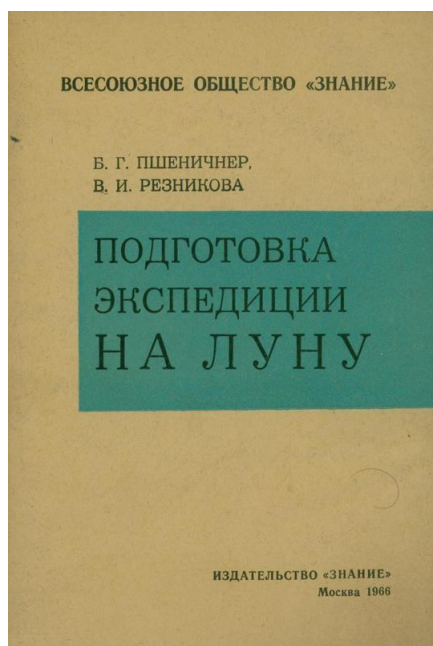


ПШЕНИЧНЕР Борис Григорьевич, РЕЗНИКОВА Вера Ильинична

ПОДГОТОВКА ЭКСПЕДИЦИЙ НА ЛУНУ



Специально для www.koob.ru

615.2

П93

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО «ЗНАНИЕ». ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ», Москва 1966

Научно-методический совет по пропаганде физических, математических и астрономических знаний

В помощь лектору

Содержание

ПРИРОДА ЛУНЫ.....	2
ЦЕЛЬ ПОЛЕТА НА ЛУНУ.....	7
ЧТО СДЕЛАНО УЖЕ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЛУНЫ.....	9
КОГДА ЧЕЛОВЕК ПОСЕТИТ ЛУНУ?.....	18
В КАКИХ УСЛОВИЯХ ОКАЖУТСЯ КОСМОНАВТЫ НА ЛУНЕ.....	23
ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ.....	27
ЛИТЕРАТУРА.....	29
ДИАПОЗИТИВЫ.....	30

Достижения Советского Союза в освоении космического пространства свидетельствуют о том, что эра межпланетных сообщений – дело недалекого будущего. Еще на пресс-конференции, посвященной полету советских космонавтов А. Г. Николаева и П. Р. Поповича, 21 августа 1962 г. академик А. А. Благонравов сказал: «Таким образом, сейчас полностью доказана возможность продолжительных рейсов человека в космическом пространстве; возможность достижения человеком Луны и соседних планет солнечной системы перестала быть мечтой, а стала на точку реальности».

Луна – естественный спутник Земли, ближайшее к нашей планете небесное тело. Расстояние от Земли до Луны составляет около 400 тыс. км. Оно в 100 раз меньше, чем расстояние от Земли до планеты Венера. И, по-видимому, первая экспедиция будет снаряжена именно к нашей космической соседке Луне.

Брошюра «Подготовка экспедиций на Луну» освещает много интересных вопросов: зачем лететь на Луну (цель полета), что сделано для достижения Луны (какие научно-технические и медико-биологические задачи уже решены), когда человек посетит Луну (какие еще для этого необходимо решить задачи), первое прилунение (что встретят космонавты на Луне), освоение Луны.

Однако прежде чем ответить на эти вопросы, необходимо познакомиться с тем, что собой представляет Луна, какова ее природа. Поэтому настоящая брошюра излагается по следующему плану:

1. Природа Луны.
2. Цель полета на Луну.
3. Что сделано уже для достижения Луны.
4. Когда человек посетит Луну?
5. В каких условиях окажутся космонавты на Луне?
6. Освоение Луны.

ПРИРОДА ЛУНЫ

В земных условиях характеристика природы обычно включает описание рельефа, вод, климата, почв, растительности и животного мира; установление взаимосвязи и зависимости между отдельными элементами природы. Кроме того, конечно, включает преобразующую природу деятельность человеческого общества. При рассмотрении природы Луны в основном речь идет о морфологии форм рельефа, их происхождении и о физических свойствах горных пород.

При рассматривании Луны в телескоп ее поверхность кажется очень неровной.

Основными формами лунного рельефа, как и на Земле, являются горы и равнины. Равнинные области, имеющие вид темных пятен, еще 300 лет назад были ошибочно названы «морями» (по традиции это название сохранилось и до сих пор). На обращенной к Земле стороне Луны «морья» составляют 25%. Горные области, которые имеют более светлую окраску, расположены главным образом в высоких широтах. Их называют «материками». Наиболее высокая горная область находится в южной части видимого с Земли лунного полушария.

Почти все «морья» видимого полушария, объединяясь друг с другом, образуют «Великий пояс лунных морей». Он хорошо виден даже невооруженным глазом. В бинокль уже можно различить и маленькие темные пятна – «заливы», «болота» и «озера». Они, как и «морья», совершенно лишены воды, которую можно было бы заметить земному наблюдателю, хотя бы по солнечному «зайчику» на дневной стороне. Отсутствие водных бассейнов на лунной поверхности в настоящее время не вызывает никаких сомнений. Названия темных пятен (Океан Бурь, Море Кризисов, Болото Снов, Озеро Смерти и другие) сохранились с XVII века, когда люди еще думали, что Луна влияет на их судьбы.

Великий пояс лунных морей состоит из нескольких обширных впадин округлой формы. Это, начиная с запада, Море Нектара и Море Плодородия, соединяющиеся с Морем Спокойствия, далее следуют Море Ясности и Море Дождей. Последнее переходит в огромную равнину Океана Бурь, легко различимую в восточной части лунного диска.

Лунные равнины лежат на сотни метров ниже окружающей поверхности. Так, глубина Моря Дождей и Моря Ясности 2–3 км. Моря Плодородия – 3–4 км. Наибольшее понижение лунной поверхности наблюдается в северной части Океана Бурь. Здесь расположена впадина глубиной до 5–6 км.

Поверхность «морей» обычно ровная. Лишь изредка она прерывается узкими глубокими ущельями – трещинами и невысокими валами.

Некоторые лунные «морья» ограничены горными хребтами. Такие береговые цепи тянутся на сотни и тысячи километров. По своему виду, при наблюдении в телескоп, они похожи на молодые горные системы на Земле. Горы на Луне сравнимы с земными и по размерам. Высота некоторых вершин на Луне (горы Лейбница у южного полюса) достигает 9 км. Высочайшая же гора на Земле Джомолунгма (Эверест) имеет высоту 8882 м от уровня моря.

Горные хребты на Луне получили наши земные названия. Так, например, Море Дождей окружают Альпы, Кавказ, Апеннины и Карпаты. Именно этому району суждено было стать местом прилунения первой ракеты с Земли.

При решении задачи мягкого (безударного) прилунения ракеты с приборами и затем с человеком, особенно необходимы точные сведения об относительной высоте гор и о глубине впадин на поверхности Луны. В настоящее время высоту и глубину определяют по длине тени, отбрасываемой горой. До сих пор еще нет точной и подробной гипсометрической карты Луны. Это, по мнению А. А. Яковкина, можно было бы сделать с помощью искусственного спутника, длительно обращающегося вокруг Луны, или, пользуясь либрациями Луны (ее покачиваниями около линии

Земля–Луна), с помощью стереофотограмметрической съемки – как бы глядя на Луну по двум равным направлениям и замеряя ее рельефность.

На Луне, кроме сходных с земными формами рельефа горных хребтов и равнин, весьма распространены горные цепи, замкнутые в кольцо. Они получили название кратеров (греч. – чаша). Наиболее крупные из них хорошо видны при рассмотрении лунной поверхности в бинокль.

Кольцевые горы на Луне обозначены именами выдающихся ученых и мыслителей древности и средних веков. Например, кратер Архимед, кратер Птолемей, кратер Кеплер и т. д.

Диаметр таких лунных образований иногда достигает свыше сотни километров, а высоты их по сравнению с диаметрами невелики. Так что кратеры больше похожи на блюда, нежели на чашу. Очень часто в середине кратера имеется возвышение – центральная горка.

Наиболее крупные кольцевые горы, имеющие в поперечнике более 35–40 км, часто называют цирками.

Лунные материки буквально усеяны кратерами и цирками: от гигантских до самых небольших, едва заметных в современные мощные телескопы. На селенографических картах уже нанесено около 50 тыс. кратеров. Крупнейший из них цирк Гримальди имеет в диаметре более 230 км. По современной оценке на Луне насчитывают около миллиона кратеров размером свыше километра. Большей частью это маленькие кратеры, которые иногда называют кратерочками и кратерами-лунками. Они имеют вогнутое дно, вал же почти не заметен или совсем отсутствует. Они располагаются и на дне лунных «морей» и даже на склонах крупных цирков и кратеров.

Иногда крупные кратеры и цирки налагаются одни на другие. Пример такого явления можно наблюдать у восточного края Моря Нектара, где кратер Теофил своей юго-восточной частью налагается на кратер Кирилл и срезает часть кольца последнего.

Большие кратеры иногда располагаются среди поверхности лунных «морей» в одиночку или небольшими группами. Таковы Архимед, Автолик и Аристилл в западной части Моря Дождей.

Очень интересными и пока во многом загадочными образованиями являются системы светлых лучей, радиально расходящихся от некоторых лунных кратеров. Такие системы лучей наблюдаются, например, у кратеров Коперник и Кеплер, которые находятся в Океане Бурь. Особенно примечателен в этом отношении кратер Тихо, расположенный недалеко от южного полюса Луны, множество лучей, расходящихся от него, простирается на сотни, а иногда и тысячи километров. Пересекая горные цепи и лунные ущелья, они не прерываются и не меняют своего направления. Не менее интересен и тот факт, что система лучей особенно хорошо заметна во время полнолуния, тогда как при других фазах она с трудом различима. Все другие образования особенно четко выделяются вблизи первой и последней четверти, когда они расположены у терминатора (граница дневной и ночной стороны Луны). В такое время при косом солнечном освещении даже небольшие неровности отбрасывают длинные черные тени и потому становятся хорошо различимыми. И только у светлых лучей, даже когда они освещены Солнцем, стоящим низко над горизонтом, не удается заметить даже коротких теней.

Отсюда можно сделать вывод, что лучи совершенно не выступают над остальной поверхностью Луны, т. е. не представляют собой неровности местности. Тогда что же это? Чем объяснить их яркость во время полнолуния? Известный советский астроном Н. П. Барабашов считает, что повышенная отражательная способность таких образований объясняется их большой пористостью и рыхлостью. Загадка природы светлых лучей будет разрешена, по всей вероятности, лишь при непосредственном изучении этих образований на Луне.

Очевидно, будущие лунные экспедиции помогут также разрешить давний спор ученых о путях формирования рельефа Луны и, в частности, кратеров. В настоящее время продолжается обсуждение целого ряда теорий происхождения лунного рельефа. Все они могут быть разделены на две группы:

1. Теории эндогенного происхождения кратеров, т. е. под влиянием внутренних сил Луны.
2. Теории экзогенного происхождения форм лунной поверхности. Здесь основным рельефообразующим фактором считается падение метеоритов на поверхность Луны.

Почти столетие продолжается дискуссия между сторонниками экзогенных и эндогенных теорий. Но позиции и тех и других остаются прямо противоположными.

В 1949 г. вышла из печати книга Р. Болдуина «Лик Луны», в которой приводились убедительные доводы в пользу метеоритного происхождения кратеров Луны и других форм ее рельефа.

После появления этой работы соотечественник Р. Болдуина, известный американский астроном Г. Юри, писал: «Астрономам понадобилось почти столетие дискуссий, чтобы признать, что строение лунной поверхности вызвано главным образом столкновениями». В нашей стране теорию

экзогенного происхождения лунного рельефа усиленно развивают доктор физико-математических наук Б. Ю. Левин и другие ученые. Однако многие астрономы и среди них известные советские специалисты защищают прямо противоположную точку зрения. Так, в книге «Луна», вышедшей в 1958 г., академик АН УССР Н. П. Барабашов, возражая против метеоритного образования лунных форм, писал: «... на Земле больших ископаемых метеоритов не найдено. Это серьезный аргумент против теории Вегенера. Есть и другие возражения, которые заставляют в настоящее время совершенно оставить метеоритную теорию образования лунных кратеров».

Кто же прав? Сторонники эндогенной теории считают, что под влиянием внутренних сил лунного шара происходят сжатие и расширение, опускание и поднятие коры Луны и связанные с этим вулканические процессы. Многочисленные кратеры, по мнению этих ученых, представляют собой огромные вулканы в последней стадии развития и напоминают по форме кальдеры: Лунные «моря» образовались в результате сильных селенотектонических движений; которые могли быть вызваны сжатием внутреннего ядра Луны. В результате этих движений лунная кора растрескивалась, отдельные ее участки испытывали круговое опускание и по линии разломов были затоплены изливашейся лавой. Лавовые потоки, застывая, образовали плоское дно «морей».

Эндогенная теория формирования лунного рельефа наиболее стройно и последовательно изложена известным советским геологом А. В. Хабаковым в книге «Об основных вопросах истории развития поверхности Луны». На основании длительного изучения форм лунной поверхности ученый пришел к выводу, что на Луне, как и на Земле, периодически происходит расширение коры, сопровождающееся усилением вулканизма и образованием кратеров.

Расширение коры также периодически сменяется ее сжатием и образованием «морей», впадин. По мнению А. В. Хабакова, существовало, по крайней мере, пять периодов горообразования на Луне. В настоящее время, по А. В. Хабакову, Луна переживает период временной стабилизации лунной коры. Именно поэтому не удастся сейчас наблюдать резких перемен в «лике» нашего естественного спутника. Но и сейчас вулканическая деятельность на Луне полностью не затихла, о чем свидетельствуют выделения газов из центральной горки кратера Альфонс, зафиксированные в 1958 г. пулковским астрономом Н. А. Козыревым. В 1962 г. нечто сходное он же наблюдал в кратере Аристарх.

В газах, выброшенных из кратера Альфонс, советские ученые обнаружили углерод. Из кратера Аристарх, согласно Н. А. Козыреву, выделялся водород. Он мог образоваться в недрах Луны только в условиях высокой температуры.

Экзогенная (метеоритная) теория происхождения образований поверхности Луны лучше всего разработана в трудах американских ученых Болдуина и Юри. Она в ее основных положениях поддерживается и развивается советским ученым Б. Ю. Левиным. Согласно этой теории, лунный рельеф сформировался в результате бомбардировки поверхности Луны метеоритными телами. Советские ученые К. П. Станюкович и В. В. Федынский рассчитали, что при падении на Луну с космической скоростью метеорита должен произойти взрыв с образованием кратера, так как колоссальная энергия движения метеорита переходит в момент его остановки в тепловую. Сила же взрыва, а следовательно, и образующийся кратер тем больше, чем больше скорость движения метеорита и его масса. По мнению Юри, Луна пережила около 4,5 млрд. лет назад интенсивную бомбардировку телами типа небольших астероидов или гигантских метеоритов (Юри эти тела называет «планетезималиями»). Бомбардировка и создала в основном картину лунного рельефа со всеми ее формами, которая в дальнейшем мало изменилась. В качестве одного из доводов в пользу взрывного происхождения кратеров на Луне Болдуин приводит поразительное внешнее и структурное сходство воронок от бомб, снарядов, взрывов, метеоритных и лунных кратеров.

Образование «морей» на Луне сторонники экзогенной теории объясняют тоже падением планетезималей. Так, Г. Юри считает, что Море Дождей образовалось в результате падений колоссального метеорного тела величиной с астероид на поверхность Луны в район Залива Радуги. В результате гигантского сброса произошло опускание поверхности по линиям разломов и затопление поднявшейся магмой. Раскаленные лавовые потоки прорвались за пределы Моря Дождей и затопили Океан Бурь, Море Облаков, Море Ясности.

В результате столкновений с другими метеоритными телами образовались другие круговые моря, например Море Кризисов и Море Нектара.

Такова в общих чертах история образования лунного рельефа с точки зрения метеоритной теории. Метеоритная теория разработана лучше, чем вулканическая. И в то же время она встречает ряд возражений. Дискуссия между сторонниками эндогенной и экзогенной теории продолжается.

Уже сейчас существуют некоторые точки соприкосновения между противоположными теориями. Так, кратеры-лунки, разбросанные на поверхности Луны, совершенно случайно, без связи с окружающим рельефом, по общему мнению имеют метеоритное происхождение. Этому же мнению придерживается, в частности, защитник вулканической теории А. В. Хабаков. Иное происхождение, очевидно, имеют «вершинные» кратеры, замеченные на вершинах некоторых лунных гор. Они расположены всегда центрально относительно вершины горы. Обнаружено свыше 50 таких кратеров. Трудно предположить, что метеориты столь часто и случайно попадают точно в центр горных вершин. Эти кратеры, очевидно, имеют вулканическое происхождение и похожи на земные вулканы. Г. Юри, один из создателей современного варианта метеоритной теории, отводит известное место внутренним силам Луны в эволюции ее поверхности. Так, небольшие кратеры, цепочкой расположенные вдоль трещин, он относит к вулканическим образованиям, хотя внешнее сходство их с вулканами на Земле очень мало.

Итак, даже ученые, защищающие противоположные точки зрения на ход формирования поверхности Луны, согласны с возможностью проявления и экзогенных и эндогенных сил в той или иной форме и степени. Структура кратеров, например, в общих чертах может быть объяснима как метеоритной бомбардировкой, так и вулканическими процессами. И вопрос, следовательно, в преобладающей роли тех и других факторов в создании тех или иных форм лунной поверхности.

Нередко говорят, что поверхность нашего естественного спутника изучена лучше и равномернее, чем рельеф земного шара. Но это высказывание справедливо лишь в отношении видимого с Земли полушария Луны.

Если не считать своеобразных колебаний, либраций, то Луна все время обращена к Земле одной и той же стороной (из-за того, что периоды ее обращения вокруг Земли и вращения вокруг оси совпадают). Это, как полагают ученые, вызвано замедлением вращения Луны из-за приливов в ее коре, происходящих под влиянием притяжения Земли. Киевскому ученому А. А. Яковкину удалось даже обнаружить как бы застывший приливной горб в центре «видимого» полушария Луны. По этой-то причине Земля на небе Луны стоит почти на одном и том же месте. До недавнего времени нам ровно ничего не было известно об обратной стороне Луны. И ученые могли делать лишь предположения, причем часто прямо противоречащие друг другу.

Делались различные предположения о соотношении горных стран и «морских» впадин. Так, многие полагали, что на обратной стороне Луны имеется огромный «океан» – антипод Океану Бурь и что видимые у восточного края лунного диска «моря» есть «заливы» этого «океана». Открыть для мировой науки обратную сторону Луны удалось в 1959 г. советским ученым.

В октябре 1959 г. автоматическая межпланетная станция «Луна-3» передала на Землю уникальные снимки никому ранее не ведомой части лунного шара. Невидимое стало видимым. На основании дешифровки фотографий была составлена карта обратной стороны Луны, на которой обозначено 499 объектов. Из них около сотни – на видимой стороне. Но по фотографиям были получены более точные очертания и координаты этих образований, чем принятые на существующих картах Луны. Из 499 объектов на карте точно установлено положение и очертания 252.

Карта, каталог с описанием каждой детали и увеличенные фотографии вошли в «Атлас обратной стороны Луны», составленный под редакцией Н. П. Барабашова, А. А. Михайлова и Ю. Н. Липского. Атлас издан Академией наук СССР в 1960 г.

Селенографы всего мира, наконец, получили возможность сравнить оба лунных полушария. Оказалось, что обратная сторона Луны по своим физическим условиям и по природе и структуре объектов рельефа не отличается от видимой. Там встречаются и кратеры, и «моря», и горные хребты. В то же время можно сказать и об особенностях обратной стороны Луны. Обратная сторона почти вся занята материковым щитом, «моря» же занимают лишь 10%. И никакой впадины, аналогичной Океану Бурь, там не оказалось, а имеются только две равнины – Море Москвы и Море Мечты.

Округлое Море Москвы – одно из наиболее темных образований и напоминает по форме и величине Море Кризисов, похожее на огромный кратер. Море Москвы расположено в северном полушарии. Его южная часть имеет выступ, названный Заливом Астронавтов. Это «море» – одна из самых небольших «морских» впадин на Луне. В северо-западном направлении оно протянулось почти на 300 км, а с запада на восток – на 200 км. Море Мечты значительно более обширно. Глубина «морей» очень невелика. Особенно это относится к Морю Мечты, которое лежит лишь немного ниже окружающей поверхности. Таким образом, «моря» обратной стороны Луны значительно уступают и по глубине, и по протяженности «морям» видимой стороны.

Такое небольшое количество впадин на обратной стороне Луны хорошо согласуется с гипотезой Г. Юри о метеоритном образовании морей. Существование пояса морей на видимой

стороне Луны Юри объясняет падением на нее планетезималей. Интересно, что И. Левитт на основании метеоритной гипотезы предвидел такую особенность невидимого лунного полушария, поскольку вероятность падения второй столь же крупной планетезимали, как та, что образовала великий пояс морей на видимой стороне Луны, ничтожно мала. Правда, подтверждение прогноза Левитта еще не означает справедливости метеоритной теории.

А. В. Хабаков указывает на сходство в строении земной и лунной поверхности. Географы выделяют материковое и океаническое полушарие Земли, причем, подобно Океану Бурь, на Земле имеется огромная впадина Тихого океана, компактно расположенная с одной стороны и занимающая 35% земной поверхности. В чем причина такого сходства Земли и Луны?

Возможно, на Луне существовала зона повышенной вулканической активности. Анализируя полосу активной вулканической деятельности и сейсмичности на Земле (пояс действующих вулканов и сильных землетрясений охватывает Тихий океан; к этому кольцу примыкает полоса повышенной сейсмичности, захватывая юг Европы, Кавказ, страны Ближнего Востока, и Гималаи), ученые предполагают, что, возможно, подобный район повышенной сейсмичности существовал на обращенной к Земле стороне Луны. Это и привело к сильным селенотектоническим движениям и лавовым излияниям с образованием большого пояса морей именно на «земной» стороне Луны. Дальнейшее изучение лунного шара в целом, несомненно, позволит пролить новый свет на историю развития Луны.

Обратное полушарие Луны перерезает огромный хребет. Он получил название хребет Советский, который простирается с северо-востока на юго-запад. Вблизи экваториальной области он заметно расширяется.

Кольцевые горы названы именами ученых. Среди них кратеры Ломоносов, Жюлио-Кюри, Циолковский. Последний особенно отчетливо виден. Он окружен широким валом. В средней части дна поднимается центральная горка. Кратер Циолковский – один из крупнейших на Луне. Его поперечник составляет около 200 км.

Очень интересен кратер Джордано Бруно. От него по направлению хребта Советского протянулись светлые лучи. Очевидно, они аналогичны светлым лучам, окружающим кратеры Тихо, Кеплер, Коперник.

В результате фотографирования обратной стороны Луны в нашей стране изготовлен первый в мире глобус Луны.

В июне 1965 г. с помощью станции «Зонд-3» получено изображение той части обратной стороны Луны, которая еще не была сфотографирована. Так, советские ученые завершили открытие общей картины рельефа невидимого с Земли лунного полушария.

Иногда задают такой вопрос: «Какая погода на Луне?» И на это отвечают, что на Луне нет погоды! Ведь погода – состояние атмосферы, которой на Луне нет. Именно поэтому при рассмотрении в телескоп формы поверхности Луны видны резко и отчетливо. Лунные «моря» и горы никогда не могут быть закрыты облаками. Отсутствие воздушной дымки сказывается и в том, что тени, отбрасываемые лунными горами, особенно черны и резко очерчены, нет размывающихся полутеней, как на Земле. Ведь на нашей планете участок, покрытый тенью, освещается светом, рассеиваемым воздухом.

Почему Луна лишена воздушной оболочки, а земной шар окружает атмосфера? Газы, составляющие воздух, удерживаются силой земного притяжения. Луна в поперечнике почти в 4 раза меньше Земли, а по массе – в 80 раз, вследствие чего притяжение на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле. Молекулы газов воздуха движутся с такой скоростью, что сила лунного притяжения не может их удержать. По той же причине на Луне отсутствует вода. Вода на Луне, превратившись в пар, также рассеялась бы в мировом пространстве.

Таким образом, Луна лишена атмосферы, водяных паров и воды в жидком состоянии. Там никогда не бывает облаков, дождей, ветров и снегопадов. Лишенная воздушной оболочки поверхность Луны за долгий день, равный двум земным неделям, нагревается до 120°, а ночью охлаждается до 150–160° ниже нуля. Следовательно, суточное (сутки на Луне равны почти месяцу) колебание температуры составляет около 300°. Но такие колебания температуры характерны лишь для тех мест Луны, где Солнце бывает в зените. В других же местах так высоко температура не поднимается. Кроме того, как показали радиоизмерения, на глубине 30–40 см под поверхностью Луны уже нет суточного изменения температуры. Там, возможно, и будут размещены жилые помещения лунной станции.

Отсутствие воды и воздуха на Луне, а также чрезвычайно резкие колебания температуры исключают возможность существования на Луне высокоорганизованных форм жизни. И кроме того,

необходимо подчеркнуть, что космонавты там подвергнутся смертоносному космическому облучению, если не будут иметь специальной биологической защиты.

Человек на Луне встретит довольно необычный и безрадостный пейзаж. Голые, лишённые растительности равнины. Нигде ни травки, ни кустика, ни речки, ни ручейка. Не найдешь защиты от палящих лучей Солнца в тени деревьев. Высокие вершины голых скалистых гор не искрятся вечными снегами и ледниками.

У тех, кто рассматривал Луну в телескоп или видел фотографии участков лунной поверхности, может сложиться представление, что на Луне придется наблюдать множество высоких, крутых, недоступных гор. Такое мнение создается из-за резких и длинных теней, которые при косом освещении отбрасывают даже небольшие неровности рельефа. Так, при наблюдении в телескоп Пико кажется необычайно высокой горой с почти отвесными стенами. На самом же деле, если рассматривать ее непосредственно с поверхности Луны, она будет казаться высоким холмом с довольно пологими склонами. Это относится и к обычному представлению о кратерах. При освещении их Солнцем, низко стоящим над горизонтом, кольцевая горная цепь кажется высокой и обрывистой, дно – черной пропастью.

Таким образом, в действительности же склоны гор и стены ущелий далеко не так круты, как кажется. Если учесть меньшую силу тяжести на Луне, то непреодолимых препятствий на лунной поверхности космонавт, по всей вероятности, почти не встретит.

ЦЕЛЬ ПОЛЕТА НА ЛУНУ

Зачем лететь на Луну? Прежде всего нужно отметить, что, конечно, полет на Луну готовится не ради спортивного интереса, сенсации или праздного любопытства. Полет на Луну, так же как и на другие небесные тела, имеет большое научное и практическое значение. Основная цель исследования космического пространства и изучения других небесных тел состоит в том, чтобы все полнее раскрывать законы природы, проникать все глубже в ее тайны и ставить силы природы на службу человеку.

До последних лет мы изучали Вселенную с поверхности Земли, т. е. находясь на дне воздушного океана. В земной атмосфере содержится до 15 тыс. куб. км воды, десятки тысяч тонн вулканической и метеорной пыли. Они серой пеленой застилают небо и мешают астрономическим наблюдениям. Кроме того, воздушный океан, никогда не остается спокойным, он постоянно «штормит», поэтому на фотографиях изображения небесных тел получаются нечеткими, как бы размытыми. Земная атмосфера поглощает основную часть ультрафиолетового излучения Солнца и звезд и полностью задерживает рентгеновские лучи. Все это препятствует изучению химического состава Солнца и звезд, солнечной активности и тех процессов, которые происходят в недрах небесных тел.

На Луне нет атмосферы, следовательно, названные выше помехи для астрономических наблюдений отсутствуют. Следует еще учесть и то, что притяжение на Луне в 6 раз меньше земного, поэтому там можно будет строить еще более мощные телескопы. Ведь на Земле зеркала телескопов несколько деформируются под действием собственной тяжести, и в результате изображения небесных тел искажаются. На Луне четкость деталей при фотографировании космических объектов может быть увеличена в 100 раз.

Как известно. Солнце излучает в мировое пространство огромную энергию, которая вырабатывается в его недрах в процессе термоядерных реакций. Изучение же термоядерных реакций имеет огромное значение для решения энергетической проблемы на Земле. Это чрезвычайно важно для нашей страны, строящей материально-техническую базу коммунизма. Ведь всем известна знаменитая формула В. И. Ленина: «Коммунизм есть Советская власть плюс электрификация всей страны». Вот «почему на XXII съезде КПСС большое «внимание уделялось вопросам использования различных видов энергии для превращения их в электрическую. В Программе КПСС написано: «Наиболее важными являются следующие задачи: ...изучение энергетического и топливного баланса страны, изыскание путей наилучшего использования природных источников энергии, разработка научных основ единой энергетической системы, открытие новых источников энергии и способов прямого преобразования тепловой, ядерной, солнечной и химической энергии в электрическую, решение проблемы управления термоядерными реакциями». На лунной станции физики смогут ставить интересные опыты в условиях глубокого вакуума, отсутствия магнитного поля, а также при очень низких и очень высоких температурах. Кроме того, они смогут изучать непосредственно первичные космические лучи, что является одной из важнейших задач современной физики.

Важно также подчеркнуть, что с 1957 г. (в течение девяти лет) с помощью автоматической аппаратуры на искусственных спутниках Земли и космических ракетах ведется исследование космического пространства и изучение других небесных тел. Научные приборы, выведенные за пределы земной атмосферы, качественно изменили астрономические и физические исследования. Однако это не снижает значения создания лунных станций. Наблюдения, проводимые на орбитальных станциях или на отдельных космических трассах, будут сочетаться с работами на постоянно действующих обсерваториях на Луне и дополнять друг друга.

С помощью только одной лунной обсерватории можно будет организовать непрерывные наблюдения за нашей планетой. Для одного полушария Луны Земля будет незаходящим светилом, остающимся почти на одном и том же месте небосвода. Земля «с Луны будет видна подобно большому глобусу, поворачивающемуся вокруг своей оси примерно за 24 часа. Эти исследования особенно перспективны для общепланетарных метеорологических наблюдений и долгосрочных прогнозов погоды. В сильные телескопы увидят, где скапливаются облака, куда они движутся и с какой скоростью. Наблюдение с лунной обсерватории за облачным покровом нашей планеты может дополнить информацию, передаваемую в мировые центры погоды с метеорологических искусственных спутников Земли.

Космическое соседство Земли и Луны и сравнительная близость величин их масс объясняется учеными общим происхождением этих двух небесных тел. Поэтому понятно, почему такой большой научный и практический интерес представляет изучение самой Луны: ее строения, рельефа, состава и структуры горных пород, полезных ископаемых, влияния физических условий на рельеф местности, горообразование и т. д. В недрах Луны происходят явления, схожие с земными вулканическими явлениями. Об этом свидетельствуют выходы газов из центральной горки кратера Альфонс, зафиксированные Н. А. Козыревым. Возможно, на Луне также происходят и тектонические движения, порождающие лунотрясения.

Интересно было бы с помощью сейсмографов попытаться зафиксировать «лунотрясения», если такие происходят. Характер распространения упругих колебаний в теле Луны может дать сведения об условиях, господствующих в ее недрах. Некоторые специалисты предлагают для сейсмической разведки лунных недр вызвать с помощью взрывов искусственные лунотрясения. Подобные эксперименты с сейсмическим зондированием Луны могли бы быть произведены уже первыми автоматическими станциями после их прилунения.

Разностороннее изучение явлений, происходящих на Луне, поможет установить геологическое прошлое нашего спутника. А сравнительный анализ однотипных лунных и земных явлений более полно раскроет геологическую историю Земли, выяснит ее внутреннее строение, условия образования полезных ископаемых и другие планетарные проблемы. Ведь Земля как планета в целом еще очень мало изучена.

Вследствие отсутствия на Луне атмосферы ее поверхность не подвергалась действию коррозии и эрозии ветра, воды и льда. Это способствовало сохранению на поверхности Луны отпечатков тех процессов, которые протекали в течение, быть может, всей истории существования солнечной планетной системы. Вот почему исследование Луны представляется интересным для планетной космогонии и, в частности, для более полного понимания истории происхождения Земли.

Изучение лунных горных пород и процессов минералообразования, возможно, поможет решить вопрос о происхождении нефти. По этому вопросу мнения ученых расходятся. Одни из них, следуя М. В. Ломоносову, считают, что нефть органического происхождения, что она образовалась в результате разложения остатков растительности и живых организмов, скопившихся на дне морских бассейнов. Другие ученые придерживаются теории минерального происхождения нефти, предложенной Д. И. Менделеевым. Луна не могла иметь развитой органической жизни, поэтому в случае обнаружения нефти в ее недрах подтвердилась бы теория минерального происхождения. Тогда можно было бы считать, что запасов нефти на Земле значительно больше, чем предполагают в настоящее время. «Только тогда, когда человек ступит на их поверхность, мы по-настоящему узнаем, что собой представляют другие планеты, и тогда откроются новые невиданные перспективы для науки и для использования природных богатств других миров»¹.

¹ Речь Президента Академии наук СССР, академика М. В. Келдыша на собрании трудящихся Москвы, посвященном первой годовщине полета советского человека в космос, «Правда», 1962, 13 апреля.

ЧТО СДЕЛАНО УЖЕ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЛУНЫ

1959 год вошел в историю мировой науки и техники как «год советских космических ракет». Советский Союз в соответствии с программой освоения космического пространства в тот год провел успешные запуски космических ракет к Луне и на Луну.

Запуски таких ракет, а также многосуточные орбитальные полеты советских космонавтов – это подготовительный этап человека к полету на Луну.

Первая в истории человечества космическая ракета стартовала с космодрома нашей страны 2 января. В конце участка разгона ее скорость превысила вторую космическую (более 11,2 км/сек). С помощью первой космической ракеты на заданную траекторию была выведена автоматическая станция «Луна-1». Через 34 часа полета станция прошла вблизи Луны (на расстоянии 5–6 тыс. км). Миновав Луну, автоматическая станция в дальнейшем вышла на орбиту искусственной планеты солнечной системы.

Создание человеком искусственных небесных тел и вывод их на орбиту означает, что законы движения, которым подчиняются небесные тела, открыты и познаны людьми здесь, на Земле, что природа окружающего нас космического пространства познаваема, что между небом и землей нет противоположности, пропасти, коренного различия, как утверждает религия, что в материальном мире существует общая закономерность развития.

Еще более важным этапом в освоении трассы Земля–Луна явился запуск второй советской космической станции «Луна-2». Стартовав с Земли 12 сентября, она успешно завершила перелет и 14 сентября прилунилась в Море Дождей. В район кратеров Архимед, Аристилл и Автолик был доставлен вымпел Советского Союза.

Запуск советской станции «Луна-3» и успешное фотографирование обратного (невидимого с Земли) полушария Луны¹ явились вершиной достижений 1959 года в исследовании Луны. Автоматическая межпланетная станция была запущена 4 октября 1959 года. Двигаясь по строго заданной траектории, станция начала огibtь Луну. В заранее определенный момент времени, когда она находилась между Луной и Солнцем, по специальной команде была включена система ориентации. Двигатели системы ориентации повернули автоматическую межпланетную станцию таким образом, чтобы объективы фотоаппаратов были направлены на обратную сторону Луны. Затем была дана команда на включение фотоаппаратуры. Фотографирование Луны с расстояния от 65,2 до 68,4 тыс. км продолжалось около 40 минут. Станция «Луна-3», двигаясь по заданному направлению, все время держала в поле фотообъективов обратную сторону Луны.

В двух масштабах удалось сфотографировать почти все обратное полушарие Луны, а также часть видимого с Земли. Это имело большое значение для более надежной расшифровки фотоснимков. Полученные фотографии представляют огромный научный интерес. Наши ученые впервые заглянули на ту сторону Луны, которая с Земли никогда не видна.

Советские ученые, как первооткрыватели новых районов лунной поверхности, дали наименования отдельным деталям на обратной стороне Луны. Можно с уверенностью сказать, что космонавтам, прилунившимся на невидимой с Земли стороне, не придется блуждать. В их руках будут надежные карты. Веками астрономы мечтали выяснить, что собой представляет обратная сторона Луны. Но до полета человека на Луну это казалось невозможным. Советским ученым удалось раскрыть эту тайну.

Прежде чем посылать автоматическую межпланетную станцию к Луне, необходимо познать законы движения самой Луны и лунной ракеты, чтобы обеспечить их встречу в нужный момент. И человек познал эти истины. А вот в Библии (книга Иова) говорится, что только бог способен проникнуть в тайны движения звезд. Но советский человек заглянул даже и на обратную сторону Луны, которую, должно быть, «сам бог» упрятал подальше от глаз человеческих. Ведь факт достижения Луны ракетами может служить одним из доказательств того, что в мире нет непознаваемых вещей или явлений, а есть явления или вещи еще не познанные.

Успешные запуски советских космических ракет к Луне и на Луну явились результатом больших достижений СССР в решении важных научно-технических задач. Прежде всего важно отметить очень точный расчет и надежность работ всех систем, которые участвовали в запуске ракет и управлении автоматической межпланетной станцией.

¹ В лекции необходимо объяснить, почему к Земле всегда обращено одно и то же полушарие Луны. При этом следует показать схему движения Луны вокруг Земли и вращения Луны вокруг своей оси, а также подчеркнуть, что период обращения Луны вокруг Земли точно совпадает со временем, ее вращения вокруг своей оси.

Необходимо остановиться на принципиальном отличии цели изучения космического пространства и других небесных тел Советским Союзом и Соединенными Штатами Америки, а также подчеркнуть, что основные этапы освоения космоса были начаты в нашей стране. СССР, значительно опередил крупнейшую и сильнейшую в техническом отношении капиталистическую страну. Проводя исследования космического пространства в военных целях, США стремятся завоевать первенство в изучении и достижении Луны. Но распыленность исследований по многим конкурирующим группам, отсутствие надежных средств запуска и недостаточно надежная работа систем управления привела их тогда к серии неудач. И хотя США пытались послать ракету к Луне еще во второй половине 1958 г., они отстали от СССР.

В США попытки исследования Луны и окололунного пространства с помощью небольших космических аппаратов «Пионер» начались еще в августе 1958 г.

В декабре 1960 года была предпринята шестая (последняя) попытка запустить космический зонд типа «Пионер» для изучения Луны. Но ни один из этих аппаратов не выполнил заданную программу исследований природы нашего естественного спутника. Частично удачным можно считать лишь запуск космического зонда «Пионер-4», который, прежде чем выйти на гелиоцентрическую орбиту, прошел от Луны на расстоянии около 60 тыс. км (в два раза дальше, чем это было запланировано).

В дальнейшем для исследования Луны были использованы космические аппараты «Рейнджер». Они запускались с мыса Кеннеди ракетами-носителями «Атлас-Аджена».

После неудачных запусков «Рейнджер-3», «Рейнджер-4» и «Рейнджер-5» («Рейнджер-1» и «Рейнджер-2» запускались с целью экспериментальной проверки бортовых реактивных двигателей коррекции) конструкцию этих космических аппаратов изменили. Однако «Рейнджер-6» хотя и достиг Луны, но телевизионные камеры, включенные задолго до встречи, к моменту сближения с ней полностью отказали и не передали ни одного изображения лунной поверхности.

Космический аппарат «Рейнджер-7», запущенный в конце июля 1964 г., был направлен в район Моря Облаков. За 17 мин. 10 сек. до столкновения с Луной он начал передавать на Землю изображение лунной поверхности. Всего удалось таким образом получить 4316 снимков. Первый снимок был получен с высоты около 1800 км. Последний снимок был сделан за 0,12 секунды до столкновения аппарата с Луной с высоты около 480 м.

На photographиях, полученных с помощью аппарата «Рейнджер-7», удастся различить детали в 2 тыс. раз более мелкие, чем наименьшие формы рельефа, различимые с помощью самых мощных наземных телескопов. Район прилунения «Рейнджер-7» назван американскими учеными Море Познание.

Во второй половине февраля 1965 г. был запущен «Рейнджер-8». Он достиг Луны в районе Моря Спокойствия и врезался в его поверхность. Перед этим телевизионные камеры, установленные на космическом аппарате, произвели передачу 7500 изображений лунной поверхности на Землю.

Через месяц для фотографирования лунного кратера Альфонс был запущен космический аппарат «Рейнджер-9». Телевизионные камеры, установленные на нем, передали на Землю 6150 тысяч изображений. «Рейнджер-9» достиг лунной поверхности в намеченном пункте (район кратера Альфонс).

За несколько минут до встречи с Луной через специальную систему расшифровки началась трансляция снимков по телевизионным программам, что дало возможность телезрителям наблюдать поверхность Луны.

Предварительный анализ фотографий показал, что лунная поверхность довольно ровная. Крутизна склонов более 18° , а в среднем – около 4° . На Луне есть места достаточно удобные для посадки космических кораблей.

Зачем стремятся на Луну США? Об этом говорит фирма «Мартин», занимающаяся этими исследованиями: «Военным необходимы базы на Луне». По мнению некоторых генералов, с лунных баз можно будет безнаказанно бомбить любую точку Советского Союза и стран социалистического лагеря. Вот почему, оказывается, США так торопятся на Луну, вот почему уже заранее они произвели раздел территории Луны, захватив себе львиную долю, и запроектировали создание на Луне 70 военных баз.

Очень важно подчеркнуть большое практическое значение запусков ракет к Луне. Исследования, проведенные автоматической аппаратурой советских, а также американских космических зондов, дали ценные сведения о физических условиях на трассе Земля – Луна.

В результате этих работ стало возможным знать об опасности, от которой необходимо защитить космонавтов при полете на Луну. К таким опасностям относятся прежде всего пояса

космической радиации. Они окружают нашу Землю, располагаясь в плоскости магнитного экватора. Внутренний пояс начинается с высоты всего лишь 500–600 км над Землей. Местами он спускается и подходит еще ближе к Земле. Прохождение этих зон кораблем может привести к тому, что космонавт подвергнется воздействию повышенной космической радиации. А это вызывает лучевую болезнь. Вот почему не случайно орбиты советских, а также и американских кораблей с пилотами на борту проходят значительно ниже границы внутреннего пояса радиации.

Пояса радиации (особенно внутренний) состоят из электрически заряженных частиц высоких энергий, пойманных, как в ловушку, магнитным полем Земли. Вот почему так важно установить: имеет ли Луна магнитное поле, а следовательно, и пояса космической радиации, подобные земным. Приборы-автоматы космических ракет не обнаружили заметного магнитного поля у Луны. Значит, опасность повышенного радиационного облучения вблизи Луны не грозит космонавтам. От нее их придется защитить только при прохождении земных поясов радиации, либо пока легче выводить космические ракеты с Земли так, чтобы они проходили вне зон повышенной радиации (в полярных областях). На трассе Земля–Луна изучалась также интенсивность космических лучей, коротковолнового излучения Солнца (рентгеновских и ультрафиолетовых лучей), выяснялась метеорная опасность.

Изучение физических условий околоземного пространства продолжается в настоящее время советскими искусственными спутниками Земли серии «Космос».

Начиная с 16 марта 1962 г. за три года было запущено 122 спутника, которые исследуют, в частности, метеорную и радиационную опасность с целью подготовки космонавтов к длительным полетам.

Кроме того, необходимо отметить, что 30 января 1964 г. в СССР успешно запущена космическая система, состоящая из двух научных станций (спутников Земли) «Электрон-1» и «Электрон-2», выведенных на существенно различные орбиты одной мощной ракетой-носителем с целью одновременного изучения внутреннего и внешнего радиационных поясов Земли и связанных с ними физических явлений.

Как известно, 11 и 12 августа 1962 г. в Советском Союзе были выведены на очень близкие орбиты два космических корабля – «Восток-3» и «Восток-4», пилотируемые А. Г. Николаевым и П. Р. Поповичем. Они в течение нескольких суток находились в групповом полете. Минимальное расстояние между ними составляла 6,5 км. Космонавты наблюдали друг за другом. Космические корабли были возвращены на Землю почти одновременно.

Во время совместного полета В. Ф. Быковского и первой в мире женщины-космонавта В. В. Терешковой в июне 1963 г. корабли «Восток-5» и «Восток-6» сближались уже до расстояния 5 км. А в конце 1965 г. американским космическим кораблям «Джеминай-6» и «Джеминай-7» удалось сблизиться до 2–3 м.

Полет советского многоместного космического корабля «Восход» – новый шаг на пути к Луне. При его создании пришлось решить целый ряд проблем и прежде всего проблему создания самой мощной в мире ракеты-носителя и трехместного корабля-спутника «Восход». Конструкторы использовали новейшие достижения физики, механики, электроники, аэродинамики, ракетной техники, космической медицины и других связанных с ними областей науки и техники.

Корабль «Восход» отличается от одноместного «Востока». Он имеет новую кабину, новое приборное оборудование, целый ряд совершенно новых систем. Его конструкция и система жизнеобеспечения настолько совершенны, что впервые космонавты были облачены не в обременительные скафандры, а в легкие, удобные «земные» костюмы. Это, несомненно, увеличило работоспособность космонавтов, сделало условия пребывания в корабле еще более комфортабельными.

По-настоящему же оценить появившуюся возможность обходиться без скафандра можно будет в будущих космических рейсах, продолжительность которых составит недели и месяцы.

Увеличению безопасности полета способствовала и вторая (резервная) тормозная двигательная установка. Уверенность в системах возвращения корабля на Землю позволила освоить более высокую орбиту (апогей «Восхода» составлял 409 км).

Корабли «Восток» летали на таких высотах, что в случае выхода тормозной установки корабля должны были потерять скорость за счет сопротивления атмосферы, т. е. должны были обязательно вернуться на планету через несколько дней после запуска. Чем выше начальная орбита, тем дольше будет «жить» спутник над планетой.

Многоместные корабли-спутники будут находиться на орбите длительное время, для того чтобы получить возможно больший объем информации.

Запуск корабля «Восход» подтвердил реальную возможность создания таких орбитальных лабораторий. На корабле были обеспечены комфортабельные условия для работы и отдыха космонавтов. Достаточно просторная кабина позволила членам экипажа меняться местами. В кабине было хорошее освещение, которое регулировалось по желанию космонавтов.

Новые достижения советского «космовидения» позволили не только вести передачу из кабины корабля, но и передавать на Землю картину, наблюдаемую с борта корабля «Восход». Новая телевизионная система дала возможность и самим членам экипажа видеть окружающее пространство с той стороны, где невозможно «прорубить» иллюминатор, со стороны приборного отсека и тормозной двигательной установки.

Перед пытливым взором исследователей, встретивших 16 космических зорь, предстали фантастические картины по своей красоте и необычности: лучистое полярное сияние над южной полярной шапкой Земли, черный бархат космоса, украшенный яркими точками звезд, разноцветные слои яркости в пелене земной атмосферы... При запуске корабля «Восход» был запланирован спуск членов экипажа на борту корабля без применения системы катапультирования. Для этого была создана система мягкой посадки корабля.

После того как скорость частично была погашена с помощью парашюта, в непосредственной близости от поверхности Земли была включена система мягкой посадки. Таким образом, впервые в мировой практике удалось осуществить посадку практически с нулевой скоростью. Посадка, как заметил Владимир Комаров, была мягче, чем остановка современного лифта.

Героический полет первого советского космического экипажа оценивается во всем мире как качественный скачок в завоевании человеком Вселенной.

Каково же значение полетов советских космонавтов для подготовки человека к путешествию на Луну?

Прежде всего путь, пройденный космическими кораблями, в несколько раз превышает расстояние от Земли до Луны и обратно. Полет А. Г. Николаева продолжался 4 суток, полет В. Ф. Быковского – 5 суток (облет Луны с последующим возвращением на Землю потребует 8–12 суток).

Точность выведения на орбиты и устойчивая радиосвязь между двумя космическими кораблями на всем их пути обеспечат возможность координации действий, маневрирования и обмена информацией при групповом полете кораблей. 1 ноября 1963 г. и 12 апреля 1964 г. в СССР, были запущены маневрирующие, управляемые космические аппараты «Полет-1» и «Полет-2». На них установлены специальная аппаратура и системы двигательных установок, обеспечивающих стабилизацию и проведение широкого маневрирования в околоземном космическом пространстве. Запуск космических аппаратов «Полет-1» и «Полет-2» был проведен в целях дальнейшего совершенствования космической техники, а также отработки сближения и стыковки космических аппаратов в космосе.

Если же к Луне полетит один корабль, то его, возможно, запустят с орбитальной космической станции. Совместные полеты советских космических кораблей в зоне прямой видимости друг друга уже служат залогом возможности создания таких обитаемых орбитальных станций. Остается для этого решить еще одну задачу – соединение (стыкование) ракет на орбите.

Новой блестящей победой, приближающей полеты на Луну, явился космический эксперимент, осуществленный экипажем корабля-спутника «Восход-2» весной 1965 г. Рейс модернизированного двухместного корабля, пилотируемого космонавтами Павлом Беляевым и Алексеем Леоновым, начался в 10 часов утра 18 марта и благополучно завершился 19 марта в 12 часов 2 минуты.

Во время этого полета согласно программе в 11 часов 30 минут по московскому времени А. А. Леонов совершил выход за борт корабля в открытый космос. Из двадцати минут пребывания в условиях космического пространства Алексей Леонов 12 минут был вне корабля и вел наблюдение за окружающей средой, перемещался в пространстве, удаляясь от корабля до 5 м, обследовал наружную поверхность корабля, производил некоторые монтажные и демонтажные операции.

Осуществление этого исключительно сложного эксперимента явилось началом нового этапа освоения человеком окосмосолнечного пространства. Теперь уже ясно, что космонавт может покидать корабль и работать непосредственно в космическом пространстве. А ведь это может оказаться при некоторых обстоятельствах просто необходимым. Подобно морякам, которые могут долго держаться на воде, оказавшись за бортом своего судна, космонавты должны иметь возможность находиться вне «космического дома» более или менее продолжительное время. Эту возможность даст скафандр с автономной системой жизнеобеспечения, который был впервые испытан в условиях космического пространства А. А. Леоновым.

Теперь уже недалеко то время, когда космонавт сможет осуществлять ремонтные работы вне корабля, производить пересадку с корабля на корабль. Ученые смогут в случае надобности вести наблюдения и исследования в открытом космосе.

Полет корабля «Восход-2» приблизил возможность стыковки космических кораблей на орбите и строительства орбитальных станций. Все это создает реальные предпосылки для решения самых сложных задач современной космонавтики, в том числе полетов к Луне и высадки космонавтов на ее поверхность.

Совместные полеты советских космонавтов доказали, что человек может перенести воздействие факторов, характеризующих космический полет, в течение длительного времени и при этом полностью сохранить работоспособность. Участие в совместном космическом полете В. В. Терешковой показало, что женский организм способен не хуже мужского переносить условия полета. Кроме того, стало ясно, что космонавтами могут стать не только летчики: и подготовка, и управление надежной техникой доступны людям различных профессий.

Состояние невесомости, которое вызывало особенно большую тревогу у медиков, космонавты перенесли отлично. Они неоднократно, отстегнув ремни, «выплывали» из своих кресел и в состоянии парения выполняли различные наблюдения и упражнения и никаких нарушений в организме не ощущали: отлично слышали и видели и не испытывали головокружения даже при резких движениях. В этих полетах космонавты были полностью обеспечены необходимыми запасами питания, воды и кислорода. Любопытно отметить, что они питались главным образом обычной земной пищей, а не желеобразной, космической. В кабинах был создан «земной» климат. Космонавты имели возможность регулировать температуру воздуха по своему желанию. Уже во время полета Ю. А. Гагарина на корабле «Восток-1» запасы воды, пищи и кислорода были рассчитаны на 10 суток. Следовательно, и в этом отношении для полета на Луну сделано очень многое.

Наша страна обладает мощными ракетами, которые могут сообщить лунному кораблю вторую космическую скорость (11,2 км/сек) и послать его по точно заданной траектории, чтобы он прилунился в заранее намеченном месте. Советские ученые и конструкторы создают космические корабли, в кабинах которых космонавты обеспечиваются всем необходимым для продолжительного полета. Советские космонавты умеют длительное время переносить условия космического полета и управлять кораблем.

Многосуточные полеты вокруг Земли представляют собой своего рода предварительную подготовку облета Луны в сравнительно безопасных условиях ближнего космоса. Можно полагать, что такие «репетиции» будут повторяться с увеличением продолжительности полетов. Кроме того, автоматическая аппаратура уже выяснила степень опасностей, которые ждут человека на пути к Луне.

Одной из сложнейших проблем космонавтики является проблема мягкой посадки на поверхность других небесных тел. Эта задача была впервые решена в феврале 1966 г., когда советские инженеры, ученые и конструкторы осуществили мягкую посадку на поверхность Луны автоматической станции «Луна-9». Эта задача была трудна тем, что Луна практически лишена атмосферы и, следовательно, при посадке вся скорость должна быть погашена за счет действия тормозных ракетных устройств. Как уже говорилось, в 1959 г. советская космическая станция «Луна-2» совершила перелет с Земли на Луну и прилунилась в заданном районе. Однако к моменту достижения Луны скорость ракеты равнялась 3,3 км/сек и при падении на лунную поверхность она взорвалась подобно метеорному телу. При запуске этой ракеты топливо расходовалось только при старте и движении на активном участке. Для мягкого (безударного) прилунения, чтобы ракета не взорвалась, необходимо было бы еще затратить топливо на торможение (гашение) скорости. Причем скорость должна быть приведена к нулю строго в момент соприкосновения корабля с лунной поверхностью. Напомним, что при возвращении из космоса кораблей-спутников большая часть скорости снимается за счет аэродинамического сопротивления земной атмосферы. Не удивительно поэтому, что из общего веса станции «Луна-9» (1583 кг) половина приходится на топливо. Различные элементы мягкой посадки отработывались в 1965 г. во время запусков автоматических станций к Луне.

Станция «Луна-9» представляет собой весьма совершенный аппарат, при создании которого были использованы новейшие достижения различных областей науки и техники.

Как же проходил полет?

31 января 1966 г. станция была выведена на промежуточную околоземную орбиту. После уточнения фактических элементов орбиты в определенной ее точке был включен разгонный двигатель, и станция перешла на траекторию полета к Луне. Траектория и продолжительность полета

были выбраны таким образом, чтобы при данном запасе топлива доставить наибольший вес научной аппаратуры и чтобы во время начала передачи информации Луна находилась возможно более высоко над горизонтом пункта управления. Автоматическая станция находилась на пути к цели 3,5 суток. Во время движения станции по команде с Земли была осуществлена коррекция траектории, в результате чего скорость станции изменилась в нужном направлении на 71,2 м в секунду. Проведенные траекторные измерения показали, что коррекция обеспечила станции попадание в заданный район Луны.

Наиболее ответственный этап полета наступил 3 февраля, когда на станцию с командного пункта были переданы исходные данные для осуществления мягкой посадки. В заданный момент включилась система оптической ориентации по Луне, Земле и Солнцу; микродвигатели системы ориентации развернули станцию вместе с тормозной двигательной установкой по направлению к центру Луны. Расстояние до лунной поверхности в этот момент составляло около 8300 км. В дальнейшем в течение часа ось тормозного двигателя сохраняла постоянное положение в пространстве.

За 48 секунд до момента прилунения, когда станции оставалось пролететь последние 75 км, по команде радиовысотомера включилась тормозная установка. За эти десятки секунд необходимо было скорость станции в 2600 м в секунду свести к моменту встречи практически до нулевой. Для этой цели пришлось не только строго выдержать нужный момент включения реактивного двигателя и вектор тяги. Перед самым моментом встречи станция отделилась от тормозной двигательной установки и, используя систему амортизации, мягко опустилась по соседству с ней. Четыре лепестка из металла, задача которых – предохранить телевизионные камеры кругового обзора от возможного удара при посадке и обеспечить станции возможно более устойчивое положение на лунном грунте, развернулись сразу же после прилунения.

Автоматическая станция «Луна-9» коснулась лунной поверхности 3 февраля в 21 час 45 мин. 30 сек. по московскому времени в районе Океана Бурь в точке с координатами 7°08' северной широты, 64°22' западной долготы. Через четыре минуты автоматически раскрылись антенны, и с борта станции понеслись радиосигналы, возвестившие миру о новой великой победе советской космонавтики.

Советская автоматическая станция «Луна-9» впервые передала непосредственно с поверхности Луны изображение картины лунного ландшафта. С исключительным интересом изучают специалисты полученные фотографии.

Автоматическая станция опустилась в восточной части Океана Бурь вскоре после восхода Солнца над горизонтом места прилунения. Учитывая, что лунное утро длится несколько десятков часов, можно легко понять, почему именно этот район был выбран для посадки. Вначале лунного дня аппаратура может работать при наиболее благоприятном температурном режиме, тогда как к полудню грунт разогревается, как известно, до 120–130°. Во время получения изображения Солнце находилось на высоте всего нескольких градусов над горизонтом, и длинные тени подчеркивали все неровности рельефа. Отсутствие атмосферы делает картину лунного ландшафта особенно контрастной. Повторные изображения, полученные при различной высоте Солнца, а также детальный просмотр отдельных частей панорамы Луны, проводившийся по выбору ученых, дали большой, чрезвычайно ценный материал для изучения поверхности естественного спутника Земли.

Высокая разрешающая способность телевизионного устройства, хорошее качество телевизионной передачи, а также большая глубина резкости позволяют составить представление о структуре грунта и характере микрорельефа местности.

Расстояние изображенных предметов от станции приблизительно можно определить по их угловому расстоянию от линии горизонта. Удаленность некоторых образований удалось определить более точно. Для этой цели были использованы установленные на станции двухгранные зеркала, в которых отражались узкие полоски поверхности. Зеркала были ориентированы таким образом, что один и тот же участок поверхности был виден сразу на двух зеркалах: получались пары стереоскопических снимков с базисным расстоянием около 50 см. Отражение лунной поверхности в зеркале хорошо видно на одной из фотографий, переданной станцией.

Анализ фотографий позволил установить, что между вторым и третьим сеансом связи произошло некоторое смещение станции. Это привело к отклонению камеры на несколько градусов от прежнего положения и смещению ее на несколько сантиметров. Такое обстоятельство позволило воспользоваться стереоскопическим эффектом для уточнения расстояния до всех объектов, различимых на снимках лунной поверхности.

На переднем плане снимков удастся различить детали размером в несколько миллиметров. Полученные материалы еще длительное время будут изучаться. Но уже сейчас можно сделать вывод, что представления советских астрономов о свойствах лунного грунта в основном подтвердились. Структура горных пород, слагающих поверхность в районе места посадки станции, отличается большой иссеченностью. Лунный грунт весьма неровен и шероховат. Он представляет собой чередование очень мелких бугорков и углублений. Заметных следов пыли не обнаружено. На снимках легко различимы холмы и углубления, поперечником в несколько метров. По поверхности разбросаны в беспорядке образования типа камней. Всего в двух метрах от станции на одном из снимков виден камень размером около 15 см. Вдали наблюдаются камни значительно большего размера.

Эти образования могут представлять собой выходы на дневную поверхность коренных пород либо вулканические бомбы, опустившиеся на поверхность после взрыва одного из лунных вулканов. Более определенно решить вопрос о происхождении этих и других форм лунного рельефа вероятно удастся в дальнейшем с помощью автоматов-разведчиков, а затем и с участием космонавтов-исследователей.

Автоматы также помогут выяснить опасность воздействия на Луне коротковолнового излучения Солнца, космических лучей и собственной радиации лунного грунта: Уже приборы, установленные на автоматической станции «Луна-9», произвели измерение дозы излучений в космическом пространстве и на поверхности Луны. При этом оказалось, что на поверхности нашего спутника уровень радиации определяется в основном первичным космическим излучением и составляет 30 миллиардов в сутки. Обнаружено некоторое дополнительное собственное излучение, идущее от лунной поверхности. Можно предположить, что оно порождено ядерными реакциями в покрове Луны, протекающими в результате бомбардировки ее поверхности первичными космическими лучами. При следующих запусках автоматических станций предстоит уточнить степень метеорной опасности, а также максимальные и минимальные температуры на поверхности Луны и на некоторой глубине в слое лунного грунта.

Только тогда, когда с помощью автоматической аппаратуры будет надежно разведана трасса Земля–Луна, когда человек совершит облет Луны, автоматические станции предупредят об опасностях, грозящих космонавтам на Луне, туда отправятся первые люди.

Находясь на поверхности нашего космического «соседа», Луны, человек окажется в условиях, приближенных к невесомости (известно, что сила тяжести составляет там лишь 0,16 земной). В связи с этим перед учеными встают два вопроса: сможет ли организм человека приспособиться к длительному состоянию невесомости (или уменьшенной силы тяжести), и если сможет, то не скажутся ли отрицательно появившиеся в организме сдвиги при возвращении человека в условия земной гравитации? Ответить на эти вопросы можно только путем постановки биологических экспериментов, осуществляемых в реальных условиях длительного космического полета. Более чем трехнедельный рейс четвероногих «космонавтов» на спутнике «Космос-110» – первый шаг, сделанный советскими специалистами в этом направлении. Полученный за время уникального эксперимента обширный материал еще продолжает обрабатываться и анализироваться, но уже первые наблюдения и результаты позволяют сделать вывод о возможности длительного пребывания живого организма в условиях невесомости и тем более в условиях, близких к невесомости.

Полет обитаемого спутника «Космос-110» внес также большой вклад в обеспечение радиационной безопасности будущих космических рейсов человека. Орбита спутника была выбрана таким образом, что он попадал в околоземные пояса повышенной космической радиации. Во время полета проводилось исследование защитных свойств оболочки спутника и проверялось ослабляющее действие защитных материалов различной толщины. Исследовалось также вторичное излучение, возникающее в веществе защиты. В различных частях спутника и непосредственно на теле животных были установлены дозиметры, что позволило проверить методику расчета защиты кабины и биологических объектов от космической радиации. Первое обследование Ветерка и Уголька никаких признаков нарушений, обусловленных действием космической радиации, не показало.

Полученные в результате успешного проведения эксперимента научные результаты дали ученым возможность прогнозировать будущие продолжительные полеты человека в космическом пространстве.

Всего два месяца прошло с тех пор, как советская АМС осуществила мягкую посадку на лунную поверхность и весь мир узнал о новой победе советских ученых в исследовании Луны – о создании первого искусственного спутника Луны.

Об этой новой победе советского народа создатели первого спутника Луны с радостью доложили проходившему в те дни XXIII съезду нашей партии, которому и было посвящено это достижение.

С огромным волнением прослушали делегаты съезда мелодию партийного гимна «Интернационал», переданную с борта окололунного спутника. Радиостанции Москвы на весь мир разнесли из зала Дворца съездов весть о новом научном подвиге нашей страны.

В письме Президиума XXIII съезда КПСС создателям первого спутника Луны говорится: «Исследование Луны с помощью автоматической станции, выведенной на окололунную орбиту, – это еще одна ступень в освоении космоса, закономерная связанная с ростом могущества нашей Родины, с расцветом творческих сил советского народа. Советские люди гордятся тем, что эта станция создана в нашей стране, талантом и трудом советских ученых, конструкторов, инженеров и рабочих, решивших сложнейшие научные и технические проблемы.

Новая победа в исследовании космоса свидетельствует об успешном планомерном выполнении задач, поставленных партией и правительством перед нашими учеными, конструкторами и рабочими».

Известно, что своим тяготением Луна не может захватить и перевести на селеноцентрическую орбиту космический аппарат, запущенный с Земли. Это объясняется тем, что, войдя в сферу действия Луны, аппарат приобретает относительно нее гиперболическую скорость. Для того чтобы перевести аппарат на селеноцентрическую орбиту, необходимо с помощью тормозного двигателя несколько снизить его скорость относительно Луны. В противном случае станция либо упадет на лунную поверхность, либо выйдет из сферы действия Луны.

Выведение на заданную орбиту станции «Луна-10» было осуществлено следующим образом. Мощная ракета-носитель стартовала 31 марта 1966 г. в 13 час. 47 мин. по московскому времени. Она вывела на промежуточную орбиту спутника Земли автоматическую станцию вместе с разгонным блоком. Эта орбита имела форму, близкую к круговой (апогей 250 км, перигей 200 км), и была наклонена к плоскости земного экватора под углом 52°. В определенный момент времени разгонный блок обеспечил станции скорость около 10,87 км/сек, что было достаточно для перехода ее на траекторию полета к Луне. Названная скорость была сообщена нагрузке в 1600 кг. Проведенные траекторные изменения показали необходимость коррекции, которая и была осуществлена 1 апреля. Коррекция обеспечивала движение станции по заданной пролетной траектории с попаданием ее в расчетную точку окололунного пространства. После определения параметров скорректированной траектории были уточнены исходные данные для проведения торможения станции с целью перевода ее на окололунную орбиту. Примерно в 21 час. 44 мин. 3 апреля на заранее ориентированную и стабилизированную станцию была передана команда на включение тормозной двигательной установки. Тормозной импульс был направлен против движения станции, что обеспечило снижение селеноцентрической скорости станции «Луна-10» с 2,1 до 1,25 км/сек. Станция «Луна-10» вышла на эллиптическую орбиту спутника Луны с периодом обращения около трех часов. Наибольшее расстояние станции от поверхности Луны (апоселений) около 1000 км; минимальное расстояние от лунной поверхности (периселений) около 350 км.

Через 20 секунд после прекращения работы тормозного двигателя система управления выдала сигнал на отделение станции-спутника Луны от двигательной установки и отсеков системы управления. После разделения был осуществлен первый сеанс связи со спутником Луны, который показал, что аппаратура первого в мире спутника Луны работает нормально, радиосвязь со станцией устойчивая и надежная.

Большую и разнообразную информацию можно будет получить, используя станции-спутники Луны. Искусственные спутники имеют важные преимущества перед станциями, предназначенными для облета Луны, полета мимо нее и посадки на лунную поверхность. Спутник может весьма длительное время собирать и передавать информацию о природе различных районов Луны и окололунного пространства. Создание искусственных спутников Луны – закономерный этап в изучении и освоении лунного мира.

Интересно отметить, что если изучение Земли как планеты шло от частного к общему (использование в последние годы спутников для геофизических исследований в основном продолжает эту линию), то в изучении Луны наблюдается обратный процесс. По мере увеличения мощности и повышения чувствительности астрономических приборов и инструментов, по мере совершенствования космической техники удается со все большими подробностями открывать картину лунного мира. Если при облете Луны станция «Луна-3» и при пролете мимо нее станция

«Зонд-3» передали общую картину невидимой с Земли стороны лунного шара, то с помощью искусственных спутников можно будет установить характер микрорельефа этого полушария.

Важные сведения о лунном мире можно будет получить, проведя серию точных наблюдений за движением искусственных спутников Луны. Можно, например, таким образом уточнить массу Луны. Отклонение фактической формы орбиты от расчетной позволит определить фигуру естественного спутника Земли, что столь важно для составления правильных карт лунной поверхности. Следовало бы попытаться определить истинную форму и высоту направленного к Земле лунного выступа, образованного вследствие земного притяжения. Эту задачу, вероятно, удастся решить по возмущающему действию выступа на орбиту «низкого» спутника. Полученные результаты возможно придется учитывать при расчете траекторий посадки и отлета лунных обитаемых космических кораблей.

По фактическим параметрам орбиты спутников Луны можно будет установить распределение масс в ее теле. В зависимости от того, расположены ли породы высокой плотности на большой глубине или близко к поверхности, можно будет судить о степени расплавления Луны на протяжении ее истории. Быть может, в будущем эти исследования будут важны не только в теоретическом аспекте, но и приобретут некоторое практическое значение для разведки в недрах полезных ископаемых.

Уже несколько лет с помощью масс-спектрометров, ионных ловушек и других приборов успешно изучается состав и плотность верхних слоев земной атмосферы. Аналогичные исследования можно было бы поставить на спутнике Луны. О природе и интенсивности некоторых процессов, имеющих место в лунных недрах, вероятно, можно будет судить по химическому составу ионизированной газовой оболочки, наличие которой было подтверждено станцией «Луна-2». Такая пусть даже чрезвычайно разреженная «атмосфера» вряд ли могла бы существовать длительное время без «подкачки» из недр лунного шара: слишком мала сила лунного притяжения. То, что из глубин Луны может выделяться газ, как уже говорилось, было показано пулковским астрономом Н. Козыревым, который, по-видимому, наблюдал проявление вулканической деятельности. Но можно предположить, что из недр Луны способны выделяться продукты радиоактивного распада горных пород. Искусственный спутник, двигаясь на высоте около 100 км, может быть оснащен аппаратурой для обнаружения присутствия и для определения относительного содержания радиоактивных калия, урана и тория. Полученные измерения позволили бы установить, из каких преимущественно пород состоит поверхность Луны (гранитов, базальтов или метеорного вещества) и отличаются ли по составу участки лунных морей и гор.

Одной из важных задач исследования окололунного пространства является задача изучения распределения метеорного вещества. Получение информации о составе и вариациях метеорных потоков в окрестностях Луны необходимо для обеспечения безопасности полета будущих обитаемых, лунных кораблей.

С помощью чувствительного магнитометра можно попытаться обнаружить и измерить возможно имеющееся несущественное магнитное поле Луны, которое исследовалось ранее с помощью автоматической станции «Луна-2».

С борта искусственного спутника Луны возможно определить, регистрируя ее собственное тепловое излучение, распределение температур по лунной поверхности. Интересно было бы проследить изменение радиационной обстановки в окрестностях Луны в связи с процессами, происходящими на Солнце.

Пройдут годы. Вслед за первым советским искусственным спутником Луны будут созданы, вероятно, десятки новых космических орбитальных аппаратов различного назначения. В будущую эпоху непосредственного освоения Луны человеком можно представить себе, что спутники придется использовать для осуществления дальней радиосвязи на лунной поверхности. Известно, что Луна не имеет ионосферы, от которой бы отражались радиоволны. Следовательно, радиосвязь там возможна лишь в пределах прямой видимости. В условиях лунного шара таким образом сумеют общаться корреспонденты, находящиеся друг от друга не далее чем на расстоянии 15 км. Зато несколько спутников связи, обращающихся на достаточно высоких орбитах, обеспечили бы радиоприем на всей поверхности Луны.

Не исключена возможность, что спутники Луны будут использованы для создания системы радионавигации. Применяя радиосекстант, наблюдатель сможет по сигналам спутников-радиомаяков определить свое положение на местности. Это особенно важно, учитывая отсутствие у Луны магнитного поля и, следовательно, невозможность там пользоваться магнитным компасом.

Запуском 3 апреля 1966 г. первого в мире искусственного спутника Луны Советский Союз открыл новую страницу в освоении ближайшего к Земле небесного тела.

КОГДА ЧЕЛОВЕК ПОСЕТИТ ЛУНУ?

Одной из основных проблем современной космонавтики является полет человека на Луну и пребывание там человека, а также его возвращение на Землю. Ведь чтобы попасть на Луну, человек должен «подняться на небо». А по религиозному представлению, человек может попасть на небо только после смерти и то только праведник, т. е. живущий «по богу». Библия (Деяния апостолов) рассказывает о Симоне-волхве, который силой бесовской хотел подняться на небо, но был «низринут» апостолом Петром. Коран говорит, что болиды – души людей, которые забрались на небо подслушать Аллаха, были им сброшены оттуда. Эти суеверия опровергнуты космонавтами, которые успешно завершили свои полеты и невредимыми вернулись на Землю.

Закономерным этапом на пути человека к Луне является изучение ее природы с помощью автоматической аппаратуры. На этом этапе можно еще раз проверить, конструкцию лунного корабля и систем, обеспечивающих биологическую защиту.

Полеты автоматов, а также космонавтов вблизи Луны позволяют еще лучше изучить ее природу, уточнить карты поверхности, наметить место будущего прилунения и др.

Проблему возвращения космического корабля с Луны на родную планету можно считать одной из очередных проблем космонавтики. Отлет и приземление потребует дополнительных запасов топлива. При запуске автоматов на поверхность Луны их возвращение на Землю не обязательно. При посылке автоматической аппаратуры вес космической ракеты будет сравнительно невелик, так как автоматам не нужны запасы пищи, воды и регенерационные установки для обеспечения дыхания. В то же время вес обитаемого лунного корабля, если он рассчитан на 2–3 человека, может составить около 10 т (например, согласно американскому проекту, вес отсека для посадки на Луну аппарата «Аполлон» превышает 11 т). Вес космического корабля «Восток» для орбитальных полетов вокруг Земли около 5 т. На таких кораблях уже шесть раз совершали полеты советские космонавты.

Полет человека на Луну и последующее возвращение на Землю – задача чрезвычайно сложная. Ведь, как уже говорилось, мало вывести корабль на траекторию к Луне. Необходимо еще сохранить и горючее для торможения при прилунении, затем для взлета с Луны и, наконец, для перевода возвращающегося космического корабля на орбиту спутника Земли. Если даже при дальнейшем снижении использовать только аэродинамическое сопротивление, то и тогда придется с помощью взятого с Земли топлива сообщить за время полета космическому кораблю суммарную (характеристическую¹) скорость более 20 км/сек. При отлете с Земли ракета развивает скорость до 11,2 км/сек, при подходе к Луне необходимо скорость 3,3 км/сек снизить до нуля. При взлете с Луны для преодоления лунного притяжения потребуется развить скорость около 2,4 км/сек, для корректировки движения космического корабля и для перевода его на орбиту спутника Земли, для изменения скорости и направления движения также будет расходоваться топливо.

Какой же должна быть ракета, способная сообщить лунному кораблю суммарную скорость, превышающую третью космическую (16,7 км/сек – наименьшая начальная скорость относительно Земли, обеспечивающая снаряду возможность покинуть солнечную систему)? Расчеты показывают, что ракетная система самой совершенной конструкции, снабженная лучшими видами химического топлива, при весе полезного груза в 10 т (кабина космического корабля с людьми, запасами пищи, воды и кислорода, а также необходимым оборудованием), должна иметь стартовый вес около 3 тыс. т.

Создание ракет, начальный вес которых превышает вес полезного груза в 300 раз, – необычайно сложная научно-техническая задача. Над ее разрешением работают инженеры и ученые. Таков, например, американский проект. «Аполлон», предусматривающий создание ракеты «Сатурн-5» со стартовой массой 2700 т.

Кроме того, учеными учитывается и идея, высказанная К. Э. Циолковским, согласно которой в качестве промежуточной станции может быть создан обитаемый искусственный спутник Земли.

¹ Х а р а к т е р и с т и ч е с к а я (или идеальная) скорость – конечная скорость ракеты в свободном пространстве. Для конечной скорости, которую разовьет ракета, важен не секундный расход массы, а скорость истечения газов из сопла ракеты и общая масса отброшенного вещества. Формула для величины характеристической скорости была выведена впервые К. Э. Циолковским. Суммарная скорость всего путешествия складывается из скоростей, которые развиваются либо гасятся на каждом этапе полета.

В качестве «строительного материала» для создания станции можно также использовать ракеты-носители. На смонтированную орбитальную станцию грузовые ракеты смогут доставить элементы конструкции лунного корабля, запасы топлива, воды, продуктов питания и кислорода, а также необходимое снаряжение и различное оборудование для работы экспедиции на Луне. Старт лунного корабля с орбиты спутника имеет ряд преимуществ. Прежде всего, ему можно придать любую выгодную в конструктивном отношении форму. Так как орбита находится за пределами атмосферы, то при взлете кораблю не мешает сопротивление воздуха. По этой же причине не нужна кораблю и особая прочность, что обязательно для ракет, прорывающихся сквозь плотные слои атмосферы.

Необходимо учитывать, что при отлете со станции-спутника лунному кораблю следует сообщить дополнительно сравнительно небольшую скорость. Ведь двигаясь вместе со станцией вокруг Земли, корабль имеет такую же орбитальную скорость (около 8 км/сек). Следовательно, для полета на Луну стартующей ракете достаточно сообщить только дополнительно скорость около 3,3 км/сек, тогда и будет достигнута вторая космическая скорость. При весе кабины корабля с экипажем и снаряжением в 10 т общий вес лунного корабля оказывается около 200 т.

Расчеты орбиты траекторий смогут широко выполняться счетно-вычислительными установками. Они рассчитывают геоцентрическую и селеноцентрическую орбиты лунного корабля и траекторию переходов между ними.

Для того чтобы собрать космический корабль на орбите и произвести его заправку горючим, а также разместить в нем все необходимое для лунной экспедиции, важно не только создать промежуточную станцию-спутник, но и решить проблему выхода человека из ракеты в космическое пространство. Как известно, проблема выхода человека в космос в Советском Союзе уже решена при полете корабля «Восход-2».

Для того чтобы космический корабль достиг Луны, он должен стартовать в строго заданный момент времени и в определенном направлении, а также обладать определенной скоростью.

В чем же особенности запуска ракеты к Луне? Прежде всего, ракете необходимо дать такую скорость, чтобы она удалась от Земли до орбиты Луны. Скорость не обязательно должна превышать вторую космическую: возможен ведь и эллипс со столь далеким апогеем. Наименьшая начальная скорость, которую должна иметь такая ракета, составит примерно 10,9 км/сек. Но ей соответствует наибольшая продолжительность времени для достижения ближайших окрестностей Луны – около 5 суток. Разумеется, при большей начальной скорости ракета достигнет Луны (по еще более вытянутому эллипсу, параболе или гиперболе) быстрее, с начальными скоростями >10,9 км/сек. Например, в январе 1959 г. советская космическая станция «Луна-1» достигла орбиты Луны всего через 34 часа после запуска.

Но для сближения ракеты с Луной, которая тоже движется относительно Земли (со скоростью 1 км/сек), облета Луны или прилунения необходимо добиться соответствующей величины и направления скорости ракеты относительно Луны. Вот почему большое значение приобретает точный расчет обстоятельств запуска; именно благодаря такому точному расчету в октябре 1959 г. был осуществлен облет Луны.

В некоторых же случаях (например, для превращения аппарата в искусственный спутник Луны, коррекции траектории) необходимо дополнительное топливо.

Перечисленные задачи необходимо решать при запуске космического аппарата к Луне независимо от того, будет ли он запущен с Земли или с орбитальной станции. Существуют доводы в пользу и того, и другого способа запуска. Однако в обоих случаях огромную роль играет точность управления полетом ракеты на активном участке (или на активных участках) траектории. Не исключено, что оно будет целиком автономным (как на некоторых типах самонаводящихся дальнобойных баллистических ракет). Возможно, этот опыт управления будет использован на наших космических кораблях-спутниках: сочетание автономного и дистанционного управления.

Ряд сложных научно-технических задач необходимо будет решать для того, чтобы осуществить взлет с Луны и возвращение. Ведь взлет с лунной поверхности космического корабля потребует особых автоматических установок. В запуске ракет с Земли участвуют специальные стартовые команды космодрома. В это время на командном пункте и в координационно-вычислительном центре находятся крупнейшие ученые и конструкторы. Они с помощью специальных систем следят за взлетом и движением ракеты на ее активном участке, принимают сигналы автоматической аппаратуры и в случае необходимости, используя электронно-вычислительные машины и системы команд, смогут скорректировать движение ракеты. Первая же экспедиция на Луну будет немногочисленной, и все ее участники при взлете корабля с Луны будут находиться внутри кабины.'

Особого внимания заслуживает проблема возвращения на Землю. Дело в том, что скорость, с которой корабль, возвращающийся с Луны, подлетит к окрестностям Земли, значительно превышает скорость современных космических кораблей-спутников Земли. Она составляет вблизи Земли 11,2 км/сек и более. Погашение первой космической скорости – дело сложное, погашение же второй космической скорости – еще более трудная задача. Экспедиция должна будет либо использовать торможение с помощью ракетных двигателей (для этого потребуется в колоссальной степени утяжелить ракету за счет запасов топлива), либо, используя сопротивление воздуха, гасить скорость корабля и тем самым обрекать ракету на чрезвычайно сильный нагрев. Ведь с возрастанием скорости очень быстро растут и сопротивление воздуха, и аэродинамический нагрев, возникающий за счет ударов набегающих молекул воздуха и мощного излучения ударной волны, образующейся перед космическим кораблем. Уплотненный воздух перед кораблем достигнет 10 000° и больше.

Гасить скорость лунного корабля тяжело и «жарко». В этом отношении «наименьшим злом» оказывается аэродинамическое торможение в том варианте, который был предложен К. Э. Циолковским и независимо от него немецким исследователем В. Гоманном еще в 30-х годах и получил название «метода тормозных эллипсов». Сущность его заключается в следующем. Корабль подлетает к Земле со второй космической скоростью и погружается в атмосферу. Сопротивление воздуха в довольно плотных слоях атмосферы несколько уменьшит скорость аппарата, его орбита из параболы превратится в эллипс с большим апогейным расстоянием, корабль станет искусственным спутником Земли. За время «путешествия» в атмосфере Земли корабль нагревается, а выход за пределы плотных слоев атмосферы дает ему возможность остыть. При вторичном проникновении корабля в атмосферу его скорость снизится еще больше и т. д. Так по схеме торможение – остывание – торможение – остывание полет корабля вокруг Земли будет продолжаться до тех пор; пока скорость его не снизится до первой космической (около 8 км/сек), после чего останется решить задачу спуска экипажа и некоторого груза с околоземной круговой орбиты, что уже неоднократно осуществлялось. «Причалит» ли лунный корабль к искусственному спутнику Земли – космодрому, где высадит экипаж для перехода на «местный транспорт», будет ли он самостоятельно приземляться – не так уж существенно. Важно другое. «Метод тормозных эллипсов» в описанной форме достаточно безопасен (в термическом смысле). Правда, он требует многих суток для перевода корабля на первую космическую скорость.

Процесс уменьшения эксцентриситета тормозных эллипсов можно ускорить, если снабдить лунный корабль выдвижными крыльями. Они должны быть расположены с наклоном, обратным наклону крыльев самолета, т. е. будут подставлять набегающему потоку воздуха не нижнюю, а верхнюю свою сторону. В результате при прохождении кораблем атмосферы создается, так сказать, «опускающая сила» (отрицательная подъемная сила), и корабль быстрее окажется в плотных слоях атмосферы, быстрее снизит свою скорость. Однако при этом значительно возрастет его нагрев. Понадобится (при скорости ближайшей к первой космической) применение особо эффективных методов теплозащиты. Надо иметь в виду, что для пассажирских кораблей возможность быстрого торможения ограничивается возрастанием перегрузок.

По всем этим причинам использование «метода тормозных эллипсов» требует очень высокой точности в соблюдении нужной величины и направления скорости корабля. Расчеты показывают, например, что изменение направления движения корабля при подлете к Земле на 0,01 изменит высоту перигея на 12 км, а изменение скорости корабля на 0,0015 км/сек – 9 км. Независимо от применения «метода тормозных эллипсов» надо учитывать еще вот что. Возвращаясь с Луны, корабль подлетит к Земле со скоростью примерно 11,2 км/сек относительно центра Земли. Но Земля вращается с запада на восток. Выгодно максимально уменьшить скорость корабля относительно поверхности Земли. Для этого надо, чтобы корабль облетел Землю тоже с запада на восток, над экватором (в силу первого закона Кеплера плоскость орбиты корабля – вблизи Земли – проходит через центр Земли, так что при неработающих двигателях облететь Землю над другой параллелью корабль не может). При этом скорость корабля относительно Земли станет меньше на 0,46 км/сек (именно такова скорость вращения точки, лежащей на земном экваторе). Во избежание сложных маневров нужно запустить корабль с Луны, во-первых, в «прямом» направлении (т. е. против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса эклиптики), во-вторых, так, чтобы корабль подлетел к Земле в плоскости земного экватора. Второе требование накладывает известные ограничения на момент старта с Луны, а на первых порах, значит, и на момент отлета с Земли кратковременной экспедиции.

В одной из бесед с журналистами Главный конструктор советских космических кораблей сказал, что «полет к Луне чрезвычайно заманчивая, но очень трудная проблема. Полет на Луну сложен, возвращение с нее на Землю – тем более. Но уверен, что не так далеко время, когда полет

человека к Луне станет реальностью, хотя для практического решения этой задачи потребуются, по всей видимости, не один год»¹.

Эти слова были сказаны в связи с успешным завершением многосуточного группового полета кораблей-спутников «Восток-5» и «Восток-6».

С тех пор советская космонавтика добилась блестящих побед, многие из которых мировая общественность оценила, как важные этапы на пути человека к Луне.

Советская программа исследования космического пространства отличается строгой последовательностью в постановке и решении очередных задач.

В последние годы в нашей стране был создан многоместный корабль «Восход», осуществлен первый выход человека в открытый космос, с помощью автоматических космических аппаратов «Космос», «Электрон», «Зонд» успешно изучается степень космических опасностей. Для разрешения новых, все более сложных задач исследования космоса создаются мощные ракетно-космические системы. С помощью новой мощной ракеты-носителя в июле 1965 г. была выведена научная станция-спутник «Протон» весом 12,2 т. Наконец, в феврале 1966 г. советские специалисты решили одну из сложнейших проблем космонавтики, приблизившую полет человека на Луну – осуществили мягкое прилуние станции «Луна-9».

В США, начиная с 1960 года, разрабатывается проект полета на Луну по программе «Аполлон». Американский проект «Аполлон» предполагает посылку на Луну экспедицию из трех человек в 1969–1970 гг.

Для осуществления полета к Луне разрабатывается трехступенчатая ракета-носитель «Сатурн-5» длиной 85 м. Первая ступень этой ракеты будет представлять собой связку из пяти двигателей общей тягой 3400 т, работающих на керосине и жидком кислороде (2000 т топлива), вторая ступень – из 5 двигателей общей тягой 450 т, работающих на жидком водороде и кислороде (422 т топлива), третья – из одного такого двигателя тягой 90 т (105 т топлива).

Наверху ракеты крепится корабль «Аполлон» высотой 26 м. Общая высота системы, таким образом, составляет 111 м. Корабль «Аполлон» состоит из трех основных отсеков (модулей), способных разделяться.

Все три космонавта, до высадки на Луну, находятся в отсеке для команды. Его вес 4,5 т. Во втором отсеке (масса 25 т) находится двигательная установка и аппаратура управления для коррекции траектории полета с Земли до окололунной орбиты и обратно, для выхода на орбиту спутника Луны и отлета с нее на Землю. «Лунный экскурсионный модуль» имеет массу около 11,5 т. Он предназначен для высадки двух космонавтов на Луну.

Корабль «Аполлон» выводится сперва на промежуточную околоземную орбиту вместе с третьей ступенью, которая затем выводит корабль на траекторию полета к Луне.

Через 3,5 суток корабль выйдет на круговую орбиту спутника Луны. (Высота орбиты 160 км, период обращения 2 часа).

После этого два космонавта перейдут в лунный отсек, который, отделившись от двух других, с помощью собственного двигателя (с тягой 4 т), перейдет на эллиптическую орбиту, а затем осуществит посадку на поверхность Луны на раскрытые шасси. Космонавты проведут на Луне 24 часа или 48 часов.

После выхода на орбиту спутника Луны лунная кабина стыкуется с кораблем и космонавты перейдут в отсек для команды. Затем лунная кабина отделится и останется на орбите спутника Луны, а основная двигательная установка выводит корабль на траекторию возврата к Земле.

После входа в атмосферу двигательный отсек отбрасывается. Окончательное приземление происходит с помощью трех парашютов или особого гибкого, разворачивающего крыла («парашютера»).

Известны и другие проекты. Так, в 1959 году в США существовал проект «Нова», по которому предполагалось осуществить прямой полет с Земли на Луну и обратно. Проектом предусматривалось создание для этой цели ракетной системы «Нова», состоящей из пяти ступеней. На ракете «Нова» высотой от 70 до 80 м и поперечником 15 м, должна была быть установлена возвращаемая на Землю кабина массой около 4 т. В кабине, форма которой – усеченный конус (такую же форму имеют корабли «Меркурий» и «Джеминай»), предполагалось разместить экипаж из 2–3 человек, приборы управления, запасы воды, кислорода и питания, энергосистему, исследовательскую аппаратуру. В таком варианте ракетно-космическая система «Нова» для полета космонавтов на Луну должна была иметь стартовую массу более 1800 т.

¹ «Красная звезда», 1963, 23 июня.

Проект «Нова» предполагал следующую схему полета. С помощью первых двух ступеней система выводится на промежуточную орбиту вокруг Земли. Третья ступень переводит корабль с двумя последними ступенями на траекторию полета к Луне. Двигательная установка четвертой ступени обеспечивает переход корабля на траекторию спуска и торможение при посадке на поверхность Луны. Прилунение осуществляется на четыре ноги-амортизаторы, выпускаемые из четвертой ступени. Для отлета с Луны используется двигатель пятой ступени.

В последние годы проект претерпел значительные изменения. Эту ракетно-космическую систему предполагается сделать значительно более мощной. Ее стартовая масса может составить более 4500 *т*. С помощью подобной ракеты-носителя вероятно удастся сообщить первую космическую скорость нагрузке около 200 *т* и вторую космическую скорость около 70 *т*. Ракетная система «Нова» все чаще рассматривается как перспективная для экспедиций к Марсу. Для первого же полета на Луну проект «Нова» рассматривается специалистами США как резервный (на случай, если проект «Аполлон» потерпит неудачу).

Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) США намеревается начать в ближайшее время разработку перспективной программы исследования Луны по проекту «МИМОЗА».

По этому проекту предусматривается длительное экспедиционное обследование различных районов Луны. В одном из вариантов, который считается оптимальным, намечается использовать две ракеты «Сатурн-5». Одна из них выведет к Луне космический корабль «Аполлон», от которого отделится и опустится на лунную поверхность контейнер с тремя космонавтами. Другая ракета доставит на Луну транспортер, приспособленный для передвижения по поверхности нашего естественного спутника. Предусматривается, что транспортер будет представлять собой мобильную лабораторию, снабженную всем необходимым для жизни и работы в ней космонавтов-исследователей. Согласно первым предположениям американских специалистов транспортер-лаборатория позволит трем космонавтам находиться на Луне 30–45 дней и совершать исследовательские путешествия дальностью 800–1200 км. Транспортер смогут использовать повторно космонавты, которые прилетят на Луну на смену первому экипажу.

Исследование Луны с помощью транспортера-лаборатории специалисты НАСА относят к 1972–1975 гг.

В США после серии спутников «Меркурий» начались запуски космических кораблей по проекту «Джеминай» («Близнецы»). Осуществление этой программы американские специалисты рассматривают как важный этап на пути человека к Луне.

23 марта 1965 г. был осуществлен первый запуск двух космонавтов по программе «Джеминай». Космонавты В. Гриссом и Д. Янг на корабле «Джеминай-3» совершили три оборота вокруг Земли. В. Гриссом, пользуясь ручным управлением, изменял высоту и наклон орбиты корабля.

С 3 по 7 июня 1965 г. находился в полете корабль «Джеминай-4». Во время этого полета один из пилотов Э. Уайт повторил подвиг Алексея Леонова: вышел из корабля в открытый космос на 20 минут.

По программе «Джеминай» в 1965 г. и 1966 г. было запущено еще четыре корабля. В декабре 1965 г. космонавты Борман и Ловелл на корабле «Джеминай-7» совершили двухнедельный полет вокруг Земли (с 4 по 18 декабря). 15 декабря на орбиту Земли был выведен корабль «Джеминай-6» с пилотами У. Ширра и Т. Стаффордом на борту. Во время совместного полета благодаря корректировочным маневрам было осуществлено сближение кораблей «Джеминай-7» и «Джеминай-6» до расстояния в несколько метров. 16 марта был запущен космический корабль «Джеминай-8» с космонавтами Н. Армстронгом и Д. Скоттом. Предполагалось, что корабль будет на орбите около трех суток. Программа предусматривала целый ряд экспериментов, в том числе военного назначения.

На второй день полета планировался выход из корабля Д. Скотта. Через несколько часов после запуска корабля на орбиту космонавтам удалось путем маневрирования изменить орбиту, сблизиться, а затем и произвести стыковку с запущенной ранее беспилотной ракетой «Аджена». Но не прошло и часа, как космонавты сообщили на Землю, что они вынуждены прервать эксперимент. Корабль внезапно потерял способность маневрировать и начал кувыркаться, не поддаваясь контролю. Руководители полета в интересах безопасности космонавтов решили прекратить полет. Корабль благополучно совершил вынужденную посадку в Тихом океане.

Решение проблемы стыковки специалисты США оценивают как один из важных элементов американской программы полета человека на Луну.

Стремление во что бы то ни стало первыми попасть на Луну приводило иногда американских специалистов к составлению проектов, носящих откровенно авантюрный характер. Таков был проект фирмы «Белл Аэросистем» безвозвратного полета в 1964–1965 гг. одного человека на Луну.

В течение 2–3 лет, пока не будет построена ракета «Сатурн-5», человек по этому проекту должен жить внутри контейнера, в котором он прибудет на Луну, и снабжаться регулярно с помощью грузовых ракет, доставляющих 22 раза в год по 415 кг различных материалов.

На пресс-конференции, посвященной мягкому прилунению советской АМС «Луна-9», академик М. В. Келдыш сказал: «...наши ученые интересуются проблемой полета человека на Луну и нельзя сейчас ею не интересоваться. У нас в стране ведутся научные исследования в этом направлении. Однако я считаю, что какие-либо сроки реального решения подобной задачи сейчас еще трудно называть. Сделан большой шаг. И после этого шага надо еще раз посмотреть, каким образом дальше вести исследования по этой проблеме»¹.

В КАКИХ УСЛОВИЯХ ОКАЖУТСЯ КОСМОНАВТЫ НА ЛУНЕ

Для сопоставления особенностей природы Луны и их возможного воздействия на человека с земными нужно отметить, что на определенном этапе истории Земли появились условия, которые обеспечили возникновение и развитие жизни на нашей планете. Наукой уже давно разбиты нелепые религиозные представления о сотворении Земли богом, а также доказано, что жизнь на Земле не представляется чем-то исключительным, присущим только Земле, как это считают служители религии. Не богом созданы необходимые условия для существования человека и вообще органической жизни. Именно в определенных условиях, которые обусловлены наличием атмосферы, характеризующейся определенным химическим составом, воды и солнечной энергии, смогла зародиться жизнь. Различные виды растений и животных, а также и человек приспособились к местным климатическим условиям тех районов Земли, где они обитают. Состав воздуха, его температура, количество осадков, атмосферное давление и другие компоненты, характеризующие климатические условия, здесь изменяются в известных пределах, не имеющих, как правило, губительных последствий для органической жизни. На Луне практически нет воздуха, нет и воды. Поэтому человеку там требуется система биологической защиты.

Чем характеризуются физические условия на Луне? Какие опасности грозят там человеку?

В течение лунных суток, равных почти целому земному месяцу, поверхность Луны подвержена очень резкой смене температуры. Днем Солнце нагревает лунную поверхность (в «подсолнечной» точке до плюс 120–130°), а ночью температура понижается (до –150° и ниже). Такая высокая амплитуда колебания суточной температуры объясняется отсутствием атмосферы. Поэтому перед выходом из корабля космонавту придется облачиться в скафандр, сохраняющий необходимое организму определенное атмосферное давление. Специальные терморегулирующие приспособления обеспечат в скафандре необходимую температуру и защитят космонавта от очень низких или очень высоких температур.

Скафандр космонавта должен быть также снабжен и кислородным прибором. Подобный скафандр использовался, как известно, во время первого выхода в открытый космос А. А. Леонова. Но не только перечисленные опасности ждут человека на Луне. Ведь атмосфера надежно защищает органическую жизнь от смертоносных космических лучей. Эти потоки электрически заряженных частиц высоких энергий, мчащиеся со скоростями, близкими к скорости света, идут к Земле из глубин мирового пространства. Обладая огромной проникающей способностью, они производят разрушающее действие на атомы различных веществ, разрушают также клетки живых организмов. Но земная же атмосфера для них является серьезным препятствием. Сталкиваясь с атомами воздуха и разрушая их, космические лучи теряют значительную часть своей энергии и достигают Земли, не представляя опасности для органической жизни. Смертоносными являются рентгеновские и ультрафиолетовые лучи Солнца, которые также задерживаются атмосферой Земли. Если бы исчезла атмосфера, то под их действием через несколько секунд была бы уничтожена полностью органическая жизнь на Земле. А к поверхности Луны они ведь беспрепятственно идут из космического пространства.

Космонавтов нужно будет защищать от проникающего космического излучения. Действие излучения зависит от характера частиц, возраста космонавта, продолжительности непрерывного облучения и величины максимального однократного облучения. Поглощенная тканями доза

¹ «Правда», 1966, 11 февраля. Ответы на вопросы.

излучения измеряется в радах ($1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/грамм}$), действующая на организм – в бэрах (бэр – биологический эквивалент рентгена), причем $1 \text{ бэр} = 1 \text{ рад} \times \text{ОБЭ}$ (коэффициент ОБЭ – относительная биологическая эффективность – для различных частиц изменяется в пределах 1–10). По советским и зарубежным данным получается следующая картина.

Смертельная доза облучения для человека около 300 бэр. При облучении дозой в 200 бэр возникает лучевая болезнь.

Максимально допустимая (безвредная) доза облучения для человека: общая за всю жизнь – 200 рентген, однократная – 25 бэр. Опыт, накопленный медиками, показывает, что систематической допустимой дозой можно считать 0,3 рентгена в неделю, но не больше 100 рентгенов в год.

Космическая радиация при полете к Луне будет складываться из трех компонентов: воздействие частиц, составляющих околоземные зоны радиации, излучение Солнца, возникающее при хромосферных вспышках, и первичные космические лучи.

Первичное космическое излучение представляет собой ядра различных элементов. В основном это протоны (ядра водорода) и альфа-частицы (ядра гелия). И лишь 1–2% составляют ядра тяжелых элементов.

Энергия космических частиц в первичном излучении колеблется в очень широких пределах: от миллиарда до миллиарда миллиардов электроновольт и даже выше. Но доля частиц высоких энергий очень мала. Интенсивность первичных космических лучей меняется в зависимости от периода солнечной активности. В годы максимума солнечной деятельности она составляет 2 частицы на квадратный сантиметр за секунду, а в годы минимума увеличивается более чем в два раза. При полете на Луну интенсивность будет несколько меняться с изменением магнитной обстановки в околоземном космическом пространстве, что, в свою очередь, вызывается вариациями солнечного ветра – потока заряженных частиц. Такие плавные изменения интенсивности космических лучей были обнаружены при полете советской станции «Луна-4» и составили около 5%. Подобная картина наблюдалась и при полете спутников «Электрон-2» и «Электрон-4».

Доза, которую получит космонавт, находящийся за пределами магнитного поля Земли, будет колебаться, в зависимости от состояния солнечной активности, от 125 до 270 миллибэр за сутки. А при полете на Луну с последующим возвращением на Землю за 5 суток она составит не более 4 бэр, что, по-видимому, не повлияет на здоровье космонавта.

Большую опасность для космонавтов, отправляющихся к нашему естественному спутнику, представляют собой зоны повышенной радиации. Прежде всего, это внутренняя зона, где интенсивность протонов составляет от 20 000 до 100 000 частиц на квадратный сантиметр за одну секунду. Еще больше в этой зоне электронов. И все же главную опасность представляют протоны, обладающие энергией в несколько десятков миллионов электроновольт, и поэтому имеют большую проникающую способность,

При полете к Луне корабль, вероятно, будет находиться во внутренней зоне около четверти часа. При защите стенками корабля толщиной в 1 г на квадратный сантиметр электроны окажутся полностью поглощенными, а мощность дозы, создаваемая протонами, будет равняться 5 бэр за час. Радиация внешнего пояса состоит из электронов с энергией в десятки тысяч и миллионов электроновольт. Из-за большой протяженности этой зоны лунный корабль будет находиться в ней около 2 часов. Но проникающая способность электронов сравнительно мала, и почти вся радиация будет поглощена защитой.

Следовательно, уже существующая радиационная защита в состоянии оградить человека от угрожающей дозы облучения первичными космическими лучами и частицами естественных зон радиации.

Радиационная опасность космических полетов увеличивается и от испытаний. Именно так произошло, когда Соединенные Штаты, несмотря на протесты мировой общественности, 9 июля 1962 г. произвели ядерный взрыв в верхней атмосфере над островом Джонстона. Во время взрыва на орбите находился советский спутник «Космос-5». Его приборы зафиксировали вспышку излучения. В результате взрыва образовался искусственный пояс повышенной радиации, который представляет собой не меньшую опасность, чем внутренняя зона. В искусственном поясе опасны электроны. Интенсивность излучения в этом поясе оказалась настолько значительна, что космонавт при прохождении через него по траектории облета Луны получил бы дозу порядка 2–3 бэр (при защите 1–2 г на квадратный сантиметр).

И все же наибольшую опасность представляют собой потоки частиц, выбрасываемых с поверхности Солнца во время хромосферных вспышек. Состав этого излучения сходен с составом

первичных космических лучей: 90% протонов и 10% альфа-частиц. При некоторых вспышках удалось зафиксировать наличие ядер тяжелых элементов.

Чем же объясняется особая опасность солнечных вспышек? Прежде всего, исключительно большой интенсивностью излучения, сопровождающего сильные вспышки. При этом интенсивность космического излучения в межпланетном пространстве возрастает в тысячи и даже в десятки тысяч раз. Продолжительность сильных вспышек составляет несколько часов. Вспышки представляют особую опасность при полете к Луне и к планетам, когда корабль находится за пределами магнитного поля Земли, являющегося в некоторой степени естественным экраном.

Высокоэнергетические хромосферные солнечные вспышки происходят в среднем раз в 4–5 лет. Такие вспышки наблюдаются на подъеме или на спаде солнечной деятельности. Опасная в радиационном отношении вспышка наблюдалась 23 февраля 1956 г. Если бы в это время космический корабль находился в открытом пространстве, то космонавты даже при условии повышенной защиты в 13 г на квадратный сантиметр получили бы дозу порядка 100 бэр! А ведь это в четыре раза превосходит дозу, предельно допустимую для человека. Только защита в 32 г на квадратный сантиметр снизит дозу до предельно допустимой. Осуществление такой защиты невозможно в техническом отношении в ближайшие годы.

В настоящее время советские и зарубежные астрофизики разрабатывают методы прогнозирования опасных солнечных вспышек. Некоторые успехи в этом направлении имеют советские ученые, работающие в Крымской астрофизической обсерватории под руководством А. Б. Северного. Уже сейчас в 75% случаев удается предсказывать высокоэнергетические вспышки за 2–3 дня. Повышение надежности прогнозов солнечной деятельности позволит выбрать для осуществления полета к Луне наиболее безопасный период времени.

По данным советских специалистов, при спокойном Солнце за защитой в 1–2 г на квадратный сантиметр во время двухнедельного полета по траектории облета Луны человек получит не более 10 бэр излучения. Это в два с половиной раза ниже предельно допустимой дозы.

Защитой от космических частиц может служить достаточно сильное магнитное поле. Другим важным средством снижения опасности развития лучевой болезни является применение лекарственных препаратов.

На фоне этих цифр убедительно выглядит биологическая защита советских спутников «Восток». За время полета А. Г. Николаев получил дозу облучения в 50 миллирад, В. Ф. Быковский – 35–40 миллирад.

Наиболее опасна проникающая радиация для глаз, которые можно защищать специальными очками. По мысли американских ученых, можно использовать счетчики протонов для предупреждения за 10–15 минут о приходе потока солнечной радиации повышенной интенсивности. За это время космонавты успеют наивыгоднейшим образом развернуть свой корабль.

Кроме перечисленных опасностей, следует еще учитывать, что земная атмосфера защищает людей и от метеоритов. Вторгаясь в воздушный океан, метеорные тела, обладающие скоростями в десятки километров в секунду, испытывают торможение и сильно разогреваются. Испаряясь в атмосфере, они обычно не достигают поверхности Земли. Выпадают только сравнительно крупные и летящие с меньшей скоростью метеориты. На лунную же поверхность непрерывно падают как большие, так и малые метеориты. Исследуя метеорную опасность, ученые установили, что твердое тело весом в 1 г, летящее со скоростью 30–40 км в секунду, способно пробить корпус космического корабля. Какую же защиту должен иметь человек на Луне от смертоносного облучения и метеоритов? Ученые упорно исследуют и разрабатывают различные типы одежды, обуви, шлемов и перчаток, а также системы, которые обеспечат человеку возможность работать на Луне. Кроме разработки средств биологической защиты, уже проектируются и испытываются различные виды транспорта для передвижения на Луне.

В США, например, на специально созданном в Калифорнии полигоне испытываются модели будущих луномобилей разных типов. Есть среди них похожие на земные экипажи с колесами очень большого диаметра и широким ободом. Другие луномобили, по словам авторов проектов, будут передвигаться прыжками, скачками с помощью небольших ракет, «бреющим полетом» и даже «пешком». Они будут буквально «идти», переступая металлическими ногами.

Для вездеходов разрабатываются, например, такие задания, как перевозка людей, выбор места посадки и его обследование, изучение местности с участием людей, перевозка грузов, постройка базы и укрытий и другие.

Есть много и других особенностей лунного мира, к которым необходимо подготовить космонавтов. Например, к изменению веса. Как отразится шестикратное уменьшение веса на

передвижении человека, как сможет он рассчитывать свои движения? Как космонавты будут там переносить двухнедельный день и такую же продолжительную ночь?

Опыт советских космонавтов Титова, Николаева, Поповича, Быковского и Терешковой показывает, что земной суточный цикл жизни можно сохранить. Космонавтам придется привыкнуть ко всегда черному небу с яркими звездами, которые видны и тогда, когда Солнце над горизонтом, и тогда, когда дневное светило заходит. Правда, космонавты и при орбитальных полетах вокруг Земли уже знакомятся с этой особенностью. Ведь на высоте 200–300 км от земной поверхности плотность рассеивающей среды, атмосферы, очень мала. Еще быстрее с поднятием вверх убывает количество взвешенных в воздухе пылевых частиц и уменьшаются их размеры. Вот почему небо кажется черным и звезды на его фоне светятся особенно ярко.

Трудно будет привыкнуть человеку к миру абсолютной тишины. Звуки в безвоздушном пространстве не распространяются. Каждый путешественник там должен быть снабжен радиоустановкой. Ее можно носить на поясе.

Так как Луна намного меньше Земли и горизонт на ней намного ближе, то ультракоротковолновая радиосвязь между космонавтами возможна будет только в радиусе около 15–20 км. По этой же причине оптическую зрительную связь также придется ограничить данным радиусом. Коротковолновую радиосвязь невозможно наладить там из-за отсутствия ионизированного слоя атмосферы, подобного земному, который отражает радиоволны и заставляет их обегать нашу планету.

Радиосвязь между космонавтами, находящимися на видимой с Земли стороне Луны, принципиально возможно осуществить, используя в качестве ретранслятора поверхность нашей планеты. Но такой способ потребует чрезвычайно большой мощности передающих устройств, и потому трудно осуществим, особенно в начальный период освоения Луны.

Для осуществления дальней радиосвязи на Луне кажется перспективным создание околоспутниковых спутников связи. Они могут быть подобны пассивно отражающим американским спутникам-баллонам «Эхо», либо активным советским спутникам типа «Молния-1».

Такие спутники, как надувной из синтетической пленки баллон «Эхо», создать сравнительно просто, но для использования их в качестве ретрансляторов необходимо иметь мощные передатчики и чувствительные приемные устройства. Сообщаться с помощью радиосигналов меньшей мощности можно, если придать спутнику форму параболического рефлектора и ориентировать его необходимым образом. Если для ретрансляции использовать активный спутник связи, имеющий усиливающее приемно-передающее устройство с остронаправленной антенной, то удастся воспользоваться сигналами еще меньшей мощности. Достаточно несколько спутников связи, чтобы обеспечить радиоприем на всем лунном шаре.

Не исключена возможность, что искусственные спутники Луны смогут быть использованы для радионавигации. Принимая сигнал спутников, можно будет автоматически с помощью радиосекстантов определить свое положение на местности.

Отсутствие магнитного поля у Луны, открытое приборами советских космических ракет, лишает возможности пользоваться компасами на Луне. Но зато космонавты смогут определять свое местонахождение по звездам, которые видны на черном небе Луны круглые сутки. Знакомые очертания созвездий на Луне сохраняются, так как расстояние от Земли до Луны, по сравнению с расстоянием до звезд, ничтожно мало. Правда, для наблюдателя, находящегося на Луне, ближайшей звездой к северному полюсу небесной сферы будет не Полярная звезда, а Омега в созвездии Дракона. Вокруг нее и совершают свое видимое, очень медленное, суточное движение звезды. Она же остается почти неподвижной и может служить путеводной звездой.

Нужно отметить, что в прошлом земные экспедиции не располагали такими надежными картами районов своих исследований, какие уже сейчас имеются в распоряжении лунных экспедиций. По заключению советских ученых, не всякий район на Земле нанесен на карту так подробно, как поверхность Луны. Но тем не менее с помощью искусственных спутников Луны, создание которых предполагается в недалеком будущем, карты будут уточняться. Это главным образом важно для создания более подробных карт не видимого с Земли полушария Луны. Участникам лунных экспедиций придется совершать длительные переходы. Надежные карты помогут им правильно ориентироваться на местности.

ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ

И несмотря на то, что пока еще экспедиции с участием человека проектируются в самом общем виде, можно изложить уже ряд конкретных соображений по этому вопросу.

Так, например, первые экспедиции на Луну будут непродолжительными. Космонавты там, по-видимому, смогут находиться в течение одних или нескольких земных суток. Это определяется прежде всего тем, что при снаряжении лунного корабля имеет значение каждый килограмм веса. А раз ограничена возможность увеличить запасы продуктов питания и воды, которые полностью должны обеспечить космонавтов на время полета, то, следовательно, ограничен и срок пребывания людей на Луне.

Однако даже непродолжительные экспедиции дадут чрезвычайно ценные сведения о природе Луны, а образцы лунных пород, доставленные на Землю, представят большой научный и практический интерес как для астрономов, так и для геологов.

Кроме того, уже в настоящее время рассматриваются различные возможности использования природных богатств Луны. Проблема освоения Луны непосредственно зависит от того, насколько возможно будет получение кислорода, воды, строительных материалов и вообще всего того, что необходимо для пребывания там человека. Так, например, американский ученый Цвикки предполагает, что кристаллизационную воду можно будет выделять из лунных минералов при высоких температурах в солнечных печах. Вулканические породы содержат от 1 до 8% воды. Кальцит и нитрокальцит могут быть использованы не только для получения воды, но также азота и кислорода.

Дальше нужно отметить, что добычу топлива для ракет на Луне – чистого водорода и кислорода – возможно производить в солнечных печах при температуре 3500° и низких давлениях. Электрический ток на Луне можно получать, например, с помощью термопары, один из спаев которой помещается на солнечной стороне, а другой – в тени или в грунте. Рассматриваются также возможности изготовления на Луне строительных материалов (кирпичей), продуктов питания.

Французский журнал «Сьянс э ви» сообщает, что в лабораториях фирмы «Аэроджет-Дженерал корпорейшн» в солнечной печи методом пиролиза из горных пород получают воду, кислород и другие газы, а также стекловидную массу, пригодную для использования в качестве строительного материала на Луне.

Ученые предполагают, что в лунных горных породах содержатся различные химические элементы, извлечение которых даст возможность обеспечить пребывание человека на Луне всем необходимым.

Первые лунные экспедиции вероятно доставят на Землю образцы горных пород, что обеспечит проверку подобных предположений. Последующие экспедиции наверное будут более продолжительными, тогда уже станут возможными более широкие исследования природы Луны. Многодневные путешествия помогут изучить более детально рельеф поверхности нашего спутника. Местом прилунения, возможно, выберут район с разнообразными основными типами форм рельефа. Таким районом, например, считают западную часть Моря Дождей. Само Море Дождей представляет типичную лунную равнину, пересеченную в западной части отдельными валами и бороздами. Здесь же расположено несколько кольцевых гор. С запада Море Дождей ограничено горными хребтами Альп, Кавказа и Апеннин, высота которых достигает около 6 тыс. м над уровнем окружающей местности. Сюда, в район кратеров Архимед, Аристилл и Автолик, в сентябре 1959 г. советская станция «Луна-2» доставила вымпел Советского Союза.

Пройдут годы, и на поверхности Луны начнут работать постоянно действующие комплексные научные станции. Ученые различных специальностей смогут проводить исследования по всевозможным областям знаний. Уже публикуются различные проекты зданий таких стационарных станций.

Назначение зданий на Земле – защита человека от неблагоприятных условий внешней среды. Это же назначение в общем остается и для зданий на Луне. Но если на Земле дом защищает человека от воздействий «плохой» погоды (дождя, снега, града, тумана, ураганных ветров, песчаной бури и т.п.), то на Луне, как уже говорилось, нет погоды. Зато дом на Луне будет служить защитой человеку от воздействия очень низких или очень высоких температур.

Атмосферы на Луне нет, но это не облегчает задачи строителей. Ведь речь идет не только о теплозащите. На Луне дом прежде всего – средство биологической защиты. Лунные здания могут иметь различные формы, размеры, но все они обязательно должны быть абсолютно герметичны.

Каждый дом на Луне – островок с земными условиями в вакууме. И, естественно, даже маленькая утечка воздуха может привести к неприятным последствиям.

Здание на Луне должно надежно защищать человека от космической радиации и метеоритов. Поэтому они будут иметь очень толстые стены и потолок, а также отличаться высокой прочностью.

В условиях сурового мира Луны строителям придется работать в специальных герметичных скафандрах. По крайней мере, на первых порах им придется обходиться без подъемных кранов и других механизмов, применяемых на стройках в земных условиях. Но это, как кажется, не вызовет больших затруднений. Ведь сила тяжести на Луне в шесть раз меньше земной. Поэтому человек на Луне почувствует себя необычайно сильным. Он без труда сможет поднимать предметы в шесть раз массивнее тех, которые поднимал на Земле. Это даст возможность, например, иметь кирпичи в шесть раз тяжелее, чем на Земле.

Если дом будет сооружаться прямо из переработанных лунных пород, то его можно будет складывать из плит огромных размеров. Последние работы советских радиоастрономов свидетельствуют о том, что плотность грунта лунной поверхности настолько мала, что она даже в два раза ниже плотности воды. «Лунит», по всей вероятности, представляет собой пористое вещество с физической структурой пемзы. Долговременные лунные сооружения для увеличения их прочности, а следовательно, и надежности, целесообразно было бы сооружать из бетона. Но ведь на Луне нет ни воды, ни строительных материалов. Не везти же все это с Земли! Некоторые специалисты считают, что из лунной «пемзы» можно получать массу, напоминающую по своим свойствам бетон, если ее обработать щелочами.

И все же создание сооружений, способных длительное время надежно защищать человека от всего комплекса опасностей, в условиях безвоздушного лунного мира – дело необычайно сложное. Не лучше ли создавать базы лунных экспедиций под укрытием более или менее мощного слоя лунных пород, возложив на них защитные функции, выполняемые на Земле атмосферой?

Как показали наблюдения за ходом изменения температур поверхности Луны во время затмения, ее слагающие породы обладают чрезвычайно низкой теплопроводностью. Она приблизительно в 1000 раз ниже теплопроводности земных пород (таких, как гранит, стекло, песок и др.). Можно предполагать, что уже на глубине около 1 – 1,5 м сохраняется температура, близкая к постоянной. Следовательно, создание лунной базы на такой глубине сразу упростит решение проблемы терморегуляции. Такая мощность пластов лунных горных пород будет достаточно надежной защитой и от метеорной бомбардировки. Слой лунных пород также будет играть роль защитного экрана от космической радиации.

Американский ученый З. Копал считает, что если на Луне будут обнаружены так называемые «лавовые трубы» (длинные подземные пещеры), то они могут быть использованы в качестве жилых и рабочих помещений лунных экспедиций.

Со временем на Луне может быть создан целый подземный городок с комплексом жилых и складских помещений, лабораторий и обсерваторий, соединенных друг с другом подземными переходами. При его строительстве необходимо предусмотреть шлюзы для выхода космонавтов на лунную поверхность.

Запасы кислорода на Луне будут строго ограничены. Поэтому космонавт сможет покинуть дом, например, следующим образом: облачившись в скафандр, он входит в небольшую камеру; за ним плотно закрывается дверь; насосы перекачивают воздух из камеры шлюза в жилое помещение. Затем открывается наружная дверь, и космонавт выходит на лунную поверхность. По такой схеме был успешно осуществлен выход А. А. Леонова из кабины «Восход-2» в космическое пространство.

Конечно, при самых первых полетах человека на Луну ни о каком специально построенном здании и тем более подземной базе не может быть и речи. Домом космонавту будет служить лунный корабль. При выходе из него своеобразным «домом» космонавту будет служить скафандр. Он должен обеспечить лунному путешественнику нормальные условия, подобные земным. Регенерационно-вентиляционная система обеспечит подачу кислорода и поглощение углекислоты. Терморегулирующее устройство скафандра обеспечит поддержание нормальной температуры. Стенки скафандра явятся надежной защитой от микрометеоритов и солнечной радиации. Такой скафандр может представить собой, например, алюминиевый цилиндр с куполообразной крышей. В верхней части цилиндра – окна для почти кругового обзора. Снизу скафандр заканчивается мягкими герметичными брюками. После длительного перехода путешественник сможет отдохнуть, сидя на специальной треноге, которая выдвигается, а на нее опирается скафандр.

Космический костюм в условиях Луны должен на несколько суток обеспечить все удобства небольшого жилого помещения. Человек в нем сможет даже варить пищу. Лунный скафандр должен

быть снабжен источниками электрической энергии, приемопередающей радиостанцией, осветительными устройствами. Через окно скафандра космонавт сможет фотографировать лунные ландшафты.

Человек, путешествуя в таком костюме, будет иметь при себе запасы воды, пищи, кислорода, рассчитанные на несколько суток.

В общем костюмы первых исследователей Луны с полным правом можно будет называть переносным домом индивидуального пользования.

Как же сможет космонавт нести на себе такой дом-скафандр? Быть может, на Луну придется посылать геркулесов тяжелоатлетов?

Действительно, костюм со всем необходимым снаряжением может весить около 80–90 кг. В таком костюме, казалось бы, далеко не уйдешь. Но это в земных условиях. На Луне тот же костюм будет весить всего 13–15 кг.

Чрезвычайно суровые, резко отличающиеся от земных условия на Луне делают пребывание человека очень затруднительным. Опыт длительных космических полетов и высокий уровень развития современной техники вселяют уверенность в том, что человек сможет осуществить полет на Луну и ему будут созданы необходимые условия для пребывания на земном спутнике сперва непродолжительное время, а затем для работы на длительно действующих научных станциях.

На длительно действующих станциях персонал экспедиций будет меняться время от времени, подобно тому, как это происходит на Земле при исследованиях в арктических или антарктических районах. Ведь внеземные условия, в которых человек окажется на постоянно действующих станциях Луны, не должны ухудшать его здоровье, поэтому срок пребывания на Луне должен быть ограничен.

Для связи с экспедицией на Луне и на пути к ней возможны различные варианты. Принципиально первый шаг к этому уже сделан в январе 1946 г., когда одновременно в Венгрии и США была осуществлена радиолокация Луны по схеме, предложенной советскими академиками Мандельштамом и Папалекси. Расстояние Земля–Луна тогда составляло 385 тыс. км. В январе 1959 г. осуществлялась двусторонняя радиосвязь (на волне 7,5 м) с советской станцией «Луна-1», пролетевшей вблизи Луны. В мае 1959 г. американскими учеными была осуществлена радиосвязь через Луну из Милстоуна (штат Массачусетс) в Принс-Альберт (Канада, провинция Саскачеван) на волне 68 см. Для всех видов такой связи необходимы УКВ, так как только они свободно пробивают ионосферу Земли.

УКВ могут быть также носителями телевизионного изображения. Так, американские ученые несколько лет назад осуществили передачу через Луну телевизионного изображения из Опана (штат Гавайи) в Аннаполис (штат Мериленд).

Вместо радиоволн носителями информации (речи, изображения и пр.) могут быть световые волны. Их могут посылать квантовые генераторы, лазеры, в которых создаются очень узкие пучки света. Так, летом 1962 г. американские ученые с помощью рубинового лазера осветили на Луне участок диаметром всего в 4 км, тогда как авиационный прожектор дал бы на этом расстоянии пятно в 10^4 раза больше диаметра (сейчас диаметр освещенного участка на Луне удалось сократить до 800 м!).

Разумеется, для Луны может быть применен и простейший способ – световая сигнализация типа той, которую используют геодезисты. Правда, она удобна лишь для связи между ночными полушариями Земли и Луны, т. е. не всегда.

Постепенно сообщения между Землей и Луной станут обычными. И не только космонавты или ученые различных специальностей будут тогда отправляться на Луну со специальными программами работ, но и экскурсионные корабли будут доставлять туда туристов.

В Библии (Книга бытия) прямо говорится, что бог создал Луну только для освещения Земли ночью. А люди сделают Луну лабораторией, обсерваторией, рудником, космодромом, чуть ли не турбазой... Выстроят целые лунные города со своей промышленностью, транспортом и даже сельским хозяйством.

ЛИТЕРАТУРА

Материалы XXIII съезда КПСС. М., Госполитиздат, 1966.

Александров С. Г. Советские спутники и космические корабли. М., изд-во АН СССР, 1961.

«Авиация и космонавтика», 1962–1964 гг.

Барабашов Н. П. Исследования физических условий на Луне и планетах. Харьков, изд-во Харьк. гос. ун-та, 1952.

- Барабашов Н. П. Луна. М., «Советская Россия», 1958.
- Барабашов Н. П., Бронштэн В. А. и др. Луна. Сборник под ред. А. В. Маркова. М., Физматгиз, 1960.
- Беспримерный научный подвиг. М., Физматгиз, 1959.
- Богатов Г. Б. Как было получено изображение обратной стороны Луны. М., Госэнергиздат, 1960.
- Васильев М. Путешествие в космос. М., «Советская Россия», 1958.
- Казаневский В. П. Космические ракеты. М., Учпедгиз, 1961.
- Клепешта И. Карат Луны. Прага, 1960.
- Космическая астрофизика. М., изд-во ин. лит., 1962.
- Копал З. Луна. М., изд-во ин. лит., 1963.
- Крошкин М. Ракета покидает Землю. М., Профиздат. 1959.
- Куликов К. А. Первые космонавты на Луне. М., 1965.
- Левантовский В. И. Ракетой к Луне. М., Физматгиз, 1960.
- Левантовский В. И. Пути к планетам солнечной системы. М., Воениздат, 1965.
- Левин Б. Ю. Современная форма «метеоритной» гипотезы образования лунного рельефа. Бюлл. ВАГО № 30 (37), 1962.
- Лей В. Ракета и полеты в космос. М., Воениздат, 1961.
- Липский Ю. Н. Первое исследование обратной стороны Луны. Астрономический календарь на 1962 год. М., Физматгиз, 1961.
- Линдер И. Симпозиум «Луна». «Наука и жизнь», 1961, № 3.
- Михайлов А. А. Важнейшие проблемы изучения Луны. «Природа», 1962, № 10.
- Нейман В. Б. О природе основных лунных образований. Бюлл. ВАГО № 30, 1962.
- Новое о Луне. Доклады и сообщения на Международном симпозиуме по исследованию Луны. М., изд-во АН СССР, 1963.
- Планеты и спутники. М., изд-во ин. лит., 1962.
- Первые фотографии обратной стороны Луны. М., изд-во АН СССР, 1960.
- Перельман Я. М. Межпланетные путешествия. М. –Л., 1935, изд. 10-е.
- Рынин Н. А. Межпланетные путешествия. Л., 1928.
- Смит Г. Радиоастрономия. М., изд-во ин. лит., 1962.
- Сытинская Н. Н. Природа Луны. М., Физматгиз, 1960.
- Сытинская Н. Н. Луна и ее наблюдения. М., Гостехиздат, 1956.
- Хабаков А. В. Об основных вопросах истории развития поверхности Луны. М., Географгиз, 1949.
- Циолковский К. Э. Грезы о Земле и небе. М., изд-во АН СССР, 1959.
- Циолковский К. Э. Исследования мировых пространств реактивными приборами. Калуга, 1926.
- Циолковский К. Э. Вне Земли. М., изд-во АН СССР, 1958.
- Шаранов В. В. Природа планет. М., Физматгиз, 1958.
- Экспериментальные исследования околоземного космического пространства. М., изд-во ин. лит., 1961.

ДИАПОЗИТИВЫ

1. Титульный диапозитив.
2. Солнце и ближайшие планеты.
3. Земля и Луна в мировом пространстве.
4. Цитата из Программы КПСС... Изучение энергетического и топливного баланса страны...
5. Обсерватория на Луне.
6. Кратеры Альфонс и др.
7. Лунный пейзаж.
8. Траектории трех советских космических ракет.
9. Фотография Луны (последняя четверть).
10. Карта Луны (видимого полушария).
11. Схема. Два движения Луны.
12. АМС фотографирует обратную сторону Луны.
13. Карта обратной стороны Луны.
14. Запуск американской ракеты.

15. Освящение космической ракеты в США.
16. Американский проект раздела Луны.
17. Пояса радиации.
18. Советские космонавты.
19. В. В. Терешкова (в гермошлеме).
20. Космонавт в кабине корабля. Невесомость.
21. Облет Луны ракетой (с возвращением на Землю).
22. Обсерватория-автомат на Луне.
23. Автоматически действующий вездеход на Луне.
24. Продолжительность полета космического корабля к Луне.
25. Скорости космического корабля на пути Земля – Луна.
26. Траектория движения космического корабля к Луне.
27. Советский космический корабль «Восток».
28. Суммарная скорость ракеты для полета с Земли на Луну и обратно.
29. Полет двух ракет к Луне.
30. Околоземная орбитальная станция.
31. Сборка космической ракеты на орбитальной станции.
32. Схема полета ракеты с темной орбитальной станции.
33. Старт двухместного корабля «Джеминай».
34. Старт трехместного космического корабля «Апполон» на Луну. Справа макет этого космического корабля.
35. Отделение «Жука». Соединение его с остальной частью нос к носу.
36. На лунной орбите два члена экипажа переходят в «Жук», который идет на посадку.
37. Прилунение «Жука».
38. Взлет «Жука» с Луны.
39. Встреча «Жука» с основной частью корабля.
40. Возвращение к Земле.
41. Основной отсек идет на посадку.
42. Модель трехместного корабля «Аполлон».
43. Вид поверхности Луны из ракеты.
44. Прилунение ракеты.
45. Высадка первой экспедиции на Луну. Разгрузка ракеты.
46. Передвижение космонавтов на Луне.
47. Взрыв при падении метеорного тела на Луну.
48. Ракета взлетает с Луны.
49. Вездеход на Луне.
50. Работа экспедиции на Луне.
51. Постоянно действующая станция на Луне (проект).
52. Постоянно действующая станция на Луне (другой проект).
53. Фотография лунной поверхности с расстояния около 720 км, полученная с помощью американского космического аппарата «Рейнджер-7».
54. То же, с расстояния около 5 км.
55. То же, с расстояния около 40 км.
56. Советские космонавты П. Беляев и А. Леонов.
57. А. Леонов в космическом пространстве вблизи корабля «Восход-2».
58. Фото лунной поверхности, полученное с «Рейнджер-8».
59. Американские космонавты В. Гриссом и Д. Янг перед стартом «Джеминай-3».
60. Американский космический корабль «Джеминай-3» после приводнения.
61. Схема движения станции «Зонд-3».
62. Фото обратной стороны Луны («Зонд-3»).
63. Схема полета советской автоматической станции «Луна-9».
64. Автоматическая станция «Луна-9» на Луне.
65. Участок лунной панорамы.
66. Схема полета автоматической станции «Луна-10».
67. Выход искусственного спутника Луны на орбиту.
68. Над Луной (рисунок худ. А. Соколова).

Опытно-экспериментальная фабрика наглядных пособий и демонстрационной аппаратуры Всесоюзного общества «Знание» принимает заявки на изготовление этой серии красочных диапозитивов. При этом к диапозитивам прилагаются аннотации, из которых можно почерпнуть конкретные справочные сведения по сюжету каждого диапозитива.

Кроме диапозитивов, можно демонстрировать отрывки из кинофильмов, которые имеются в отделениях кинопроката.

Желательно, например, использовать фильмы о полетах космонавтов (Ю. А. Гагарина, Г. С. Титова, А. Г. Николаева, П. Р. Поповича, В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой); кинофильм «Земля – Луна», посвященный запускам советских космических ракет; научно-фантастический фильм «Дорога к звездам», в котором хорошо показан старт многоступенчатой ракеты, обитаемый искусственный спутник Земли и работа людей вне его (в космосе).

Кроме уже названных диапозитивов и кинофильмов, можно использовать показ искусственной Луны, звезд, движущиеся на фоне звездного неба корабли-спутники, космические ракеты, панорамы и другие демонстрационные пособия.