

Инд. 6555с

УДМ-1968

МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
ПО КОСМИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ПРИ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Инд. 6555с

УДМ-1968

~~СОВ. СЕКРЕТНО~~

Экз. единственный

РАССЕКРЕЧЕНО

Вх. № 559-9дсП

Дата 10.04.2013г

Григорьевский
сол. акту для
30.6.83г см.
Инд. 9647с Вл

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА И НЕБЕСНЫХ ТЕЛ
СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ
в 1968-1971 г.г.

Т о м I.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУНЫ, ПЛАНЕТ И КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА АВТОМАТИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ

Москва,
1968 г.

МП 38500

Настоящий том обсуждался и одобрен:

1. Секцией Луны и планет МНТС под председательством академика Виноградова А.П.
2. Секцией радиофизики МНТС под председательством академика Котельникова В.А.

Межведомственный научно-технический совет по космическим исследованиям при АН СССР на заседании 26 февраля 1968 г. одобрил настоящий том и рекомендовал его в качестве основы для разработки планов научных исследований и подготовки дальнейших космических аппаратов научного назначения.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА ПО КИ

а к а д е м и к

М.В. Келдыш

(М.В. КЕЛДЫШ)

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
СОВЕТА ПО КИ

кандидат физико-математических наук

М.Я. Маров

(М.Я. МАРОВ)

При разработке настоящего тома использовались научные и научно-методические материалы следующих организаций и исполнителей:

1. АСТРОНОМИЧЕСКИЙ СОВЕТ АН СССР:

кандидат физико-математических наук Лейкин Г.А.,
доктор физико-математических наук Масевич А.Г.,
член-корреспондент АН СССР Мустель Э.Р.,
кандидат физико-математических наук Хохлова В.Л.

2. ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ АН СССР:

академик Виноградов А.П.,
кандидат физико-математических наук Назарова Т.Н.,
кандидат химических наук Сурков Ю.А.,
кандидат химических наук Флоренский К.П.

3. ИНСТИТУТ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА И РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИО-ВОЛН АН СССР:

кандидат физико-математических наук Долгинов Ш.Ш.,
кандидат физико-математических наук Лихтер Я.Б.,
доктор физико-математических наук Пушкин Н.В.

4. ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АН СССР:

академик Петров Г.И.,
доктор технических наук Ходарев Ю.К.,
кандидат технических наук Шварев В.В.

5. ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ АН СССР:

кандидат технических наук Вахнин В.М.,
научный сотрудник Ефремов Ю.И.,
академик Зельдович Я.Б.,
кандидат физико-математических наук Маров М.Я.,
кандидат физико-математических наук Новиков И.Д.

6. ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ АН СССР:

доктор физико-математических наук Башаринов А.Е.,
старший научный сотрудник Дубровин В.М.,
доктор технических наук Колосов М.Н.,
академик Котельников В.А.,
старший научный сотрудник Петров Г.М.,

кандидат технических наук Ржига О.А.,
старший научный сотрудник Шаховской А.М.

7. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН СССР:

доктор физико-математических наук ГРИНГАУЗ К.И.

8. ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН СССР:

академик Басов Н.Г.,

доктор физико-математических наук Добротин Н.А.,

кандидат физико-математических наук Кокурин Ю.Л.,

кандидат физико-математических наук Кузьмин А.Д.,

доктор физико-математических наук Саломонович А.Е.

9. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. ШТЕРН-БЕРГА:

кандидат физико-математических наук Курт В.Г.,

доктор физико-математических наук Липский Ю.Н.,

доктор физико-математических наук Мартынов Д.Я.

10. ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ГЕОФИЗИКИ ИУГМС:

доктор физико-математических наук Израэль Ю.А.,

доктор физико-математических наук Истомин В.Г.,

кандидат физико-математических наук Михневич В.В.

11. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ МГУ:

член-корреспондент АН СССР Вернов С.Н.,

доктор физико-математических наук Лебединский А.И.

12. ОКБ ЗАВОДА ИМ. ЛАВОЧКИНА МОМ:

доктор технических наук БАБАКИН Г.Н.,

ведущий конструктор Ваттель А.Ю.

кандидат технических наук Ишевский В.Е.,

доктор технических наук Рождественский М.К.,

кандидат технических наук Скробко И.А.

13. ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ:

доктор физико-математических наук Кондратьев К.Я.

При разработке программы учтены также материалы по программам сотрудничества СССР с социалистическими странами и Францией по изучению и освоению космического пространства.

Обобщение и редактирование материалов выполнено сотрудниками Межведомственного научно-технического совета по космическим исследованиям: Вахниным В.М. и Ефремовым Ю.И.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

I. В В Е Д Е Н И Е	
II. НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЛУНЫ	
А. Селенография	
Б. Селенохимия и селенология	
В. Физика окололунного пространства	
Г. Астрофизические и космофизические наблюдения с поверхности Луны	
Д. Селенофизическая автоматическая станция	
III. НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ МАРСА	
А. Планетография	
Б. Планетохимия и планетология	
В. Планетная метеорология и физика атмосферы	
Г. Околопланетное пространство	
IV. НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕНЕРЫ	
У. НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ДРУГИХ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ И ДАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА	
А. Введение	
Б. Юпитер	
В. Меркурий, астероиды, кометы	
Г. Зондирование дальнего космоса	
Д. Межпланетная плазма и магнитное поле	
VI. ДАЛЬНИЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ	
А. Введение	
Б. Лунные автоматические станции Е6М	
В. Спутники Луны Е6С	

- Г. Лунный самоходный аппарат Е-8
- Д. Комплекс НІ-ЛЗ
- Е. Глубинный атмосферный зонд "Венера-4"
- Ж. Марсианский аппарат "М-69"
- УП. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ
АППАРАТОВ И ПРИБОРОВ
- УШ. РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНЕТ ВЕНЕРА, МЕР-
КУРИЙ И МАРС
- А. Состояние вопроса
- Б. Текущие исследования
- В. Перспективы исследования планет радиолокацион-
ным методом

ПРИЛОЖЕНИЕ № I.

Исследования по физике атмосфер планет

Вследствие неравномерности в знаниях различных сторон природы небесных тел и наличия неопределенности в знании важнейших их характеристик, первые научные программы космических полетов к Луне и планетам имели целью общую разведку, т.е. получение первых прямых измерений тех физических, морфологических и планетографических характеристик, которые ранее определялись гравитационно и со значительной неопределенностью. За разведочным этапом научных программ должен следовать этап детального и всестороннего изучения природы планет и затем — этап освоения планеты.

Научными целями исследований небесных тел и космического пространства на перечисленных этапах являются:

- необходимые для освоения небесных тел исследования физических и химических свойств атмосфер планет и физико-механических свойств их грунта, а также радиационных условий и радиационной опасности в полёте;

І. В В Е Д Е Н И Е

Изучение небесных тел солнечной системы с помощью наземных средств позволило определить их многие важнейшие характеристики, однако, в связи с неизбежными ограничениями, присущими наземным методам наблюдений, природа небесных тел оставалась изученной неравномерно. Ряд физических, морфологических и динамических характеристик был изучен достаточно достоверно, в то время как другие характеристики оставались в рамках гипотетических представлений, оценивались неоднозначно, при большом разбросе численных оценок. Так, прочность лунного грунта оценивалась в пределах от 0,1 до 10 кг/см², т.е. с неопределённостью в 100 раз, давление атмосферы Марса — от 120 до 20 миллибар, т.е. с неопределённостью в 6 раз и т.п.

Малоизученными были на этом этапе физические характеристики, связанные с ненаблюдаемыми с Земли явлениями: радиационные условия на поверхности небесного тела и в околопланетном пространстве, характеристики магнитного поля, гравитационные аномалии и др.

Вследствие неравномерности в знании различных сторон природы небесных тел и наличия неопределённости в знании важнейших их характеристик, первые научные программы космических полётов к Луне и планетам имели целью общую рекогносцировку, т.е. получение первых прямых измерений тех физических, морфологических и планетографических характеристик, которые ранее определялись гипотетически и со значительной неопределённостью. За рекогносцировочным этапом научных программ должен следовать этап детального и всестороннего изучения природы планеты и затем — этапы освоения планеты.

Научными целями исследований небесных тел и космического пространства на перечисленных этапах являются:

- необходимые для освоения небесных тел исследования физических и химических свойств атмосфер планет и физико-механических свойств их грунта, а также радиационных условий и радиационной опасности в полёте;

- изучение строения и эволюции солнечной системы, необходимое для углубления понимания процессов, происходящих на Земле и формирующих её историю;

- изучение свойств материи в экстремальных условиях космического пространства, недоступных для воспроизведения на Земле, что необходимо для углублённого изучения свойств вещества.

На этапе освоения небесных тел предполагается их использование как в научных целях (например, создание обсерваторий), так и в решении других прикладных проблем.

На настоящем этапе, после полётов лунных станций от "Луны-I" до "Луны-13" и американских аппаратов "Рейнджер", "Сервейер", "Лунар-орбитер", может считаться в основном завершённым рекогносцировочный этап исследования Луны; в отношении ближайших планет - Марса и Венеры - рекогносцировочные данные пока что не могут считаться достаточными.

Задачи научных исследований на поверхности планет и в их окрестности могут быть разделены на две группы:

1. Сравнительное изучение строения самих планет, что необходимо, в частности, для определения эволюции солнечной системы.

2. Использование поверхности Луны как внеземной космической наблюдательной станции для изучения космического пространства и астрономических объектов и наблюдения за Землёй.

Оценивая основные проблемы изучения Луны, Марса и Венеры, следует сформулировать их следующим образом:

Для Луны основной теоретической проблемой является изучение происхождения Луны, процессов, формирующих её поверхность и состав, изучение внутреннего строения Луны, что даёт важный материал для понимания эволюции Земли, строения её мантии и ядра. Ближайшей проблемой является детальное изучение природы Луны с непосредственной целью получения всего комплекса сведений, необходимых для начала её освоения. Могут быть уже в настоящее время поставлены некоторые, по практическому использованию Луны, задачи. Например, доказанный

полётами спутников "Луна-10", "Луна-11" и "Луна-12" факт малого отличия радиационных условий у Луны от условий в открытом космическом пространстве даёт возможность проектировать запуск в окололунное пространство или на поверхность Луны станций для долговременных наблюдений за солнечной жёсткой корпускулярной радиацией. Возможна уже сейчас конкретная постановка вопроса о создании на Луне автоматической астрофизической обсерватории и т.д.

Для планет Марса и Венеры в настоящее время требуется продолжение рекогносцировочного этапа научных исследований, включающего получение основных данных о составе, плотности и температуре их нейтральной атмосферы и ионосферы и основных данных о природе их поверхностей, поскольку имеющиеся данные, в особенности для Венеры, пока что не являются достаточными для планирования во всех деталях следующего этапа - всестороннего подробного изучения природы планет.

При этом для Марса основной теоретической проблемной задачей является поиск внеземной жизни и её проявлений; для Венеры первоочередным теоретическим вопросом является изучение её атмосферы, что важно как в связи с общей проблемой формирования атмосфер планет, так и для подготовки будущих, более детальных исследований Венеры.

В настоящем томе излагается научная проблематика осуществляемых и предполагаемых исследований Луны, планет и космического пространства солнечной системы, даются основные сведения о планируемых экспериментальных методах и о проектируемых космических аппаратах.

Основами для разработки являются:

- научно-методические предложения научных организаций СССР по постановке экспериментов на космических аппаратах;
- предложения научных организаций СССР, социалистических стран и Франции по совместным исследованиям космического пространства, рассмотренные и представленные советом "Интеркосмос";
- сведения о развитии зарубежных исследований;
- данные о проектируемых типах космических аппаратов в 1967-71 г.г.

Перечисленные виды исходных данных систематизированы, взаимно согласованы и приняты за основу для составления научных программ (научной проблематики), программ полётов космических аппаратов и предложений по созданию перспективных аппаратов.

В первую очередь в программе выдвинуты работы, которые, с одной стороны, представляют важное научное значение, а с другой стороны, могут быть реально сопряжены с космическими аппаратами, запроектированными на ближайший период.

Научные предложения, которые при всей их важности не могут быть реализованы на запроектированных космических аппаратах, использованы в качестве основы для разработки предложений по перспективным космическим объектам.

II. НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЛУНЫ

A. Селенография

Селенографические исследования с помощью космических аппаратов начались в 1959 г. полётом станции "Луна-3", сфотографировавшей обратную сторону Луны. Дальнейшие селенографические исследования были проведены станцией "Зонд-3", передавшей на Землю изображение того района обратной стороны Луны, который остался не охваченным фотографированием при полёте "Луны-3". По фотографиям, полученным с этих двух аппаратов:

- выявлено более 4000 образований лунного рельефа, кратеры, цепочки кратеров, мореподобные образования - "талассоиды";
- составлены карты-схемы обратной стороны Луны;
- произведена селенографическая привязка отснятых районов; установлена единая глобальная система селенографических координат;
- составлена полная карта лунной поверхности в масштабе 1:5000000, пригодная для навигационных целей при окололунных полётах;
- составлен полный глобус в масштабе 1:10000000.

Важные селенографические данные по выявлению ненаблюдаемых в телескоп мелких образований на стороне, обращённой к

Земле, получены с помощью американского спутника "Лунар-орбита-тер".

В настоящее время первоочередной задачей селенографии является подготовка картографических материалов, необходимых для обеспечения дальнейшего изучения Луны. В связи с этим в СССР проводятся работы по составлению карты экваториального района Луны; аналогичные карты разрабатываются и в США. Для получения детальных данных о морфологических особенностях экваториальной зоны Луны, о наличии в ней опасных районов планируется проведение детального фотографирования этих районов при полётах необитаемых аппаратов "Л-3" с доставкой на Землю первичных фотоматериалов аэрофотосъёмочного класса, либо с передачей изображения телевизионным способом. Эти материалы будут использованы как для решения прикладных задач, так и для разработки общенаучных селенографических проблем, в частности, для составления крупномасштабных карт-схем экваториального района.

В качестве последующих, перспективных задач по селенографии должны быть выдвинуты:

- селенографическое обследование полярных районов;
- повторение с повышенной детальностью селенографического исследования обратной стороны Луны;
- разработка детальных картографических пособий по наиболее интересным районам Луны: полярным областям, кратерам, горным районам, районам будущих экспедиций и лунных баз;
- развитие селеноцентрической системы опорных точек с помощью: фотосредств комплекса Л-3 и спутника Луны, лазерной локации с Земли, измерений лунной силы тяжести, а также запуска селенодезического спутника Луны;
- определение фундаментальных постоянных лунной астрометрии, необходимых для астроориентирования при наблюдениях с поверхности Луны, методами траекторных измерений ИСЛ и лазерной локации системы опорных точек на Луне, а также методами лазерной локации ИСЛ.

В соответствии с этой программой предлагаются следующие научные эксперименты:

- фотографирование экваториального района Луны (фотоаппаратом аэрофотосъёмочного класса) при полётах орбитальных аппаратов;
- в перспективе запуск селенографических и селенодезических спутников Луны с программой детального глобального фотографирования и радиотеплового картирования, включая полярные районы и обратную сторону Луны, и создание селенодезических построений путём измерения расстояний до опорных пунктов на Луне. Способ доставки фотоматериалов (телевизионный либо возвращение на Землю) должен быть выбран при проектировании космического аппарата;
- доставка на Луну прецизионной аппаратуры для измерений силы тяжести;
- лазерная локация опорных точек на поверхности Луны;
- лазерная локация ИСЛ;
- лазерная локация Луны с помощью доставляемых на её поверхность отражателей (проводится совместно учёными Франции и СССР).

Б. Селенохимия и селенология

До начала полётов космических аппаратов к Луне с помощью наземных наблюдательных средств и теоретическими методами проводились достаточно широкие исследования по геологии Луны. Однако, вследствие ограничений, присущих наземным методам, сделанные на тех этапах выводы хотя и были вполне научно обоснованными, но вследствие оставшейся в ряде важных вопросов неоднозначности подлежали проверке путём сближения и непосредственного контакта с Луной. Так, например, до полётов к Луне сохраняли силу гипотезы: о пылевом покрове на лунной поверхности, о возможности образования ажурных минеральных структур "дендритов" с крайне малой поверхностной прочностью и т.д. Следует отметить, что радиофизические методы указывали на твёрдо-пористый характер структуры поверхности Луны.

Селенохимические представления, существовавшие до полётов к Луне, были основаны почти целиком на общих космогони-

ческих представлениях: данных об общей распространенности химических элементов, гипотезах о происхождении Луны, данных о химическом составе метеоритов и др. Здесь также сосуществовали конкурирующие гипотезы - метеоритная и вулканическая, по-разному представлявшие селенохимические характеристики Луны.

Некоторые данные о природе веществ Луны были получены из радиоастрономических наблюдений.

Первые полеты автоматических станций дали важнейший рекогносцировочный материал по лунной геохимии и геологии:

- посадка на Луну станции "Луна-9" показала на отсутствие на лунной поверхности заметного слоя пыли или малопрочных слоев типа "минеральных дендритов"; были получены важнейшие прямые наблюдений структуры лунной поверхности с разрешением до 1 см;

- при полете спутников "Луна-10", "Луна-11" и "Луна-12" были получены спектры гамма-излучения лунных пород, обусловленного как распадом естественных изотопов, так и взаимодействием космических лучей с лунной поверхностью, содержащихся в лунном веществе. Полученные данные свидетельствуют, что поверхность Луны по своему гамма-спектру близка к земным породам типа базальтов; не исключено и присутствие ультраосновных пород. Присутствие заметных количеств кислых пород типа гранитов на поверхности по данным гамма-спектрометрии исключено;

- при посадке станции "Луна-13" проведены первые непосредственные измерения механических свойств и плотности лунных грунтов. Лунные грунты оказались близкими по механическим свойствам к рыхлому песку или слабосвязанному аглопориту. Плотность (объемный вес) приповерхностного слоя (до глубины 10-15 см) оказалась близкой к величине 1 г/см³^{х/};

х/ Применявшаяся аппаратура, основанная на принципе определения плотности по рассеянию гамма-излучения, давала двузначный отсчет: 1 г/см³ и 3 г/см³; второе значение исключалось сопоставлением с результатами радиоастрономических и прочностных исследований.

– при полёте американского спутника "Лунар орбитер" получены свидетельства того, что на Луне происходила достаточно интенсивная вулканическая деятельность.

Дальнейшим развитием селенохимических и селенологических исследований является переход от первичных общих рекогносцировок к детальному и систематическому исследованию Луны, включающему:

- исследование различных характерных районов;
- первые исследования подповерхностных слоёв;
- доставку первых образцов лунных пород на Землю.

Предлагаются следующие основные научные эксперименты:

1. Глобальный морфологический и селенологический осмотр Луны, включая полярные районы, имеющий целью выявление особо интересных и характерных районов (признаков вулканизма, выходов на поверхность различных геологических образований);

2. Проведение химического анализа лунного вещества (атомарного и молекулярного) как в отдельных точках, так и вдоль маршрутов движения самоходных лунных аппаратов;

3. Изучение теплофизических свойств лунной поверхности и приповерхностных слоёв;

4. Наблюдение лунных ландшафтов и структуры лунного грунта вдоль трасс движения самоходных лунных аппаратов, в том числе на маршрутах, охватывающих как море, так и горные районы;

5. Наблюдение силы тяжести вдоль трасс движения лунных самоходных аппаратов с целью определения плотности верхних слоёв Луны и её вариаций;

6. Испытание прочности, тягово-сцепных и адгезионных свойств лунного грунта вдоль трассы движения самоходных аппаратов, а также наземные исследования этих свойств у аналогов лунных грунтов;

7. Отбор, доставка на Землю и всесторонние исследования образцов лунного грунта с поверхности и с глубины до I метра;

8. Пробы на прочность и адгезию лунной поверхности, фотографирование наиболее характерных фрагментов микроскульпту-

ры лунной поверхности, механический зондаж приповерхностных слоёв;

9. Бурение лунной поверхности с проведением теплового зондирования, гамма-каротажа и других селенофизических и селенохимических исследований;

10. Сейсмический, акустический, ультразвуковой и электродинамический зондаж лунных поверхностных и глубинных пород;

11. Изучение деятельности человека в условиях Луны^{х)};

12. Исследование условий распространения радиоволн на Луне и в окололунном пространстве.

Изложенная программа осуществляется на плановых лунных аппаратах типа Е6, Е8, Л-3, за исключением п. 1, 5, 9, 10, 11, для которых предполагается использование перспективных аппаратов, предлагаемых настоящей программой (см. ниже раздел "Перспективные космические аппараты").

В. Физика окололунного пространства

Проблема изучения физических характеристик окололунного пространства таких, как радиационной обстановки, концентрации микрометеорного вещества, наличия остаточной нейтральной и ионизированной атмосферы, характеристики магнитного и гравитационного полей Луны связаны в большинстве случаев с ненаблюдаемыми с поверхности Земли явлениями и процессами. Поэтому до полётов космических аппаратов представления о физике окололунного пространства являлись гипотетическими, основанными на общетеоретических и космогонических предположениях.

До полётов лунных ракет оставались неизученными:

- магнитное поле Луны;
- наличие (или отсутствие) радиационных поясов Луны;
- величина аномалий гравитационного поля Луны;
- плотность микрометеорного вещества.

Не было ясно, пересекает ли Луна хвост магнитосферы Земли.

х) См. т. III "Медико-биологические исследования".

Первые данные о физических условиях в окололунном пространстве, полученные с помощью станции "Луна-2", показали, что магнитное поле Луны не превышает 50-100 гамм и что существенные радиационные аномалии (типа радиационных поясов Земли) у Луны отсутствуют. Полёт станции "Луна-10" позволил провести долговременные измерения физических характеристик окололунного пространства над различными районами Луны и на различных отрезках лунной орбиты. Были получены многочисленные измерения всех перечисленных выше основных физических характеристик окололунного пространства. С помощью станции "Луна-11" и "Луна-12" были получены дополнительные данные, подтверждавшие и частично уточнившие измерения "Луны-10". Основные заключения, сделанные по результатам полёта "Луны-10", "Луны-11", "Луны-12", следующие:

- окололунное магнитное поле не носит характера дипольного поля; его напряжённость менялась в пределах 23-40 гамм в определённом соответствии с изменением магнитной активности; изменения напряжённости поля с высотой над поверхностью Луны (в пределах 500-1200 км) не обнаружено; по вопросу о природе исследованного "Луной-10" магнитного поля пока что нет необходимой ясности, существует лишь ряд гипотез;

- в окололунное пространство свободно проникают жёсткие корпускулярные потоки, идущие от Солнца, без заметных искажений магнитным полем Луны и без заметных помех от собственной радиации Луны; этот вывод показывает на возможность проведения в окололунном пространстве и на поверхности Луны широкой программы космофизических и астрофизических наблюдений без заметных помех от окололунного пространства;

- гравитационные аномалии Луны оказались меньшими, чем ожидалось, однако, их относительный порядок значительно больше чем у Земли; общие их особенности вполне надёжно наблюдаются по возмущениям окололунных орбит;

- по данным, полученным с помощью пьезоэлектрических датчиков, плотность микрометеоров у Луны выше их плотности в открытом космическом пространстве (приблизительно на 2 порядка);

однако, показания могут оказаться завышенными вследствие наличия акустических помех;

- концентрация заряженных частиц у Луны невелика (не более 100 электронов в см^3 на орбитах высотой 300 км над Луной). Этот вывод показывает на возможность проведения с поверхности Луны и с окололунных орбит программы радиофизических наблюдений.

Полученные рекогносцировочные данные дают основания для планирования дальнейших научных исследований на Луне и в окололунном пространстве по следующей программе:

1. Постановка в окололунном пространстве длительных патрульных наблюдений за солнечными корпускулярными потоками и за радиационными последствиями солнечных вспышек;

2. Проведение магнитной съёмки Луны с целью выяснения природы и происхождения окололунного магнитного поля;

3. Продолжение исследования микрометеорной компоненты - установление скорости окололунных частиц, их селенографического распределения и распределения по массам;

4. Продолжение исследований возмущений траекторий лунных спутников с целью дальнейшего уточнения гравитационного поля Луны;

5. Наблюдения с окололунных орбит за потоками плазмы солнечного происхождения; использование естественного движения Луны по орбите вокруг Земли для получения данных о распределении плазмы и электродинамических процессов в ней в дальних окрестностях Земли (в хвосте магнитосферы Земли);

6. Исследование состава атмосферы Луны (проводится совместно учёными СССР и Франции).

Изложенную программу предполагается осуществить на перспективных научных космических аппаратах (см. ниже). Отдельные эксперименты будут осуществляться на космических аппаратах Е6С, а также на орбитальном лунном блоке "ЛОК" комплекса Л-3.

Г. Астрофизические и космофизические наблюдения с поверхности Луны

Сравнивая технические возможности осуществления наблюдений с околоземной автоматической орбитальной обсерватории и с

автоматической обсерватории, установленной на поверхности Луны, следует отметить следующие особенности этих вариантов:

- запуск орбитальной околоземной обсерватории значительно выгоднее энергетически, чем доставка обсерватории на Луну и её мягкая посадка;
- для создания орбитальной околоземной обсерватории требуется разработка высокоточной системы ориентации, что является сложной научно-технической проблемой и связано со значительным расходом веса и энергоресурсов космического аппарата. Лунная обсерватория, будучи жёстко установленной на поверхности, не требует такой системы;
- радиосвязь с лунной обсерваторией может длиться с одного наземного пункта 7-15 часов, в то время как радиопередача с орбитальной станции длится не более 10-20 минут за сеанс. Наведение остроуправленных антенн на землю технически проще осуществляется на лунной обсерватории, поскольку координаты Земли на Луне изменяются всего на $\pm 6^\circ$ и сравнительно медленно;
- продолжительность непрерывного наблюдения астрономических объектов с лунной обсерватории в пределах небесной полюсферы составляет до 14-ти суток, в то время как видимость большинства объектов астрономического наблюдения в этой же области с орбитальной станции не превышает 40-45 минут;
- для создания лунной обсерватории могут быть использованы посадочные системы, отработываемые применительно к аппаратам Е8 и ЛЗ.

Таким образом, лунная автоматическая обсерватория имеет ряд выгодных особенностей, которые делают её сопоставимой по ценности и по реальности технического осуществления с орбитальной астрономической обсерваторией, а наличие в 1968 г. отработанных средств посадки тяжёлых аппаратов Е8 и ЛЗ позволяет ставить вопрос о создании такой обсерватории в 1969-70г.г. При создании лунной обсерватории целесообразно предусмотреть в её составе также ряд приборов для космофизических исследований.

Научная проблематика лунной астрофизической и космофизической обсерваторий включает исследование звёзд, квазаров, галактик и межгалактической среды в тех длинах волн, которые недоступны наблюдениям с Земли: в гамма-лучах, рентгеновских и ультрафиолетовых лучах, а также в инфракрасном и субмиллиметровом диапазонах волн. Эти наблюдения могут дать уникальный научный материал по проблемам современной астрофизики, таким, как:

- природа рентгеновских астрономических источников, обнаружение новых рентгеновских источников;
- природа квазаров;
- спектр и распределение по небу субмиллиметрового реликтового излучения;
- плотность и состав межгалактической среды (по её влиянию на излучение дальних астрономических объектов).

Могут быть получены важные материалы к фундаментальным космологическим проблемам:

- к вопросу о том, является ли Вселенная открытой или закрытой, сменится ли наблюдаемое сейчас расширение Метагалактики сжатием;
- к вопросу о тепловой истории Вселенной на ранних стадиях её развития;
- к вопросу о существовании предсказанных теорий объектов нового типа: сверхплотных нейтронных звёзд, сколлапсировавших объектов и т.д.

Весьма важны наблюдения Земли с лунной поверхности, особенно для метеорологических целей.

Ниже приводятся предложения по исходным данным для разработки лунной астрофизической и космофизической обсерваторий.

I. Состав научной аппаратуры:

- рентгеновский телескоп;
- гамма-телескоп;
- телескоп для наблюдений в видимых и ультрафиолетовых лучах;
- радиотелескоп субмиллиметрового диапазона;

- прибор для долговременных наблюдений за космическим корпускулярным излучением;
- прибор для долговременных наблюдений за окололунной и межпланетной плазмой;
- прибор для долговременного излучения интенсивности и скорости микрометеоров;
- магнитометр для наблюдения вариации прилунного магнитного поля;
- сканирующий коллиматорный прибор для получения рентгеновских изображений Солнца.

2. Предлагаемые основные технические характеристики:

- использование посадочной платформы объекта Е-8;
- вес обсерватории около 800 кг;
- время активного существования - 3-6 месяцев;
- типы передаваемой информации - радиотелеметрическая (непосредственная и с запоминанием), а также телевизионная;
- программа передач - ежесуточные сеансы передачи в течение лунного дня.

Д. Селенофизическая автоматическая станция

Станция предполагает использование посадочной лунной платформы Е-8 и предназначена для проведения длительных исследований физических свойств Луны.

Научная проблематика селенофизической станции включает:

- исследование сейсмических явлений на лунной поверхности;
- изучение лунной гравитации;
- контроль радиационной обстановки на Луне и исследование космического и солнечного излучений;
- контроль микрометеорной обстановки на Луне и исследование свойств микрометеорных частиц;
- исследование теплового баланса Луны;
- исследование состава и свойств поверхностного слоя лунного вещества и др.

В комплект аппаратуры селенофизической станции входят:

- пассивный сейсмометр;
- активный сейсмометр с взрывным устройством;
- прибор для измерения радиационного баланса лунной поверхности;
- прибор для измерения силы тяжести и приливных вариаций силы тяжести;
- прибор для регистрации и анализа физических параметров микрометеорных частиц;
- аппаратура для измерения интенсивности и спектрального состава космического и солнечного излучения;
- аппаратура для каротажа поверхностного слоя лунного вещества;
- аппаратура для исследования следов лунной атмосферы.

Селенофизическая станция питается от автономного источника (изотопного источника или солнечных батарей) и имеет автономный радиокомплекс.

Ш. НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ МАРСА

А. Планетография

Основные планетографические образования на Марсе - материки, моря, "оазисы", полярные шапки, "каналы" изучались с помощью наземных наблюдательных средств в течение ряда десятилетий и известны достаточно достоверно, за исключением "каналов", присутствие которых до сих пор считается спорным. Американский аппарат "Маринер-IV", облетевший Марс в 1965 г., передал на Землю 22 фототелевизионных фрагмента поверхности Марса с разрешением в 2-4 км, т.е. в 50-100 раз лучше разрешения, обеспечиваемого наземными телескопами. Фрагментами охвачено около 1/100 поверхности Марса.

Изучение полученных изображений Марса показало наличие на его поверхности кратеров, подобных лунным. В то же время на фрагментах не обнаружено каких-либо образований, которые

могут быть получены в случае, если во время полёта будут иметь место солнечные вспышки; в этом случае могут быть получены данные о радиационных последствиях вспышки за пределами магнитного поля Земли.

Г. Лунный самоходный аппарат Е-8

§ 1. Назначение, траектория

Лунный самоходный аппарат (Е-8) имеет своим назначением:

- исследование лунной поверхности вдоль трассы движения;
- отработку ряда принципов и технических решений (проверка выбранного типа мягкой посадки, проверка радиокompлекса и др.);

- проведение физических наблюдений с поверхности Луны.

Траектория полёта аппарата Е-8 состоит из участков:

- приземного,
- перелётного,
- полёта по окололунной экваториальной орбите,
- мягкой посадки с орбиты спутника Луны.

При такой траектории имеется возможность посадки в любую точку экваториальной зоны, охватывающей широты $\pm 2^\circ$ и долготы $\pm 60^\circ$. Таким образом, район возможных посадок представляет собой экваториальный пояс шириной 120 км. В пределах этого пояса посадка может быть осуществлена в любую заданную точку с погрешностью ± 5 км.

§ 2. Общий состав аппарата Е-8

Аппарат Е-8 состоит из:

- посадочного устройства - платформы с тормозными двигателями, амортизацией, системой управления и другими системами, необходимыми для обеспечения посадки;

- лунного самоходного аппарата, состоящего из корпуса и ходовой части и содержащего научные приборы, приборы радиокompлекса, работающие при движении по поверхности Луны, сис-

тему энергопитания, систему терморегулирования и др. системы.

§ 3. Программа научных измерений и состав научных приборов

Основной задачей научной программы аппарата Е-8 является исследование ландшафта, рельефа и механических свойств поверхности Луны на достаточно протяжённой трассе движения, а также исследование на этой же трассе химического состава лунного грунта и его вариаций.

Другими научными задачами являются:

- длительные дозиметрические наблюдения;
- детальные наблюдения рентгеновских, астрономических объектов;
- использование объекта Е-8 как носителя оптического отражателя для лазерной локации с Земли.

Эти задачи непосредственно не связаны с движением аппарата, но первая является необходимой для получения данных о радиационной опасности на поверхности Луны, а решение второй путём наблюдений с околоземной орбиты технически намного сложнее, чем путём наблюдения с поверхности Луны.

Для осуществления изложенной программы аппарат Е-8 предлагается оснастить:

- комплектом телевизионных камер;
- прибором для определения механических и тягово-цепных свойств лунного грунта;
- спектрометром гамма- или рентгеновского излучения с активационным устройством;
- радиационным дозиметром;
- рентгеновским астрономическим прибором ("рентгеновским телескопом").

§ 4. Ожидаемые научные результаты

Проведение изложенной научной программы должно обеспечить получение следующих научных результатов:

- получение изображений рельефа и микроструктуры поверх-

ности Луны из различных точек наблюдения, разнесённых вдоль трассы движения;

- получение изображений следов взаимодействия между ходовой частью аппарата и лунным грунтом;

- измерения тягово-цепных характеристик лунного грунта с ходовой частью вдоль трассы движения;

- наблюдения за адгезией (налипанием) и образивным действием лунного грунта на ходовую часть;

- определение рентгеноактивационным методом содержания в грунте Луны химических элементов (от магния до никеля);

- длительные наблюдения за уровнем радиации на поверхности Луны; особо интересные результаты могут быть получены в случае, если во время активного существования аппарата Е-8 будут иметь место солнечные вспышки;

- наблюдения рентгеновских астрономических источников и возможные обнаружения источников, неизвестных в настоящее время;

- осуществление лазерной локации; уточнение фундаментальных астрометрических параметров Луны (фигура, орбита, либрации).

Д. Комплекс НІ-ЛЗ

В процессе отработки технических средств комплекса при полётах аппаратов к Луне должны быть проведены необходимые исследования природы Луны:

- детальное фотографирование районов посадки;

- необходимые гравиметрические исследования;

- необходимые дозиметрические исследования;

- необходимые медико-биологические исследования.

Желательны также радиометрические исследования температуры подповерхностных слоёв и электрических свойств поверхности отдельных районов Луны. Эти исследования могут быть проведены при орбитальных полётах аппаратов.

Создание и лётная отработка комплекса НІ-ЛЗ имеют также важное значение для будущих перспективных полётов к Луне и планетам.

(поиски льда, признаков вулканической деятельности, селенографическое исследование полярных районов и пр.); продолжение космофизических исследований в окололунном пространстве; первичная магнитная съёмка Луны; создание селенодезических построений путём измерения расстояний до опорных пунктов на Луне;

- исследование теплофизических и электрических свойств поверхности и подповерхностных слоёв;

- состав научной аппаратуры; фототелевизионное устройство, магнитометр, радиометры, радиационные дозиметры и спектрометры, прибор для исследования окололунной плазмы; селенодезический радиодальномер или доплеровская система;

- орбита преимущественно полярная;

- время активного существования не менее 3 м-цев;

- ориентация селеноцентрическая.

Самоходная селенологическая станция на базе аппарата Е-8

Научные задачи:

- получение гравиметрических, селенохимических, селенофизических разрезов Луны вдоль трассы движения;

- сравнительный анализ морских и горных районов.

Лунная астрофизическая и космофизическая обсерватории

Научные задачи:

- наблюдения астрономических источников в гамма-лучах, рентгеновских лучах, ультрафиолетовых, инфракрасных и субмиллиметровых волнах, получение научных данных по природе квазаров, рентгеновских источников, межгалактической среды, реликтовом излучении и по другим актуальным проблемам современной астрофизики. Проведение длительных, с высокой информативностью космофизических наблюдений;

- состав научных приборов: рентгеновский телескоп, телескоп для наблюдений в ультрафиолетовых и инфракрасных лучах,

радиотелескоп для наблюдений в диапазоне субмиллиметровых волн, комплект космофизических приборов;

- место посадки: на видимой стороне, предпочтительно в экваториальной или среднеширотной полосе;

- время активного существования не менее 6 месяцев.

Спутник для изучения физических свойств окололунного пространства

Научные задачи:

Изучение распределения и топологии временной изменчивости магнитного поля и потоков плазмы вблизи Луны с целью выяснения природы окололунного поля, механизма взаимодействия потоков солнечной плазмы с космическим телом, не имеющим или имеющим очень слабое собственное магнитное поле, изучения эффективной электропроводности лунного вещества.

Эти эксперименты могут сочетаться с рядом других экспериментов.

Время работы - не менее 2 м-цев.

Орбита - эллиптическая, экваториальная.

Ориентация - желательно солнечная, но допустима произвольная, постоянно контролируемая датчиками.

Марсианский аппарат прицельной посадки

Научные задачи: детальное морфологическое, планетохимическое, метеорологическое и экзобиологическое исследование намеченного района планеты Марс;

- состав научных приборов: телевизионная система, активационная планетохимическая лаборатория, планетная метеостанция, экзобиологическая станция; приборы динамики соударения; воздействие манипулятором на грунт;

- посадка: в район, указанный на основании результатов полёта аппарата М69 с точностью $\pm 100-200$ км;

- время активного существования - не менее 2-3 м-цев