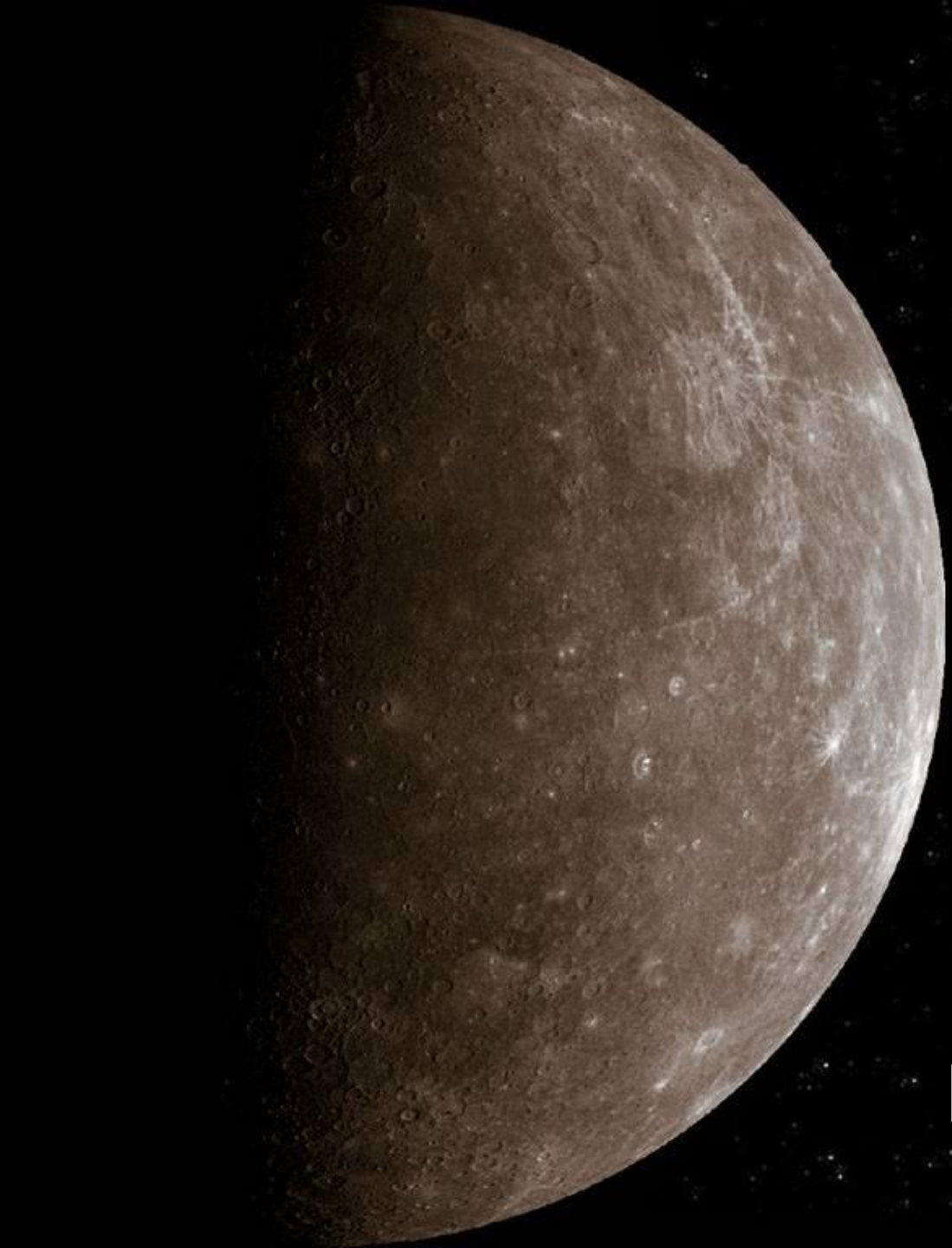


# МЕРКУРИЙ



# Содержание:

Общая информация

Атмосфера

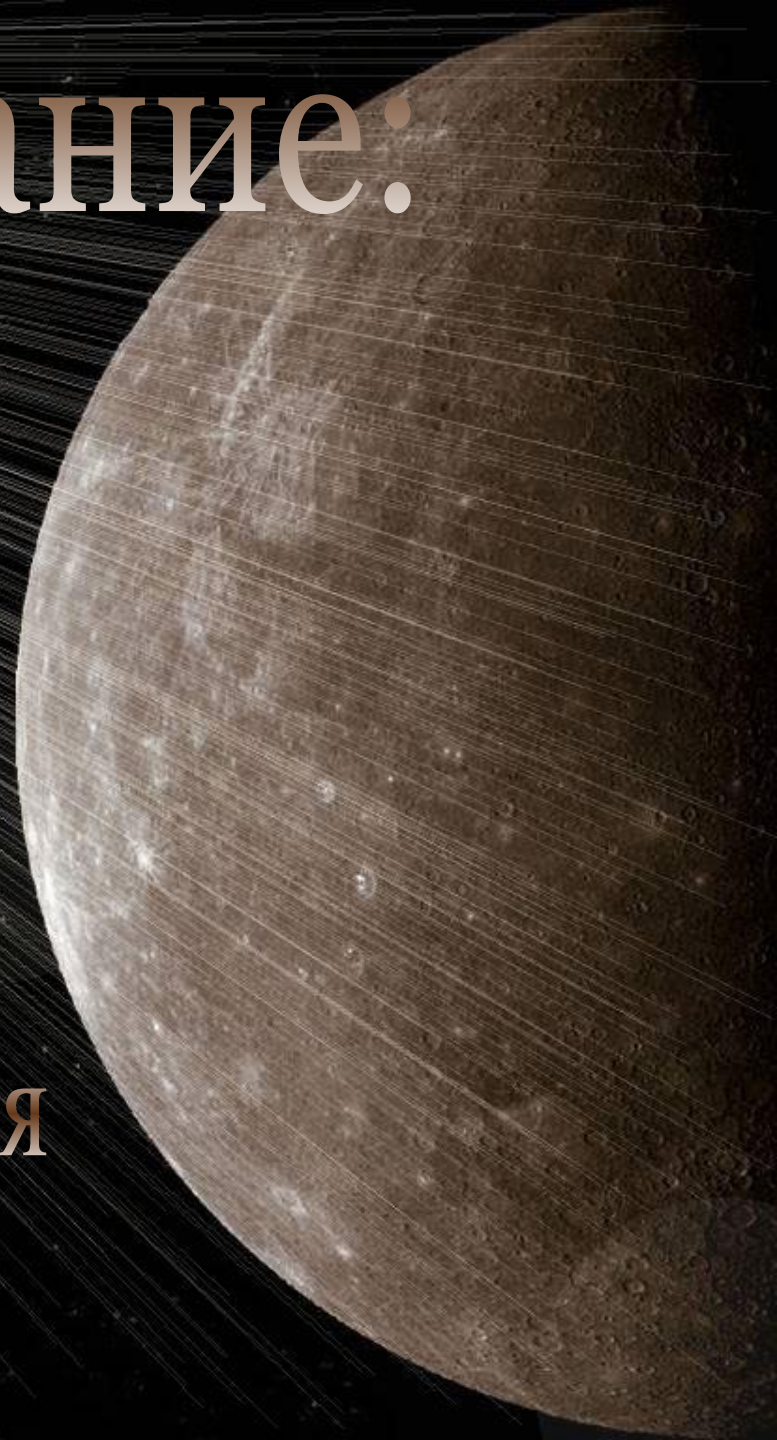
Магнитное поле

Строение

Рельеф

Особенности движения

Исследования



# Общая информация

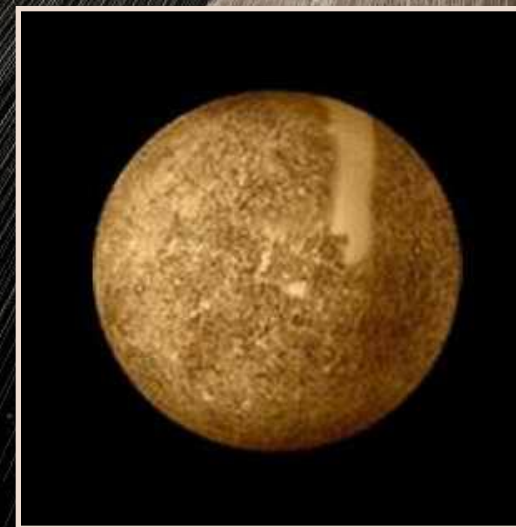
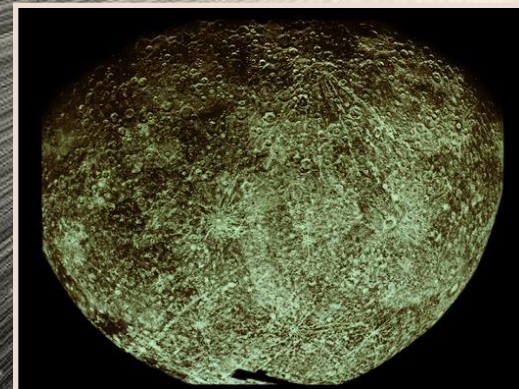
Древние римляне считали Меркурия покровителем торговли, путешественников и воров, а также вестником богов. Неудивительно, что небольшая планета, быстро перемещающаяся по небу вслед за Солнцем, получила его имя. Меркурий был известен еще с древних времен, однако древние астрономы не сразу поняли, что утром и вечером видят одну и ту же "звезду". Меркурий - яркое светило, но увидеть его на небе не так просто. Дело в том, что, находясь вблизи Солнца, Меркурий всегда виден для нас недалеко от солнечного диска, отходя от него то влево (к востоку), то вправо (к западу) только на небольшое расстояние, которое не превосходит  $28^\circ$ . Поэтому его можно увидеть только в те дни года, когда он отходит от Солнца на самое большое расстояние.

Меркурий - самая близкая к Солнцу планета. Он предпоследний по величине и состоит из высокоплотного вещества. Поверхность Меркурия покрыта тысячами кратеров, образовавшихся от столкновений с метеоритами и скал, которые образовались, когда молодое ядро остывало и сжималось, стягивая кору планеты. Ряд признаков говорит о возможности существования у Меркурия атмосферы, но в тысячи раз более разреженной, чем земная. Меркурий гораздо ближе к Солнцу, чем Земля. Поэтому Солнце на нем светит и греет в 7 раз сильнее, чем у нас. На дневной стороне Меркурия страшно жарко, там вечное пекло. Измерения показывают, что температура там поднимается до  $+510^\circ\text{C}$ . Зато на ночной стороне должен быть всегда сильный мороз, который, вероятно, доходит до  $-210^\circ\text{C}$ .

В XIX веке появилась гипотеза о том, что Меркурий ранее являлся спутником Венеры. В 1976 году был произведен математический расчет этой гипотезы, который показал, что это может объяснить потерю вращательного момента у Меркурия и Венеры, большой эксцентриситет орбиты Меркурия, резонансный характер движения Меркурия вокруг Солнца. "Убегание" Меркурия могло произойти за 500 миллионов лет и сопровождалось огромным выделением энергии, которое разогревало и Венеру, и ее спутник. Эта гипотеза помогает объяснить и наличие магнитного поля у Меркурия, и химический состав его ядра.

Диаметр Меркурия в 2,5 раза меньше диаметра Земли и в 1,5 раза больше диаметра Луны. В сильный телескоп на Меркурии можно заметить темные пятна, имеющие примерно такой же вид, как «моря» Луны для невооруженного глаза. Наблюдая за этими пятнами, ученые установили одну важную особенность. Двигаясь по своему пути вокруг Солнца, Меркурий вместе с тем поворачивается вокруг своей оси так, что к Солнцу обращена всегда одна и та же его половина. Это значит, что на одной стороне Меркурия всегда день, а на другой - всегда ночь.

Итак, Меркурий - это царство пустынь. Одна его половина - горячая каменная пустыня, другая половина - ледяная пустыня, быть может, покрытая замерзшими газами.



## Характеристики История открытий



# История открытий

Дата	Ученый	Вид
1530г	Н.Коперник	Впервые весьма точно вычисляет расстояние от Солнца до Меркурия (376 а.е.)
1631г	П. Гассенди	7 ноября впервые астрономы наблюдают прохождение Меркурия по диску Солнца предвычисленное И. Кеплером. Что регулярно повторяется через 13 лет, а иногда и через 7 лет, причем всегда либо в мае, либо в ноябре. Меркурий проходит севернее или южнее солнечного экватора. В наше время смотрите 7 мая 2003г.
1859г	У.Ж. Леверье	Открыл смещение перигелия планеты и к этому времени разработал теорию ее движения.
1882г	Д.В. Скиапарелли	Определяет период обращения Меркурия в 88 суток.
1950г	О. Дольфюс	С помощью поляриметрических исследований доказал, что Меркурий содержит очень разреженную атмосферу.
1965г	Аресибо	С помощью радиолокации <b>Гордон Х. Петтенгилл</b> и <b>Ральф Б. Дайсом</b> измерили период обращения Меркурия вокруг оси, получив результат в 58,65 сут.
1974г	КА «Маринер-10»	В марте впервые КА начал исследование планеты. Произведено фотографирование планеты с расстояния от 233000 до 7340км при сближении 29 марта, а 21 сентября сближение до расстояния 756км, а 16 марта 1975г до расстояния 327км. Произведено около 4300 снимков, на основании которых составлена карта западного полушария Меркурия. Разрешаемость при третьем сближении составила 100м. Обнаружено магнитное поле в 100 раз слабее земного, подтверждена очень разреженная водородо-гелиевая атмосфера, замерена температура. Обнаружил систему гор и борозд, не имеющих ничего общего с лунными и марсианскими.
1977г	Ю.Н. Липский	Издает каталог кратеров Меркурия.



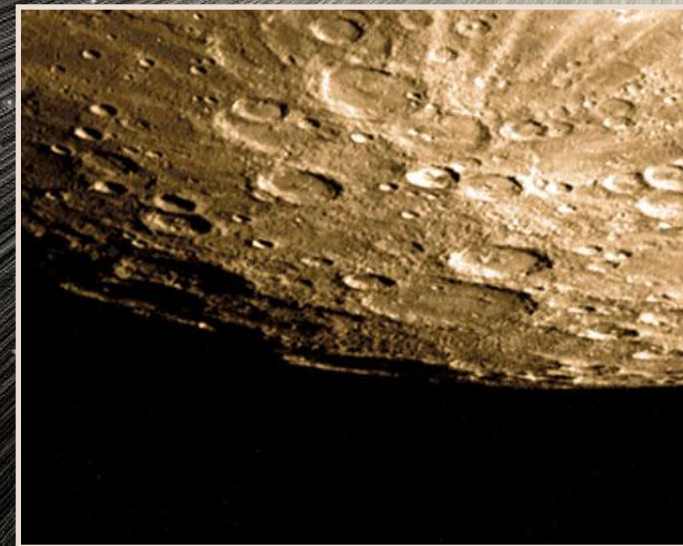
# Характеристики

Средняя удаленность планеты от Солнца	а.е.	0,3871 (57910000км)
Эксцентриситет орбиты	-	0,2056
Наклон орбиты к плоскости эклиптики	градусы	7,004
Средняя орбитальная скорость	км/с	47,89
Сидерический период обращения планеты	земные года	0,24085 (87,969 дней)
Синодический период	земные дни	115,88
Максимальная видимая звездная величина	m	-2,02
Масса	Земля=1	0,0553
Масса	кг	$3,303 \times 10^{23}$
Экваториальный радиус	Земля=1	0,382
Экваториальный радиус	км	2439
Средняя плотность	г/см <sup>3</sup>	5,44
Ускорение свободного падения	м/с <sup>2</sup>	3,78
Вторая космическая скорость на экваторе	км/с	4,3
Период обращения вокруг оси	земные дни	58,6561
Наклонение экватора к орбите	градусы	2°
Число спутников	-	нет



# Атмосфера

Исследование атмосферы Меркурия показало, что она очень разрежена. Оценка верхнего предела давления у поверхности составляет от  $2 \cdot 10^{-9}$  до  $10^{-8}$  мб. В составе атмосферы планеты обнаружено небольшое количество гелия; таким образом, присутствие этого газа, отмеченное год назад, получило подтверждение. Ионосфера планеты никак себя не проявила, а это значит, что электронная плотность в ней менее 4000 электронов/см<sup>3</sup>. В 1985г в атмосфере обнаружены атомы натрия. Близость Солнца обуславливает ощутимое влияние на Меркурий солнечного ветра. Благодаря этой близости значительно и приливное воздействие Солнца на Меркурий, что должно приводить к возникновению над поверхностью планеты электрического поля, напряженность которого может быть примерно вдвое больше, чем у «поля ясной погоды» над поверхностью Земли, и отличается от последнего сравнительной стабильностью.



# Магнитное поле

Магнитное поле Меркурия принадлежит самой планете, а не индуцировано взаимодействием с ней солнечного ветра, но магнитосфера Меркурия сильно сжата с солнечной стороны. Как показали измерения специального зонда «Гелиос» скорость частиц солнечного ветра превышает на этом расстоянии 800 км/сек. Новые результаты в отношении магнитного поля Меркурия заставили американских исследователей вновь склониться к представлению о динамо-механизме как основном возбудителе магнитного поля Меркурия. Если это предположение подтвердится, то придется признать, что быстрое вращение не обязательно для генерации магнитного поля этим механизмом. Выяснение этого вопроса представит большое значение для проблемы планетарного магнетизма в целом. Характерным для магнитосферы Меркурия (как и в случае Земли) является наличие в хвостовой части нейтральной полосы, делящей его «магнитный хвост» на две половины. В этой полосе наблюдаются резкие, быстрые и недолгие всплески потоков протонов и электронов, которые могут появляться в этой полосе в результате затуханий управляющих магнитных полей. В магнитосфере планеты были обнаружены протоны и альфа-частицы (т. е. ядра атомов водорода и гелия), выброшенные активными областями на Солнце. Меркурий, по мнению доктора Дж. Симпсона из Чикагского университета, руководившего этой частью эксперимента «Маринер», представляет собой очень удобный объект для изучения потоков солнечного ветра и отдельных выбросов ядер из активных областей на Солнце, связанных, скорее всего, с горячими кальциевыми факелами, в районе которых образуются солнечные пятна. И дело не только в близости Меркурия к Солнцу, но и в том, что радиус планеты случайно почти равен радиусу спиральных траекторий заряженных частиц, которые они описывают в своем движении вдоль магнитных силовых линий. Меркурий становится удобным «прерывателем» траекторий частиц, позволяя изучать их выбросы из активных областей.

Магнитный дипольный момент Меркурия равен  $4,9 \cdot 10^{22}$  Гс·см<sup>3</sup>, что примерно на четыре порядка меньше, чем у Земли; однако, поскольку напряженности поля обратно пропорциональны кубу радиуса планет, то на Меркурии и на Земле они близкие по порядку величины.

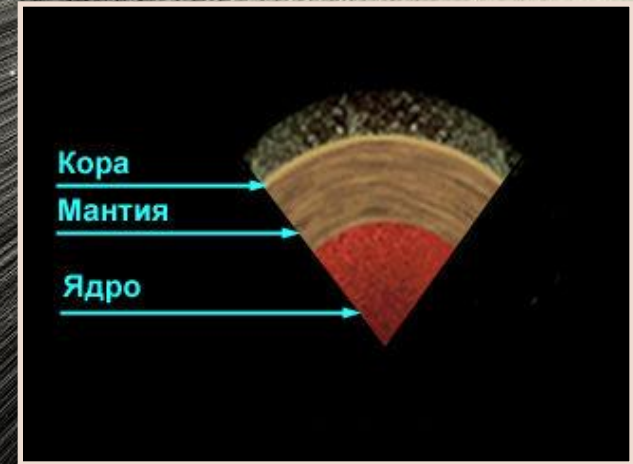


# Строение

Исследования фотографических изображений поверхности Меркурия позволили составить вероятную картину эволюции этой планеты. В начальный период своей истории Меркурий, по-видимому, испытал сильное внутреннее разогревание, за которым последовала одна или несколько эпох активного вулканизма.

После завершения процесса формирования планеты её поверхность была гладкой (участки этой древней поверхности хорошо заметны). Далее наступил период интенсивной бомбардировки Меркурия метеоритами. Когда образовались бассейны, например Калорис (диаметр 1300 км), а также кратеры типа кратера Коперник на Луне. Следующий этап характеризовался активным вулканизмом и выходом потоков лавы, заполнившей крупные бассейны. Этот период завершился около 3 млрд. лет назад.

Предложено несколько моделей внутреннего строения Меркурия. Согласно наиболее распространённому мнению планета состоит из горячего, постепенно остывающего железоникелевого ядра радиусом 1800 км (3/4 радиуса планеты) и силикатной оболочки, на границе между которыми температура может приближаться к 103 К. На долю ядра приходится 80% массы Меркурия. Породы содержат около 6% железа, а в основном алюминий и кальций. В ядре генерируются кольцевые электрические токи, возбуждающие слабое магнитное поле планеты.



Слой	Толщина	Состав
Кора	-	кремниевые породы
Мантия	600 км	кремниевые породы
Ядро	(радиус)1800 км	железо и никель

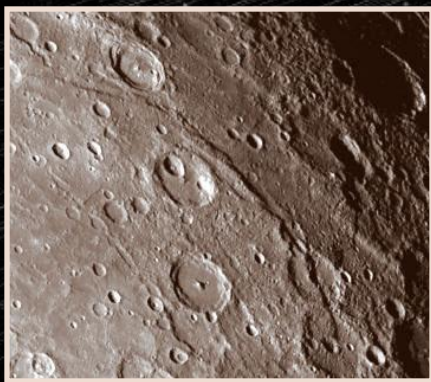




# Рельеф

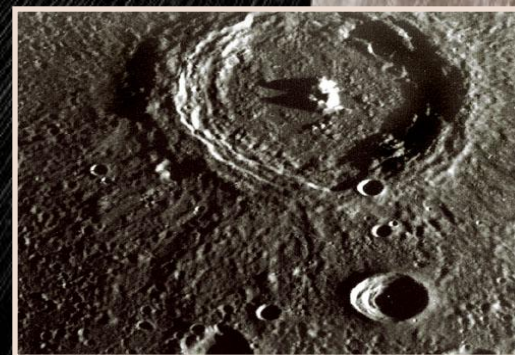
Хотя эта маленькая планета расположена близко к Солнцу и подвергается воздействию экстремальных температур, она хорошо сохранила черты ландшафта времён формирования планет - примерно 4,5 млрд. лет назад.

Поверхность Меркурия покрыта тысячами кратеров, образовавшихся от столкновений с метеоритами и скал, которые образовались, когда молодое ядро остывало и сжималось, стягивая кору планеты, а также раздробленным веществом базальтового типа, довольно темная. Судя по наблюдениям с Земли и фотографиям с космических аппаратов, она в целом похожа на поверхность Луны, хотя контраст между темными и светлыми участками выражен слабее. Наряду с кратерами (как правило, менее глубокими, чем на Луне) есть холмы и долины..



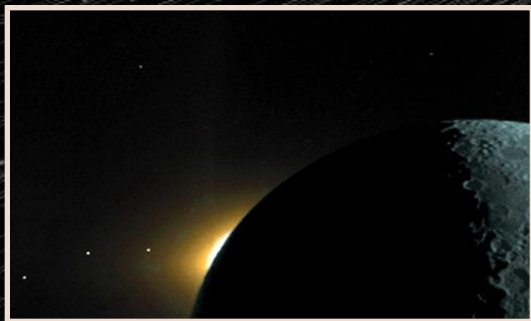
Характерные детали, найденные на Меркурии, - изрезанные обрывы (уступы), которые принимают форму утесов высотой от нескольких сотен до 3000 м. Как предполагают, они сформировались при сжатии планетарной коры в процессе охлаждения. В некоторых местах они пересекают стенки кратеров. Высота гор на планете достигает четырёх километров. Радарные наблюдения Меркурия в конце 2001г. показали наличие на его поверхности большого кратера диаметром 85 км. По своему строению он схож с кратером Тихо на поверхности Луны, но может быть значительно моложе, чем лунное образование возрастом 109 миллионов лет

До 70% изученной области занимает древняя, сильно изрытая кратерами поверхность. Наиболее существенная деталь - равнина Жары (бассейн Калорис), огромный ударный кратер с диаметром 1300 км (четверть диаметра планеты). Впадина была заполнена лавой и относительно сглажена, причем поверхность того же типа захватывает и часть области выброса. Удар произошел 3800 млн. лет назад, вызвав временное оживление вулканической деятельности, которая в основном прекратилась за 100 млн. лет до того. Это и привело к сглаживанию областей внутри и вокруг впадины. В той области поверхности Меркурия, которая диаметрально противоположна месту удара, наблюдается удивительно хаотическое строение, созданное, по-видимому, ударной волной.



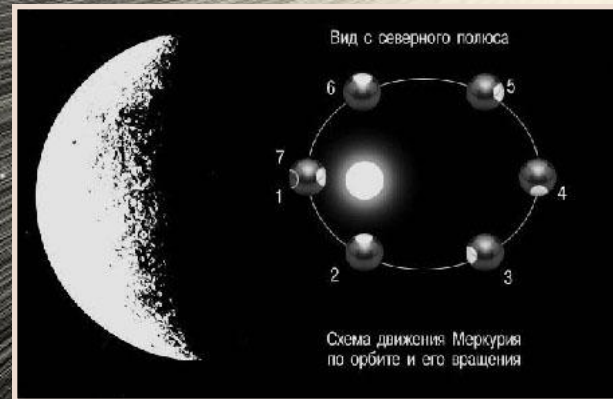
# Особенности движения

Меркурий движется вокруг Солнца по сильно вытянутой эллиптической орбите, плоскость которой наклонена к плоскости эклиптики под углом  $7^{\circ}00'15''$ . Расстояние Меркурия от Солнца меняется от 46,08 млн. км до 68,86 млн. км. Период обращения вокруг Солнца составляет 87,97 земных суток, а средний интервал между одинаковыми фазами 115,9 земных суток. Продолжительность солнечных суток на Меркурии равна 176 земным суткам. Расстояние Меркурия от Земли меняется от 82 до 217 млн. км. Максимальный угловой размер планеты при наблюдении с Земли составляет  $13''$ , минимальный —  $5''$ . Период обращения Меркурия вокруг своей оси равен  $58,6461 \pm 0,0005$  суток, что составляет  $2/3$  от периода обращения вокруг Солнца. Это обстоятельство является результатом действия приливного трения и крутящего момента гравитационных сил со стороны Солнца, обусловленного тем, что на Меркурии распределение масс не является строго концентрическим (центр масс смещен по отношению к геометрическому центру планеты, вращение неравномерное, «рывками»).



Ось вращения Меркурия наклонена к плоскости его орбиты не более чем на  $3^{\circ}$ , благодаря чему заметных сезонных изменений на этой планете не должно существовать. Для наблюдений с Земли Меркурий — трудный объект, так как он видимым образом никогда не удаляется от Солнца больше чем на  $28^{\circ}$ , вследствие чего его приходится наблюдать всегда на фоне вечерней или утренней зари низко над горизонтом. Кроме того, в эту пору фаза планеты (то есть угол при планете между направлениями на Солнце и на Землю) близка к  $90^{\circ}$ , и наблюдатель видит освещенной лишь половину ее диска.

13 раз в столетие Меркурий проходит по диску Солнца. Это бывает в мае или ноябре, когда нижнее соединение планеты происходит вблизи узлов орбиты Меркурия. Меркурий проецируется на солнечный диск и перемещается по нему с направлением с востока на запад. Ноябрьские прохождения происходят вдвое чаще, чем майские. За период в 46 лет их как правило наблюдается четыре - три раза через 13 и один раз через 7 лет после предыдущего прохождения. Последнее ноябрьское прохождения наблюдалось в 1999 году, а следующее состоится в 2006 году. За 46 лет как правило наблюдаются два майских прохождения.



Любопытно, как происходит смена дня и ночи на Меркурии. День и ночь продолжаются по 88 суток, т.е. равны году планеты. Солнце восходит на востоке, поднимается крайне медленно (в среднем на один градус за двенадцать часов), достигает верхней кульминации (на экваторе — зенита) и так же медленно заходит. Но так происходит не везде. В некоторых местах Солнце после восхода вдруг останавливается, поворачивается обратно и заходит почти в той же точке, где взошло. Но спустя несколько земных суток Солнце восходит снова в той же точке и уже надолго. Около захода картина повторяется в обратном порядке. Это явление получило название эффекта Иисуса Навина по имени библейского героя, умевшего останавливать Солнце. В некоторых местах восходы и захода Солнца наблюдаются дважды за сутки. На меридианах  $0^{\circ}$  и  $180^{\circ}$  можно видеть три захода и три восхода Солнца за одни солнечные сутки, которые длятся около 175,92 земных суток.



# Исследования:

Маринер-10

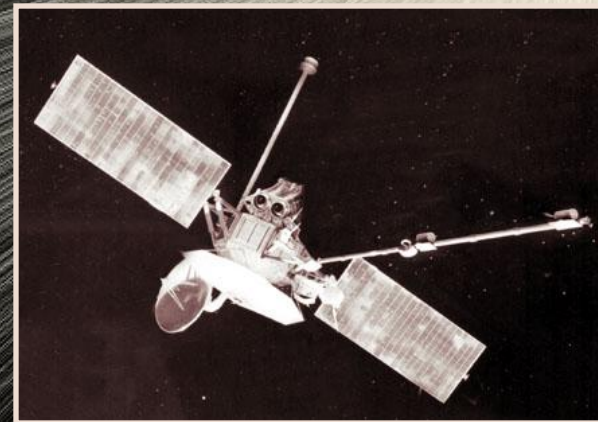
Мессенджер



# Маринер-10

Телескопические наблюдения Меркурия с Земли чрезвычайно затруднены, частично из-за его небольшого размера, а частично из-за того, что на небесной сфере он не отходит от Солнца больше чем на  $28^\circ$ , так как его орбита лежит далеко внутри орбиты Земли. По этой же причине диск Меркурия (подобно Венере, другой нижней планете) показывает цикл фаз, подобных фазам Луны. До пролётов "Маринера-10" в 1974 и 1975 гг. о поверхностных деталях Меркурия и о самой планете было известно очень мало. Вес научной аппаратуры составлял около 80 кг. Сначала аппарат был направлен к Венере, в поле тяготения которой получил гравитационный разгон и, изменив траекторию, 29 марта 1974 г. подлетел к Меркурию. Снимки поверхности, полученные в результате трёх пролётов "Маринера-10" с интервалом в шесть месяцев, показали удивительное сходство рельефа Меркурия с ближайшей соседкой Земли - Луной. Как оказалось, вся его поверхность покрыта множеством кратеров разных размеров.

Учёных несколько разочаровало то, что атмосферы на Меркурии обнаружено не было. Найдены следы аргона, неона, гелия и водорода, но столь незначительные, что можно говорить лишь о вакууме с такой степенью разрежения, которую на Земле не умеют ещё получать. Во время первого пролёта, проходившего на высоте 705 км, были обнаружены ударная волна плазмы и магнитное поле вблизи Меркурия. Удалось уточнить значение радиуса планеты (2439 км) и её массы. 21 сентября 1974 г. на довольно большом расстоянии (более 48 тыс. километров) был осуществлён второй пролёт около Меркурия. Датчики температуры позволили установить, что в течение дня, продолжительность которого составляет 88 земных суток, температура поверхности планеты поднимается до  $510^\circ\text{C}$ , а ночью опускается до  $-210^\circ\text{C}$ . С помощью радиометра был определён тепловой поток, излучаемый поверхностью; на фоне нагретых участков, состоящих из рыхлых пород, выявлены более холодные, представляющие собой скальные породы. Во время третьего пролёта около Меркурия, происходившего 16 марта 1975 г. на наименьшем расстоянии - 318 км, было подтверждено, что обнаруженное магнитное поле действительно принадлежит планете. Его напряжённость составляет около 1% от напряжённости земного магнитного поля. 3 тыс. фотографий, полученных на этом сеансе, имели разрешение до 50 м. Поскольку три сеанса фотографирования охватывали западное полушарие планеты, восточное оставалось неисследованным. "Маринера-10" передал на Землю более 10000 изображений, которые позволили составить карту, охватывающую около 35% поверхности Меркурия.



# Мессенджер

3 августа 2004 космический корабль NASA «MESSENGER» («Мессенджер») стартовал с мыса Канаверал во Флориде, чтобы начать свою миссию первого космического корабля, который выйдет на орбиту вокруг Меркурия. Космический корабль разрабатывался в лаборатории Applied Physics Laboratory в университете Johns Hopkins. Аппарат сначала сделает несколько гравитационных маневров около планет Солнечной системы, прежде чем достигнуть своего конечного расположения на орбите вокруг Меркурия. Он сделает 15 оборотов вокруг Солнца, один раз пролетит мимо Земли, дважды – около Венеры и три раза - около Меркурия прежде, чем выйти на конечную орбиту вокруг Меркурия в 2011 году. Затем он в течение года будет передавать на Землю научную информацию, после чего срок работы с ним будет продлен, если позволит состояние бортового оборудования. «MESSENGER» станет первым земным аппаратом, который будет исследовать ближайшую к Солнцу планету с орбиты искусственного спутника. Затем он в течение года будет передавать на Землю научную информацию, после чего срок работы с ним будет продлен, если позволит состояние бортового оборудования.

