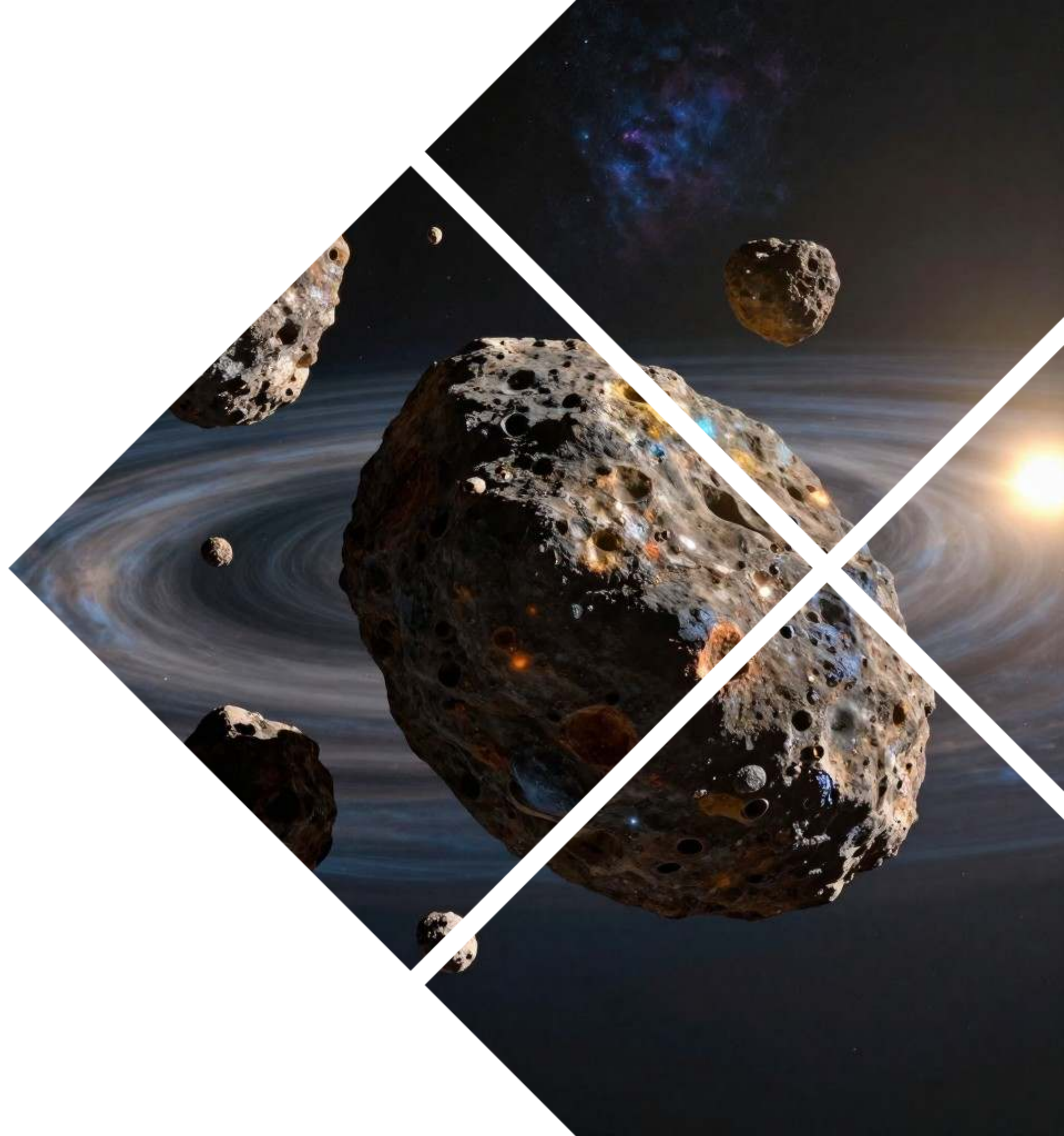


Астероиды и метеориты: основные понятия и структура

Малые тела Солнечной системы, ключ к пониманию её формирования и угроз.

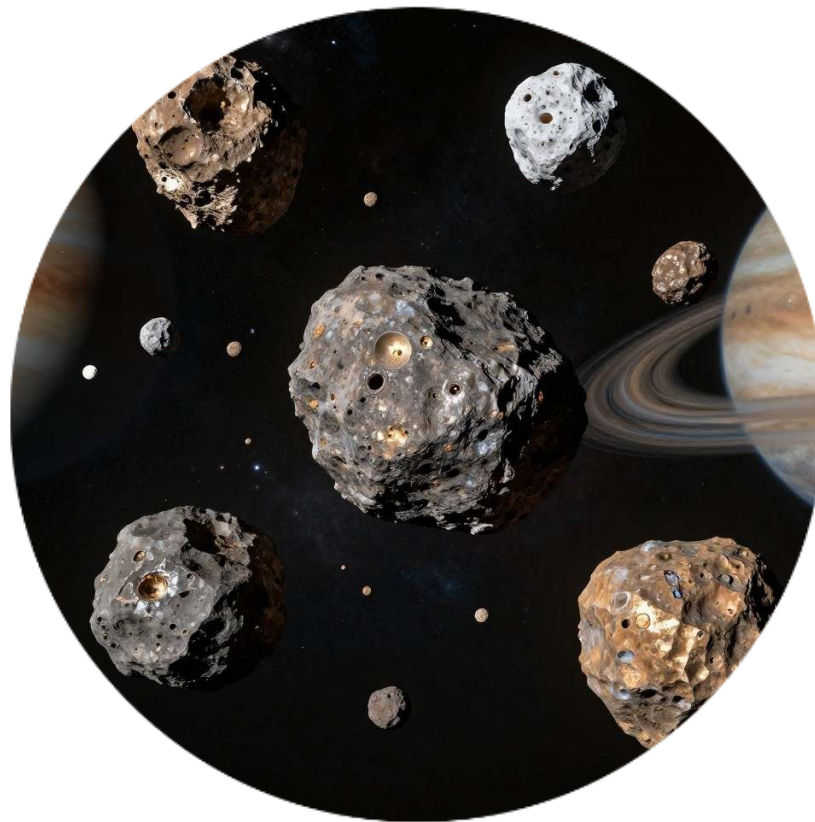


Контекст исследования малых тел Солнечной системы

Астероиды и метеориты сформировались вместе с Солнечной системой около 4,6 млрд лет назад. Они содержат первичный материал, сохранившийся с времён планетарного формирования и продолжают изучаться с помощью современных космических технологий.

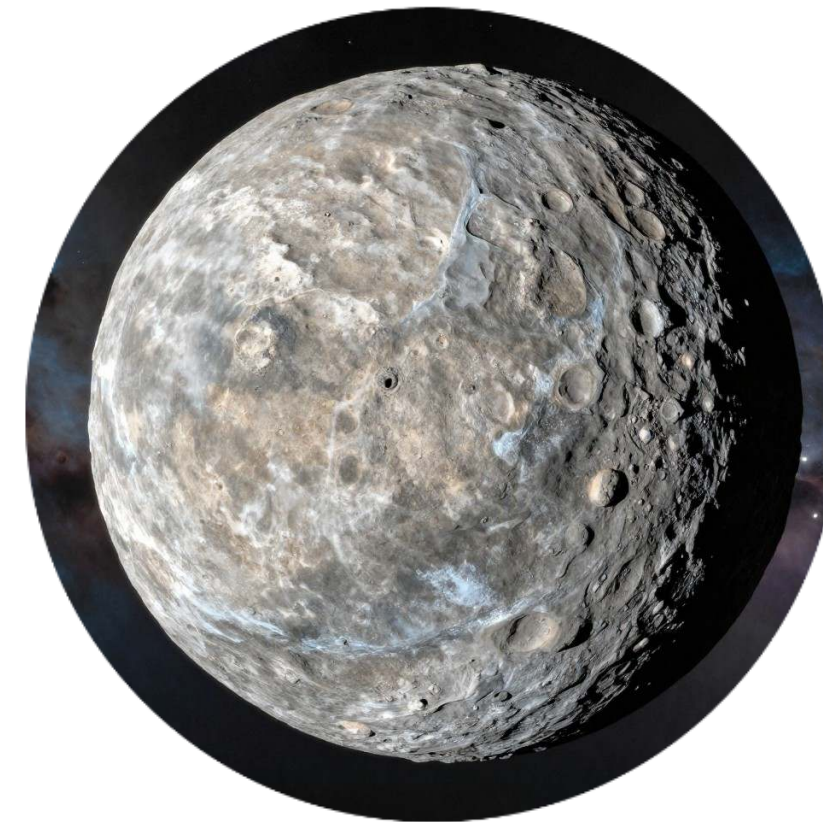


Определение: Астероиды



Что такое астероиды?

Астероиды — это каменные и металлические тела космоса, размером от метров до сотен километров. Они преимущественно находятся в Главном поясе между Марсом и Юпитером, играя роль строительных блоков ранней Солнечной системы.



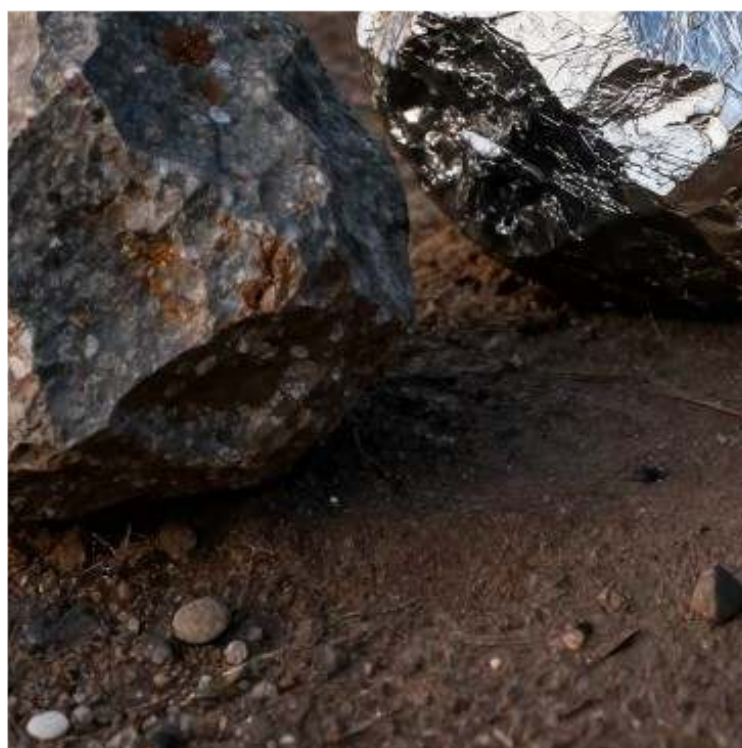
Крупнейший астероид — Церера

Карликовая планета Церера с диаметром около 940 километров считается самым крупным астероидом. Она представляет собой объект, где возможно сохранение водяного льда и иных соединений, важных для изучения происхождения воды в Солнечной системе.



Определение: Метеориты

Метеориты — это остатки космических тел, которые, пройдя атмосферу Земли, достигают её поверхности. Они бывают каменными, железными и каменно-железными по своему составу.



Понятия метеороид и метеор связаны с этапами входа объекта в атмосферу: метеороид — прежде атмосферы, метеор — световой след при сгорании в воздухе.

Строение и состав астероидов

Углеродистые (C) астероиды богаты органическими веществами и поднимают вопросы о происхождении жизни на Земле.

Силикатные (S) астероиды состоят из минералов магния и железа, отражая базовые компоненты земной коры.

Металлические (M) астероиды почти полностью состоят из никелево-железных сплавов, напоминающих ядра планет.

Анализ спектра и возвращённые образцы подтверждают гетерогенный внутренний состав и разнообразие минеральных слоев.

Типы метеоритов по составу

Каменистые метеориты включают хондриты с характерными силикатными гранулами — хондрами, и ахондриты, лишённые их, представляя разные стадии эволюции.

Железные метеориты почти целиком состоят из никелево-железного сплава, являясь обломками металлических ядер разрушенных астероидов.

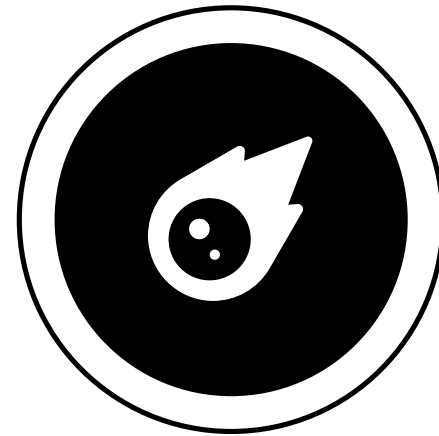
Каменно-железные метеориты — смесь минералов и металлов, соединяющая свойства двух предыдущих типов.

Пояс астероидов: местонахождение и характеристика



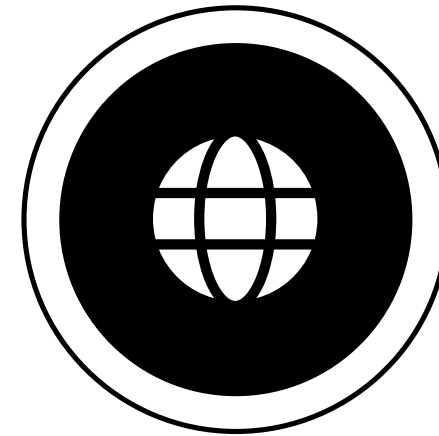
Расположение

Пояс находится между орбитами Марса и Юпитера, охватывая расстояние около 140 млн км.



Количество объектов

Содержит более миллиона крупных астероидов и множество менее массивных тел.



Крупнейшие представители

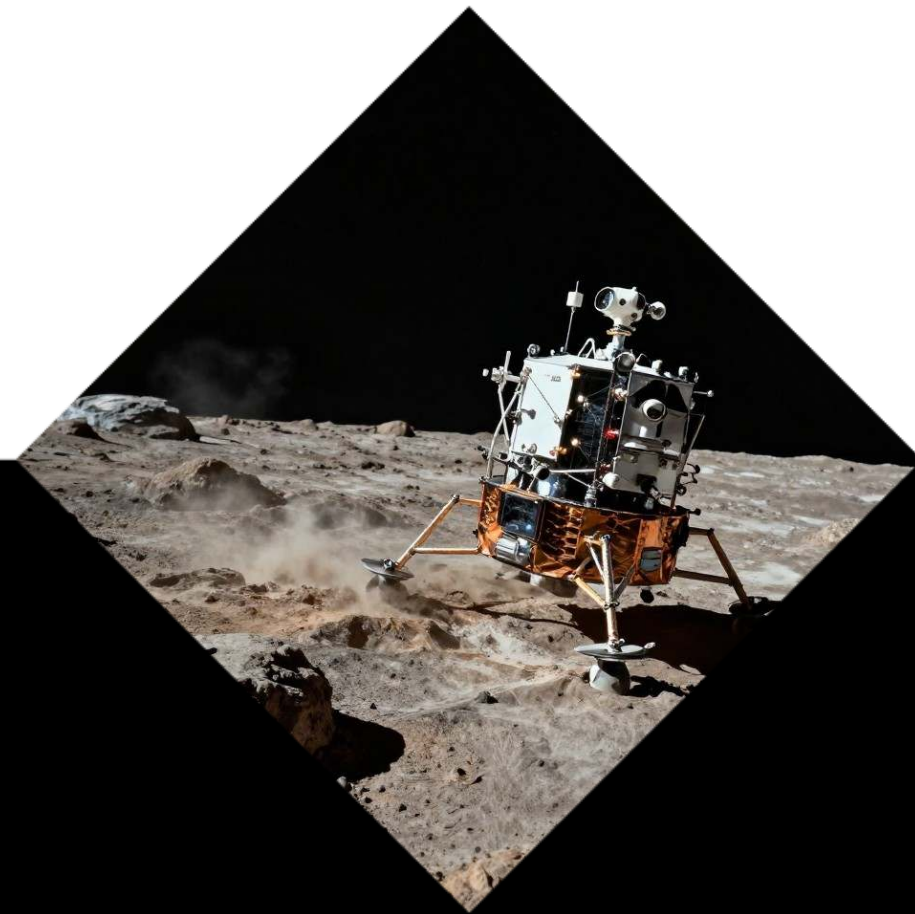
Церера, Паллада, Веста и Гигея — самые заметные крупные тела пояса.



Плотность и столкновения

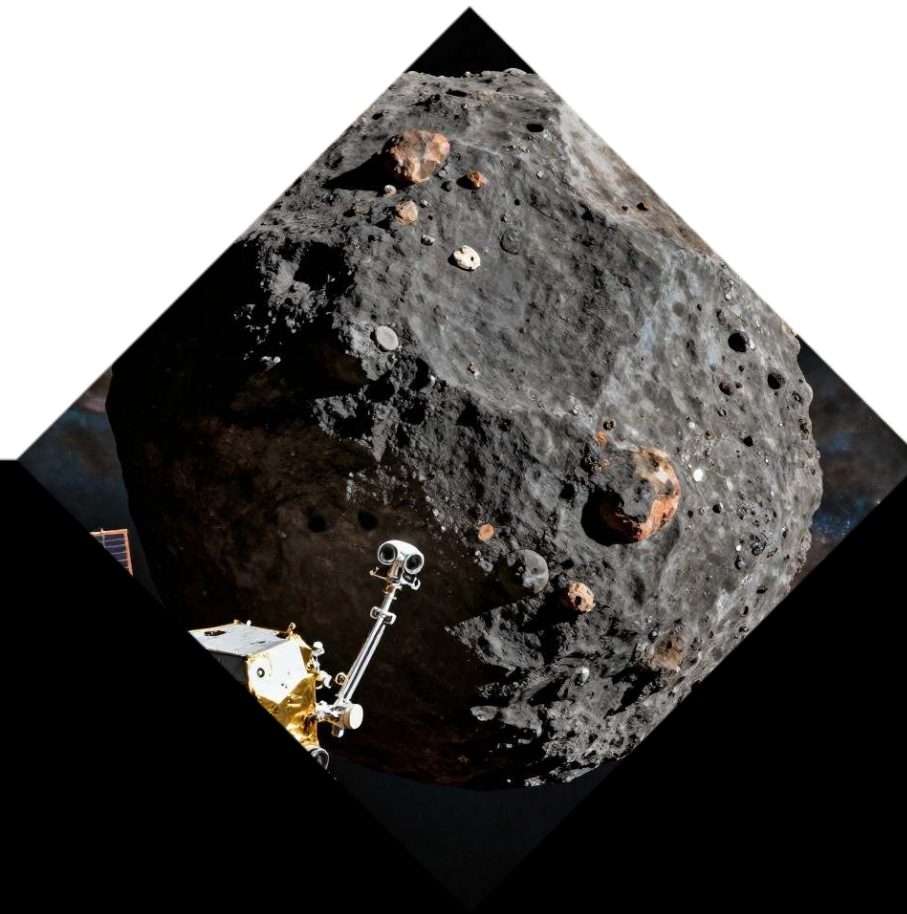
Плотность невелика, из-за чего столкновения в поясе происходят редко, хотя и имеют значение для формирования новых тел.

Знаменитые астероиды и космические миссии



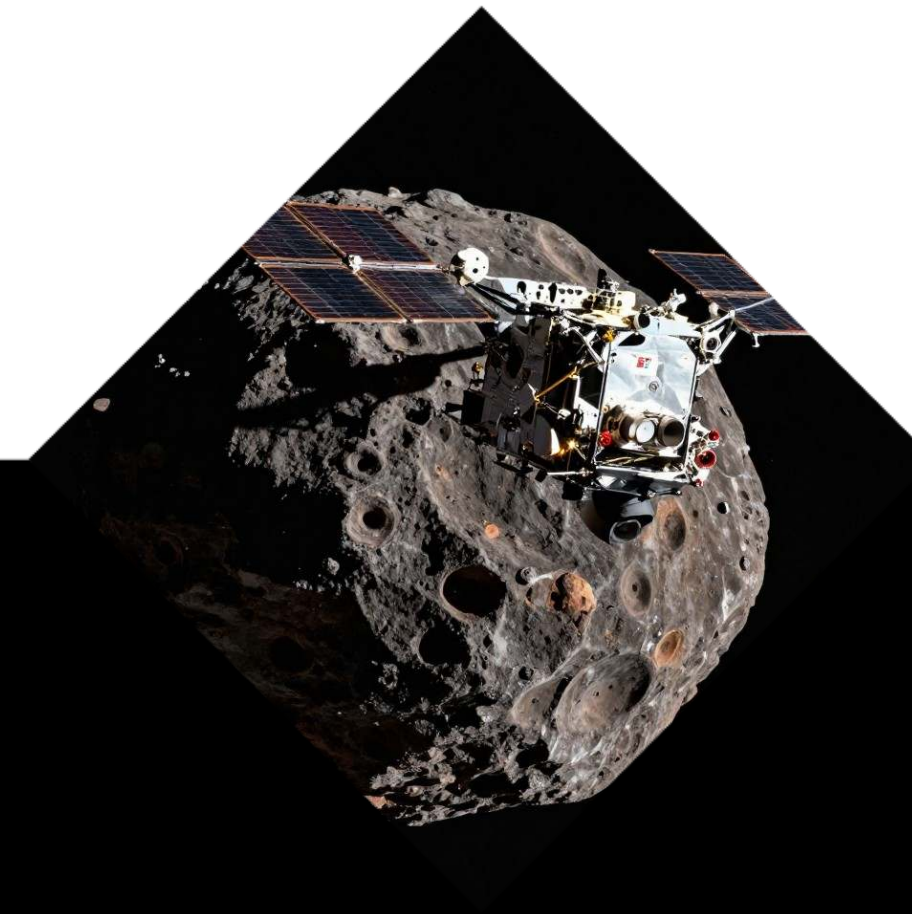
Миссия NEAR Shoemaker

В 2001 году зонд совершил посадку на астероид Эрос, изучив его поверхность и состав. Это была первая успешная посадка на астероид, открывшая новые сведения о структуре малых тел.



OSIRIS-REx и Бенну

Запущенная в 2016 году, миссия доставила на Землю образцы с астероида Бенну, позволив исследовать органические молекулы, важные для понимания появления жизни.



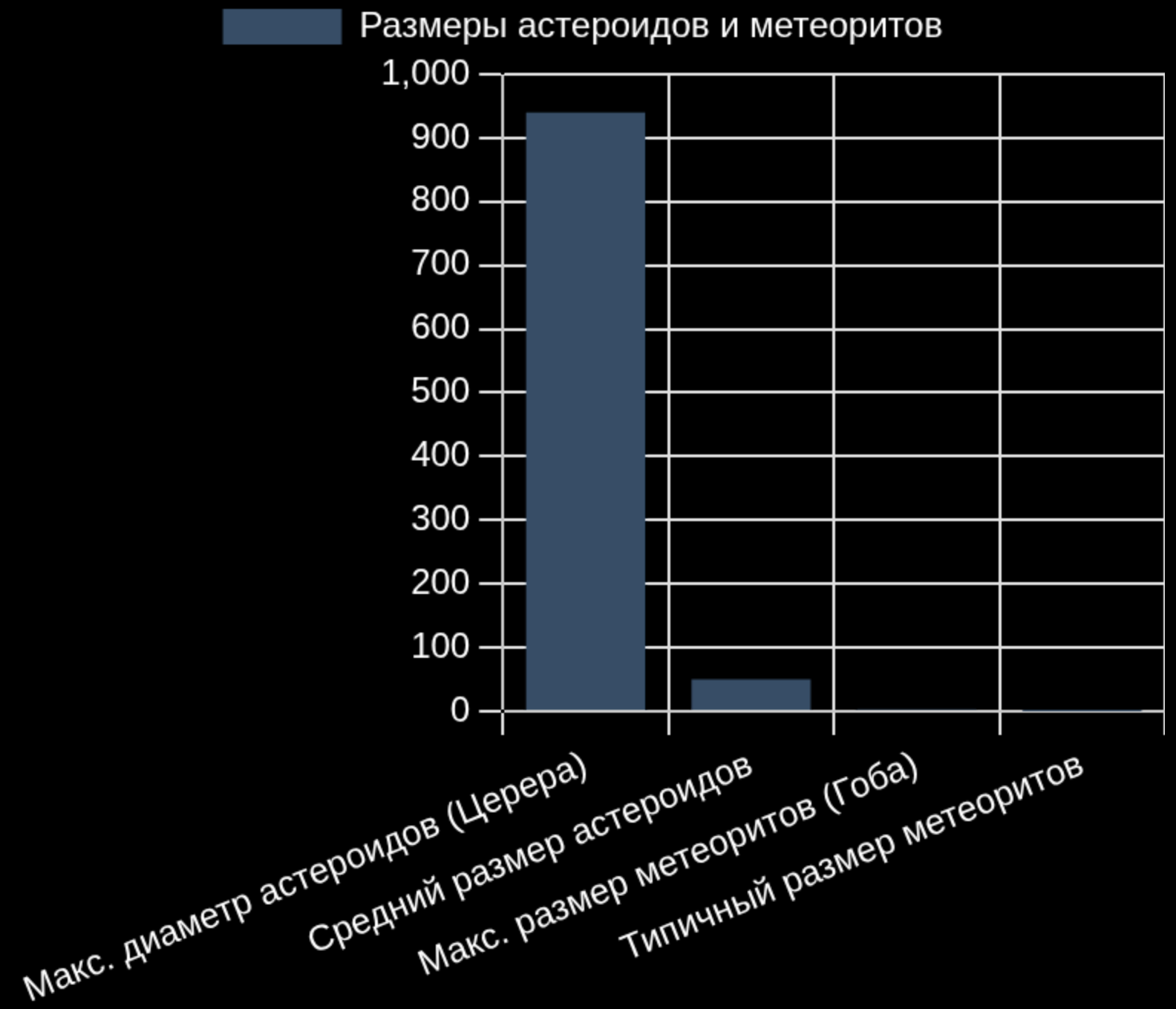
Hayabusa2 и Рюгу

Японский зонд собрал грунт с астероида Рюгу и вернулся с ним в 2019 году, расширив данные по составу и истории малых тел.

Соотношение размеров астероидов и метеоритов

Астероиды значительно крупнее метеоритов, часто достигая сотен километров в диаметре, тогда как метеориты обычно имеют размеры от миллиметров до нескольких метров.

Разница в размерах объясняет различные пути и последствия попадания этих объектов в земную атмосферу и их исследовательскую значимость.



Механизмы образования астероидов и метеоритов

01

Астероиды остались от планетезималей, прообразов планет, которые не слились в крупные тела при формировании Солнечной системы около 4,6 млрд лет назад.

02

Метеориты образуются как обломки при столкновениях астероидов, вынесенные в космос и иногда достигающие Земли спустя миллионы лет.



Сравнительная таблица: астероиды и метеориты

Размер, состав и происхождение:
астероиды варьируются от 1 м до 900+ км,
метеориты – от грамм до десятков тонн;
составы отражают разные классы; шанс
падения на Землю выше у метеоритов.
Такие сведения важны для понимания
планетарной защиты и происхождения
вещества.

Астероиды и метеориты значительно
различаются по размеру и происхождению,
что важно для оценки угроз и освоения
ресурсов.

Параметр	Астероиды	Метеориты
Размер	1 м – 900+ км	доли грамма – 66 т
Состав	Минералы, металлы	Каменистые, железные, смешанные
Происхождение	Космос, пояс астероидов	Фрагменты астероидов, падение на Землю
Падение на Землю	Редко	Ежегодно десятки тысяч

Влияние на историю Земли: случаи столкновений

01

**Массовое вымирание, 65
млн лет назад**

Удар крупного астероида вызвал климатические изменения, приведшие к исчезновению динозавров и перестройке биосферы Земли.

02

Тунгусское событие, 1908

Взрыв метеорита разрушил лесную площадь в 2150 км², но жертв удалось избежать благодаря малонаселённости района.

03

**Челябинский метеорит,
2013**

Взрыв над городом мощностью около 500 килотонн вызвал порядка 1600 пострадавших и значительный материальный ущерб.

04

**Современные
наблюдения**

Регулярное изучение крупных космических тел помогает своевременно выявлять угрозы и разрабатывать меры защиты.

Опасность и защита Земли от астероидов

Программа NASA Planetary Defense осуществляет систематический мониторинг околоземных объектов, оценивая риск возможных столкновений с Землёй.

Исторически глобальных катастроф от падения астероидов не фиксировалось, однако локальные взрывы способны нанести серьёзный ущерб и вызвать человеческие жертвы.

Современные проекты предусматривают угрозу сдвига траектории опасных астероидов с применением кинетического воздействия и других технологий защиты планеты.



Метеоритные дожди: явление и наблюдения

Происхождение метеорных потоков

Метеорные дожди возникают при прохождении Земли через следы частиц комет или разрушенных астероидов. Частицы сгорают в атмосфере, создавая яркие «падающие звёзды».

Наблюдения и популярность

Персеиды и Леониды — наиболее известные потоки, наблюдаемые ежегодно, когда количество видимых метеоров достигает десятков и сотен в час, привлекая внимание любителей астрономии.

Крупнейшие найденные метеориты в мире

▶ Топ-3 самых больших метеоритов: Гоба, Эллингхаусен и Каньон Дьябло – преимущественно железные, их масса от 23 до 66 тонн. Большие каменные метеориты чрезвычайно редки. Эти находки способствовали развитию науки и пониманию космоса.

▶ Железные метеориты доминируют среди крупнейших находок, что объясняется их устойчивостью к атмосферному и земному разрушению.

Название	Масса	Место находки	Год обнаружения	Тип
Гоба	66 т	Намибия	1920	Железный
Эллингхаусен	23,5 т	Германия	Современность	Железный
Каньон Дьябло	30 т	США	1891	Железный

Получение и изучение образцов астероидов



Миссия Hayabusa успешно доставляет образцы

В 2005 году Hayabusa впервые доставила грунт с астероида Итокава, расширив знания о структуре и составе мелких тел в Солнечной системе.



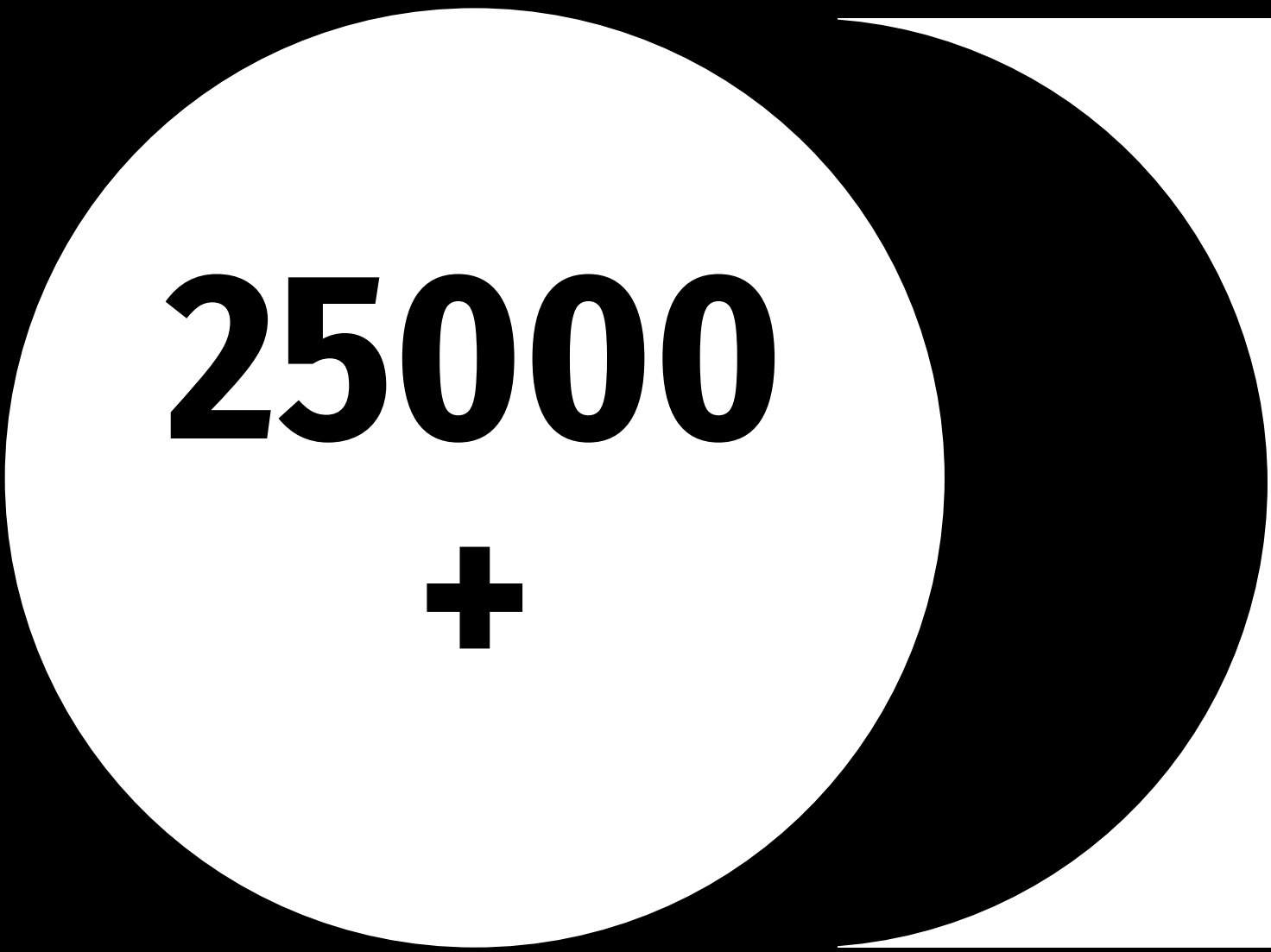
Возвращение образцов Hayabusa2 с Рюгу

В 2019 году миссия доставила на Землю пробы с углеродистого астероида Рюгу, в которых обнаружены органические молекулы и вода в виде следов.



OSIRIS-REx и изучение астероида Бенну

В 2023 году миссия OSIRIS-REx вернула образцы с астероида Бенну, что позволило уточнить происхождение органики и условия в раннем Солнечном пространстве.



25000

+

Более 25 тысяч больших объектов с орбитами, пересекающими Землю, активно отслеживаются для снижения риска столкновений в будущем.

потенциально опасных
астероидов выявлено и
мониторится
современными
системами обнаружения.

NASA Planetary Defense, 2024

Метеориты в культуре и истории человечества

01

С древних времён железные метеориты служили источником металла для инструментов и оружия, например, в Египте circa 3200 до н.э., когда металл имел высокую ценность.

02

Уже веками метеориты обрастали мифами и суевериями, а сегодня используются в украшениях и важны для научных исследований космоса и истории Земли.



Перспективы исследований и освоения астероидов

Астероиды рассматриваются как перспективный источник металлов и воды для поддержки космических миссий и будущих колоний за пределами Земли.

Частные компании и государственные агентства разрабатывают технологии добычи ресурсов и строительства орбитальных станций на основе материалов астероидов.

Миссия DART в 2022 году продемонстрировала способность изменять траекторию астероида, что открывает новые возможности планетарной защиты.

Изучение астероидов помогает совершенствовать методы обнаружения угроз и создаёт базу для устойчивого освоения космоса в долгосрочной перспективе.

Значимость астероидов и метеоритов для науки и будущего

Астероиды и метеориты раскрывают историю планетарного формирования и содержат ключевые ресурсы и знания, необходимые для защиты Земли и освоения космоса в будущем.