

Обзор планет земной группы

Меркурий, Венера, Земля и Марс: ключевые
каменные планеты внутренней Солнечной
системы.



Исторический контекст изучения земных планет



Понятие «планеты земной группы» выделяет планеты с плотной каменной структурой. Их исследование с помощью телескопов и космических миссий значительно расширило знания о формировании и эволюции планетных систем.



Характеристики каждой планеты земной группы



**Меркурий –
компактный
металлосиликатный мир**

Маленькая планета с плотностью $5,43 \text{ г/см}^3$, практически без атмосферы и без спутников. Диаметр Меркурия всего 2 440 км, что делает её самой маленькой в группе.



**Венера — «сестра» Земли
с экстремальным
климатом**

Планета сопоставимых размеров с Землёй, но окружена плотнейшей CO_2 -атмосферой и облаками серной кислоты. Атмосферное давление у поверхности в 92 раза превышает земное.



**Земля — уникальная
планета с живой биосферой**

Обладает активной геологией, стабильной азотно-кислородной атмосферой и жидкой водой. Имеет один крупный спутник — Луну, влияющий на приливы и экосистему.



**Марс — красная планета с
тонкой атмосферой и следами
воды**

Более холодный и маломассивный, с атмосферой из углекислого газа и полярными ледяными шапками. Сейсмические и марсоходные данные свидетельствуют о сложной геологии.

Физические параметры планет земной группы



Планета	Масса (от Земли)	Радиус (км)	Плотность (г/см ³)	Спутники
Меркурий	0,055	2440	5,43	нет
Венера	0,815	6052	5,24	нет
Земля	1	6371	5,52	1
Марс	0,107	3390	3,93	2

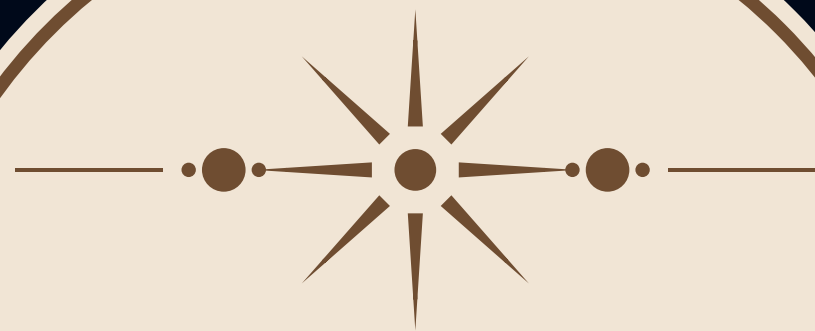
Сравнение массы, радиуса, плотности и спутников планет земной группы.

Наибольшая масса и плотность у Земли; Марс и Меркурий — меньшие по параметрам, спутников мало или нет.

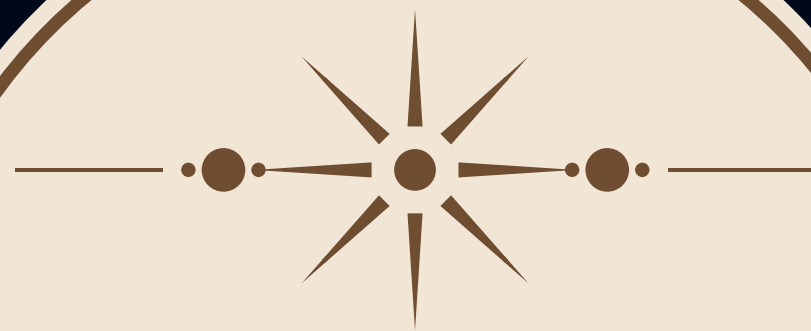


Данные NASA, 2023

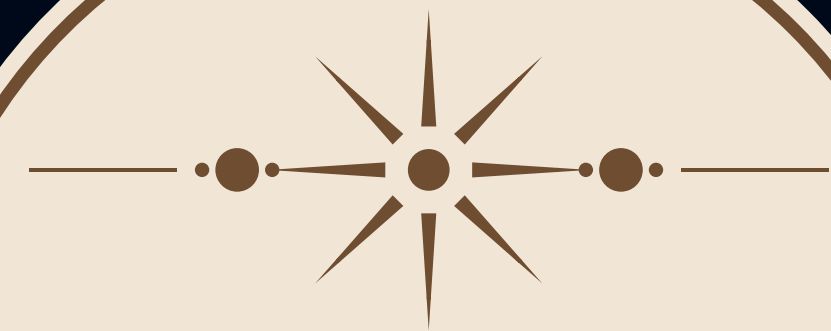
Внутреннее строение планет земной группы



Все земные планеты имеют слоистую структуру: металлическое ядро, окружаемое мантийной оболочкой из силикатов, покрытой тонкой твёрдой корой.



У Земли наружное ядро жидкое, что генерирует магнитное поле, а ядро Марса, по данным, частично затвердевшее, с более слабым полем.



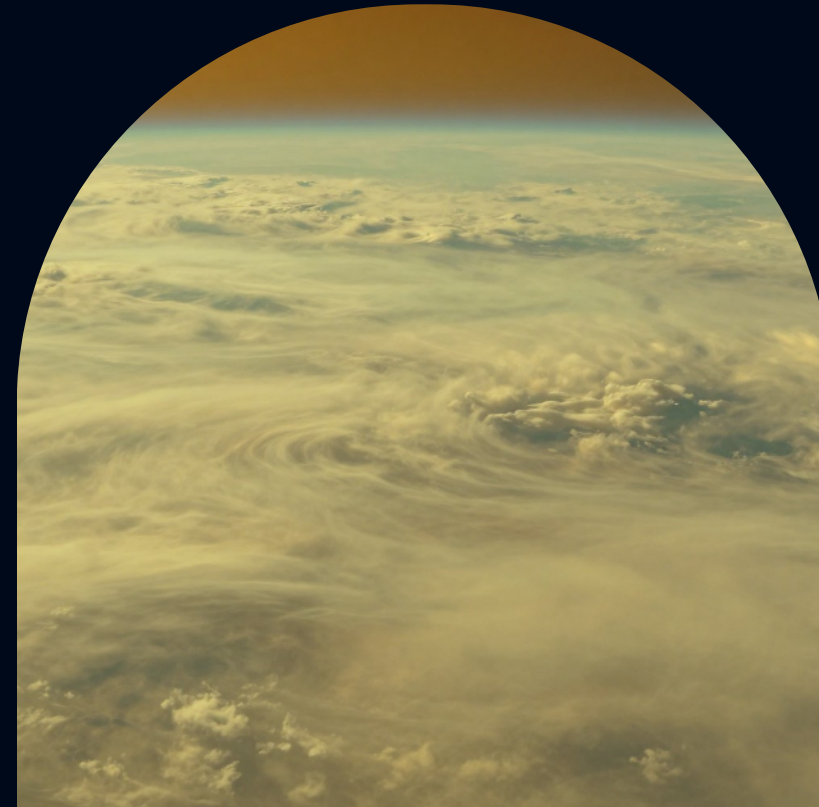
Геофизические сведения, полученные с помощью космических миссий, подтверждают общую дифференциацию вещества и вариации геологических процессов.

Атмосферы планет земной группы: различия и особенности



Меркурий — практически без атмосферы

Из-за малой массы и близости к Солнцу атмосфера отсутствует, вместо неё лёгкая экзосфера с атомами, выбиваемыми солнечным ветром, что делает поверхность уязвимой.



Венера — плотная атмосфера с мощным парниковым эффектом

Состоящая преимущественно из CO_2 с давлением около 92 атмосфер и температурой до $+465^\circ\text{C}$, атмосфера создаёт экстремальные условия и густые облака серной кислоты.



Земля — сбалансированная азотно-кислородная атмосфера

Воздух состоит из 78% азота и 21% кислорода, при умеренном давлении и температуре, подходящей для жизни, с динамическими климатическими системами и водным циклом.



Марс — тонкая и холодная CO_2 -атмосфера

Атмосферное давление составляет около 0,006 земного, с большими суточными перепадами температуры, что влияет на погодные условия и пылевые бури на планете.

Орбитальные характеристики планет земной группы

Венера — 0,72 а.е.

Орбита почти круглая, период обращения вокруг Солнца составляет 225 дней. Венера демонстрирует уникальное вращение вокруг своей оси.

Марс — 1,52 а.е.

Планета с годом продолжительностью 687 суток и стабильной, но слегка эллиптической орбитой, что отражается на климатических циклах.

Меркурий — 0,39 а.е.

Ближайшая к Солнцу планета с коротким годом — 88 земных суток, прецессия её орбиты медленная и стабильная.

Земля — 1 а.е.

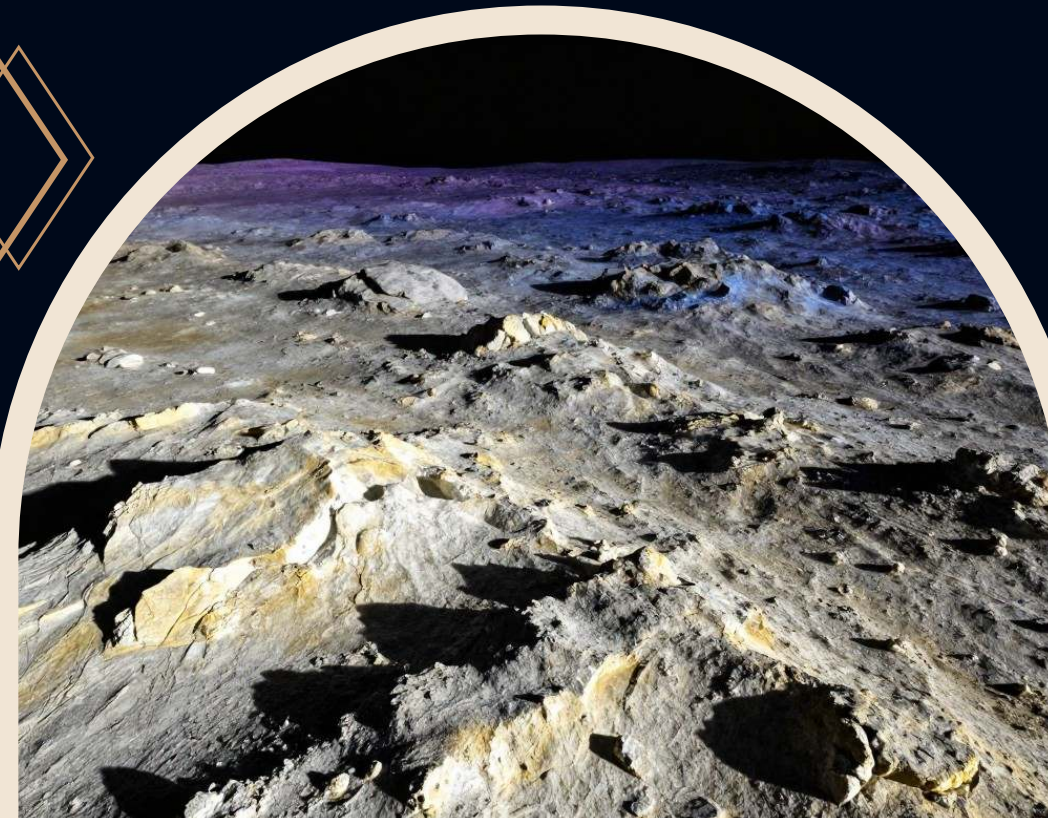
Наш дом круговой орбиты длиной в 365,25 суток с устойчивой климатической системой и минимальными орбитальными изменениям.

Меркурий: суровые условия и поверхность



Поверхность, покрытая
кратерами

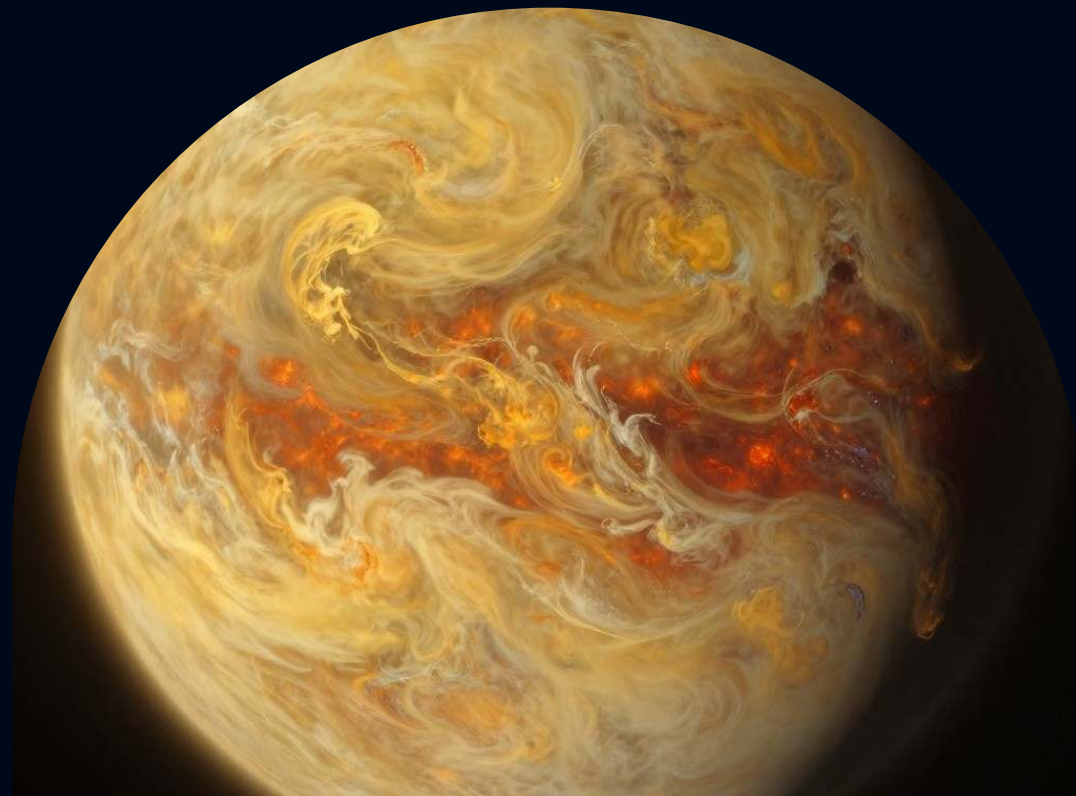
Меркурий пережил интенсивное бомбардирование в прошлом, результатом которого стала поверхность с множеством кратеров различного масштаба, видимых на фотографиях с MESSENGER.



Экстремальные температурные
перепады

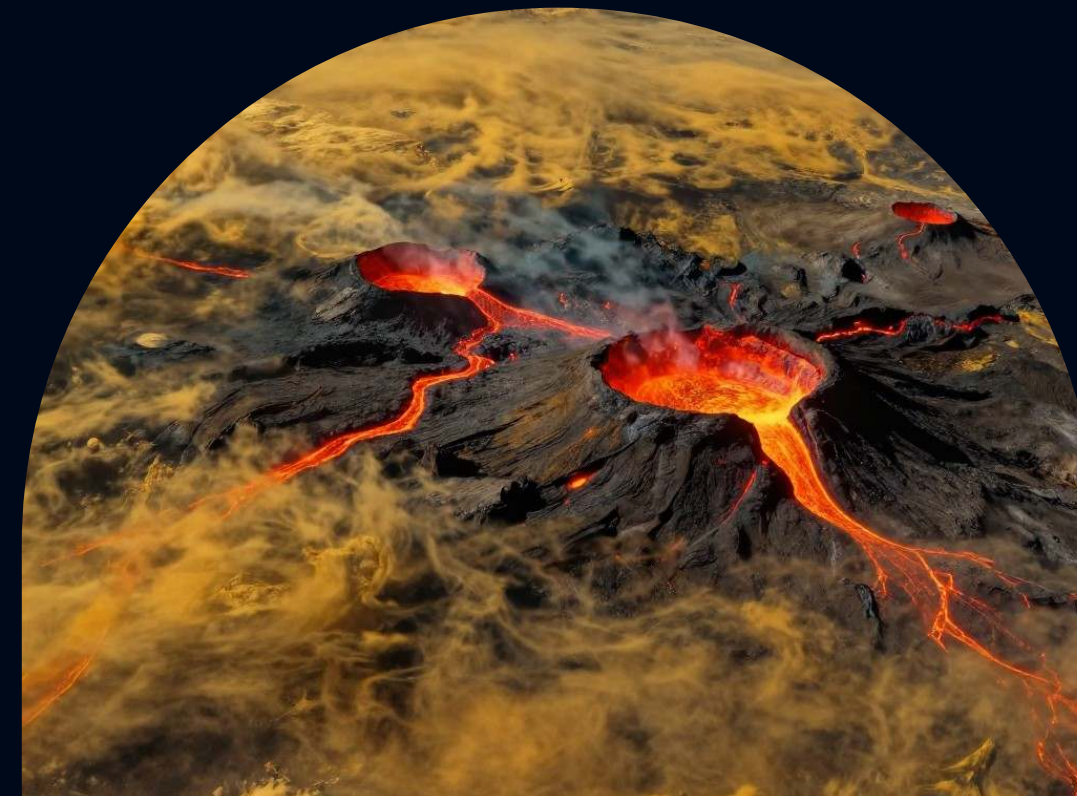
Температура колеблется от -173°C ночью до $+427^{\circ}\text{C}$ днём из-за отсутствия атмосферы и близости к Солнцу. Сутки длятся свыше 176 земных суток, затрудняя изучение климатических условий.

Венера: жаркий климат и загадки планеты



Густая атмосфера и давление

Венера окружена плотной атмосферой, состоящей почти целиком из CO_2 , с давлением в 92 раза превышающим земное, создавая условия для мощного парникового эффекта.



Вулканическая активность

Инфракрасные карты показывают активные вулканические зоны, что свидетельствует о продолжающейся геологической активности и формировании поверхности под толстым слоем облаков.

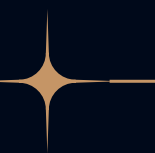
Земля: уникальные условия для жизни



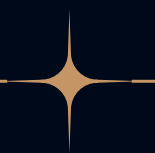
Единственная планета с устойчивой жидкой водой на поверхности, создающей благоприятные условия для разнообразных экосистем и биосферы.



Атмосфера Земли сбалансирована из азота и кислорода, поддерживает стабильный дыхательный режим и регуляцию климата через водный цикл.



Ярко выраженное магнитное поле защищает планету от солнечной радиации и космических лучей, сохраняя пригодность для жизни.



Наличие одного крупного спутника — Луны — влияет на приливные силы и стабильность оси вращения, что важно для климата и эволюции жизни.



Марс: климат, поверхность и исследования



Атмосфера и полярные ледяные шапки

Марсианская атмосфера преимущественно состоит из углекислого газа с давлением около 6 мбар. На полюсах расположены ледяные шапки, представляющие собой замёрзшую воду и диоксид углерода.



Климатические условия и пылевые бури

Температура на поверхности колеблется от -153°C до $+20^{\circ}\text{C}$. Часто происходят масштабные пылевые бури, охватывающие значительные территории планеты и влияющие на видимость.



Исследования при помощи марсоходов

Марс подробно изучали аппараты Viking, Pathfinder, Opportunity, Curiosity и Perseverance. Они передали снимки каньона Маринер и показали разнообразие ландшафтов и следы прошлой воды.

Сравнение атмосферы и климата планет земной группы

Планета	Основной газ	Средняя темп., °C	Давление, атм.
Меркурий	Отсутствует	-173 / +427	~0
Венера	96% CO ₂	+465	92
Земля	78% N ₂ , 21% O ₂	+15	1
Марс	95% CO ₂	-60	0,006

Представлена таблица с основными параметрами атмосферы, средней температурой и давлением для каждой планеты земной группы.

Венера характеризуется самым плотным и горячим климатом, Земля — единственная с комфортными для жизни условиями. Меркурий и Марс имеют экстремальные параметры.

Международный астрономический союз и NASA

Температурные диапазоны планет земной группы

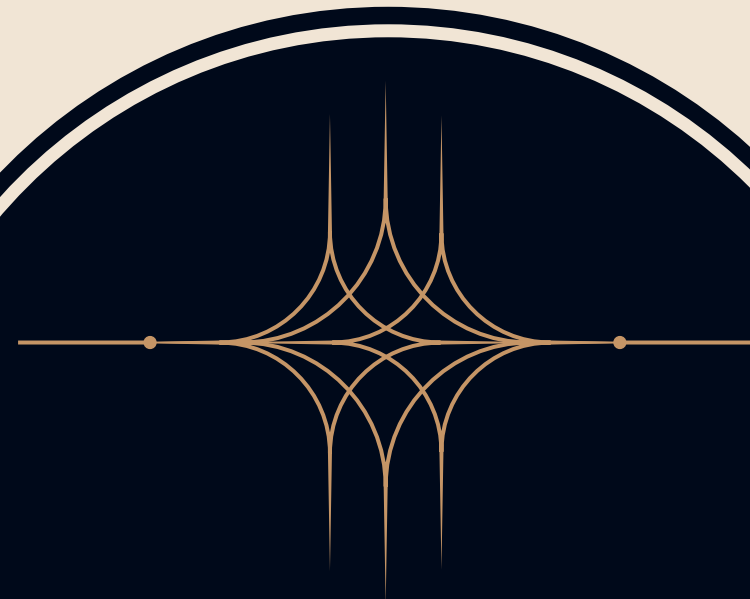


На диаграмме хорошо видны экстремальные температуры Меркурия и Венеры, а также сравнительно умеренный климат Земли и холодный Марс.

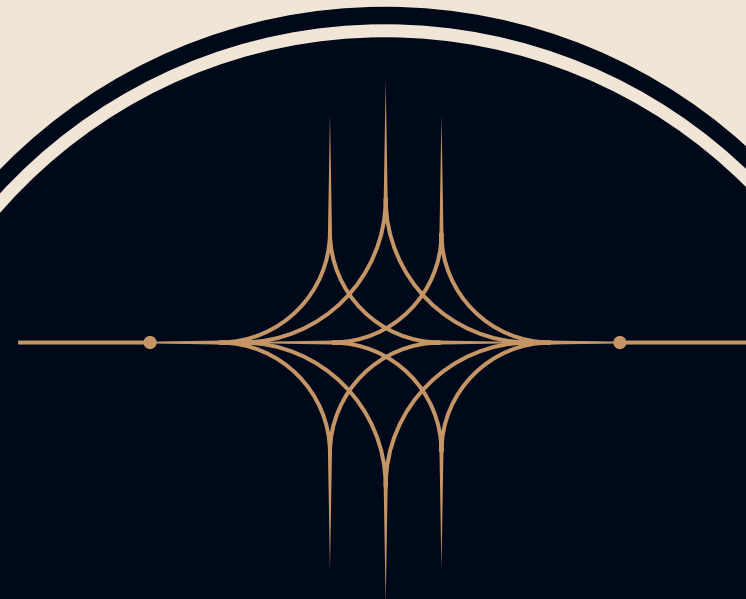
Данные подчёркивают жёсткость условий на соседних планетах и уникальность устойчивых температурных режимов Земли.

NASA, ESA, данные по климата на 2023 год

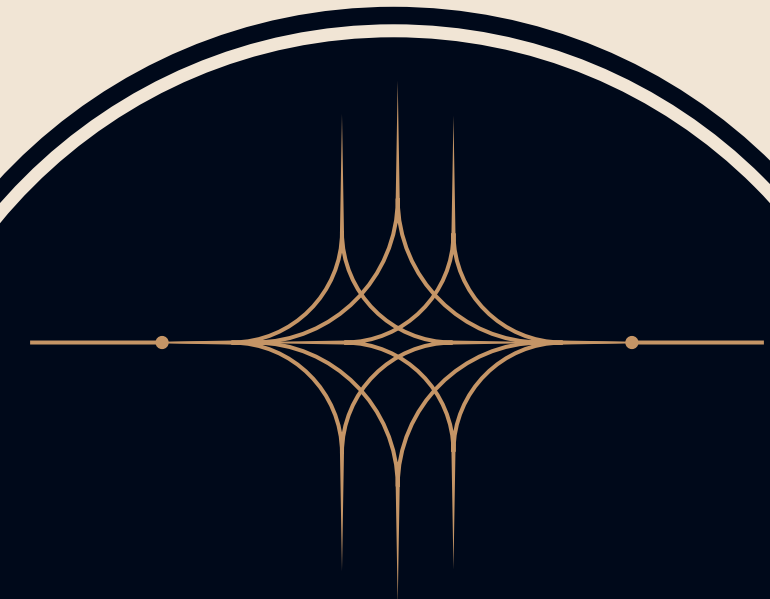
Спутники планет земной группы



Земля обладает единственным крупным спутником — Луной диаметром 3475 км, влияющей на приливные процессы и обладающей выраженной геологической дифференциацией.

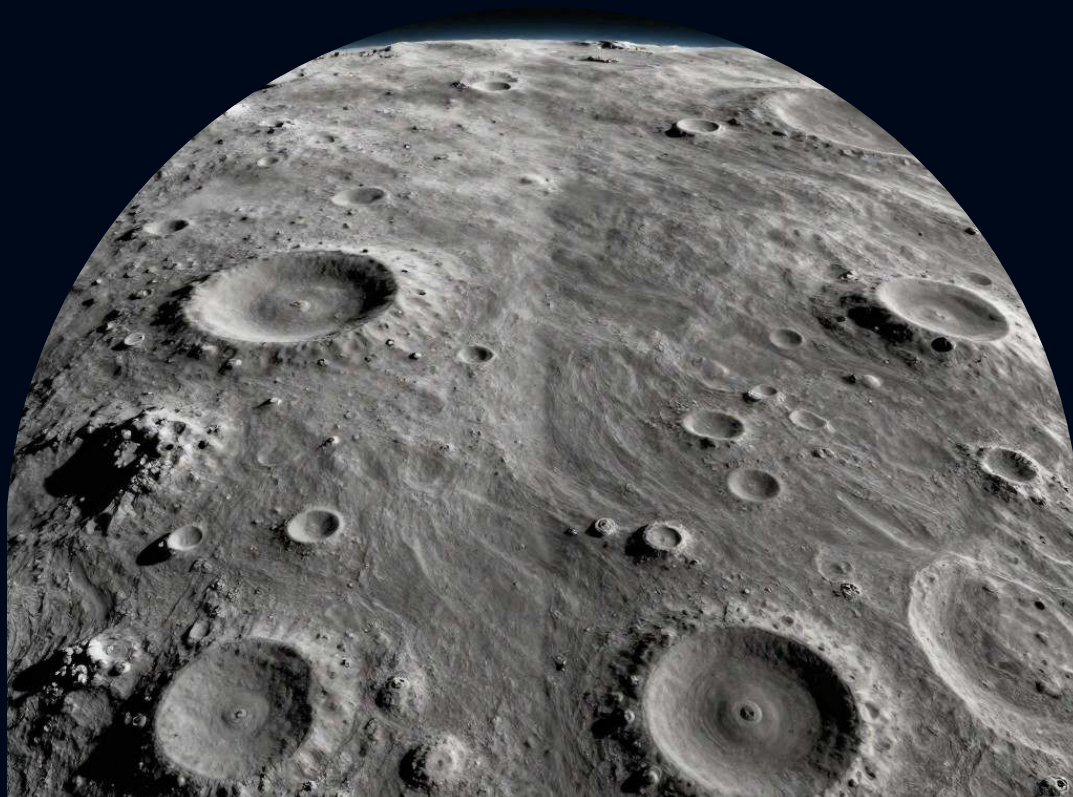


Марс имеет два небольших спутника — Фобос и Деймос, вероятно, захваченные астероиды с неправильной формой и слабым гравитационным воздействием.



Меркурий и Венера не имеют естественных спутников, что связано с их близостью к Солнцу и возможными динамическими причинами.

Поверхностные структуры: кратеры, вулканы, равнины



Кратерные ландшафты Меркурия и Луны

Поверхность Меркурия покрыта множеством ударных кратеров, как и лунная, что свидетельствует о долгой истории метеоритных воздействий без существенной геологической активности.



Вулканы и лавовые равнины Венеры

На Венере находятся крупнейшие вулканы, включая гору Максвелла. Её поверхность представлена обширными лавовыми равнинами, образованными в результате длительного вулканизма.



Гиганты вулканов Марса

Марс славится Олимпом — самым высоким вулканом Солнечной системы высотой 26 км, а также системой вулканов Тарсис, формирующих значительную часть марсианского рельефа.

Вода на планетах земной группы

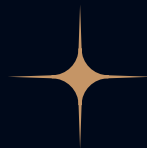
Жидкая вода существовала практически исключительно на Земле, где сформировалась обширная гидросфера, обеспечивающая жизнь и климатическую стабильность.



На Марсе обнаружены ледяные шапки и временные водные потоки, что подтверждает гипотезы о прошлом наличии океанов и возможности древней гидросферы.

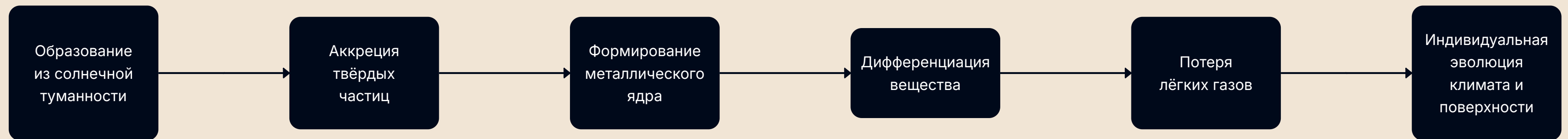


Венера утратила воду из-за сильного парникового эффекта и распада молекул под действием солнечного излучения, а следы водяных компонентов обнаружены в виде гидратированных минералов.

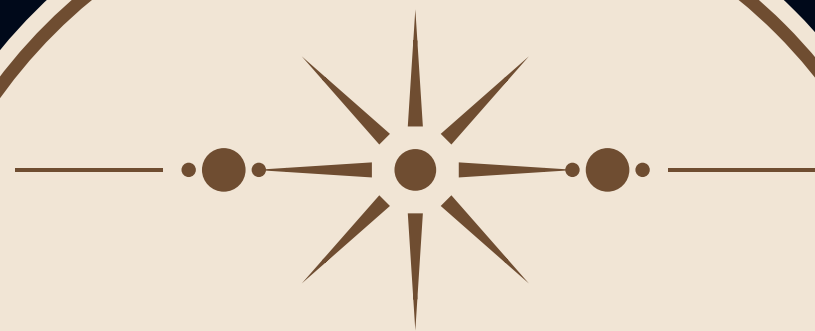


Этапы формирования и эволюции планет земной группы

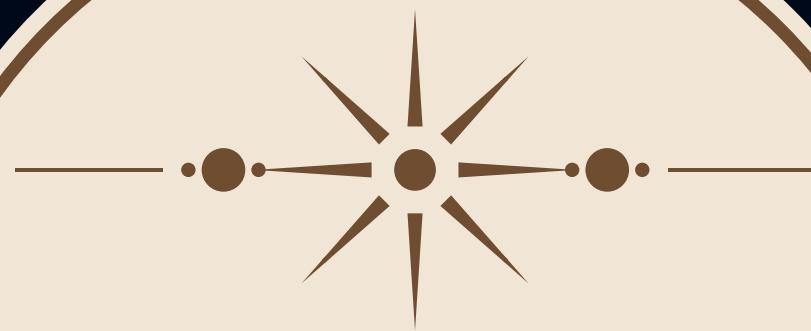
Модель последовательного развития на основе современных исследований



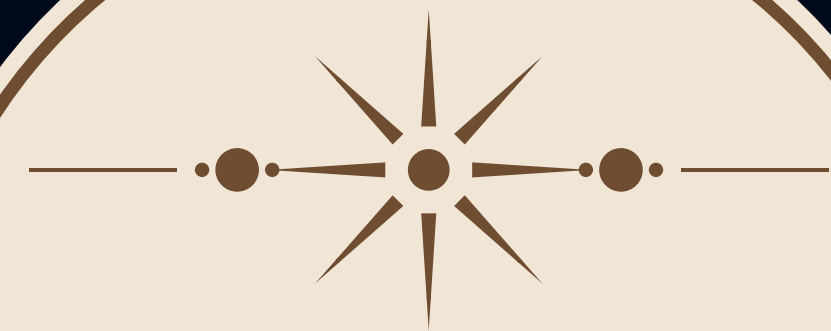
Значение земных планет для теории Солнечной системы



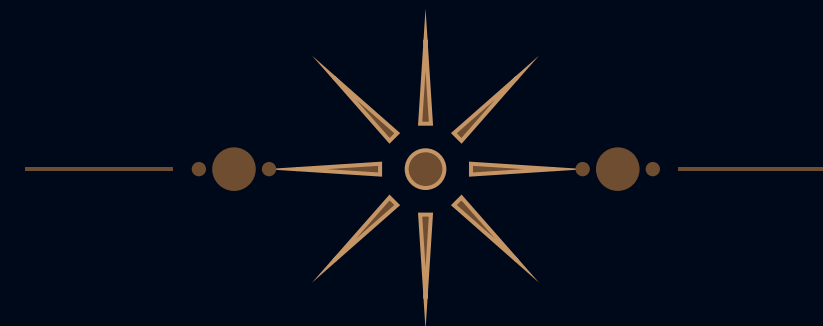
Изучение строения и атмосфер земных планет позволяет выявлять основные закономерности формирования и утраты атмосферных оболочек в ранние эпохи.



Анализ климатических и геологических особенностей помогает понять процессы парникового эффекта и условия, благоприятные для возникновения жизни.



Сравнение орбитальных параметров способствует моделированию эволюции как Солнечной системы, так и планетарных систем вне её.



История и достижения космических миссий



1970–1980 — Советские аппараты
«Венера»

Серия успешных посадок и
изучений атмосферы Венеры,
получение данных о её составе и
условиях на поверхности.

2011–настоящее время —
Perseverance и ExoMars

Продолжение изучения
марсианской геологии и поиск
признаков микроорганизмов,
углублённый анализ атмосферы и
климата.

1974–1975 — Mariner 10 и первичный
обзор Меркурия

Первые детальные снимки
поверхности Меркурия,
выявление большого числа
кратеров и магнитного поля.

2004–2018 — Миссии на Марс (Spirit,
Opportunity, Curiosity)

Исследование марсианской
поверхности, поиск следов воды и
изучение геологической истории.



Перспективы исследования и значение планет земной группы

Изучение земных планет остаётся ключевым для понимания планетарной эволюции, поиска жизни и прогнозирования климатических изменений на Земле. Эти знания направляют развитие будущих космических миссий.