезоны года. Сопоставление материалов повторного фотографирования может дать возможность изучения характера изменения древесной растительности и фенологических особенностей отдельных пород на больших площадях в масштабе всей страны.

Определенную роль могут сыграть спутники Земли и в решении проблемы экономической оценки лесных ресурсов. Основная трудность при этом заключается в необходимости учета множества факторов, связанных со спецификой лесных ресурсов, возможностью их многоцелевого использования. При построении экономически выгодного плана эксплуатации лесных богатств необходимо учитывать весь комплекс функций леса как источника древесного сырья, его значения для охраны и защиты почв, регулирования гидрологических процессов, поддержания устойчивого стока, влияния на микроклимат, наконец, как базы для организации зон отдыха.

Можно надеяться, что космическое фотографирование будет той технической основой, которая позволит проводить объективные экономические оценки лесных ресурсов страны и решит проблему взаимной увязки показателей лесозаготовительной и лесохозяйственной деятельности.

Сопоставление космических снимков, сделанных в разное время, даст возможность изучать процессы восстановления лесов, прогнозировать запасы различных видов древесных пород, определять рациональные сроки вырубки. Космическое фотографирование может служить основой для оптимальной разработки планов лесозаготовительной промышленности в масштабах страны, выбора участков для лесозаготовок в зависимости от их качества, добротности древостоя, породного состава, запасов древесины, а также с учетом условий

сплава и транспортных перевозок. Все это позволит выгодно распределить производственные силы и сократить расходы на лесозаготовительные работы.

Особое место могут занять космические средства в деле охраны лесов от пожаров. На территории СССР ежегодно в пожароопасный период (апрель — сентябрь) возникает свыше 20 тысяч лесных пожаров. В отдельные засушливые годы площадь лесов, пройденная огнем, достигает миллиона гектаров. Это причиняет ущерб не только лесному хозяйству, но и ряду других отраслей. Дымовые завесы от лесных пожаров наносят вред сельскохозяйственным растениям, затрудняют судоходство на реках, губительно действуют на промысловых зверей и птиц.

Последствия лесных пожаров проявляются также в ухудшении гидрологии почвы, изменении уровня грунтовых вод, характеристик стока и других параметров. Лесные пожары в зависимости от характера горения и причиняемого при этом вреда делятся на три основные группы: низовые пожары — горение на поверхности почвы (лесной подстилки), высота пламени 0,5—2 метра, обгорают основания стволов деревьев; подземные пожары — беспламенное горение торфяного слоя, глубоко просыхающего в период засухи, торф медленно тлеет и на поверхности почвы стелится едкий дым, в прогоревших местах сваливаются деревья; верховые пожары — наиболее опасный вид лесных пожаров, охватывающий почти весь древостой снизу доверху, образуется мощный фронт пламени, в результате которого уничтожается лес на больших площадях.

Обычно любой пожар в лесу начинается с низового. На его долю приходится около 90 процентов всех случаев возникновения пожара. Верховых пожаров бывает около 8—9 процентов, а на долю подземных пожаров

приходится лишь 1—2 процента. Таким образом, вовремя обнаруженный и потушенный низовой пожар может исключить развитие верховых пожаров, борьба с которыми чрезвычайно трудна.

В настоящее время для охраны лесов от пожаров применяется авиация. Распределенные по всей лесной территории посты авиационной охраны лесов используют для патрулирования несколько сот летательных аппаратов — самолетов Як-12 и Ан-2, вертолетов Ми-1 и Ми-4. Однако в период сильных ветров, когда наступает высокая пожарная опасность, патрульная авиация не поднимается в воздух. В это время пожары охватывают наибольшие площади. Кроме того, вследствие огромных лесных площадей на каждый летательный аппарат приходится от 1 до 4 миллионов гектаров обследуемой площади. В результате патрулирование осуществляется, как правило, не на всей территории, а только на части ее и один раз в сутки.

Создание космической системы наблюдения за лесными пожарами позволит более эффективно следить за лесными районами в масштабе всей страны и предупредить развитие пожаров. Представится возможность лучшей организации работ по тушению пожаров. Централизация получения и обработки информации о распределении лесных пожаров по площади и их интенсивности создаст условия для оптимального распределения средств тушения пожаров, чтобы свести к минимуму приносимый ущерб.

Комплекс тепlopеленгационной аппаратуры, установленной на спутнике, позволит вести наблюдения за лесами в любое время суток и при любой метеорологической обстановке, чего не могут обеспечить современные средства авиационной охраны. Благодаря этому значи-

тельно ускорится обнаружение пожаров и потребуются меньшие усилия для их ликвидации.

Раннее обнаружение пожаров очень существенно влияет на степень распространения огня по площади. При использовании патрульной авиации среднее время обнаружения пожаров равно 12 часам, в то время как космическая система, состоящая из двух спутников, позволит сократить это время до 4 часов.

Современная метеорология вплотную приблизилась к решению проблемы тушения лесных пожаров искусственно вызываемыми осадками. Первые эксперименты по применению этого метода были проведены в 1968 году в Хабаровском крае и в Сибири. Несколько тысяч гектаров ценного леса было спасено в Красноярском крае благодаря искусственно вызванным осадкам. Идея метода сводится к воздействию на ресурсную облачность в районе пожара определенными реагентами. Наиболее эффективен данный метод при тушении пожаров на больших площадях, где горение продолжается неделями и даже месяцами. Обычные методы тушения в этом случае не дают сколько-нибудь заметного результата.

И вот, когда, казалось бы, пожар ничем нельзя потушить, он сам предоставляет нам в руки способ борьбы с ним. Дело в том, что в районе больших пожаров образуются мощные конвективные кучевые облака, обладающие огромными запасами влаги. Человеку остается лишь ввести в такие облака определенные реагенты, вызывающие лавинарастающий процесс, заканчивающийся дождем. По мере более широкого внедрения этого метода в борьбу с лесными пожарами появится необходимость оперативного обнаружения перспективной для тушения ресурсной облачности. Эта задача может быть возложена на искусственные спутники Земли, снабженные аппаратурой для регистрации такой облачности. Си-

стематическое наблюдение за облачными образованиями над лесной территорией с космических аппаратов позволит отслеживать динамику развития ресурсной облачности, ее пространственное перемещение и потенциальную возможность использования для тушения пожаров.

Одной из причин возникновения лесных пожаров являются грозы. Вероятность возникновения лесного пожара от гроз достигает в отдельные месяцы 0,5 (июнь), а в среднем за весь пожароопасный период эта вероятность равна 0,3. Таким образом, в среднем при десяти грозах возникает от 3 до 5 пожаров.

Возможность определения грозových мест позволяет правильно оценить пожарную обстановку на всей территории лесов и выявить районы с повышенной пожарной опасностью. Для решения этой задачи представляется возможным использовать специальные датчики гроз на искусственных спутниках Земли. Периодически просматривая всю территорию лесов с помощью спутников, можно выявить распределение гроз в пространстве и во времени. Тем самым будет доставляться фактическая информация для оценки степени пожарной опасности как по отдельным районам, так и по стране в целом.

Создание и использование искусственных спутников Земли с соответствующим комплексом аппаратуры даст возможность определить общую картину распределения гроз, вероятность лесных пожаров и возникновения ресурсной облачности над лесной территорией. Это явится основой для планирования охраны лесов от пожаров в масштабе всей страны.



16. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ч

еловечество питается продуктами растительного и животного мира. Поэтому люди всегда проявляют неослабное внимание к сельскохозяйственному производству. Вместе с тем результат деятельности людей по производству продуктов, как никакая другая сфера его труда, подвержен капризам природы.

Конечно, очень многое зависит от правильности подбора посевных культур, качества семян, ухода за почвой и всходами и других агротехнических мероприятий. И в этом отношении достигнуты большие результаты. Но до сих пор еще бывают урожайные и неурожайные годы, определяемые все теми же погодными явлениями.

Уточнение прогноза погоды с помощью метеорологических космических систем, а впоследствии коррекция погодных явлений и даже изменение климата внесут радикальные перемены в продуктивность сельского хозяйства. Прежде всего очень нужны долгосрочные прогнозы. Их достоверность позволит определить состав посевных культур и время сева, режим ухода за всходами и другие агротехнические мероприятия, обеспечивающие наилучшую урожайность в условиях ожидаемой погоды.

Краткосрочные прогнозы дадут возможность своевременно провести мероприятия по охране продуктов зем-

леделия от трудно прогнозируемых локальных погодных явлений и крупномасштабных аномалий, вызываемых различными случайными факторами. Это позволит уберечь урожай от заморозков, града, наилучшим образом выбрать время его полива и уборки.

Коррекция погодных явлений будет мощным орудием в повышении эффективности и стабильности хозяйства. Ожидание заморозков, града, засухи и других капризов погоды уже не будут приводить в трепет земледельцев. Эти аномалии погоды будут аннулироваться специальной службой погоды и земледелие превратится в стабильное плановое хозяйство.

Что касается изменения климата, то в этой области метеорологии можно ожидать самые необычные последствия.

Пустыни могут стать плодородными оазисами, «гнилые углы» Земли — оздоровительными курортами. Это не только изменит сельскохозяйственный облик стран, но и оздоровит условия жизни населения.

Большую помощь земледелию окажут космические системы наблюдения за поверхностью Земли. Они позволят в масштабе всей страны оперативно получать объективную информацию о климатических условиях, необходимых для земледелия и животноводства. Не составит больших затруднений наблюдение за ходом освождения территории страны от снежного покрова, за вскрытием рек и паводком, оттаиванием почвы и ее температурой. Принципиально возможно наблюдение из космоса за состоянием грунта и ходом подготовки полей к севу, готовностью пастбищ для выгона скота в отдаленных от населенных пунктов районах, развитием всходов посевных культур, их цветением, созреванием и уборкой, а также за другими крупномасштабными процессами на поверхности Земли. Это позволит в масштабах страны

организовать более эффективное управление производственными процессами в сельском хозяйстве.

Во многом успехам сельского хозяйства будет способствовать наличие высокоэффективной космической системы связи. С ее помощью земледельцы смогут оперативно получать информацию о целесообразности проведения различных мероприятий с учетом всего комплекса внешних условий и прогнозов погоды. Будут организованы специальные космизированные центры управления и диспетчирования сельским хозяйством. В таких странах, как наша, с большой территорией и разнообразием климатических условий, возможно, что таких центров будет несколько.

В центрах будет собираться информация о происходящих и ожидаемых погодных явлениях от метеослужб страны или мира, результаты работы космических систем обзора поверхности Земли и сообщения местных агротехнических служб. Вся эта информация через систему отображения будет доступна для визуального наблюдения и последующей оценки. Возможно, что это будут большого размера цветные телевизионные экраны, где постоянно, а может быть по вызову диспетчера будут представлены карты всей страны или отдельных областей, районов или колхозов, с отмеченными на них характеристиками погодных и почвенных условий. Качественная работа таких систем отображения будет обеспечиваться электронно-вычислительными машинами. В них будет храниться информация о всех сельскохозяйственных участках: географическом их расположении, размерах, производственных возможностях и т. д.

Сопоставляя внешние данные с характеристиками отдельных хозяйств, машина будет автоматически вырабатывать целесообразные рекомендации и передавать их через космическую систему связи по назначению. Без-

условно, что создание центров управления и диспетчирования и разработка программ их работы — сложная научно-техническая задача, но вполне разрешимая при современном уровне развития техники.

Со временем центры управления и диспетчирования самостоятельно или по запросу метеорологических центров будут определять необходимость коррекции погодных явлений и осуществлять ее. Характеристики коррекций будут вырабатываться автоматически, в зависимости от характера аномалий погоды (заморозки, град, засуха и т. д.), времени года, развития циклонов и антициклонов и их влияния на ход нормального развития сельскохозяйственных культур.

Вырабатываемые машиной информация и команды будут поступать на систему отображения для визуального наблюдения. Это позволит диспетчерам проводить в первом приближении оценку правильности функционирования машины и вмешиваться в ее работу при нарушениях. Кроме того, в непредвиденных случаях диспетчеры смогут брать управление хозяйством на себя, сами формировать команды и передавать их на места.

Так что по существу управление будет осуществляться людьми и при том высококвалифицированными. Но при помощи космонавтики и электроники оно может быть сосредоточено в одном месте и стать высокоэффективным. Намного повысится производительность сельского хозяйства, его стабильность, исчезнет из употребления такое понятие, как неурожайный год.



17. ТРАНСПОРТ



громный парк автомобилей, железнодорожного подвижного состава, речных и морских судов, самолетов и вертолетов ежедневно перевозит сотни миллионов пассажиров и десятки миллиардов тонн грузов. Управление движением автомобильного, железнодорожного и речного транспорта не вызывает особых трудностей. Современные технические средства управления обеспечивают достаточную оперативность, надежность и безопасность движения наземного и речного транспорта.

Движение же морского, океанского и воздушного транспорта протекает в более сложных условиях. Поэтому для эффективного управления этими видами транспорта необходимы весьма совершенные технические средства. Их задача определять местоположение кораблей, прокладывать курс, предупреждать столкновение транспортных средств друг с другом и с естественными препятствиями, обеспечивать взаимный обмен информацией, осуществлять связь с базами, передавать сообщения о протекании рейса, об авариях и катастрофах, вызывать помощь в необходимых случаях и т. д. Без надежной организации таких служб морской, океанский и воздушный транспорт не могут быть экономичными, надежными, комфортабельными и безопасными.

Движение транспортных средств все более приобретает глобальный характер. Весьма остро сейчас уже ощущается слабость обычных технических средств связи и навигации. Достоверность лоций и информация о морских и воздушных течениях становятся недостаточными для надежной службы управления. Современные технические средства навигации имеют либо ограниченные возможности их использования по времени суток (солнечный радиосекстант) и по условиям погоды (обычный оптический секстант), либо по радиусу действия (судовые локаторы). Все они допускают большие ошибки счисления пути. Карты, лоции и сведения о морских и воздушных течениях составлены недостаточно точно и не учитывают изменения рельефа дна, скорости и геофизической ориентации течений.

Космические системы навигации, геодезии, связи и наблюдения в основном лишены всех указанных недостатков. Они в состоянии удовлетворить самые высокие требования службы навигации, управления и диспетчирования.

Космические системы навигации позволят с высокой точностью определять местоположение кораблей и самолетов в любое время суток, при любом состоянии погоды. Уйдут в прошлое катастрофы, вызываемые ошибками прокладывания курса, стихийными погодными явлениями, погрешностями навигации.

Геодезические космические системы расширят возможности составления точных карт не только береговых линий, но и островов, архипелагов, коралловых образований, мелей. Их высокоточная координатная привязка позволит надежно прокладывать курсы кораблям. Навигируясь по космической системе, корабли смогут точно определять свое положение в той же координатной системе, в которой с еще более высокой точностью были

заранее определены положения всевозможных препятствий.

Трудно переоценить значимость метеорологических космических систем для морского, океанского и воздушного транспорта. Пожалуй, основная сложность и опасность морских и океанских путешествий и перевозок вызывается недостаточной осведомленностью о могущих неожиданно разразиться штормах, ураганах и других стихийных бедствиях на воде. Своевременное предупреждение об их приближении, а еще лучше, учет возможности их появления при прокладке курса избавят корабли от многих опасностей и риска.

Что касается воздушного транспорта, то данные метеорологии о распределении по высоте и скорости, а также о направлении течений воздушных масс имеют большое значение для выбора экономичного маршрута полета. Принимая во внимание, что скорости течений могут достигать сотен метров в секунду, нетрудно представить себе тот выигрыш, который можно получить, если вести полет в «воздушной реке» с попутным течением. Очевидно, прямо противоположный эффект будет при отсутствии информации о воздушных течениях.

В настоящее время многие воздушные лайнеры оборудованы навигационными средствами, позволяющими проводить посадку при любых условиях видимости. Но тем не менее по соображениям безопасности предпочитают производить посадку самолетов при хорошей видимости. Нередко при плохой видимости полеты отменяются.

Не вызывает никаких сомнений важность получения высокоточных прогнозов погоды для авиации. Это позволит не только лучше планировать пункты ожидания хороших условий погоды для самолетов и время их отправления, но и заблаговременно информировать пас-

сажиров о режиме работы аэропортов и о поправках к расписанию. Таким образом, намного повысится точность работы авиационного транспорта и его экономическая эффективность.

Большую помощь морскому транспорту принесет космическая система наблюдения за Землей. Прежде всего это касается изученности динамических процессов океана. Точная информация о течениях позволит оптимальным образом прокладывать маршруты. Данные об отмелях и других опасных образованиях будут способствовать безопасности плавания.

Управление морским и воздушным транспортом с использованием космических систем навигации, геодезии, метеорологии и наблюдения за Землей получит полную завершенность при условии использования космической системы связи. Глобальность, оперативность и надежность этих средств позволит как бы уменьшить размеры Земли, сделает ее вполне обозримой, избавит службу вождения судов и воздушных кораблей от неприятных неожиданностей. Люди Земли будут точно знать, где их корабли и самолеты, куда они идут, как проходит рейс, какие меры приняты для защиты от надвигающихся неблагоприятных погодных явлений, кому нужна помощь и как ее наилучшим образом организовать с учетом географического положения.

Создание службы эффективного диспетчирования позволит предотвращать столкновения кораблей, передавать прогноз погоды и состояния моря на каждый корабль, изменять по мере необходимости курс судна. Для этого на диспетчерском центре в электронных вычислительных машинах будет содержаться информация о каждом корабле: его технических характеристиках, местоположении, скорости и курсе, пункте назначения,

решаемой задаче. В удобном для обозрения виде эта информация будет представлена на специальных устройствах отображения (например, на телеэкране). На диспетчерский центр будет приходить информация от других служб: метеорологических, обзора Земли и навигации. При необходимости она может быть «вызвана» на систему отображения из памяти машины для обозрения диспетчером. Это позволит ему «чувствовать» внешнюю обстановку на морях и океанах.

Машина же по заранее составленным программам будет «сортировать» информацию по принадлежности для каждого корабля и передавать ее через систему связи. По существу это будет автоматическое диспетчирование морским транспортом, конечно, при деятельном участии человека в роли контролера и корректора.

Создание аналогичного центра для авиации имеет еще большее значение. Перемещение самолетов с большими скоростями определяет необходимость получения очень точных навигационных данных по всей трассе полета. Самолеты движутся не произвольно, а по определенным коридорам. Коридоры эти ограничены по ширине и высоте, они могут пересекаться только на разных высотах. Таким образом, на воздушных магистралях для авиации установлены вполне определенные и четкие правила движения.

Из соображений безопасности в настоящее время приняты следующие ограничения: расстояние между самолетами в коридоре не должно быть меньше 200 километров, расстояние между коридорами — 50 километров.

Все быстрее летают современные пассажирские лайнеры. Завершаются испытательные полеты сверхзвуковых самолетов — советского Ту-144 и франко-английского «Конкорд». Они будут перевозить пассажиров со скоростями, в два раза превышающими скорость звука.

С увеличением скорости движения самолетов при неизменной точности навигации расстояния между самолетами в коридоре и между коридорами должны еще более увеличиваться. Но количество самолетов непрерывно растет. К 1975 году ожидается их увеличение вдвое по сравнению с существующим парком. В воздухе станет тесно. Особенно трудно будет обеспечить безопасное движение на напряженных трассах.

Так, по подсчетам французских специалистов на трассе Европа—Нью-Йорк в 1975 году потребуются создать, если не изменятся средства навигации и диспетчирования, четыре коридора. Южный коридор должен быть на широте примерно мыса Кеннеди, а общее расстояние между северным и южным коридорами—около 1000 километров. Ясно, что это приведет к существенному удлинению пути, излишним экономическим затратам и увеличению времени полета.

Может наступить время, когда для полета в Нью-Йорк придется, например, пересекать Южный полюс. К этому придется прибегнуть уже возможно в 1980 году, если не будут приняты специальные меры. Диспетчирование полетов при использовании космических систем связи, навигации и метеорологии поможет разрешить проблему снижения интервалов между самолетами даже при росте их скоростей. Предполагают, что интервалы внутри коридора можно будет сократить до 25 километров. Можно себе представить и другие преимущества, которые принесет космическая система диспетчирования.

Такая система может, например, найти применение в области организации движения кораблей на воздушной подушке. Диспетчирование таких кораблей сразу станет насущной задачей времени. Для организации их движения потребуется более полная информация, чем для дру-

гих средств транспорта. Нужно будет получать точные сведения и об атмосфере, и об океане, и о рельефе суши. И опять космические системы смогут удовлетворить все запросы службы вождения этого нового вида транспорта. Они обеспечат ему безопасность, оперативность управления и экономичность.

Создание и использование космических систем навигации, геодезии и метеорологии, наблюдения за Землей и связи для целей управления и диспетчирования морским и воздушным транспортом позволит сделать эти виды транспорта такими же надежными, регулярными и привычными для использования, как метро, автомобиль, железные дороги. ,



18. КУЛЬТУРА И ОБРАЗОВАНИЕ

Л

юбовь и уважение к народам и эпохам в значительной мере завоевываются достижениями культуры, произведениями искусства. Они — квинтэссенция духа времени, лаконичная и наиболее образная его характеристика. Рождается прекрасное — радуются люди. Их вдохновляют новые горизонты социальных изменений, достижения науки и техники, увлекают неизведанные пути странствий, новых открытий, прекрасного будущего.

Характерным рубежом общественного прогресса в наше время стал космос — необъятнейшее поле деятельности искателей нового и неизведанного. Космос — это неисчерпаемый источник вдохновения, впечатлений и эмоций, а возможно, дорога к иным цивилизациям, к братьям по жизни и разуму. Все это начало порождать и порождает новое и прекрасное в искусстве. Каким оно будет через двадцать или пятьдесят лет, трудно скольконибудь точно определить, но ясно одно: людям той эпохи оно будет доставлять большую радость.

Малая плотность атмосферы или полное ее отсутствие может вызвать новые представления о движении тел, формах летательных аппаратов, планетных средствах транспорта и т. д.

Необычные гаммы красок в космосе, контраст цветов при отсутствии атмосферы, возможно, приведут к расширению современных эстетических представлений о восприятии цвета. Удаленность от Земли, ощущение некоторого одиночества в бескрайней космической «пустоте», сравнительная неуютность новых миров для землян, длительные разлуки с родными, близкими, с Землей и многое, многое другое, отличное от привычных «стандартов», возможно вызовут новые формы творчества. А это и будет означать приход в искусство космической эпохи.

Изменения в культурной жизни людей под влиянием космонавтики произойдут уже в самое ближайшее время. Космос уже сейчас открывает реальные перспективы для развития глобального телевидения. Невиданный прогресс культуры будет вызван созданием мирового телевизионного вещания с охватом всего населения Земли. Все люди станут слушателями одного концертного зала, зрителями одного кинотеатра, болельщиками одного стадиона, посетителями одной галереи и музея, участниками одной экскурсии, едиными свидетелями событий. Телевидение превратится в мировой театр, мировой стадион, в экран всемирного общения человечества.

Такое всеобщее ознакомление с достижениями национальных культур приведет к взаимному обогащению. Через посредство искусства люди найдут пути к сердцам друг друга. Национальные шедевры станут мировыми.

Мировое телевидение даст возможность каждому человеку стать незримым участником основных событий на земном шаре. Расширятся возможности постоянного контакта с искусством, наукой, техникой, возможности отправиться в путешествие по странам мира и в космос и т. д. Если человечество найдет правильные пути для прогресса мирового телевидения, это скажется на общем

уровне развития населения всех стран, повысит их информированность, разовьет в них чувство прекрасного, вызовет необходимость творческой деятельности и стремление к самосовершенствованию.

Безусловно, нельзя сказать, что телевидение полностью заменит наслаждение от непосредственного контакта, например с актерами, шедеврами искусства и природой. Такие контакты всегда будут высшей радостью человека. Но однажды, хотя бы частично познав эту радость, человек сможет своим воображением дополнить плоскую картину голубого экрана. Если же со временем телевидение станет цветным повсеместно, да еще к тому же объемным, то для приближения к реальности не потребуется воображения очень пылкого.

Трудно сейчас говорить о конкретных организационных формах мирового телевидения, но ясно главное — оно будет мощным орудием формирования человеческой культуры.

Конечно, такие огромные культурные преобразования возможны лишь при правильном использовании мирового телевидения. Сейчас на капиталистическом Западе, и особенно в США, накоплено столько «шедевров», способных поразить дух и жизнь общества, что если дать им возможность «вылиться» на голову человечества, то мировое телевидение вместо неоценимой пользы может принести неизгладимый вред.

Но прогресс человеческого общества неизбежен. История знает, что силы мира и справедливости всегда побеждали. Так будет и с мировым телевидением. Оно будет служить делу прогресса и силам, ведущим человечество к самому справедливому обществу — коммунизму.

Процессы познания и сознательного самосовершенствования, воспроизводства знаний и навыков непрерыв-

но протекают на протяжении всей истории человечества. Их формы и содержание определяют научный, технический и культурный уровни народов и стран.

Применительно к объему передаваемых знаний исторически сложилась, ставшая традиционной, система образования с ее основными формами: начальной и средней общеобразовательными школами, техникумами и профессионально-техническими училищами и школами по приобретению производственных навыков, вузами и университетами, аспирантурой и т. д. Все эти учебные заведения наилучшим образом формируют костяк наших знаний, закладывают тот предельно необходимый минимум информации и алгоритмов логического мышления, вокруг которого в дальнейшем, в течение всей жизни кристаллизуются эрудиция и интеллект.

Человеку свойственно творить, и в этом одна из основных радостей его жизни. Творческая жизнь проявляется в науке, искусстве, технике, в каждом простом и сложном ремесле. Но для плодотворного творчества необходимы обширные знания, которые могут быть получены через всеобщую глобальную систему образования и профессионально-технического обучения. Такая система образования станет возможной при условии создания и использования мировых космических систем связи и телевидения, работающих на основе искусственных спутников Земли. Всемирная телевизионная сеть со 100-процентным охватом населения планеты будет тем новым техническим средством, которое сделает всех людей Земли равноправными слушателями одной аудитории. Особенно большое значение это будет иметь для слаборазвитых стран, во многих из которых пока еще практически отсутствуют какие-либо формы образования, кроме, начальных.

В нашей стране через телевидение организовано об-

учение иностранным языкам, консультируют студентов вечерних и заочных учебных заведений, читают лекции по основным дисциплинам точных наук, а также циклы лекций по профессионально-техническому обучению. В ряде стран проводятся эксперименты по выявлению форм и методов обучения через телевидение. Эксперименты показали большие возможности телевидения для организации учебной сети и высокую познавательную и экономическую эффективность обучения.

Подсчитано, что при создании мировой системы обучения через космическое телевидение затраты на одного обучающегося составят баснословно малую сумму — 1 рубль в год. К тому же массовость и высокое качество постановки обучения с привлечением лучших кадров профессорско-преподавательского состава гарантируют весьма эффективное решение проблемы подготовки высококвалифицированных специалистов.

На разных этапах образования учебное телевидение будет играть различную роль. Можно представить начальную школу, в каждом классе которой установлен телевизор. Преподаватель, как обычно, ведет занятия с изложением нового материала и опросом учеников. Телевизор же он включает для показа качественного иллюстративного материала (в виде таблиц, рисунков, учебных фильмов). Можно представить себе и другое. Изложение нового материала ведет телеучитель, опрос учеников — классный преподаватель.

С повышением уровня образования и, соответственно, самосознания обучающихся, роль учебного телевидения будет возрастать. Так, курсы лекций для студентов вечерних и заочных вузов и техникумов могут быть полностью переданы телевидению. Студенты смогут слушать лекции, сидя у телевизора в домашней обстановке. Институт же будет консультировать, организовывать

практические работы, экзаменовать и, самое приятное, вручать дипломы. Так можно строить различные варианты использования учебного телевидения, но правильным окажется тот, который выдержит проверку временем.

Бесспорно одно — телевидение будет играть решающую роль в образовании и, возможно, существенно изменит его методологию и содержание. Появится возможность введения новых общеобразовательных дисциплин. Школьники смогут более широко изучать основы марксистско-ленинской этики, эстетики, живописи, музыки, театра, кино, орфоэпии, риторики и других наук, делающих человека более гармоничным.

Расширится программа изучения точных наук и технических дисциплин. Во всех уголках Земли учащиеся смогут знакомиться с началами высшей алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, теоретической механики и сопротивления материалов, технологии металлов, деталей машин и, наконец, с устройством и основами действия основных технических систем: автомобилей, самолетов, кораблей, космических объектов, ракет, электростанций, радиоприемников, телевизоров, электронных вычислительных машин и т. д. Это приблизит общее образование к уровню современной науки и техники и, вместе с тем, не потребует существенных материальных затрат.

Углубление знаний в избранной области через систему высшего образования с помощью космического телевидения сможет проводиться в еще более широких масштабах. Со временем учебный процесс охватит всех имеющих тягу к совершенствованию знаний. Станет возможным еще большее взаимное проникновение наук, связанное с комплексным характером современной техники. Так, в технических вузах могут быть расширены

курсы точных наук, в медицинских — введены технические дисциплины и т. д. Это позволит не только повысить квалификацию специалистов, но и лучшим образом подготовить их к научной работе.

Труд целой армии работников образования освободится от утомительных «механических» операций: регулярного чтения лекций, как правило повторяющихся из года в год с небольшими изменениями, решения типовых задач на семинарах и т. д. Освободившиеся кадры преподавателей смогут сконцентрировать свое внимание на разработке совершенных методик обучения, изыскании новых форм и структуры образования, составлении методических пособий. Потребуется новые способы проверки знаний и оценки подготовленности обучаемых. Нет сомнений в том, что при надлежащей организации повысится качество обучения и его эффективность. Учебный телевизионный экран возможно и не сократит сроков обучения, но объем и уровень восприятия знаний существенно возрастут.

Неизбежным следствием бурного развития науки и техники является необходимость периодического переучивания и совершенствования работающих специалистов. С этой целью они привлекаются на различные курсы повышения квалификации, университеты технического прогресса и другие учебные заведения. В наше время техника и промышленность есть во всех уголках земного шара, но далеко не всюду имеются такие курсы и университеты. Космическая система обучения с помощью телеэкрана и здесь приходит на помощь, так как она обеспечивает оперативность обновления знаний и общедоступность их доведения до любой аудитории.

Особенно заинтересованы в организации всемирного образования через телевидение слаборазвитые страны. Они смогут успешно решить проблему подготовки кад-

ров специалистов в течение примерно 10—15 лет. Это будет способствовать научному, промышленному и экономическому прогрессу.

С созданием всемирной системы образования на основе использования телевизионных спутников завершится длительный период становления всеобщего обучения людей через естественные органы восприятия информации.



19. ЗДРАВООХРАНЕНИЕ



Основная задача здравоохранения — предупреждение заболеваний людей. Видную роль в улучшении профилактики заболеваний сыграют космические системы связи и, прежде всего, глобальная система телевидения. Она позволит ознакомить все население Земли с основами современной медицины и сделать людей активными, сознательными борцами за свое здоровье.

Множество бедствий человечество терпит из-за нарушений элементарных основ гигиены. Чаще всего в результате медицинской неосведомленности возникают бытовые и производственные травмы, кожные заболевания и другие более серьезные недуги. Пропаганда медицинских знаний через мировое телевидение позволит существенно сократить заболевания людей тифом, дезинтерией, туберкулезом.

С помощью космического телевидения можно будет рассказать в интересной и доходчивой форме, как следует организовать режим дня на работе и в быту, выбрать вид спорта, организовать свой досуг, совершить путешествие, провести те или иные оздоровительные мероприятия. Расширятся возможности ознакомления людей с основными болезнями, способами их предупреждения и лечения, симптомами заболевания, возможными

осложнениями. Все это будет во многом способствовать оздоровлению человечества в целом.

Вовремя не оказанная медицинская помощь при несчастных случаях нередко является причиной летальных исходов. А ведь эта помощь чаще всего заключается в проведении несложных манипуляций, доступных каждому. И лишь элементарное незнание лишает нас возможности оказать необходимую помощь людям, нуждающимся в ней. Всеобщее обучение через телевидение правилами первой помощи позволит спасти тысячи жизней.

Космическая индустрия принесет здравоохранению не только возможности широкой информации населения о мерах медицинской помощи и активной самозащиты от болезней. Она откроет новый этап в развитии самой медицины. Это будет завершающей фазой в стремлении человека познать себя, предупредить и полностью излечиться от болезней. Здравоохранение начнет в большей степени отвечать своему прямому назначению — охранять здоровье людей, предупреждать заболевания, а не заниматься, в основном, излечением от болезней, лечением людей, потерявших здоровье, хотя бы и на короткое время.

В нашей стране профилактике заболеваний уделено очень большое внимание. Функционирует огромное число специализированных профилакториев и санаториев. Проводятся прививки от опасных инфекционных заболеваний. Созданы нормальные условия труда. Введены оплачиваемые государством отпуска и два выходных дня в неделю. Расширено строительство жилья, санаториев, домов отдыха и туристских баз. Все это позволило избавить наш народ от многих тяжелых заболеваний.

Но тем не менее несовершенство медицины еще не позволяет полностью исключить такие болезни, как грипп, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные, опу-

холевые и др. На помощь человечеству здесь должна прийти наука и техника. Их передовым рубежом является в настоящее время космонавтика.

Космические полеты человека протекают в очень жестких и сложных условиях. Некоторые из них весьма необычны: перегрузки, невесомость, ограниченность и замкнутость пространства, нарушение ритма чередования дня и ночи. Другие — весьма тяжелы: напряженный распорядок дня, максимальная трудовая отдача, недостаток комфортабельные условия для отдыха. Многие — очень непривычны: употребление концентрированной пищи, регенерированной воды, использование специальных ассенизационных устройств, ограниченность общения, удаленность от Земли.

Задачи, связанные с проникновением в космос, потребовали совершенно нового подхода к их решению. Были привлечены все самые современные достижения науки и техники. Пока еще трудно говорить о конкретных сроках решения каждой из задач. Но бесспорно то, что потребуются тщательное изучение человеческого организма. Должны быть найдены эффективные способы контроля и обеспечения его жизнедеятельности. Нужно разработать радикальные меры предупреждения и лечения заболеваний. В более легких, наземных условиях применение методов космической медицины должно быть еще более эффективным. Это и обеспечит небывалый скачок в развитии наземной медицины. Развивая науку о жизнедеятельности здорового человека, космическая медицина завершит становление здравоохранения в самом полном смысле этого слова.

Уже в настоящее время в обиход наземной медицины вошли миниатюрные датчики деятельности сердечно-сосудистой системы, легочно-дыхательного тракта и другие приборы исследования живого организма, применяе-

мые в космосе. Внедряются в медицину и различные технические достижения космонавтики. Так, проведены успешные эксперименты по созданию компактных передвижных кресел для людей с ограниченными возможностями передвижения или с заболеваниями нижних конечностей. Кресло снабжено шестью-восемью «шагающими механическими ногами», позволяющими ему перемещаться даже по лестницам. Управление креслом может быть ручным. Некоторые образцы управляются поворотом головы и даже движением глазных яблок. Значение таких кресел трудно переоценить. Основой для их создания послужил один из вариантов проработки автоматического устройства для передвижения по поверхности Луны и планет.

Все новые и новые достижения космической медицины и техники будут приходить на службу людям. Возможно, что многие начнут носить антипаторы—это миниатюрные устройства для контроля жизнедеятельности организма, подобно тому как мы сейчас носим ручные часы или вставные зубы. Некоторые антипаторы будут специализированными. Их цель—тщательно отслеживать отдельные стороны жизнедеятельности: для больных почками, например,—состав крови, для желудочно-язвенных болезней—уровень кислотности и т. д. Могут применяться и комплексные антипаторы для отслеживания наиболее общих характеристик жизнедеятельности—дыхания, работы сердца, температуры тела и др.

Подобные устройства позволят людям своевременно узнавать о надвигающихся нарушениях здоровья и о необходимости принятия соответствующих мер. Некоторые антипаторы могут сообщать и целесообразные меры для предупреждения многих недугов.

Здоровые люди будут при желании получать сигналы о приближении рубежа физической и умственной пере-

грузки. При соответствующей системе сигнализации ускорится оказание помощи при катастрофах, травмах и внезапных нарушениях в работе жизненно важных органов. Необходимая помощь при некоторых сердечных заболеваниях может быть предусмотрена в самом автомате. Так, например, при сильных отклонениях от нормы, указывающих на возможность патологических изменений в сердечно-сосудистой системе, автоматический антипатор вводит в организм соответствующие лекарственные средства. В тех случаях, когда сам автомат бессилён, он радиосигналами вызывает скорую помощь. Отыскание пострадавшего может проводиться радиопеленгацией или какими-либо другими способами по излучению антипаторов.

Автоматы позволят сделать контроль за состоянием организма каждого человека постоянным и эффективным. Контроль жизнедеятельности заболевших людей особенно важен. Для этой цели могут быть созданы более сложные и универсальные устройства, вплоть до стационарных. Они будут точно и всесторонне контролировать работу жизненных органов и вмешиваться при необходимости в процесс лечения (вплоть до отключения заболевших органов и подключения искусственных).

Изменится во многом и труд многочисленной армии врачей. Он станет более творческим. Через двадцать-тридцать лет такие методы диагностики, как прослушивание и простукивание станут редким исключением. Врач будет избавлен от необходимости выписывания рецептов, пространного ведения истории болезни и т. п. Силы и внимание медицинского персонала будут направлены в основном на научный поиск, экспериментирование и разработку методик профилактики заболеваний на основе новых научных достижений и использования современных технических средств. Будут разработаны специальные

методики непосредственной и дистанционной диагностики с помощью электронно-вычислительных машин.

И когда победа над болезнями станет реальным фактом, человечество с особой интенсивностью возьмется за решение задачи продления жизни и предупреждения преждевременного старения организма. Большую роль в этом деле сыграет развитие космонавтики, космической биологии и медицины.

Изучение организма человека в связи с полетом его в специфических экстремальных условиях выводит медицину на качественно новую ступень. Никогда прежде организм человека не изучался так тонко, всесторонне и комплексно.

Развитие космической техники стимулирует также изучение проблем стерильности и дезинфекции. А поиски внеземных форм живой материи, если они увенчаются успехом, могут совершить переворот в понимании человеком сущности жизни. Космические полеты способствуют также развитию такой науки, как инженерная психология, которая проводит исследования с целью наиболее рационального сочетания психо-физиологических возможностей человека и характеристик тех устройств, с которыми он взаимодействует в процессе полета.

Важное значение имеет разработка целого ряда мероприятий, увеличивающих стойкость организма против радиации. Будут созданы надежные средства противолучевой защиты, так необходимые космонавтам в процессе длительного космического полета. Эти же средства будут служить людям в необходимых случаях и на Земле.



20. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В

ся история человеческого общества свидетельствует о том, что на пути своего развития оно на определенных этапах как в мышлении, так и чисто физически преодолевало определенные пространственные ограничения или представления о них. Причем для каждого исторического отрезка времени они были различными. В древности люди считали, что весь мир ограничен районом их проживания. Вся жизнь, в том числе и хозяйственная, строилась с учетом возможностей, которыми человек в то время располагал.

В настоящее время народное хозяйство, хотя еще и ограничено национальными рамками, но фактически тесно увязано с хозяйственной деятельностью человечества в целом. Мы переживаем сейчас период, когда благодаря бурному развитию техники, торговли и международных отношений деятельность людей стала приобретать глобальный характер. Не удовлетворяясь тесными рамками нашей планеты, человечество преодолевает геоцентризм, раздвигает свои пространственные границы, проникая в космос. Появляется космическое хозяйство Земли.

Известно, что основой жизни общества является материальное производство. На данном этапе развития человеческого общества неоспоримым фактом стала ко-

мизация производства, о которой уже упоминалось ранее в этой книге.

Процесс производства материальных благ предполагает воздействие труда человека на предмет труда при помощи средств труда. Труд есть целесообразная деятельность человека, в процессе которой он видоизменяет и приспособливает предметы и явления природы для удовлетворения своих потребностей.

Поэтому, когда в барокамере создается космический вакуум, для производства, например, материалов с особыми свойствами, фактически имеет место «космизированный» труд, характерный для нашего космического века.

Предметом труда является все то, на что направлен труд человека. Когда на панель солнечной батареи воздействует яркий сноп солнечных лучей, не ослабленных атмосферой Земли, и созданная трудом человека космическая станция вырабатывает электрический ток, то предметом труда становится солнечный свет. Когда человек научится добывать полезные ископаемые на Луне, что является делом недалекого будущего, то предметом труда будет лунная руда. В данном случае имеет место «космизированный» предмет труда.

Средствами труда являются все те вещи, при помощи которых человек воздействует на предмет своего труда и видоизменяет его. В приведенном примере солнечная батарея, преобразующая солнечную энергию в электричество, это «космизированное» орудие труда. К средствам труда принадлежат не только орудия труда, но и производственные сооружения, машины, энергия, транспорт. Совокупность средств труда и предметов труда образует средства производства.

Экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производятся материальные блага, какие для этого используются орудия труда. Поэтому мы

вправе считать, что появление «космизированных» орудий труда убедительно свидетельствует о том, что человечество вступает в эпоху «космизированной» экономики.

В наше время космическое хозяйство Земли переживает еще период своего младенческого развития. Делаются только первые шаги на этом пути. Но если задаться целью на примере исторических аналогий определить значение, которое будет иметь для развития производительных сил появление «космизированных» средств производства, то нетрудно представить себе грандиозность того, что ожидает человечество.

Действительно, вспомним, какой переворот в хозяйственную деятельность людей внес век пара. Еще более ошеломляющим был век электричества. Чтобы оценить значение электричества, достаточно вспомнить гениальную ленинскую формулу: «Социализм — это Советская власть плюс электрификация всей страны».

Космический век — это новый этап на пути восхождения человечества к невиданному прогрессу. Основные особенности зарождающегося сегодня космического хозяйства на первом этапе его развития заключаются в стимулирующем влиянии ракетно-космической техники на развитие всех видов производства и науки и в использовании космических аппаратов и космических систем для решения целого ряда важнейших народнохозяйственных задач (связь, геодезия, навигация, метеорология, гидрология, геология, океанография и т. д.).

Президент Академии наук СССР академик М. В. Келдыш, выступая 11 апреля 1969 года на торжественном собрании, посвященном Дню Космонавтики, говорил: «Космические исследования оказывают все более глубокое влияние на современный научно-технический прогресс. Потребности космонавтики дали мощный толчок развитию многих отраслей промышленности и потребо-

Вали интенсивных научных исследований в самых различных областях, поставили новые научные проблемы, привели к возникновению новых отраслей науки. Одновременно достижения космической науки и техники находят все более широкие практические применения».

Конечно, мы еще только учимся получать конкретный доход от космической отрасли народного хозяйства. Но правильная организация работ и рациональное использование тех достижений космонавтики, которыми мы сегодня обладаем, позволит в ближайшие годы сделать космическое хозяйство одной из самых доходных, если не самой доходной статьёй народного хозяйства.

Второй этап развития космического хозяйства будет характеризоваться рядом новых особенностей.

Прежде всего — это резкое расширение границ нашего познания природы. Это будет способствовать:

— решению фундаментальных проблем теоретической физики, что позволит подготовить новые качественные изменения во всем производстве;

— построению теории (или гипотезы) структуры Земли и других планет для разработки природных богатств на большой глубине;

— построению общей теории (или гипотезы) возникновения и развития жизни для разработки методов искусственного преобразования природы, растений и животных, а также человека в нужном для него направлении;

— построению теории (или гипотезы) о закономерностях развития социальной жизни в космосе, об объективных путях развития разума для определения задач человечества в освоении и преобразовании космического пространства и небесных тел.

Вторая особенность состоит в создании глобальной информационно-управляющей системы на основе косми-

ческих средств, электронно-вычислительной техники и другого новейшего оборудования. Она станет предпосылкой для создания автоматически управляемой воздушно-космической транспортной системы для перевозки пассажиров и грузов, для создания высоко кибернетизированного производства, централизованно управляемого и направляемого. Будет изучена Земля как единая физическая система, будут найдены способы коррекции происходящих в ней процессов, а затем и управления этими процессами.

Третья особенность заключается в использовании космического пространства, небесных тел солнечной системы и искусственных космических объектов как гигантских физических лабораторий для проведения экспериментов, опасных или невозможных в условиях Земли.

Наконец, четвертая особенность второго этапа развития космического хозяйства — это создание материально-добывающего и перерабатывающего производства в космосе и на небесных телах для материального обеспечения космических сооружений.

Третий, завершающий этап развития космического хозяйства, связан с расселением человечества на планетах солнечной системы и их спутниках. Земля и на этом этапе будет оставаться естественным, а не только историческим центром человечества.

Дальше, по-видимому, прогнозировать пока не следует. Ясно одно — нас ожидают изумительные открытия и бурное развитие космического хозяйства. Все это неизмеримо увеличит власть человечества над природой.



21. КОСМОС ОБЪЕДИНЯЕТ ЛЮДЕЙ



Есть еще одна отличительная черта космического века. Она заключается в том, что космос, развитие космонавтики способствует объединению людей, делает их ближе друг к другу, улучшает взаимопонимание, укрепляет международные связи.

Конечно, различные социальные системы, пока еще существующие на нашей планете, не позволяют людям слиться в единый коллектив, отличающийся абсолютным взаимопониманием. Тем не менее ленинская идея мирного сосуществования государств с различным социальным строем прокладывает человечеству путь развития на основе прогресса и мира. Космические исследования открывают новые горизонты в укреплении и совершенствовании мира и дружбы народов.

В этом плане можно отметить несколько характерных аспектов.

Первый из них связан с колоссальным развитием связи и телевидения на основе создания эффективных космических систем.

Развитие региональных и мировых систем космической связи с телевизионным вещанием на бытовые приемники ознаменует новый этап на пути объединения человечества. Этому же будут во многом способствовать

глобальность действия космических систем, заинтересованность и участие государств в их создании и совместной эксплуатации.

Значительно обогатится и научно-технический уровень развития населения планеты. Особенно большое значение это будет иметь для слаборазвитых и развивающихся стран, а также населения, живущего в отдаленных уголках нашей планеты. Глобальное развитие связи поможет исчезновению таких понятий, как провинция, глушь, захолустье и т. д. Доступность всесторонней информации и постоянство контакта с любимейшей областью человеческой деятельности будут способствовать полному проявлению творческих наклонностей людей и их последующему наилучшему формированию.

Огромное значение имеет также создание глобальной системы информации и управления на основе космических комплексов, которая в будущем может вылиться в единую систему управления хозяйством Земли.

Создание космических систем требует высокого уровня науки и техники, больших производственных возможностей и огромных экономических затрат. Вследствие этого разработка космических систем доступна в настоящее время ограниченному числу стран с сильно развитой экономикой. Для малых и развивающихся стран эта задача является непосильной. Однако такие страны могут принимать участие в освоении и практическом использовании космоса совместно с экономически развитыми странами, разрабатывая и создавая отдельные элементы космических систем (радиоэлектронную аппаратуру, оптико-механические устройства, элементы обработки информации и т. д.), размещая на своей территории пункты командно-измерительных комплексов и т. д.

Непосредственное участие малых стран в космических программах является средством стимулирования и

загрузки их промышленности, дает возможность готовить национальные кадры космотехников. Это будет способствовать научному и техническому прогрессу этих стран, их приобщению к мировой науке, технике и культуре.

Кроме того, страны с недостаточно развитой экономикой могут использовать космические системы в своих целях, участвуя на договорных началах в их эксплуатации совместно со странами, создавшими эти системы.

Участие всех стран мира, в том числе и развивающихся, в реализации космических программ приносит пользу и ведущим космическим державам, так как снимает с них некоторую часть экономических расходов на создание и эксплуатацию отдельных космических систем. Ведущие страны получают, кроме того, возможность более полного использования своих научных и технических достижений в целях улучшения качества и увеличения количества космических систем. Таким образом, взаимные интересы всех стран в совместном создании и эксплуатации космических систем очевидны.

В настоящее время руководство международным сотрудничеством в области исследования и практического использования космического пространства осуществляется по двум направлениям: создаются правительственные (политические) и неправительственные органы.

Комитет Организации Объединенных Наций по использованию космического пространства в мирных целях является не рабочим агентством, а политической организацией. С другой стороны, ИНТЕЛСАТ (Международная корпорация по использованию спутников в целях связи) является рабочим агентством, которое использует спутники непосредственно для коммерческих целей. ЕВРОСПЕЙС (Европейская международная организация по использованию космоса) — неправительственный ор-

ган, состоящий из европейских промышленных и профессиональных организаций, а ЕСРО (Европейская организация по исследованию космического пространства) и ЕЛДО (Европейская организация по развитию запусков) являются правительственными органами. КОСПАР (Комитет по исследованию космического пространства Международного совета научных союзов), XIII Международная сессия которого в мае 1970 года состоялась в Ленинграде, является организацией, в которой представлены национальные академии наук многих стран. Что же касается МФА (Международной федерации астронавтики), то ее членами являются инженерные общества или группы многих стран.

В советской программе исследования и использования космоса международному сотрудничеству уделяется большое внимание. При Академии Наук СССР создан специальный совет — ИНТЕРКОСМОС, который осуществляет координацию основных научно-исследовательских работ с учетом практического вклада других стран. Все большее значение приобретают запуски и эксплуатация интернациональных спутников «Интеркосмос». В этой работе вместе с советскими учеными принимают участие научные организации Народной Республики Болгарии, Венгерской Народной Республики, Германской Демократической Республики, Польской Народной Республики, Социалистической Республики Румынии, Чехословацкой Социалистической Республики.

Международное сотрудничество в области космоса может осуществляться как на широкой основе, путем заключения многосторонних соглашений, так и на основе двухсторонних соглашений. Примером первого вида сотрудничества служат международные организации ИНТЕРКОСМОС, ЕЛДО, ЕСРО, ИНТЕЛСАТ, ТЕРЛС — экваториальная станция запусков в Тумбе (Индия), фи-

нансирюемая ООН и др. Примером двухстороннего сотрудничества могут служить совместные эксперименты СССР и США в области связи и геодезии с использованием американского спутника «Эхо», совместные эксперименты СССР и Франции в области связи с использованием советского спутника «Молния», лазерной локации Луны на базе самоходного аппарата «Луноход-1» и др.

Большую роль в деле международного сотрудничества по исследованию космоса играет Организация Объединенных Наций.

Чтобы вовлечь все страны мира в это хозяйство, в настоящее время необходимы всесторонняя реклама и широкое обсуждение достижений космической техники и перспектив ее развития. С этой целью Организация Объединенных Наций провела в 1968 году в Вене (Австрия) Конференцию по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях.

Гостеприимная Вена собрала делегатов из 84 стран мира. Очень широко были представлены развивающиеся страны, проявившие огромный интерес к практическому использованию космоса. Конференция вылилась в форум ученых, инженеров, политиков, юристов, писателей и продемонстрировала огромное значение космических исследований, плоды которых уже сейчас реально ощущает человечество.

На конференции были рассмотрены возможности получения практической пользы в результате космических исследований для различных государств. Необходимо также было установить, какой вклад смогут внести страны, не ведущие космических исследований, в общее дело международного сотрудничества по использованию космического пространства.

Доклады и выступления на конференции, а также установившиеся взаимные контакты между делегатами

подтвердили большую заинтересованность стран в развитии деятельности по использованию космического пространства в практических целях. Обсуждались проблемы использования космического пространства в интересах достижения прогресса в областях связи, метеорологии, навигации, биологии и медицины, образования и профессиональной подготовки кадров, оценки природных ресурсов Земли, геодезии. Рассматривались и чисто экономические, правовые и социальные проблемы исследования и использования космоса, а также возможности применения космической техники для некосмических целей.

Было установлено, что страны проявляют различный интерес к тем или иным космическим программам, в зависимости от их географического положения, климата, характера производственной деятельности, социального строя и т. д. Японию, например, экономика которой тесно связана с океаном, интересует прежде всего космическая навигация (для обслуживания самолетов и кораблей торгового и рыбного флотов), метеорология (обнаружение и прогнозирование движения тайфунов), океанография (определение наиболее эффективного района промысла рыбы) и связь с флотом и внешним миром.

Канаду, являющуюся одним из мировых экспортеров древесины и продукции сельского хозяйства и обладающую огромными водными запасами, интересует в первую очередь использование космических средств в метеорологических целях, для нужд лесного хозяйства (оценка качества и запасов древесины) и гидрологии (контроль и оценка энергоресурсов). Канадская делегация проявила также заинтересованность в создании космических систем связи для обслуживания жителей малонаселенных районов севера и управления хозяйством страны в целом.

Муссонные ливни в Индии, приносящие огромные бедствия как населению, так и государственному хозяйству, определяют первоочередной интерес этой страны к космическим метеорологическим системам. Не меньший интерес проявили представители Индии и к использованию космических средств в целях образования, учитывая низкую грамотность населения страны.

В целом можно сказать, что проведенная Организацией Объединенных Наций первая международная конференция по мирному использованию космоса была яркой демонстрацией идеи — космос объединяет людей.

Проведенная в Вене конференция выявила основные направления заинтересованности стран в реализации космических программ и показала практические выгоды от освоения космоса, которые будут способствовать решению экономических и социальных проблем, стоящих перед человечеством.

Так, развитие космических систем связи будет способствовать повышению культурного уровня всех стран, их научному и техническому прогрессу, улучшению быта и совершенствованию образования населения. Космические системы метеорологии и гидрологии помогут разрешить многие проблемы развития сельского хозяйства, позволят своевременно оповещать население различных районов земного шара о надвигающихся стихийных бедствиях, а в будущем и предотвращать их. Они будут влиять также на рост энергетической вооруженности человечества, развитие водного транспорта и строительства. Космические системы навигации позволят решить проблемы экономического и безопасного передвижения всех видов транспорта. Использование космических средств для целей океанографии и геологии откроют человечеству возможность в полной мере освоить богатства недр Земли, морей и океанов.

Большое внимание на конференции в Вене было уделено использованию достижений космонавтики в некосмических целях. Разработка и создание космических систем различного целевого назначения требуют крупных вложений материальных средств. Столь важно поэтому расширить комплекс решаемых проблем. Такое стремление привело к качественно новым разработкам в различных областях технологии. Так, например, были получены новые типы пластических материалов, стеклопластиков, термостойких и радиационных материалов и т. д. Эти материалы нашли широкое применение в наземной аппаратуре и приборах, работающих в тяжелых условиях эксплуатации.

Результаты космических исследований позволили значительно повысить качество биологической и медицинской измерительной аппаратуры, открыли возможность использования некоторых достижений космонавтики не только в практике лабораторных работ, но и в промышленном производстве.

Ученые и инженеры единодушно поддерживают мнение о необходимости использования в различных отраслях хозяйства методов организации и планирования разработок сложных систем, применяемых в космонавтике, высококачественной техники, датчиковой аппаратуры и других достижений космической технологии. Это окажет положительное влияние на совершенствование сферы производства материальных благ.

Пока еще лишь ограниченный круг стран имеет возможность использовать достижения космонавтики в некосмических целях. Чтобы разрешить эту проблему в глобальном масштабе, необходимо широко освещать эти достижения в печати и организовать хорошо налаженный постоянный обмен информацией между странами.

Все страны придают сейчас огромное значение развитию международного сотрудничества в области научных исследований космического пространства и его практического использования. Обсуждение и популяризация космических программ привлекают внимание к космосу слаборазвитых стран. Совместная деятельность всех стран в области космонавтики может способствовать созданию эффективного мирового космического хозяйства, более тесному единению народов нашей планеты.

Объединенные усилия различных стран в области развития космонавтики и космического хозяйства Земли позволят не только в кратчайшие сроки решить сложные проблемы ракетно-космической техники, но и будут способствовать нивелировке научно-технического и промышленного развития государств, установлению более тесных экономических и научно-технических связей между ними.

Молодое поколение во всех странах мира всегда стремится к ярким и впечатляющим делам, ищет выхода для энергии и устремлений, свойственных молодости. Проблема духовной и физической занятости молодежи остро стоит в западных странах. Привлечение молодых представителей человечества к исследованию космоса поможет скорейшему решению этой проблемы.

Космос — это романтика, новизна и острые ощущения, которые всегда интересуют молодежь. Именно в области космонавтики молодежь с успехом сможет применить всю свою духовную и физическую энергию. Идеи космонавтики, как и сами космические полеты, послужат благородному делу более эффективного использования творческих устремлений молодого поколения различных стран на пути прогресса человечества.

Исследование космоса имеет и огромное психологическое значение для человечества. Выход в космос, пре-

одоление геоцентризма позволяет всем людям Земли полнее ощутить пространственную ограниченность нашего мира. Человек теперь очень остро осознает, что наша планета — это лишь песчинка в безбрежном океане космоса, полного неизведанных тайн и загадок природы. Стремление человечества встретить в космосе братьев по разуму и вера в такую встречу скорее продиктованы не только тем, что такие существа есть на самом деле, сколько нашим нежеланием быть одинокими в этом сложном и бесконечном мире.

Раньше (в докосмическую эру) лишь умы философов занимали проблемы сути жизни и грядущей судьбы человечества. Теперь же, благодаря развитию космонавтики, над этим задумываются многие и многие миллионы людей во всех странах мира. Эти размышления делают их возвышеннее, пробуждают в них стремление жить в мире и дружбе, приводят к мысли о необходимости единства народов и социальной справедливости, пример которых являет наша страна, строящая коммунизм.

Сегодня мы стоим на пороге бурного развития космического хозяйства Земли и интенсивной космизации всего производства. Объединение усилий всех людей планеты приближает нас к решению этих грандиозных задач. Покорение космоса становится важным фактором на пути прогресса и процветания человечества.



*Александр Денисович Коваль,
Георгий Романович Успенский,
Валерий Петрович Яснов*

КОСМОС — ЧЕЛОВЕКУ

Редактор издательства *С. И. Бумштейн*

Художник *Н. С. Лаврентьев*

Техн. редактор *В. И. Орешкина*

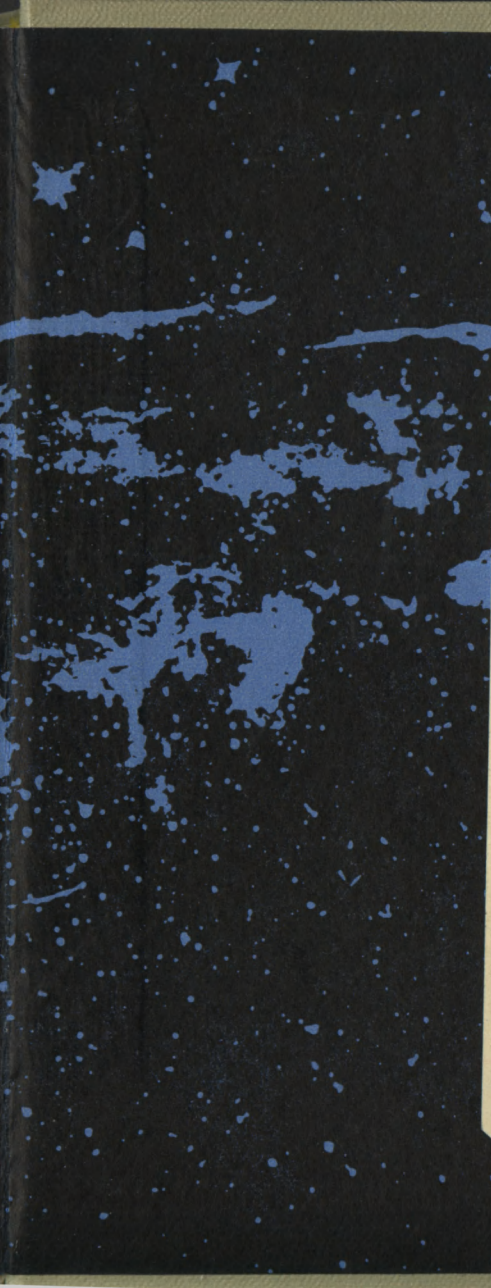
Корректор *Т. И. Горбанова*

Т-03503 Сдано в набор 6/Х1 1970 г. Подписано в печать 4/II 1971 г.
Формат 70×108^{1/16} Печ. л. 6,63+0,50 вкл. (Усл. печ. л. 9,28+0,70 вкл.)
Уч.-изд. л. 9,62 Бум. л. 3,32+0,25 вкл. Бумага № 1 Тираж 15 000 экз.
Зак. № 3013 Цена 99 коп. Тем. план 1970 г., № 212.

Издательство «Машинностроение», Москва, Б-66, 1-й Басманный пер., 3.

Московская типография № 8 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР,
Хохловский пер., 7. Зак. 2029.





Цена 99 коп.

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

К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ

99 КОП.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ

БИБЛИОТЕКА РОССИИ

