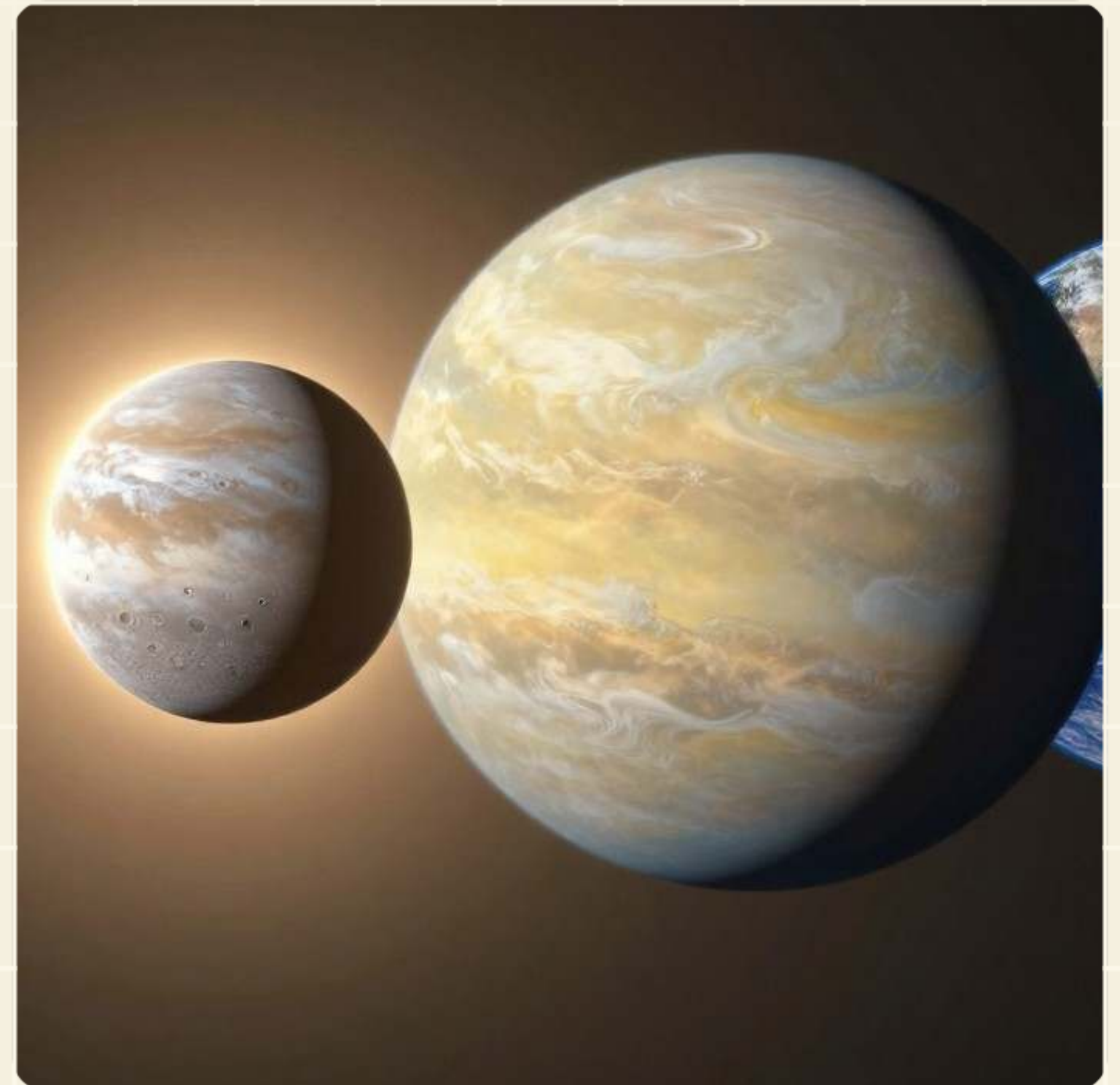




Планеты земной группы: каменные миры Солнечной системы

Каменные миры рядом с Солнцем: сравним их состав, климат и историю.



Почему Меркурий, Венера, Земля и Марс изучают вместе

Эти планеты сформировались в одной внутренней зоне Солнечной системы и имеют сходный каменно-металлический состав. Но атмосферы, температуры и геологическая эволюция у них разошлись настолько, что сравнение помогает понять, как рождаются разные планетные миры.



Высокая плотность указывает на преобладание тяжёлых пород и металлов в составе этих планет, а также на их компактность по сравнению с газовыми гигантами.

5,51 г/см³

— такая средняя плотность делает Землю самой плотной из четырёх внутренних планет.

NASA Planetary Fact Sheet

Сравнение размеров, массы и плотности

- Четыре планеты земной группы различаются по масштабу, но сохраняют общий каменно-металлический характер строения.
- Земля и Венера близки по размерам, Марс заметно меньше, а Меркурий — самый компактный. Плотность всех четырёх планет остаётся высокой.

Планета	Диаметр	Масса	Плотность	Спутники
Меркурий	4 879 км	$3,30 \times 10^{23}$ кг	5,43	0
Венера	12 104 км	$4,87 \times 10^{24}$ кг	5,24	0
Земля	12 742 км	$5,97 \times 10^{24}$ кг	5,51	1
Марс	6 779 км	$6,42 \times 10^{23}$ кг	3,93	2





Почти без атмосферы

Меркурий не удерживает плотную атмосферу, поэтому солнечное тепло не распределяется и не сохраняется. Из-за этого перепады температуры между днём и ночью становятся экстремальными.



Кратерная поверхность

Его рельеф сформирован многочисленными ударами астероидов и комет. На поверхности видны древние кратеры, уступы и следы сжатия коры, напоминающие о ранней истории планеты.



Жар и холод

На освещённой стороне температура поднимается примерно до плюс 430 °С, а в тени и ночью падает почти до минус 180 °С. Это один из самых резких контрастов в Солнечной системе.

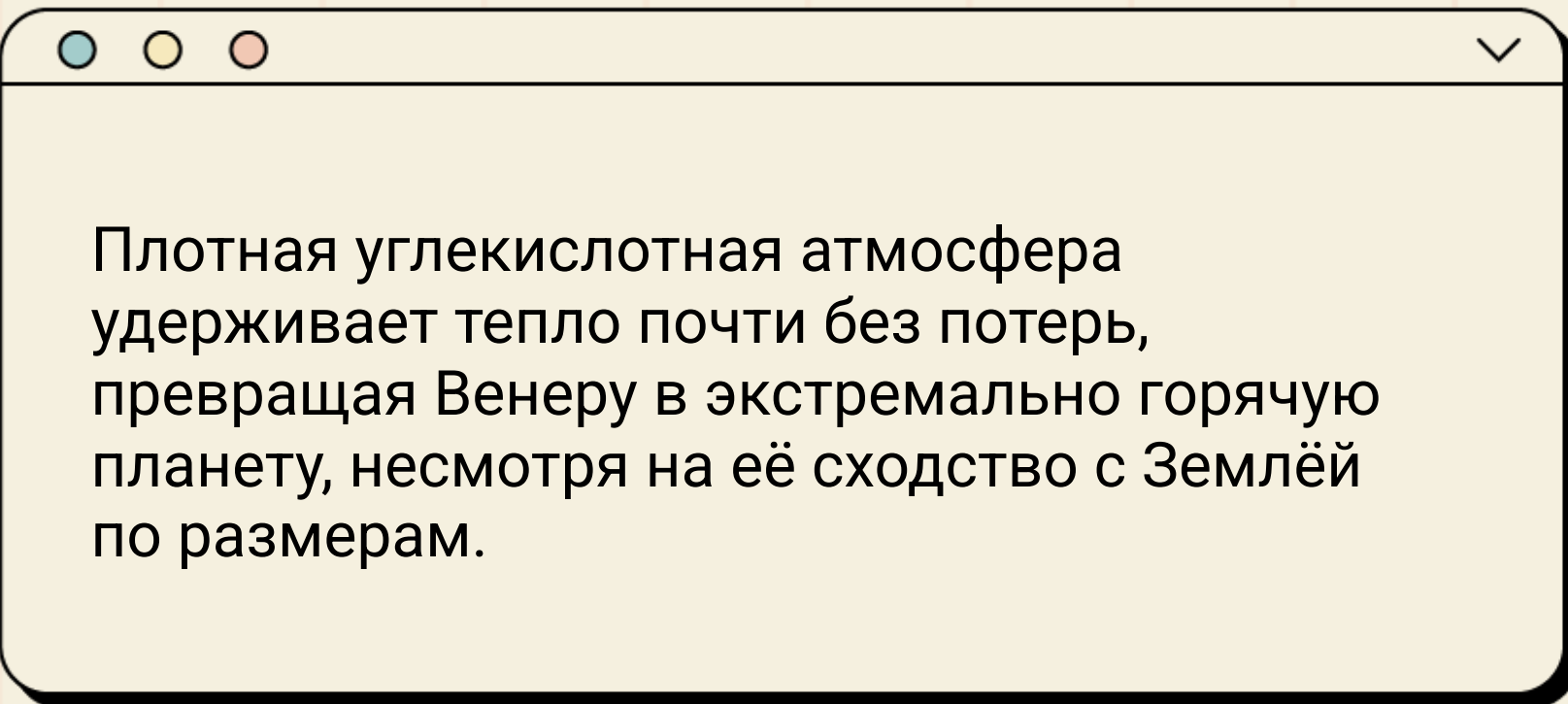
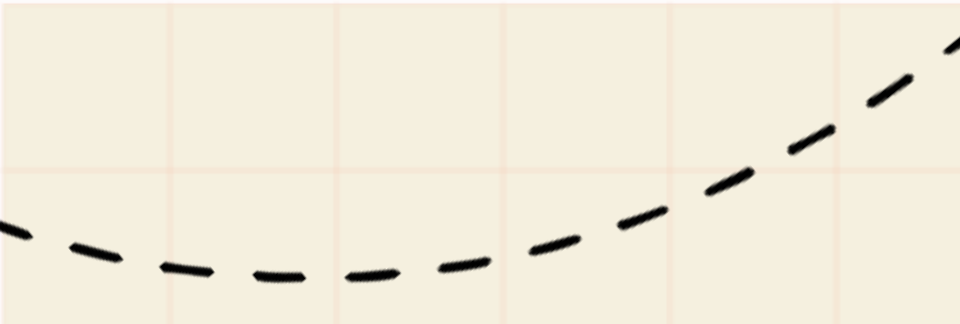


Внутреннее строение

Слабое магнитное поле Меркурия указывает на крупное железоникелевое ядро, часть которого остаётся расплавленной. Именно оно помогает понять, как остывали и сжимались каменные планеты.



Меркурий: ближайшая к Солнцу планета



Плотная углекислотная атмосфера удерживает тепло почти без потерь, превращая Венеру в экстремально горячую планету, несмотря на её сходство с Землёй по размерам.

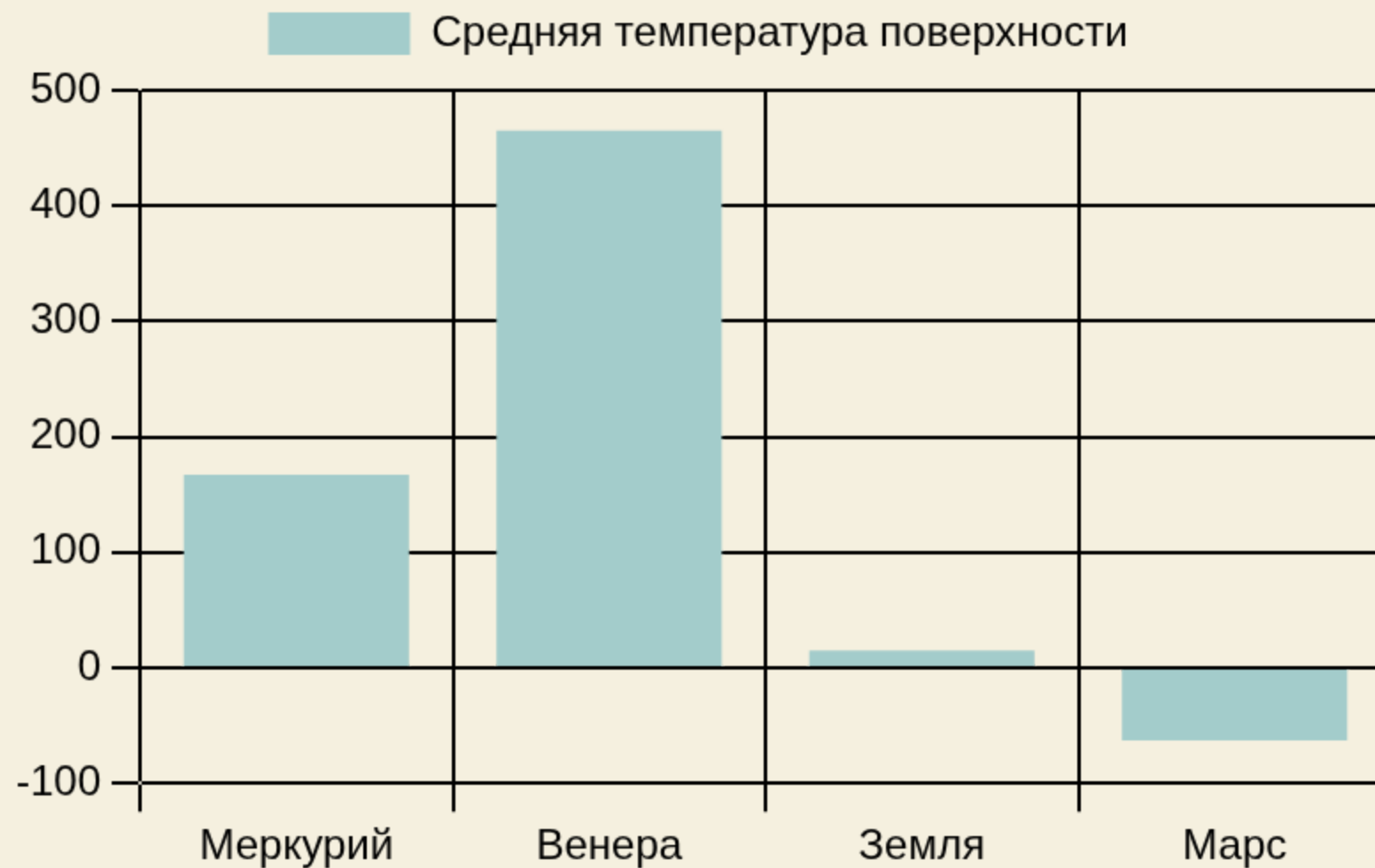


465 °C

— такова средняя температура поверхности Венеры из-за мощного парникового эффекта.

NASA Planetary Fact Sheet

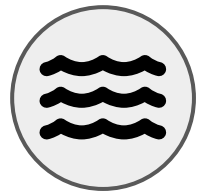
Температуры поверхности планет земной группы



- Температура зависит не только от расстояния до Солнца, но и от состава атмосферы, её плотности и способности удерживать тепло.
- Венера горячее Меркурия, потому что её плотная атмосфера усиливает парниковый эффект и почти не выпускает тепло.

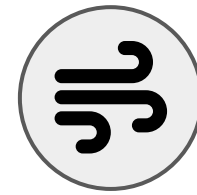
NASA Planetary Fact Sheet

Земля: единственная известная планета с устойчивой поверхностной жизнью



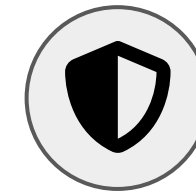
Жидкая вода

На Земле вода существует в жидком состоянии на поверхности, что делает возможными океаны, круговорот влаги и множество устойчивых экосистем.



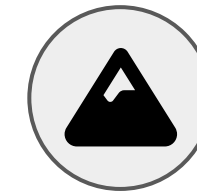
Атмосфера

Атмосфера Земли в основном состоит из азота и кислорода. Такой состав поддерживает дыхание живых организмов и помогает регулировать температуру.



Магнитная защита

Магнитное поле отклоняет поток заряженных частиц солнечного ветра и снижает воздействие космического излучения на атмосферу и живые организмы.



Тектоника плит

Движение литосферных плит обновляет кору, создаёт материки, горные цепи, океанические впадины и вулканические зоны, постоянно меняя облик планеты.

Марс: холодная планета пустынь и древних следов воды

Разреженная атмосфера

Атмосфера Марса очень тонкая и состоит главным образом из углекислого газа. Она слабо удерживает тепло, поэтому средняя температура поверхности остаётся около минус 63 °C.

Вулканы и каньоны

На Марсе расположен Олимп — крупнейший вулкан Солнечной системы, а также гигантская система каньонов Долина Маринера. Эти формы рельефа показывают масштаб прошлых геологических процессов.

Следы льда

Полярные шапки и подповерхностный лёд указывают, что вода на Марсе не исчезла полностью. Она сохранилась в твёрдом состоянии и помогает изучать климат планеты.

Признаки древней воды

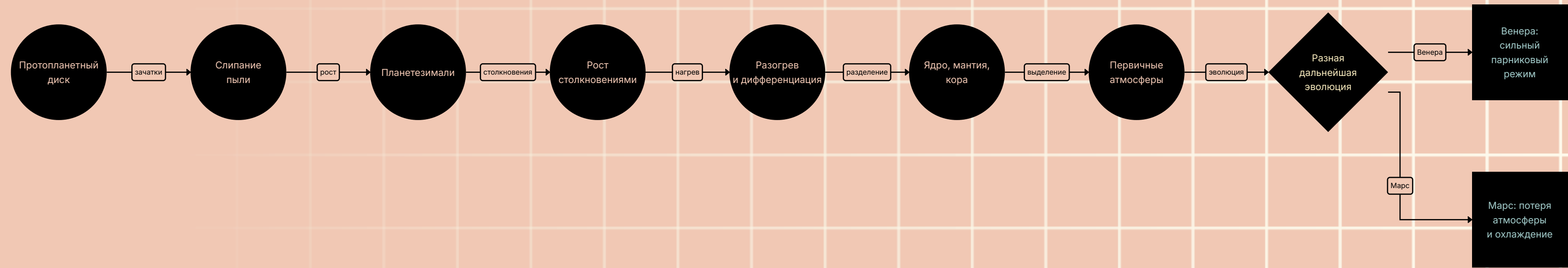
Высохшие русла, дельты и осадочные структуры говорят о том, что в прошлом по поверхности текла жидкая вода. Это делает Марс особенно важным для поиска древней обитаемости.



Как формировались планеты земной группы



Этапы образования каменных планет по данным современной планетологии



Внутреннее строение каменных планет

01

Общая схема

Все планеты земной группы имеют сходное строение: плотное металлическое ядро, силикатную мантию и более лёгкую кору. Именно эта трёхслойная модель объясняет их высокую плотность и каменную природу поверхности.

03

Почему это важно

Состояние недр определяет вулканизм, тектонику, магнитную защиту и способность атмосферы сохраняться долгое время. Поэтому даже близкие по составу планеты развиваются по разным сценариям.

02

Различия в недрах

У Земли внешнее ядро жидкое и поддерживает магнитное поле, у Меркурия ядро необычно велико относительно размера планеты, а у Марса недра остыли быстрее, поэтому внутренняя активность слабее.

Атмосферы и давление на поверхности



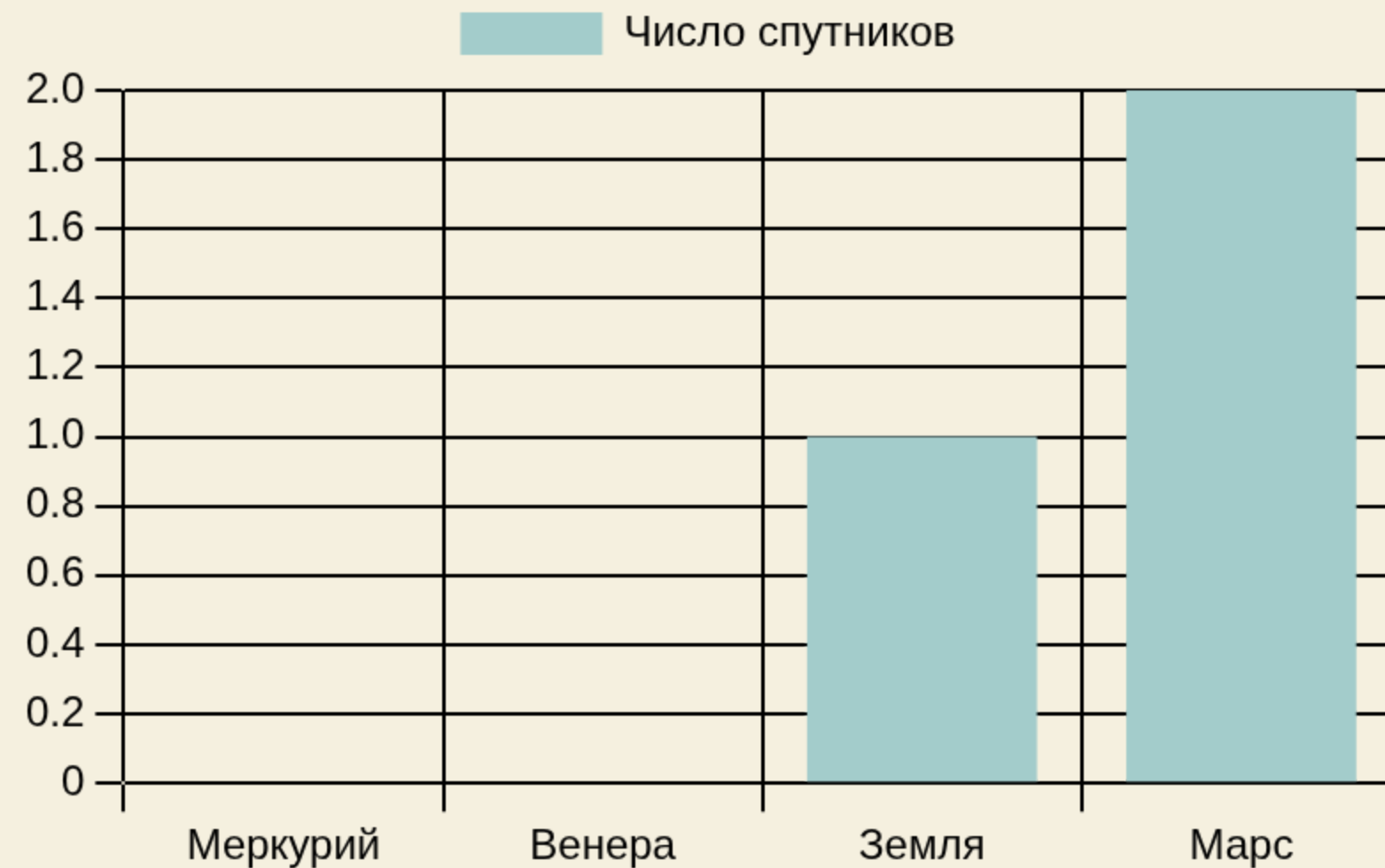
Планета	Атмосфера	Давление
Меркурий	почти нет	крайне низкое
Венера	CO ₂	92 атм
Земля	N ₂ , O ₂	1 атм
Марс	CO ₂	0,006 атм

- Сравнение показывает, что состав атмосферы и её плотность
- определяют теплообмен, погоду и возможность существования жидкой воды.

- Венера перегревается из-за мощного парникового эффекта,
- Земля сохраняет умеренные условия, а на Меркурии и Марсе разреженная среда почти не удерживает тепло.

NASA Planetary Fact Sheet; данные для сравнения атмосфер и давления

Сколько спутников у планет земной группы



- У Марса есть два малых спутника — Фобос и Деймос; у остальных внутренних планет естественных спутников нет.
- Чем ближе планета к Солнцу и чем меньше её масса, тем труднее ей удерживать или захватывать спутники.

NASA Solar System Exploration; справочные данные по спутникам планет

Поверхности и геологические процессы на четырёх планетах



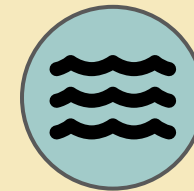
Меркурий: следы ударов

Поверхность Меркурия почти целиком покрыта кратерами и уступами, возникшими при сжатии коры. Здесь особенно хорошо читается древняя история бомбардировок и раннего остывания планеты.



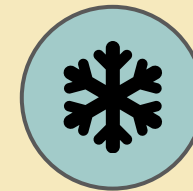
Венера: вулканические равнины

На Венере преобладают лавовые равнины, вулканические постройки и деформированные участки коры. Плотная атмосфера скрывает детали, но данные радаров показывают очень активное прошлое поверхности.



Земля: непрерывное обновление

На Земле рельеф постоянно меняется под действием воды, ветра, вулканизма и движения плит. Поэтому древние структуры здесь сохраняются хуже, чем на других каменных планетах.



Марс: холодная сохранность следов

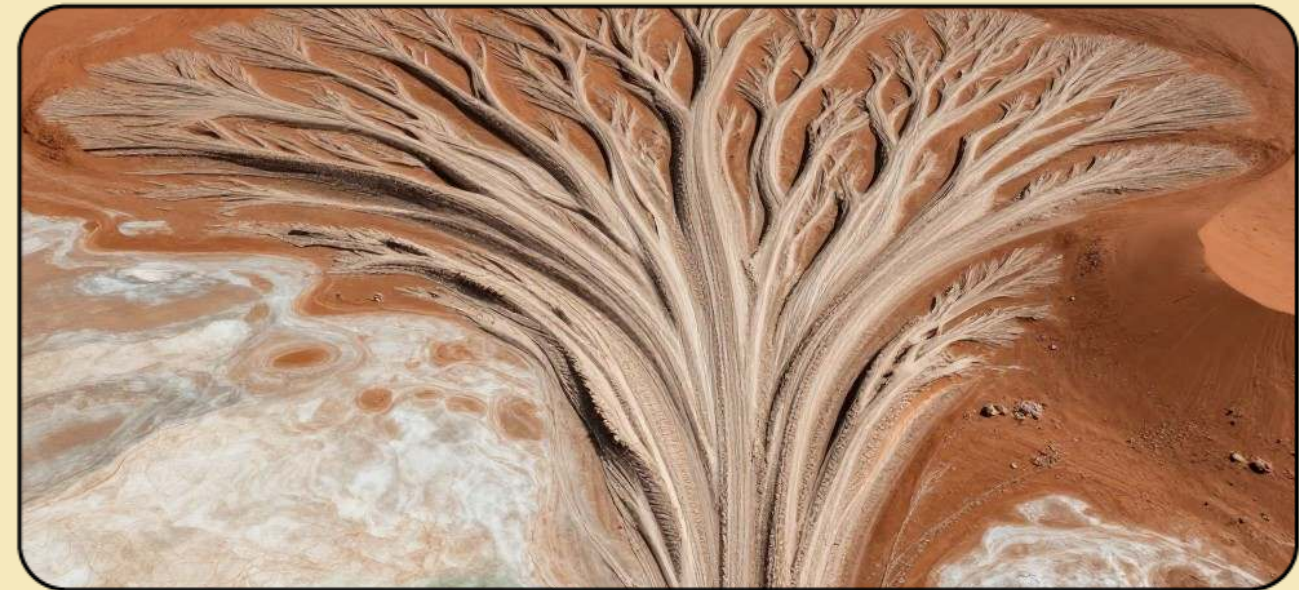
Марсианская поверхность сочетает кратеры, вулканы, каньоны и пылевые покровы. Из-за слабой геологической активности древние формы рельефа сохраняются дольше и заметнее.

Следы воды на Марсе: доказательства из рельефа и минералов



Речные долины, которые уже не текут

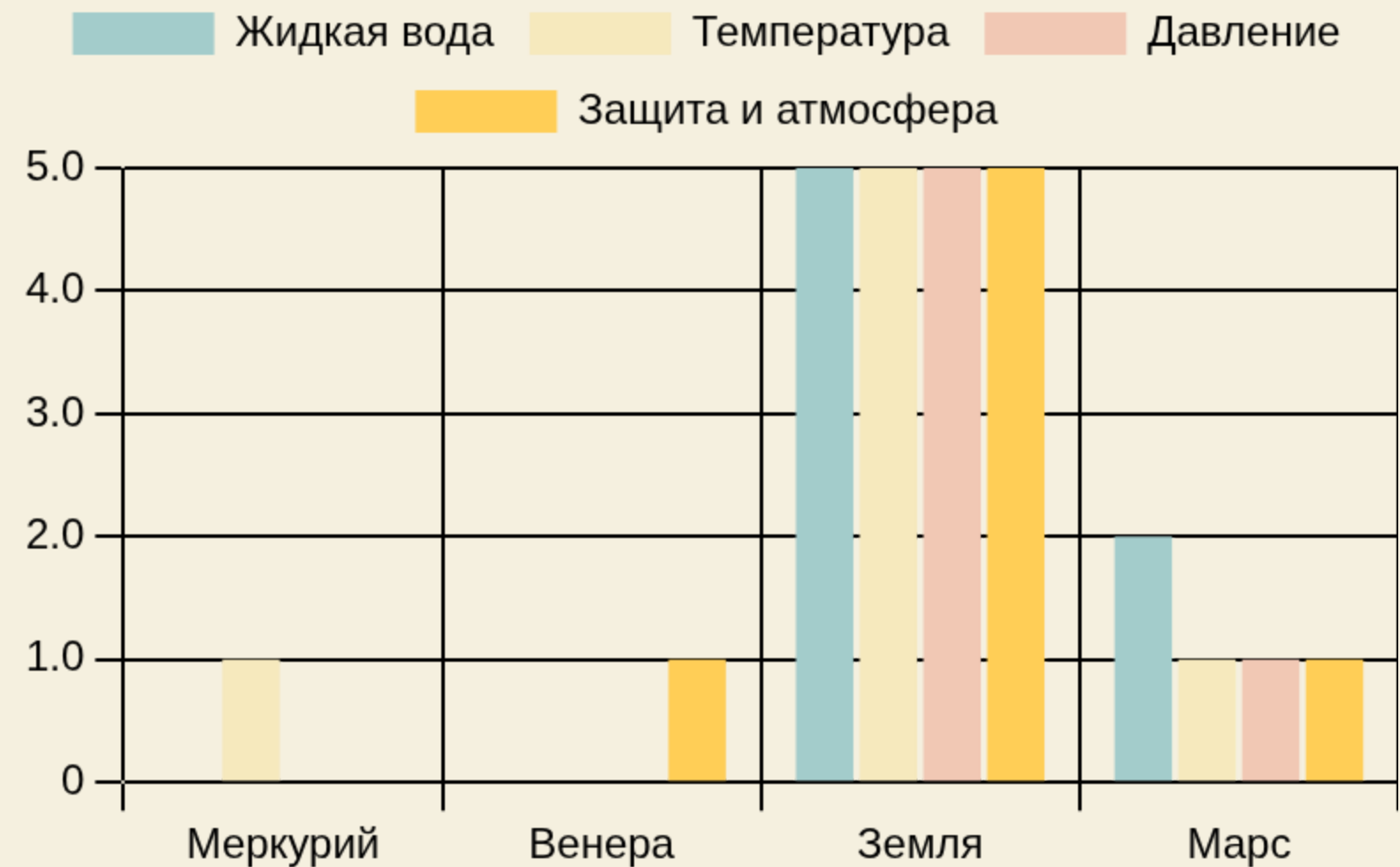
На снимках Марса видны изрезанные каналы и долины, напоминающие высохшие русла рек. Их форма указывает на то, что в прошлом вода могла устойчиво течь по поверхности, а климат был заметно мягче нынешнего.



Дельты и лёд как архив планеты

Орбитальные аппараты и марсоходы обнаружили дельтовидные отложения, минералы, образующиеся в воде, и запасы льда у полюсов. Эти находки вместе создают убедительную картину водного прошлого Марса и делают его особенно важным для поиска следов древней обитаемости.

Сравнение пригодности для жизни



- Оценка учитывает не только наличие воды, но и стабильность климата, давление и защиту от радиации.
- Земля наиболее пригодна для жизни; Марс был более перспективен в прошлом; Венера и Меркурий сегодня крайне неблагоприятны.

Сводные данные NASA Planetary Fact Sheet; общепринятые критерии обитаемости

Исследование планет земной группы космическими миссиями

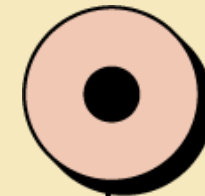
1960–1970-е

Миссии Mariner 10 к Меркурию, советские аппараты «Венера» и первая волна марсианских исследований показали, что внутренние планеты можно изучать не только с Земли, но и напрямую, через снимки и измерения.



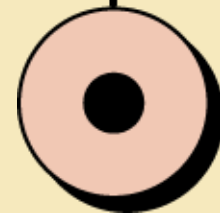
2010-е — настоящее время

MESSENGER, Curiosity и Perseverance, а также многочисленные спутники дистанционного зондирования Земли уточнили состав пород, следы воды и условия поверхности. Современные миссии превратили сравнение планет в точную науку.



1980–2000-е

Magellan подробно картографировал Венеру радаром, а орбитальные миссии и посадочные аппараты всё точнее измеряли атмосферу и рельеф Марса. Эти данные помогли сравнить планеты по строению, температуре и геологической истории.



Главные различия четырёх планет

- Таблица показывает, что при общем каменном составе внутренние планеты сильно различаются по условиям поверхности и истории развития.
- Земля сочетает умеренную температуру и жидкую воду, Венера ушла в экстремальный парниковый режим, а Марс и Меркурий потеряли большую часть благоприятных условий.

Планета	Температура	Атмосфера	Вода
Меркурий	резкие перепады	почти нет	нет
Венера	очень высокая	CO ₂ , плотная	нет
Земля	умеренная	N ₂ , O ₂	есть
Марс	низкая	CO ₂ , разреженная	лед, следы прошлого



Значение изучения планет земной группы для науки

01

Понимание происхождения Земли

Сравнение четырёх каменных планет помогает восстановить раннюю историю нашей планеты: как формировались ядро, мантия, кора и почему именно Земля сохранила устойчивые условия на поверхности.

02

Пределы обитаемости

Меркурий, Венера и Марс показывают, как температура, давление, вода и состав атмосферы могут либо поддерживать жизнь, либо быстро делать планету непригодной для неё.

03

Модели эволюции климата

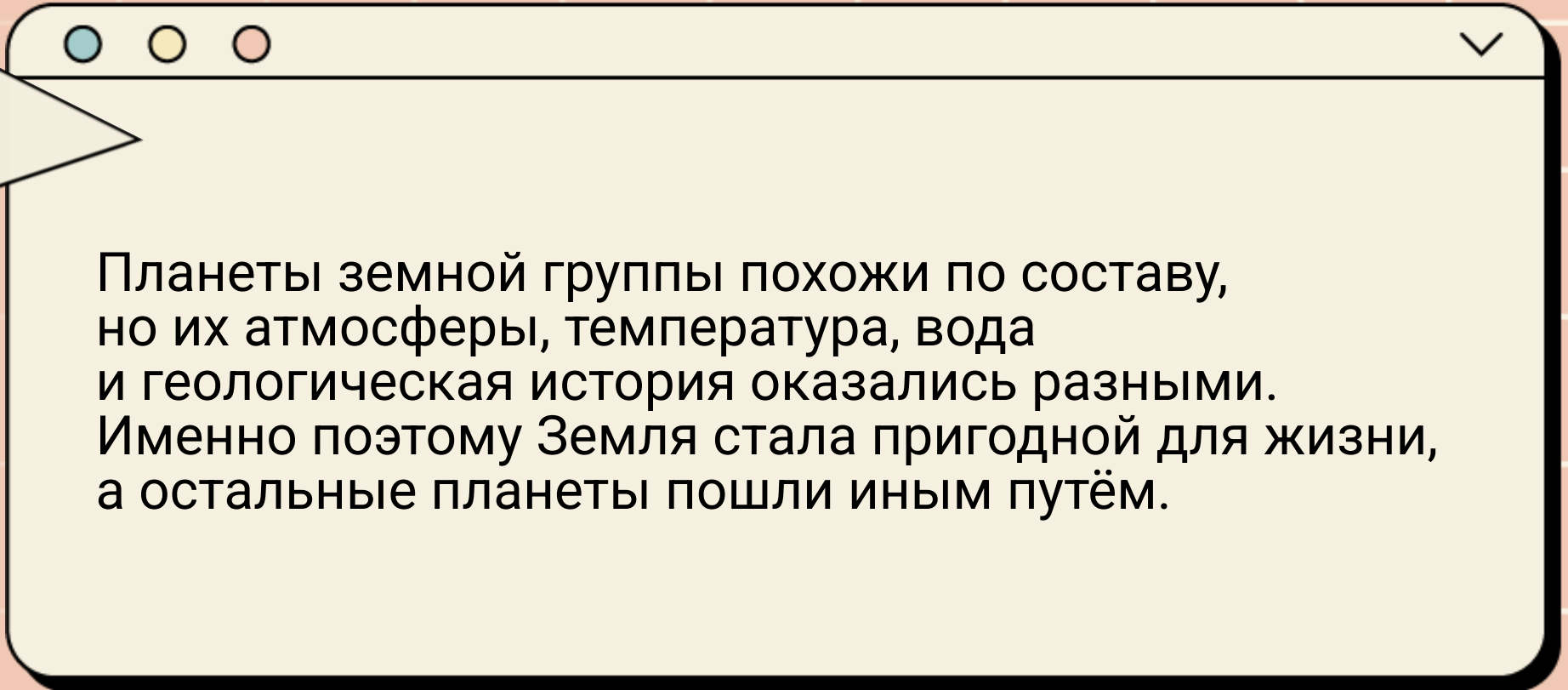
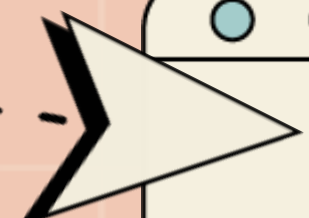
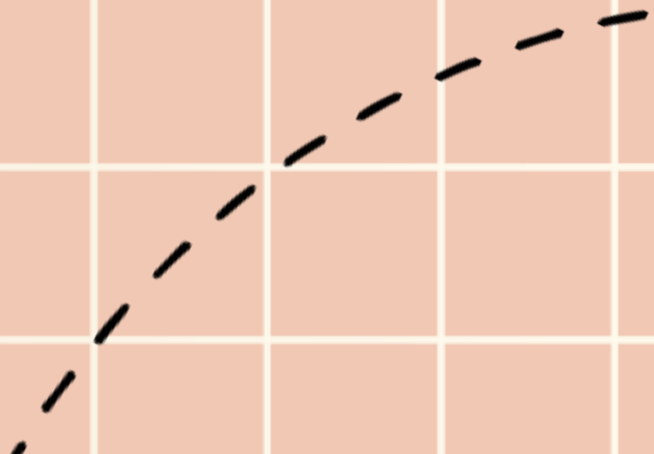
Эти планеты служат естественными лабораториями для проверки моделей потери атмосферы, парникового эффекта и охлаждения недр. На них проще увидеть долгосрочные последствия начальных условий.

04

Поиск ответов о прошлом Солнечной системы

Поскольку внутренние планеты сохранили следы древних процессов, их изучение помогает понять, как развивалась Солнечная система и почему её обитаемая зона оказалась столь узкой.

Итоги: четыре каменных мира и один главный вывод



Планеты земной группы похожи по составу, но их атмосферы, температура, вода и геологическая история оказались разными. Именно поэтому Земля стала пригодной для жизни, а остальные планеты пошли иным путём.