

Природа Луны: ближайший спутник Земли

Изучаем происхождение, строение
и влияние Луны на Землю.



Луна как ключ к ранней истории Солнечной системы

Луна сформировалась около 4,5 млрд лет назад и почти не изменилась под действием атмосферы, воды и тектоники. Поэтому ее поверхность хранит редкие свидетельства древних столкновений, вулканизма и эволюции каменных планет.





1,62 м/с²

— такова сила тяжести
на поверхности Луны,
и она примерно в шесть
раз слабее земной.

Слабая гравитация
объясняет, почему Луна
не удержала плотную
атмосферу и сохранила
очень разреженную среду.

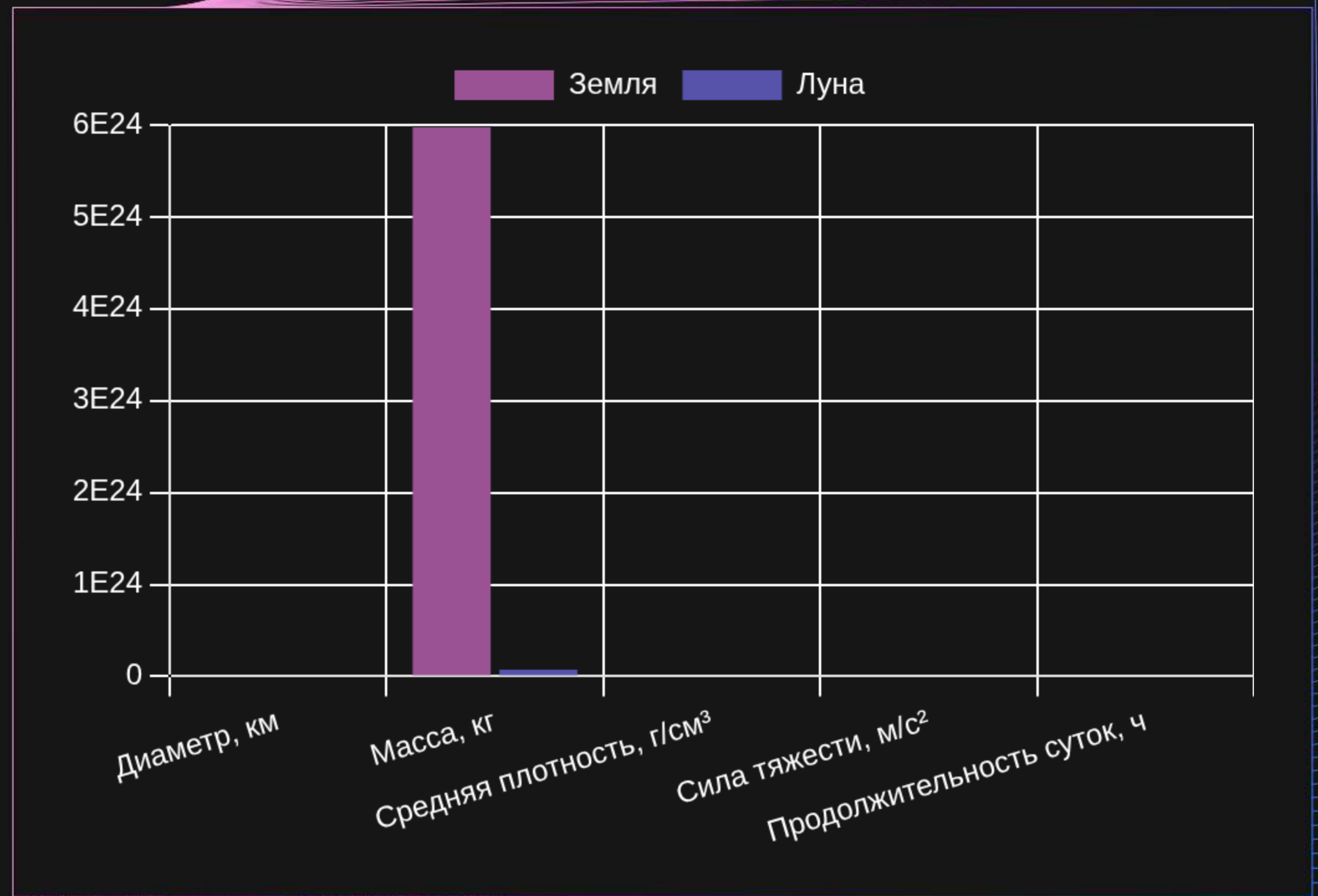
*NASA Planetary Fact Sheet;
данные о Луне и Земле*

Сравнение Земли и Луны по основным параметрам

Разница между телами особенно заметна по массе и гравитации, а также по продолжительности лунных суток, связанной с синхронным вращением.

Луна намного меньше и легче Земли, но ее плотность подтверждает каменно-металлический состав и небольшой размер ядра.

*NASA Planetary Fact Sheet;
справочные астрономические
данные*



Как могло возникнуть лунное тело



Удар, изменивший молодую Землю

По наиболее распространенной модели, ранняя Земля столкнулась с телом размером примерно с Марс. Энергия удара расплавила значительную часть вещества и выбросила его в околоземное пространство, где началось новое сборное тело.



Диск обломков вокруг планеты

Вокруг Земли сформировалось кольцо горячих обломков и расплава. Частицы быстро сталкивались, дробились и вновь слипались, постепенно превращаясь в компактный спутник, который оставался очень горячим в первые этапы существования.

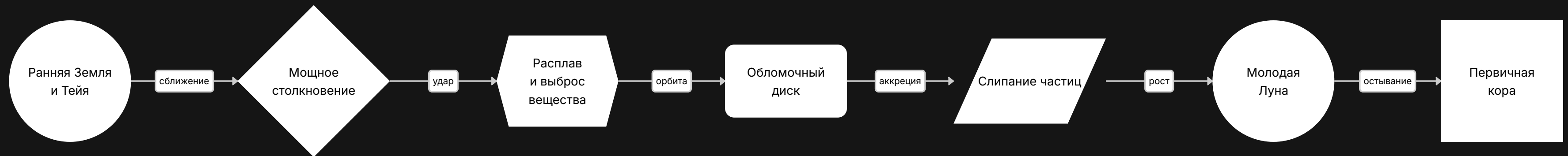


Следы происхождения в составе

Сходство изотопного состава лунных и земных пород поддерживает идею общего источника вещества. Одновременно дефицит летучих соединений указывает, что при формировании Луна пережила сильный нагрев и потерю легких компонентов.

Как формировалась Луна

Схема построена по наиболее признанной модели гигантского столкновения.



Внутреннее строение Луны

Лунная кора

Кора Луны сравнительно тонкая, в среднем около 30–50 км, но ее толщина неодинакова. На обратной стороне она обычно больше, чем на стороне, обращенной к Земле, что важно для понимания ранней истории охлаждения.

Небольшое ядро

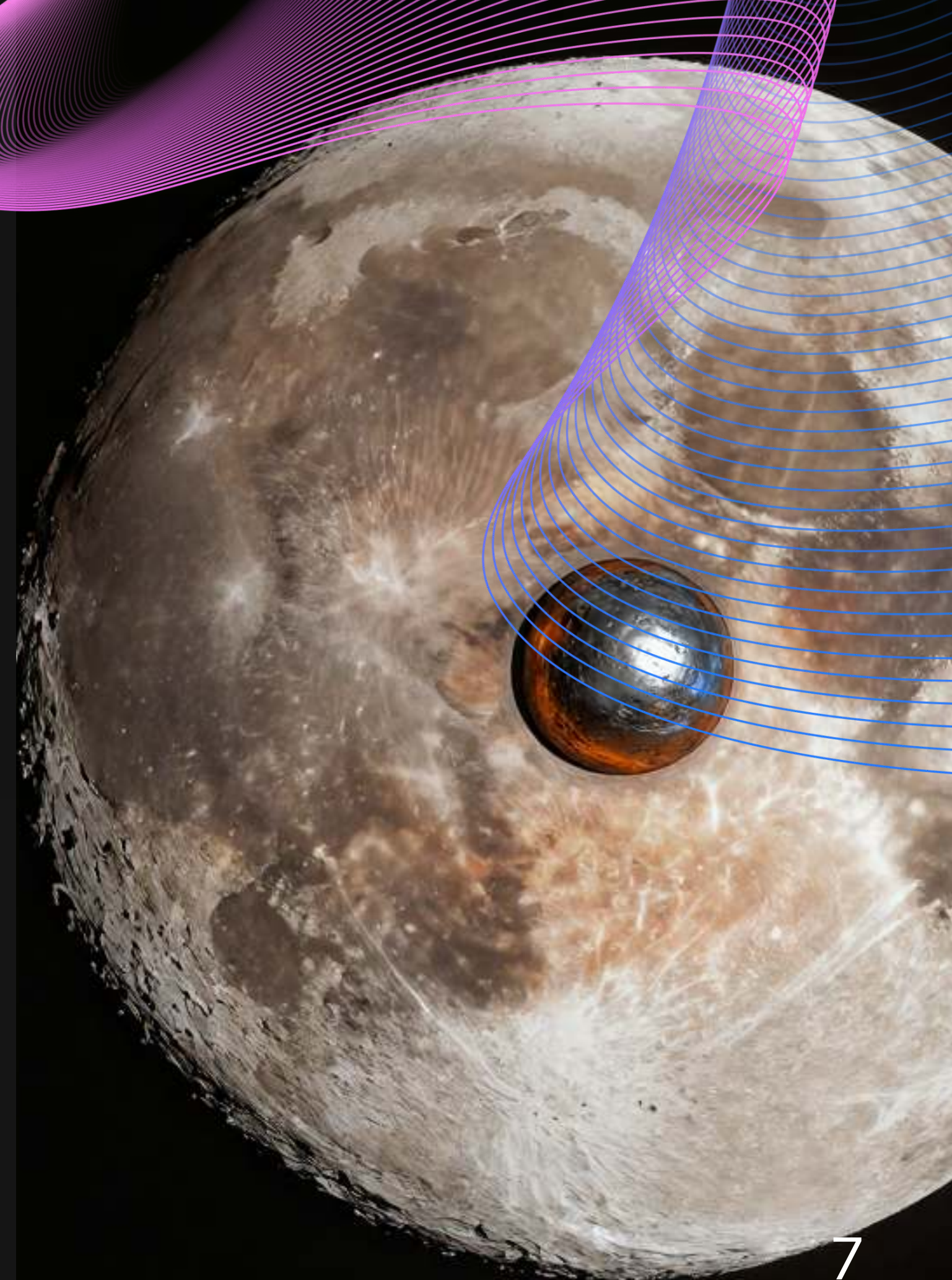
В центре, вероятно, находится малое металлическое ядро с железом, никелем и серой. Оно занимает небольшую долю объема, что соответствует общей невысокой средней плотности Луны.

Мантия и тепло

Под корой располагается силикатная мантия, которая когда-то была значительно горячее. Со временем Луна быстро теряла внутреннее тепло, поэтому ее недра стали менее активными, чем у Земли.

Как это узнали

Строение Луны восстановили по сейсмическим данным, измерениям гравитационного поля и анализу привезенных образцов. Эти методы дополняют друг друга и позволяют проверять модели внутреннего строения.



Лунная поверхность и основные формы рельефа

1 **Реголит как верхний слой**
Поверхность Луны покрыта реголитом — смесью пыли, обломков и стекловидных частиц. Этот слой формируется постоянно, потому что микрометеориты дробят породы и перемешивают верхний горизонт.

2 **Ударные кратеры**
Большинство заметных форм рельефа — это кратеры разного размера. Они образовались после столкновений с астероидами и кометами и сохранились очень хорошо из-за слабой эрозии.

3 **Лунные моря**
Темные равнины, которые называют морями, не связаны с водой. Это древние базальтовые покровы, возникшие после излияния лавы и заполнения крупных впадин.

4 **Горы, уступы и трещины**
Помимо кратеров и морей, на Луне встречаются горные кольца, тектонические уступы и трещины. Эти формы отражают как древние удары, так и локальные деформации коры.

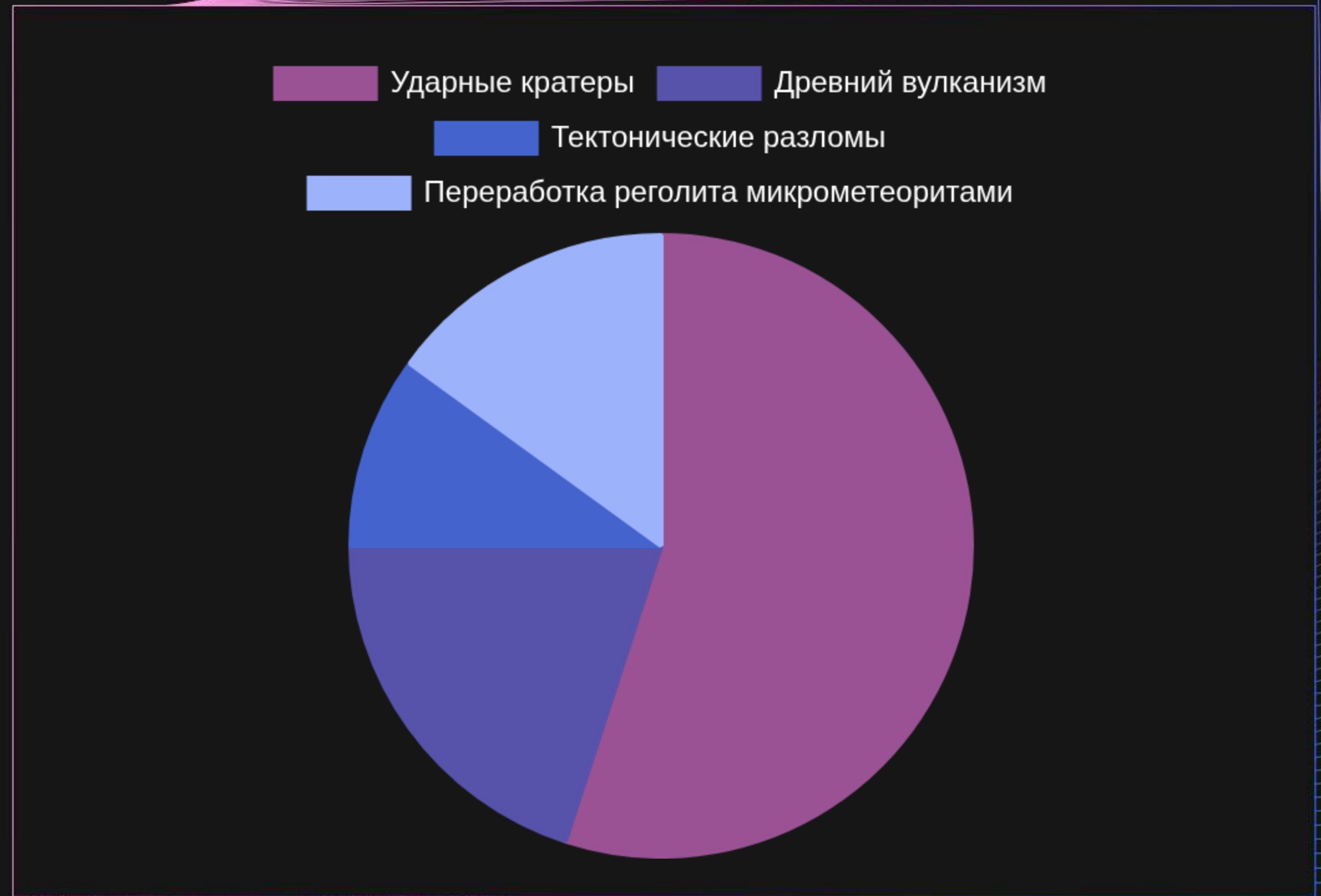


Что формирует лунный рельеф

Без атмосферы и активной водной эрозии поверхность Луны меняется медленно, поэтому следы древних процессов сохраняются особенно долго.

Ударные процессы доминируют, а слабое выветривание делает Луну одним из лучших архивов ранней истории Солнечной системы.

Обобщение данных лунных миссий и справочных планетологических материалов



Атмосфера и экзосфера Луны



Нет плотной атмосферы

Луна не удерживает оболочку, которая могла бы сохранять тепло, формировать облака или поддерживать жидкую воду. Поэтому ее поверхность напрямую реагирует на солнечное излучение и космическую среду.



Крайне разреженная экзосфера

Вокруг Луны существует не привычная атмосфера, а очень тонкая экзосфера. В ней обнаружены гелий, неон, аргон, натрий и калий, но частицы почти не сталкиваются друг с другом.



Резкие температурные перепады

Из-за отсутствия плотного газа поверхность быстро нагревается днем и столь же быстро остывает ночью. Тепло почти не задерживается, поэтому контраст температур становится экстремальным.



Следствие для поверхности

Такие условия усиливают сохранность древних следов, но делают среду крайне суровой для техники и человека. Любая экспедиция должна учитывать вакуум, радиацию и сильные перепады температуры.

Температурные условия на Луне

- Температура на Луне сильно меняется в зависимости от освещённости и положения участка поверхности. Особенно холодны постоянно затенённые полярные кратеры.

Область	Днём	Ночью	Особенность
Экватор	+127°C	−173°C	Резкие перепады
Полюса в тени	—	до −230°C	Постоянный холод

Отсутствие атмосферы лишает Луну тепловой «защиты», поэтому днём она быстро нагревается, а ночью столь же быстро остывает.

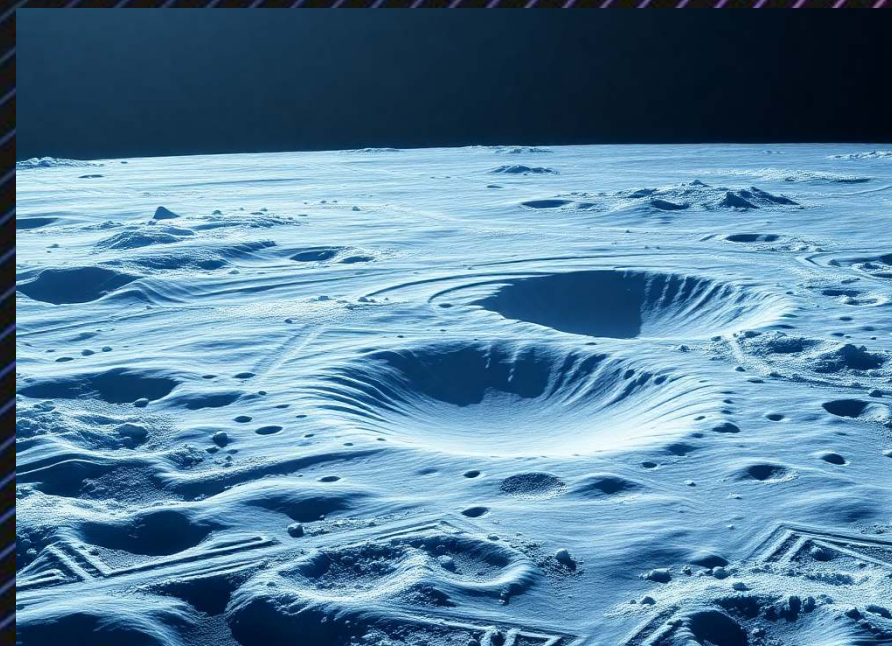
Данные орбитальных миссий и лунных измерений температуры поверхности; справочные астрономические данные

Ледяные тени Луны



Сокровища в вечной темноте

В глубине постоянно затенённых полярных кратеров солнечный свет почти не достигает поверхности, поэтому лёд может сохраняться очень долго. Такие участки стали важнейшей целью для наблюдений: они помогают понять, как вода появляется и удерживается на Луне.



Следы далёких источников

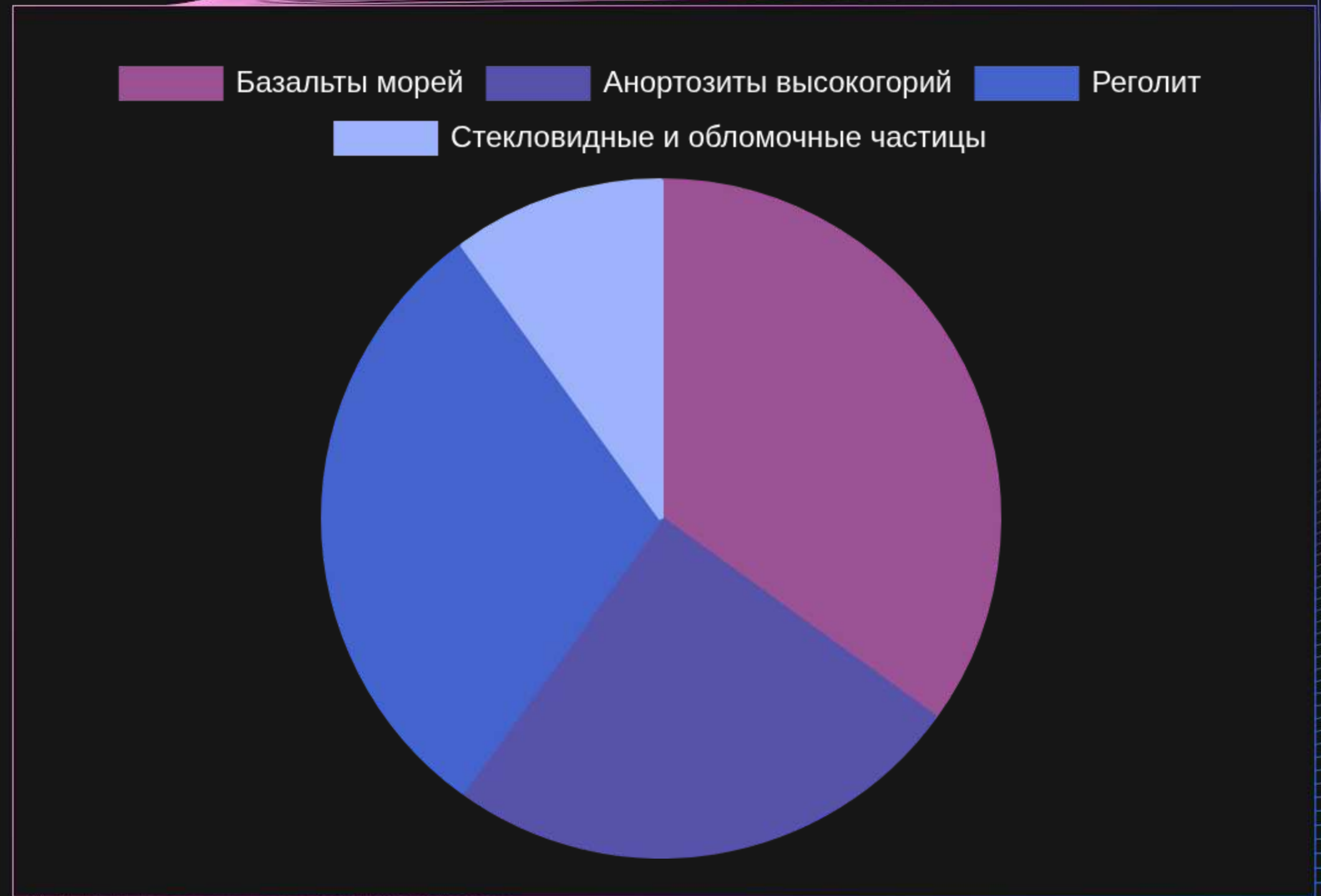
Полярный лёд мог попасть сюда вместе с кометами и астероидами, а часть воды могла возникнуть прямо на поверхности. Под действием солнечного ветра и космических частиц формируются молекулы, которые затем накапливаются в холодных ловушках.

Основные типы лунных пород

Разные типы пород фиксируют разные этапы истории Луны: раннее плавление, застывание коры и постоянную переработку поверхности ударами микрометеоритов.

Преобладание базальтов и реголита показывает, что поверхность Луны формировалась не только вулканизмом, но и длительной ударной обработкой.

Обобщённые данные по образцам лунного грунта и результатам дистанционного зондирования



Как Луна стала геологически «ТИХОЙ»

4,5 млрд лет назад

После формирования Луна быстро теряла внутреннее тепло. Из-за небольших размеров её недра остывали значительно быстрее, чем у Земли.

Ранняя геологическая активность

В первые миллиарды лет на Луне шли вулканические излияния, образовавшие лунные моря. Однако без тектоники плит поверхность почти не обновлялась.

Современное состояние

Сегодня Луна остаётся геологически малоподвижной: древние кратеры и лавовые равнины сохраняются почти без переработки, превращая её в природный архив.

Синхронное вращение и лунные фазы

Одна и та же сторона

Луна обращается вокруг Земли примерно за 27,3 суток и за то же время делает один оборот вокруг своей оси. Поэтому наблюдатель с Земли всегда видит почти одну и ту же её сторону.

Почему меняется вид

Фазы связаны не с тенью Земли, а с тем, как освещённая Солнцем часть лунного диска поворачивается к нам. Чем больше видимая освещённая область, тем ярче фаза.

Главные фазы

В школьной астрономии обычно выделяют новолуние, первую четверть, полнолуние и последнюю четверть. Между ними находятся промежуточные формы — серпы и выпуклые фазы.

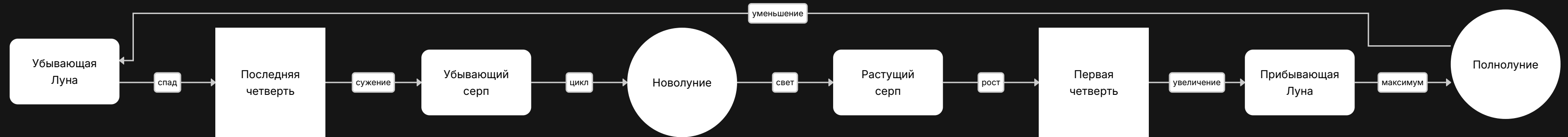
Наблюдение невооружённым глазом

Лунные фазы легко отслеживать без приборов, поэтому они служат наглядным примером движения небесных тел и геометрии освещения в системе Земля—Луна—Солнце.



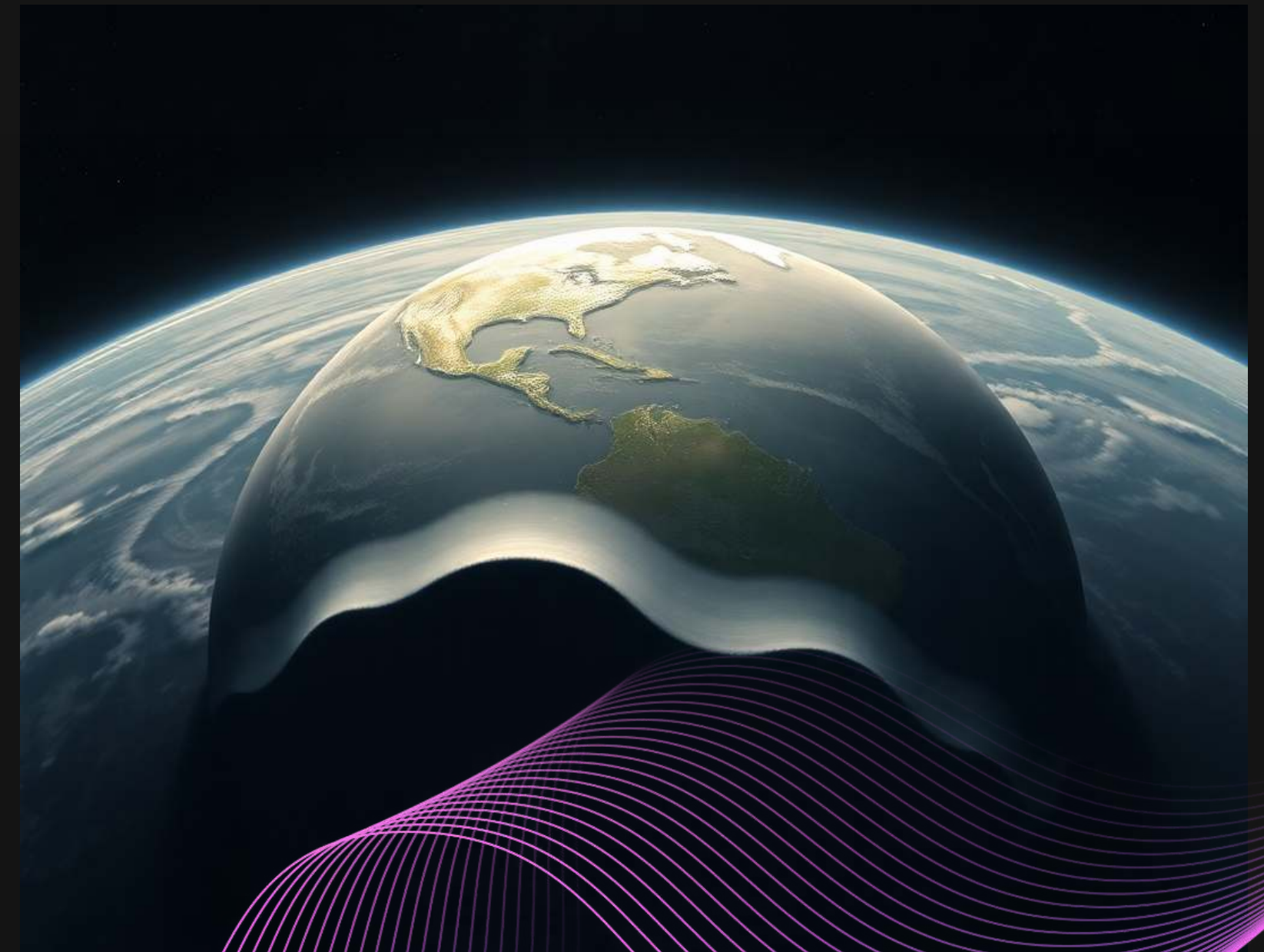
От новолуния к следующему циклу фаз

Последовательность смены фаз определяется положением Луны относительно Земли и Солнца в ходе её орбитального движения.



Приливы, затмения и влияние Луны на Землю

- 1 Приливы океанов**
Лунное притяжение вызывает регулярные приливы и отливы, особенно заметные в океанах и морях. При этом эффект зависит не только от расстояния, но и от взаимного положения Земли, Луны и Солнца.
- 2 Замедление вращения Земли**
Приливные силы постепенно тормозят вращение нашей планеты. Это очень медленный процесс, но в геологическом масштабе он приводит к увеличению длины суток.
- 3 Условия для затмений**
Солнечные и лунные затмения возникают, когда Земля, Луна и Солнце выстраиваются почти в одну линию. Такое положение возможно только вблизи узлов лунной орбиты.
- 4 Стабильность оси Земли**
Луна помогает удерживать наклон земной оси в относительно устойчивых пределах. Благодаря этому климат Земли остаётся более предсказуемым, чем был бы без крупного спутника.

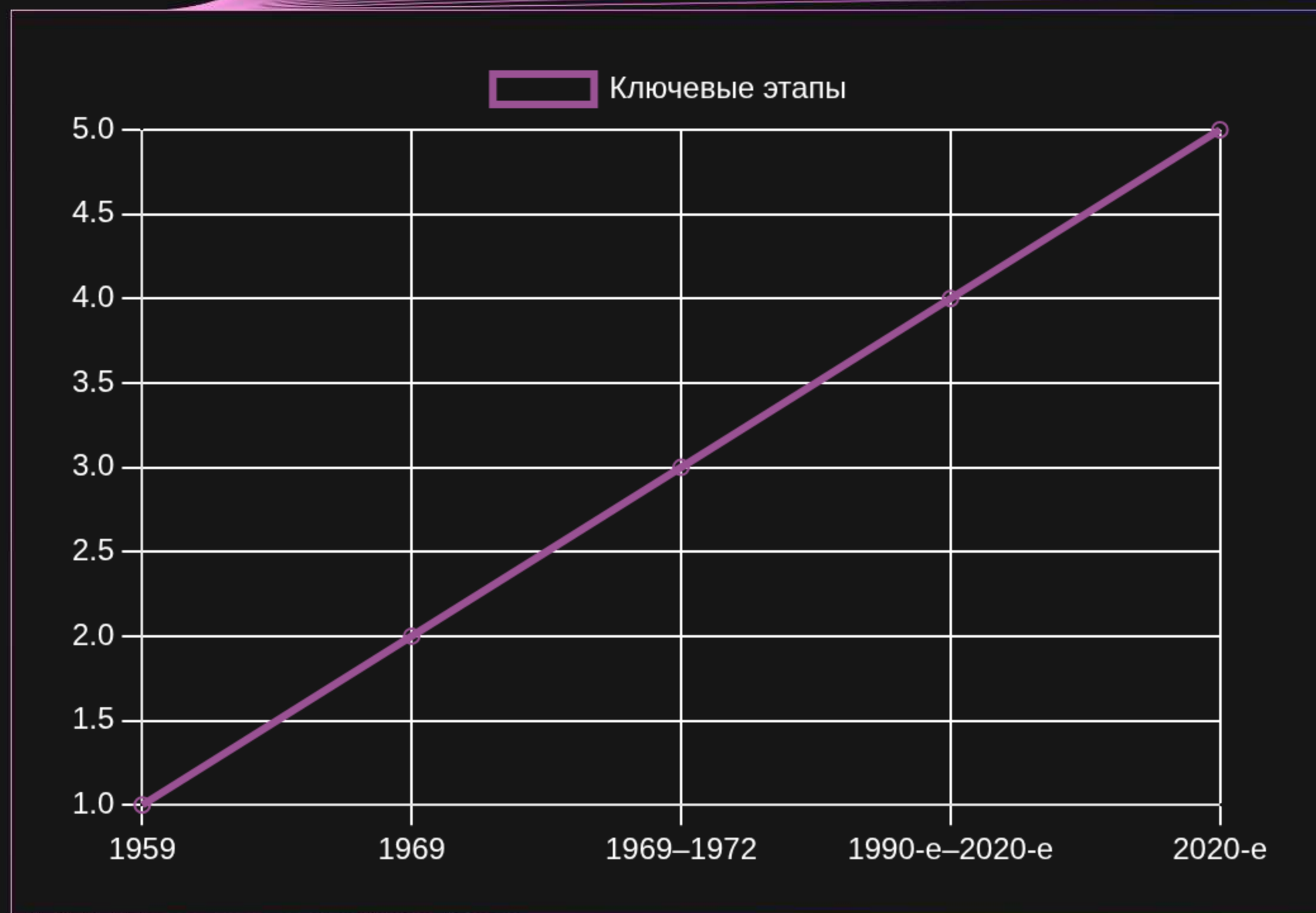


Хронология освоения Луны

Освоение Луны началось с автоматических станций и постепенно перешло к точному картографированию, поиску воды и подготовке новых долгосрочных миссий.

История исследований показывает переход от первых разведывательных полётов к более сложным научным и прикладным программам.

Хронология лунных программ СССР, NASA, ESA, ISRO и CNSA



Научные открытия по данным лунных миссий

Миссия	Открытие	Значение
Apollo	Образцы пород	Возраст поверхн.
LRO	Топография полюсов	Карта рельефа
LCROSS	Лёд в кратерах	Вода на Луне

Разные миссии по-своему расширили знания о Луне: от первых образцов грунта до поиска воды и детального картографирования полюсов.

Совокупность миссий превратила Луну в одну из самых подробно изученных планетных поверхностей Солнечной системы.

Данные миссий Apollo, Lunar Reconnaissance Orbiter и LCROSS; сводные материалы по результатам лунных исследований

Луна — архив ранней Солнечной системы

Луна хранит следы своего рождения, ударной истории и древнего вулканизма. Её изучение помогает понять эволюцию Земли и других каменных планет, а также оценить будущие возможности освоения внеземных ресурсов.