

К. Б. Шингарева, Б. В. Краснопевцева

АТЛАС

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

ЛУНА







СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ



ВПЕРВЫЕ В ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ

«Луна-2»
СССР

Жесткая посадка на лунную поверхность.
1959 г.

«Луна-3»
СССР

Фотографирование из космоса невидимой с Земли стороны Луны. 1959 г.

«Рейнджер 7»
США

Фотографирование видимой стороны Луны
с близкого расстояния. 1964 г.

«Луна-9»
СССР

Мягкая посадка на Луну. С помощью телевизионной системы на Землю были переданы панорамы лунного ландшафта. 1966 г.

«Луна-10»
СССР

Искусственный спутник Луны. 1966 г.

«Аполлон 8»
США

Полет по трассе Земля—Луна—Земля
с экипажем на борту. 1968 г.

«Аполлон 11»
США

Посадка космического корабля на Луну с двумя членами экипажа. Выход людей на поверхность, установка научных приборов. Возвращение станции на Землю. 1969 г.

«Луна-16»
СССР

Доставка на Землю образцов лунного
грунта. 1970 г.

«Луна-17»
СССР

Доставка на Луну самоходного аппарата, управляемого с Земли, — «Луноход-1». За 10 земных месяцев пройдено 10,5 км. 1970 г.

«Аполлон 15»
США

Доставка на Луну ровера для перемещения астронавтов по Луне. 1971 г.

КК серии «Аполлон» на Луне в пяти точках были оставлены комплексы научных приборов ALSEP, передававших информацию о состоянии Луны до 1977 г., затем были отключены в связи с прекращением финансирования программы.

«Луна-20»
СССР

Автоматическое бурение лунной поверхности. Впервые взяты образцы материкового грунта. 1972 г.

«Луна-24»
СССР

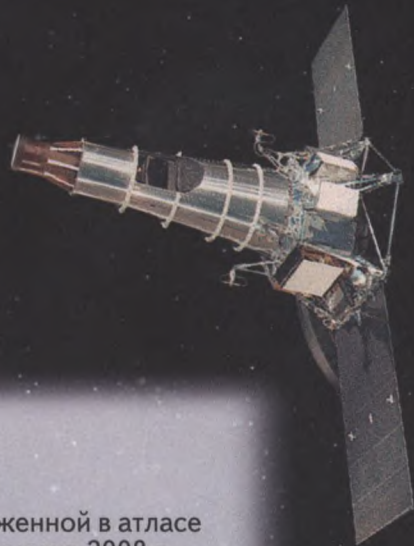
Автоматическое бурение лунного грунта на глубину около 2 м по команде с Земли. 1976 г.

«Клементина»
США

- Мелкомасштабная съемка поверхности Луны в 11 спектральных диапазонах. 1994 г.

LCross
CWA

Запланированное падение без гашения скорости в кратер Кабеус (в 100 км от Южного полюса), находящийся в постоянной тени, что позволило обнаружить на Луне воду. 2009 г.



Дорогие читатели!

Атлас «Солнечная система. Луна» является развитием темы, заложенной в атласе «Солнечная система. Астрономия», вышедшем в 2005 г. и переизданном в 2008 г.

«Луна» стала первой в серии, задуманной на основе упомянутого атласа с целью более подробно и широко ознакомить вас с особенностями основных тел Солнечной системы: с природой планет и их спутников, планами и перспективами их изучения и освоения в будущем.

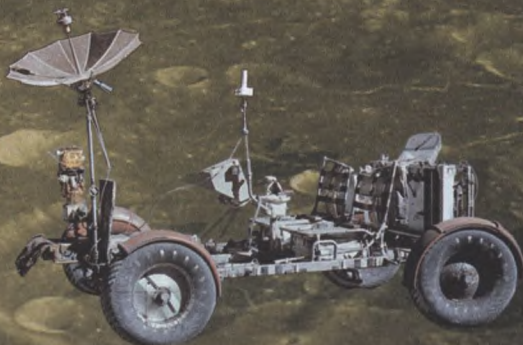
Напомним, что в «семью» Солнца входят планеты, их спутники, малые планеты (планеты-карлики), а также астероиды и кометы.

Было решено начать серию с Луны, единственного спутника Земли и более исследованного человеком небесного тела.

Мы руководствовались следующими соображениями:

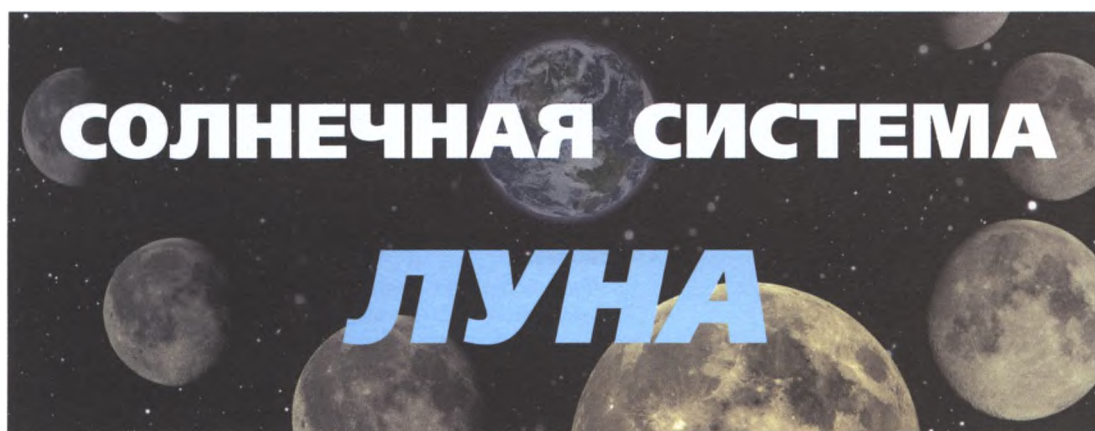
- Луна есть ближайшее к Земле небесное тело, тесно с ней связанное и постоянно влияющее на жизнь землян;
- Луна первой исследовалась средствами космической техники;
- Луна стала первым небесным телом, на поверхность которого высадился человек;
- в XXI в. возобновились полеты к Луне, и уже существуют планы ее освоения.

Материалы предлагаемой книги включают данные по рельефу и внутреннему строению Луны, содержат серию тематических карт, характеризующих нестационарные явления на Луне, аномалии силы тяжести, геологические особенности и др. Атлас дает представление об основных этапах лунных космических программ и их результатах, а также о лунной номенклатуре, напрямую связанной с научным, историческим и культурологическим наследием Земли.



К.Б. Шингарева, Б.В. Краснопевцева

АТЛАС



Москва



2011

СИСТЕМА «ЗЕМЛЯ—ЛУНА»



Селена в греческой мифологии — богиня Луны

Земля — третья от Солнца планета Солнечной системы.

Луна — первый спутник при удалении от Солнца и единственный естественный спутник Земли. Луна также самый крупный спутник вплоть до пояса астероидов. Спутники Марса — Фобос и Деймос — меньше Луны примерно в 130 раз.



Диаграмма удаленности Луны от Земли (1 деление = 100 тыс. км)



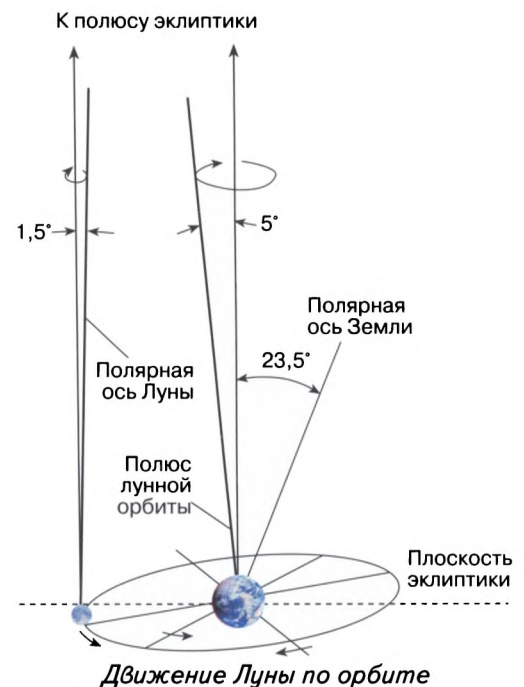
Гея (Земля)

Гея у греков, а Теллус у римлян — мать-земля. На рельефе алтаря XIII—IX вв. до н. э. изображена Теллус с аллегориями богатства и плодородия на руках и нимфами, олицетворяющими Воздух (слева) и Воду (справа).



Вид Луны с Земли

Движение Луны по околоземной орбите происходит нестрого по окружности. Постоянные, хотя и малые колебания (отклонения) в этом движении называются **прецессией**. Они вызваны воздействием на Луну других небесных тел, в первую очередь Земли и Венеры. Кроме того, ось вращения Луны не является неподвижной, а описывает конус. Это явление называется **нутацией**. Наконец, все тело Луны при движении по орбите покачивается как вперед-назад, так и в меньшей степени наклоняется влево-вправо. Эти покачивания получили название **либрация**.



Лодка оказалась на рифе во время отлива



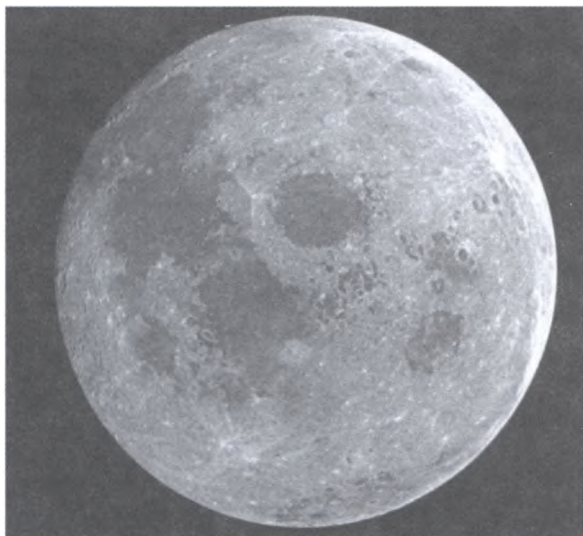
Положение Луны относительно Земли и Солнца в течение месяца (при разных фазах)



Вид Земли с Луны

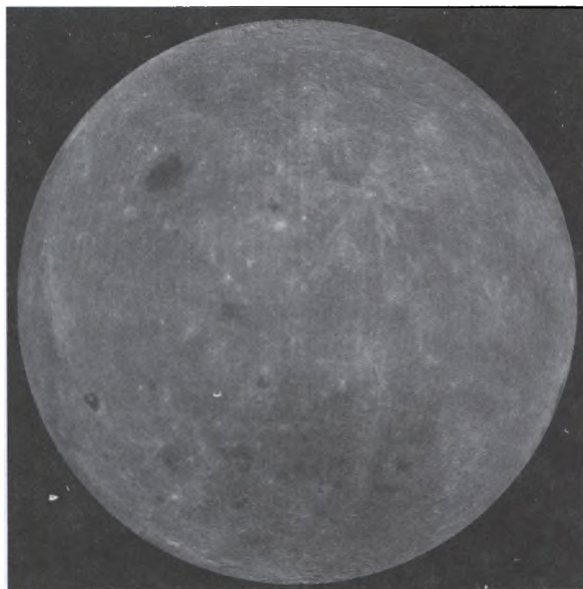
Влияние Луны на Землю проявляется также в виде приливов и отливов Мирового океана. Максимумы приливы достигают в новолуние и полнолуние. Приливы создают трение, действующее на вращение Земли как гигантский тормоз.

ЛУНА КАК НЕБЕСНОЕ ТЕЛО



Луна. Видимое полушарие

Наблюдаемая с Земли освещенная часть лунного диска называется фазой. Последовательные изменения фаз Луны от новолуния до полнолуния и затем в обратном порядке вызваны постоянным изменением положения трех тел (Луны, Земли и Солнца) при обращении Луны вокруг Земли. Скорость вращения Луны вокруг своей оси равна скорости ее обращения вокруг Земли, в результате чего Луна всегда повернута к Земле одной и той же стороной, поэтому различают видимую сторону Луны и обратную (невидимую с Земли).



Луна. Невидимое полушарие

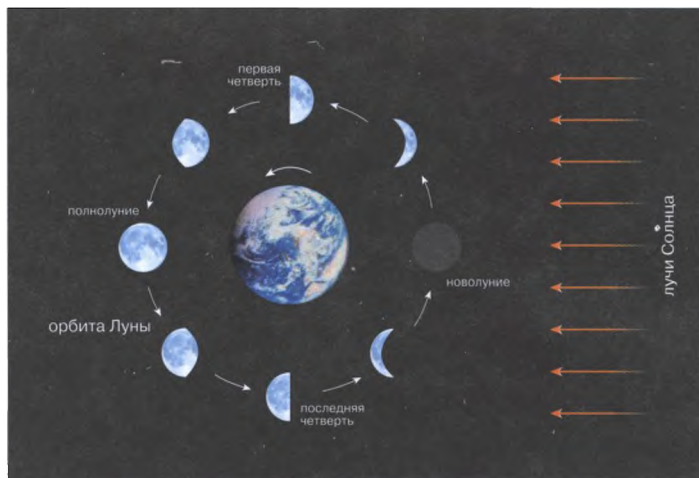
ПЕРИОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Период	Возраст, млрд лет
Доимбрийский	3,9—4,6
Имбрийский	3,0 (2,5?)—3,9
Эратосфенский	1,0—3,0 (2,5?)
Коперниковский	0—1,0

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Форма Луны практически соответствует шару с радиусом 1738 км, объем которого составляет 1/49 объема Земли. Масса Луны в 81,3 раза меньше массы Земли. Из-за малой массы Луна не может удержать своим притяжением газовую атмосферу. Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле. На Луне нет магнитного поля.

Возраст Луны, как и Земли, оценивается в 4,9 млрд лет. Сегодня выделяют четыре основных возрастных периода, названия которых связаны с наиболее характерными для этих периодов кратерами, а именно Эратосфен, Коперник, а также с Морем Дождей (по-латыни Маре Имбриум).

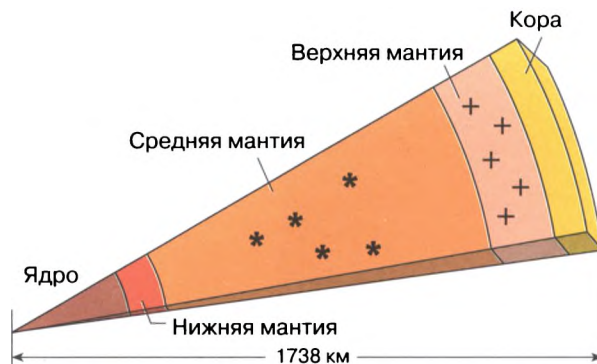


Фазы Луны

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЛУНЫ

По данным сейсмических наблюдений уверенно выделяют кору, верхнюю, среднюю и нижнюю мантии и ядро, причем в средней мантии находятся центры приливных (*), а в верхней — центры тектонических лунотрясений (+).

Ядро Луны предположительно находится на глубине 1500 км. По своему составу оно железное или сернистожелезное. Радиус ядра лежит в пределах от 170 до 360 км.



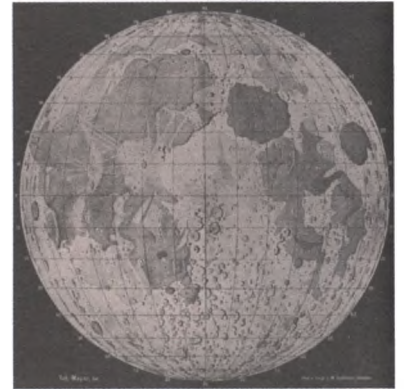
Модель внутреннего строения Луны

ИСТОРИЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕ

Официально история астрономических наблюдений Луны насчитывает более 400 лет. Выделяют такие периоды, как наблюдения невооруженным глазом, визуальные телескопические наблюдения и рисовка карт, телескопическое фотографирование с составлением карт и атласов, получение материалов для картографирования с использованием средств космической техники (съемки в пролете, с орбиты ИС, при посадке, наконец, на поверхности Луны).



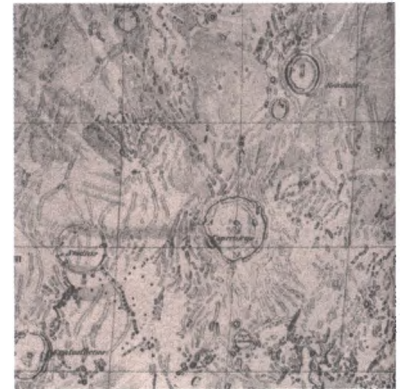
Единственная дошедшая до нас (рисованная до изобретения телескопа) карта Луны, датирована 1603 г. Автор У. Гильберт (Англия).



Первая карта Луны, снабженная координатной сеткой, нанесенной через 10° . Карта имела 23 опорные точки. Автор Т. Майер (1750, Германия).



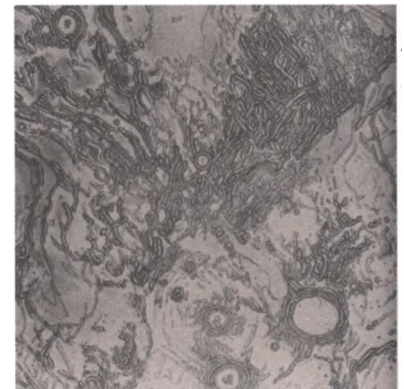
Первая карта Луны, составленная по телескопическим наблюдениям. Детали на карте обозначались буквами и цифрами. Автор Т. Харриот (1610, Англия).



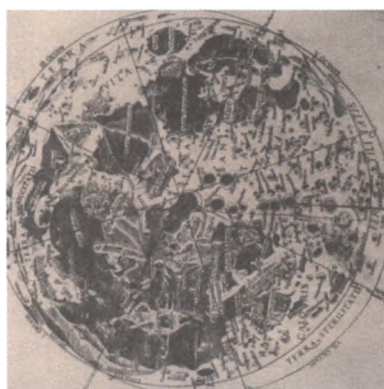
Впервые в качестве начала координат выбран кратер Местинг А. Авторы карты Луны В. Бер и И. Медлер (1834—1836, Германия).



На карте Луны еще нет названий, впервые у кратеров показаны лучевые системы. На ней изображены моря и материки, кратеры и горы, показано явление либрации. Автор Ян Гевелий (1645—1647, Польша).



Карта была составлена на 25 листах. Диаметр Луны в этом масштабе составлял 2 м. Впервые на карте помещены данные об относительных высотах. Автор Ю. Шмидт (1878, Германия).

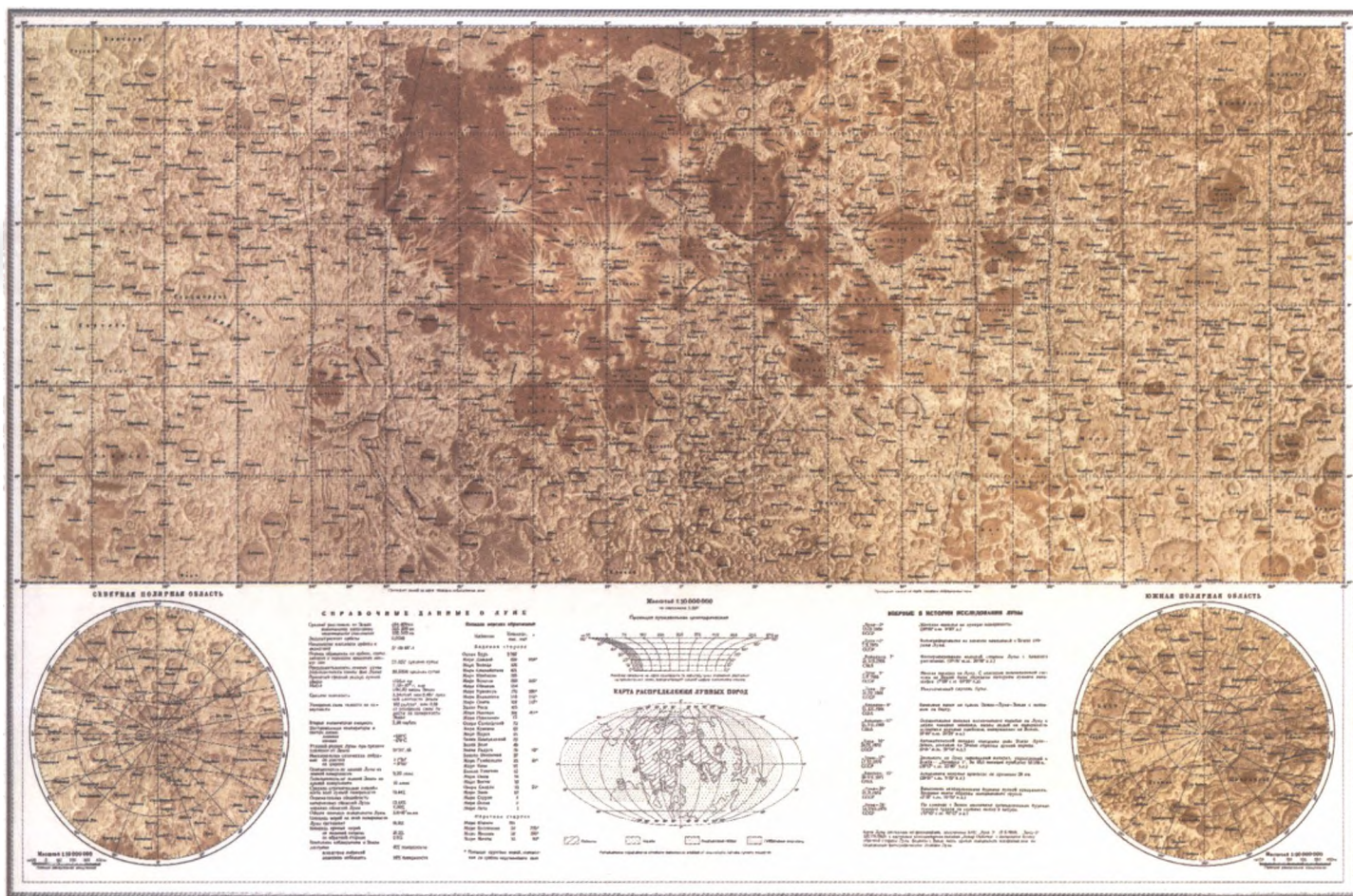


Впервые дана система названий, разработанная Дж. Риччолли. Вместо координатной сетки карта Луны разбита на 8 секторов с помощью 8 диаметров. Автор Ф. Гримальди (1651, Италия).



Карта Луны диаметром около 3,5 м (масштаб 1:1 000 000), 25 секций, юг сверху (как в телескопе). Шедевр визуальных телескопических наблюдений. Автор Ф. Фаут (1934, Чехия).

ПОЛНАЯ КАРТА ЛУНЫ



«Рейнджер», «Сервейор», «Лунар Орбитер» и «Аполлон», к настоящему времени позволили составить сотни листов лунных карт, различных как по масштабам, так и по точности.

СХЕМА ПОЛЕТОВ К ЛУНЕ. XX—XXI вв.

Видимое с Земли полушарие

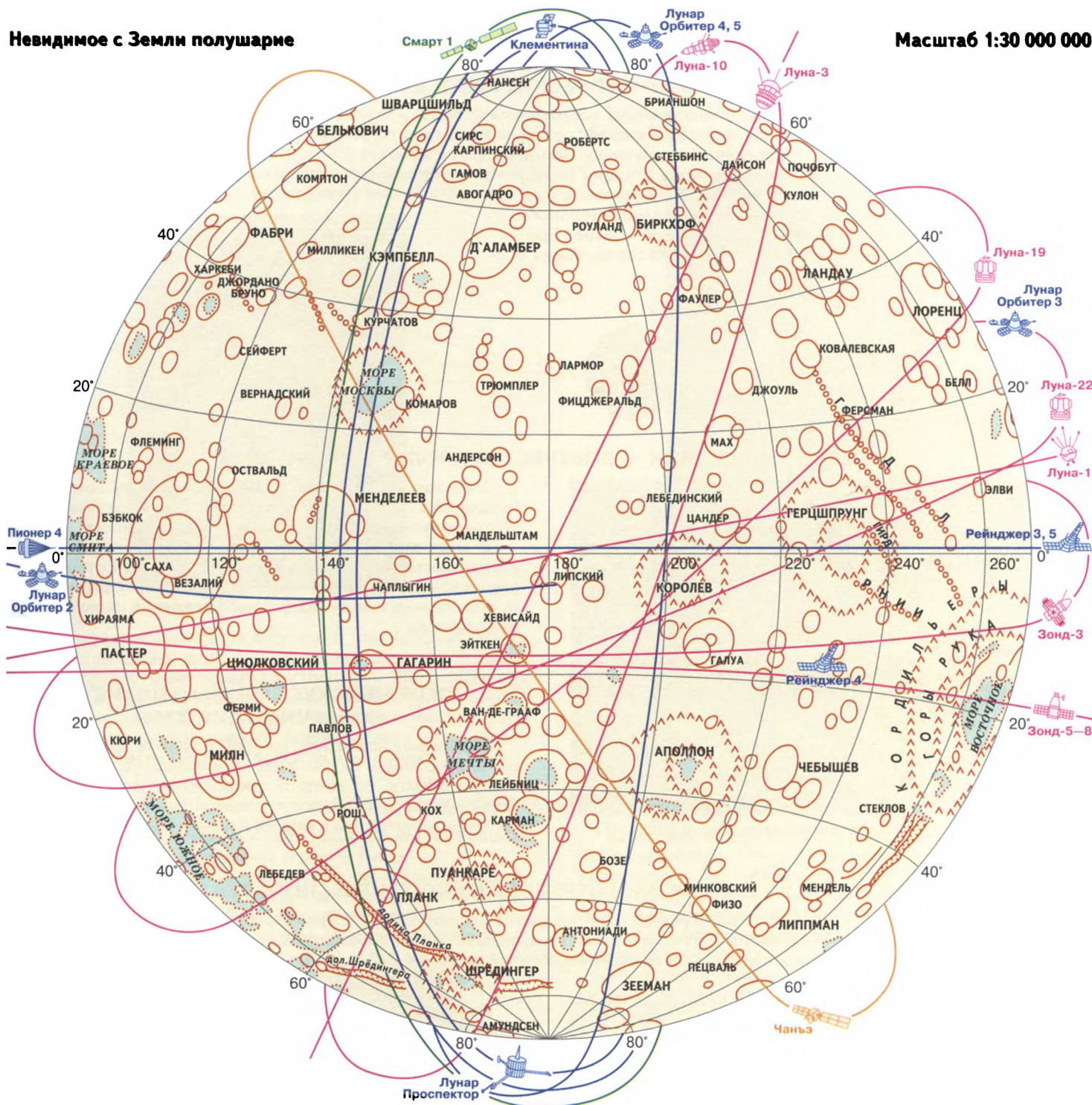


Условные обозначения рельефа

МОРЕ НЕКТАРА залив Росы	Равнины
▲▲▲▲	Горы
а ○ 6 ○	Кратеры: а) простые; б) сложные
○○○○○○	Цепочка кратеров
— — — —	Уступы
— — — —	Борозды
— — — —	Долины
— — — —	Границы между возвышенными и ровными низменными областями

Среди многих выдающихся научных и технических достижений XX в. наиболее значительным является выведение на орбиту вокруг Земли ее искусственного спутника и космического аппарата с человеком на борту, ставшее поворотным пунктом в истории земной цивилизации. Запуск искусственного спутника Земли в СССР, первого искусственного небесного тела, созданного руками человека, и полет Ю. А. Гагарина, совершившего первый в истории человечества полет в космос, открыли путь к освоению Вселенной. Исполнились замыслы отца космонавтики, великого мечтателя из Калуги К. Э. Циолковского. В реальных конструкциях и полетах воплотились его самые смелые идеи.

Победа человечества над силами природы открыла неограниченные возможности для проведения систематических научных исследований тел Солнечной системы с помощью средств космической техники. Первым объектом, к которому устремились космические аппараты, стало ближайшее к Земле небесное тело — Луна.



Государственная принадлежность

- СССР
- США
- Европа
- Индия
- Китай
- Япония

Луна является первым внеземным объектом, поверхности которого достигли космические аппараты. До сих пор это единственное небесное тело, с поверхности которого на Землю доставлены образцы грунта и на поверхность которого ступала нога человека.

В XX в. исследования естественного спутника Земли из космоса проводили в основном две страны: СССР (советская лунная программа) и США (американская лунная программа), каждая из которых отправила к Луне около 30 космических аппаратов. На стыке XX и XXI вв. к этим программам исследования ночного светила добавились программы, разработанные Европейским космическим агентством, куда входят 14 стран, а также Японией, Китаем и Индией.

Первый шаг в освоении других миров принадлежит советской лунной программе. Первый шаг человека по поверхности другого небесного тела осуществлен по американской лунной программе.

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. СОВЕТСКАЯ ЛУННАЯ ПРО

Одним из основных направлений советской космической программы было исследование тел Солнечной системы. Отработка полетов в Дальний космос началась с полетов к Луне. Четвертый по счету космический аппарат, выведенный в космос Советским Союзом с начала космической эры, был отправлен к Луне для исследования ее с пролетной орбиты.

ПЕРВЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ РАЗВЕДЧИКИ ЛУНЫ

Начало исследованиям Луны с помощью средств космической техники положил полет советских автоматических станций серии «Луна». Первыми к естественному спутнику Земли были запущены автоматические межпланетные станции (АМС) «Луна-1, -2, -3». Они относились к космическим аппаратам первого поколения, которые запускались без предварительного выведения на орбиту искусственного спутника Земли, без проведения коррекций на трассе Земля—Луна и без торможения в окололунном пространстве.

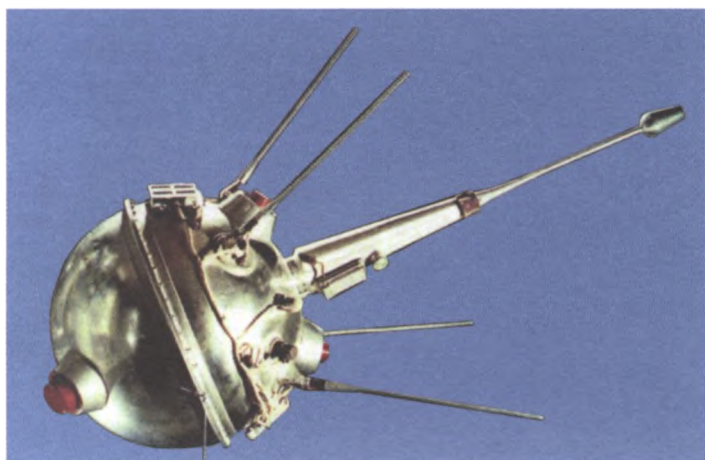
Земля



Траектории движения АМС «Луна-1, -2, -3»



ПЕРВЫЙ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ПРОЛЕТ ВБЛИЗИ ЛУНЫ



Автоматическая межпланетная станция «Луна-1»

2 января 1959 г. к естественному спутнику Земли стартовала АМС «Луна-1», которая осуществила первый в истории человечества пролет вблизи ночного светила.

В ходе этого полета впервые в мире была достигнута вторая космическая скорость — 11,2 км/с, которая обеспечивала выход космических аппаратов из сферы земного притяжения и возможность их выведения на межпланетные трассы.

ПЕРВАЯ ИСКУССТВЕННАЯ ПЛАНЕТА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Над лунной поверхностью АМС «Луна-1» прошла 4 января на расстоянии около 6000 км и вышла на гелиоцентрическую орбиту, по которой продолжила свой путь вокруг Солнца, став первой искусственной планетой Солнечной системы, получившей в мировой печати название «Мечта».

ПЕРВЫЙ В ИСТОРИИ КОСМОНАВТИКИ ПЕРЕЛЕТ С ОДНОГО НЕБЕСНОГО ТЕЛА НА ДРУГОЕ

Первый перелет с Земли на Луну в режиме жесткой посадки совершила АМС «Луна-2», которая имела конструкцию, аналогичную АМС «Луна-1». 14 сентября 1959 г. она упала на лунную поверхность западнее Моря Ясности вблизи кратеров Аристилл, Автолик и Архимед. Впоследствии район падения получил название Залив Лунника.



Место падения АМС «Луна-2» на поверхность Луны

На поверхность Луны были доставлены шарообразный выпел с изображением Государственного герба СССР и выпел-лента с датой полета.



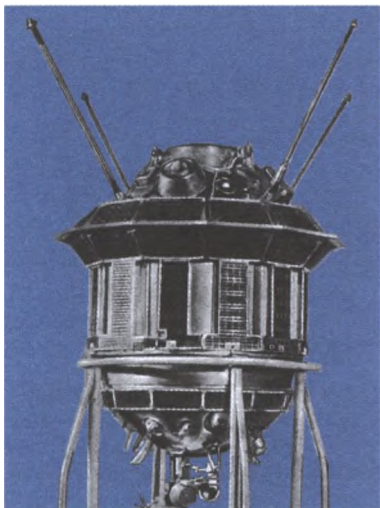
Пятиугольные элементы шарообразного выпела и выпел-лента, доставленные на лунную поверхность АМС «Луна-2»

ГРАММА. «Луна-1, -2, -3», «Зонд-3»

Советская лунная программа получила наименование «Луна». Она включала в себя получение научной информации о Луне, отработку мягкой посадки на ее поверхность, забор и доставку образцов лунного грунта на Землю, создание лунных самоходных аппаратов и обеспечение их работы непосредственно на поверхности ночного светила.

ПЕРВЫЙ В МИРЕ ОБЛЕТ ЛУНЫ

Первым в мире космическим аппаратом, облетевшим Луну 7 октября 1959 г., была АМС «Луна-3», выполнившая съемку ее обратной и частично видимой стороны с расстояний от 65,2 до 68,4 тыс. км. Сеанс фотографирования длился 40 мин, в течение которого было получено 17 снимков.



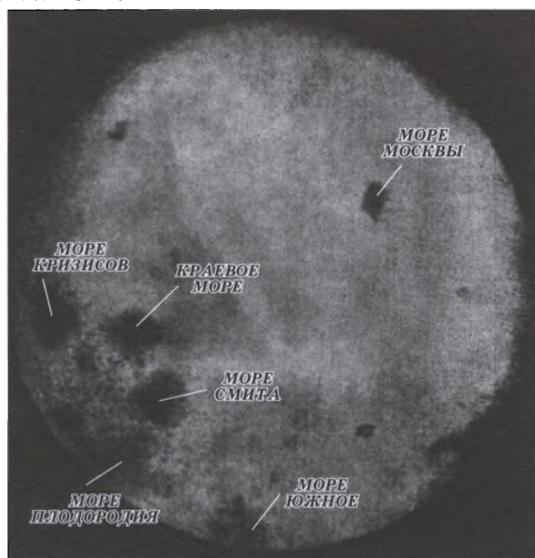
АМС «Луна-3»

Для съемки лунной поверхности на АМС «Луна-3» была установлена фототелевизионная система с двумя объективами с фокусными расстояниями 200 и 500 мм. Фотографирование выполнялось на фотопленку, обработка которой осуществлялась на борту в автоматическом режиме. Полученные изображения сканировались и по радиотелевизионным каналам передавались на Землю.

КАК ВЫГЛЯДИТ ОБРАТНАЯ СТОРОНА ЛУНЫ?

АМС «Луна-3» впервые в мире дала ответ на «вечный» вопрос, как выглядит обратная сторона Луны.

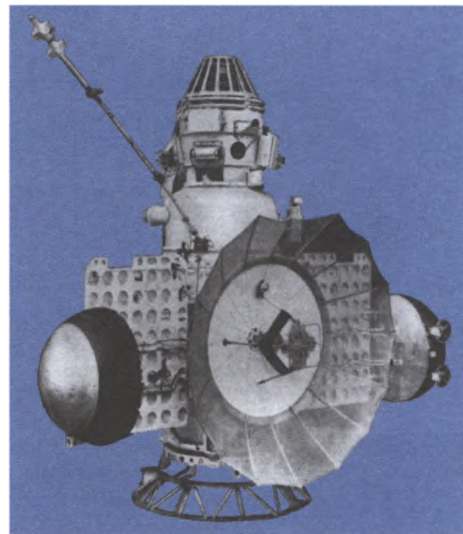
Она выполнила съемку около 70% лунной поверхности, из которых 2/3 части относились к западному сектору невидимой с Земли стороны Луны. Восточная часть невидимого полушария (около 70° по долготе) продолжала оставаться «белым пятном».



Снимок, полученный АМС «Луна-3». Темные пятна — лунные моря

ТАЙНЫ «БЕЛЫХ ПЯТЕН» НА ЛУНЕ РАСКРЫТЫ

Тайны «белых пятен» не исследованных АМС «Луна-3» областей обратной стороны Луны были раскрыты АМС «Зонд-3», стартовавшей 18 июля 1965 г.

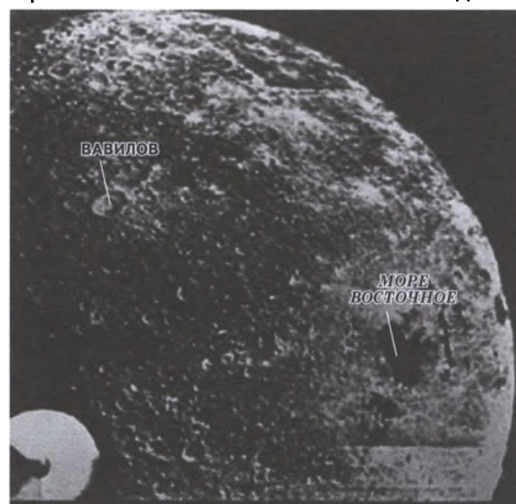


АМС «Зонд-3»

20 июля 1965 г. АМС «Зонд-3» выполнила фототелевизионную съемку не сфотографированной АМС «Луна-3» части обратной стороны Луны, передав на Землю 25 снимков, покрывающих 35% ее поверхности. В начале сеанса фотографирования станция находилась на расстоянии 11 570 км от Луны, затем она постепенно приблизилась к лунной поверхности на минимальное расстояние 9220 км, после чего стала удаляться от нее, закончив съемку на высоте 9960 км.

Качество изображений, полученных АМС «Луна-3», было невысокое. Однако они позволили впервые увидеть недоступную для земных наблюдателей сторону Луны, а также обнаружить, что она существенно отличается от видимой стороны повышенной плотностью кратеров при почти полном отсутствии морских бассейнов, так характерных для видимого полушария.

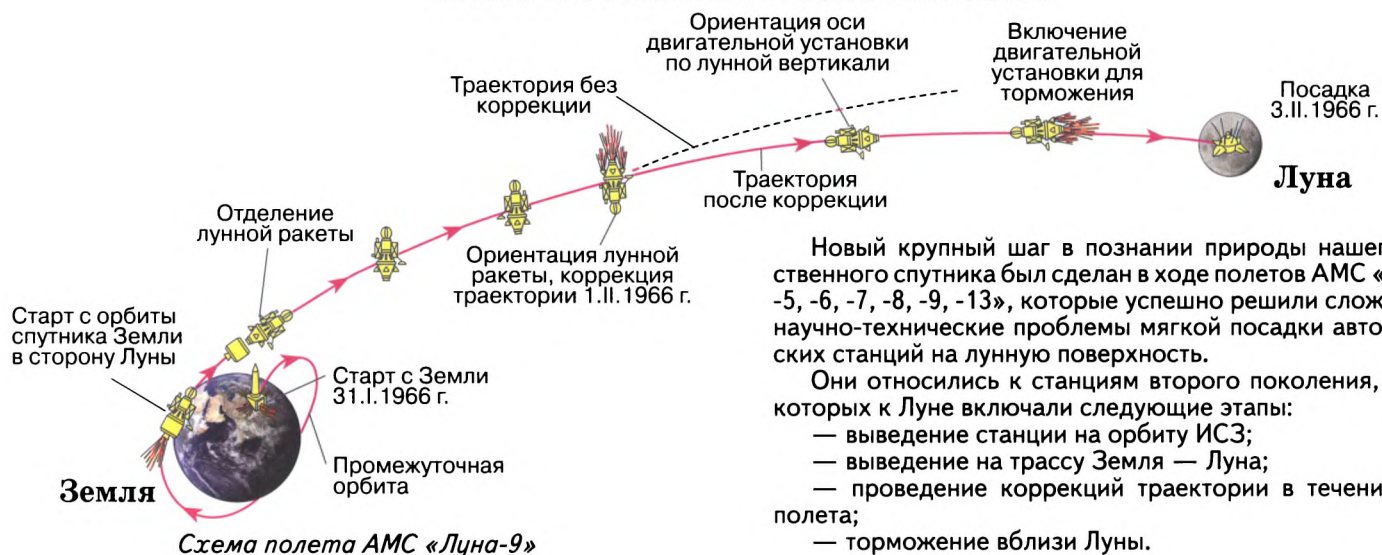
Усовершенствование фототелевизионной съемочной системы, установленной на АМС «Зонд-3», позволило получить изображения более высокого качества и детальности.



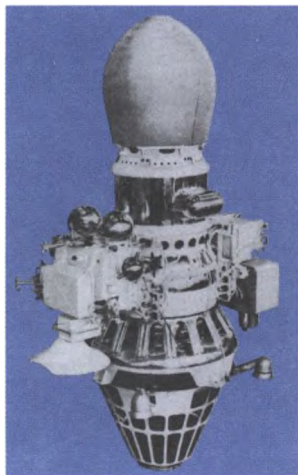
Снимок, полученный АМС «Зонд-3»

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. СОВЕТСКАЯ ЛУННАЯ ПРО

НОВЫЙ КРУПНЫЙ ШАГ В ОСВОЕНИИ ЛУНЫ



ПЕРВАЯ В ИСТОРИИ КОСМОНАВТИКИ МЯГКАЯ ПОСАДКА НА ЛУНУ



АМС «Луна-9»

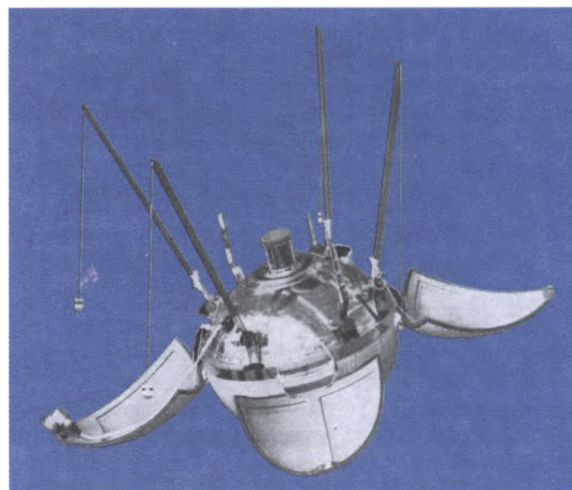
Первым в истории человечества космическим аппаратом, совершившим мягкую посадку на поверхность Луны, стала автоматическая межпланетная станция (АМС) «Луна-9», спускаемый аппарат которой 3 февраля 1966 г. мягко опустился в Океан Бурь западнее Кратеров Рейнер и Мариус. Позже район посадки получил название Равнина Прилунения.

Спускаемый аппарат АМС «Луна-9» представлял собой герметичный контейнер сферической формы, к которому снаружи прикреплены по четыре лепестковых и штыревых антенны с подвешенными на них эта-

лонами яркости и три двугранных зеркала. Внутри контейнера расположены измерительные и научные приборы.

При перелете к Луне верхняя полусфера спускаемого аппарата была закрыта лепестковыми антеннами, под которыми в сложенном состоянии находились зеркала и штыревые антенны. После посадки лепестковые антенны раскрывались и служили только для передачи информации, а штыревые антенны обеспечивали прием сигналов с Земли.

В верхней части станции с внешней стороны были установлены счетчики радиации и предназначенная для съемок лунного ландшафта панорамная сканерная телекамера оптико-механического типа. Переданные на Землю изображения в Центре дальней космической связи регистрировались на фотопленку и магнитную ленту.



Спускаемый аппарат АМС «Луна-9». Сверху расположена головка телекамеры

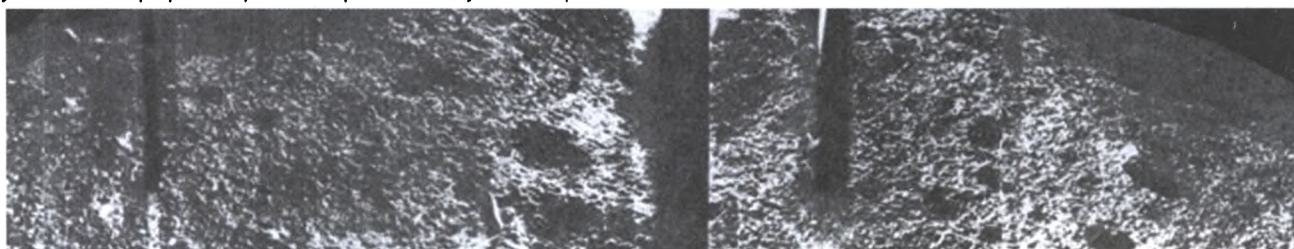
ПЕРВЫЕ В МИРЕ ПАНОРАМЫ ЛУНЫ, ПЕРЕДАННЫЕ С ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ

Обзор лунного ландшафта и передачу его на Землю АМС «Луна-9» начала по команде с Земли 4 февраля 1966 г. Всего было передано три полных панорамы и два фрагмента с разрешением до 1 м.

На панорамах впервые была отображена реальная картина лунного микрорельефа: поверхность Луны покрыта

множеством мелких неровностей и камнями разных размеров.

Полученные изображения опровергли гипотезу о том, что поверхность Луны покрыта толстым слоем пыли, который может поглотить любой аппарат, опустившийся на нее.

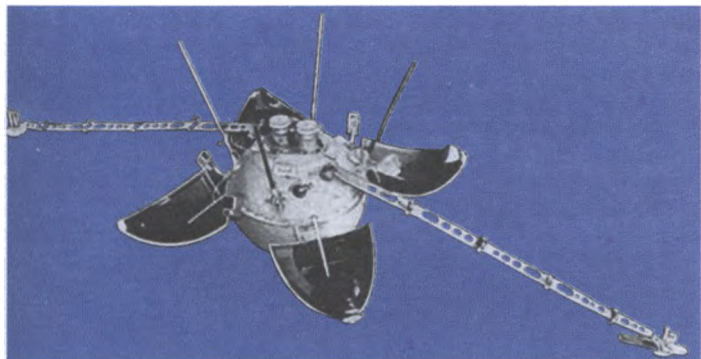


Панорама лунной поверхности, переданная АМС «Луна-9»

ГРАММА. «Луна-9, -13»

СОВЕТСКАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ СНОВА МЯГКО ОПУСТИЛАСЬ НА ЛУНУ

24 декабря 1966 г. АМС «Луна-13» осуществила мягкую посадку на лунную поверхность. Это было второе мягкое прилунение советской станции и третья в мире мягкая посадка на поверхность естественного спутника Земли после АМС «Луна-9» и американской АС «Сервейор 1».



АМС «Луна-13». Сверху видны две головки телекамер. На концах штанг, расположенных по бокам станции, установлены грунтомер и радиационный плотномер

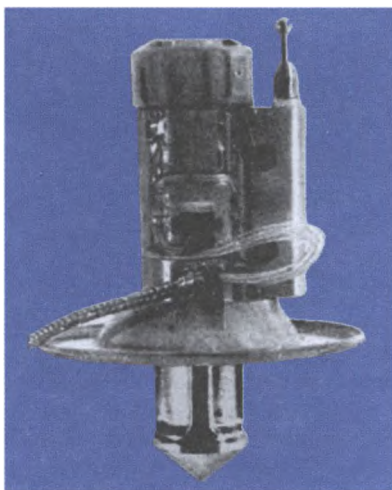
Она опустилась, так же как и АМС «Луна-9», в районе Океана Бурь, в 400 км от места прилунения станции «Луна-9».



Места посадок АМС «Луна-9» и «Луна-13»

ПЕРВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛУННОГО ГРУНТА НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ

АМС «Луна-13» имела конструкцию, аналогичную АМС «Луна-9». Отличия состояли в том, что АМС «Луна-13» была оснащена дополнительными научными приборами, которые были предназначены для исследования физико-механических характеристик лунного грунта непосредственно на поверхности Луны: грунтомер-пенетrometer, радиационный плотномер, радиометр и динамограф. Все приборы, кроме динамографа, крепились на выносном механизме, который представлял собой сложенный в полете многозвенник, раскрывающийся при посадке под действием пружины и обеспечивающий вынос приборов на 1,5 м от станции.



Грунтомер-пенетrometer

С помощью механического грунтомера и радиационного плотмера были проведены исследования механических свойств поверхностного слоя лунного грунта и его плотности на глубине до 15 см.

Радиометром измерялся тепловой поток от лунной поверхности.

Динамограф, установленный на приборной раме внутри спускаемого аппарата, регистрировал величины и длительность перегрузок, возникающих во время прилунения станции.

СЪЕМКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ

В отличие от установленной на станции АМС «Луна-9» съемочной системы, на АМС «Луна-13» были установлены две панорамные сканерные телекамеры оптико-механического типа. Это было сделано с целью проведения съемки лунного ландшафта в районе посадки в стереоскопическом режиме. Однако одна камера не работала, в результате чего стереосъемка не выполнялась.

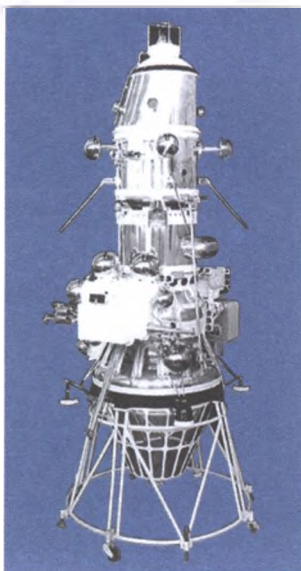
На Землю было передано пять панорамных изображений местности вокруг станции при различных высотах Солнца над горизонтом — от 6 до 38°. Измерения панорам позволили изучить микрорельеф лунной поверхности вокруг станции и впервые определить формы и размеры (до 1 мм) камней и углублений.



Панорама лунной поверхности, переданная АМС «Луна-13». На переднем плане видна тень от станции

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. СОВЕТСКАЯ ЛУННАЯ ПРО

ВПЕРВЫЕ В ИСТОРИИ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ ВЫХОДИТ НА ОКОЛОЛУННУЮ ОРБИТУ

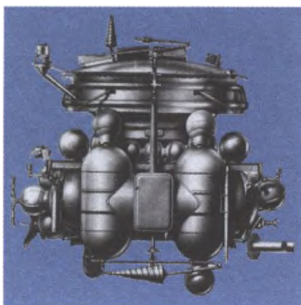


ИСЛ «Луна-10»

Качественно новым этапом изучения ночного светила с помощью космических аппаратов явилось выведение на окололунную орбиту искусственных спутников Луны (ИСЛ).

Первым в мире ИСЛ стала АМС «Луна-10», которая 3 апреля 1966 г. вышла на эллиптическую орбиту с наклоном к лунному экватору 72° и периодом обращения около 3 часов. Минимальная высота полета над лунной поверхностью составляла 350 км, а максимальное расстояние от поверхности Луны — около 1000 км. Станция активно просуществовала на орбите 56 суток, совершив 460 оборотов вокруг Луны.

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ОРБИТЫ ИСЛ



ИСЛ «Луна-19»

В состав бортового оборудования ИСЛ «Луна-10» входила научная и измерительная аппаратура, с помощью которой были выполнены определения состава лунных пород и исследования гравитационного и магнитного полей.

Последующие ИСЛ — «Луна-11, -12, -14, -19, -22» продолжили дистанционное изучение Луны и окололунного пространства. Были проведены

исследования элементного состава поверхности, гравитационного поля, гамма-излучения, солнечного ветра и космических лучей, метеоритной и радиационной обстановки вблизи Луны, а также испытания системы связи и электродвигателей для луноходов.

ФОТОГРАФИРОВАНИЕ ЛУНЫ С ОРБИТЫ ИСЛ



Снимок поверхности Луны, полученный ИСЛ «Луна-22»

В состав научной аппаратуры ИСЛ «Луна-11, -12, -19, -22» входили сканерные оптико-механические телекамеры, назначением которых было проведение крупномасштабных съемок отдельных участков лунной поверхности.

Из-за сбоев в ориентации космического аппарата съемка с борта ИСЛ «Луна-11» не производилась. Остальные станции выполнили съемки Луны с максимальным разрешением до 100 м. Кроме съемки, ИСЛ

«Луна-22» произвел профильные измерения лунного рельефа с помощью установленного на станции высотомера.

ОБЛЕТ ЛУНЫ С ВОЗВРАЩЕНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ИЗ МЕЖПЛАНЕТНЫХ РЕЙСОВ НА ЗЕМЛЮ

Следующим этапом советской космической программы было решение проблемы возвращения автоматических станций после облета Луны на Землю, что впоследствии позволило бы осуществить высадку человека на поверхность другого небесного тела.



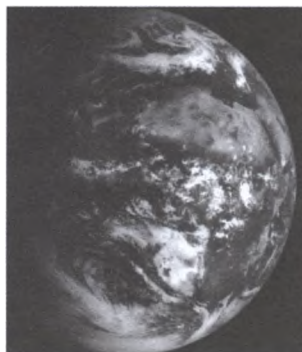
Схема облета Луны АМС «Зонд-5»

С этой целью в СССР были осуществлены запуски АМС «Зонд-4, -5, -6, -7, -8», созданных на базе пилотируемых космических кораблей «Союз».

Впервые успешный облет Луны на расстоянии около 2000 км выполнила АМС «Зонд-5», стартовавшая 15 сентября 1968 г. 21 сентября 1968 г. она вернулась на Землю, приводнившись в Индийском океане близ острова Мадагаскар.



АМС «Зонд-4, -5, -6, -7, -8»



Снимок Земли, полученный АМС «Зонд-5»

На обратном пути было выполнено фотографирование Земли как планеты с расстояния около 90 000 км. Впервые из Дальнего космоса на земную поверхность была доставлена фотопленка, экспонированная в космосе. Стереоскопическое наблюдение полученных изображений Земли позволило впервые увидеть сферичность Земли, а также висящие на разных уровнях над ее поверхностью облачные образования.

На борту космического аппарата находились степные черепахи, которые первыми среди живых существ облетели Луну и вернулись на Землю.

ГРАММА. «Луна-10—12, -14, -19, -22», «Зонд-4—8»

ПЕРВОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ ЛУНЫ С ДОСТАВКОЙ ФОТОПЛЕНКИ НА ЗЕМЛЮ

10 ноября 1968 г. по трассе Земля—Луна—Земля отправилась АМС «Зонд-6». Она выполнила фотографирование лунной поверхности на подлете к ней с расстояния около 9 тыс. км и в районе прохождения станцией перигея с минимальной высоты 2400 км. 17 ноября АМС «Зонд-6» вернулась на Землю, совершив жесткую посадку в районе г. Джезказган (Казахстан). Во время посадки на высоте около 5 км оторвалась парашютная система. При ударе спускаемого аппарата о Землю фотокамера разбилась. Из сохранившихся снимков высокого разрешения была смонтирована фотосхема освещенного диска Луны, а также фотоплан на часть территории обратной стороны в масштабе 1:2 000 000, на основе которого была создана карта такого же масштаба.



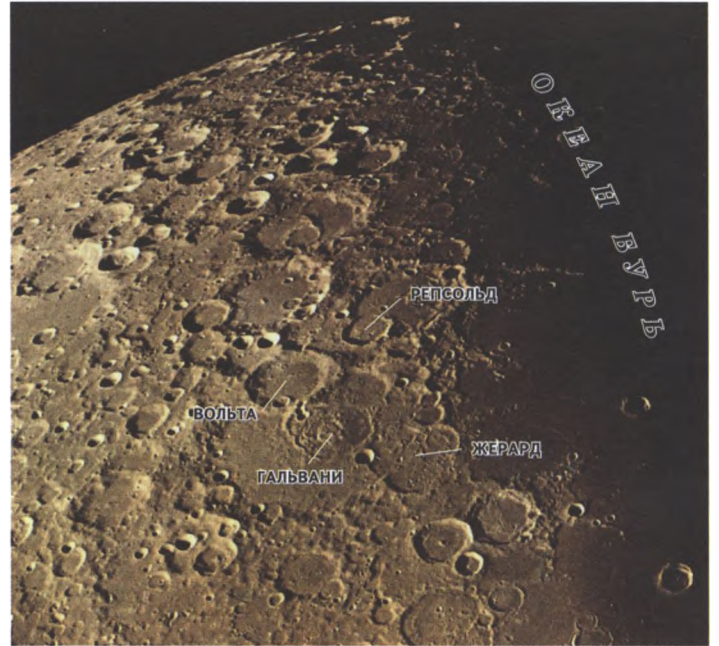
Фотосхема освещенного диска Луны, смонтированная из снимков, полученных АМС «Зонд-6»

ЦВЕТНАЯ ФОТОСЪЕМКА ЛУНЫ

8 августа 1969 г. была запущена АМС «Зонд-7», которая после облета Луны 14 августа 1969 г. приземлилась южнее г. Кустанай (Казахстан).

На борту АМС «Зонд-7» была установлена малоформатная фотокамера с цветной фотопленкой.

Фотографирование лунной поверхности выполнялось во время двух сеансов: при подлете с расстояния около 9 тыс. км и в районе прохождения станцией перигея с минимального расстояния 1200 км над обратной стороной Луны.

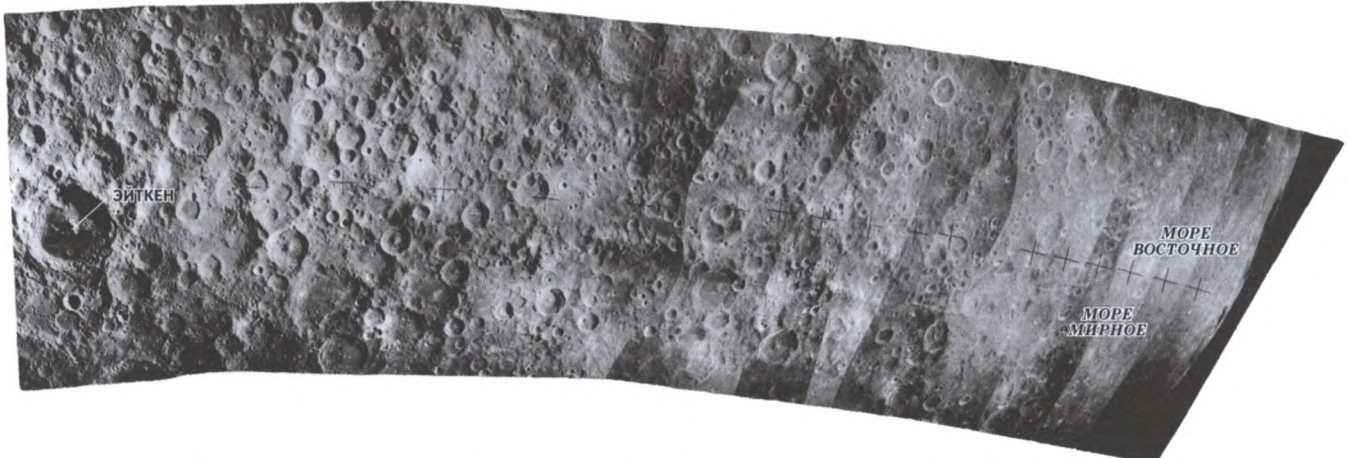


Снимок лунной поверхности, полученный АМС «Зонд-7». Терминатор (граница дня и ночи) проходит примерно по границе обратной (слева) и видимой (справа) стороны Луны. Северный полюс Вверху

ЗАВЕРШЕНИЕ ПРОГРАММЫ «ЗОНД»

20 октября 1970 г. к Луне была запущена последняя АМС этой серии — «Зонд-8». 27 октября 1970 г. станция вернулась на Землю, совершив нештатную посадку в Индийский океан. Съемка лунной поверхности выполнялась на черно-белую фотопленку при подлете к Луне с расстояния около

9500 км и в районе прохождения станцией перигея с минимального расстояния 1400 км. По снимкам восточного сектора приэкваториальной зоны обратной стороны Луны была составлена карта поверхности Луны в масштабе 1:1 000 000.



Фотосхема, смонтированная из снимков маршрутной съемки с АМС «Зонд-8»

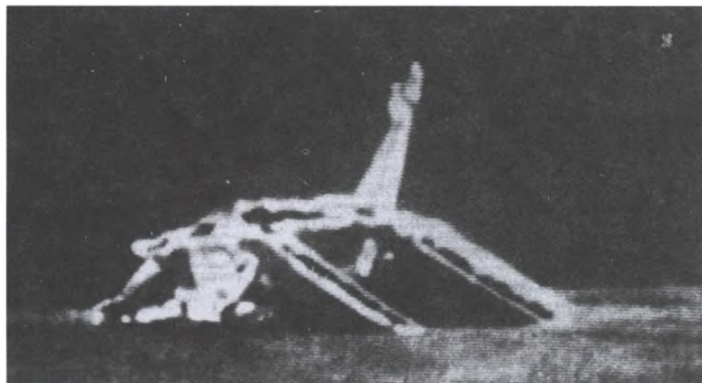
ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. СОВЕТСКАЯ ЛУННАЯ ПРО

АВТОМАТИЧЕСКИЕ САМОХОДНЫЕ

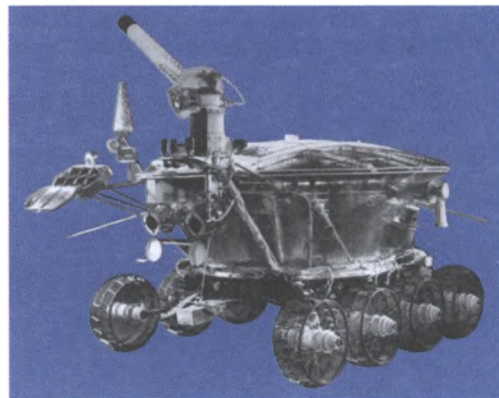
Крупным успехом в изучении Луны стала доставка на ее поверхность передвижных комплексных исследовательских лабораторий — автоматических самоходных аппаратов серии «Луноход». Они состояли из герметичного приборного контейнера, установленного на колесном шасси. Сверху контейнер прикрывался крышкой, внутренняя поверхность которой была покрыта фотоэлементами солнечных батарей. При поднятой крышке фотоэлементы обеспечивали подзарядку аккумуляторов.

ПЕРВЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ САМОХОДНЫЙ АППАРАТ

АМС «Луна-17» впервые доставила на поверхность Луны самоходный аппарат «Луноход-1». Посадка была выполнена в Море Дождей 17 ноября 1970 г. После осмотра места посадки «Луноход-1» съехал по трапам на лунную поверхность.



Посадочная платформа АМС «Луна-17», с которой съехал «Луноход-1» и выполнил ее съемку



Самоходный аппарат «Луноход-1»

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА ВЫПОЛНЕНА ПОЛНОСТЬЮ

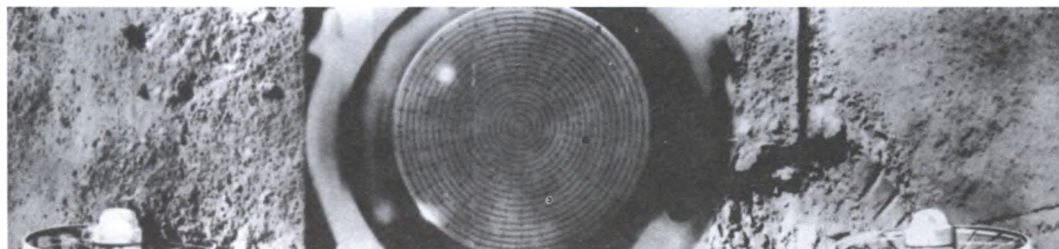
Расположенные на бортах «Лунохода-1» сканирующие оптико-механические телекамеры проводили съемку: одна вбок, другая вперед-назад. В результате на Земле получали фотопанорамы окружающей Луноход местности.

По полученным изображениям лунной поверхности составлялись топографические схемы и планы отдельных участков, а также высотные профили вдоль трасс движения лунохода.



Панорама лунной поверхности в горизонтальной плоскости, переданная «Луноходом-1». Видны следы от его колес. На переднем плане — изображение прибора «Определитель вертикали местности»

К сканирующей телекамере, снимавшей вперед-назад, был подвешен определитель вертикали местности (ОВМ), позволявший по положению шарика, катающегося по стеклянной сфере с концентрическими кругами и радиальными линиями, определять угол наклона и азимут движения самоходного аппарата.



Фрагмент панорамы с изображением стеклянной сферы ОВМ и шарика (черная точка справа от центра) на ее поверхности

За 10 земных месяцев «Луноход-1» проделал по лунной поверхности путь около 10,5 км, проведя исследования равнинного района южнее Залива Радуги. За этот период было получено более 200 панорам лунных ландшафтов, изучены механические характеристики грунта в 500 точках, а также его химический состав в десятках пунктов. Лазерная локация установленного на луноходе французского отражателя позволила измерить расстояние от Земли до Луны с точностью до 3 м.

«Луноход-1» проработал на поверхности Луны в три раза дольше, чем было запланировано по программе.

ГРАММА. Луноходы

АППАРАТЫ ИССЛЕДУЮТ ЛУНУ

Управление луноходами осуществлялось с Земли экипажем из 5 человек, который для принятия решений по выбору пути движения использовал стереоизображения, получаемые с установленных спереди двух телекамер. Здесь же находился французский лазерный уголкового отражатель, позволяющий с большой точностью измерять с Земли расстояния до Луны. На обоих бортах были прикреплены по две сканирующие съемочные системы оптико-механического типа.

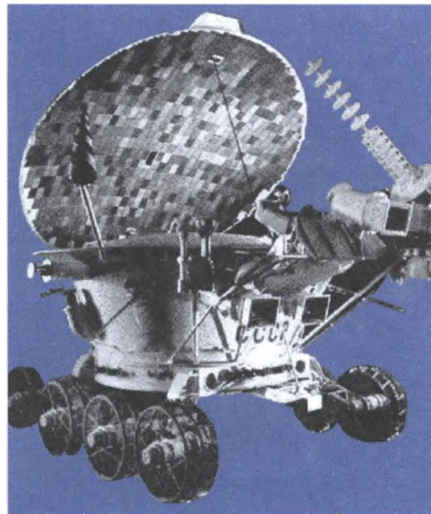
«ЛУНОХОД-2» ПРОДОЛЖИЛ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ

Второй самоходный аппарат «Луноход-2» был доставлен на Луну АМС «Луна-21» 16 января 1973 г. в Кратер Лемонье, расположенный на восточной окраине Моря Ясности.

В конструкцию «Лунохода-2» с учетом опыта эксплуатации «Лунохода-1» были внесены некоторые изменения. Были усовершенствованы отдельные узлы научного оборудования, канал передачи изображений и система управления луноходом. Например, рядом с уголкового отражателем на высоте человеческого роста была установлена дополнительная телекамера, улучшавшая обзор местности при его движении по лунной поверхности.



Фрагмент панорамы, полученной с «Лунохода-2». Тонкая полоса в середине колеи — след от колеса, с помощью которого определялось пройденное расстояние

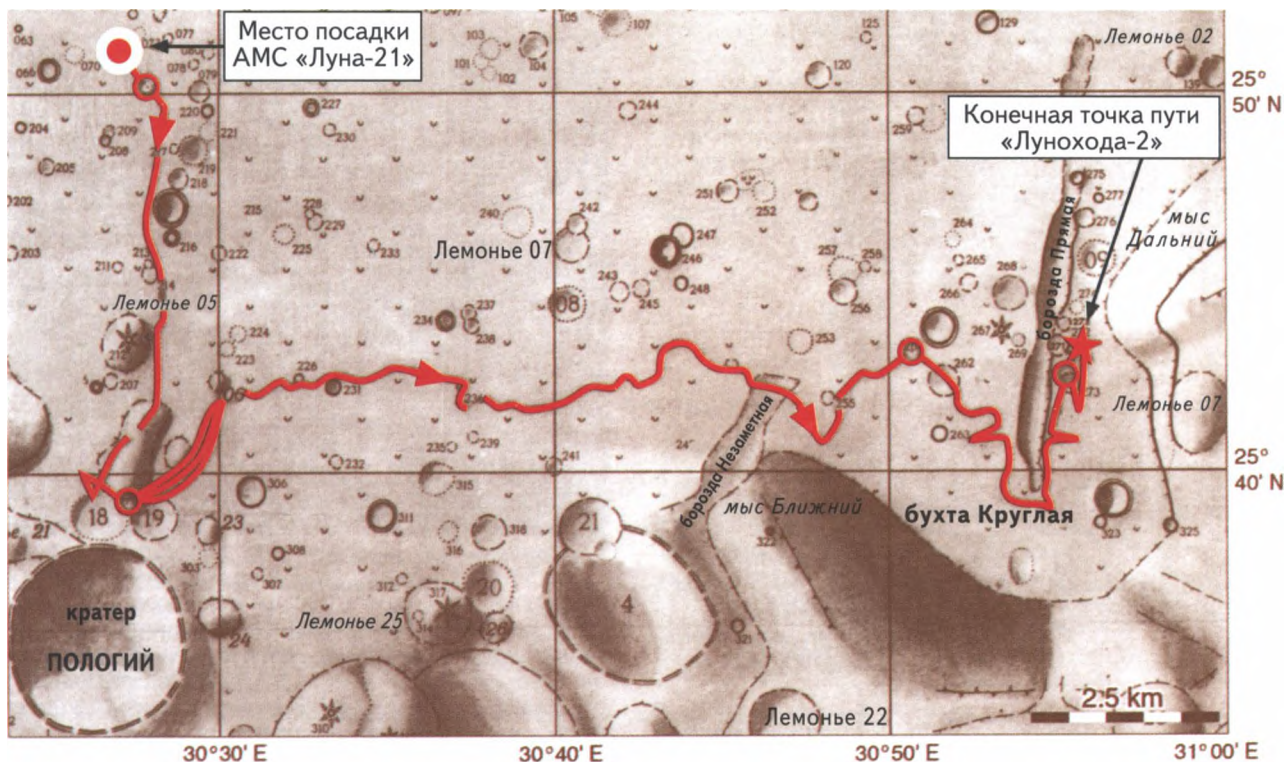


Самоходный аппарат «Луноход-2»

За 150 суток работы на лунной поверхности «Луноход-2» передал на Землю 86 детальных телевизионных панорам окружающего ландшафта, информацию об изменении механических свойств и химического состава грунта в зоне перехода от «морской» равнины к горным склонам. Данные лазерной локации с Земли позволили выполнить высокоточные определения параметров орбиты Луны.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ САМОХОДНОЙ НАУЧНОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ

За 4 месяца «Луноход-2» проделал путь протяженностью 37 км, проводя исследования в Кратере Лемонье.



Путь, пройденный «Луноходом-2» в Кратере Лемонье

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. СОВЕТСКАЯ ЛУННАЯ ПРО

УНИКАЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ: АВТОМАТИ

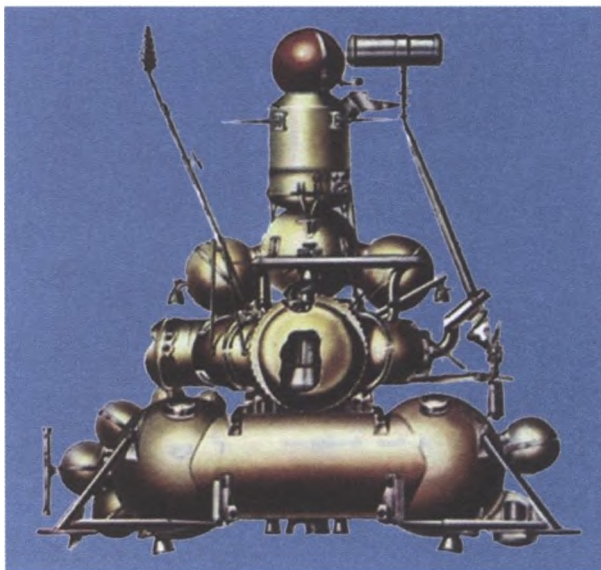
Принципиально новым этапом в советской программе исследования нашего естественного спутника стало создание автоматических станций (АС) нового поколения, осуществивших забор образцов лунного грунта и его доставку на Землю.

Конструктивно они состояли из двух отсеков: посадочного модуля и собственно станции с возвратной ракетой и спускаемым аппаратом шарообразной формы, который отделялся от ракеты по радиокоманде с Земли. Посадочный модуль представлял собой универсальную платформу с грунтозаборным устройством, автономной двигательной установкой и четырьмя лапами-опорами, обеспечивающими устойчивую посадку на поверхность Луны.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ГЕОЛОГ ВЫПОЛНИЛ ЗАБОР ЛУННОГО ГРУНТА

Первая попытка доставки лунного грунта была предпринята АМС «Луна-15», которая стартовала 13 июля 1969 г. Однако 21 июля при посадке в южной части Моря Кризисов станция разбилась из-за влияния гравитационной аномалии, данные о которой были получены позже. В этот же день экипаж космического корабля КК «Аполлон 11» стартовал с лунной поверхности.

Впервые в мировой практике забор образцов грунта с поверхности другого небесного тела и доставку его на Землю в автоматическом режиме осуществила АС «Луна-16», которая была выведена на траекторию полета к Луне 12 сентября 1970 г.



20 сентября станция совершила мягкую посадку на поверхность ночного светила в равнинном районе северо-восточной части Моря Изобилия, в 100 км западнее Кратера Узбб, и приступила к исследованиям на поверхности Луны.

Телефотометры из-за недостаточного освещения не передали изображения места бурения.

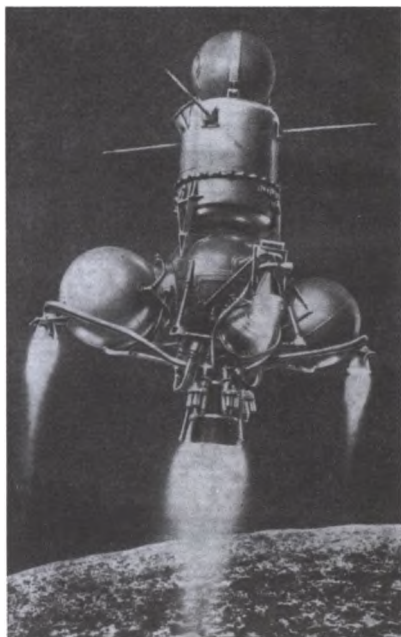
Грунтозаборное устройство по команде с Земли произвело бурение на глубину 35 см и забор 100 г образцов рыхлого поверхностного материала, который затем был автоматически помещен в герметический контейнер спускаемого аппарата.

Автоматическая межпланетная станция «Луна-16». Нижняя часть — посадочный модуль, на котором расположена штанга с грунтозаборным устройством. Верхняя часть — возвратная ракета, на которой сверху укреплен спускаемый аппарат сферической формы с образцами лунного грунта

СТАРТ С ЛУНЫ И ВОЗВРАЩЕНИЕ НА ЗЕМЛЮ

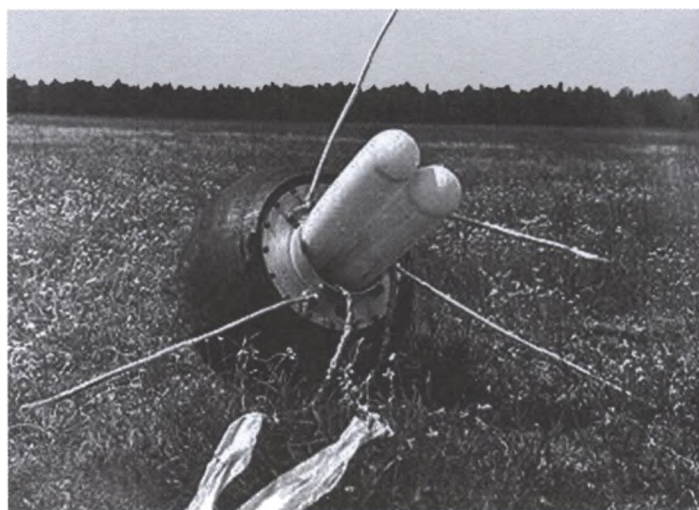
После выполнения запланированных операций по забору образцов лунного грунта АМС «Луна-16», используя посадочный модуль как стартовую платформу, взлетела с Луны.

24 сентября 1970 г. спускаемый аппарат АМС «Луна-16» с образцами лунного грунта отделился от возвратной ракеты и мягко приземлился юго-восточнее Джезказгана на территории Казахстана. Программа полета была выполнена полностью.



Старт АМС «Луна-16» с лунной поверхности (фотомонтаж)

Посадочный модуль остался на поверхности Луны и продолжил температурные и радиационные измерения.



Спускаемый аппарат АМС «Луна-16» с образцами лунного грунта на земной поверхности

Полет АМС «Луна-16» продемонстрировал огромные возможности и широкие перспективы использования автоматических станций для исследования Вселенной, которые способны автономно проводить научные исследования как в космосе, так и на поверхности других тел Солнечной системы.

ГРАММА. «Луна-16»

ЧЕСКАЯ ДОСТАВКА ОБРАЗЦОВ ЛУННОГО ГРУНТА НА ЗЕМЛЮ

Для выбора мест взятия грунта использовались изображения, полученные двумя телефотометрами, установленными на посадочной платформе.

Траектория полета грунтозаборных станций включала в себя вывод их на орбиту искусственного спутника Луны (ИСЛ), проведение нескольких коррекций, сход с орбиты ИСЛ с уменьшением скорости до минимальной, что обеспечивало мягкую посадку на лунную поверхность.

За восемь лет было осуществлено 11 попыток запуска станций для доставки лунного грунта на Землю, из них только три полета закончились успешно — это полеты АМС «Луна-16», -20, -24». АМС «Луна-18» разбилась при посадке. АМС «Луна-23» достигла лунной поверхности, но из-за крена станции при посадке грунтозаборное устройство было повреждено.

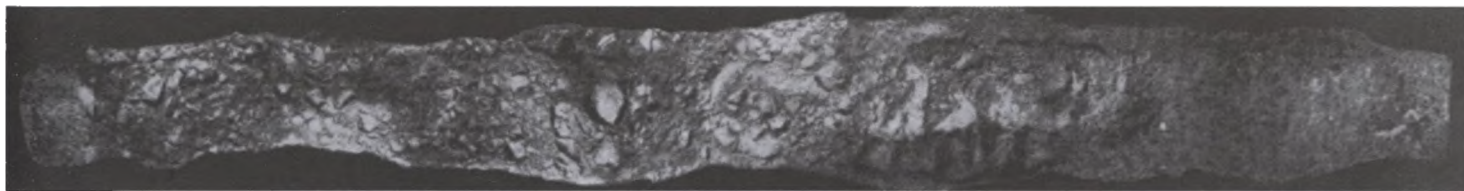
СТАРТ ЗА СТАРТОМ

Второй образец лунного грунта был взят АМС «Луна-20» в горном районе между Морем Изобилия и Морем Кризисов вблизи Кратера Амегино, в 120 км от места падения АМС «Луна-18». Выбор места взятия грунта осуществлялся по изображениям, переданным телефотометрами. Станция выполнила бурение на глубину 35 см и с 55 г лунного грунта 25 февраля 1972 г. мягко опустилась на Землю в районе Джезказгана.

Третий и последний образец лунного грунта был доставлен на Землю АМС «Луна-24», которая выполнила бурение на глубину 2,25 м в равнинном районе Моря Кризисов вблизи Кратера Фаренгейт, в нескольких сотнях метров от места посадки станции «Луна-23». Двухметровую колонку лунного грунта (170 г) 22 августа 1976 г. станция доставила на Землю, приземлившись в Западной Сибири к юго-востоку от Сургута.

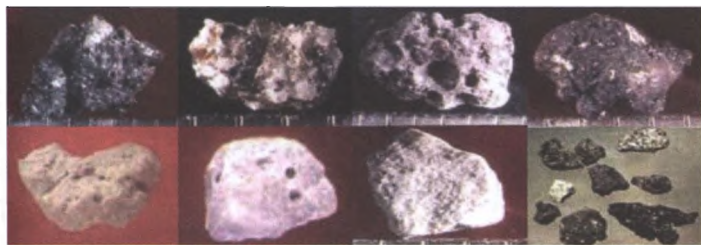
«ЗЕМЛЯ» ЛУНЫ, ДОСТАВЛЕННАЯ АМС «ЛУНА-16»

Впервые в истории космонавтики автоматическая станция совершила рейс Земля—Луна—Земля, доставив на Землю образцы лунной породы, исследование которых производилось непосредственно в земных лабораториях.



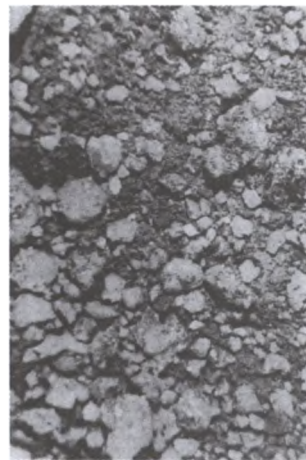
Колонка лунного грунта, доставленного на Землю АМС «Луна-16» (справа расположена нижняя часть колонки)

Колонка лунного грунта, доставленного АМС «Луна-16», была заполнена разнотелным темно-серым порошком — реголитом, который легко формируется и слипается в небольшие рыхлые комки. Реголит состоит из частиц различного размера, подобных размельченной горной породе базальтового типа, и частиц, подверженных заметным преобразованиям на поверхности Луны — спеканию, оплавлению и др.



Разные типы зерен лунного реголита из Моря Изобилия

Размер зерен реголита, заполнившего бур, увеличивается с глубиной: верхняя зона до 15 см длины колонки состояла из пылевидного тонкозернистого материала с малым содержанием грубых фракций, в средней зоне от 15 до 33 см находились более крупные частицы реголита с включениями обломков пород и других частиц размером более 3 мм, и только последние 2 см у основания колонки содержали крупнозернистый материал.



Крупнозернистая часть нижней зоны колонки лунного грунта

ЛУННЫЙ ГРУНТ В РУКАХ УЧЕНЫХ

За три лунных экспедиции на Землю было доставлено 326 г образцов грунта из трех разных районов Луны. Исследования показали, что характер поверхностного материала изменяется от одного района к другому. Наибольшие различия свойств и состава выявлены у реголитов, доставленных из лунных морей и гористых материковых областей Луны.

В процессе исследования лунного грунта были определены его оптические, физико-механические, тепловые, магнитные и электрические свойства, возраст, химический

и минеральный состав, дана геолого-морфологическая и геологическая характеристика районов посадки и т. д.

Радиационные исследования и биологические эксперименты показали низкую радиоактивность и стерильность образцов лунного грунта, отсутствие в них живых организмов.

Возможность использования сложного лабораторного оборудования при изучении лунного грунта в земных условиях положила начало новому этапу в исследовании Луны.

На этом советская лунная программа была завершена. Эффективная работа советских автоматических станций проложила путь к практическому освоению необъятных просторов Вселенной, во многом определив дальнейшие успехи в развитии космонавтики.

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. АМЕРИКАНСКАЯ ЛУННАЯ

Американская лунная программа была рассчитана на 10 лет и полностью ориентирована на подготовку пилотируемых полетов к Луне и высадку человека на ее поверхность, что явилось величайшим достижением в истории человечества. Этому этапу предшествовало исследование нашего естественного спутника при помощи беспилотных автоматических аппаратов.

ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ

Начало реализации американской лунной программы положили запуски автоматических космических аппаратов под общим названием «Пионер», конструктивно отличающихся друг от друга. Назначение КА этой серии — исследование окололунного и межпланетного пространства, а также планет Солнечной системы: Венеры, Марса, Юпитера.

Для исследования Луны предназначались КА «Пионер», «Пионер 1, 2, 3, 4», которые, к сожалению, не выполнили поставленных перед ними задач из-за неполадок, прежде всего, в работе ракет-носителей.

Наиболее успешным был полет КА «Пионер 4», который 4 марта 1959 г. пролетел мимо Луны на расстоянии около 60 тыс. км от ее поверхности. Так как на аппарате вместо телекамеры стоял фотоэлектрический сенсор, который не мог фиксировать световые лучи на таком большом расстоянии, получить изображения лунной поверхности не удалось. Установленный на борту аппарата счетчик Гейгера не зафиксировал никакой радиации в окрестностях Луны до расстояния 658 тыс. км, когда связь с космическим аппаратом была потеряна.



*Космический аппарат
«Пионер 4»*

КА «Пионер» вышел на гелиоцентрическую орбиту, став второй после советской АМС «Луна-1» искусственной планетой Солнечной системы. Он первым среди американских космических аппаратов достиг второй космической скорости и в результате преодолел притяжение Земли.

С сентября 1959 г. по декабрь 1960 г. США предприняли еще четыре попытки вывести КА на орбиту спутника Луны, но они были неудачными. После этого программу «Пионер» переориентировали на исследования Венеры, Марса и Юпитера, которые были более успешными.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ В РЕЖИМЕ ПАДЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ЕЕ ПОВЕРХНОСТЬ

Первым реальным этапом американской лунной программы стала разработка космических аппаратов серии «Рейнджер», назначением которых было исследование окололунного пространства и мезорельефа лунной поверхности перед падением на Луну. В момент падения скорость КА равнялась примерно 2,6 км/с.

Начиная с 1959 г. были разработаны три поколения конструкций КА. Всего было создано девять космических аппаратов, из которых успешно завершили программы полетов только три последних.

Аппаратами первого поколения являлись два КА: «Рейнджер 1, 2», при запусках которых вторая ступень ракеты-носителя не срабатывала, в результате чего они не были выведены на траекторию полета к Луне, а остались на низких земных орбитах, на которых спутники Земли не могут долго существовать. В дальнейшем конструкции аппаратов этого поколения использовали при создании КА «Маринер», предназначенных для исследования Венеры.



К аппаратам второго поколения относились три КА: «Рейнджер 3, 4, 5». Они вышли на траекторию полета к Луне, но по разным причинам не смогли выполнить запланированные научные исследования и телесъемку.

КА «Рейнджер 3» стартовал 26 января 1962 г., но из-за ошибки в работе автоматики 28 января прошел мимо Луны на расстоянии 36 800 км. Единственным научным результатом полета была информация о гамма-лучах в межпланетном пространстве.

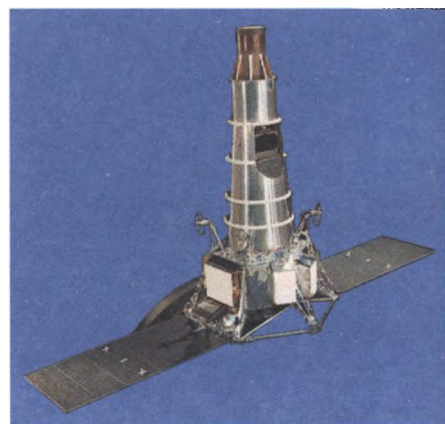
КА «Рейнджер 4», запущенный 23 апреля 1962 г., стал первым американским КА, достигшим поверхности Луны. Однако из-за сбоя в работе бортового компьютера панели солнечных батарей не развернулись, что привело к отказу в работе навигационного и научного оборудования.

По данным сейсмометра было определено, что аппарат упал на обратную сторону Луны.

*Космический аппарат
«Рейнджер 3, 4, 5»*

8 октября 1962 г. был запущен КА «Рейнджер 5». Во время полета по неустойчивой причине на борту КА произошло переключение подачи электроэнергии от солнечных батарей на аккумуляторы, которые через 8 часов прекратили работу. В результате плановая коррекция траектории не была произведена, и КА «Рейнджер-5» пролетел мимо Луны на расстоянии 725 км с выходом на гелиоцентрическую орбиту.

КА «Рейнджер 6, 7, 8, 9» относились к аппаратам третьего поколения. На каждом из них были установлены шесть телекамер: две широкоугольные с фокусным расстоянием 25 мм и четыре узкоугольные с фокусным расстоянием 76 мм. Телекамеры были смонтированы в двух блоках, имеющих отдельное электропитание, таймеры и передатчики.



КА «Рейнджер 6, 7, 8, 9»

ПРОГРАММА. «Пионер», «Рейнджер»

Основные этапы американской лунной программы получили наименования в соответствии с названиями разрабатываемых для осуществления каждого из них автоматических космических аппаратов «Пионер», «Рейнджер», «Сервейор», «Лунар Орбитер» и пилотируемых космических кораблей «Аполлон».

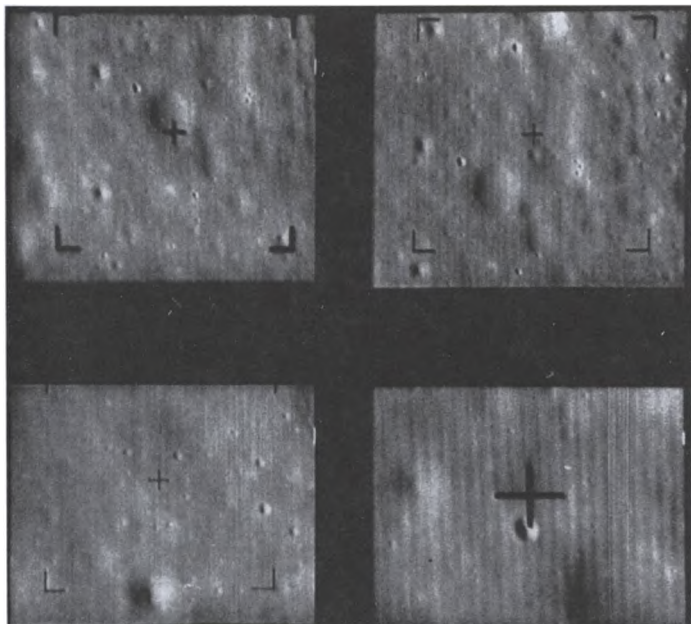
РЕЗУЛЬТАТЫ СЪЕМОК ЛУНЫ В РЕЖИМЕ ПАДЕНИЯ НА ЕЕ ПОВЕРХНОСТЬ

КА «Рейнджер 6», запущенный 30 января 1964 г., достиг Луны и упал на ее поверхность в районе Моря Спокойствия в 30 км от расчетной точки. Однако из-за отказа в работе телекамер съемка Луны не производилась.

Первым космическим аппаратом, который передал крупномасштабные изображения лунной поверхности, был КА «Рейнджер 7».

31 июля 1964 г. он выполнил телесъемку заданного района в течение 17 минут перед падением на северо-западе Моря Облаков, к югу от Кратера Коперник. Позже этот район получил название Море Познанное. Съемка началась на высоте 2110 км.

В результате было получено 4308 снимков. На последнем снимке различаются кратеры диаметром до 0,5 м.



Снимки лунной поверхности, полученные четырьмя камерами КА «Рейнджер 8». Верхние снимки охватывают около 2,4 км, а два нижних — около 800 м. На верхних снимках видны кратеры размером свыше 15 м, а на нижних — свыше 5 м

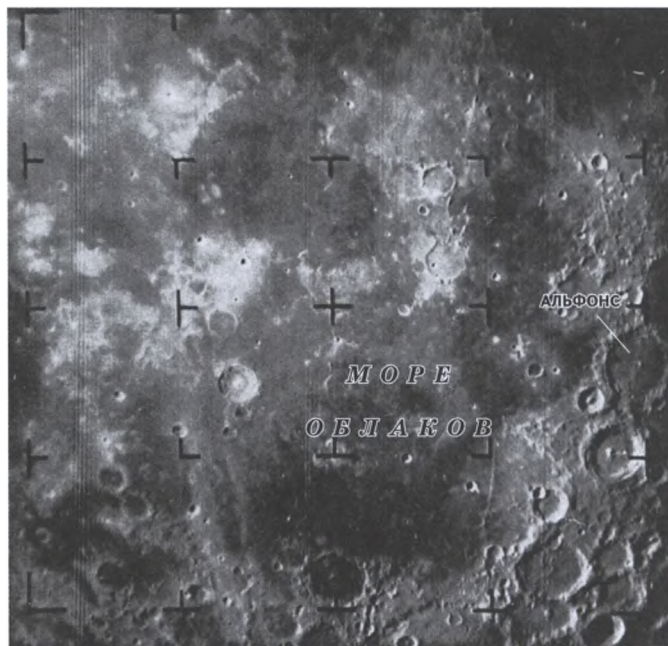
24 марта 1965 г. КА «Рейнджер 9» упал в Кратер Альфонс, расположенный в центральной части видимой стороны Луны и имеющий диаметр около 120 км. Перед падением КА в течение 16 минут проводил съемку гористого района лунной поверхности, начиная с высоты около 2370 км. Всего было получено 5814 снимков. Последний снимок имел разрешение 0,3 м.

В этом районе по наблюдениям с Земли предполагалось наличие вулканической деятельности. На снимках были обнаружены небольшие кратеры с темным окружением, которое рассматривалось как индикатор возможных источников выделения газа из недр.



Снимок лунной поверхности, полученный КА «Рейнджер 7» за 17 минут до падения. Большой Кратер Альфонс около 120 км в диаметре

20 февраля 1965 г. КА «Рейнджер 8» в течение 23 минут выполнял вторую телесъемку лунной поверхности с высот от 2510 км до падения в районе Моря Спокойствия, где спустя 4,5 года прилунился КК «Аполлон 11». Было получено 7137 снимков. Последний снимок имел разрешение 1,5 м.



Снимок, полученный КА «Рейнджер 9» в начале съемки. Кадр охватывает около 1050 км в поперечнике. КА упал в Кратер Альфонс выше и правее центрального пика

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. АМЕРИКАНСКАЯ ЛУННАЯ

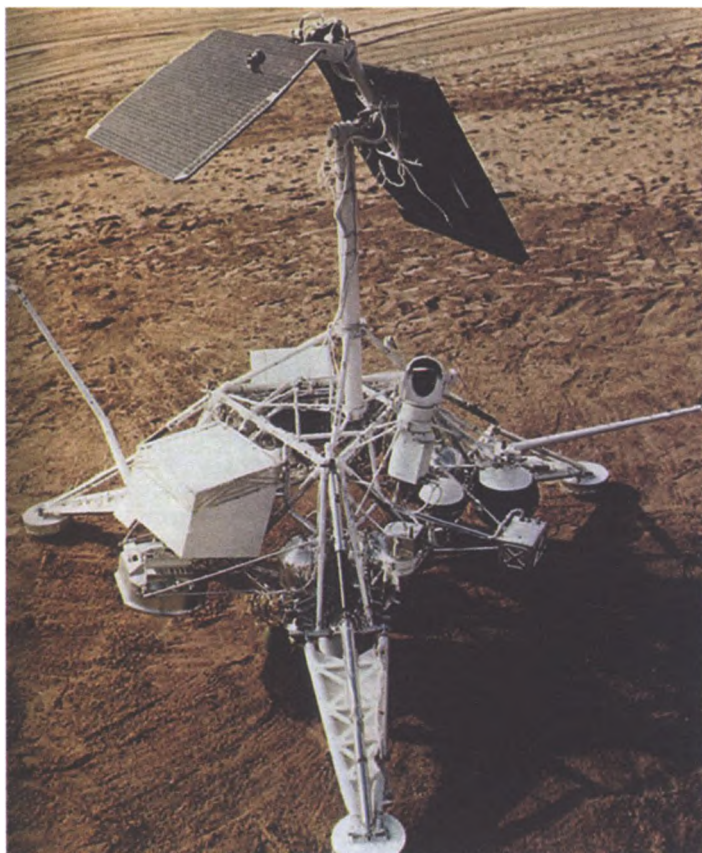
МЯГКАЯ ПОСАДКА НА ПОВЕРХНОСТЬ ЛУНЫ

Новой вехой на пути к осуществлению высадки человека на Луну стал запуск беспилотных КА серии «Сервейор», предназначенных для отработки мягкой посадки на лунную поверхность. Все семь космических аппаратов, запущенных по программе «Сервейор», были оснащены телекамерами, с помощью которых после посадки выполнялась съемка окружающей местности. В ходе полетов КА серии «Сервейор» предстояло определить глубину пылевого слоя, исследовать химический состав и характеристики грунта, изучить тепловые условия на Луне. С этой целью на ряде аппаратов были установлены ковши-захваты, альфа-анализаторы грунта и магниты для определения наличия в лунном грунте железа. Кроме того, мягкие посадки КА серии «Сервейор» предусматривались в местах предполагаемых посадок пилотируемых КК «Аполлон».

Из семи аппаратов успешно прилунились пять: «Сервейор 1, 3, 5, 6, 7». КА «Сервейор 2» и «Сервейор 4» при посадке разбились. Из-за отказа одного двигателя КА «Сервейор 2» начал кувыркаться и 23 сентября 1966 г. упал на поверхность. Связь с КА «Сервейор 4» была потеряна на этапе спуска за 2,5 минуты до посадки.

КА «Сервейор 1» был первым американским космическим аппаратом, осуществившим 2 июня 1966 г. мягкую посадку на поверхность Луны спустя четыре месяца после посадки АМС «Луна-9» (СССР). Место посадки — равнинный район Океана Бурь к северу от Кратера Флемстид. На Землю было передано 11 237 снимков. Аппарат изучил радарную отражательную способность, твердость и температуру лунного грунта. «Сервейор 1» передавал информацию до наступления лунной ночи 14 июля 1966 г. Связь с ним прекратилась 7 января 1967 г.

20 апреля 1967 г. мягкую посадку в Океане Бурь к юго-востоку от Кратера Лансберг выполнил КА «Сервейор 3». При посадке двигатели не погасили скорость до нужной величины, и аппарат дважды подпрыгнул на 10 м и 3 м, а затем встал на поверхность. С помощью ковша «Сервейор 3» вырыл четыре траншеи глубиной 18 см. Образцы грунта были перемещены к телекамере, и их изображения были переданы на Землю. Всего



КА «Сервейор» на земной поверхности. Справа от штанги с солнечными батареями установлена телекамера

было передано 6315 снимков. С наступлением лунной ночи 3 мая 1967 г. аппарат был отключен, но с наступлением дня он не включился. Через год и семь месяцев рядом с ним совершил посадку КК «Аполлон 12».

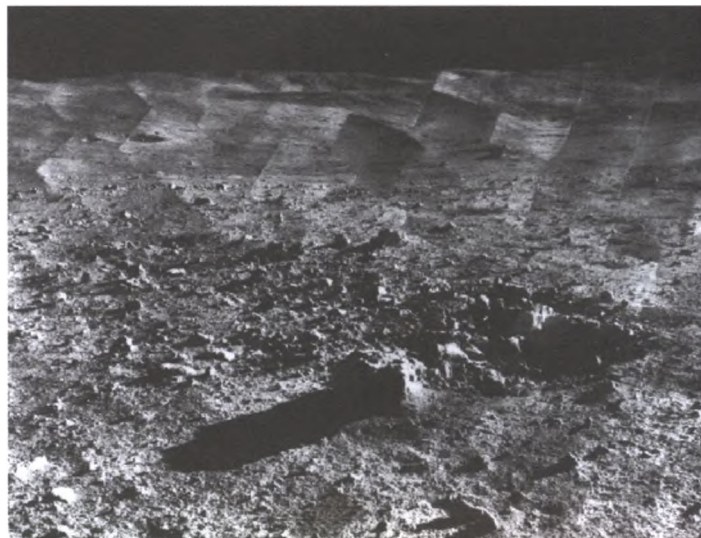
Следующую успешную посадку 11 сентября 1967 г. выполнил КА «Сервейор 5». Он прилунился в Море Спокойствия к востоку от Кратера Сабин. Аппарат работал в течение четырех лунных дней и отключился 17 декабря 1967 г. Итогом исследований явилась передача на Землю 19 049 снимков, а также определение химического состава грунта.

10 ноября 1967 г. в Заливе Центральном, расположенном в центре видимого полушария Луны, прилунился КА «Сервейор 6». Он провел определение химического состава лунного грунта, передал 29 914 снимков лунной поверхности. Был выполнен эксперимент по перемещению КА. По командам оператора с Земли с помощью двигателей «Сервейор 6» приподнялся на 4 м и сместился по лунной поверхности на 2,5 м.

Последний аппарат этой серии КА «Сервейор 7» впервые выполнил мягкую посадку в гористом районе видимого полушария. 10 января 1968 г. КА опустился к северу от Кратера Тихо на расстоянии около 60 км от его центрального пика.

В первую лунную ночь произошел сбой в работе батарей, и в дальнейшем связь проводилась с перерывами. Было получено 21 091 снимков. Ковшом-захватом было прорыто семь траншей и проведено три сеанса определения химического состава грунта. «Сервейор 7» проработал до 20 февраля 1968 г.

Панорама лунной поверхности перед КА «Сервейор 7». Камень на переднем плане имеет размер около 0,5 м. Холмы на горизонте расположены на расстоянии 13 км



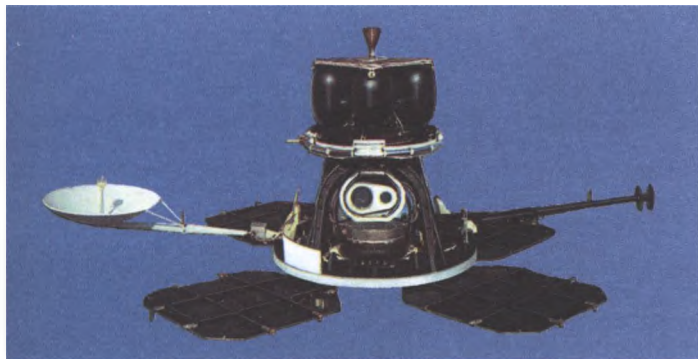
ПРОГРАММА. «Сервейор», «Лунар Орбитер»

ПЕРВЫЙ УСПЕХ НА ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЕ

После неудачных попыток вывести спутник на орбиту вокруг Луны по программе «Пионер» США вернулись к решению этой задачи в рамках программы «Эксплорер». 1 июля 1966 г. была предпринята попытка вывести на окололунную орбиту КА «Эксплорер 33».

Успехом завершился полет КА «Эксплорер 35». 19 июля 1967 г. он вышел на орбиту искусственного спутника Луны и стал первым американским ИСЛ через год и три месяца после полета первого советского ИСЛ «Луна-10». На лунной орбите КА «Эксплорер 35» провел 6 лет, до 24 июня 1973 г., собрав информацию о межпланетном магнитном поле, солнечном плазменном потоке, космической пыли и метеорных потоках в окрестностях Луны. Магнитного поля у Луны КА не обнаружил.

КОСМИЧЕСКИЙ ФОТОГРАФ НА ОРБИТЕ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЛУНЫ



*КА «Лунар Орбитер».
Спереди видны объективы фотокамер*

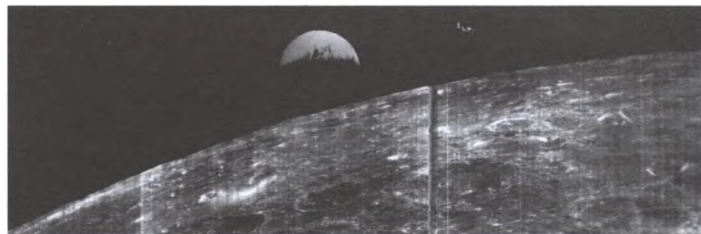
КА «Лунар Орбитер 1» выполнял съемку лунной поверхности с орбиты ИСЛ с 18 по 29 августа 1966 г., передавая на Землю 42 снимка высокого и 187 снимков среднего разрешения, покрывающих площадь 5 млн км². 29 октября 1966 г. КА «Лунар Орбитер 1» сошел с орбиты и упал на обратную сторону Луны.

КА «Лунар Орбитер 2» провел съемку Луны с 18 по 25 ноября 1966 г. За это время, кроме отдельных снимков лунной поверхности, было получено 206 стереопар. 11 октября 1967 г. КА «Лунар Орбитер 2» сошел с орбиты и упал на Луну.

КА «Лунар Орбитер 3» с 15 по 23 февраля 1967 г. передал 182 стереопары снимков лунной поверхности. 9 октября 1967 г. КА «Лунар Орбитер 3» упал на Луну.

КА «Лунар Орбитер 4» с 11 по 26 мая 1967 г. выполнил съемку видимой стороны Луны с разрешениями от 58

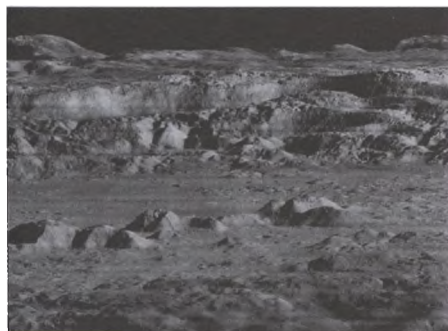
С целью картографирования лунной поверхности с высоким разрешением и выбора равнинных площадок для безопасной посадки на Луну по программам «Сервейор» и «Аполлон» в 1966—1967 гг. США осуществили пять успешных запусков ИСЛ серии «Лунар Орбитер». На борту каждого ИСЛ этой серии была установлена фототелевизионная съемочная система, подобная той, которая была использована в 1959 г. на советской АМС «Луна-3». Съемочная система включала короткофокусную и длиннофокусную фотокамеры с фиксацией изображения на фотопленку и ее последующей фотохимической обработкой на борту. Затем изображения сканировались и в цифровой форме передавались по радиоканалам на Землю, где они записывались на магнитную ленту.



*Первый снимок Земли над горизонтом Луны,
полученный КА «Лунар Орбитер 1»*

до 134 м. Съемка была закончена досрочно из-за сбоя в механизме открытия-закрытия объективов. КА «Лунар Орбитер 4» прекратил существование 31 октября 1967 г.

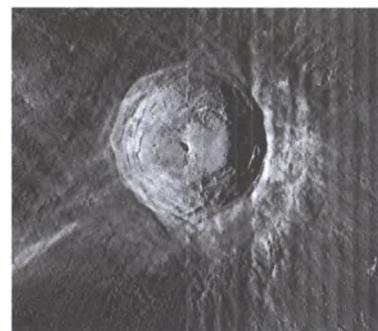
С 6 по 18 августа 1967 г. КА «Лунар Орбитер 5» передал 212 стереопар. Он выполнил съемку практически всей поверхности Луны, по результатам которой были составлены карты различных масштабов и компоновки. 31 января 1968 г. он прекратил существование.



*Кратер Коперник
(диаметр 100 км). Снимок получен
КА «Лунар Орбитер 2»*



*Кратер Циолковский
(диаметр 240 км). Снимок получен
КА «Лунар Орбитер 3»*



*Кратер Аристарх.
Снимок получен
КА «Лунар Орбитер 5»*

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕТОВ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЛУНЫ СЕРИИ «ЛУНАР ОРБИТЕР»

КА серии «Лунар Орбитер» блестяще выполнили свое предназначение, передавая на Землю 2180 снимков с высоким и 882 — со средним разрешением. Впервые была произведена съемка 99% поверхности Луны с высоким для того времени разрешением (до 1 м). На основе стереоскопических съемок были выбраны места для высадки лунных экспедиций.

Кроме того, была получена информация об уровне радиационного излучения, которая использовалась в дальнейшем для разработки средств защиты экипажей при полетах на Луну, а также зафиксированы 22 удара микрометеоритов.

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. АМЕРИКАНСКАЯ ЛУННАЯ

С целью восстановления престижа США в освоении космического пространства президент Дж. Кеннеди объявил национальной задачей высадку американских астронавтов первыми на поверхность Луны.

КОМАНДНЫЙ И СЛУЖЕБНЫЙ МОДУЛИ КК «АПОЛЛОН»

Командный модуль, в котором экипаж проводил практически весь полет, за исключением времени высадки на Луну, имел форму конуса со сферическим основанием и являлся центром управления полетом. В нем астронавты возвращались на Землю, находясь в герметической кабине с теплозащитным экраном и системами жизнеобеспечения экипажа, радиосвязи, управления, навигации и аварийного спасения.



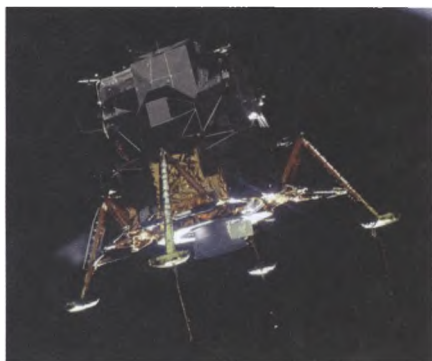
К командному модулю пристыковывался служебный модуль, в котором располагались основная двигательная установка и системы обеспечения полета КК «Аполлон».

Командно-служебный модуль КК «Аполлон»

ЛУННЫЙ МОДУЛЬ КК «АПОЛЛОН»

Лунный модуль, предназначенный для посадки на Луну и взлета с нее, состоял из двух ступеней — посадочной, с собственной двигательной установкой и посадочными опорами, и взлетной, с самостоятельной двигательной установкой и герметичной кабиной для двух членов экипажа.

Посадочная ступень использовалась на этапе спуска лунного модуля с окололунной орбиты и мягкой посадки на поверхность Луны, а также служила стартовой площадкой для взлетной ступени, которая после завершения исследований стартовала с лунной поверхности и на орбите стыковалась с командным отсеком.



Лунный модуль КК «Аполлон» в полете



Лунный модуль КК «Аполлон» на Луне

ОТРАБОТКА ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ К ЛУНЕ НА ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЕ

Подготовке пилотируемых полетов к Луне предшествовала отработка ракетно-космических систем в автоматическом режиме. Первый космический корабль, подготовленный по программе «Аполлон», сгорел на стартовом комплексе во время наземных испытаний. В результате пожара погибли три астронавта: В. Гриссом, Э. Уайт и Р. Чаффи.

Космические корабли «Аполлон 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9» выполняли полеты в околоземном пространстве, отрабатывая технические вопросы, касающиеся полетов к Луне и выхода на ее поверхность.

Следующий этап программы «Аполлон» предусматривал реальный облет Луны с человеком на борту.

ПЕРВЫЙ ПИЛОТИРУЕМЫЙ ОБЛЕТ ЛУНЫ

Первый в истории космонавтики пилотируемый облет Луны выполнил с 21 по 27 декабря 1968 г. экипаж КК «Аполлон 8» в составе Ф. Бормана, Дж. Ловелла и У. Андерса.

24 декабря КК «Аполлон 8» вышел на орбиту искусственного спутника Луны высотой 112 км и, совершив 10 витков, перешел на траекторию полета к Земле.

Экипаж провел детальную съемку предполагаемых районов высадки будущих экспедиций и выполнил наблюдения лунной поверхности.



Слева направо: Дж. Ловелл, У. Андерс и Ф. Борман перед стартом

ГЕНЕРАЛЬНАЯ РЕПЕТИЦИЯ БУДУЩЕЙ ВЫСАДКИ АСТРОНАВТОВ НА ЛУНУ

С целью отработки последних технических операций перед высадкой человека на Луну 18 мая 1968 г. был осуществлен запуск КК «Аполлон 10» с экипажем, в состав которого входили Т. Стаффорд, Дж. Янг и Ю. Сернан.

21 мая КК вышел на орбиту ИСЛ. Астронавты Т. Стаффорд и Ю. Сернан перешли в лунный модуль, отделили его от командного модуля и совершили раздельный полет, имитируя посадку, но без касания поверхности ночного светила. Автономный полет лунного модуля длился 8 часов. После отделения посадочной ступени взлетная ступень лунного модуля состыковалась с командным модулем КК, где в течение всего этого времени оставался Дж. Янг.

26 мая командный модуль с экипажем на борту приводнился в Тихом океане, доказав возможность осуществления безопасных пилотируемых полетов в окрестностях Луны.

ПРОГРАММА. «Аполлон»

Эта задача была реализована в результате пилотируемых космических полетов к Луне по программе «Аполлон» (1961—1972 гг.).

ПОСТАВЛЕННАЯ ПРЕЗИДЕНТОМ ЗАДАЧА РЕШЕНА

Следующим этапом программы «Аполлон» стало решение задачи выхода человека на Луну, который был осуществлен экипажем КК «Аполлон 11», выполнившим первую в истории человечества высадку людей на поверхность другого небесного тела. В состав экипажа входили: Нил Армстронг — командир корабля, Эдвин Олдрин — пилот лунного модуля и Майкл Коллинз — пилот командного модуля. Полет КК «Аполлон 11» был осуществлен с 16 июля по 24 июля 1969 г.

20 июля 1969 г. лунный модуль «Орел» с Н. Армстронгом и Э. Олдрином на борту отделился от командного модуля «Колумбия» и произвел посадку в равнинном районе Моря Спокойствия, который получил название База Спокойствия.

Третий член экипажа, М. Коллинз, оставался в командном модуле на окололунной орбите около двух суток, обеспечивая высадку первой экспедиции на Луну, старт с нее взлетной ступени лунного модуля и стыковку с командным модулем.



Слева направо: Н. Армстронг, Э. Олдрин, М. Коллинз

ПЕРВЫЙ ЗЕМЛЯНИН СТУПАЕТ НА ПОВЕРХНОСТЬ ЛУНЫ

21 июля первым на поверхность Луны в космическом скафандре с автономной системой жизнеобеспечения вышел командир экипажа Н. Армстронг, который ступил на лунную поверхность со словами: «Это один маленький шаг для человека, но гигантский скачок для всего человечества». Видеокамера запечатлела этот исторический момент.



Н. Армстронг ступает на лунную поверхность

ПЕРВАЯ В МИРЕ ПРОГУЛКА ПО ЛУНЕ

Через 16 минут после Н. Армстронга лунную кабину покинул пилот лунного модуля Э. Олдрин, который стал вторым человеком, ступившим на Луну.

Снимок отпечатка подошвы ботинка Э. Олдрина продемонстрировал глубину его погружения в лунную пыль при передвижении по Луне. Солнце находилось справа. Из-за отсутствия на Луне атмосферы тени имеют черный цвет без тональных переходов от освещенной поверхности к темной.



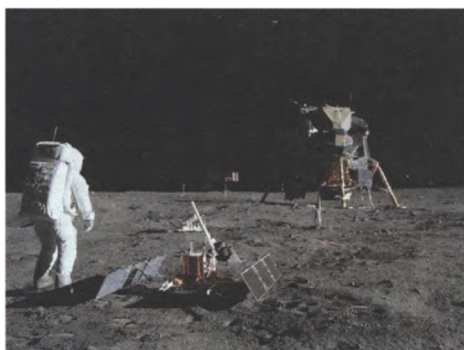
Отпечаток подошвы ботинка Э. Олдрина

Продолжительность пребывания Н. Армстронга вне лунного модуля во время однократного выхода на лунную поверхность составила около 2,5 часов. Общее время пребывания лунного модуля на Луне составило около 21,5 часа.

Максимальное расстояние, на которое астронавты удалились от лунного модуля, составило 30 м.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОЙ ЛУННОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

С поверхности Луны астронавты собрали 22 кг образцов лунного грунта и камней. Они установили на Луне сейсмометр для наблюдения за лунотрясениями и уголкового отражателя лазерного излучения для локализации с Земли, которые остались на лунной поверхности. Ловушка солнечного ветра после экспозиции была возвращена на Землю.



Исторический полет к Луне закончился 24 июля, когда командный модуль с экипажем на борту приводнился в Тихом океане.

Э. Олдрин устанавливает научное оборудование. На дальнем плане лунный модуль КК «Аполлон 11»

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. АМЕРИКАНСКАЯ ЛУННАЯ

ЗАПЛАНИРОВАННАЯ ВСТРЕЧА В ОКЕАНЕ БУРЬ

Вторую экспедицию людей на Луну доставил космический корабль «Аполлон 12», который стартовал 14 ноября 1969 г. В состав экипажа входили Ч. Конрад, Р. Гордон и А. Бин.

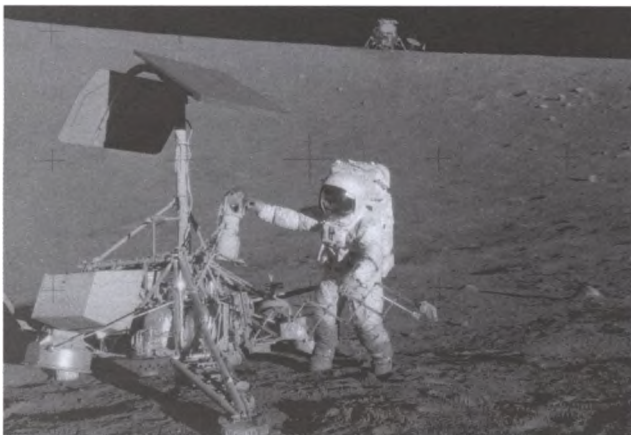
19 ноября лунный модуль «Неустршимый», пилотируемый астронавтами Ч. Конрадом и А. Бином, совершил посадку в равнинном районе Океана Бурь, примерно в 180 м от места прилунения КА «Сервейор 3». В этом же районе ранее совершили посадку беспилотные аппараты «Луна-5» (СССР) и «Рейнджер 7» (США).

В ознаменование этого Международной астрономической союз присвоил району посадки название Море Известное.



Астронавт А. Бин спускается из лунного модуля

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ



Астронавт Ч. Конрад демонтирует телекамеру с КА «Сервейор-3». На заднем плане виден лунный модуль КК «Аполлон 12». Снимок сделан астронавтом А. Бином

Программой полета КК «Аполлон 12» предусматривалась установка на лунной поверхности комплекта научных приборов, а также доставка на Землю образцов лунного грунта и некоторых деталей КА «Сервейор 3».

На этот раз астронавты провели на Луне 37,5 часов, из которых 8 часов — вне кабины, а их максимальное удаление от лунного модуля составило 500 м. Все это время Р. Гордон оставался на орбите в командном модуле «Янки Клиппер».

За два выхода на лунную поверхность они собрали 34 кг геологических образцов пород лунного грунта, развернули на поверхности комплект научного оборудования АЛСЕП, сфотографировали место посадки и обследовали КА «Сервейор 3», находившийся на Луне уже 2,5 года. Астронавты демонтировали некоторые детали аппарата, в том числе телекамеру, и доставили их на Землю для исследования влияния длительности пребывания в лунных условиях. В настоящее время телекамера демонстрируется в Национальном аэрокосмическом музее США.

24 ноября 1969 г. командный модуль с экипажем благополучно приводнился в Тихом океане.

ВЗРЫВ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ

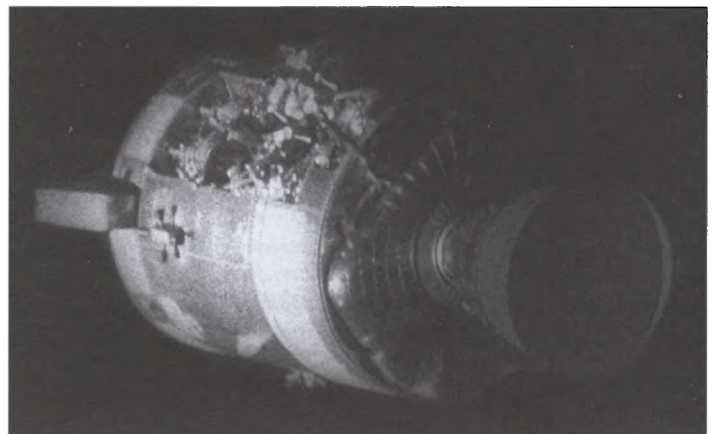
11 апреля 1970 г. стартовал КК «Аполлон 13», на борту которого находились астронавты Дж. Ловелл, Дж. Суиджерт и Ф. Хейс.

Через два дня в служебном модуле, пристыкованном к командному модулю «Одиссей», произошел взрыв кислородного резервуара. Это была вторая после пожара на КК «Аполлон 1» крупная авария по программе «Аполлон».

Взрыв вывел из строя систему жизнеобеспечения в командном модуле. Это привело к нехватке электроэнергии и пригодной для питья воды, а также недостаточному снабжению экипажа кислородом.

Астронавты из командного модуля перешли в лунный модуль «Водолей», ставший для них космической «спасательной шлюпкой».

В связи с аварией перевод корабля на орбиту ИСЛ и посадка на Луну были отменены. Облетев вокруг Луны по эллиптической геоцентрической орбите и проведя фотографирование лунной поверхности, экипаж корабля 17 апреля благополучно вернулся на Землю.



Место взрыва на служебном модуле КК «Аполлон 13»

ПРОГРАММА. «Аполлон»

ОНИ ЗАВЕРШИЛИ АМЕРИКАНСКУЮ ЛУННУЮ ПРОГРАММУ

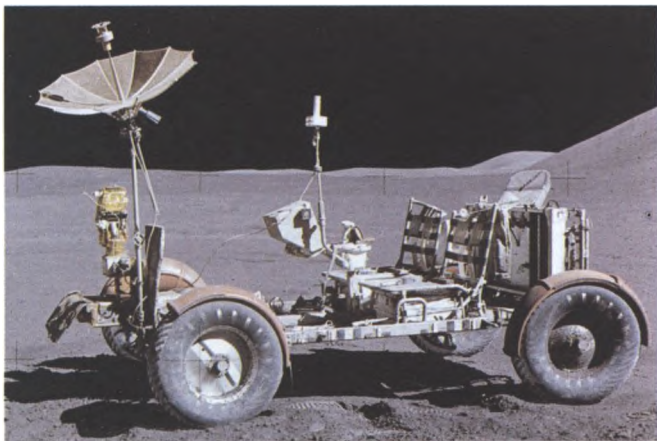
С февраля 1971 г. по декабрь 1972 г. на поверхность Луны осуществили высадку экипажи четырех последних космических кораблей, запущенных по американской лунной программе «Аполлон», — КК «Аполлон 14, 15, 16, 17». С каждым полетомastrонавтыувеличивали время их пребывания на Луне и удаленность от лунного модуля.

Лунная экспедиция КК «Аполлон 14» впервые для перемещения грузов по лунной поверхности использовала ручную двухколесную тележку, а КК «Аполлон 15» доставил первый самоходный аппарат «Лунар Ровер» для передвижения астронавтов по Луне.

Дж. Ирвин около лунного модуля КК «Аполлон 15» и самоходного аппарата «Скиталец» на фоне Гор Хэдли



ПЕРВОЕ НЕЗЕМНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО — САМОХОДНЫЙ АППАРАТ «ЛУНАР РОВЕР»



Самоходный аппарат «Скиталец» КК «Аполлон 15»

Самоходный аппарат представлял собой небольшой двухместный четырехколесный автомобиль с электрическим двигателем, управляемый астронавтами. Его максимальная скорость составляла 13 км/ч, а максимальный пробег — 65 км.

Впереди на ровере были установлены кино-, фото- и телевизионная камеры. Телевизионная камера, управление которой могло осуществляться как членами экипажа, так и по команде с Земли, предназначалась для съемки старта взлетной ступени лунного модуля с Луны, а после отлета — для астрономических наблюдений и съемки взрывов сейсмических зарядов, оставленных астронавтами на Луне.

Успешные «путешествия» астронавтов трех лунных экспедиций на роверах доказали их надежность и необходимость использования для облегчения работы экипажей на Луне и расширения районов обследования в местах посадки.

НАУЧНЫЕ ИТОГИ ЛУННЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ ПО ПРОГРАММЕ «АПОЛЛОН»



Научная аппаратура АЛСЕП, установленная на Луне.

В ее комплект входили: гравиметр, детектор заряженных частиц, детектор нейтронов, масс-спектрометр, измеритель теплового потока из недр Луны, геофоны для регистрации сейсмических колебаний, вызванных подрывом зарядов после отлета астронавтов с поверхности Луны

В ходе пилотируемых полетов по программе «Аполлон» были успешно выполнены высадки на лунную поверхность 6 экспедиций, 12 астронавтов побывали на Луне. Они доставили на Землю около 380 кг образцов лунного грунта как из морских бассейнов, так и из материковых областей; выполнили исследования Луны с помощью разнообразного научного оборудования; получили большой объем фото-, кино-, телевизионной информации в разных масштабах.

По результатам фотографирования Луны по программе «Аполлон» создана карта масштаба 1:250 000 с горизонталями, проведенными через 10 м. на 20% Лунной поверхности.

Лунные автоматические лаборатории — станции АЛСЕП, установленные в местах пяти посадок по программе «Аполлон», передавали комплексную информацию по Луне с 1969 г. В 1977 г. они были законсервированы из-за прекращения финансирования программы.



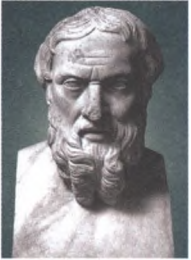
Пилот лунного модуля КК «Аполлон 17» Х. Шмитт — первый и единственный из 12 высадившихся на Луну астронавтов ученый-геолог — измеряет гномом тени у разрушенной скалы вблизи лунных Гор Тавр и Кратера Литтлов у юго-восточного края Моря Ясности. Съемка выполнена командиром экипажа Ю. Сернаном

Полет КК «Аполлон 17» был последней лунной экспедицией, во время которой была осуществлена высадка астронавтов на Луну. Этот полет завершил американскую лунную программу, внесшую неоценимый вклад в историю пилотируемой космонавтики.

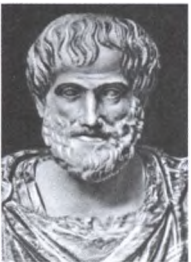
ЛУННАЯ НОМЕНКЛАТУРА. История и совре



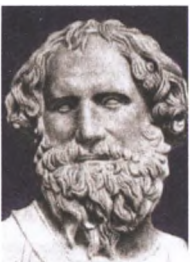
Пифагор (540—500 до н. э.) — греческий философ, основатель пифагорейской школы, занимался математикой, теорией музыки. Теорема Пифагора была известна до него в Вавилоне. Учение о числах было развито в его школе.



Геродот (484—425 до н. э.) — греческий историк, проследил историю отношений между древневосточными деспотиями и греческими рабовладельческими государствами Азии и Европы. Их кульминацией стали греко-персидские войны.



Аристотель (384—322 до н. э.) — древнегреческий философ и ученый-энциклопедист, его основной труд — «Метафизика».



Архимед (ок. 287—212 до н. э.) — знаменитый античный математик и физик. В математике открыл число «пи», ввел систему наименования целых чисел. В физике обосновал закон рычага и основной закон гидростатики (закон Архимеда).

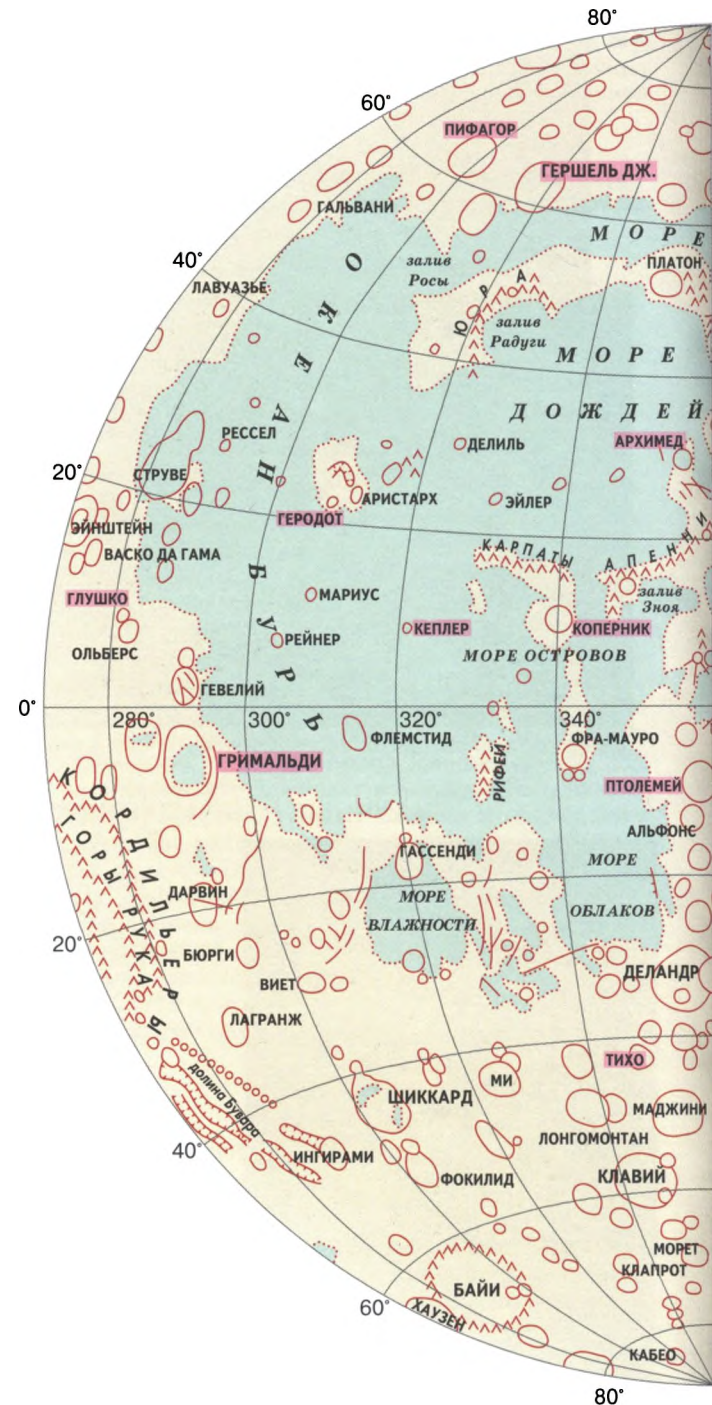


Гиппарх из Никеи (190—125 до н. э.) — выдающийся астроном античности, рассчитал аномалии солнечного движения, определил с большой точностью расстояние от Земли до Луны, создал звездный каталог, использованный впоследствии Птолемеем, сравнивая звезды в каталогах, открыл прецессию равноденствия.



Клавдий Птолемей (после 83 — после 161 н. э.) — астроном, астролог, математик и географ, автор «Альмагеста», в котором он обосновал геоцентрическую систему мира.

Традиционно названиями на Луне занимается был образован специальный комитет, который выработал названий телам Солнечной системы, а также различным решено, что не рассматриваются и не присваиваются водцев, а имена философов только по истечении 10 лет здравствующих людей. Исключение из этого правила было ников были даны названия лунным кратерам. Этой чести риканских астронавтов.



Впервые на видимой стороне Луны были увековечены Эдвин Олдрин и Майкл Коллинз — экипаж КК «Аполлон 11».

Названия на Луне появились тогда, когда ее поверхность стали изображать графически. На первой дошедшей до нас карте У. Гильберта (1603 г.) названия были даны лунным морям, которые он именовал континентами. Несколько позже Т. Харриот обозначал детали лунного рельефа буквами и цифрами. В 1651 г. вышел в свет «Новый Альмагест», труд Дж. Б. Риччоли, который предложил давать таким деталям рельефа Луны, как лунные кратеры, названия в честь великих ученых из различных исторических эпох. Ян Гевелий подготовил карту-схему, для которой использовал земные названия.

менность. Видимая сторона Луны

Международный астрономический союз (МАС). В 1921 г. международную систему правил и условий присвоения деталям и явлениям на поверхности небесных тел. Было имена религиозных и политических деятелей и полко- после смерти. Кроме того, не присваиваются имена ныне сделано только один раз, когда в честь наших современ- удостоились шесть советских космонавтов и шесть аме-

Николай Коперник (1473—1543) — поль- ский астроном, создатель гелиоцентрической системы мира, реформатор астрономии.



Тихо Браге (1546—1601) — датский астро- ном, наблюдатель, основатель астрометрии, автор каталога 788 звезд.



Иоганн Кеплер (1571—1630) — немецкий астроном и математик, прославился открытием законов движения планет (законы Кеплера).



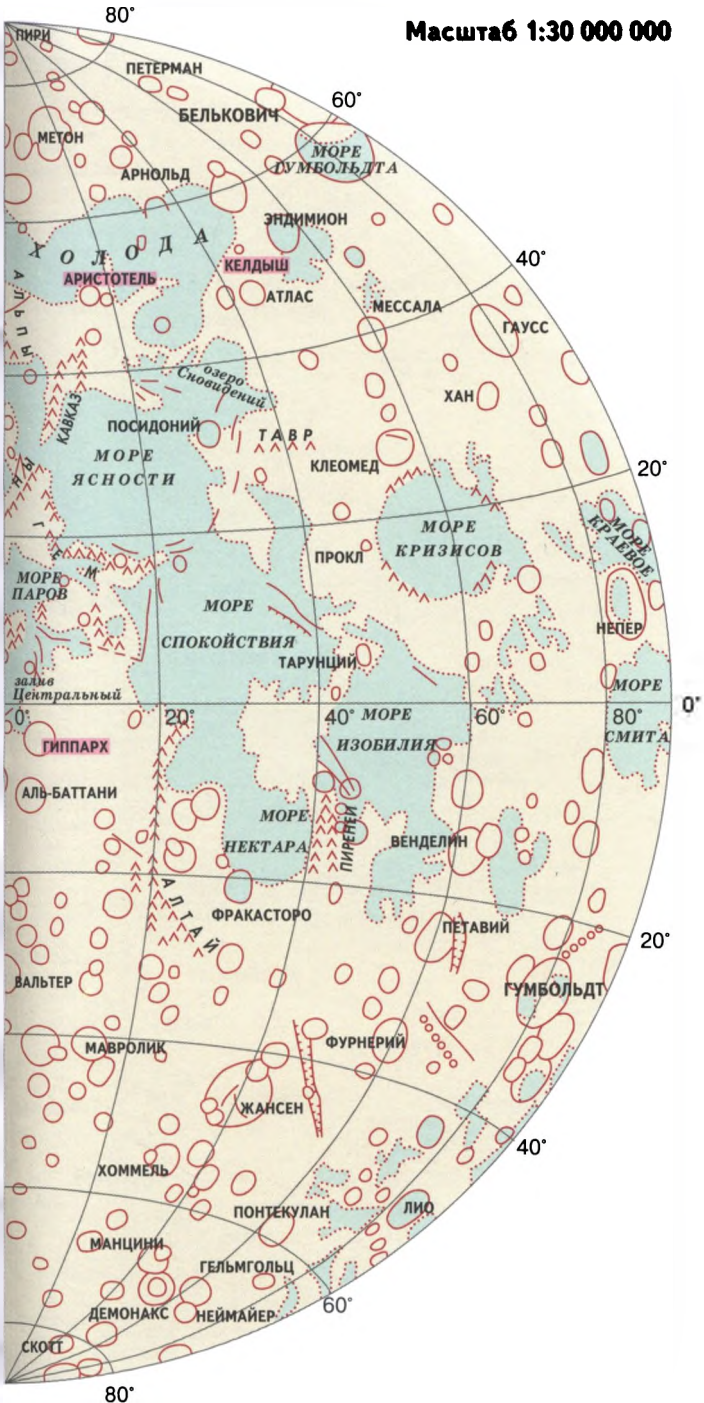
Франческо Мариа Гримальди (1618— 1663) — итальянский физик и астроном, открыв- ший явление дифракции света. Совместно с Дж. Б. Риччолли составил карту Луны и ввел названия лунных пятен.



Уильям Гершель (1738—1822) — англий- ский астроном и оптик, создатель телескопов- рефлекторов, наблюдатель, открыл планету Уран, ряд спутников Урана и Сатурна, основопо- ложник звездной астрономии.



Мстислав Всеволодович Келдыш (1911— 1978) — выдающийся советский ученый в области механики и математики, главный теоретик совет- ской космонавтики.



имена наших современников. Это были Нейл Армстронг, Эти люди первыми побывали на Луне.

И сегодня на карте Луны можно встретить Альпы, Карпаты и Апеннины. Лунные равнины, залитые лавой, получили назва- ния лунных морей. Эти названия отражают состояние атмосферы — Море Влажности, Море Дождей, Море Холода, Океан Бурь или состояние человека — Море Спокойствия, Море Кризисов и др. Осуществление мягкой посадки, а затем и высадки человека на Луну привело также и к расширению списка названий. Так на Луне появился Залив Лунника.

менность. Обратная сторона Луны



Юрий Алексеевич Гагарин (1934—1968) — летчик-космонавт СССР, первый человек, совершивший полет в космическое пространство.

Герман Степанович Титов (1935—2000) — летчик-космонавт, второй космонавт в мире.



Андриян Григорьевич Николаев (1929—2004) — летчик-космонавт, командир отряда космонавтов.



Валентина Владимировна Терешкова (род. 1937) — первая женщина-космонавт. Полет состоялся в 1963 г.



Владимир Михайлович Комаров (1927—1967) — летчик-космонавт, погиб при завершении своего второго полета, когда не сработал основной парашют спускаемого аппарата.



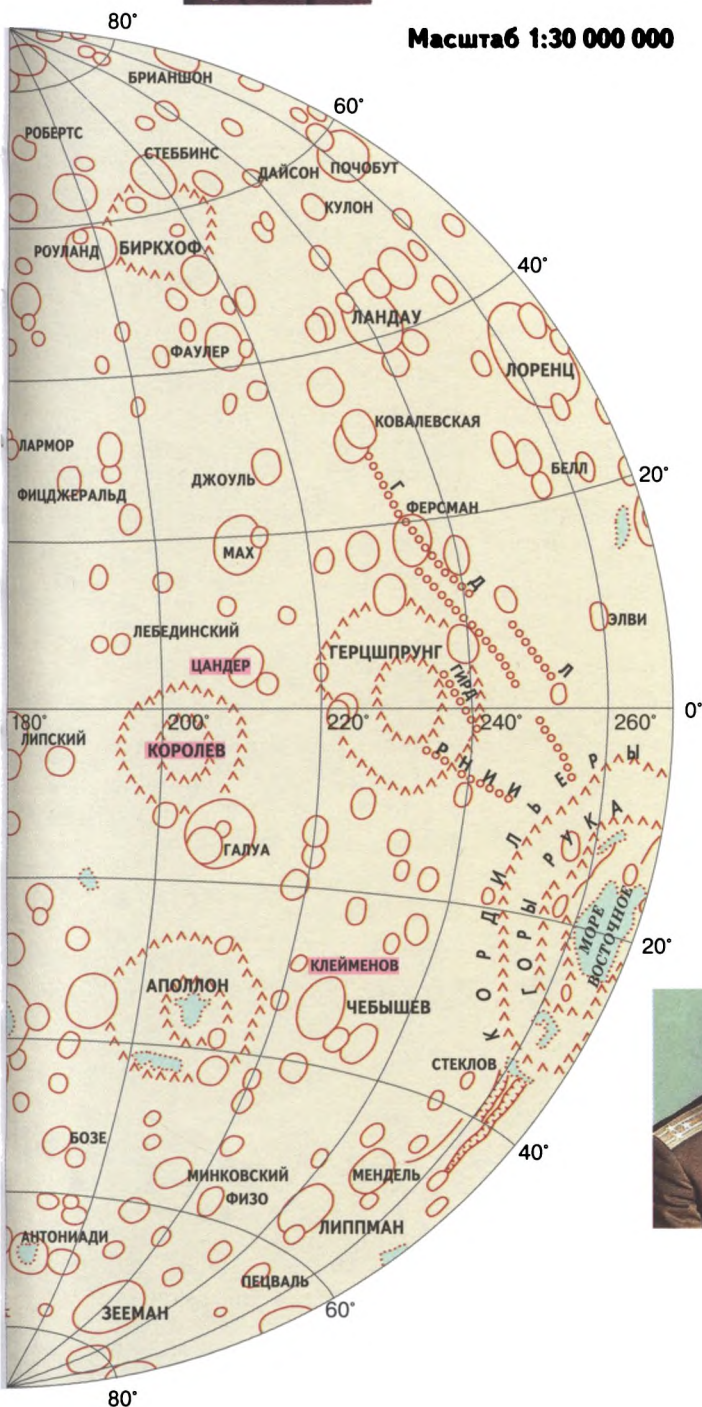
Константин Петрович Феокистов (1926—2009) — конструктор космической техники, космонавт-исследователь.



Павел Иванович Беляев (1925—1970) — летчик-космонавт, впервые в мире вручную сориентировал космический корабль и включил тормозной двигатель.



Алексей Архипович Леонов (род. 1934) — летчик-космонавт, первым осуществивший выход в открытое космическое пространство.



На обратной стороне Луны впервые было утверждено несколько названий для кратеров в честь шести советских космонавтов. Шесть американских астронавтов увековечены на видимой с Земли стороне Луны. В советской шестерке были Герман Титов, вторым полетевший в космос, Валентина Терешкова — первая женщина-космонавт. Алексей Леонов и Павел Беляев первыми осуществили выход в открытый космос. Андрьян Николаев и Константин Феокистов — участники первого группового полета. На обратной стороне в центральной части расположился Кратер Аполлон, названный в честь КК, доставившего человека на Луну. Есть там и крупные образования, например единственное Море (лавовая равнина), получившее название Море Москвы. Оно входило в первые шесть названий, присвоенных деталям невидимой с Земли стороны Луны по снимкам АМС «Луна-3».

РЕЛЬЕФ ЛУНЫ. ВИДИМАЯ СТОРОНА

На обращенной к Земле стороне Луны концентрируются в основном равнины лунных морей. Сильно кратерированная северная околополярная область сменяется примерно на 60-й северной параллели равниной Моря Холода, а на границе видимой стороны просматривается еще и Море Гумбольдта. Затем к западу от центрального меридиана появляется Море Дождей, окаймленное горными массивами. Его окружают лунные Альпы, Апеннины, Карпаты, Юра. На равнине этого моря к югу от Залива Радуги работал «Луноход-1».

К югу от Моря Дождей начинается цепочка морей, расположившаяся примерно с севера на юг. Сюда входят Море Островов, Море Познанное, Море Влажности и Море Облаков. После этих морей до самого Южного полюса все пространство занято кратерированным лунным материком с мощной лучевой системой Кратера Тихо.

К западу от перечисленных морских равнин с севера на юг протянулся Океан Бурь — самая крупная лунная равнина. На ней выделяются кратеры с лучевыми системами Аристарх, Кеплер, Коперник. Именно в Океане Бурь удалась мягкая посадка на поверхность Луны, и станция «Луна-9» передала первые панорамы лунной поверхности. К югу от экватора в краевой зоне видны Кордильеры Моря Восточного — пограничные хребты самого мощного бассейна обратной стороны Луны.

На Луне выделяют глобальные формы рельефа (макрорельеф), средние формы (мезорельеф) и малые формы рельефа (микрорельеф).

Макрорельеф представлен двумя типами образований — материками и морями.

Материки — это светлые области с неровным рельефом, занимающие около 85% всей поверхности и возвышающиеся на 1—2 км над прилегающими темными областями равнинами лунных морей.

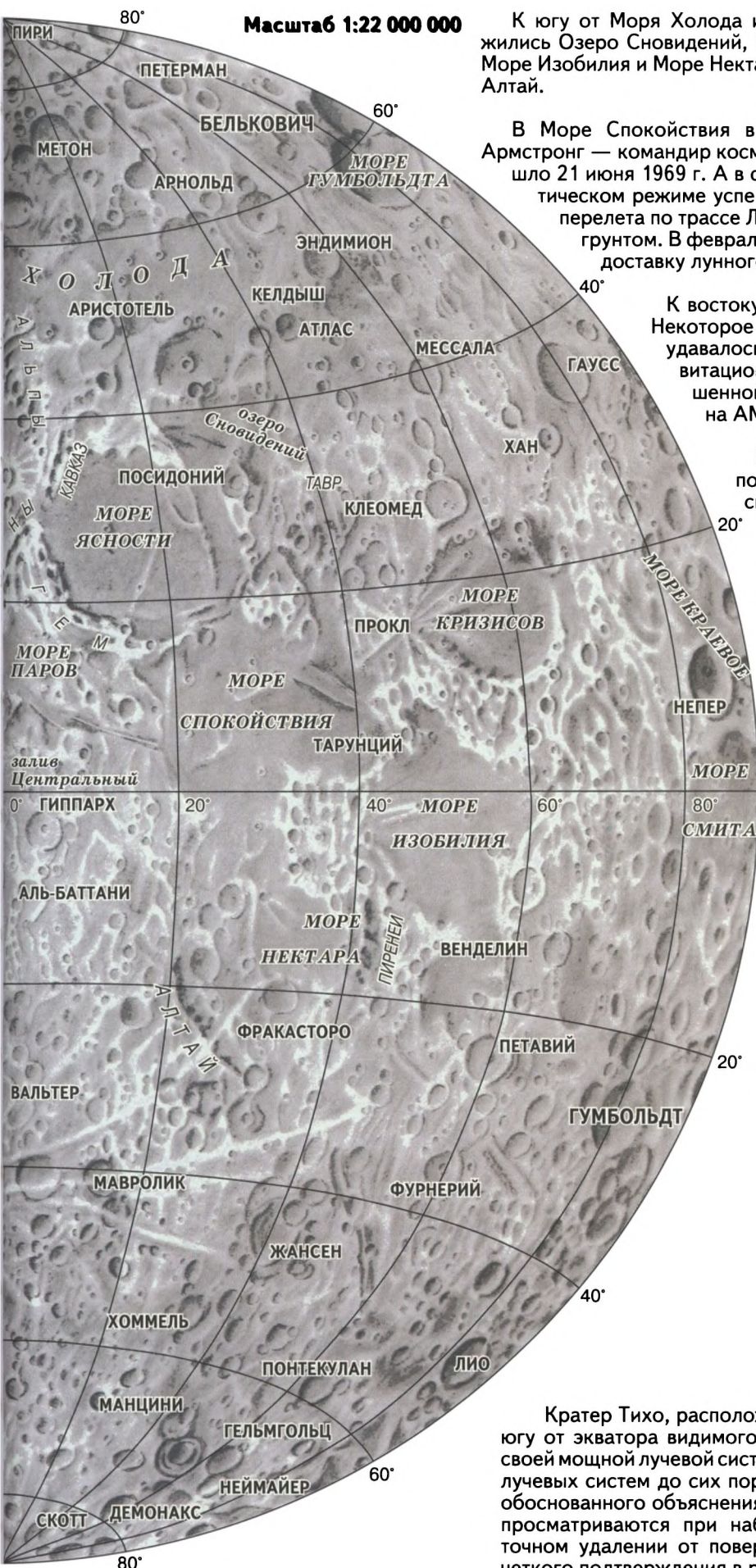
Моря — это традиционные названия лунных равнин, заполненных застывшей базальтовой лавой.



Кратер Аристарх

Этот крупный кратер диаметром более 100 км расположен в северной части Океана Бурь. Он интересен тем, что в нем самом и в окрестностях за все время наблюдений Луны было отмечено самое большое число нестационарных явлений, а именно более 400. В связи с этим особый интерес вызывает исследование донной залежи ударного расплава и центральных пиков. В будущем предполагается получить мультиспектральные панорамы и геофизические профили. Особое внимание следует обратить на стратиграфию пород в северо-западной стенке кратера, прорезающей вулканическое плато, которое является комплексом ударно-вулканических образований.





Масштаб 1:22 000 000

К югу от Моря Холода и к востоку от центрального меридиана расположились Озеро Сновидений, Море Ясности, Море Краевое, Море Спокойствия, Море Изобилия и Море Нектара, граница которого обозначена горным хребтом Алтай.

В Море Спокойствия впервые ступила нога человека. Это был Нейл Армстронг — командир космического корабля (КК) «Аполлон 11». Это произошло 21 июня 1969 г. А в сентябре 1970 г. АМС «Луна-16» впервые в автоматическом режиме успешно выполнила бурение в Море Изобилия и после перелета по трассе Луна—Земля доставила на Землю капсулу с лунным грунтом. В феврале 1972 г. АМС «Луна-20» также впервые выполнила доставку лунного грунта из сложного материкового района.

К востоку от Моря Изобилия расположено Море Кризисов. Некоторое время оно оправдывало свое название. В нем не удавалось совершить мягкую посадку. После изучения гравитационного поля Луны и обнаружения масконов (повышенной концентрации масс) такая посадка была выполнена АМС «Луна-23, -24».

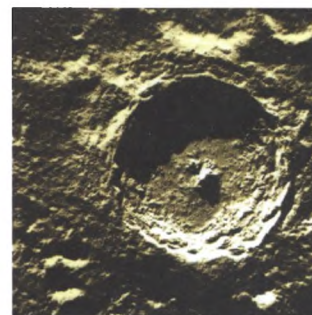
Южнее Моря Изобилия, как и в западной части полушария, пространство до южного полюса занято сильно кратерированным лунным материком.

Основными слагающими мезо- и микро- рельефа являются кратеры (кольцевые структуры — «впадины», отделенные валами от окружающей местности). Поверхность материков покрыта множеством кратеров диаметром от десятков и даже сотен километров до десятков и сотен метров и сантиметров, т. е. шкала диаметров практически не имеет разрывов. Происхождение кратеров может быть разным, а именно эндогенным, т. е. под воздействием внутренних сил (вулканических извержений), или экзогенным в результате внешней метеоритной бомбардировки.



Кратер Эратосфен

Кратер расположен в горах Апеннины. Он является стратотипом образований эратосфенской системы относительной лунной возрастной шкалы.



Кратер Тихо

Кратер Тихо, расположенный на материке к югу от экватора видимого полушария, известен своей мощной лучевой системой. Происхождение лучевых систем до сих пор не имеет достаточно обоснованного объяснения. Эти светлые полосы просматриваются при наблюдениях на достаточном удалении от поверхности и не находят четкого подтверждения в рельефе.

РЕЛЬЕФ ЛУНЫ. ОБРАТНАЯ СТОРОНА

На обратной стороне Луны есть всего два крупных «морских» участка — Море Восточное и Море Москвы. Они занимают примерно 3% обратного полушария.

Поверхность лунных морей также покрыта кратерами, но их число и размеры существенно меньше. По всей видимости, это следствие затопления лунных морей базальтовой лавой. Об этом, в частности, говорит наличие полузатопленных кратеров-фантомов.

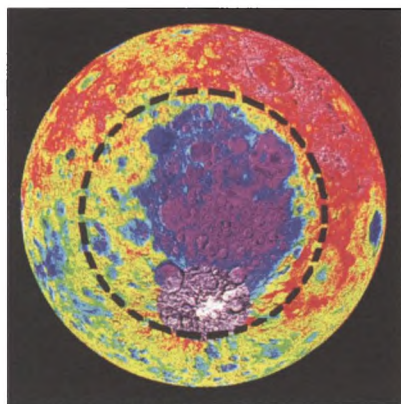
На обратной стороне выделяется и ряд мощных кольцевых структур — Гагарин, Королев, Циолковский, Герцшпрунг, Аполлон.

В районе Кратера Эйткин обнаружена значительная магнитная аномалия.

Кратер Джордано Бруно имеет развитую лучевую систему.

Наиболее важным стало открытие кольцевой структуры к югу от экватора, получившей название Море Мечты.

Деление на моря и материки основывается не только на внешних признаках, но и на геохимии лунных пород. Исследования проб лунного грунта показали существенные отличия в составе пород «морских» и материковых районов. Морские породы — это 20% оливины, глиноземистые и титанистые базальты с различным содержанием щелочей. Материковые породы — это полевые шпаты (в комплексе), а также глиноземистые базальты и крип-базальты с высоким содержанием щелочей, редкоземельных элементов и фосфора.

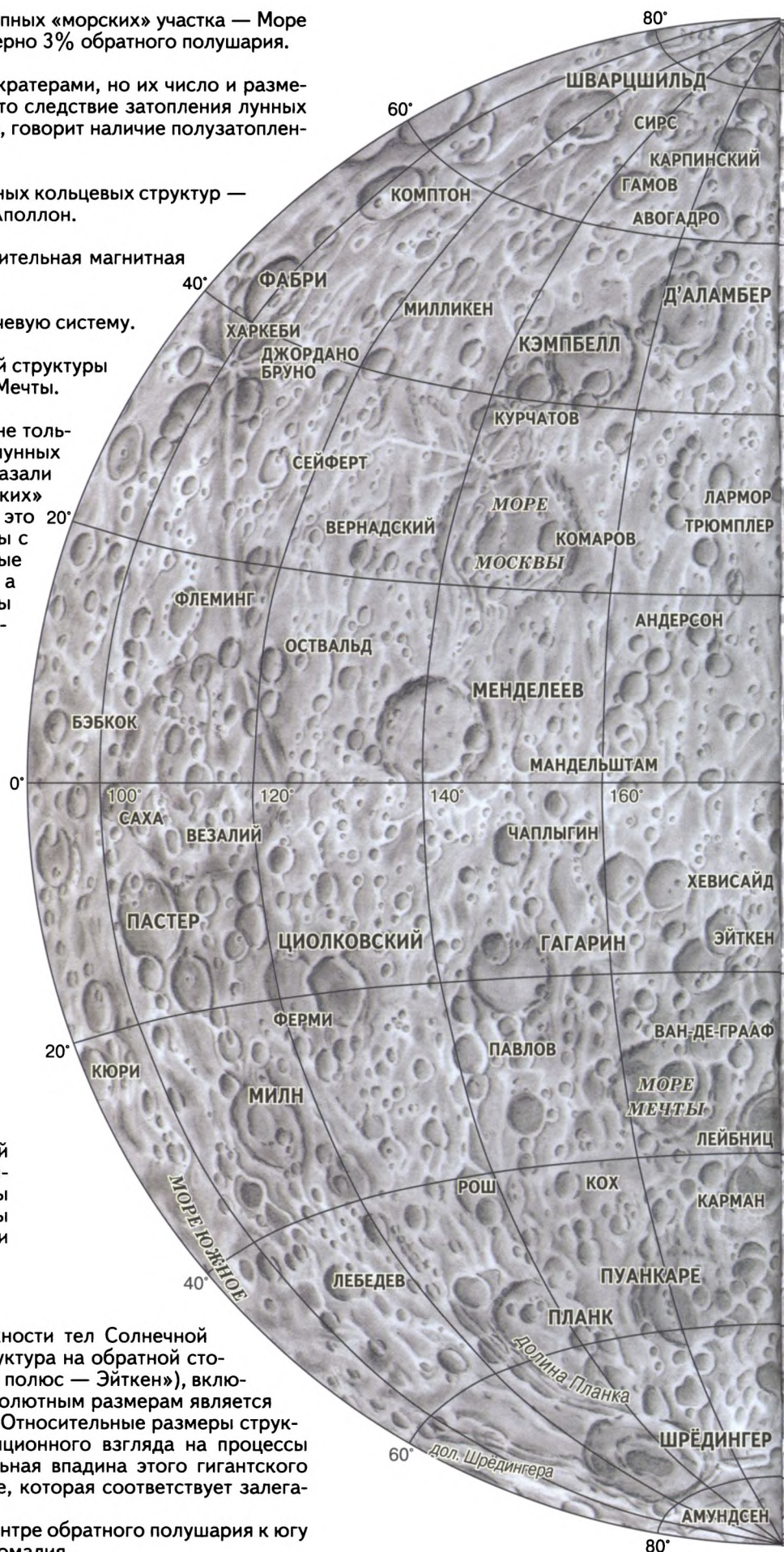


Бассейн Южный полюс — Эйткин (примерные границы)

Область Южного полюса представляет собой скопление хаотично расположенных возвышенностей. Там обнаружены всего две долины протяженностью в сотни километров. Высоты рельефа согласно выполненной гипсометрии лежат в пределах 2500 км.

На основе новейших исследований поверхности тел Солнечной системы был сделан вывод, что кольцевая структура на обратной стороне Луны (рабочее название «Бассейн Южный полюс — Эйткин»), включающая область южного полюса, по своим абсолютным размерам является самым крупным кратером Солнечной системы. Относительные размеры структуры таковы, что если придерживаться традиционного взгляда на процессы ударного кратерообразования, то первоначальная впадина этого гигантского образования могла вскрыть породы на глубине, которая соответствует залеганию верхних слоев лунной мантии.

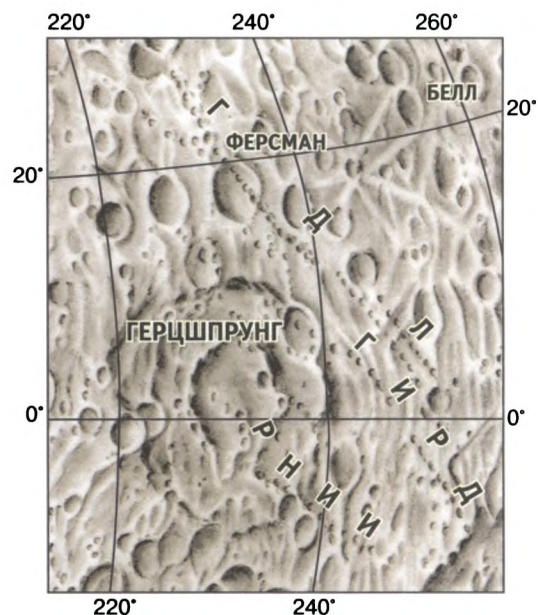
В Кратере Эйткин, который расположен в центре обратного полушария к югу от экватора, обнаружена мощная магнитная аномалия.



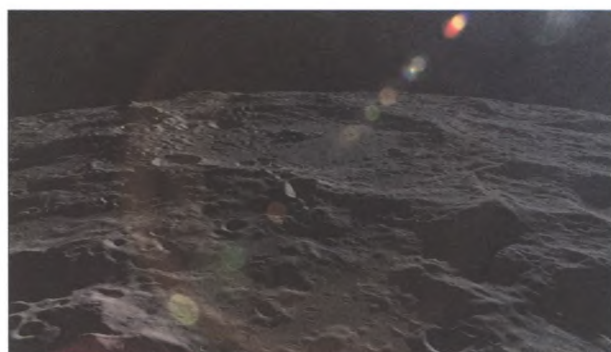


Всего выделено шесть типов пород, залегающих на поверхности Луны. Для каждого типа определены вариации состава. Описано более 50 минералов, содержащихся в горных породах. Для сравнения в земной коре обнаружено более 2000 минералов. Ведущее место в горных породах принадлежит силикатам и окислам. Лунные породы обеднены железом, водой и летучими компонентами. Известен только один собственно лунный минерал — акаганеит. Он содержит водород и трехвалентное железо.

На обратной стороне Луны представляют интерес цепочки кратеров, протяженность которых составляет сотни километров. Эти цепочки первоначально предполагалось назвать аббревиатурами организаций, стоявших у истоков отечественного ракетостроения, а именно Газодинамическая лаборатория (ГДЛ), Группа изучения реактивного движения (ГИРД), Ракетный научно-исследовательский институт (РНИИ). Названия эти так и не были приняты. С тех пор как термин цепочки существует официально, наиболее крупные были поименованы.



Море Восточное — самый крупный кольцевой бассейн как на обратной стороне Луны, так и на Луне в целом. Его диаметр равен 1000 км. Он включает несколько кольцевых структур.

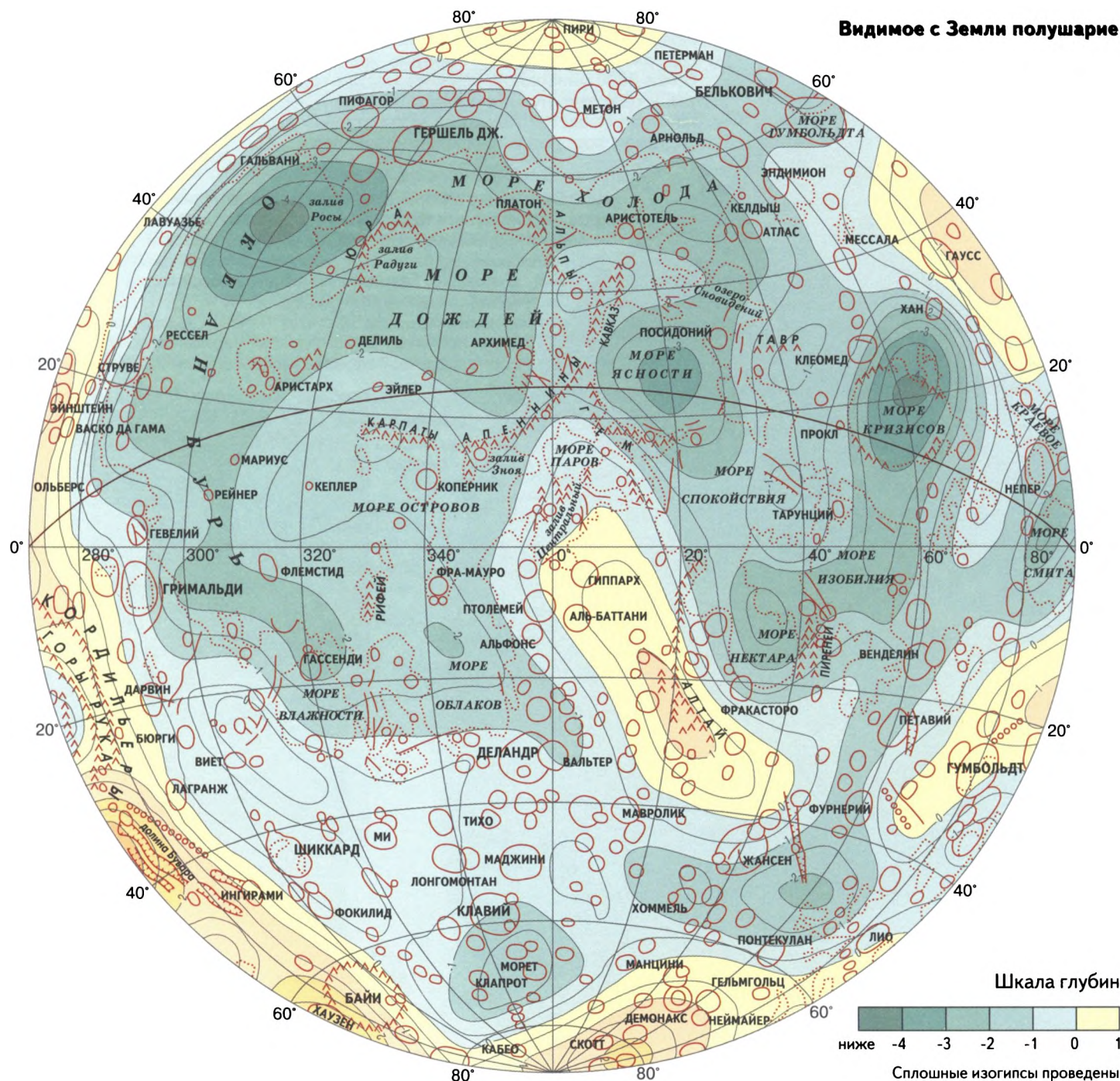


Западная часть бассейна Моря Восточного

В целом, как уже отмечалось, рельеф обратной стороны менее разнообразен, чем видимой с Земли. Тем не менее там обнаружено несколько протяженных долин. Так, вблизи Южного полюса расположены Долины Шрёдингера и Планка, протяженность которых лежит в пределах нескольких сотен километров.

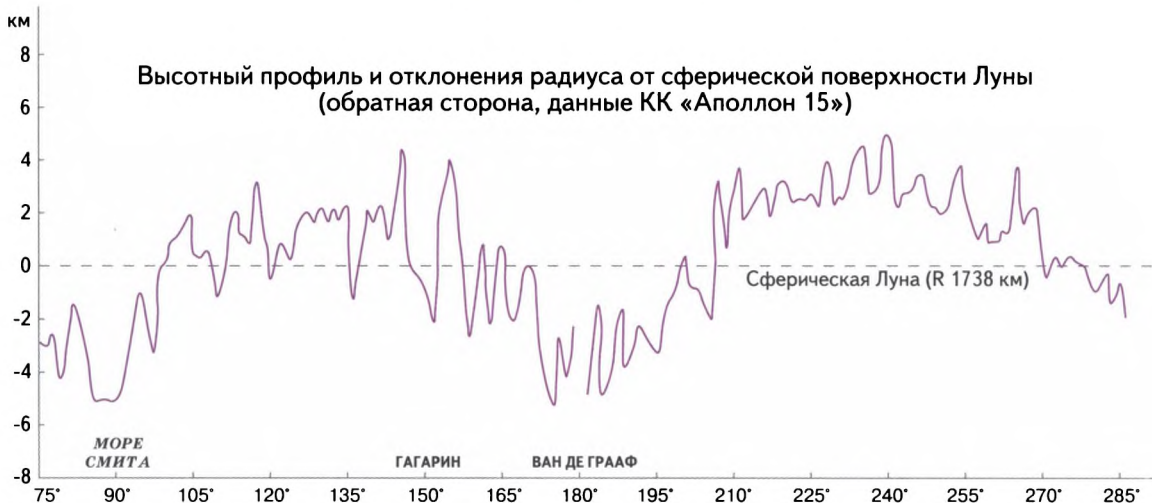
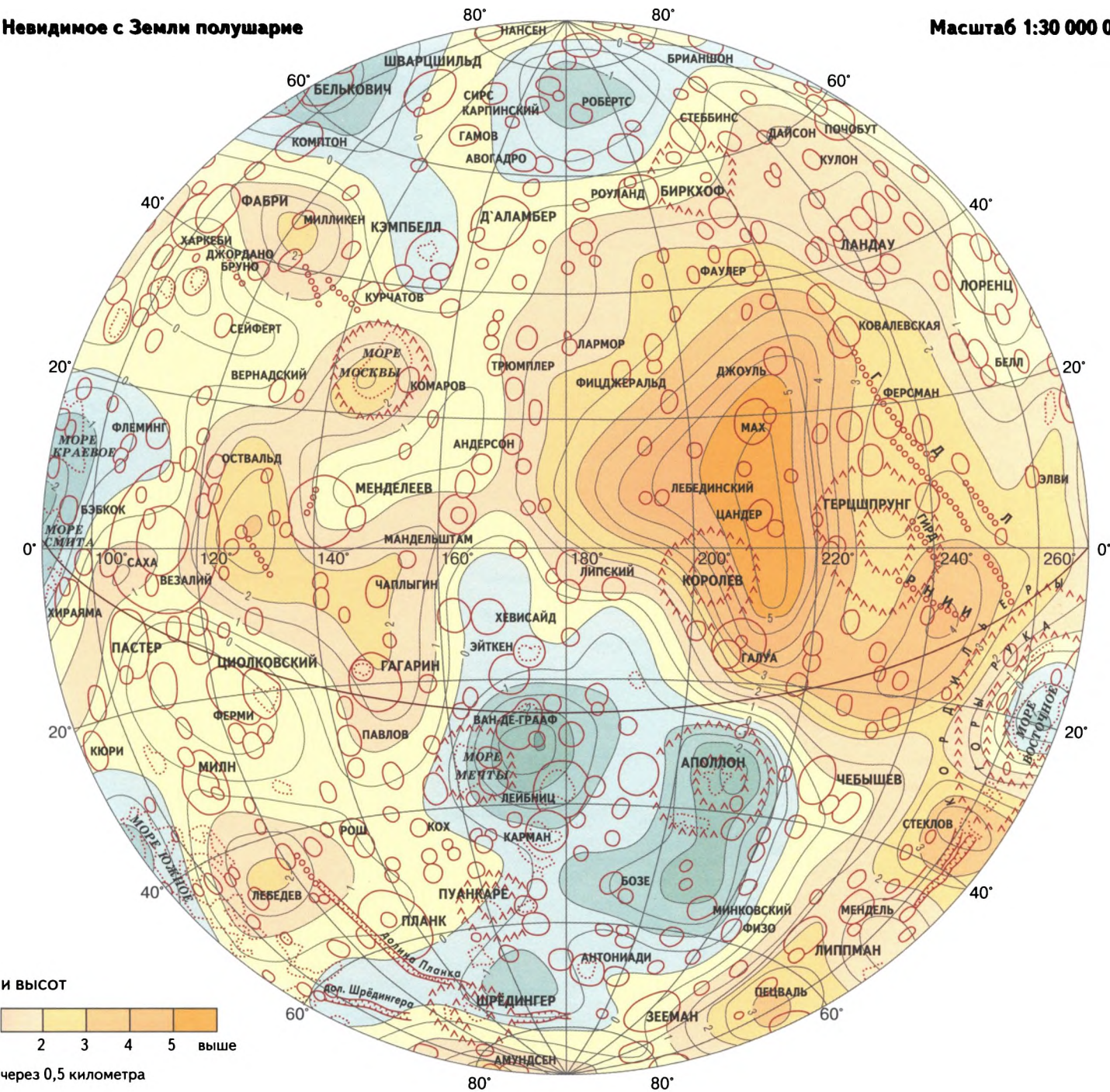
ГИПСОМЕТРИЧЕСКАЯ КАРТА ЛУНЫ

Видимое с Земли полушарие

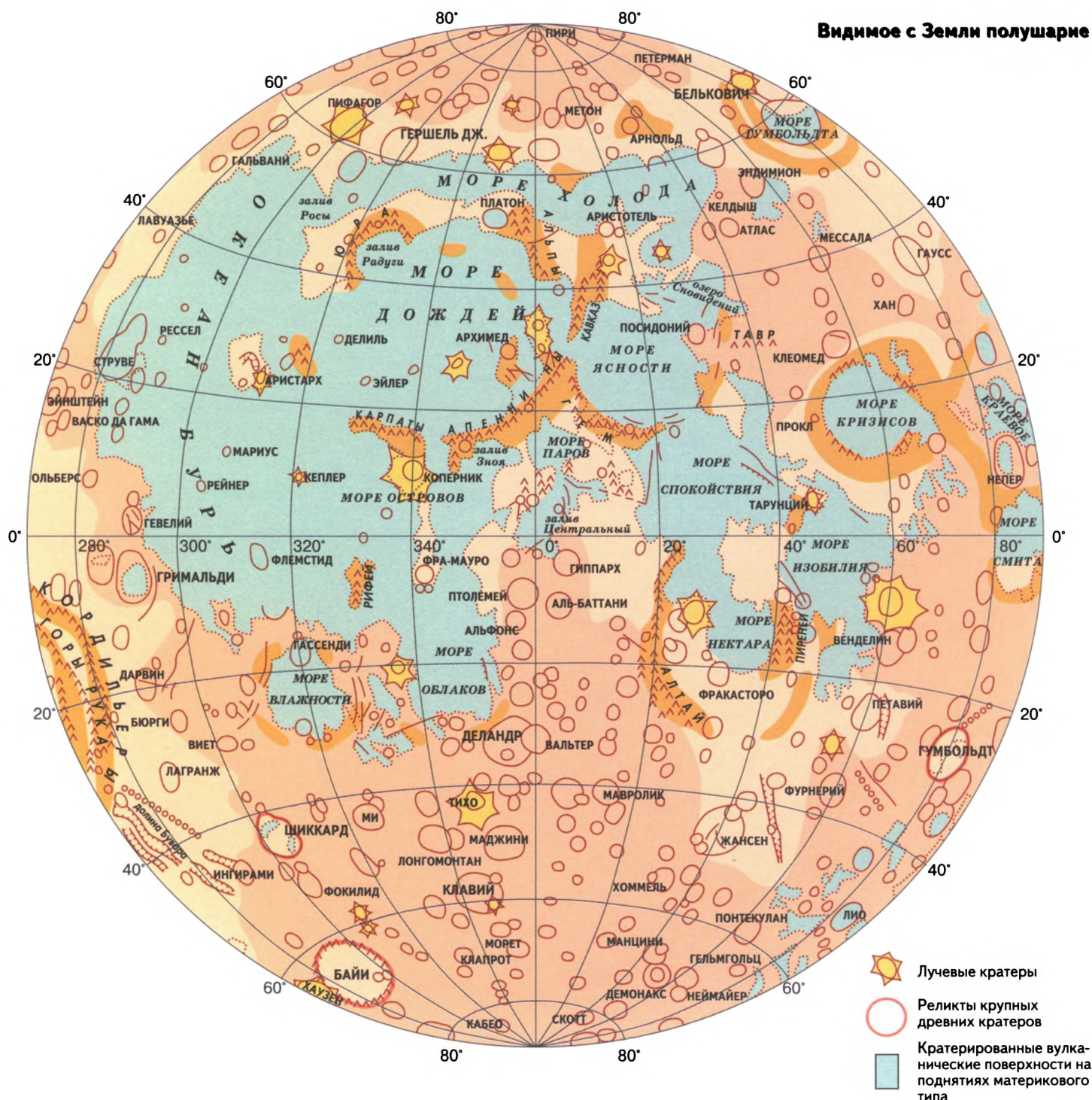


Высотный профиль и отклонения радиуса от сферической поверхности Луны
(видимая сторона, данные КК «Аполлон 15»)





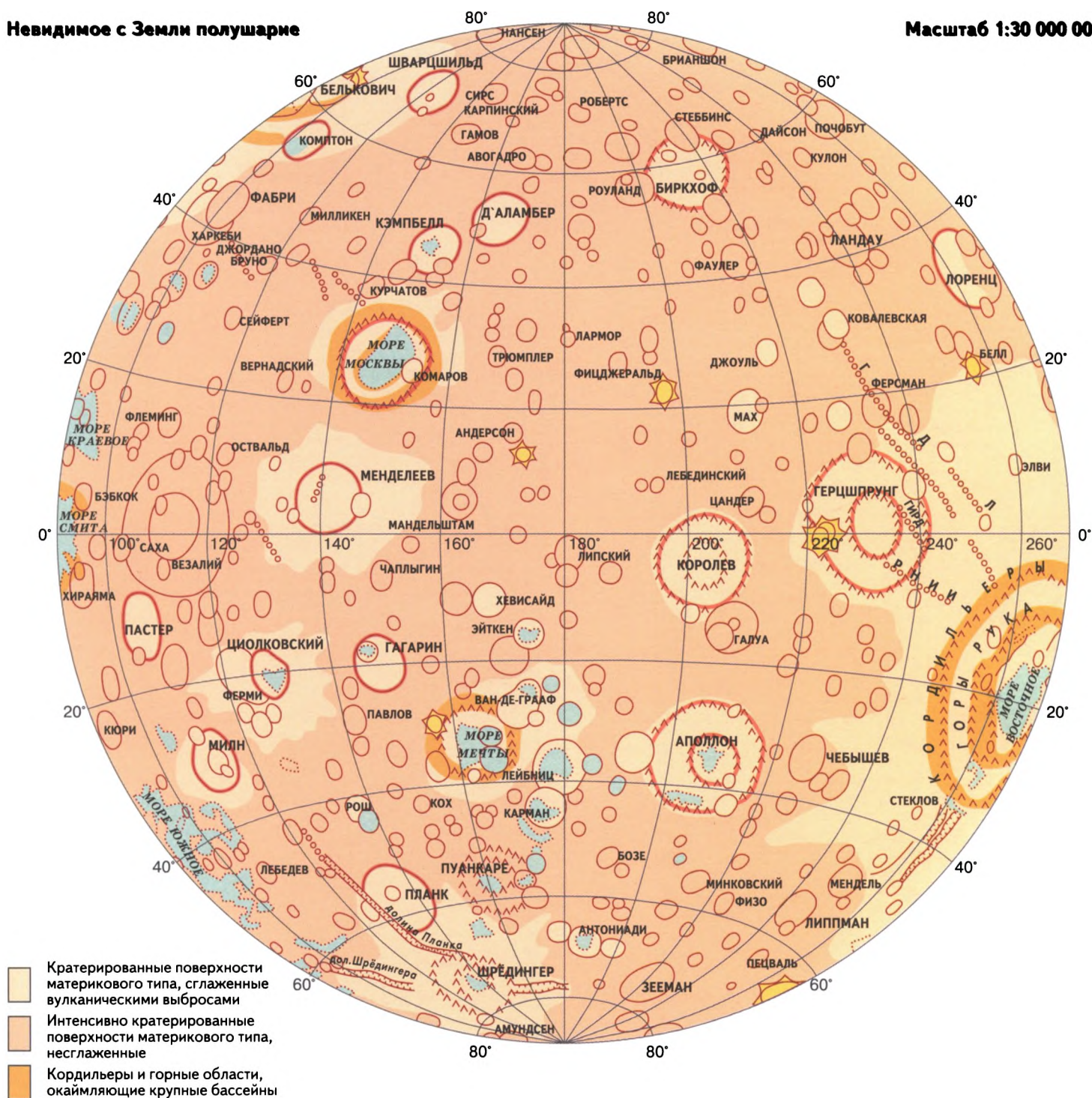
ГЕОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЛУ



В основу легенды положено разделение геологической истории на этапы, которые выделяются по смене определяющих рельефообразующих процессов. Так, метеоритная бомбардировка происходила на протяжении всего геологического времени, но только для раннего этапа она была определяющим рельефообразующим фактором. На этой основе выделены: 1) ранний этап интенсивной метеоритной бомбардировки, завершивший формирование поверхности на коре материкового типа; 2) средний этап широкого проявления вулканизма «морского» типа и 3) поздний этап, в течение которого преобладали различные эрозионно-денудационные и аккумулятивные про-

цессы. Последовательность смены ведущих геологических событий на планетных телах едина, и, по-видимому, эти события грубо сопоставимы по времени, а глубина их эволюции и полнота эволюционного ряда неодинаковы. Так, развитие Фобоса ограничилось процессами первого этапа, на Луне и Меркурии проявились движения первого и второго этапов, и только на Марсе отмечены проявления всех трех этапов.

В пределах раннего этапа на древнейших материках на всех планетах выделяются еще два весьма характерных типа местностей: обрамляющие бассейны Кордильеры — сильно расчлененные и приподнятые участки, которые



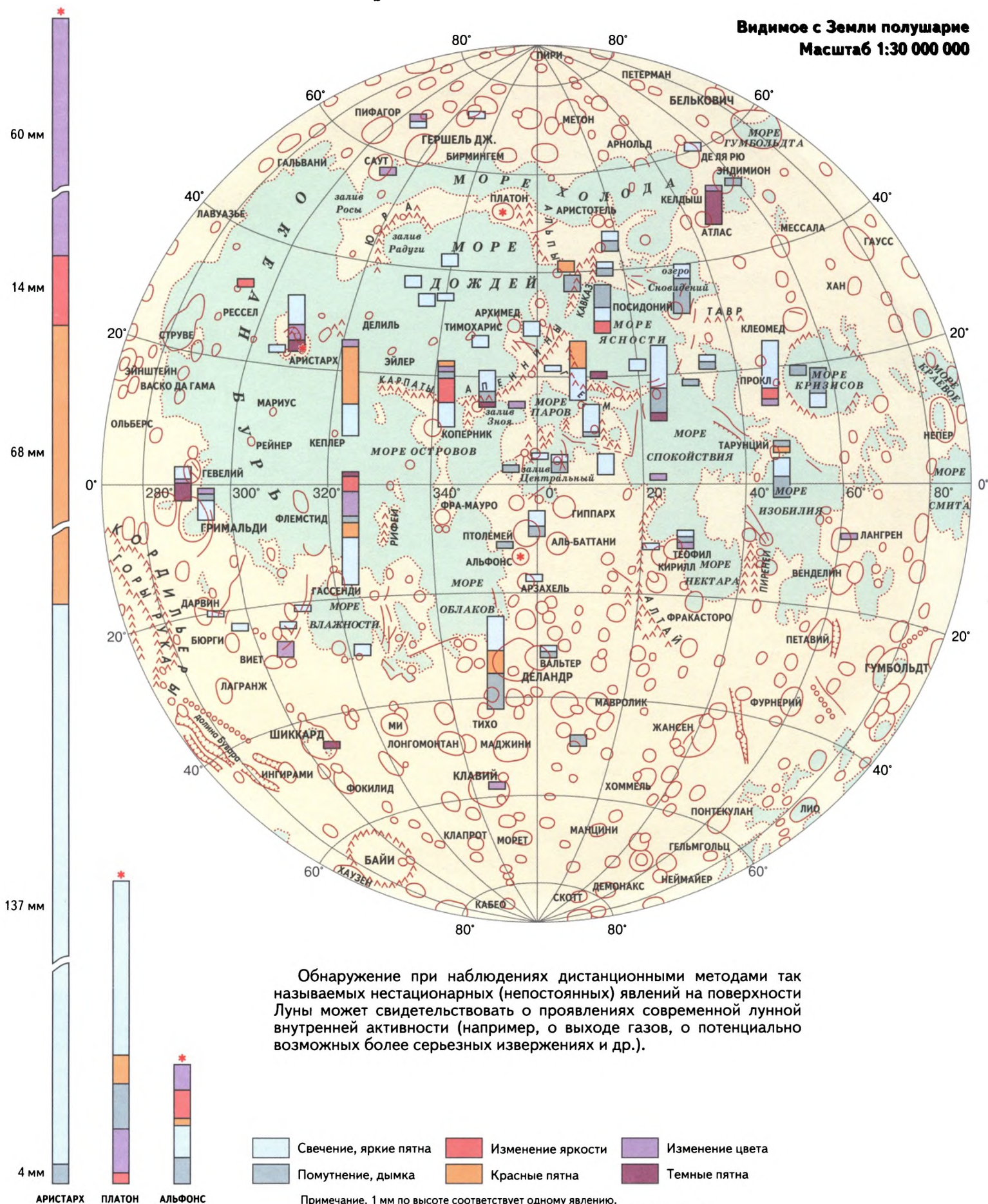
интерпретируются как горные сооружения, возникшие в результате вздымания краевых зон ударных структур, что вообще характерно для кратеров всех размеров, и сглаженные местности, в пределах которых плотность наложенных кратеров значительно ниже, чем на окружающих их территориях. Обычно на таких сглаженных поверхностях «просвечивают» или сохраняются реликты наиболее крупных, а следовательно, имеющих наиболее высокие края древних кратеров. Сглаженные поверхности интерпретируются как участки первоначально интенсивно кратерированных материков, погребенные под мощным слоем выбросов. Существуют различные точки зрения

о природе этих покровов: их связывают или с метеоритными, или с вулканическими взрывами, или с древними доморскими излияниями лав. Связь обширных сглаженных пространств вокруг бассейна Моря Восточного на Луне с его образованием очевидна.

Последний, поздний этап развития планетных тел получил на Луне название этапа «спокойной коры». В это время поверхностные проявления эндогенной деятельности резко сократились, и главным фактором, влиявшим на деформацию поверхности, оставался лишь поредевший метеоритный поток.

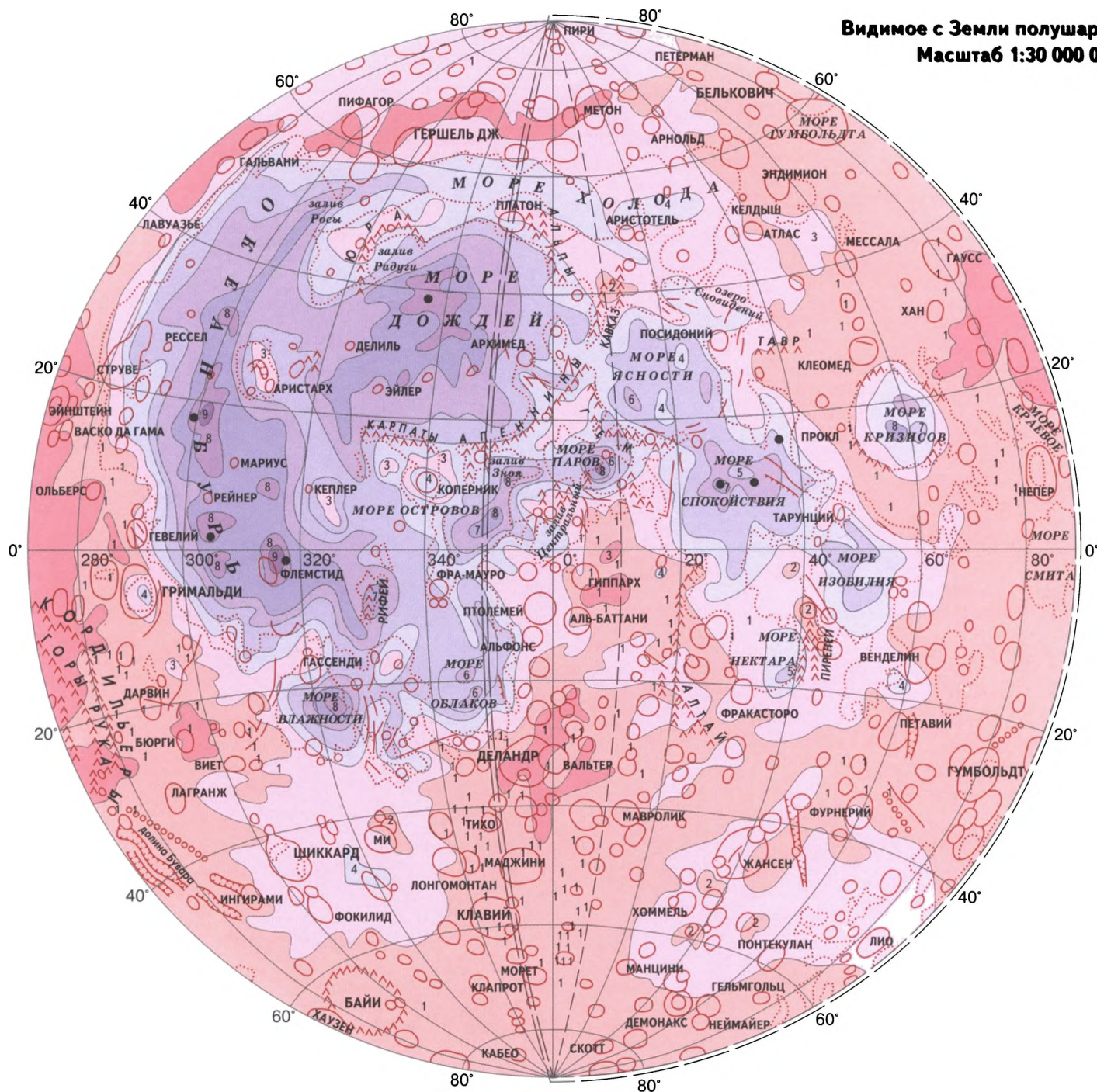
КАРТА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Видимое с Земли полушарие
Масштаб 1:30 000 000



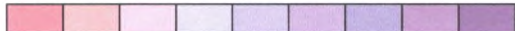
ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКАЯ КАРТА ЛУНЫ

Видимое с Земли полушарие
Масштаб 1:30 000 000



Степень поляризации света, отраженного
с поверхности Луны (%)

2-3 3-4 4-5 5-6 6-7 7-8 8-9 9-10 10-11



1 2 3 4 5 6 7 8 9

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Обозначение районов с различной степенью поляризации, площадь которых менее 25 мм²

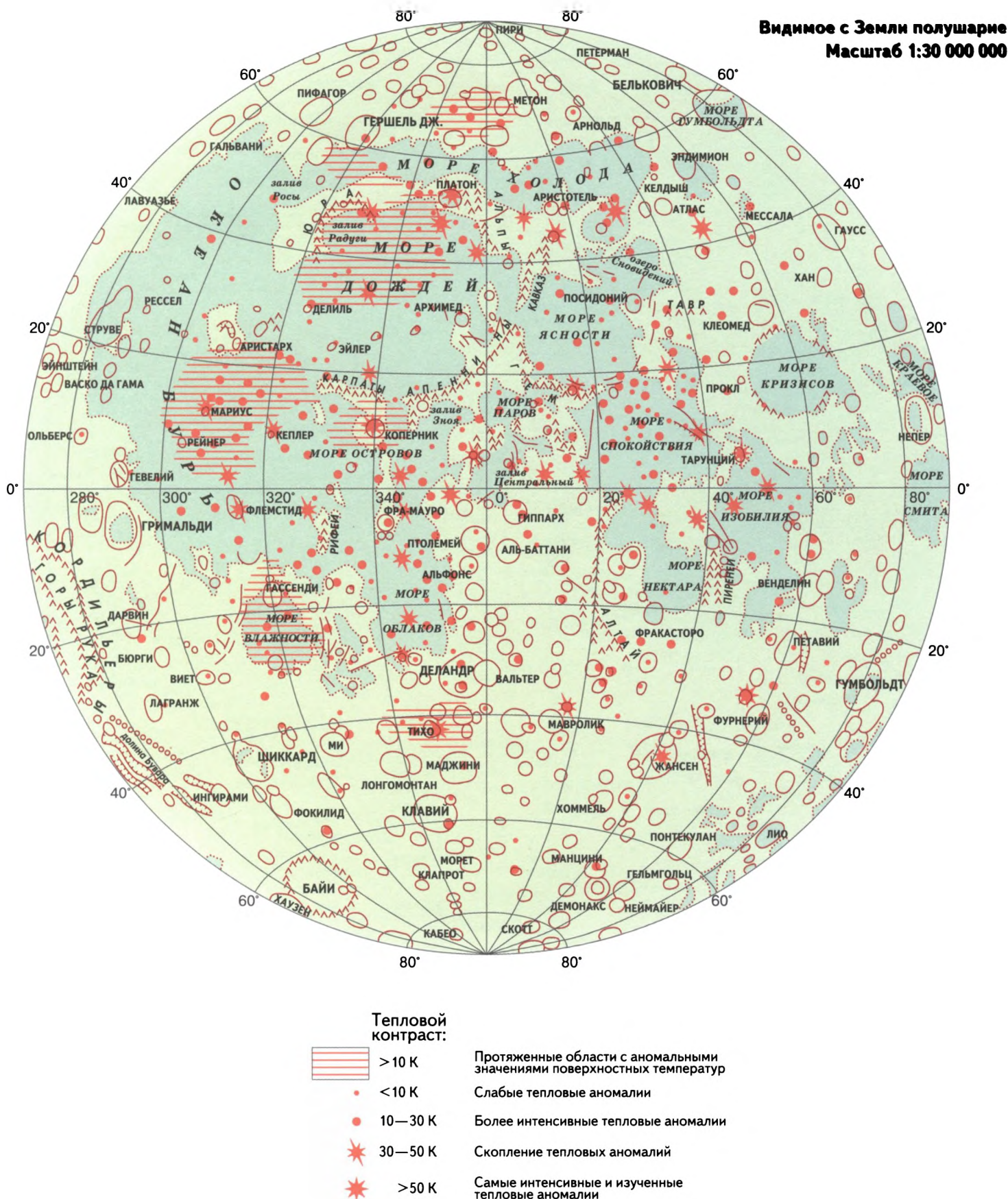
Граница наблюдений поляризации при угле фазы $\Phi = +66,5^\circ$

Граница наблюдений поляризации при угле фазы $\Phi = -61,7^\circ$

Центры областей максимальной поляризации при других углах фазы (в западном полушарии величина максимальной поляризации близка к 17% при угле фазы $+91,7^\circ$, а в восточном — около 15% при угле фазы $-88,7^\circ$)

Измерения поляризационных характеристик отраженного поверхностью света проводятся как во всем спектральном диапазоне, так и в отдельных его участках при различных углах фазы. По степени поляризации можно судить о свойствах поверхности тела. Поскольку в полнолуние, когда можно наблюдать диск Луны полностью, степень поляризации света отрицательна и близка к нулевому значению, данная карта является сводной, т. е. соответствующей двум углам фазы, а именно для восточной и западной части диска ($-61,7^\circ$ и $+66,5^\circ$ соответственно).

КАРТА ТЕПЛОВЫХ АНОМАЛИЙ НА ЛУНЕ

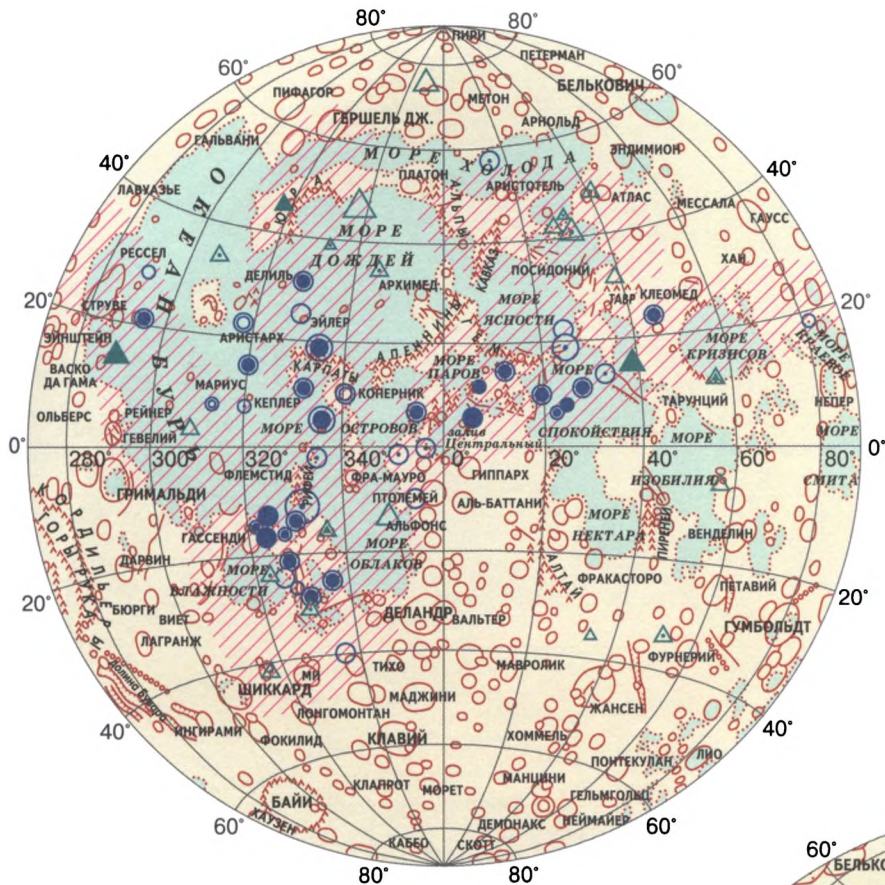


Измерение инфракрасного излучения Луны позволяет определить яркостную и цветовую температуру ее поверхности, которые мало отличаются от истинной температуры при коэффициенте излучения, близком к 1. Карта распределения тепловых аномалий на видимом полушарии Луны передает особенности теплового излучения лунной поверхности на длинах волн 10—12 мкм. Аномалии выделены по измерениям температуры поверхности во время затмений, т. е. по тепловому контрасту. Карта дает представление о собственном излучении лунной поверхности.

КАРТА СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Видимое с Земли полушарие

Масштаб 1:30 000 000



ПРИЛИВНЫЕ ЛУНОТЯСЕНИЯ

Число толчков от общего числа зарегистрированных (%):

- менее 1
- 1—5
- 5—10
- более 10

Глубины очагов:

- неизвестны
- 800—900 км
- 900—1000 км
- более 1000 км

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЛУНОТЯСЕНИЯ

Магнитуда:

- △ менее 1
- △ 1—2
- △ 2—3
- △ более 3

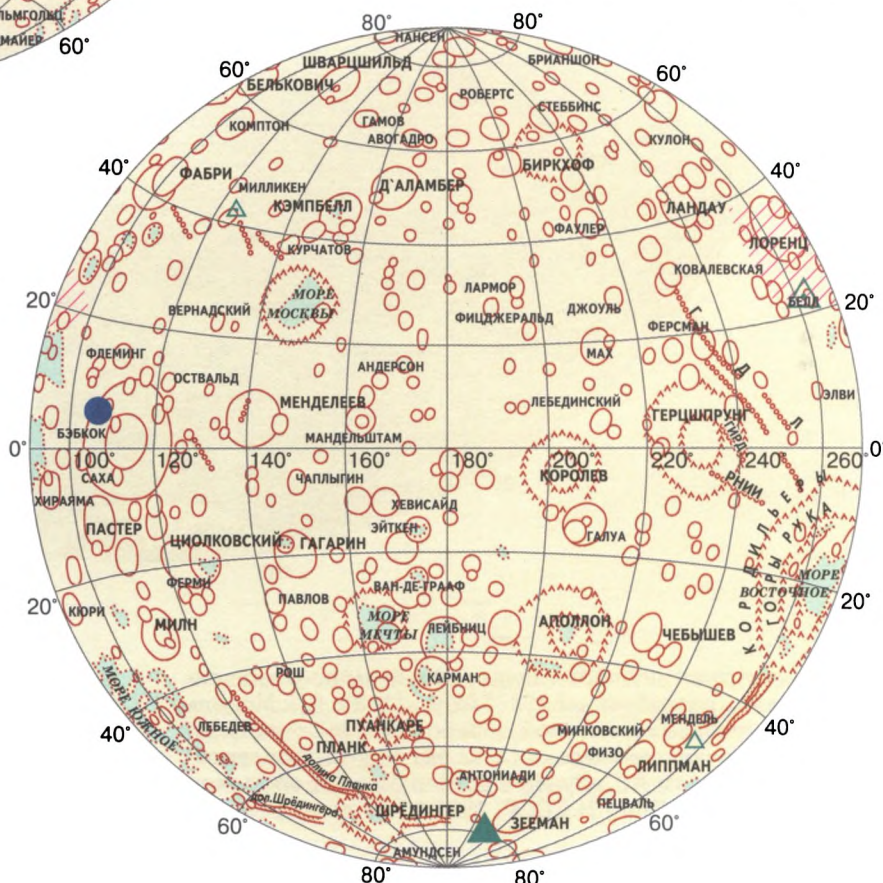
Глубины очагов:

- △ неизвестны
- △ менее 100 км
- △ 100—200 км
- △ 200—300 км



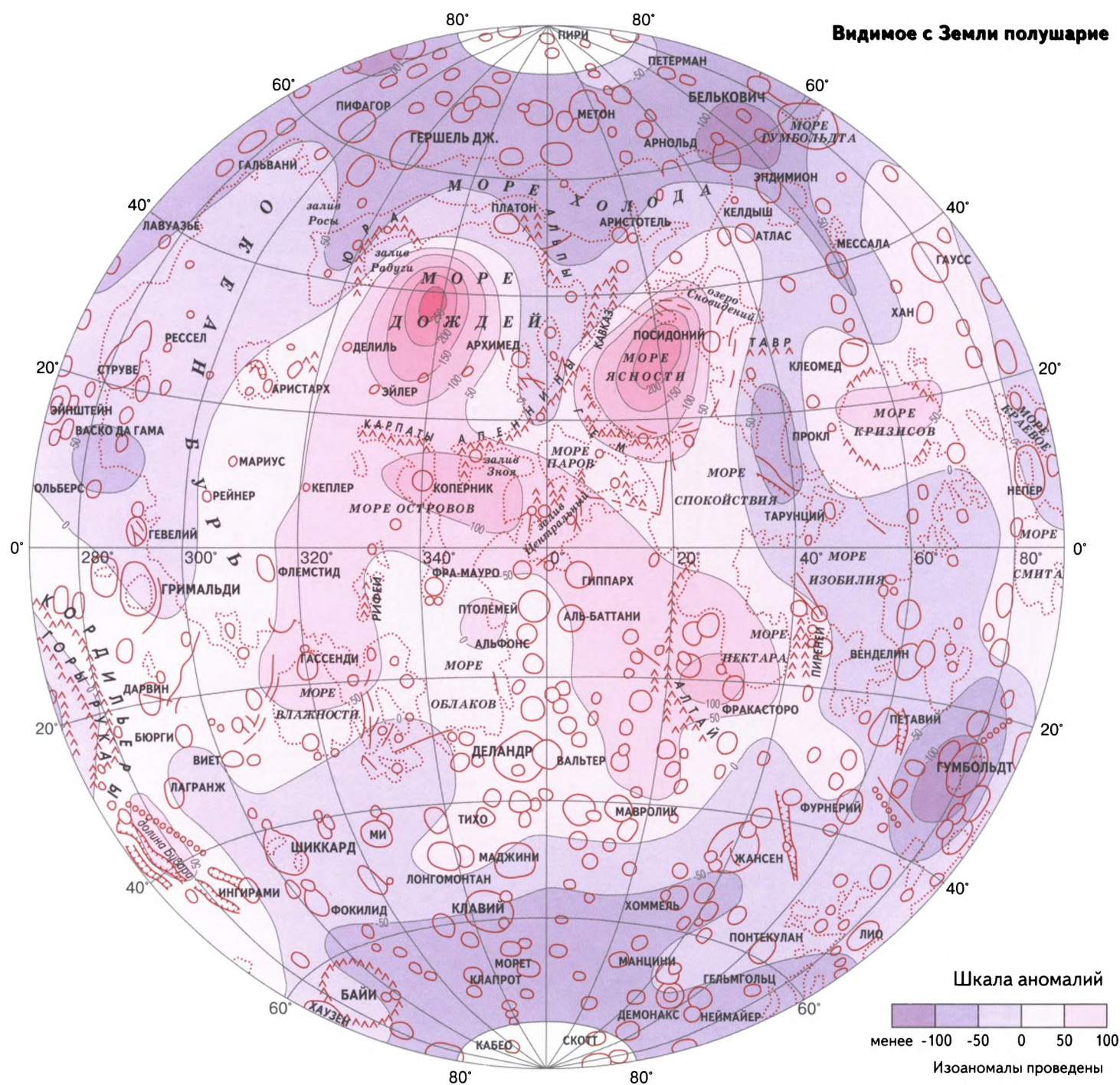
Пояса сейсмичности

Невидимое с Земли полушарие



Карта сейсмической активности Луны отображает данные о сейсмичности лунных недр и дает представление о расположении эпицентров приливных и тектонических лунотрясений, об их силе и количестве. Приливные лунотрясения подразделяют по числу толчков и по глубине очага, тектонические — по магнитуде и по глубине очага. Глубина показана изменениями площади заливки внутри условных знаков. Представлены данные по лунотрясениям, наблюдавшимся в течение 8 лет. На карте также выделены пояса сейсмической активности.

КАРТА ГРАВИТАЦИОННЫХ АНОМАЛИЙ НА



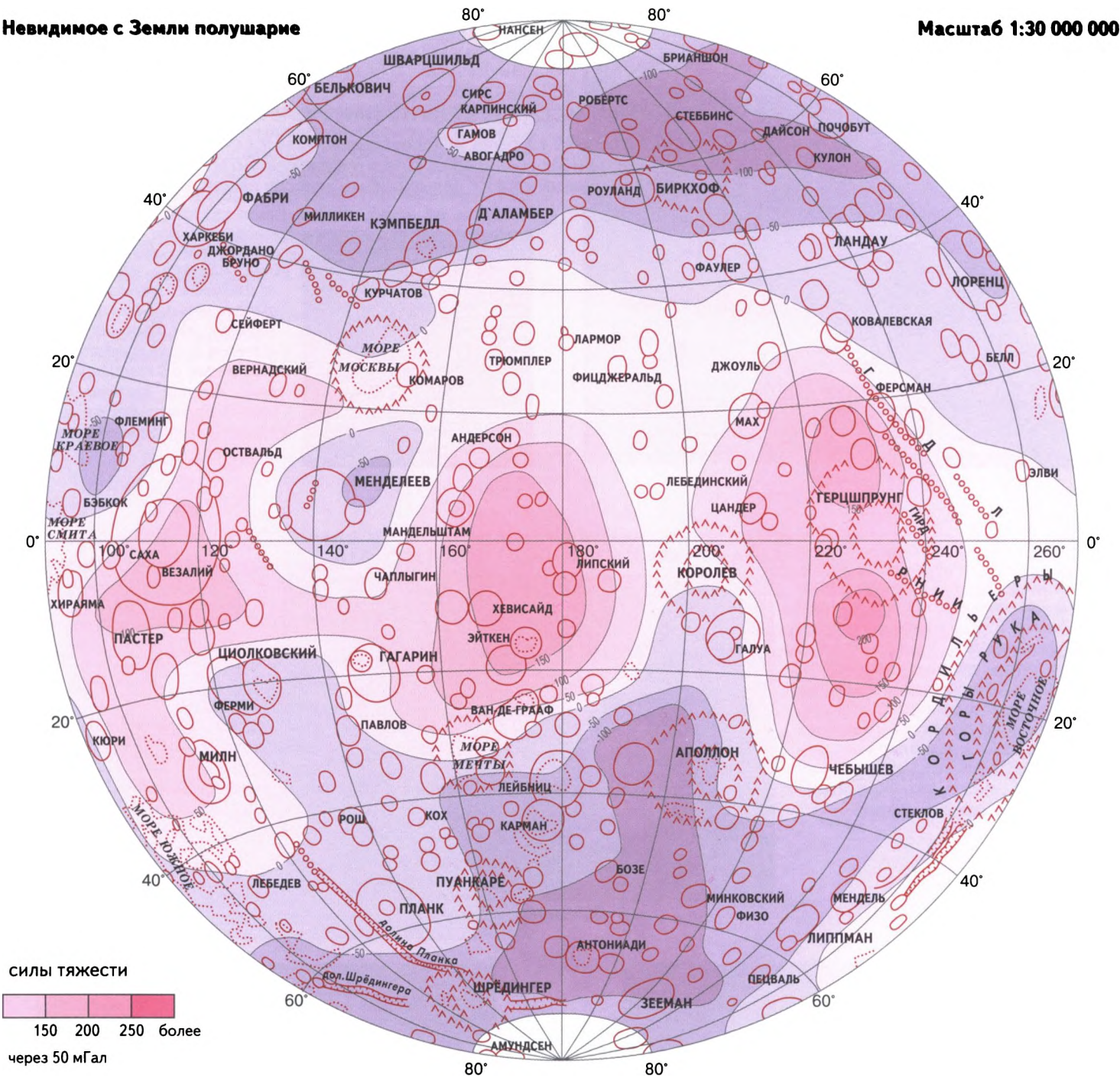
Гравиметрические карты Луны построены по обобщенной модели, разработанной в ГАИШ (1983 г.). Модель создана на основе совместной обработки пяти почти независимых источников: Модель (JPL, 1977 г.) по доплеровским наблюдениям АС «Лунар Орбитер 5» и КК «Аполлон 15, 16»; Модель (ИПМ АН СССР, 1983 г.) по доплеровским

наблюдениям ИСЛ «Луна-10» и АМС «Луна-24»; Модель (JPL, 1980 г.) по данным лазерной локации Луны и доплеровским наблюдениям АС «Лунар Орбитер 4»; точечная модель (МИИГАиК, 1975 г.) на видимую сторону Луны, построенная на основе доплеровских наблюдений АС «Лунар Орбитер 1—5» и КК «Аполлон 8, 12»; значения

ЛУНЕ

Невидимое с Земли полушарие

Масштаб 1:30 000 000



лучевых ускорений по четырем низким профилям командных модулей КК «Аполлон 14, 15, 16, 17» (JPL, 1980 г.). Высоты геоида Луны определены относительно сферы радиуса 1738 км.
Аномалии силы тяжести на поверхности Луны получены как разности радиальных составляющих притяжения в

системе обобщенной модели ГАИШ и притяжения сферической Луны радиуса 1738 км. Аномалии вычислены на сглаженной физической поверхности, высоты которой над отсчетной сферой заданы разложением рельефа по сферическим функциям до 8-й степени.

ПОЛЕТЫ К ЛУНЕ. ВОЗВРАЩЕНИЕ К ЛУННОЙ

Исследования Луны возобновились в конце XX в. Космические аппараты нового поколения выполняли сложнейшие технические задачи, в результате которых составлена первая детальная цифровая карта Луны; появилась возможность изучать минералогический состав Луны по многоспектральным изображениям; подтверждено наличие льда на полюсах Луны.

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «ГАЛИЛЕО» ИССЛЕДУЕТ ЛУНУ ПРИ ПОЛЕТЕ К ЮПИТЕРУ

Пролеты мимо Луны (8 декабря 1990 г. и 8 декабря 1992 г.) были обусловлены использованием гравитационных сил Венеры, Земли и Луны для разгона космического аппарата (КА) «Галилео» в сторону Юпитера. Во время пролетов выполнялась съемка Луны с больших расстояний в разных спектральных зонах с целью оценки запасов на ней отдельных элементов, таких как титан, железо и др.



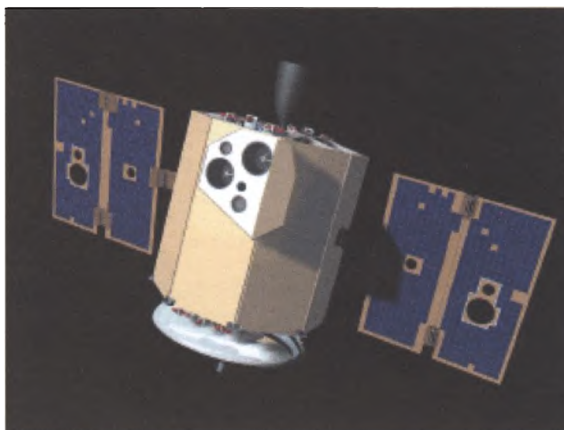
Снимок восточной части обратной стороны Луны в естественных цветах, полученный КА «Галилео» с расстояния около 560 тыс. км. В центре снимка — Море Восточное, справа — видимая сторона Луны



Снимок Луны в условных цветах, полученный КА «Галилео» через три светофильтра с расстояния 425 тыс. км. Территории, окрашенные в синий цвет, богаты титаном, а в красный — железом. Анализ снимка показал, что в лунных морях сосредоточены значительные запасы титана

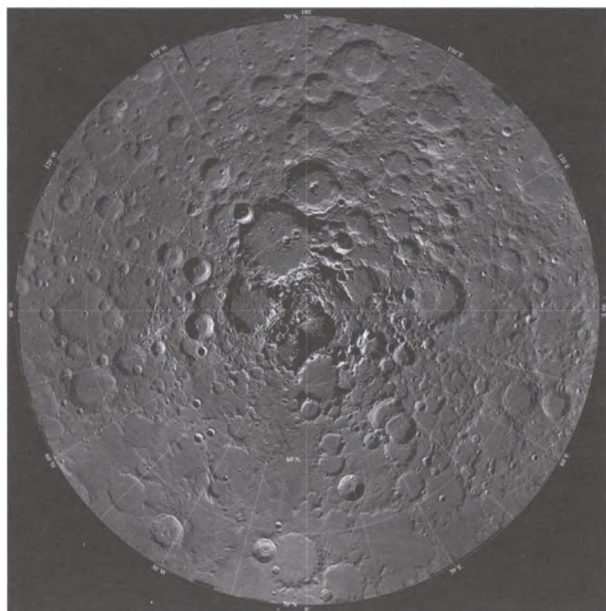
США СНОВА НА ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЕ

Только в 1994 г. США вернулись непосредственно к исследованиям Луны, когда 25 января был запущен КА «Клементина». 19 февраля КА «Клементина» перешел на полярную орбиту искусственного спутника Луны с высотой около 400 км, где проработал более двух месяцев (до 3 мая 1994 г.), выполняя детальную многоспектральную съемку лунной поверхности четырьмя камерами через 11 светофильтров.

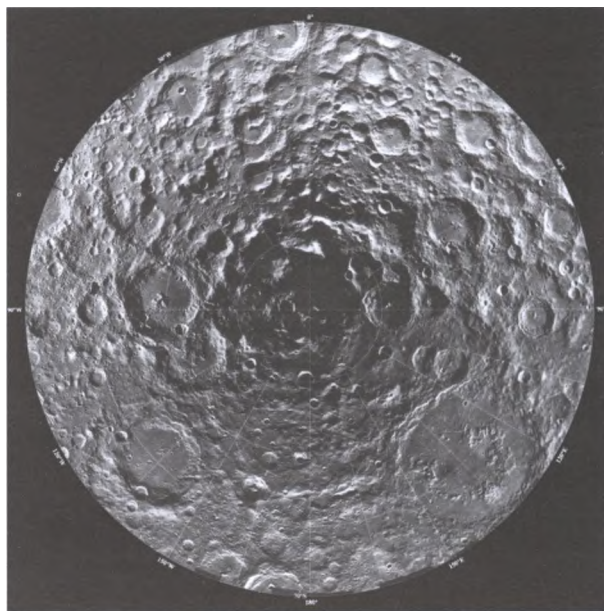


КА «Клементина»

Всего было получено около 1,6 млн снимков с разрешением от 9 до 27 м, охватывающих 38 млн км² поверхности Луны, в том числе северную и южную полярные области, которые до этого не были сфотографированы с такой детальностью. По результатам съемок была составлена первая детальная цифровая карта поверхности Луны, отражающая топографию и минералогический состав лунного грунта.



Северный полюс Луны



Южный полюс Луны

ПРОГРАММЕ

ЛУННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ В ПОЛЕТЕ

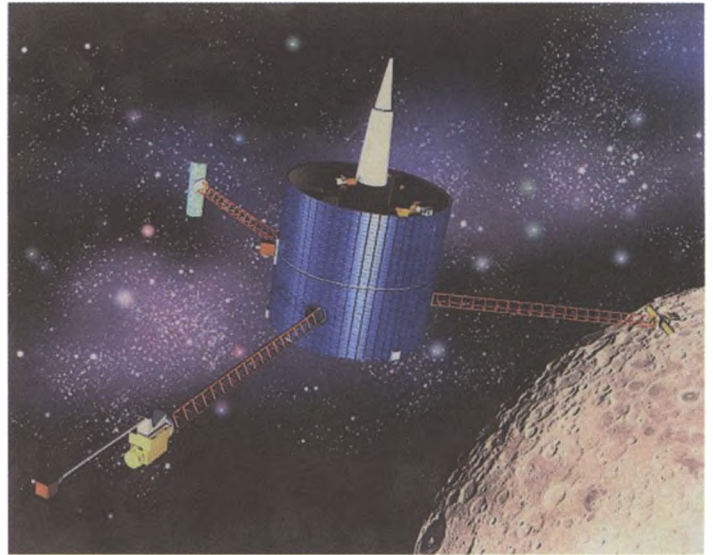
Следующим этапом возобновления лунной программы в США стал запуск 7 января 1998 г. КА «Лунар Проспектор».

Конструктивно КА представлял собой трехгранную призму, от внешней цилиндрической оболочки которой в направлениях, перпендикулярных оси, отходили три штанги с установленной на них научной аппаратурой.

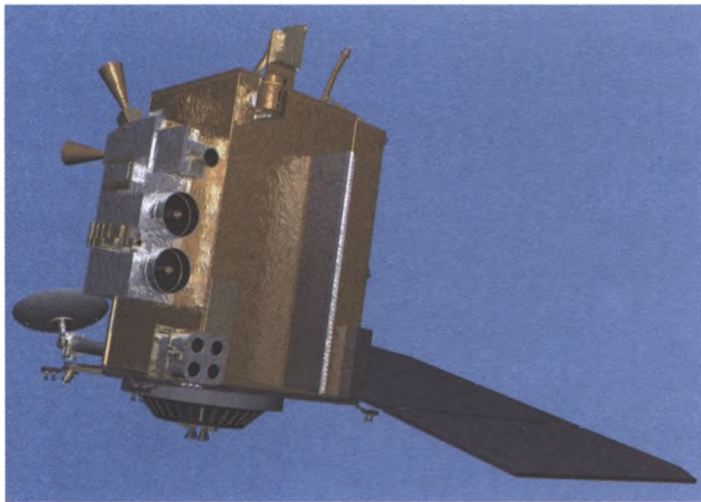
КА «Лунар Проспектор» выполнил глобальное изучение элементного состава поверхности Луны, ее внутреннего строения, гравитационного и магнитного полей и другие исследования. Главным достижением полета стало подтверждение наличия льда на южном и северном полюсах Луны.

31 июля 1999 г. КА совершил управляемое падение в кратер Шумейкер на южном полюсе Луны, куда доставил капсулу с прахом планетолога Ю. Шумейкера (США).

«Лунар Проспектор» на лунной орбите (фотомонтаж)



США ВОЗОБНОВЛЯЮТ ЛУННУЮ ПРОГРАММУ



С 2008 г. на окололунной орбите работает новый «Лунный Разведчик» (LRO) для определения безопасных мест высадки, потенциальных местных ресурсов, характеристики радиационной обстановки и демонстрации возможностей новых технологий. В 2009 г. запущен аппарат LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite) для окончательного опровержения или подтверждения наличия льда в приполярных районах, для продолжения лунных исследований. Запуски по программе 2005—2025 гг. включают также тренировки на Лунной базе до 2020 г., когда планируется начать освоение Марса.

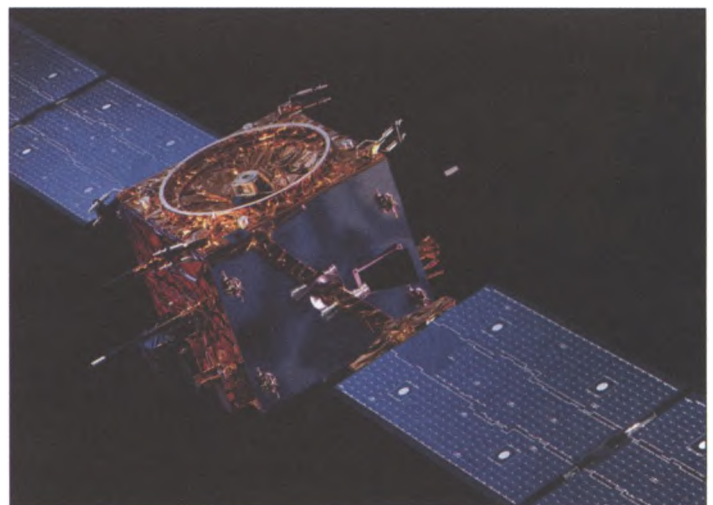
КА «Лунный Разведчик»

ЕВРОПЕЙСКОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО. ЗАПУСК КА «СМАРТ 1»

Европейское космическое агентство (ЕКА) в 2005 г. осуществило первый и сразу успешный запуск к Луне КА «Смарт 1», который пробыл на окололунной орбите значительно дольше запланированного срока и смог заметно расширить программу исследований.

Космический аппарат «Смарт 1» использовал новую технику для обнаружения деталей на поверхности Луны. Он выполнял серийную съемку с интервалом в несколько секунд с помощью прибора AMIE (Advanced Moon Imaging Experiment). Скорость аппарата составляла более одного километра в секунду. Один и тот же участок поверхности снимался также в различных зонах ИК-диапазона, что позволяет при сравнении обнаружить необычные детали лунной поверхности. Совмещение изображений, снятых через различные фильтры, позволяет получить информацию о поверхности в цвете и детально изучать минералогический состав Луны.

КА «Смарт 1»



БУДУЩЕЕ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛЕТЫ И ПР

Начало XXI в. отмечено возрождением интереса человечества в целом к космическим полетам и активизацией планирования и развертывания космических программ ведущими державами, практически определяющими основные пути мирового развития.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО (РОСКОСМОС)



Проект Лунной базы

РОСКОСМОС (РФ) планирует возобновление Лунной космической программы. Она включает запуск в 2012 г. на окололунную орбиту для съемок высокого разрешения спутника с последующим глобальным картографированием. В целом до 2015 г. Роскосмос планирует запуск только робототехники, в 2016 г. предполагается запуск аппарата типа лунохода для перспективных районов посадки. Пилотируемые полеты начнутся после 2026 г. для проведения астрономических и астрофизических исследований, а затем следует проект базы на Луне и в период 2027—2032 гг. — создание постоянной Лунной базы.



НАЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ США ПО АЭРОНАВТИКЕ И ИССЛЕДОВАНИЮ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА (НАСА)

Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА, США) также возобновляет Лунную программу. Уже запущен спутник для продолжения лунных исследований. На схеме показаны основные этапы программы на период с 2005 по 2025 г. После тренировок на Лунной базе планируется с 2020 г. начать освоение Марса.

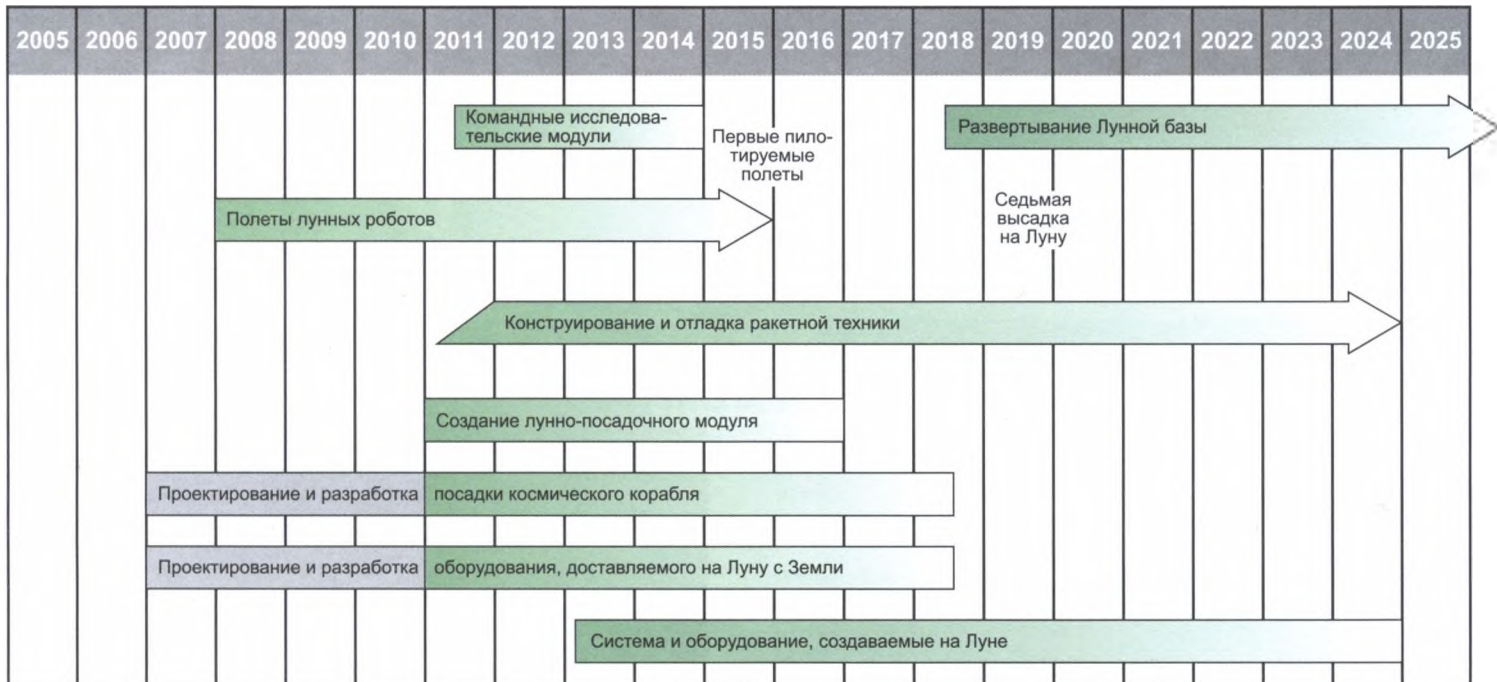


Диаграмма развития планов освоения Луны НАСА (США)

ЕВРОПЕЙСКОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО (ЕКА)

В будущем ЕКА не планирует развития собственной лунной программы, но предполагает совместное участие в ней в кооперации с другими странами (США, Россией, Китаем), особенно в перспективе создания Лунной базы.



ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

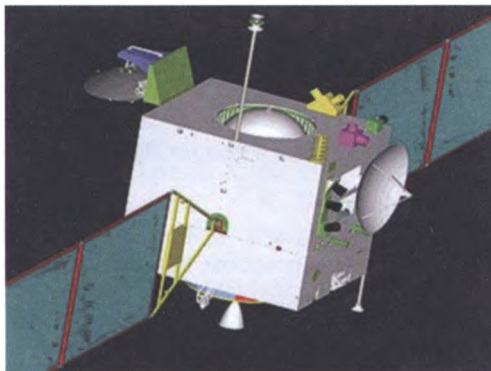
В результате в США, России, Евросоюзе, Китае, Японии, Индии так или иначе оформились планы дальнейшего освоения космического пространства на ближайшие 15—20 лет с прорисовкой более отдаленной перспективы.

ЗАПУСКИ ЯПОНИИ К ЛУНЕ

В 1990 г. был успешно запущен КА «Muses-A» (после запуска — «Хитен») с малым ИСЛ «Хагоромо» для отработки основных этапов запусков к Луне. Затем планировались на 2006 г. полеты КА «Lunar-A» и КА «Селена» (SElenological and ENgineering Explorer), но только последний был реализован 14 сентября 2007 г., как «Kaguya». Основная цель — изучение происхождения и эволюции Луны. Япония явилась третьей страной в мире, начавшей полеты к Луне в XX в. В планы Японского космического агентства (JAXA) входит создание на Луне к 2025 г. постоянно действующей исследовательской базы.



КА «Селена»



КА «Чанг-1»

ЗАПУСКИ КИТАЯ К ЛУНЕ

Лунная программа была открыта запуском 25 октября 2007 г. КА «Чанг-1» с космодрома Сичан. Миссия имела четыре основные цели: получение трехмерных изображений форм рельефа и контурных карт основных геологических структур, особенно полярных районов, анализ запасов 14 химических элементов и их распределения, определение глубины реголита и анализ космической среды по трассе полета.

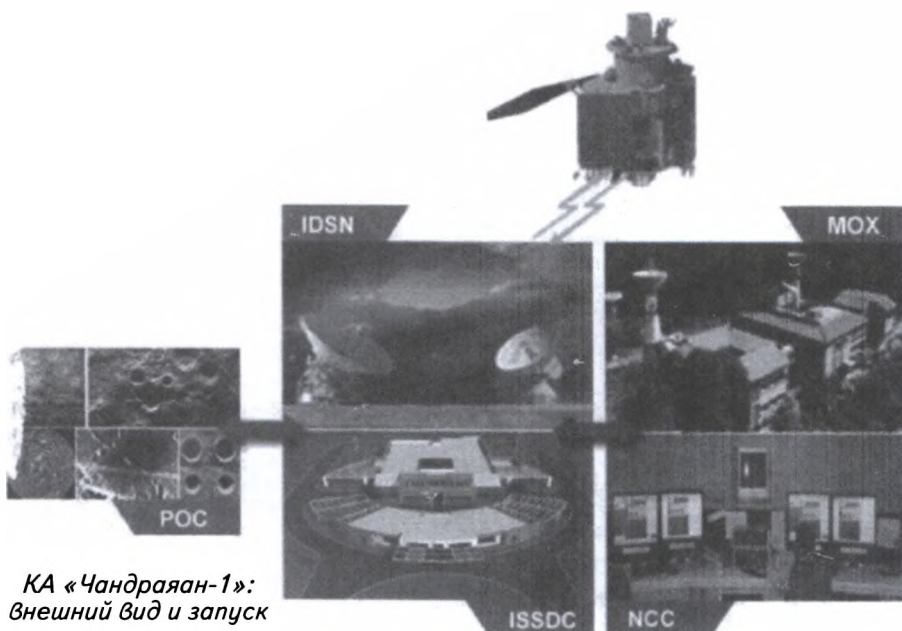
Высадку человека на Луну Китай после ряда коррекций программы планирует на 2024 г. До этого для изучения Луны с поверхности и доставки образцов на Землю будет использоваться робототехника.

ЗАПУСКИ ИНДИИ К ЛУНЕ

Первый запуск был осуществлен 22 октября 2008 г. КА «Чандраяан-1» стартовал с космодрома Шрихарикота, использовал ракетоноситель PSLV XL. Полезная нагрузка (ПН) включала орбитальный модуль и ударный зонд, который совершил посадку в районе Южного полюса Луны, доставив на ее поверхность государственный флаг Индии и контейнер с приборами.

Основной задачей орбитального модуля этой миссии являются съемки в различных спектральных диапазонах для создания затем полного трехмерного атласа Луны с разрешением по высоте порядка 5—10 м и тематических карт (геологических), а также карт химического и минералогического состава.

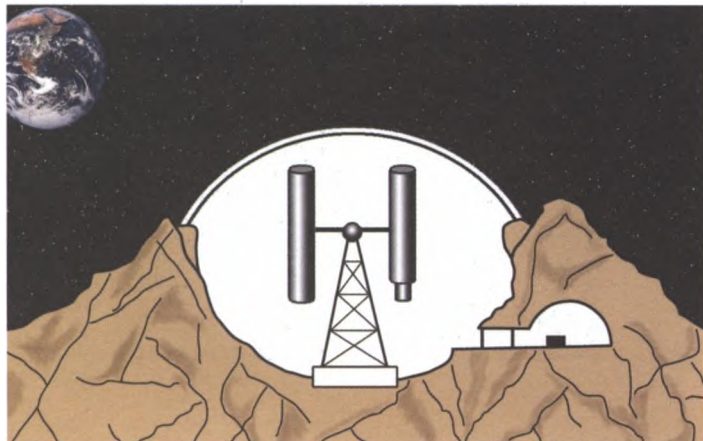
В будущем планируется участие в кооперации по изучению Луны с целью ее международного освоения путем создания лунной базы.



КА «Чандраяан-1»: внешний вид и запуск

БУДУЩЕЕ. ЛУНА КАК БАЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ С ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

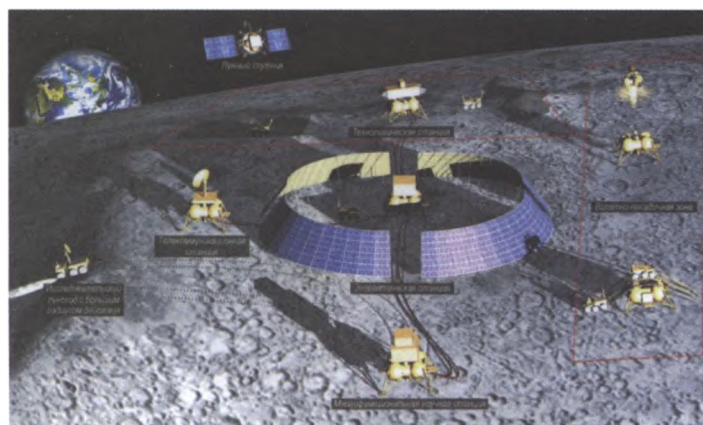


Установка оптического телескопа в лунном кратере

Установка на Луне оптического телескопа благодаря почти полному отсутствию атмосферы позволит вести наблюдения практически во всем спектральном диапазоне, что заметно расширит нашу информацию не только о телах Солнечной системы, но и далеко за ее пределами. Это означает получение новых данных о планетах других звезд, ядрах галактик, туманностях, новых мирах и, возможно, их обитателях.

Организация постоянных наблюдений с Луны за Солнцем и Землей может оказаться важной поддержкой земной метеорологии. Результаты этих наблюдений, кроме чисто научного интереса, получают практическое применение. В наблюдениях с лунной поверхности заинтересована и **физика высоких энергий**. В частности, при строительстве на Луне ускорителя частиц его можно будет устанавливать и собирать по частям, используя лунные материалы. Важным в этом случае является естественное наличие высокого вакуума и незначительная роль естественных лунотрясений.

В перспективе у Луны, кроме роли как объекта и полигона для исследований, просматривается еще одна важная роль — **место старта к другим телам Солнечной системы**. **Запуски с Луны** имеют целый ряд важных преимуществ, связанных с отсутствием у Луны атмосферы. В то же время оснащение лунного космодрома — очень сложная многоцелевая задача, включающая связь с объектом, сеансы связи и др.



Лунный полигон

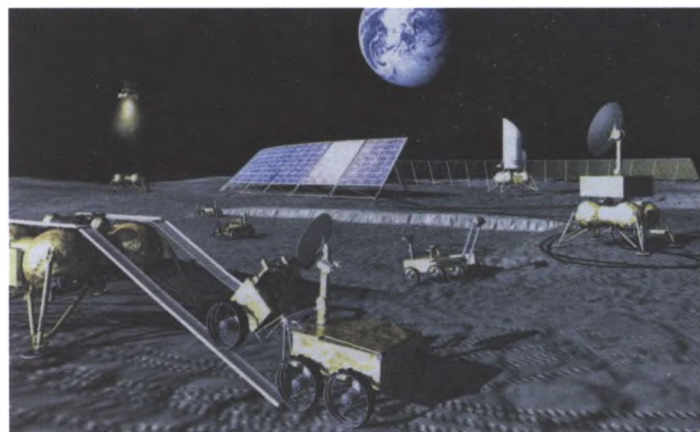
РАДИОТЕЛЕСКОП НА ЛУНЕ

Радиоастрономия получит возможность исследования низкочастотных излучений космических объектов, которые не проходят через плотную для них земную атмосферу.

Радиотелескоп на Луне можно также использовать как часть радиоинтерферометра с базой «Земля—Луна». В этом случае его разрешение на длине волны 20 см может теоретически достигнуть разрешения, позволяющего различать планеты размеров Юпитера у 100 ближайших звезд в радиусе 30 световых лет.



Радиотелескоп на Луне



Научно-исследовательская база на Луне

Производство на Луне изначально должно развиваться в двух направлениях, а именно с целью **самообеспечения развиваемых поселений** и **одновременно с целью создания промышленного производства для последующего коммерческого использования его продукции** не только производителями, но и жителями Земли. В конечном итоге это должно привести к самостоятельному существованию лунной колонии.

СОДЕРЖАНИЕ

Система «Земля—Луна»	2	Рельеф Луны	
Луна как небесное тело	3	Видимая сторона	30—31
История астрономических наблюдений	4—5	Обратная сторона	32—33
Схема полетов к Луне. XX—XXI вв.	6—7	Гипсометрическая карта Луны	34—35
Полеты к Луне. Советская лунная программа		Геолого-морфологическая карта Луны	36—37
«Луна-1, -2, -3», «Зонд 3»	8—9	Карта нестационарных явлений	38
«Луна-9, -13»	10—11	Поляриметрическая карта Луны	39
«Луна-10—12, -14, -19, -22», «Зонд 4—8» ..	12—13	Карта тепловых аномалий на Луне	40
Луноходы	14—15	Карта сейсмической активности	41
«Луна-16»	16—17	Карта гравитационных аномалий	
Полеты к Луне. Американская лунная программа		на Луне	42—43
«Пионер», «Рейнджер»	18—19	Полеты к Луне. Возвращение к лунной	
«Сервейор», «Лунар Орбитер»	20—21	программе	44—45
«Аполлон»	22—25	Будущее	
Лунная номенклатура. История и современность		Перспективные полеты и проекты изучения и	
Видимая сторона Луны	26—27	освоения Луны	46—47
Обратная сторона Луны	28—29	Луна как база для исследований	48

УДК 373.167.1:91(084)
ББК 26.82я6
Ш91

Шингарева, К. Б.

Луна: атлас / К. Б. Шингарева, Б. В. Краснопевцева. — Издательство ДИК, 2011. — 48 с. : текст, Ш91 карт, ил. — (Солнечная система)

ISBN 978-5-8213-0573-2 (ДИК)

УДК 373.167.1:91(084)
ББК 26.82я6

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА. ЛУНА

Атлас

Авторы **К. Б. Шингарева, Б. В. Краснопевцева**

Атлас подготовлен к изданию ООО «Издательство ДИК»

Ответственный редактор *Т. И. Мартынова*
Картографы *П. А. Борисенко, С. А. Ильина, М. Ю. Кочергин*
Компьютерная верстка *М. М. Еремина*
Технический редактор *В. Ф. Козлова*
Корректор *Л. А. Малинина*
Оформление обложки *А. В. Щербаков*

Картографическая лицензия № РК-10698К от 05.05.08 ООО «Издательство ДИК».
Подписано в печать 12.11.10. Формат 60×90¹/₈. Бумага мелованная.
Гарнитура «Прагматика». Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,0. Тираж 3 000 экз.
Заказ № 5286.

ООО «Издательство ДИК»

127018, Москва, ул. Сушевский вал, д. 49, стр. 2.
Тел./факс: (495) 795-05-42

ISBN 978-5-8213-0573-2 (ДИК)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных издательством материалов в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР».
170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46.



© ООО «Издательство ДИК», 2011





ЮЖНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ



СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ О ЛУНЕ

Расстояние от Земли:	
— минимальное	363 100 км
— среднее	384 400 км
— максимальное	405 700 км
Эксцентриситет орбиты	0,0549
Наклонение плоскости орбиты к эклиптике	5°08'43",4
Период обращения по орбите, совпадающий с периодом вращения вокруг оси	27,326 средних суток
Продолжительность лунных суток (периодичность смены фаз Луны)	29,531 средних суток
Принятый средний радиус лунной сферы	1738 км
Масса	7,35•10 ²⁵ г, или 1/81,30 массы Земли
Объем	2,196•10 ¹⁰ км ³
Средняя плотность	3,34 г/см ³ , или 0,607 средней плотности Земли
Ускорение силы тяжести на поверхности	162 см/с ² , или 0,16 от ускорения силы тяжести на поверхности Земли
Вторая космическая скорость	2,38 км/с
Экстремальные температуры в центре диска:	
— дневная	+130 °C
— ночная	−170 °C
Максимальная оптическая либрация:	
— по долготе	± 7°54'
— по широте	± 6°50'
Средняя отражательная способность всей лунной поверхности	12,44%
Отражательная способность:	
— материковых областей Луны	13,45%
— морских областей Луны	7,30%
Общая площадь поверхности Луны	3,8•10 ⁷ км ²
Общая площадь морей на лунной поверхности	16,9%
Площадь лунных морей:	
— на видимой стороне	31,2%
— на обратной стороне	2,6%
Постоянно наблюдениям с Земли доступно:	
— с учетом либрации	41% поверхности
— в целом	59% поверхности



Новый атлас продолжает серию книг «Солнечная система», подготовленную издательствами ДИК и «Дрофа».

Серия атласов «Солнечная система» подробно рассказывает об особенностях основных тел Солнечной системы, знакомит читателей с природой планет и их спутников, планами и перспективами их изучения и освоения.

Серия адресована старшеклассникам и студентам, а также широкому кругу читателей, интересующихся астрономией.

ISBN 978-5-8213-0573-2



9 785821 305732