

НОВОЕ
В ЖИЗНИ, НАУКЕ,
ТЕХНИКЕ

ЗНАНИЕ

9/1974

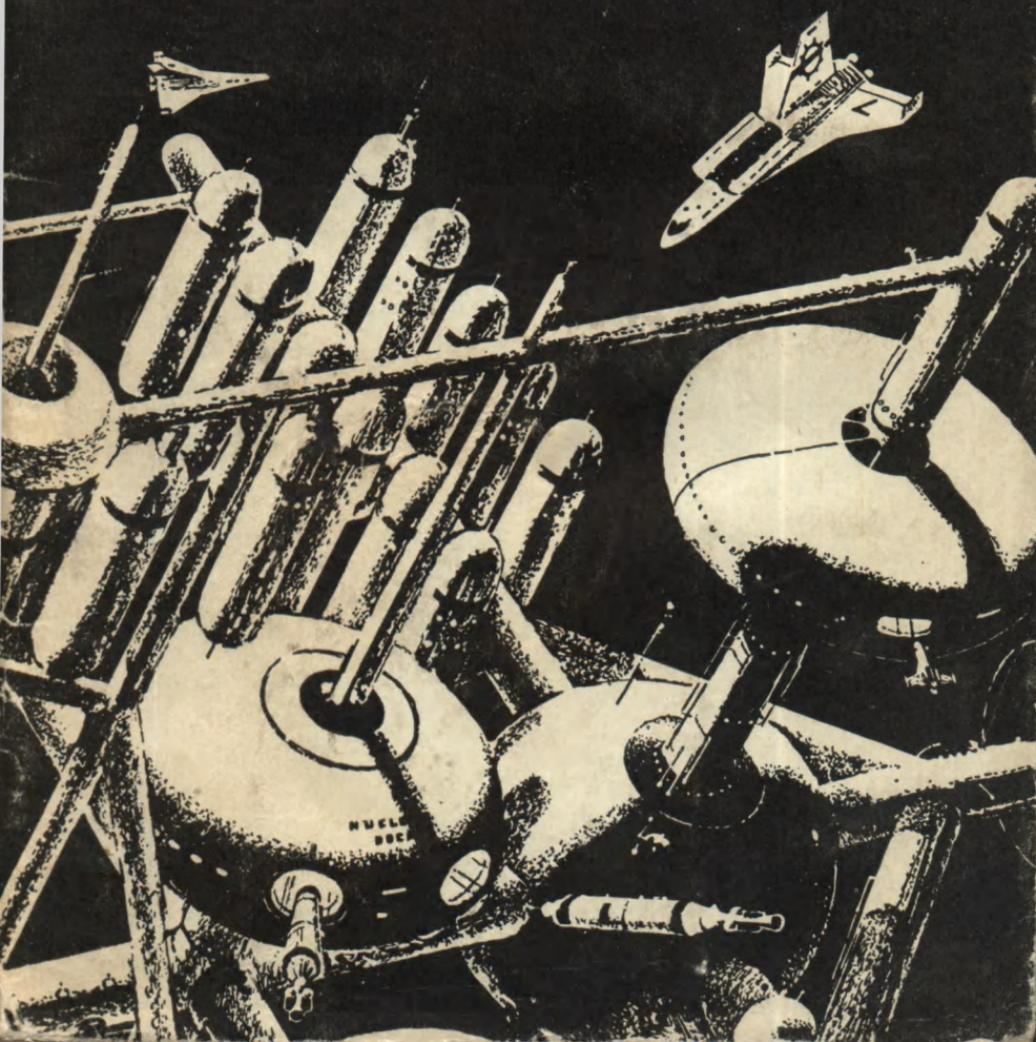
СЕРИЯ
КОСМОНАВТИКА, АСТРОНОМИЯ

629.78

л. 343

УДК

КОСМОНАВТИКА:
СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ



629,78

Л343

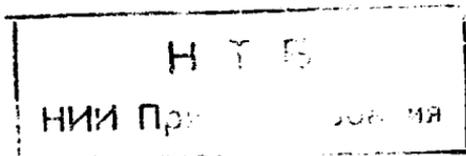
**КОСМОНАВТИКА:
СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**(по материалам
зарубежной печати)**

1/20 9456

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва 1974



6Т6
К71

К71 Космонавтика: состояние и перспективы (по материалам зарубежной печати). М., «Знание», 1974.

64 с. (Новое в жизни, науке, технике, Серия «Космонавтика, астрономия», 9. Издаётся ежемесячно с 1971 г.).

Предлагаемый читателю сборник об американской космонавтике составлен на основе зарубежных публикаций и, в частности, обзорных статей, помещенных в ежегоднике «Наука и будущее» известной энциклопедии «Британика».

Сборник рассчитан на широкий круг читателей.

К $\frac{31901-157}{073(02)-74}$ 66-74

6Т6

Составитель Левант Леонид Ефимович

СОДЕРЖАНИЕ

От составителя	3
Искусственные спутники Земли	5
Метеорологические спутники и программа исследования земных ресурсов	5
Спутники связи	10
Астрономические спутники	14
Межпланетные автоматические станции	20
Исследования Марса	20
Исследования Юпитера и Сатурна	27
Пилотируемые полеты	33
Полеты Apollo	33
Орбитальная космическая станция Skylab	45
Совместный советско-американский полет	56
Транспортные космические корабли	58

От составителя

Среди многих выдающихся научных и технических достижений XX века наиболее значительными являются запуск первого искусственного спутника Земли и выход Человека в космическое пространство, осуществленные в Советском Союзе. Этот первый шаг — великая победа над силами природы, открывшая для всего человечества дорогу в космическое пространство, — является поворотным пунктом в истории нашей земной цивилизации.

За прошедшие 13 лет, время короткое даже для нашего динамического века, шагнула далеко вперед советская космонавтика. В ее активе запуск сотен космических аппаратов, большого числа пилотируемых кораблей; создание на орбите первой экспериментальной станции и первой долговременной научной лаборатории; исследование Луны и планет Солнечной системы многочисленными межпланетными автоматическими станциями.

Полет на Луну американских кораблей системы Apollo — новое выдающееся достижение в освоении человеком космического пространства. Наряду с такими событиями, как первый запуск искусственного спутника Земли, полет Ю. А. Гагарина на корабле Восток, выход А. А. Леонова в открытое косми-

ческое пространство, исследование планет Марс и Венера, выход людей на поверхность Луны войдет в историю развития космонавтики как одно из важнейших событий.

Как известно, 24 мая 1972 г. между правительствами СССР и США было подписано соглашение, в котором стороны обязуются совместно разработать унифицированные средства сближения и стыковки космических кораблей и станций. В качестве первого экспериментального этапа это соглашение предусматривает в 1975 г. осуществить сближение, стыковку и совместный полет советского космического корабля «Союз» и американского корабля Apollo. В программу полета входят также переходы экипажей из одного корабля в другой.

Предлагаемый сборник составлен по материалам зарубежных публикаций и, в частности, обзорных статей по астронавтике и исследованию космоса, взятых из ежегодника «Наука и будущее» энциклопедии «Британика».

Сборник состоит из трех основных рубрик: 1) запуск искусственных спутников Земли; 2) полеты межпланетных автоматических станций, 3) полеты пилотируемых космических кораблей.

Само собой разумеется, настоящий сборник ни в коей мере не претендует на полноту картины, в первую очередь из-за его краткости. Однако, учитывая огромный интерес к предстоящим совместным полетам, события и факты, освещаемые сборником, помогут нашему читателю более полно представить себе состояние американской космонавтики и некоторые перспективы дальнейшего наступления Человека на космос.

Искусственные спутники Земли

Искусственные спутники Земли в зависимости от своего назначения делятся на две основные группы. Большая группа спутников используется для прикладных целей — это спутники связи, исследования земных ресурсов, а также метеорологические, геодезические, навигационные спутники. Благодаря случайному стечению обстоятельств первые спутники почти всех этих категорий были запущены в США почти одновременно — в 1960 г. Существует также целая группа спутников, предназначенных для астрономических исследований.

Метеорологические спутники и программа исследования земных ресурсов. В 1974 г. будет начата международная программа изучения атмосферы (ГАРП), проводимая в рамках Международной метеорологической организации. Не последнюю роль в ней будут играть метеорологические спутники.

Спутники для метеорологических наблюдений, обслуживающие сейчас практически все районы земного шара, значительно увеличили обзор и точность прогнозов погоды. Они являются очень важным средством метеорологических исследований, так как 70% Земли покрыто водой, к тому же нет соответствующих станций наблюдения в необитаемых земных районах. Метеорологические спутники оказались очень полезными для предсказания погодных условий, представляющих опасность для скота; предсказания погоды для морских судов и составления прогнозов покрытия льдом морей и озер, а также предупреждения ураганов и штормов. Благодаря спутникам достигается значительное улучшение качества краткосрочных и долгосрочных прогно-

зов погоды, что ведет к минимальному материальному ущербу вследствие стихийных бедствий. По оценкам НАСА, улучшение прогноза погоды, достигнутое только лишь при помощи спутников Nimbus, дает ежегодную экономию более чем в 2 миллиарда долларов.

В настоящее время в США действуют 2 системы метеорологических спутников, разработанных на базе более ранних спутников Tiros. Это «второе поколение» метеорологических спутников США ITOS (Tiros M), действующих в рамках Национального управления по исследованию океанов и атмосферы (НОАА), а также экспериментальные спутники серии Nimbus, оснащенные более современной аппаратурой по сравнению с ITOS. К концу 1973 г. успешно запущены четыре спутника серии ITOS (Tiros M) и пять серии Nimbus. Все эти спутники были выведены на солнечно-синхронную полярную орбиту¹. Двукратное за день прохождение спутником (в 9 час. утра и 9 час. вечера по местному времени на экваторе для ITOS) над каждым пунктом земного шара позволяет метеорологам составлять температурную сетку всей Земли каждые 12 часов. Более 500 различных станций, расположенных в 94 странах, могут непосредственно запрашивать спутник и получать необходимую информацию. Для этого на спутниках информация собирается и накапливается, а затем выдается по команде с наземной станции.

Разработка экспериментального метеорологического спутника серии Nimbus была начата НАСА в 1960 г. В 1964 г. был осуществлен запуск первого спутника этой серии Nimbus 1. На 1974 г. запланирован запуск последнего из этой серии Nimbus 6. По мере усовершенствования спутников Nimbus расширялся диапазон задач программы исследований этими спутниками и увеличивалась количественно и качественно их аппаратура. На Nimbus 3 были впервые установлены приборы для дистанционного зондирования атмосферы, которые потом нашли применение в системе спутников ITOS. Зон-

¹ Угловое смещение спутника на солнечно-синхронной орбите равно угловому движению Земли вокруг Солнца. Орбита как бы поворачивается вслед за Солнцем, движется синхронно с ним. Обращаясь по ней, спутник обеспечивает многократную съемку одних и тех же районов Земли при одинаковом угле возвышения Солнца.

дирование по высоте позволяет получать температурное распределение по высоте, начиная от поверхности Земли до верхних слоев атмосферы. Ежегодное получение информации такого рода эквивалентно запускам для этих целей 10 000 баллонов или ракет. Примененная на спутнике Nimbus 5 (который в два раза тяжелее ITOS) микроволновая аппаратура позволяет определять распределение температуры в атмосфере, зоны выпадения осадков и границу ледового покрова в океане — вне зависимости от облачного покрова планеты, закрывающего для спутников 50% земной поверхности.

Nimbus 5 способен принимать и хранить информацию объемом 645 миллионов бит. Для успешного и быстрого (в течение 10 мин.) приема столь большого объема информации наземными станциями используются ретрансляционные технологические спутники ATS, находящиеся на геосинхронной орбите¹. Технологические спутники ATS используются как ретрансляторы также и для метеорологических спутников ITOS. Кроме этого, спутники ATS, находящиеся на геосинхронных орбитах, используются непосредственно для метеорологических целей, так как их аппаратура хоть и менее совершенная, дает более подробную информацию о разрастании шторма или урагана в открытом море. В этом состоит преимущество всех стационарных спутников, находящихся «неподвижно» над каким-либо районом земной поверхности. В связи с этим в 1974 г. планируется запуск на геосинхронную орбиту двух новых метеорологических спутников SMS и GOES, имеющих более качественную аппаратуру метеорологических исследований по сравнению с приборами ATS. Эти спутники будут первыми элементами системы из четырех-пяти стационарных спутников (СССР, США, Франции и, возможно, Японии), создание которой планируется Международной метеорологической организацией по программе ГАРП. Эта система должна обеспечить сбор информации о погоде на низких и средних широтах земного шара. При этом эти спутники будут, с одной стороны, сами производить фотографирование облачного покрова, определение температуры поверхности мо-

¹ Геосинхронная или стационарная орбита позволяет спутнику находиться над одним и тем же районом Земли.

ря и высотного распределения температуры в атмосфере. С другой стороны, их будут использовать как спутники связи для передачи изображения облачного покрова и факсимильных карт погоды с центральной наземной станции на региональные центры.

Первый спутник серии SMS будет запущен над Тихим океаном, второй этой же серии — над Атлантическим. Они будут передавать фотографии облачного покрова каждые 20 минут; причем передача метеоинформации с борта спутника на наземный пункт связи будет происходить со скоростью 25 миллионов бит в секунду.

Расширение состава научной аппаратуры спутников Nimbus позволяет использовать полученную с их помощью информацию не только в интересах метеорологии, но также для исследований в области океанологии, гидрологии, геологии, картографии, агротехники и исследования земных ресурсов. Так, например, при помощи Nimbus 4 исследовались состав и степень загрязнения воды в реке Майами и в озерах Онтарио и Эри. Кроме того, изучались вулканическая активность на Гавайях и состояние пещер в штате Монтана.

На базе метеорологического спутника серии Nimbus был разработан первый американский спутник для исследования земных природных ресурсов ERTS. Диапазон использования этого спутника очень обширен и информация, им собираемая, применима во многих отраслях науки. Ниже приводятся те выгоды, которые ученые получают от разведки земных ресурсов с помощью спутников.

1. В сельском хозяйстве собранная информация помогает в планировании использования земель, обнаружении и борьбе с болезнями зерновых культур, а также в планировании ирригационных систем.

2. В геологии ученые используют данные, полученные со спутников, для контроля за деятельностью ледников и вулканов, для улучшения прогнозов землетрясений, а также для обнаружения особенностей на поверхности, связанных с месторождениями нефти и полезных минералов.

3. В гидрологии система таких спутников обещает получение информации, полезной для обнаружения

следов загрязнения воды, для проверки уровней воды в озерах и других резервуарах, для определения уровня снежного покрова и дождевой воды, в предсказании возможности наводнений, а также в определении местоположения других водных ресурсов.

4. В океанографии возможность датчиков, установленных на спутниках, обнаруживать и регистрировать изменения температуры моря может предоставить информацию, полезную при розыске возможных скоплений рыбы. Использование данных, полученных со спутников, также обещает выгоды для торгового флота через более точное составление карт погодных условий на море, а также через обнаружение ледяных полей и предупреждение судов об айсбергах.

5. В географии датчики, установленные на спутниках, могут составлять карты, показывающие различные изменения в земной поверхности как в результате природных изменений, так и вызванные человеком. Эта информация обещает быть очень ценной для развития городов и планирования транспортных средств.

Выполнение столь обширной совокупности задач для ERTS потребовало увеличения аппаратуры спутника Nimbus, что привело к увеличению веса почти на 200 кг. Кроме дополнительной аппаратуры спутник имел также специальный гидразиновый двигатель, при помощи которого время от времени производилась коррекция траектории, необходимая вследствие торможения движения спутника атмосферой.

Первый спутник этой серии ERTS 1 был выведен на круговую, почти полярную солнечно-синхронную (см. сноску на стр. 6) орбиту в июне 1972 г. Совершая 14 оборотов в сутки, он оказывался через каждые 18 дней над одним и тем же районом Земли, «осматривая» почти всю ее поверхность. За сутки ERTS 1 получал 188 снимков поверхности Земли с разрешением до 90 м. Данные со спутника поступали на наземные станции сбора информации и передавались затем потребителям, среди которых были 33 страны и две международные организации. Продолжительность функционирования ERTS 1 была рассчитана на год.

За этот период получено более 60 000 снимков земной поверхности. По истечении этого срока ERTS 1 продолжает свою работу, хотя вышла из строя большая часть

аппаратуры спутника. В самом начале функционирования ERTS 1 вышла из строя система телевизионных камер, затем — одно за другим видеозаписывающие устройства. Однако полученная информация оказалась очень ценной и обширной. В частности, было обнаружено несколько ранее неизвестных озер в Иране. Было установлено, что русло реки Амазонки нанесено на картах с ошибкой в некоторых местах до 30 км. Кроме того, на ней обнаружены острова площадью более 2 км². По характеру контуров и цвету земной поверхности в Западной Канаде выявлены никелевые месторождения, а в Пакистане — залежи меди. В Неваде открыты неизвестные кратеры вулканов. В Гане успешно использовалась информация с ERTS 1 для борьбы с саранчой и т. д. Данные спутника еще продолжают обрабатываться. В этой работе принимают участие около 300 ученых почти из 50 стран. Несомненно, что дальнейшая обработка даст новые открытия. Запуск следующего спутника ERTS 2 намечен на 1976 г. Кроме того, планируется запуск еще четырех спутников этой серии в конце 70-х годов.

Спутники связи. В августе 1974 г. исполнилось ровно 10 лет со дня основания Intelsat — Международной организации по спутниковой связи между континентами. Несмотря на то, что эта организация международная по составу, она является, по существу, американской, так как ее финансирование на 95% осуществляется американскими фирмами, а остальные страны входят в нее лишь как потребители.

В августе прошлого года был успешно выведен на геосинхронную орбиту (см. сноску на стр. 7) пятый и последний спутник серии Intelsat 4. Система из пяти спутников Intelsat 4 обеспечивает коммуникационную связь между 73 наземными станциями (91 антенна) в 55 странах. Всего за время функционирования организации Intelsat были успешно запущены 14 спутников «четырёх поколений». За этот промежуток почти в 20 раз возросла продолжительность существования спутника на орбите, во много раз увеличилось количество телефонных каналов, одновременно обслуживаемых спутником Intelsat. Последнее уменьшило затраты на создание одного телефонного канала в системе спутниковой связи:

от 25 000 долларов в год для спутника Intelsat 1 до 700 долларов в год для системы спутников Intelsat 4.

Спутник «четвертого поколения», Intelsat 4, одновременно может обслуживать 6000—7000 каналов телефонной связи или 12 каналов цветного телевидения. Вес спутника 1100 кг; продолжительность функционирования 7 лет. Он представляет собой цилиндр длиной ~ 5 м и диаметром ~ 2 м; в качестве источника питания используются солнечные батареи.

Сейчас разрабатывается новая система спутников связи — Intelsat 4A, состоящая из трех спутников Intelsat 4A, запущенных над Атлантическим (два спутника) и Тихим океанами, а также из одного спутника Intelsat 4 — над Индийским океаном. Первый из серии спутников Intelsat 4A будет запущен в середине 1975 г. Каждый из спутников этой серии будет иметь в длину ~ 6 м, в диаметре ~ 2,5 м и весить 1460 кг. Продолжительность функционирования — 7 лет (такая же как и у Intelsat 4). Одновременно он сможет обслуживать ~ 10 000 каналов телефонной связи или 20—24 канала телевидения.

Intelsat 4A является промежуточным типом спутника связи. После 1977—1978 годов планируется создание «нового поколения» спутников — Intelsat 5. Каждый из последних сможет одновременно обслуживать до 30 000 каналов телефонной связи; продолжительность функционирования — 10 лет. Общая стоимость программы Intelsat 5 оценивается в 266—305 миллионов долларов. В финансировании этой и системы Intelsat 4A примут участие и многие неамериканские фирмы. Однако приоритет в осуществлении этих программ будет принадлежать США, которые предоставляют ракеты-носители для запуска всех спутников организации Intelsat.

В чем состоят будущее и перспективы спутниковой связи? Сильным конкурентом подобных спутников все еще является телефонный кабель, проложенный по земле или на дне океана. Однако самый качественный такой кабель в 1970 г. мог одновременно обслуживать лишь 720 каналов телефонной связи. Это почти в 10 раз меньше пропускной способности спутника Intelsat 4. Увеличение пропускной способности в будущем позволит уменьшить стоимость использования спутниковой связи. Этому способствует усовершенствование методов пере-

дачи информации. Через спутники связи Intelsat разработан метод передачи цифровых данных со скоростью 56 тысяч бит в минуту. Этот метод связи позволит использовать один телефонный канал вместо 12 при передаче того же количества информации.

Однако спутники связи Intelsat все еще очень мало мощны, имеют узкую направленность и требуют громоздких и дорогостоящих наземных приемных станций с антеннами диаметром 26—30 м. Эти станции обычно достаточно удалены от индивидуальных потребителей; для их обслуживания требуются квалифицированные специалисты. Вследствие этого система спутников Intelsat в основном использовалась для телефонной связи (в 1971 г. телевизионные передачи составляли лишь 17% работы Intelsat, что соответствовало $\frac{1}{10}$ загрузки телевизионных каналов спутника).

Спутник непосредственного телевизионного вещания на антенны домашнего телевидения уже несколько лет разрабатывался НАСА. Такой спутник должен обладать высокой трансляционной мощностью и большой антенной. В этом году НАСА намечен запуск экспериментального технологического спутника ATS 6(F), в число задач которого входит ретрансляция образовательных телевизионных программ на дешевые и несложные наземные приемные станции. Диапазон исследований при помощи этого спутника необычайно широк. Он будет использоваться для навигационных и метеорологических целей, с его помощью будет изучаться новая система стабилизации и испытан новый ионно-электрический тип двигателей.

На ATS 6 впервые будет установлен передатчик, работающий в частотном диапазоне 20—30 ГГц. Система спутниковой связи на таких частотах обладает преимуществом перед существующими системами, работающими на более низких частотах (что вызвано меньшими затратами на их реализацию). Для диапазона 20—30 ГГц число каналов связи возрастает в 10 раз по сравнению с ныне используемыми частотами 4—6 ГГц. Впервые используя диапазон 20—30 ГГц, предполагается исследовать распространение радиоволн с такой частотой в земной атмосфере.

Спутник ATS 6 будет использован также в целях национальной спутниковой связи США. Дело в том, что

сейчас лишь СССР и недавно Канада имеют свои национальные системы спутниковой связи. Связь через спутники для всей территории своей страны разрабатывается также и в других странах: Англии, Индии, Испании, Италии, Франции, ФРГ, Японии и ... США. Несмотря на активное участие в Intelsat, в разработке и запуске канадского связного спутника Anik, США до сих пор не имеют своей национальной спутниковой системы телевизионного вещания, действующей только в пределах США. ATS 6 будет впервые использован для этой цели, но лишь экспериментально.

Но одним из основных назначений нового спутника, как это уже упоминалось выше, явится разработанная совместно с правительством Индии программа непосредственного телевизионного вещания с целью повышения образования малограмотного населения этой страны. Принимая сигналы с индийского передающего центра, ATS 6 будет перетранслировать их из космоса в 5000 индийских деревень, в которых запланирована установка небольших и дешевых приемных антенн и, по крайней мере, одного недорогого телевизора с большим экраном в каждой из деревень. Первоначально телепередачи будут посвящены проблемам сельского хозяйства и также методам контроля над рождаемостью. Предполагается расширение рамок этого эксперимента и установление прямой связи между всеми индийскими деревнями (их около 560 тысяч). Это связано с тем, что в Индии нет взаимосвязанных наземных линий телепередач. И страна не имеет достаточно средств для их создания. Общая стоимость образовательной программы телевизионного вещания через ATS 6 оценивается в 300 миллионов долларов.

Идея широкого распространения образования путем телевизионного вещания с использованием ATS 6 получает большое признание. В различных странах Америки, на арабском континенте, а также в Австралии изучаются возможности создания системы такого космического телевещания.

Продолжительность функционирования ATS 6 оценивается в 5 лет. Основной конструкцией спутника является решетчатый каркас, на одном конце которого укреплен контейнер с основной аппаратурой, на другом — 9-метровая параболическая антенна (самая боль-

шая из используемых в космосе) и система солнечных батарей. Вес ATS 6 — 1200 кг. Первоначально он будет выведен на геостационарную орбиту (см. сноску на стр. 7) над Западным полушарием, а спустя год переведен на Восточное полушарие непосредственно над Индией.

Кроме перечисленных типов спутников для прикладных целей, существует еще большое количество других типов, таких, как навигационные, геодезические, исследования ионосферы и атмосферы и т. д. Совершенно особенную группу составляют астрономические спутники, использование которых привело к многочисленным открытиям в области астрономии и астрофизики.

Астрономические спутники. Развитие космической техники вызвало революцию в астрономических исследованиях. Дело в том, что астрономические наблюдения с Земли можно производить только в узких диапазонах электромагнитного спектра излучения небесных объектов — в оптическом и радио-диапазонах. Излучение в инфракрасном, ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-диапазонах спектра поглощается атмосферой Земли. Длинноволновое космическое радиоизлучение отражается ионосферой и также недоступно для наблюдений. Вынос аппаратуры за пределы атмосферы при помощи запуска ракет или баллонов привел к многим открытиям в астрономии. Однако, непродолжительность функционирования аппаратуры во время полета ракеты (не более двух минут) сильно ограничивало прогресс в новой области науки — внеатмосферной астрономии. Лишь с запуском астрономических спутников, время работы которых измеряется годами, удалось накопить и систематизировать обширный наблюдательный материал, и только тогда внеатмосферная астрономия обрела полноправное место среди других областей науки.

В США разработан целый ряд астрономических спутников. Это в первую очередь «Орбитальные астрономические обсерватории» (ОАО), специализированные спутники для исследований в рентгеновском и гамма-диапазонах спектра (SAS), «Орбитальные солнечные обсерватории» (OSO) и некоторые другие.

Разработка спутников ОАО, предназначенных для наблюдений в ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра, началась еще с 1959 г. Первый спутник этой серии ОАО 1 был запущен в 1967 г., второй ОАО 2 — в конце 1968 г., последний ОАО 3 — в августе 1972 г. В начале прошлого года была выключена аппаратура ОАО 2, предназначенного для наблюдений в ультрафиолетовом диапазоне. Рассчитанный на работу в течение года этот спутник весом 1980 кг функционировал более четырех лет. За это время он произвел в общей сложности 22 560 наблюдений над 1930 небесными объектами. Наблюдения галактик показали, что интенсивность их излучения в ультрафиолетовом диапазоне немного выше, чем предполагалось ранее. В галактике Андромеды обнаружена интенсивная голубая область, сосредоточенная в пределах $2'$ от ядра галактики. Природа этого ультрафиолетового всплеска, видимо, связана с активностью ядра галактики Андромеды, о чем ранее не было известно.

При помощи ОАО 2 были проделаны исследования ультрафиолетового излучения многих планет Солнечной системы — Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна и Урана (для Урана впервые). Анализ характеристик ультрафиолетового излучения Марса показал, что содержание озона в его атмосфере в 1000 раз меньше, чем в земной, и, следовательно, поверхность Марса «беззащитна» от губительного действия космического ультрафиолетового излучения. В начале 1970 г. приборы ОАО 2 были направлены на только что открытую комету Таго — Сато — Косака и обнаружили вокруг кометы огромное водородное облако, сравнимое по размерам с Солнцем. Аппаратура ОАО 2 позволила впервые получить информацию об ультрафиолетовом излучении Сверхновой звезды, установила наличие магния в атмосферах холодных гигантов и сверхгигантов, расширила наши знания о верхней атмосфере Земли.

Двухтонный спутник ОАО 3 был запущен на околополярную орбиту в преддверии 1973 г., когда весь мир готовился к празднованию 500-летия со дня рождения великого польского ученого Николая Коперника. В честь этого события спутник был назван именем ученого.

ОАО 3 (Коперник) представляет собой восьмигранник

длиной 3 м и диаметром 2 м. Основным его инструментом является 80-сантиметровый ультрафиолетовый телескоп, точность ориентации которого достигает 0,1". Кроме него, в рамках эксперимента, разработанного и проводимого английскими учеными, на спутнике размещен детектор космического рентгеновского излучения. Стоимость запуска и самого спутника составляет 176 миллионов долларов.

В настоящее время аппаратура спутника продолжает успешно функционировать, хотя поставленные перед ним задачи полностью выполнены. Получены важные результаты, касающиеся природы межзвездных пылевых облаков. В них обнаружено большое количество молекулярного и атомарного водорода, а также наличие тяжелых элементов. Анализ результатов указывает также на существование твердых частиц, диаметр которых намного меньше предполагаемого ранее в таких облаках. Самым выдающимся результатом было обнаружение в межзвездной среде большого количества дейтерия, что не согласуется с выводами многих теорий образования звезд. Наличие дейтерия в межзвездной среде было вскоре подтверждено радиоастрономическими наземными наблюдениями. Использование рентгеновского детектора позволило расширить наши знания о природе многих космических рентгеновских источников, в частности, рентгеновских пульсаров.

Исследованиями космического излучения в рентгеновском и гамма-диапазонах спектра были посвящены программы экспериментов с использованием специализированных спутников SAS. Первый спутник этой серии SAS A (другое название Uhuru) запущен в декабре 1970 г. на почти круговую орбиту с наклоном к экватору 3°. Последнее необходимо для устранения нежелательного влияния районов магнитных аномалий на аппаратуру спутника. В связи с этим все спутники серии SAS запускают с плавучей платформы Сан-Марко близ Италии, выход с которой спутника на орбиту с подобным наклоном к экватору является энергетически более выгодным, чем при запуске того же спутника с полигонов США, расположенных на более высоких широтах.

SAS A был предназначен для исследования космического рентгеновского излучения, в том числе рентгеновских космических источников, о существовании которых

узнали лишь в 1962 г. Для осуществления ориентации детектора рентгеновского излучения с точностью $\approx 1'$ использовалась система из двух звездных и двух солнечных датчиков. Вес спутника — 157,5 кг, из которых 70 кг приходится на два детектора рентгеновского излучения. Спутник продолжает функционировать и в настоящее время (правда, с меньшей эффективностью).

В последнем каталоге SAS A, опубликованном в конце 1973 г., содержится информация о 163 источниках рентгеновского излучения. Чтобы полностью оценить значение исследований с помощью SAS A следует заметить, что до запуска этого спутника было известно лишь 35 космических рентгеновских источников. Среди «открытых» источников оказалось множество известных ранее по их излучению в оптическом или радио-диапазоне спектра. Это остатки Сверхновых (в том числе и радиопульсар в Крабовидной туманности), некоторые звезды, галактики, квазары и даже целые скопления галактик. Некоторые рентгеновские источники по своему поведению напоминают Новые звезды.

Важным открытием, сделанным при помощи спутника SAS A, явилось обнаружение рентгеновских источников, входящих в двойные звездные системы, у которых одна из компонент — нормальная звезда, а другая — компактный объект, излучаемый в рентгеновском диапазоне спектра. К концу 1973 г. известно уже шесть таких систем. Самым необычным оказалось, что, по крайней мере, два таких источника являются рентгеновскими пульсарами, т. е. обладают строгой периодичностью в изменениях своей рентгеновской интенсивности. Если эта периодичность обусловлена вращением излучающего объекта, то его размеры должны быть очень малы; скорее всего это вращающиеся нейтронные звезды. Очень интересным оказался двойной источник Лебедь X-1. Хотя он и не обладает строгой периодичностью, оценки его массы и его размеров указывают, что он также является нейтронной звездой, или, как предполагают некоторые астрофизики, «черной дырой» (объектом, радиус которого меньше гравитационного), предсказанной общей теорией относительности. Уникальным по своим свойствам является также двойной рентгеновский источник ММО X-1, который находится в Малом Магеллановом Облаке. Его светимость составляет 10^{39} эрг/сек, что на

порядок больше предела критической эддингтоновской светимости звезды с массой $1 M_{\text{солн}}$.

По данным SAS A более 40 рентгеновских источников, видимо, являются внегалактическими (до запуска спутника было известно лишь шесть таких источников). Они отождествлены как с нормальными галактиками, так и с необычными — типа сейфертовских или радиогалактик. Подтверждено также рентгеновское излучение самого близкого квазара 3C 273. Однако наиболее удивительным результатом этих исследований является обнаружение протяженных областей большой рентгеновской светимости в некоторых скоплениях галактик. Для интерпретации последнего выдвинуто много гипотез, но окончательного объяснения этого явления еще нет.

В ноябре 1972 г. с платформы Сан-Марко был осуществлен запуск второго спутника этой серии, SAS B, предназначенного для исследования космического гамма-излучения. Спутник имеет диаметр 0,55 м и длину 1,29 м; вес SAS B — 186 кг.

Если его предшественник SAS A, можно сказать «открыл» новую науку — рентгеновскую астрономию, то роль SAS B была гораздо более скромная. И дело не в том, что его аппаратура функционировала всего лишь полгода, а затем вышла из строя. К этому времени он уже успел «осмотреть» все наиболее интересные области неба, из которых ожидалось получить информацию о космическом гамма-излучении. Причина «неудачи» SAS B заключалась в нем самом. Его аппаратура еще далека от совершенства и не могла привести к большим открытиям в гамма-астрономии. Разрабатывая этот спутник, ученые рассматривали его лишь как экспериментальный, предполагая полученную информацию о работе SAS B использовать при конструировании более совершенной аппаратуры для спутника HEAO, запуск которого запланирован или в конце 70-х или в начале 80-х годов.

Тем не менее при помощи SAS B получено много интересной информации о распределении и спектральных характеристиках космического диффузного гамма-излучения. Кроме того, большой интерес представляют данные SAS B о гамма-излучении нашей Галактики, особенно ее центральных областей. Подтвержден и более подробно изучен протяженный источник гамма-излуче-

ния, расположенный в плоскости Галактики около ее центра. С большой достоверностью наблюдалось гамма-излучение Крабовидной туманности, пока, видимо, единственного дискретного источника гамма-излучения, наблюдавшегося в этом диапазоне электромагнитного спектра. Полученные результаты имеют большое значение и для космологии. Оценки характеристик наблюдаемого фонового (внегалактического) диффузного гамма-излучения имеют сильное влияние на выбор той или иной космологической модели Вселенной.

В начале этого года был запущен с той же самой платформы Сан-Марко третий спутник этой серии SAS C, предназначенный для продолжения исследования космического рентгеновского излучения. Его работа только еще начинается. В Англии и США ведется совместная разработка четвертого спутника, SAS D, который будет посвящен астрономическим исследованиям в ультрафиолетовом диапазоне спектра. Предполагается, что его запуск будет произведен до 1976 г., причем время функционирования его аппаратуры рассчитано на 3—5 лет.

Кроме перечисленных астрономических спутников США запускают многие другие, в частности, спутники серии OSO, предназначенные для исследования Солнца. При помощи этих спутников получено много информации о ближайшей к нам звезде, о процессах, протекающих в ее недрах, и о природе солнечной активности. При помощи детектора гамма-излучения, установленного на одном из последних спутников этой серии, OSO 7, удалось обнаружить линейчатое гамма-излучение Солнца, что непосредственно указывает на протекание в его недрах ядерных реакций. Это первое подтверждение теории ядерного горения как основного источника энергии звезд. По времени наблюдаемое гамма-излучение точно совпало с сильной вспышкой солнечной активности в августе 1972 г. Это указывает на существование при вспышке огромного числа частиц с очень большой энергией, необходимых для прохождения ядерных реакций.

Самое последнее открытие в области внеатмосферной астрономии сделал спутник Vela, цели которого были далеки от астрономии. Высококачественный детектор гамма-излучения, установленный на этом спутнике, зарегистрировал загадочные, очень кратковременные вспышки гамма-излучения, происхождение которых, как

оказалось, совершенно не связано с Солнечной системой. Впоследствии эти вспышки наблюдались и при помощи других спутников: ОАО 3, ОСО 7 и еще на одном астрономическом спутнике, IMP 6. В рентгеновском диапазоне одну из таких вспышек удалось зарегистрировать аппаратурой спутника SASA. Природа этих вспышек еще не выяснена, хотя и предложено несколько астрофизических гипотез, объясняющих это явление.

В конце 70-х годов запланирован вывод на орбиту «Большого космического телескопа» LST. Это также раздвинет рамки наземных астрономических наблюдений, так как на них даже в оптическом диапазоне очень сильно сказывается атмосфера Земли.

Межпланетные автоматические станции

Исследования Марса. Развитие космической техники вплотную придвинуло разрешение «вечного» вопроса о наличии жизни на Марсе, единственной планете в Солнечной системе, на которой существуют, по мнению многих ученых, благоприятные для этого условия. Исследованию Марса при помощи межпланетных автоматических станций¹ отводилось много места в космической программе США.

Еще в июне 1965 г. американская МАС Mariner 4, приблизившись к Марсу, получила первые снимки этой планеты с такого близкого расстояния. На этих снимках (всего было 21) поверхность Марса неожиданно для многих оказалась покрытой многочисленными кратерами, подобно поверхности Луны. Как сейчас известно, Луна является «мертвой» в геологическом смысле планетой, на которой нет никаких условий для жизни. Поэтому с большим интересом, но с некоторой «настороженностью» ожидалась результаты полетов двух других МАС к планете, Mariner 6 и Mariner 7. 31 июня 1969 г. Mariner 6 пролетел около Марса на расстоянии 3400 км от экватора. Спустя пять дней, Mariner 7 пролетел на таком же расстоянии над Южной шапкой этой

¹ Далее везде МАС, т. е. межпланетная автоматическая станция.

планеты. За время их полета около планеты было получено 143 фотографии Марса, причем 53 из них в течение самого момента пролета близ планеты. На этих фотографиях, охватывающих 20% поверхности Марса, можно было уже различить детали с размерами 270 м (разрешение снимков, полученных МАС Mariner 4, позволило различить детали с размерами 1 км). Анализ полученных снимков, а также измерений характеристик атмосферы планеты, привел в уныние многих ученых, придерживающихся гипотезы о существовании жизни на этой планете. Этот анализ показал, что вода в жидком состоянии практически отсутствует на всех теплых областях поверхности Марса и совершенно отсутствует в виде льда на полярных шапках планеты. Поверхность Марса предстала вся испещренная многочисленными кратерами без каких-либо признаков вулканической активности. Эти факты вместе с очень низкой температурой поверхности и большой разреженностью атмосферы, свободно пропускающей космическое ультрафиолетовое излучение, губительное для живых организмов, почти полностью перечеркнули все различные предположения о возможности обнаружить жизнь на Марсе.

Тем не менее, несмотря на пессимистическое настроение многих специалистов после снимков Mariner 6 и Mariner 7, НАСА в то же время продолжала разработку проекта мягкой посадки на Марс в 1976 г. МАС Viking, основной задачей которой является обнаружение жизни на поверхности этой планеты. Также готовился полет к Марсу МАС Mariner 8 и Mariner 9. Именно благодаря успешному полету последней и полученным в этом полете результатам, а также параллельным исследованиям при помощи советских МАС «Марс 2» и «Марс 3», точка зрения на Марс как «мертвую» планету, подобную Луне, была полностью отвергнута.

13 ноября 1971 г., спустя пять месяцев после запуска, МАС Mariner 9 вышла на орбиту вокруг Марса. Весом в 1000 кг, она была оснащена двумя телевизионными камерами, предназначенными для съемки поверхности, а также аппаратурой для исследований в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах спектра. Однако ряд обстоятельств потребовал сильно изменить

программу исследований, предварительно составленную для этой МАС. В первую очередь это было связано с неудачным запуском другой МАС, Mariner 8, в результате чего программа МАС Mariner 9 была дополнена задачами, поставленными перед другой станцией. Так как это касалось в первую очередь получения фотографий всей поверхности Марса, то было решено изменить первоначально запланированную орбиту Mariner 9. Перевздя МАС на более высокую орбиту и добившись более широкого обзора для ее телевизионных камер, специалисты НАСА надеялись, что Mariner 9 успеет выполнить программу обеих станций, до того как израсходует свои энергетические ресурсы. Однако этому чуть не помешала пылевая буря на Марсе, полностью скрывшая от телевизионных камер поверхность планеты. Пришлось снова скорректировать орбиту МАС, что привело к более низкой разрешающей способности камер Mariner 9, которую рассчитывали получить ранее. Когда приблизился период захода МАС за теньевую сторону Марса (при этом работа аппаратуры стала невозможна), Mariner 9 еще не успела произвести съемку всей поверхности планеты. С большим нетерпением специалисты НАСА ждали появления МАС из теневой стороны Марса, которое произошло лишь спустя два месяца. Однако, выйдя из теневой стороны, Mariner 9 не только смог закончить фотографирование всей поверхности Марса, но также произвести несколько дополнительных съемок отдельных районов поверхности, которые представляли наибольший научный интерес и, в частности, были реальными кандидатами для места посадки МАС Viking в 1976 г. Был даже запланирован эксперимент по проверке теории относительности. Но 27 октября 1972 г. МАС в результате полного израсходования топлива двигателей системы ориентации стала кувыркаться, и на 968-м обороте вокруг Марса аппаратура Mariner 9 была выключена. По оценкам НАСА МАС будет находиться на орбите вокруг Марса в течение 50—100 лет.

За 517 суток пребывания на орбите при помощи МАС Mariner 9 было получено 7329 снимков, покрывающих всю поверхность Марса. Кроме того, аппаратура МАС дала специалистам НАСА около 1 000 000 спектров планеты в инфракрасном и ультрафиолетовом диапа-

зонах. Анализ этих обширных наблюдательных материалов, а также результатов исследований Марса при помощи МАС «Марс 2» и «Марс 3» сильно изменил наши представления об этой планете, создавшиеся после изучения фотографий, полученных МАС Mariner 6 и Mariner 7. Данные Mariner 9 свидетельствуют о существовании на Марсе в прошлом вулканической активности; над полярными шапками найден водяной пар; обнаружены протяженные каньоны. Рассмотрение полученных результатов указывает на то, что геологическая структура Марса отличается как от земной, так и от лунной. По-видимому, Марс является переходной планетой от относительно первобытной, преобладающей ударно-метеоритным рельефом Луны до планеты, органически мобильной, вулканически активной, с преобладанием воды подобно Земле.

Выявленные по снимкам МАС Mariner 9 некоторые образования на поверхности Марса похожи на земные геологические формации, возникающие под действием текущих вод. Объяснение их представляет серьезную проблему, поскольку низкие давления и температура на Марсе исключают присутствие в настоящее время на планете жидкой воды.

Интересным открытием явилось обнаружение дюнных полей из рыхлого материала на дне кратеров. Однотипность размеров и направлений отдельных дюн свидетельствует о том, что они образованы сильными ветрами, дующими в постоянном юго-западном направлении. Дюны на краю более мелкие, чем в середине, как и в земных условиях. На основе полученных фотографий полярных шапок делается заключение, что они состоят в основном из замерзшей воды и очень тонкого слоя углекислоты, которая конденсируется зимой.

При помощи МАС Mariner 9 были получены первые фотографии спутников Марса — Фобоса и Деймоса. По фотографиям были установлены размеры этих спутников, представляющих собой старые, испещренные кратерами тела неправильной формы. Крупнейший на Фобосе кратер (5,3 км в поперечнике), вероятно, образован столкновением с телом примерно такого же размера. Количество кратеров на единицу поверхности у спутников на два порядка выше, чем у Марса, что указывает на процессы эрозии в прошлом у Марса.

Все эти перечисленные открытия, по мнению ученых, значительно увеличивают вероятность обнаружения каких-либо следов биохимической активности на Марсе при посадке в 1976 г. биологической «лаборатории» МАС Viking.

Две МАС типа Viking весом 3600 кг каждая будут запущены с интервалом 10 суток в период середина августа — середина сентября 1975 г. Перелет Земля — Марс займет 305—360 дней. При приближении к Марсу МАС Viking будет выведена на орбиту вокруг Марса.

В состав МАС Viking входят посадочный и орбитальный отсеки, а также система, обеспечивающая мягкую посадку на поверхность планеты. Посадочный отсек вместе с системой посадки размещаются в стерильном герметическом контейнере, имеющем форму сферы диаметром 4 м и состоящем из крышки и основания. Крышка контейнера будет отделена на межпланетной траектории МАС, а основание — непосредственно перед спуском посадочного отсека. Скорость входа спускаемого отсека на высоте 360 км составит 5 км/сек. На начальном этапе спуска посадочный отсек будет претерпевать аэродинамическое торможение атмосферой, которое, как предполагают, начнется на высоте 240 км. На высоте ~ 6 км раскроется парашют диаметром 16 м, который будет сброшен на высоте 1,6 км. После чего включатся три тормозных двигателя, которые, проработав 5—10 мин, должны обеспечить расчетную посадочную скорость 2,4 м/сек. В систему посадки также включено радиолокационное устройство, корректирующее продолжительность работы двигателей. Каждый из двигателей имеет 18 сопел, чтобы минимально уменьшить действие реактивной струи на грунт. Общее время снижения составит 2—6 часов, после чего посадочный отсек весом ~ 550 кг с биологической лабораторией на борту «мягко» опустится своими тремя опорами на поверхность Марса. В течение трех месяцев его приборы будут исследовать прилегающий грунт и окружающую его среду. Главной задачей этих исследований является поиск марсианских живых микроорганизмов.

Хотя основные эксперименты намечено провести на поверхности Марса, планируется также проведение раз-

личных исследований при помощи научной аппаратуры весом 65 кг, установленной на орбитальном отсеке. По программе аппаратура орбитального отсека будет функционировать 50 дней до начала спуска посадочного отсека и, по крайней мере, 90 дней — после его посадки. В основном она дублирует аналогичную аппаратуру МАС Mariner 9 и будет выполнять аналогичные задачи: фотографирование поверхности при помощи системы двух телекамер; изучение распределения водяных паров в атмосфере и измерение температуры поверхности Марса. Измерения характеристик атмосферы также будут проводиться приборами посадочного отсека на траектории его спуска. На начальном этапе спуска приборы будут анализировать состав верхней атмосферы, затем в нижних слоях атмосферы определять плотность, температуру и давление и, наконец, во время спуска на парашюте — измерять скорость ветра.

Главный эксперимент исследований на поверхности Марса будет осуществлять биологическая лаборатория. Для этих исследований лаборатория включает четыре прибора, три из которых предназначены для опытов с измерением выделения $C^{14}O_2$. Дело в том, что если в образцах почвы, взятых специальным устройством с поверхности планеты, имеются живые организмы, то все приборы лаборатории должны зарегистрировать результаты воздействия на микроорганизмы окружающей среды. Помещающая пробы почвы в специальный контейнер, они, в частности, могут зарегистрировать углеродный обмен между организмами и средой, так как при этом должны появиться газы, содержащие углерод, и в том числе радиоактивные изотопы C^{14} . Четвертый прибор предполагается использовать для исследования роста микроорганизмов в изучаемом образце. С этой целью в образцы почвы будет добавлено в качестве питательной среды небольшое количество воды. Разработанный для этого эксперимента прибор способен регистрировать частицы в количестве 10^3 — 10^6 на 1 мл. Если анализ образцов почвы даст положительный результат в смысле обнаружения признаков живых организмов, то предполагается дальнейшее изучение «подозрительных» образцов с помощью стерильной камеры с температурой $169^\circ C$, в которую образцы будут помещены на три часа с последующим повторением биоанализов.

Кроме биологического анализа марсианской почвы, предполагается провести еще ряд экспериментов с помощью других приборов аппаратуры посадочного отсека. Среди них — получение изображения при помощи двух телекамер; молекулярный анализ, метеорологические наблюдения, исследование магнитных и физических свойств марсианского грунта, а также эксперимент по радиосвязи. Система телекамер посадочного отсека состоит из двух идентичных сканирующих камер, работающих в режимах высокого разрешения, обзорном и цветном. Камеры разнесены на расстояние 1 м для получения стереоскопических изображений. Среди метеорологических экспериментов — измерение скорости и направления ветра, атмосферного давления, температуры и содержания водяного пара. Для исследования магнитных свойств материалов, покрывающих поверхность Марса будет использована система магнитов, успешно применявшихся на поверхности Луны аппаратурой *MAR Surveyor*. Малогабаритный сейсмометр будет производить запись колебаний почвы.

Посадочный отсек оборудован двумя антеннами: узконаправленной для непосредственной связи с Землей на коротких волнах и антенной УКВ для связи с орбитальным отсеком. УКВ-связь с орбитальным отсеком и использование более мощной антенны этого отсека позволит передавать информацию на Землю гораздо в большем объеме, чем непосредственно с поверхности Марса. Например, используя орбитальный отсек как ретранслятор, аппаратура посадочного отсека может передавать до 20 фотографий в день, используя непосредственную связь с Землей — только одну фотографию в день.

В настоящее время НАСА уже определило пункты посадки *MAR Viking*, подробно проанализировав фотографии и другую информацию, полученную при помощи *MAR Mariner 9*. Для посадочного отсека первой *MAR Viking*, выбран пункт в районе *Chrysa* (19°,5 с. ш., 34° з. д.) в северо-восточном конце каньона длиной 4800 км. Район *Chrysa* представляет собой площадку размерами 80×580 км², расположенную в устье крупнейшей на Марсе системы «каналов», напоминающих высохшие русла земных рек. В качестве второго пункта посадки выбран район *Cudonia* (44°, 3 с. ш., 10° з. д.) в «море» *Acidaliun* на южном краю Северной полярной шапки. Температура

в этом районе летом поднимается, как это установлено советскими и американскими МАС, до 0°C . Кроме того, над этим районом обнаружено наличие паров воды. Оба района расположены вне зоны сильных ветров и находятся на ~ 5 км ниже среднего уровня поверхности. Расстояние между двумя пунктами посадки составляет ~ 1600 км, что повышает эффективность сейсмических измерений аппаратуры посадочных отсеков. Распределены и запасные пункты посадки — это, соответственно, Tritonis Lacus ($20^{\circ},5$ с. ш., 252° з. д.) и Alba ($44^{\circ},2$ с. ш., 110° з. д.).

При запуске МАС Viking будет впервые использована новая ракета-носитель «Титан-Центавр», имеющая длину ~ 49 м и вес 640 т. Разработка ракеты еще продолжается. В начале этого года первые ее летные испытания окончились неудачно.

Уже несколько лет существует хорошая традиция широкого обмена результатами космических исследований между советскими и американскими учеными, в частности, по освоению планеты Марс. Например, во время полетов советских МАС «Марс 2» и «Марс 3» и американской Mariner 9 была установлена постоянная действующая линия связи между АН СССР в Москве и лабораторией реактивных двигателей в Пасадене. При разработке проекта Viking американские ученые с большим интересом отнеслись к результатам успешных мягких посадок, совершенных впервые советскими МАС «Марс 3» и «Марс 5». Это вселяет уверенность, что мягкая посадка биологических лабораторий МАС Viking будет успешно осуществлена.

Исследования Юпитера и Сатурна. Полет МАС к внешним планетам, т. е. планетам, лежащим за орбитой Марса, к которым относятся Юпитер и Сатурн, всегда сводился к вопросу о вероятности благоприятного прохода МАС пояса астероидов. Пояс астероидов, опоясавший Солнечную систему за орбитой Марса перед орбитой Юпитера, состоит из крупных объектов, размерами до 767 км в поперечнике (для самой большой малой планеты Цереры) и из большого количества гораздо более мелких тел и частиц, представляющих опасность для «навигации» МАС в этой области пространства. Кроме того, достижение МАС окрестностей Юпитера, лежащего на расстоянии от Солнца в 3,5 раза превышающем со-

ответствующую величину для Марса, требовало, чтобы величина скорости МАС при ее запуске к Юпитеру была достаточно большой для преодоления притяжения Солнца. Приобретя такую скорость, МАС могла покинуть Солнечную систему и стать первым первопроходцем на пути к ближайшим звездам.

Первым объектом, созданным руками Человека, который преодолеет солнечное притяжение и покинет Солнечную систему, видимо, станет американская МАС Pioneer 10, запущенная к планете Юпитер. Хотя вероятность ее попадания на планетную систему другой звезды пренебрежимо мала, не исключено, что какая-нибудь высокоразвитая внеземная цивилизация сможет выделить искусственный объект из тел естественного происхождения. Предполагая такую возможность, создатели МАС Pioneer 10 поместили на ней пластинку из алюминия, анодированного золотом, размером 15×23 см с символическим рисунком, который сообщает о существовании цивилизации на Земле. В левом верхнем углу пластинки схематически изображен переход между уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома водорода, самого распространенного элемента во Вселенной. В правой половине в одном масштабе нарисованы мужчина и женщина и контуры МАС Pioneer 10. Внизу под изображением людей дана цифровая запись среднего роста человека в двоичном коде; причем за единицу длины принята величина 21 см — длина волны излучения, соответствующего переходу между уровнями сверхтонкой системы водорода. Внизу слева схематически изображена Солнечная система и приведена траектория полета МАС Pioneer 10. Здесь же указаны расстояния планет от Солнца в двоичном коде, в котором за единицу длины принят радиус орбиты Меркурия. Наконец, слева, посередине начерчена диаграмма, представляющая положения и периоды 14 пульсаров. Конфигурация расположения этих пульсаров вместе со значениями их периодов определяют местонахождение Солнечной системы и время запуска МАС.

МАС Pioneer 10 весом 258 кг была запущена 2 марта 1972 г.; причем скорость на начальном участке траектории полета МАС достигла 51 000 км/час. На МАС Pioneer 10 находятся 11 приборов, предназначенных для исследования межпланетной среды, астероидного пояса и свойств атмосферы Юпитера. Несмотря на огромную скорость

МАС, которую впервые удалось сообщить космическому аппарату, ей предстоял долгий путь, потребовавший около 21 мес. полета. Через 130 суток полета ей предстояло войти в пояс астероидов, как предполагали, весьма опасный для МАС. Во время движения МАС Pioneer 10 к Юпитеру ее траектория с помощью включения маршевого двигателя была несколько раз скорректирована, причем последняя коррекция обеспечила прохождение МАС за спутником Юпитера Ио, с целью обнаружения у последнего атмосферы.

15 июля 1972 г. МАС Pioneer 10 вошла в пояс астероидов, ширина которого составляет 80 миллионов километров. Чтобы преодолеть это расстояние, МАС Pioneer 10 пришлось затратить 200 суток полета. Ее траектория в поясе астероидов была выбрана так, чтобы обеспечить наибольшее удаление МАС от известных астероидов. Наиболее близко МАС Pioneer 10 прошла от астероидов Паломар-Лейден и Никс. С большими опасениями ожидалась встреча МАС с микрометеоритами в этом поясе, но и с большой надеждой ожидалось, что аппаратура МАС обнаружит несколько новых больших астероидов. Однако ни того, ни другого не случилось. Информация МАС Pioneer 10 из пояса астероидов была неожиданной для астрономов.

Детекторами метеорных частиц была зарегистрирована значительно меньшая предполагаемой величины плотности небольших частиц (с диаметром 0,01—0,1 мм) в поясе астероидов. Частота регистрации частиц в поясе оказалась равной частоте на траектории полета до входа в пояс астероидов (ожидалось, что оно возрастет на порядок). В связи с этим у детектора метеорных частиц возник большой запас ячеек, непробитых микрометеоритами. Это позволит получить информацию о метеорной обстановке на больших расстояниях от Солнца после пролета Юпитера, чем предполагалось ранее.

В отличие от мелких частиц обнаружилась, тоже непредвиденная раньше, относительно большая плотность крупных частиц с диаметром 0,1—1 мм. В поясе астероидов были зарегистрированы две зоны максимальной плотности таких частиц — на расстоянии 400 и 480 миллионов километров от Солнца. Очень большой оказалась скорость пролета крупных частиц относительно МАС, до 15 км/сек для частиц с диаметром 2—4 мм. Таким обра-

зом, вероятность повреждения МАС такими частицами является несколько большей, чем предполагалось ранее, но все же, по мнению специалистов НАСА, не представляет опасности для «навигации» в поясе астероидов.

В феврале 1973 г. МАС Pioneer 10 успешно преодолела пояс астероидов и уже без всяких помех стала приближаться к Юпитеру. В ночь с 3 на 4 декабря 1973 г. она прошла на минимальном расстоянии от планеты (130 000 км). В пролетном сеансе получено 340 снимков планеты и ее четырех спутников — Ио, Каллисто, Европы, Ганимеда. Юпитер на снимках как бы покрыт концентрическими полосами серебристо-серого, оранжевого, красно-коричневого, желтого и синего цветов. На серебристо-сером фоне выделяется знаменитое Красное пятно. МАС также обнаружено немногим меньшее по размеру (поперечник 16 000 км) Белое пятно, которое напоминает скопление кучевых облаков на Земле.

По данным МАС Pioneer 10 планета имеет водородную и гелиевую короны. Верхний слой облачности состоит из перистых облаков аммиака, температура вершин облаков составляет 133°С. Оказалось, что интенсивность инфракрасного излучения освещенной Солнцем стороны планеты такая же, как теневой стороны. Магнитное поле Юпитера очень своеобразно. По мере сближения станции с планетой оно несколько раз пропадало и появлялось вновь. Для объяснения этого явления выдвинут ряд гипотез.

Радиационные пояса Юпитера тоже отличаются от земных. Зона наиболее интенсивной радиации находится в плоскости магнитного экватора планеты и зарегистрирована на расстоянии 177 000 км от нее. Проходя через эту зону, аппаратура МАС Pioneer 10 получила лишь незначительные повреждения.

Траекторные измерения показали, что масса планеты больше, чем предполагалось. Масса спутника Юпитера Ио тоже оказалась больше. У Ио обнаружена плотная атмосфера. Все это весьма предварительные сведения. Обработка огромного объема полученной информации только начинается. МАС Pioneer 10 продолжает удаляться от Солнца. По расчетам в 1987 г. она пересечет орбиту Плутона и выйдет за пределы Солнечной системы, устремляясь к созвездию Тельца. Связь со станцией американские ученые надеются

поддерживать до 1979 г. К этому времени МАС Pioneer 10 пересечет орбиту Урана.

6 апреля 1973 г., спустя 13 месяцев после запуска МАС Pioneer 10, была выведена на траекторию к Юпитеру вторая МАС этой серии — Pioneer 11. МАС Pioneer 11, почти полностью идентичная своей предшественнице, была предназначена для продолжения исследований атмосферы и окружающей среды планеты Юпитер. Аппаратура МАС Pioneer 11 была дополнена лишь одним научным прибором для измерения интенсивных магнитных полей, которые ожидали обнаружить у Юпитера. 18 августа МАС вошла в пояс астероидов, из которого благополучно вышла 12 марта 1974 г. Согласно расчетам она пролетит около Юпитера 2 декабря 1974 г.

МАС Pioneer 10 и Pioneer 11 навечно войдут в историю космонавтики как «первооткрыватели» планет. МАС Pioneer 10 была первым посланником человечества к планете Юпитер. На долю МАС Pioneer 11 пришлось не менее почетная миссия — стать первой МАС, направленной в сторону еще более далекой планеты Сатурн. МАС Pioneer 11 не предназначалась для такого полета. НАСА приняла такое решение после подробного обсуждения результатов исследований МАС Pioneer 10, а также всеразличных вариантов дальнейшей программы МАС Pioneer 11 после пролета Юпитера. Теперь после совершенной по команде с Земли коррекции траектории этой станции, она, пройдя Юпитер, направится к не менее загадочной, и может, самой необычной планете Сатурн. Исключительность Сатурна среди остальных планет Солнечной системы заключается в наличии у него колец, состоящих, как предполагали совсем недавно, из мельчайших частичек, движущихся по орбите спутника вокруг планеты. В 1973 г. американским радиоастрономам впервые удалось осуществить радиолокацию Сатурна, используя для этих целей 64-метровую антенну станции космической связи в Голдстоуне. Из полученных результатов следует, что кольца не могут состоять из мелких кристалликов, пыли или газа, а представляют собой «рой» неровных глыб твердого материала диаметром, возможно, более одного метра. Это открытие привлекло еще большее

внимание ученых к изучению природы Сатурна и его колец.

Сатурн находится приблизительно вдвое дальше от Солнца, чем Юпитер. Чтобы преодолеть расстояние от Юпитера до Сатурна, МАС Pioneer 11 потребуются около 5 лет. В сентябре 1979 г. она подойдет к Сатурну, используя ускорение гравитационным полем Юпитера.

В США вплоть до 1973 г. разрабатывался проект «Большое путешествие», предназначенный для исследования большого числа внешних планет. Идея проекта возникла в связи с предстоящим уникальным явлением в Солнечной системе, когда несколько внешних планет одновременно оказываются приблизительно на наиболее выгодной траектории полета МАС к этим планетам. Предлагалось несколько вариантов «Большого путешествия». По одному из них МАС, запущенная в 1976—1977 годах, пролетала около планет Юпитер, Сатурн и Плутон; по другому — около планет Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Стоимость проекта оценивалась в 700—900 миллионов долларов. Однако правительство США, обсудив возможность столь дорогостоящего проекта, решило заменить его запуском в августе — сентябре 1977 г. двух МАС серии Mariner, весом 750 кг, ограничившись полетом одновременно лишь к двум планетам — Юпитер и Сатурн. Стоимость этого проекта оценивается в 360 миллионов долларов.

В отличие от своей предшественницы МАС Pioneer 11, летящий по аналогичной, но более вытянутой траектории, две МАС Mariner, запущенные с интервалом 20 суток, придут к Сатурну за гораздо меньший промежуток времени. Этому еще будет способствовать использование новой ракеты-носителя «Титан-Центавр», разработанной для полета МАС Viking к Марсу, а также специально выбранная форма траектории, использующая гравитационное поле Юпитера для еще большего разгона МАС. Таким образом, запущенные лишь через четыре года после старта МАС Pioneer 11, они придут в район Сатурна спустя 2 года после полета Сатурна этой станцией.

Более совершенная аппаратура МАС серии Mariner позволит значительно дополнить программу исследований, проведенных при помощи МАС серии Pioneer, в которую, в частности, также будут входить исследования

спутника Сатурна Титан, обладающего атмосферой, и колец Сатурна. В разработке программы экспериментов МАС Mariner 77 (такое пока предварительное их обозначение) участвуют многие иностранные ученые из Англии, Франции, ФРГ и Швеции.

В НАСА разрабатывается запуск к Юпитеру МАС серии Pioneer с выходом на орбиту вокруг планеты.

3 ноября 1973 г. в США был произведен запуск МАС Mariner 10, предназначенной для исследования планеты Меркурий. Mariner 10 — первая МАС, осуществившая исследования этой самой ближайшей к Солнцу планеты. Впервые для достижения заданной траектории полета МАС использовалось гравитационное поле другой планеты. Подобная схема, как указывалось выше, будет использоваться при полете двух МАС Mariner к Сатурну.

5 февраля 1974 г. МАС Mariner 10 прошла на расстоянии 5700 км от поверхности Венеры, сделав около 500 снимков облачного покрова планеты. Анализ снимков выявил загадочную Y-образную область в конфигурации облаков и ряд других интересных деталей. Наконец, 29 марта 1974 г. МАС прошла всего лишь в 720 км от поверхности Меркурия. На полученных снимках предстала планета, испещренная многочисленными кратерами и очень напоминающая нашу Луну.

Пилотируемые полеты

Полеты Apollo. 20 июля 1969 г. выдающимся успехом завершилась 10-летняя американская программа подготовки высадки Человека на Луну. После первой лунной экспедиции на Луну на космическом корабле Apollo 11 было совершено еще пять пилотируемых полетов с посадкой на нашем естественном спутнике.

При полетах на Луну пилотируемых космических кораблей Apollo для их посадки использовался метод встречи на орбите, который впервые предложил русский ученый Ю. Кондратьев. Этот способ состоит из предварительного вывода КК на окололунную орбиту с последующим отделением от него лунного отсека.

В этом лунном отсеке два астронавта совершали посадку на Луну, а затем, после старта с поверхности, снова присоединялись к основному блоку Apollo, находившемуся на окололунной орбите с третьим астронавтом на борту. После перехода астронавтов в основной блок, лунный отсек сбрасывался на Луну, а космический корабль возвращался на Землю. Перед прямой посадкой этот способ имеет ряд преимуществ, среди которых основными являются: меньшая на 15—20%¹ стоимость проекта, уменьшение времени нахождения космонавтов в полете, облегчение условий посадки на Луну и взлета с ее поверхности. Поэтому основным элементом конструкции космического корабля Apollo являлся лунный отсек, представляющий собой посадочный и взлетный комплексы. Высота отсека составляла 6 м, посадочный вес — 5 т. В его центре помещался двигатель с тягой около 5 т. Отсек также выполнял функцию стартовой площадки. Взлетный комплекс с двигателем с тягой 1,6 т состоял из двух герметичных цилиндров с диаметрами 2,3 и 1,5 м. В первом размещались астронавты с научным оборудованием, которое они оставляли на Луне. В меньшем — находилось оборудование управления и связи. Стыковка лунного отсека с основным блоком осуществлялась при помощи туннеля диаметром 80 см, расположенным под взлетным комплексом.

Основной блок космического корабля, в свою очередь, также состоял из двух отсеков: командного и служебного. На Землю возвращался только командный отсек Apollo. Он имел коническую форму (высота 3,4 м, диаметр дна 4 м, вес 5 т) и размещался на самом верху ракеты-носителя. В нем астронавты стартовали с Земли и в нем возвращались обратно. Командный отсек являлся центром управления космического корабля. В носовом отделении его была размещена аппаратура управления, связи, навигации, ЭВМ и индикаторное оборудование. Система жизнеобеспечения и регулирования внутренних условий обеспечивала давление атмосферы из чистого кислорода, равное 0,35 атм, температуру — 24°С и влажность — 40—70%¹.

Под командным отсеком располагался служебный отсек — цилиндр с диаметром 3,9 м, длиной 4,25 м и весом 22 т. В нем были размещены топливо и двига-

тельные установки, обеспечивающие возможность корректировать курс на маршевом участке траектории и при возвращении на Землю, а также возможность управления ориентацией корабля. Число включений маршевого двигателя могло доходить до 50. В служебном отсеке было размещено также электрооборудование космического корабля, а также часть системы жизнеобеспечения астронавтов, вырабатывающая питьевую воду. После входа Apollo в плотные слои земной атмосферы при его возвращении обратно на Землю служебный отсек отделялся от корабля.

Лунный отсек находился в переходнике, который крепился к ракете-носителю. Переходник имел коническую форму длиной 8,9 м и вес 1,8 т. После выхода корабля на околоземную орбиту астронавты осуществляли перегруппировку отсеков, проводя стыковку командного отсека с лунным. Космический корабль Apollo имел также систему аварийного спасения, которая отделялась от корабля при включении второй ступени ракеты-носителя.

В качестве ракеты-носителя космического корабля Apollo использовалась трехступенчатая ракета «Сатурн 5», способная вывести на околоземную орбиту полезный груз весом 140 т, а на окололунную — до 45 т. Первая ступень ракеты «Сатурн 5» составляет 75% стартового веса всей ракеты, который превышает 2700 т. Первые три непилотируемых космических корабля были запущены на околоземную орбиту при помощи двухступенчатой ракеты-носителя «Сатурн 1Б», которая также использовалась при запусках трех экипажей американской орбитальной космической станции. Сама Skylab была выведена на орбиту при помощи ракеты «Сатурн 5».

В связи с усовершенствованием ракеты-носителя «Сатурн 5» для кораблей Apollo 15, Apollo 16 и Apollo 17 были расширены научные эксперименты, проводимые на поверхности Луны и в особенности осуществляемые на окололунной орбите. Вес научных приборов, доставляемых на Луну, увеличился до 550 кг, а к служебному отсеку был пристроен дополнительный отсек с научной аппаратурой, SIM-bay.

Была также увеличена система жизнеобеспечения космонавтов и емкость аккумуляторов корабля. В носо-

вой части корабля во время этих последних трех экспедиций; на Луну был помещен малый искусственный спутник Луны (весом около 40 кг), который пружинным механизмом выводился на орбиту вокруг нашего естественного спутника для проведения измерений радиации, магнитных полей и изучения распределения масс в теле Луны. После окончания программы Apollo части этого корабля (модификация командного и служебного отсеков) будет использована при совместном советско-американском полете в 1975 г. и использовалась в программе Skylab.

Напомним как протекали все шесть экспедиций кораблей Apollo на Луну.

16 июля 1969 г. с м. Кеннеди, шт. Флорида, на глазах у миллионов зрителей был запущен Apollo 11. Командиром экспедиции был Нил Армстронг, Майкл Коллинз был пилотом командного отсека, Эдвин Олдрин — пилотом лунного отсека. Через три дня после запуска космический корабль был заторможен двигателями служебного отсека и вышел на орбиту вокруг Луны. Через день лунный отсек, пилотируемый Армстронгом и Олдрином, благополучно опустился в Море Спокойствия. Через шесть часов после посадки Армстронг сошел на поверхность Луны, а через 20 мин за ним последовал Олдрин. Космонавты убедились, что они могут легко приспособиться к лунной гравитации, которая в шесть раз меньше земной.

Оказавшись на поверхности Луны, Армстронг и Олдрин прежде всего приступили к работе с научными приборами. Для того чтобы дать возможность ученым на Земле изучать строение Луны, был установлен пассивный сейсмометр, фиксирующий лунные землетрясения и записывающий удары метеоритов о поверхность Луны. Астронавты также установили лазерный отражатель. При помощи этого прибора пучки лазера с Земли могут отражаться обратно, что дает возможность точно измерить расстояние между Землей и Луной. Кроме этого, астронавты установили прибор для определения состава солнечного ветра и собрали примерно 22 кг образцов лунных пород. После двух с половиной часов пребывания на поверхности Луны Армстронг и Олдрин возвратились в лунный отсек. Спустя еще несколько

часов команда осуществила запуск лунного отсека на орбиту Луны, где он состыковался с командным отсеком. Три астронавта благополучно вернулись на Землю и были подобраны в Тихом океане.

После возвращения экипажа лунные образцы и космический корабль были помещены в изолятор и пробыли на карантине в течение 21 дня в специальной лаборатории в Хьюстоне, шт. Техас. Обширные медицинские и биологические обследования показали, что никакие живые организмы не были перенесены с поверхности Луны. Эти карантинные меры были предприняты для предохранения заражения Земли возможными вредными живыми микроорганизмами Луны. Доставленные образцы пород были распределены среди 144 ученых во всем мире.

Вторая посадка на Луну была совершена экипажем во главе с Чарльзом Конрадом; Ричард Гордон был пилотом командного отсека, и Алан Бин — пилотом лунного отсека. Запуск был произведен 14 ноября 1969 г. с м. Кеннеди. Во время запуска в корабль дважды ударила молния, что вызвало некоторые нарушения в системе корабля. После выхода на околоземную орбиту экипаж осуществил проверку электрической системы и аппаратуры, но не нашел сильных повреждений.

Приблизительно спустя трое суток корабль вышел на орбиту вокруг Луны. 19 ноября 1969 г. Конрад и Бин осуществили посадку лунного отсека на поверхность Луны в 180 м от МАС Surveyor 3.

Экипаж Apollo 12 совершил два выхода на лунную поверхность. Первый выход был посвящен преимущественно установке оборудования для экспериментов Apollo и сбору образцов пород. Научное оборудование было предназначено для пяти научных экспериментов с целью передачи информации на Землю минимум в течение года. На станции имелись ядерные источники энергии и автономные радиопередатчик и приемник. Регулирование и калибровка этих экспериментов могли осуществляться учеными с Земли при помощи радиокоманд. Это оборудование включало пассивный сейсмометр для измерения колебаний лунной поверхности, прибор для измерения плотности атмосферы Луны, магнитометр для измерения магнитного поля, масс-спектрометр солнечного ветра для измерения величины и на-

правления скорости протонов и электронов, прилетающих с Солнца, и прибор для определения количества лунной пыли.

Второй выход на Луну длился 3 часа 49 минут. За это время экипаж опять собирал образцы лунных пород; было сделано много фотографий и исследовалось состояние МАС Surveyor 3, которая находилась на Луне приблизительно 2,5 года. Астронавты также взяли части Surveyor 3 вместе с образцами пород на Землю для научных исследований.

После взлета с лунной поверхности и состыковки с командным отсеком лунный отсек был сброшен на Луну для калибровки сейсмометра. Удар вызвал 55-минутную вибрацию почвы, которую регистрировали на Земле.

Экипаж благополучно вернулся на Землю, опустившись в Атлантическом океане. Астронавты были подвергнуты карантину в течение 21 дня. И снова медицинские и биологические исследования показали, что в лунном материале живых форм нет. Экспедиция Apollo 12 может безусловно считаться крупным научным достижением.

Третья экспедиция чуть не окончилась драматически и не осуществила посадку на Луну. Руководил ею Джеймс Ловелл; Джон Суиджерт был пилотом командного отсека, а Фред Хейс — лунного.

Apollo 13 был запущен с м. Кеннеди 11 апреля 1970 г. В стадии запуска центральный двигатель второй ступени ракеты-носителя «Сатурн 5» рано отключился, в результате чего остальные четыре двигателя работали дольше положенного времени. Это первое осложнение не посчитали серьезным, и космический корабль продолжал полет к Луне. Приблизительно через четыре часа после запуска командный отсек состыковался с лунным.

Спустя примерно 56 часов с момента начала полета экипаж сообщил, что в командном отсеке раздался аварийный сигнал, и слышны приглушенные взрывы. Через несколько минут команда заметила утечку газа из служебного отсека, а также, что кислород дает утечку в одном из баков, а во втором баке быстро падает давление. Эти сообщения экипажа указывали на аварийное положение внутри командного отсека космического корабля. Кислород, необходимый для поддержания жизни

экипажа и питания топливных элементов, производящих электричество, быстро исчерпывался.

Это самая серьезная авария за все время полетов человека в космос, так как экипаж был на пути к Луне и не мог возвратиться на Землю раньше чем через четыре дня. Быстро были приняты аварийные меры как экипажем, так и группой наземного контроля. Было решено, чтобы лунный отсек, уцелевший при аварии, использовался бы в качестве «спасательной шлюпки». Была использована система жизнеобеспечения лунного отсека, а его батареи давали энергию, необходимую для коммуникаций и для работы навигационной системы. В качестве необходимых маневров всего корабля использовались тормозные двигатели лунного отсека. Вначале нехватка кислорода, электроэнергии и воды стала важной проблемой. В связи с этим специалистами НАСА были разработаны аварийные меры, чтобы снизить расход этих жизненно необходимых ресурсов. Были разработаны специальные технические меры, повышающие жизнеобеспечение экипажа корабля, которые были проверены на Земле, а затем предложены астронавтам.

Apollo 13 обогнул Луну для возвращения на Землю, используя гравитационное лунное поле. Этот маневр потребовал меньших затрат энергии, чем резкий разворот в тот момент, когда была замечена авария. Экипаж Apollo 13 благополучно вернулся на Землю 17 апреля 1970 г. Астронавты оставались в лунном отсеке вплоть до момента входа в земную атмосферу; затем они перешли в командный отсек — единственную часть корабля, предназначенную для приземления, после чего лунный отсек был сброшен. Астронавты успешно приводнились в Тихом океане на расстоянии 6,5 км от специально посланного к ним судна.

Фотографии, заснятые астронавтами Apollo 13, показали, что в результате взрыва в кислородном баке была сорвана большая панель служебного отсека. Была назначена комиссия для расследования причин аварии, которая сообщила, что авария явилась «результатом не случайной неисправности, ... а скорее необычной комбинации ошибок, которые наложились на некоторые недостатки конструкции». Было установлено, что во время наземных испытаний перед полетом в ре-

зультате перегрузки возникла электрическая дуга, которая расплавила и закоротила переключатели. После этого они уже не годились в качестве термопредохранителей и это привело к тому, что температура в тепловой системе бака поднялась, вероятно, выше 540°С. Этот значительный перегрев повредил изоляцию обмоток мотора вентилятора и вызвал короткое замыкание обмотки, а также воспламенение ее от действия электрической дуги. И в результате этого в кислородном баке возникло возгорание, вызвавшее взрыв.

После аварии на космическом корабле Apollo 13 были произведены значительные изменения в конструкции кислородных баков у остальных кораблей серии Apollo. Кроме того, третий кислородный бак был установлен в служебном отсеке Apollo 14 для обеспечения полностью независимого запаса кислорода на случай подобного происшествия в будущем. Из-за аварии на корабле Apollo 13 пришлось отложить следующую экспедицию на Луну примерно на 6 месяцев.

Apollo 14 был, наконец, запущен 31 января 1971 г. с м. Кеннеди (шт. Флорида) и завершился третьей успешной посадкой американского космического корабля на Луну. Командиром экипажа был назначен Алан Шепард, который в 1961 г. первым из американцев стартовал в космическое пространство; Стюарт Руса — пилотом командного отсека, а Эдгар Митчелл — пилотом лунного. Целями полета были исследование гористого района Луны и попытка обнаружить вещества, которые могли бы являться частью древнейшей лунной коры или ее поверхностного слоя до того, как под действием метеоритов она рассеялась по всей поверхности Луны.

После включения двигателей третьей ступени ракеты-носителя, корабль набрал скорость, позволяющую кораблю покинуть земную орбиту, и вышел на траекторию полета к Луне. Первая же трудность возникла перед экипажем при попытке произвести стыковку командного отсека с лунным. После первой попытки, проделанной Русой, не произошло защелки стыковочного штыря и приемного конуса, что является условием прочной стыковки двух отсеков. Это вызвало серьезные осложнения, так как механизм стыковки должен находиться в полной исправности для обеспечения пере-

хода экипажа в командный отсек, после выполнения задания в лунном отсеке. После того как стыковка, наконец, произошла, экипаж осмотрел механизм и пришел к выводу, что полет может быть без опасения продолжен. Через три дня после запуска скорость космического корабля была снижена для вывода корабля на орбиту вокруг Луны. 5 февраля 1971 г. лунный отсек отделился от командного и совершил успешную посадку в запланированный район Луны. Пока Руса продолжал совершать обороты вокруг Луны в командном отсеке, Шепард и Митчелл совершили два выхода на лунную поверхность. Общая продолжительность пребывания астронавтов на Луне — 33,5 часа. Во время своего первого выхода астронавты установили на Луне пять научных приборов. Эти приборы позволяют ученым изучать сейсмическую активность Луны, обнаруживать находящиеся в лунной атмосфере частицы, а также исследовать структуру лунных недр. Шепард и Митчелл установили также на поверхности Луны лазерный отражатель.

Во время своих выходов на поверхность Луны астронавты использовали двухколесную тележку, предназначенную для перевозки научного оборудования во время выхода экипажа на лунную поверхность. Целью второго выхода на Луну было исследование горного района в окрестностях кратера Коун и сбор образцов грунта.

Шепард и Митчелл посвятили около 9,5 часа исследованию района посадки корабля неподалеку от кратера Фра Мауро. Затем с помощью взлетной ступени лунного корабля астронавты вернулись на орбиту, где состыковались с командным отсеком, пилотируемым Русой. Экипаж благополучно совершил обратный путь на Землю и приводнился в Тихом океане 9 февраля. Затем члены экипажа, образцы лунных пород и сам корабль были переправлены в Центр пилотируемых космических полетов в Хьюстоне (шт. Техас) на карантин.

26 июля с м. Кеннеди стартовал Apollo 15 — космический корабль, на который ученые возлагали большие надежды. Командир экипажа — Дэвид Скотт, пилот командного отсека — Альфред Уорден, пилот лунного отсека — Джеймс Ирвин. Запуск корабля, а также последние перестроение и стыковка командного отсека с лунным прошли успешно, не считая неисправного тум-

блера на пульте управления ЭВМ, который в ходе полета был заменен ручным переключением. Путешествие на Луну шло по намеченной программе; 30 июля лунный отсек со Скоттом и Ирвином отделился от командного и прилунился у подножья горной гряды вблизи глубокого каньона Хэдли.

За время своего 67-часового пребывания на Луне, Скотт и Ирвин предприняли три выхода на лунную поверхность. Астронавты передвигались по лунной поверхности с помощью четырехколесного 190-килограммового вездехода. Во время своих путешествий, которые продолжались 18 часов 37 минут, и за время которых астронавты покрыли расстояние в 28 км, они собирали образцы лунных пород, а также фотографировали каньон и горную гряду. На склоне горы астронавты нашли кристаллическую породу, которая, по предположениям ученых, может быть образцом древнейшей лунной коры. Скотт и Ирвин провели возле посадочного отсека эксперименты такие же как у экипажа Apollo 14.

2 августа Скотт и Ирвин покинули Луну, увозя 70 кг лунных пород. Перед тем как начать обратный путь на Землю, они запустили на орбиту вокруг Луны искусственный спутник. Во время возвращения на Землю Уорден покинул командный отсек и вышел в открытый космос. Это было сделано для того, чтобы извлечь пленку из системы фотокамер, производивших съемку Луны во время полета командного отсека. 7 августа Apollo 15 совершил благополучную посадку в районе Тихого океана.

Запуск космического корабля Apollo 16 был произведен 16 апреля 1972 г. с м. Кеннеди после месячной отсрочки, вызванной различными техническими неполадками. В то время как для командира корабля Джона Янга это был уже четвертый космический полет, пилот лунного отсека Чарльз Дьюк и пилот командного отсека Томас Миттингли — новички в космосе. Взлет и выход на лунную орбиту проходили согласно программе полета за исключением некоторых незначительных отклонений, связанных с неполадками в третьей ступени ракеты-носителя.

Первая значительная трудность, с которой столкнулась экспедиция, возникла на орбите вокруг Луны, после отделения лунного отсека от командного перед

началом операций по посадке на Луну. Было обнаружено, что ЖРД не зафиксирован на карданном подвесе. Испытания и их анализ показали, однако, что система работает в пределах нормы. Посадка на Луну однако была задержана на 6 часов.

Посадочная площадка 11-дневной экспедиции находилась в 72 км севернее древнего кратера Декарт на холмистом и изрезанном краю плато Кант в центре горной области Луны среди самых высоких гор ее поверхности. Этот район Луны представлял особый интерес для изучения ее геологии, так как предполагалось, что образцы грунта и горных пород с этой площадки обогатят наши знания о вулканической активности и ее роли в эволюции Луны. Вблизи посадочной площадки расположены два больших кратера: Северный лучевой и Южный лучевой.

Астронавты Янг и Дьюк совершили три выхода на поверхность Луны. Во время первого астронавты спустили с лунного отсека вездеход с электромотором и привели его в рабочее положение. Астронавты установили на Луне ультрафиолетовый спектрограф для первых астрономических наблюдений. При помощи этого прибора были получены фотографии Земли, галактик и Магеллановых Облаков. Ученые надеялись также по этим фотографиям изучить атмосферу и магнитосферу Земли и их взаимодействие с солнечным ветром. Этот эксперимент позволил оценить Луну в качестве возможной площадки проведения астрономических наблюдений. Во время первого выхода на Луну астронавты оборудовали близ кратеров Флаг и Спук две лунные исследовательские станции. Во время второго выхода были проведены геологические исследования и взяты образцы лунного грунта на Каменной горе и в нескольких кратерах. Во время третьего выхода астронавты подъехали к кромке Северного лучевого кратера и детально обследовали этот район, беря образцы горных пород и фотографируя.

В общей сложности астронавты провели 20 часов 14 минут, исследуя Луну; проехали около 27 км и собрали около 80 кг образцов грунта и горных пород.

После 71-го часа пребывания лунного отсека на поверхности Луны, астронавты осуществили взлет, сближение и стыковку лунного отсека с командным. Экспе-

диция закончилась на один день раньше намеченного срока. Возвращение космического корабля в атмосферу Земли и приводнение произошли в Тихом океане.

Запуск космического корабля Apollo 17 был осуществлен 7 декабря 1972 г. Экипаж корабля — Юджин Сернан (командир корабля), Рональд Эванс (пилот командного отсека), Харрисон Шмитт (пилот лунного отсека). Этот полет являлся последним по программе Apollo. Посадочная площадка выбрана в районе Тавр-Литтров, в северо-восточной части лунного диска, на юго-восточном берегу Моря Ясности. Этот район характеризуется породами, которые считаются кусками лунной коры в горной местности, попавшими в этот район в результате сбросов и выбросов во время формирования котловины Моря Ясности. Третий член экипажа Харрисон Шмитт стал первым астронавтом-ученым, специалистом по геологии. Ему одному из всех геологов удалось побывать на Луне.

Во время этой экспедиции удалось сделать неожиданное открытие близ кратера Шорти. Во время поездки на вездеходе Ю. Сернан вдруг обнаружил участки оранжевого грунта. По мнению Шмитта, высказанному им еще во время пребывания на Луне, этот оранжевый грунт является свидетельством о недавней вулканической активности данного района лунной поверхности. Лабораторный анализ образцов оранжевого грунта, доставленных на Землю, показал, что он состоит на 90% из стеклянных частиц сферической формы. В исследованном образце цвета шариков оказались различны — от желто-оранжевого до красно-коричневых и даже черных тонов. Оранжевая окраска стекол, вероятно, объясняется повышенным содержанием в них окиси титана. Никаких признаков воды не было найдено. Подробные исследования образцов оранжевого грунта склонили специалистов НАСА к выводу об ударном происхождении оранжевого грунта как продуктов расплава поверхностного вещества в момент сверхзвукового удара. Возраст оранжевого грунта определяется пределом 3,63—3,69 миллиарда лет, что также не согласуется с гипотезой о недавней вулканической активности. В то же время, пролетая над Луной в командном отсеке, Р. Эванс обнаружил в районе кратера Коперник загадочную вспышку. Данные сейсмометров

не зарегистрировали в этот момент никакого падения метеоритов. Предполагают, что вспышка вызвана выходом газов из недр поверхности в районе кратера Коперник, что подтверждает возможность наличия на Луне вулканической активности.

Орбитальная космическая станция Skylab. Первая американская орбитальная станция Skylab разрабатывалась на базе третьей ступени ракеты-носителя «Сатурн 5». Ее длина составляет 14,6 м (в развернутом виде — 36 м), диаметр — 6,5 м. Общий объем помещений станции с искусственной атмосферой свыше 300 м³. Вес станции Skylab, доставленной на орбиту, составляет 80 т. Станция состоит из лабораторного и жилого отсеков, в которых в основном проходила вся деятельность астронавтов, а также отсека с оптическим телескопом и соединительного отсека, с которым производили стыковку астронавты, стартовавшие на модифицированном корабле Apollo. В последнем отсутствовал лунный отсек. На станции Skylab в отличие от чистокислородной атмосферы предыдущих американских пилотируемых кораблей, была создана кислородно-азотная атмосфера (70% кислорода, 30% азота) при давлении 0,35 атм. Допускалась регулировка астронавтами температуры внутри станции в пределах 10—32°С. Энергетическая установка орбитальной станции состояла из комплекта батарей, солнечных и аккумуляторных (последние заряжались солнечными).

Лабораторный и жилой отсеки были окружены противометеоритным экраном, отрыв которого, как известно, чуть не привел к срыву всей программы Skylab. Лабораторный отсек длиной 6 м и диаметром 6,5 м был предназначен для проведения экипажем станции различных экспериментов. В жилом отсеке были размещены помещения для сна, приготовления и приема пищи, досуга и личной гигиены. Астронавты имели небольшую книжную и музыкальную библиотеки, большой иллюминатор с видом на Землю, теплый душ, а также регулярную телефонную связь с Землей. Все оборудование и оснащение станции, необходимые для деятельности всех трех экипажей, находились на станции во время ее запуска. При этом на станции были размещены 907 кг продуктов в замороженном, обезвоженном в сухом виде и 2722 кг воды. Станция Skylab

была создана НАСА в относительно короткий срок при относительно малых затратах на разработку. Стоимость всей программы Skylab оценивается в 2,5 миллиарда долларов.

Было запланировано, что первый экипаж пробудет на станции четыре недели, а остальные два — по восемь (однако, затем было решено продлить пребывание третьего экипажа до 12 недель). Во время полета экипаж станции Skylab должен был провести целый ряд исследований и экспериментов, в число которых входили: 1) медико-биологические исследования по определению влияния космического полета на человека и животных; 2) наблюдения Земли с целью обследования земных природных ресурсов, а также контроля роста урожая и заболевания растений; 3) исследования свойств материалов и технологических процессов в условиях невесомости и вакуума — сварки, смешивания и других; 4) изучение Солнца; 5) астрофизические исследования; 6) различные инженерно-технические эксперименты в космосе с целью определения требований к орбитальным станциям. По некоторым причинам основными экспериментами для каждого из экипажей были следующие: медико-биологические для первого, исследование Солнца для второго и изучение кометы Когоутека для третьего. Кроме того, первый и частично второй экипажи были заняты непредвиденным ремонтом станции.

Запуск станции Skylab был запланирован 30 апреля 1973 г., через день должен был состояться старт первого экипажа. Сначала эти планы оказались под угрозой из-за забастовки служащих стартового комплекса, требования которых очень быстро удовлетворили. Однако затем обнаружили неполадки в системе приборов, предназначенных для исследования земных ресурсов. В связи с последним запуск станции был отложен на две недели. 14 мая 1973 г. ракета-носитель «Сатурн 5» вывела первую американскую орбитальную станцию Skylab на орбиту вокруг Земли, с высотой 435 км. Однако, когда еще не прошло и часа после момента запуска была обнаружена первая неисправность — несмотря на многократное включение системы раскрытия двух из четырех панелей солнечных батарей, последние не раскрывались. Через некоторое время

обнаружилась вторая неисправность — катастрофически стала расти температура внутри станции, вскоре достигнув 50°C . Дальнейшее увеличение температуры могло привести к срыву всей программы Skylab, так как уже при таких температурах становились непригодными медикаменты и некоторые пищевые продукты. Такое повышение температуры грозило понизить прочность корпуса станции и испортить расположенную на ее борту чувствительную электронную аппаратуру. Наконец, облицовка станции, сделанная из пластика, при таких условиях выделяла отравляющие газы, опасные для астронавтов, которым предстояло работать без скафандров. Что же произошло?

Как потом оказалось, уже на 63-й секунде полета станции вследствие неравномерного распределения давления под противометеоритным экраном, последний оторвался от станции, полностью разрушив одну из панелей солнечных батарей и заклинив вторую одним из болтов, которыми крепился к станции. Так как этот экран, изготовленный из алюминиевой фольги толщиной 0,6 мм, должен был также отражать солнечные лучи, то станция стала под действием последних сильно нагреваться.

Таким образом, станция лишилась половины энергопитания и стала сильно нагреваться. В первую очередь было решено предотвратить дальнейший нагрев станции. С этой целью ее развернули под меньшим углом к Солнцу. Однако это вызвало сильное охлаждение теневой стороны станции Skylab, из-за которого вода на борту станции, замерзнув, могла разорвать баки и трубопроводы, в которых помещалась. Для баланса температуры станцию пришлось время от времени по-разному ориентировать относительно Солнца.

В связи с аварией на станции Skylab запуск первого экипажа был отсрочен на неделю, а некоторые специалисты НАСА предлагали вообще отказаться от запуска к ней астронавтов. Однако, разработав программу ремонта станции, НАСА решило попытаться исправить создавшуюся ситуацию. Незадолго до старта астронавтов на станции зарегистрировали резкое возрастание температуры до 88°C . Запуск снова был отложен и состоялся лишь 25 мая 1973 г.

Первый экипаж станции Skylab по праву называют

«спасательной экспедицией». В него вошли астронавты Чарльз Конрад, Джозеф Кервин и Пол Вейтц. Для командира экипажа Конрада это был уже четвертый старт в космос. Он окончил Принстонский университет и уже 11 лет состоял в отряде астронавтов. Он — третий человек, ступивший на поверхность Луны. Вейтц окончил Пенсильванский университет и имеет степень магистра наук. И, наконец, Кервин имеет медицинское образование. Им предстояло спасти Skylab, и они это сделали.

Через час после запуска корабль Apollo сблизился со станцией Skylab и примерно в течение часа совершал ее облет, передавая по телевидению изображение станции. Затем он состыковался с ней, однако руководители полета решили сделать попытку развернуть панель солнечных батарей непосредственно из космоса. Однако предпринятая Вейтцом попытка освободить застрявшую панель с помощью специального багра окончилась неудачно. Когда корабль вновь вернулся к стыковочному отсеку станции, и была сделана попытка состыковаться с ней, то стыковка не получилась ни с первой, ни с последующих пяти попыток. Как потом выяснилось, это произошло вследствие короткого замыкания в системе стыковки. Пришлось одному из астронавтов после разгерметизации кабины корабля Apollo выйти в открытый космос и, используя аварийный люк станции Skylab, исправить механизм стыковки. Последовавшая затем стыковка прошла успешно и усталым астронавтам был предоставлен отдых в кабине корабля Apollo.

На следующий день экипаж без скафандров, но в респираторах вошел в помещение станции Skylab. Привезенные с Земли детекторы не установили никакого присутствия отравляющего газа. Главной задачей дня была установка теплозащитного экрана, необходимая для снижения температуры внутри станции. В течение пяти часов, работая в самой жаркой части станции, где температура достигала 51°С, астронавты устанавливали экран. Когда экран установили, оказалось, что он не развернулся полностью. Однако температура станции стала снижаться. Для отдыха экипаж вновь вернулся в корабль Apollo, открыв все внутренние люки станции для свободной циркуляции воздуха. Третий день про-

шел в проверке научной аппаратуры; была проведена первая телевизионная передача со станции на Землю. Температура внутри станции Skylab снизилась до 36°С. Астронавты уже спали на самой станции, но возле стыковочного отсека, устроившись в удобных гамаках. В четвертый день также проводилась проверка оборудования станции. Температура снизилась до 31°С. Только на пятый день экипаж впервые приступил к выполнению запланированных научных экспериментов, и впервые была использована вся мощность работающих батарей станции (4,6 кВт). Температура упала до 29,5°С. В следующий день вышли из строя две аккумуляторные батареи станции, что ставило под угрозу выполнение запланированной программы исследований. В течение всего седьмого дня астронавтов инструктировали с Земли, как устранить осколок противометеоритного экрана, заклинившего панель солнечных батарей. Дело в том, что при планировании станции не учли создавшуюся ситуацию, и на ее корпусе не было вспомогательных опор, закрепившись на которых, астронавт мог бы спокойно работать, без риска оторваться в открытый космос. Этот выход и все соответствующие операции были тщательно отрепетированы на Земле командиром дублирующего состава первого экипажа Расселом Швейкартом. На следующий день экипаж отдыхал. Температура снизилась до 27,5°С. В последующие дни астронавты успешно проводили научные эксперименты и им удалось почти полностью «догнать» график научных исследований, выполнению которого помешали ремонтные работы. На 12-й день температура снизилась до 24,2°С. 7 июня 1973 г. Чарльз Конрад вышел в открытый космос для попытки развернуть панель солнечных батарей. Держась за импровизированный поручень, конец которого удалось закрепить за корпус станции близ панели, Конрад, осторожно к ней приблизившись, ножницами срезал лоскут экрана с застрявшим в нем болтом. Панель была «спасена». Выход астронавта передавался по телевизору. Кервин помогал ему, находясь в космосе у выходного люка. Вейтц оставался на станции. Работа продолжалась около полутора часов. Развернувшаяся панель позволила повысить энергопитание станции до 80% от расчетного. Астронавты впервые смогли «позволить себе разогреть пищу

и принять теплый душ. В последующие дни продолжалось проведение научных экспериментов, в основном наблюдение Солнца с помощью комплекса астрономических приборов. 15 июня астронавтам удалось наблюдать, причем с самого начала, развитие вспышки на Солнце. В течение нескольких последующих дней неожиданно выходил из строя клапан в системе охлаждения. В начале 26-го дня Конрад опять вышел в открытый космос, что на сей раз было запланировано по программе полета. После замены кассет в астрономических приборах он «починил» одну из аккумуляторных батарей, ударив молотком по регулятору зарядного устройства. В результате батарея заработала! В 27-й и 28-й дни полета на станции астронавты занимались консервацией ее оборудования.

Несмотря на ремонтные работы первый экипаж на 87% выполнил запланированные исследования Солнца, получив 30 242 его фотографии, а также 90% медицинских экспериментов. Программа исследований Земли была выполнена на 88%. При этом астронавты предупредили метеорологов на Земле о зарождавшемся урагане «Ава». 22 июня экипаж перешел в корабль Apollo и, отделившись от станции, начал обратный путь к Земле. После приводнения в Тихом океане корабль Apollo был поднят на палубу встречавшего его авианосца. У Конрада полная реадаптация в условиях земного притяжения произошла уже через 2 часа, у Вейтца — через 8 часов, у Кервина — лишь на вторые сутки.

24 июня астронавтов в своей калифорнийской резиденции принял президент США Ричард Никсон и представил находившемуся в США с официальным визитом Генеральному секретарю ЦК КПСС Л. И. Брежневу. Астронавты попросили Л. И. Брежнева передать советским космонавтам нож, которым они пользовались в полете. На нем выгравировано: «Мы с Вами, как и Вы с нами, во всех космических полетах».

Полет первого экипажа Skylab является значительным достижением американской космонавтики. В течение своего полета они почти полностью отремонтировали станцию, в результате чего дальнейшая программа Skylab была полностью выполнена. Однако, во время отсутствия на станции астронавтов вышли из строя не-

сколько гироскопов в системе стабилизации. Кроме того, система охлаждения, выходявшая несколько раз из строя при полете первого экипажа, не обеспечивала необходимой температуры. В связи с этим в программу полета второго экипажа были дополнительно включены замена неисправных гироскопов новыми, а также установка нового более эффективного теплозащитного экрана. Экран, запасные гироскопы и различные организмы для биологических исследований (мушки, пауки, мыши, рыбы) увеличили вес корабля Apollo со вторым экипажем на 500 кг по сравнению с первым.

Командир экипажа Алан Бин сопровождал командира первого экипажа Конрада в прогулках последнего по Луне во время экспедиции на корабле Apollo 12. Другие члены экипажа — Джек Лусма и Оуэн Гэрриот — являлись новичками в космосе. Так как основной задачей второго экипажа были наблюдения Солнца, в экипаж был включен специалист в области физики Солнца — Оуэн Гэрриот. 28 июля 1973 г. стартовал космический корабль Apollo со вторым экипажем на борту. Как и первый экипаж, они вначале осмотрели станцию Skylab со стороны, передавая по телевидению ее изображение, а затем провели успешную стыковку. Последующие дни должны были быть проведены в расконсервации станции и в подготовке эксперимента по замене теплозащитного экрана. Эта замена, запланированная на 31 июля, должна была производиться в открытом космосе. Однако случилось непредвиденное.

Сразу после перехода в помещение станции астронавты заболели «морской» болезнью. Они испытывали, особенно после еды, головную боль, головокружение, тошноту. Все работы проводились с большим отставанием от графика. Был отложен выход в открытый космос. Однако состояние астронавтов не улучшалось. Им предоставили внеочередной выходной день. Впоследствии решили, что возникшее ухудшение состояния астронавтов вызвано очень резкими движениями, производимыми ими в просторном помещении станции, не дав вестибулярному аппарату постепенно адаптироваться.

Вскоре пришла вторая беда. Когда самочувствие астронавтов стало немного улучшаться, обнаружилась неисправность во втором баке окислителя в системе

двигателя корабля Apollo. Первый бак дал течь еще во время полета корабля Apollo к станции. Если бы вышел из строя еще хотя бы один бак, то астронавты не смогли бы вернуться на Землю на этом корабле. А именно на это указывали специалисты НАСА, заподозрив, что в окислитель попала примесь, вызывающая коррозию, которая могла привести к неисправности все двигателя. Было даже предложено срочно, пока не поздно вернуть второй экипаж на Землю. Однако затем решили оставить астронавтов, у которых почти совсем пропали симптомы «морской» болезни, на орбите, но в срочном порядке подготовить спасательный корабль Apollo. Подготовка спасательного корабля Apollo шла круглые сутки, но даже при таких усилиях этот корабль мог бы стартовать не раньше 10 сентября.

А в это время второй экипаж станции Skylab «очнувшись» от болезни, усиленно пытался войти в график. Ежедневно норма научных экспериментов перевыполнялась на 50%. Правда, они жаловались еще, что приготовление пищи и некоторые другие «домашние» дела отнимают у них слишком много времени. Однако скоро они освоились и с бытом. По воскресеньям, когда астронавтам согласно программе полагалось отдыхать, они требовали разрешения на дополнительные эксперименты.

6 августа Лусма и Гэрриот вышли в открытый космос для установки нового теплозащитного экрана. На сей раз командир экипажа остался на станции. Вместо трех часов, которые были им отпущены программой, они затратили целых шесть с половиной, однако им удалось раскрыть экран полностью, в отличие от астронавтов первого экипажа. После этого температура на станции стала близка к оптимальной (21°С).

Основное время экспериментов второго экипажа было отведено наблюдениям Солнца. Всего было проведено 305 часов наблюдений вместо запланированных 200. За время наблюдений Солнце было очень активно. Было зарегистрировано несколько крупных вспышек на Солнце, наблюдались большие группы пятен. 31 августа был проведен уже второй раз эксперимент с «летающими ботинками», в котором испытывались системы микродвигателей для перемещения в открытом космосе, смонтированные в ботинках астронавтов. Был

проведен также «технологический» эксперимент. Суть его заключалась в том, что два кристалла были сначала расплавлены в электрической печи, а затем им дали возможность остыть и затвердеть. В этом эксперименте изучалась возможность повышения качества и химической однородности кристаллов, полученных в условиях невесомости. Во время полета регулярно проводились исследования природных ресурсов Земли. И опять экипаж перевыполнил программу экспериментов; вместо запланированных 26 сеансов наблюдений он провел 39. В конце августа и в начале сентября астронавты обнаружили и наблюдали в Атлантическом океане зарождающийся тропический ураган «Кристина», а также ураган «Делия» в Мексиканском заливе. Наблюдения земных ресурсов проводились и над странами Западной Европы, Японией, Австралией, Западной Африкой, Центральной и Южной Америкой. Результаты этих наблюдений поступали затем по достигнутой ранее договоренности в распоряжение правительств и научных организаций этих стран.

К сожалению, почти неудачно окончился биологический эксперимент. В результате неисправности системы жизнеобеспечения погибли мыши и плодовые мушки. Рыбы не освоились в невесомости и так не научились плавать по прямой линии. Однако пауки (две самки) Анита и Арабелла после некоторого момента растерянности стали, невзирая на невесомость, плести геометрически правильную паутину. Хотя кормление пауков не планировалось программой экспериментов, было решено их подкармливать кусочками бифштекса, чтобы живыми вернуть на Землю. Однако из космоса живой удалось вернуться лишь Арабелле. Чтобы увековечить этот «подвиг», на здание Центра пилотируемых полетов в Хьюстоне поместили эмблему с изображением Арабеллы.

Пока астронавты проводили исследования на борту станции, на Земле продолжалась подготовка спасательного корабля Apollo, но в более медленном темпе, рассчитывая подготовить корабль к 24 сентября, за сутки до запланированного окончания срока пребывания астронавтов на борту станции Skylab. Некоторая напряженность возникла и на орбитальной станции, когда вышли из строя еще несколько гироскопов сн-

стемы стабилизации. Однако во время второго выхода в открытый космос 24 августа астронавты подключили запасной набор гироскопов, привезенных с Земли. Во время этого, а также третьего (22 сентября) выходов в космос астронавты второго экипажа заменяли кассеты в астрономических приборах и сняли образцы различных материалов и покрытий с корпуса станции, на котором они экспонировались, с целью возвращения на Землю.

Когда настало время возвращения на Землю, то к этому моменту прошли сомнения относительно надежности остальных баков окислителя в двигательной установке корабля Apollo. 25 сентября после тщательной консервации станции второй экипаж перешел в корабль Apollo, и после расстыковки начал обратный путь к Земле. В ночь на 26 сентября он приводнился в точно заданном районе. В самую последнюю минуту астронавтам опять не повезло. После неожиданного удара корабля об воду, он приводнился вверх дном, однако наполнив три специальных баллона газом, они привели корабль в нормальное положение. Усиленно, в отличие от первого экипажа, занимаясь на велоэргометре на борту станции Skylab астронавты второго экипажа очень быстро реадаптировались к земному притяжению, даже быстрее, чем первый экипаж, хотя в полете находились вдвое дольше. Второй экипаж, пробыв 8 недель в космосе, с точностью до минуты повторил рекорд продолжительности пребывания в космосе, установленный советской орбитальной космической станцией «Салют».

После возвращения второго экипажа станции Skylab на Землю было решено увеличить срок пребывания третьего экипажа в космосе до трех месяцев. Для этого было необходимо дополнить запасы станции Skylab некоторым количеством пищевых продуктов, а также хладагентом, необходимым для системы охлаждения бортового оборудования. Чтобы не перегружать корабль Apollo выбрали самые калорийные продукты.

16 ноября 1973 г. третий экипаж прибыл на станцию Skylab. Все астронавты, включая командира Джеральда Карра, были новичками в космосе. Самый старший из них (43 года) — второй пилот Уильям Поуг; самый молодой (37 лет), но уже доктор наук — Эдвард

Гибсон, специалист по физике. Войдя в помещение станции, третий экипаж был сильно удивлен, обнаружив там «людей» в скафандрах американских астронавтов. Однако это оказались чучела, которые для них приготовили в качестве сюрприза астронавты второго экипажа. Но новому экипажу Skylab было не до шуток. Третий экипаж космической станции Skylab неожиданно для специалистов НАСА с первых же дней пребывал на борту станции в непонятной апатии. Они не жаловались на здоровье, но все действия их были замедленны, они все время отставали от графика и очень уставали. Они почти не разговаривали и совсем не шутили. Как предполагают специалисты НАСА, эта «летаргия» объясняется индивидуальными особенностями астронавтов.

Основной задачей третьего экипажа станции Skylab являлось наблюдение кометы Когоутека. Для этого использовались пять различных инструментов, оборудованных на станции для астрономических наблюдений. Кроме того, астронавты непосредственно наблюдали и фотографировали комету во время своих двух выходов в открытый космос. Пока комета находилась на большом расстоянии от Солнца астронавты фотографировали ее в оптическом и ультрафиолетовом диапазонах спектра. При подходе кометы к Солнцу она наблюдалась при помощи системы телескопов, предназначенных для исследований Солнца. Во время наблюдений получено много интересных результатов и сделано приблизительно 75 000 снимков кометы, а также Солнца. Впервые был обнаружен интересный эффект отражения солнечного света от кометы, направленный в виде второго хвоста к Солнцу.

Кроме астрономических исследований продолжалась программа исследования природных ресурсов и было получено около 20 000 фотографий Земли со станции Skylab. В частности, в теплых океанских течениях были обнаружены области холодной воды поперечником до 65 км. На все эти исследования резко повлиял сильный «энергетический кризис», который ощутили астронавты на борту станции Skylab. Дело в том, что за время пребывания на орбите был сильно израсходован запас сжатого азота. Когда же вышли из строя силовые гироскопы (не надо путать с гироскопами си-

етемы стабилизации) ориентацию станции Skylab для проведения научных исследований пришлось делать в сильно ограниченном масштабе. В связи с этим сократилось число экспериментов по исследованию земных ресурсов.

Астронавты возвратились на Землю 8 февраля 1974 г. Во время полета на станции Skylab они четыре раза выходили в открытый космос, совершили 1214 витков вокруг Земли и установили рекорд пребывания на орбите, равный теперь 84 суткам 1 часу 16 минутам. Все члены экипажа очень быстро реадаптировались. Карр даже прибавил в весе. Вследствие длительного пребывания в невесомости на 2—3 см увеличился рост космонавтов.

После возвращения на Землю третьего экипажа завершилась программа первой американской космической станции Skylab. 9 февраля 1974 г. на станции были выключены системы электропитания, после чего деятельность станции прекратилась. По оценкам НАСА станция будет обращаться по орбите 7—10 лет, пока не войдет в плотные слои атмосферы.

Совместный советско-американский полет. 15 июля 1975 г. в 15 часов 30 минут по московскому времени в СССР будет запущен космический корабль «Союз» с двумя космонавтами на борту. Так начнется выдающийся космический эксперимент, в котором впервые в космосе встретятся представители двух космических держав. Совместный полет космических кораблей «Союз» и Apollo предназначен для испытания унифицированной системы стыковки. В нем будут отработаны способы встречи и проведены испытания совместности систем стыковки, а также ряд научных экспериментов. Введение унифицированной системы стыковки на американских и советских пилотируемых кораблях позволит оказать помощь терпящему бедствие космическому кораблю одной из стран при помощи корабля другой страны. Такая ситуация возникла, например, во время аварии американского космического корабля Apollo 13, полет которого чуть не окончился гибелью астронавтов. В рамках расширения сотрудничества между СССР и США в области космических исследований были разработаны унифицированная система

стыковки и экспериментальный совместный полет кораблей двух стран.

После запуска советского корабля «Союз» в течение первого дня полета будет проведен ряд маневров для помещения этого корабля на орбиту с высотой 230 км, удобную для стыковки с американским кораблем. Космический корабль Apollo с тремя астронавтами на борту будет запущен через 7,5 часа после запуска «Союза», а затем, спустя 21 час после запуска Apollo, корабли встретятся на орбите. Если по каким-либо техническим причинам старт того или иного корабля несколько задержится, то намечен ряд дополнительных, запасных «окон» запуска обоих кораблей.

После встречи и стыковки корабли в состыкованном состоянии будут находиться на орбите двое суток, в течение которых один космонавт с каждой стороны посетит другой корабль. Стыковка и переходы космонавтов из одного корабля в другой будут передаваться по телевидению. Разработан специальный стыковочный отсек для перехода космонавтов, который будет прикреплен к американскому кораблю Apollo. Этот отсек необходим в силу различных атмосферных условий на обоих кораблях.

После завершения программы совместного полета и расстыковки оба корабля продолжат программу автономных исследований, в том числе проведут ряд научных экспериментов. Для подготовки к совместному полету двух кораблей «Союз» и Apollo уже отобраны по шесть космонавтов от каждой страны. Командиром основного экипажа американского корабля Apollo назначен бригадный генерал Томас Стаффорд. Это будет его четвертый космический полет; в частности, команду космическим кораблем Apollo 10, он руководил генеральной репетицией посадки человека на Луну. Пилотом стыковочного отсека назначен Дональд Слейтон, с очень удивительной судьбой, напоминающей судьбу нашего выдающегося летчика-космонавта Владимира Комарова. Слейтон стал командиром первого отряда астронавтов (для полетов на корабле Mercury), он был выведен из состава астронавтов по состоянию здоровья. И он, подобно советскому космонавту, вернулся в отряд, правда спустя более десяти лет.

Во время совместного полета ему будет больше пятидесяти лет.

Пилотом основного отсека назначен Венс Бранд, так же как и Слейтон, впервые стартующий в космос. В дублирующий состав включены Алан Бин, Дональд Эванс и Джек Луома — все не новички в космосе. Подготовка к полету и совместные тренировки космонавтов проходят как в СССР, так и в США.

Транспортные космические корабли

Колонизация Луны может стать реальностью лишь при условии создания экономической системы транспортировки между нею и Землей. Ракета-носитель «Сатурн 5», которая выводила астронавтов космических кораблей Apollo по направлению к Луне, слишком дорогостояща для нужд постоянного сообщения даже на самых ранних стадиях колонизации. «Сатурн 5» — ракета-носитель одноразового использования: после того как она выполнила свою задачу по выведению космического корабля Apollo на необходимую траекторию в направлении Луны, ее миссия заканчивается. Первые две использованные ступени ракеты-носителя падают в атмосферу и сгорают, а третья ступень либо врезается в Луну, либо продолжает свое вечное движение по орбите вокруг Солнца.

Совершенно очевидно, что использование такой ракеты для необходимых до начала постоянной колонизации Луны исследований — слишком дорогостоящее удовольствие. Использовать «Сатурн» для этих целей так же неразумно, как сдавать в утиль новую машину после первого же выезда.

Существуют различные пути разработки более экономической системы. Впрочем, вряд ли в ближайшее время появится возможность конструирования универсального космического корабля, который бы стартовал с Земли, выходил на околоземную орбиту или же прямо на лунную траекторию, затем переходил бы на орбиту вокруг Луны и, наконец, спускался на ее поверхность, при этом имея достаточно горючего для покрытия обратного пути на Землю.

Можно представить себе малоэффективность и фантастическую стоимость такого корабля, если вспомнить, что полет Apollo 11 обошелся в 375 миллионов долларов. Одна ракета-носитель одноразового использования «Сатурн 5» стоит 185 миллионов долларов, при этом ракета-носитель и космический корабль «Аполлон» сожгли примерно 2400 тонн жидкого топлива, стоимость которого, по самым скромным подсчетам, равна 165 534 долларам. Такое количество топлива потребовалось, чтобы доставить на Луну экипаж весом в 200 кг, а затем вернуть его, а также добавочные 26 кг камней и кино- и фотопленки обратно на Землю.

Система, которую предлагает НАСА совместно с аэрокосмической промышленностью, состоит из нескольких специализированных космических кораблей, некоторые из которых постоянно находятся в космосе, не соприкасаясь ни с Луной, ни с Землей. Экономичность системы заключается главным образом в возможности ее многократного использования. Космические корабли многократного использования могли бы летать на отрезках между Землей и околоземной орбитой, околоземной орбитой и окололунной орбитой и окололунной орбитой и Луной. Из подсчетов Джорджа И. Мюллера, бывшего помощника директора пилотируемых космических полетов, можно получить некоторое представление об экономии затрат при использовании одного типа многократно используемых кораблей. Говоря о многократно используемых космических кораблях, курсирующих между Землей и околоземной орбитой, он заметил: «Это снизит стоимость полета на орбиту и возвращение на Землю с 2500 долларов за полет в одном направлении в настоящее время (1970 г.) до 165—410 долларов за каждый метр всего пути (туда и обратно). Однако, рассматривая новый тип корабля, необходимо также учитывать стоимость его разработки. Как утверждает Лерой И. Дэй, руководитель специальной комиссии по разработке транспортного корабля при НАСА стоимость такого корабля будет колебаться от 5 до 6 миллионов долларов, но, учитывая инфляцию, более реальной представляется цифра в 8 миллионов долларов (для разработки пяти планируемых кораблей). Дэй считает также, что постройка дополнительных кораблей сверх этой программы обошлась бы в 200 миллионов долларов

за каждый, что несколько превышает стоимость «Сатурна 5».

Другой характерной чертой этой программы является универсальность, т. е. разработка минимального числа кораблей и двигателей для максимального разнообразия целей или применений. Например, на стартовый модуль можно смонтировать либо стандартный жилой модуль, и в зависимости от этого использовать корабль либо в качестве космического такси, либо — космического грузового корабля как на околоземной, так и на окололунной орбите.

Разработка комплексной системы, несомненно, начнется с конструирования транспортного космического корабля. В декабре 1968 г. в Лайолла (штат Калифорния) состоялось заседание Научно-технического консультативного комитета по пилотируемым космическим полетам при НАСА, посвященное изучению использования космических полетов в научных и технических целях в 1975—1985 гг. Исходя из предложений этого комитета, а также серии экспериментов по выявлению технических возможностей промышленности, организованных НАСА в ряде аэрокосмических компаний, была выработана рекомендация по конструированию транспортного космического корабля. 15 сентября 1969 г. эта рекомендация была направлена президенту Ричарду М. Никсону. Тогда же вице-президент Спиро Т. Агню, председатель специальной комиссии по космическим исследованиям представил Никсону доклад комиссии по планированию космических исследований после программы Apollo. Эта программа, в частности, предлагала: «Применение многократно используемого транспортного космического корабля на химическом топливе, курсирующего между Землей и околоземной орбитой по типу аэролайнеров».

Позже выяснилось, что транспортный космический корабль будет больше похож на современный гигантский реактивный аэролайнер, чем на ракеты «Сатурн 5» или «Титан 3Ц». А точнее, он будет выглядеть как огромный реактивный самолет, установленный верхом на еще больший самолет. Этот двухступенчатый корабль будет состоять из стартовой ступени и орбитальной ступени и будет способен осуществлять вертикальный взлет.

Транспортный корабль будет иметь стартовый вес примерно две тысячи тонн. В качестве топлива для двенадцати ракетных двигателей, установленных на стартовой и орбитальной ступенях, будут использованы жидкий кислород и жидкий водород. Каждый двигатель будет обеспечивать тягу в 220 000 кг, что в 2 раза превышает тягу двигателя J-2, установленного на 2-й и 3-й ступенях «Сатурна 5». В отличие от «Сатурна 5» двигатели транспортного корабля будут сконструированы таким образом, что ими можно будет управлять. Поэтому при подъеме величина ускорения не будет превышать 3G (3G — сила, в 3 раза превышающая силу тяжести, действующую на тело в обычных условиях). Следовательно, пассажиры транспортного космического корабля будут испытывать менее половины того ускорения, которое ощущали астронавты космических кораблей Apollo. В течение подъема и первых минут полета у двух членов экипажа орбитальной ступени будет мало работы. Транспортным кораблем будет управлять экипаж стартовой ступени, состоящий тоже из двух человек.

На высоте около 69 км две составляющие части транспортного корабля разойдутся. Стартовая ступень совершит разворот на 120° и вернется в атмосферу, где произведет необходимые маневры, а затем приземлится на обычную аэродромную посадочную полосу при условии, что ее длина не меньше 3 км. Одновременно будут запущены два двигателя орбитальной ступени, и она продолжит свое продвижение в космос еще примерно на 9,6 км, после чего выйдет на околоземную орбиту. Как только задача орбитальной ступени будет выполнена, на некоторое время будут включены ее ракетные двигатели, она покинет орбиту и вернется в атмосферу. Как и стартовая ступень, орбитальная ступень может приземлиться на обычную посадочную полосу.

Имея общую полезную нагрузку в 20 тонн, орбитальная ступень сможет перевозить как пассажиров (вероятно, 12 человек), так и груз. Грузовое отделение, очевидно, будет иметь 18 м в длину и 4,5 м в диаметре. Следовательно, грузовое отделение будет достаточно большим, чтобы вместить спутник с мощной пусковой ступенью. Это позволяет рассматривать орбитальную ступень в качестве возможной первой ступени двухсту-

пенчатой ракеты-носителя для спутников и дальних космических научно-исследовательских станций, а также грузовых кораблей, необходимых для лунных колоний. На орбитальной ступени будут иметься достаточные запасы пищи, кислорода и воды, которые позволят космонавтам оставаться на орбите в течение нескольких недель.

Что касается одежды, то пассажиры и члены экипажа транспортного космического корабля будут напоминать скорее современных пассажиров самолетов, а вовсе не астронавтов, закованных в громоздкие скафандры. Как стартовая, так и орбитальная ступени будут иметь естественную для человека среду. Тем не менее в целях безопасности пассажиры и экипаж транспортного корабля и других кораблей системы космической транспортировки будут обеспечены специальными легкими скафандрами для использования в чрезвычайных случаях. Такой скафандр в настоящее время уже разработан. Весит он всего лишь 4 кг, и его можно сложить и носить в портфеле. Скафандр рекомендуется одевать в такие периоды космического полета, которые могут представлять потенциальную опасность для людей — например, во время старта, возвращения в атмосферу и посадки с одного корабля на другой. Гибкость скафандра позволяет одеть его в течение минуты.

Экономичность транспортного космического корабля заключается главным образом в возможности его многократного использования. Корабль будет рассчитан на 100 полетов, хотя и не исключена возможность увеличения этой цифры. Кроме того, подготовка его к новому полету будет занимать всего две недели. При круглосуточной работе время подготовки можно будет свести до $3\frac{1}{2}$ дней. Максвелл Хантер — конструктор транспортного корабля фирмы Локхид Эаркрафт Корпорейшн считает, что $3\frac{1}{2}$ -дневный цикл подготовки транспортного корабля позволит совершать больше вылетов, а следовательно, снизит стоимость каждого килограмма полезного груза, перевезенного транспортным кораблем до десяти долларов.

Второй корабль, рекомендованный Специальной комиссией по космическим исследованиям, — космический буксир. Как и транспортный корабль, буксир бу-

дет универсальным кораблем с длительным сроком службы. Космический буксир будет состоять из двух частей: стартового отсека, длина которого по сегодняшним предположениям будет примерно 7,5 м, а диаметр 6,6 м; жилого отсека, рассчитанного на 3—6 человек. В некоторых случаях жилой отсек будет снабжен манипуляторами (механическими руками) с дистанционным управлением наподобие тех, которые используют для работы с радиоактивными материалами в лабораторных условиях. Имея такое приспособление, космический буксир мог бы оказать помощь в строительстве космических станций, ремонте спутников, погрузке и разгрузке орбитальной ступени транспортного космического корабля.

При условии, что буксир будет снабжен опорами, похожими на опоры лунного отсека Apollo он смог бы обеспечить перевозку пассажиров и груза между станцией, находящейся на околулунной орбите и Луной. Причем, буксир смог бы за один раз доставлять на Луну 10 000 кг полезного груза, а затем без дополнительной заправки возвращаться на орбиту, неся груз в 3000 кг.

Третьим типом корабля, составляющего комбинированную систему космической транспортировки, будет корабль типа «орбита — орбита». Как видно из самого названия, транспортный корабль такого типа будет постоянно находиться в космосе, осуществляя связь между орбитами вокруг двух планет. Теоретически такой транспортный корабль должен работать на ядерной энергии в целях большей эффективности и экономичности. Однако для первых моделей, очевидно, будет использоваться химическое горючее, чтобы не выходить за рамки принципа универсальности.

Тем не менее, если даже предположить существование описанной выше комплексной системы космической транспортировки, доставка людей и груза на Луну по-прежнему будет относительно дорогостоящим предприятием, если учесть, что транспортировка людей и груза на Луну в 15 раз дороже их доставки на корабль, находящийся на околоземной орбите. Стоимость доставки одного килограмма веса посредством транспортного корабля типа «орбита — орбита» и космического буксира будет равна приблизительно 3800 долларам. Благодаря

все более широкому использованию комплексной системы космической транспортировки в следующие три десятилетия стоимость перевозки 1 кг веса, по подсчетам НАСА, к двухтысячному году снизится до 100 долларов. Стоимость могла бы быть значительно снижена в случае добычи на Луне жидкого водорода и жидкого кислорода и использования их на лунном отрезке системы.

КОСМОНАВТИКА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

(по материалам зарубежной печати)

Составитель *Л. Левант*
Переводчик *А. Ройзен*
Редактор *Е. Ермаков*
Обложка *В. Провалова*
Худож. редактор *В. Конюхов*
Технич. редактор *И. Федотова*
Корректор *М. Хейфец*

А 06926. Индекс заказа 44 209. Сдано в набор 12/VI 1974 г. Подписано к печати 7/VIII 1974 г. Формат бумаги 84×108¹/₂. Бумага типографская № 3. Бум. л. 1. Печ. л. 2. Усл.-печ. л. 3,36. Уч.-изд. л. 3,37. Тираж 65 530 экз. Издательство «Знание». 101835, Москва, Центр, проезд Серова, д. 3/4. Заказ 1122. Типография Всесоюзного общества «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4. Цена 10 коп.

10 коп.

Индекс 70101