

Карликовые планеты и малые тела Солнечной системы

Ключ к истории Солнечной системы — в её малых телах
и карликовых планетах.

Зачем астрономы изучают малые тела

Малые тела почти не изменились со времён рождения Солнечной системы, поэтому сохраняют древнее вещество. Их изучение помогает понять, как формировались планеты, откуда появилась вода и как мигрировали гиганты.



Критерии планеты и понятие «карликовая планета»

1.

Три признака планеты

По определению
Международного
астрономического союза 2006
года, планета обращается
вокруг Солнца, имеет почти
шарообразную форму
и расчистила окрестности
своей орбиты от других тел.

2.

Что делает объект
карликовым

Карликовая планета тоже
движется вокруг Солнца
и под действием собственной
гравитации становится почти
шарообразной,
но не доминирует в своей
орбитальной зоне и делит
её с множеством соседей.

3.

Почему изменился статус
Плутона

Именно третий критерий стал
решающим для Плутона:
он не очистил свою орбиту
от других объектов пояса
Койпера, поэтому был
переведён в категорию
карликовых планет.

4.

Известные представители

К этой группе относятся
Церера, Плутон, Эрида,
Хаумеа и Макемаке. Все они
достаточно массивны, чтобы
приблизиться к сферической
форме, но различаются
происхождением
и положением в Солнечной
системе.

Церера — крупнейший объект пояса астероидов

Размер и масса

Церера имеет диаметр около 940 км и сосредоточивает примерно треть всей массы пояса астероидов, поэтому выделяется среди других тел этой области как его главный крупный объект.

История открытия

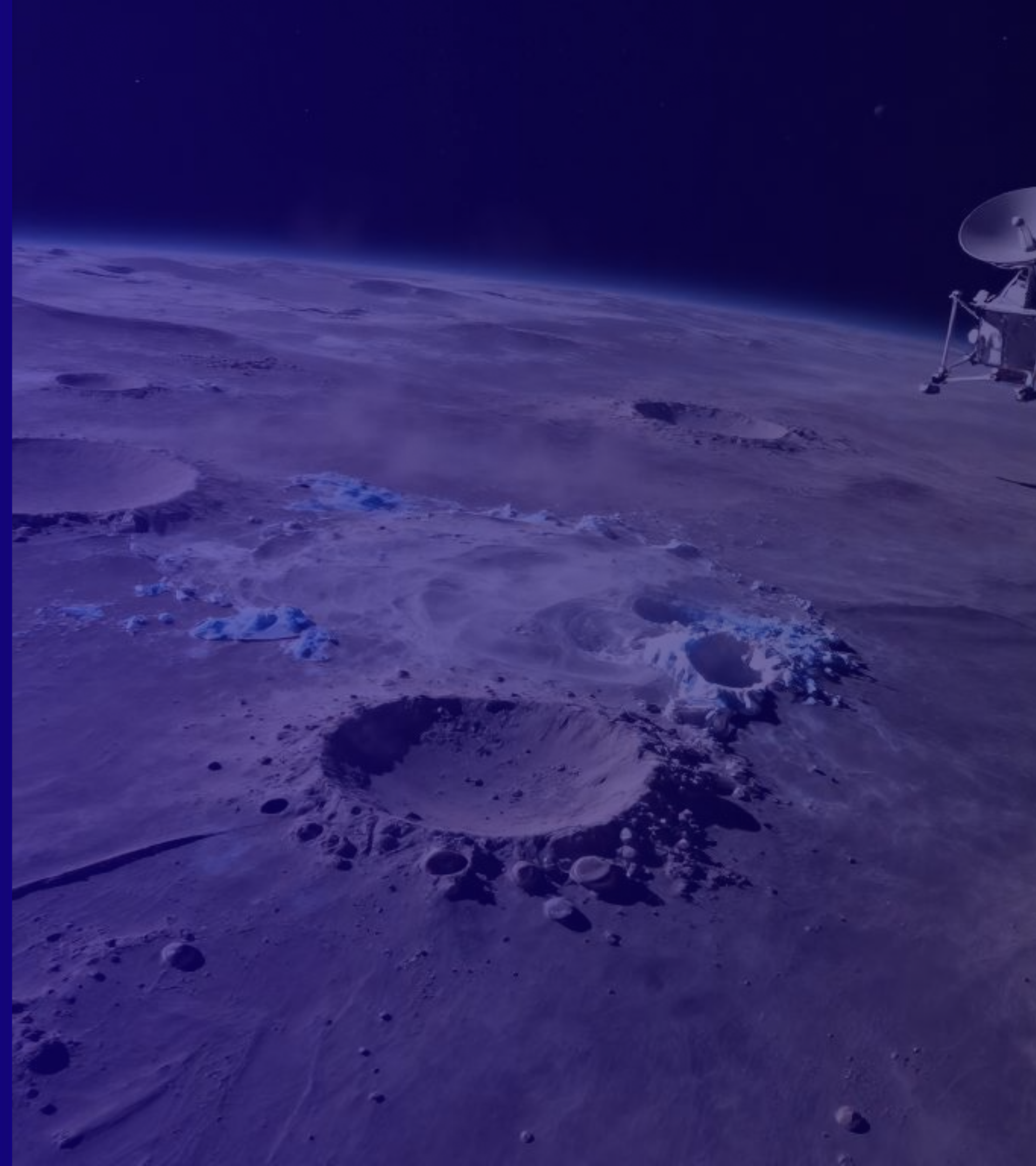
Цереру открыл в 1801 году итальянский астроном Джузеппе Пиацци. Это было одно из первых открытий в поясе астероидов и важный шаг в изучении малых тел.

Данные миссии Dawn

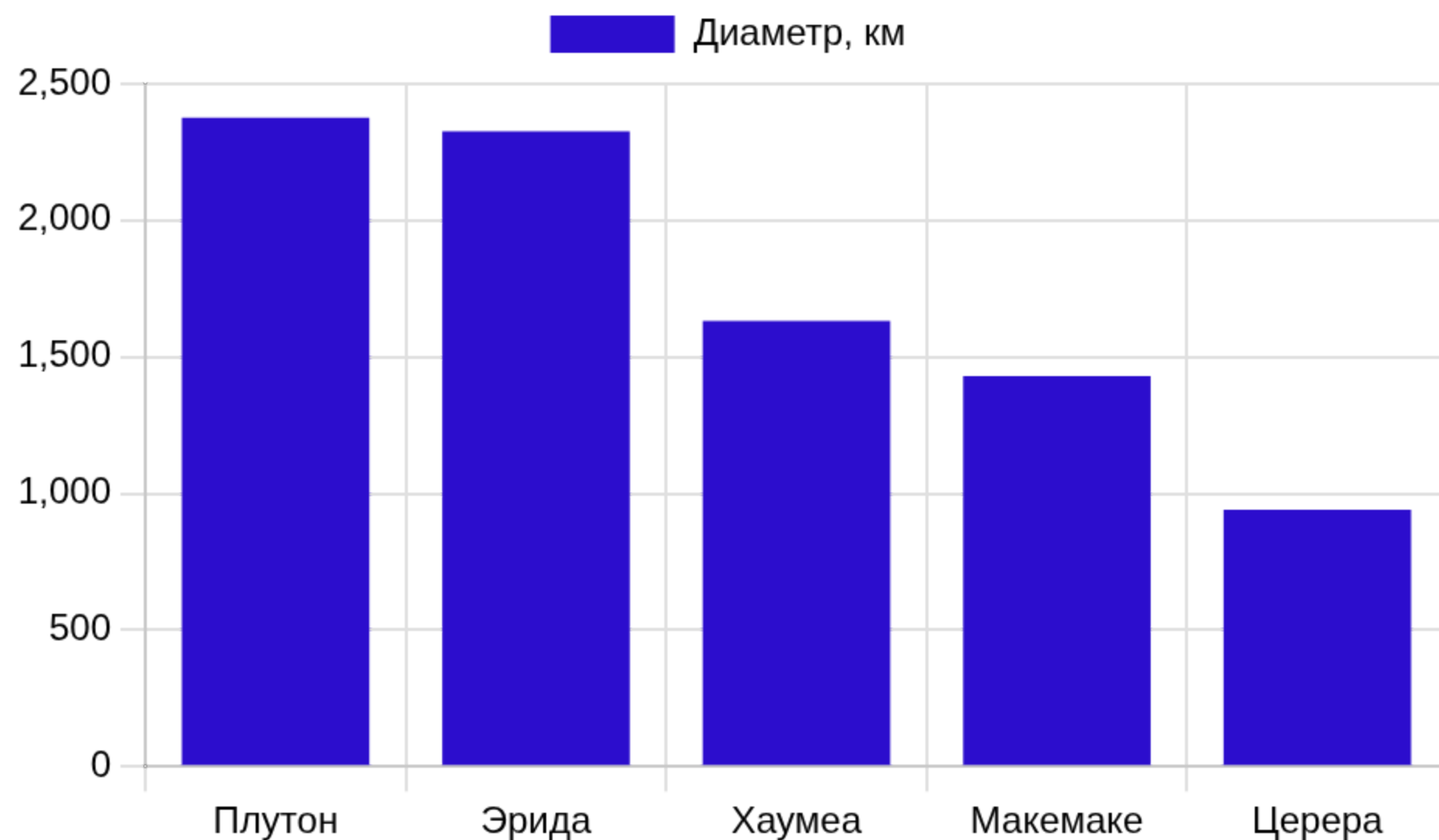
Аппарат Dawn обнаружил на поверхности кратеры, яркие солевые отложения и признаки водяного льда. Эти наблюдения показали, что Церера значительно активнее и сложнее, чем казалось раньше.

Подповерхностные процессы

Учёные рассматривают возможность криовулканизма и существования подповерхностных запасов льда и солёной воды. Такие признаки делают Цереру важным объектом для изучения внутреннего строения малых тел.



Сравнение размеров крупнейших карликовых планет



Размеры этих объектов отражают разнообразие условий формирования во внешней и внутренней частях Солнечной системы.

Плутон и Эрида почти равны по размеру, а Церера заметно меньше, что подчёркивает различие между поясом астероидов и поясом Койпера.

Диаметры объектов: Плутон, Эрида, Хаумеа, Макемаке, Церера — по справочным астрономическим данным, актуальным на момент подготовки материала.

Карликовые планеты Солнечной системы и их расположение

Объект	Область	Расстояние
Церера	Пояс астероидов	2,77 а. е.
Плутон	Пояс Койпера	39,5 а. е.
Хаумеа	Пояс Койпера	43 а. е.
Макемаке	Пояс Койпера	45,8 а. е.
Эрида	Рассеянный диск	67,7 а. е.

Таблица показывает, где находятся основные карликовые планеты и как далеко они расположены от Солнца.

Карликовые планеты распределены по разным зонам: от пояса астероидов до далёкого рассеянного диска, что отражает неоднородность внешних областей Солнечной системы.

Плутон как самый известный объект пояса Койпера



Размер и строение

Плутон имеет диаметр 2376 км и по масштабам сопоставим с крупными спутниками планет, хотя его орбитальный статус отличается. Такой размер позволяет ему удерживать сложную геологическую историю.



Пять спутников

У Плутона известно пять спутников, причём крупнейший из них — Харон — особенно важен для понимания системы. Их взаимодействие помогает изучать динамику и происхождение объектов пояса Койпера.



Разреженная атмосфера

Его атмосфера очень тонкая и в основном состоит из азота, с примесью метана и угарного газа. Она меняется по мере движения Плутона по вытянутой орбите вокруг Солнца.



Открытия New Horizons

Миссия New Horizons в 2015 году показала ледяные равнины, горы из водяного льда, слоистые отложения и признаки геологической активности, что резко изменило представления о Плуtone.



Необычная орбита

Орбита Плутона сильно наклонена к плоскости эклиптики и заметно вытянута. Поэтому он движется не так, как большие планеты, и наглядно демонстрирует разнообразие транснептуновых объектов.

Хаумеа: быстрое вращение и вытянутая форма

Необычная геометрия

Хаумеа выделяется сильно вытянутой формой, близкой к трёхосному эллипсоиду. Такой облик делает её одной из самых необычных карликовых планет Солнечной системы и объектом особого интереса.

Очень быстрое вращение

Период вращения Хаумеа составляет примерно 3,9 часа. Для столь крупного тела это исключительно быстро, и именно вращение, вероятно, связано с её нестандартной формой.

Поверхностные особенности

На поверхности обнаружен водяной лёд и тёмное пятно с иными свойствами отражения. Эти детали указывают на неоднородность поверхности и возможную сложную историю её формирования.

Спутники и происхождение

У Хаумеа есть два спутника и кольцевая система. Её происхождение часто связывают с древним крупным столкновением, которое могло изменить форму, вращение и состав поверхности.



Эрида и пересмотр границ Солнечной системы

Открытие Эриды

Эрида была обнаружена как очень далёкий и яркий объект рассеянного диска. Её заметные размеры и блеск сразу сделали её одним из самых обсуждаемых тел внешней Солнечной системы.

Спор о статусе

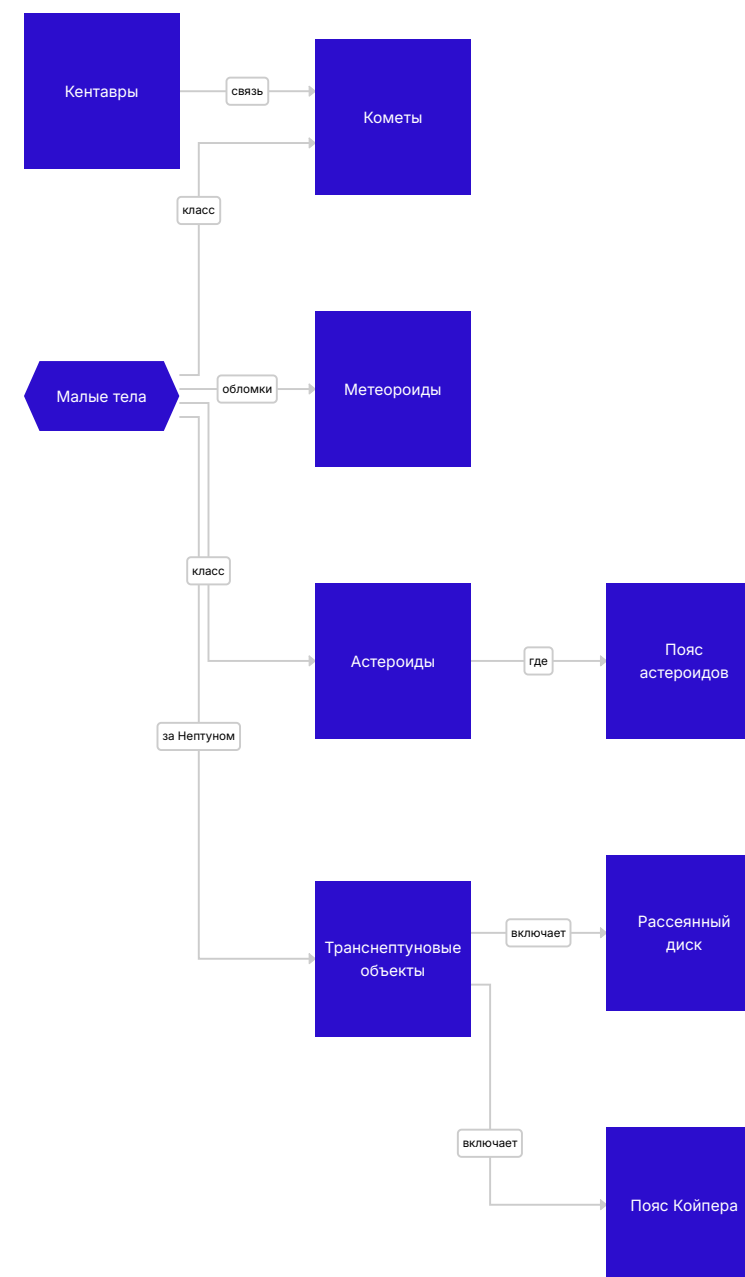
После открытия Эриды усилился вопрос: что считать планетой, если за орбитой Нептуна есть тела, сопоставимые с Плутоном. Это заставило астрономов уточнить критерии классификации.

Новая классификация

Решения 2006 года закрепили категорию карликовых планет. Эрида стала примером того, как новые наблюдения меняют научные определения и расширяют представления о границах Солнечной системы.

Основные группы малых тел Солнечной системы

Классификация по составу, орбитам и области распространения в Солнечной системе



Где сосредоточены малые тела в Солнечной системе



Распределение носит схематический характер и показывает не точные доли, а основные области накопления малых тел в Солнечной системе.

Наиболее плотные «склады» малых тел связаны с поясом астероидов и внешними ледяными резервуарами; именно они важны для поиска древнего вещества.

Схематическая диаграмма по общим сведениям о распределении малых тел в Солнечной системе; без точных долей.

Астероиды: состав, размеры и научное значение

1. Разнообразие состава

Астероиды не одинаковы по строению: среди них выделяют каменные, металлические и углеродистые типы. Такое разнообразие отражает условия, в которых они сформировались в ранней Солнечной системе.

2. Крупнейшие представители

Веста, Паллада и Гигея относятся к самым крупным астероидам и достигают сотен километров в диаметре. Их размеры позволяют сохранять следы древних процессов, недоступных на более мелких телах.

3. Окно в прошлое

Космические миссии показали на астероидах кратеры, древние базальтовые породы и признаки частичного плавления. Эти данные помогают восстанавливать раннюю историю Солнечной системы и этапы её химической дифференциации.



Кометы: ледяные архивы, которые оживают у Солнца

Ядро, спрятанное в темноте

Вдали от Солнца комета выглядит как небольшое тёмное ядро из льда, пыли и каменных частиц.

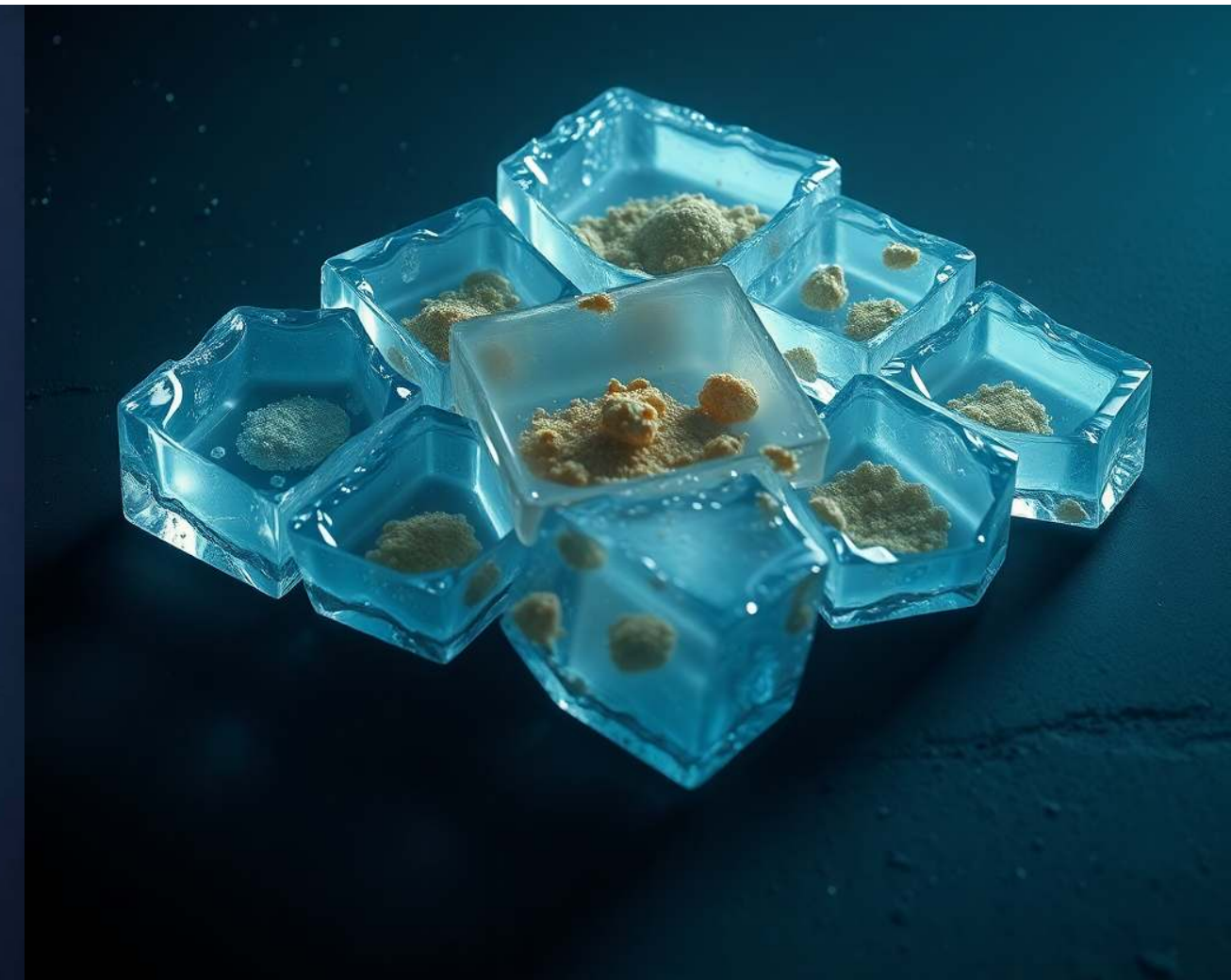
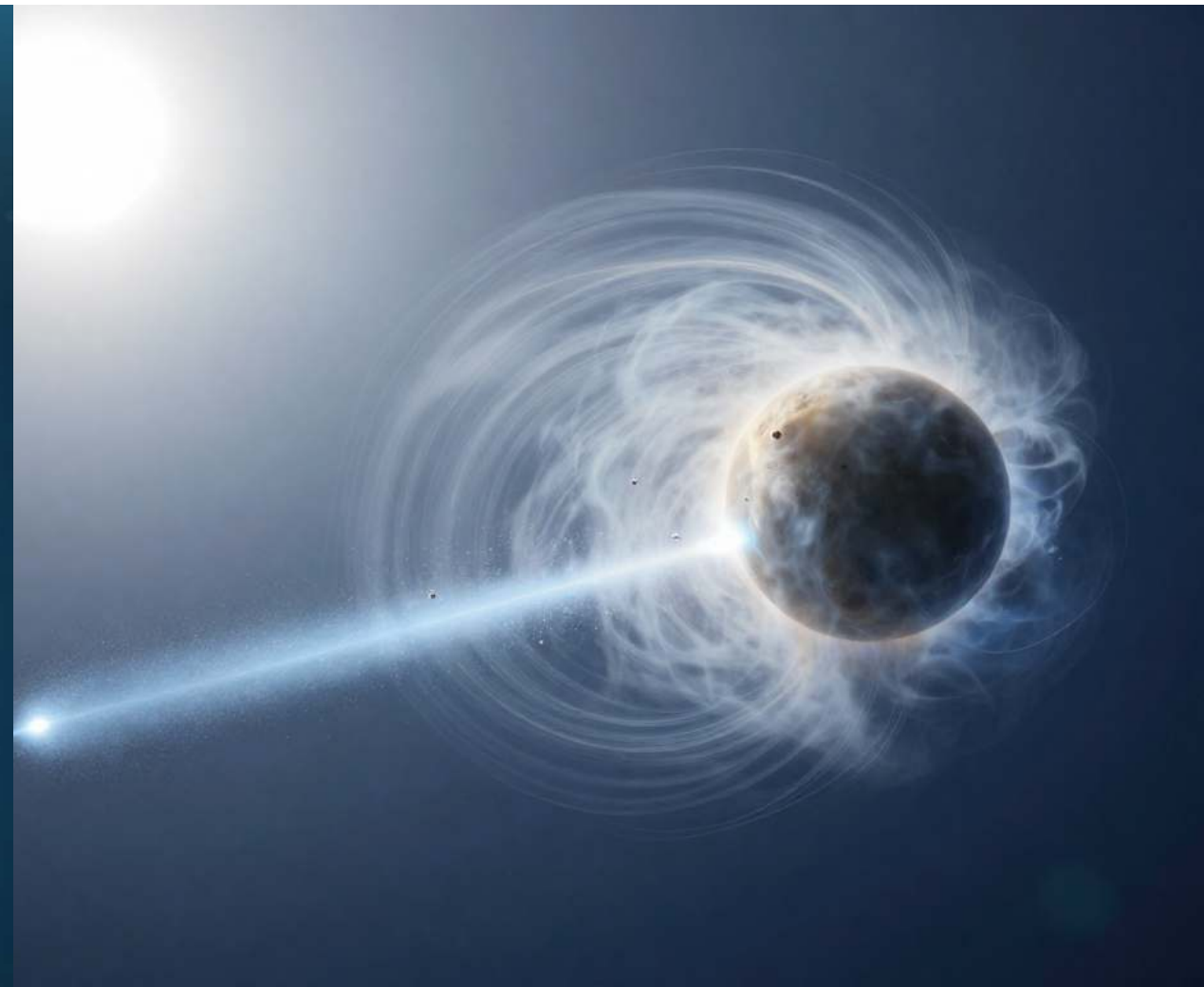
Именно в таком состоянии она лучше всего сохраняет первичное вещество, почти не изменённое временем.

Когда появляется хвост

При приближении к Солнцу лёд начинает сублимировать, и вокруг ядра возникает кома — газовой-пылевая оболочка. Поток частиц уносит вещество наружу, формируя хвост, который всегда направлен от Солнца.

Химическая память Солнечной системы

В кометном веществе обнаруживаются вода, углекислый газ, аммиак, метан и органические соединения. Поэтому кометы рассматривают как важные «капсулы времени», позволяющие изучать исходный химический состав протопланетного облака.



Главные области распространения малых тел

Таблица показывает, как разные группы малых тел распределены по Солнечной системе и какие свойства связаны с их положением относительно Солнца.

Чем дальше от Солнца, тем больше доля льда и тем сильнее связь объектов с холодными внешними резервуарами вещества.

Зона	Положение	Состав
Главный пояс	Марс—Юпитер	Камень, металл
Пояс Койпера	За Нептуном	Лёд, карликовые
Облако Оорта	Дальняя сфера	Кометное вещество

Орбиты малых тел: эксцентриситет и наклон

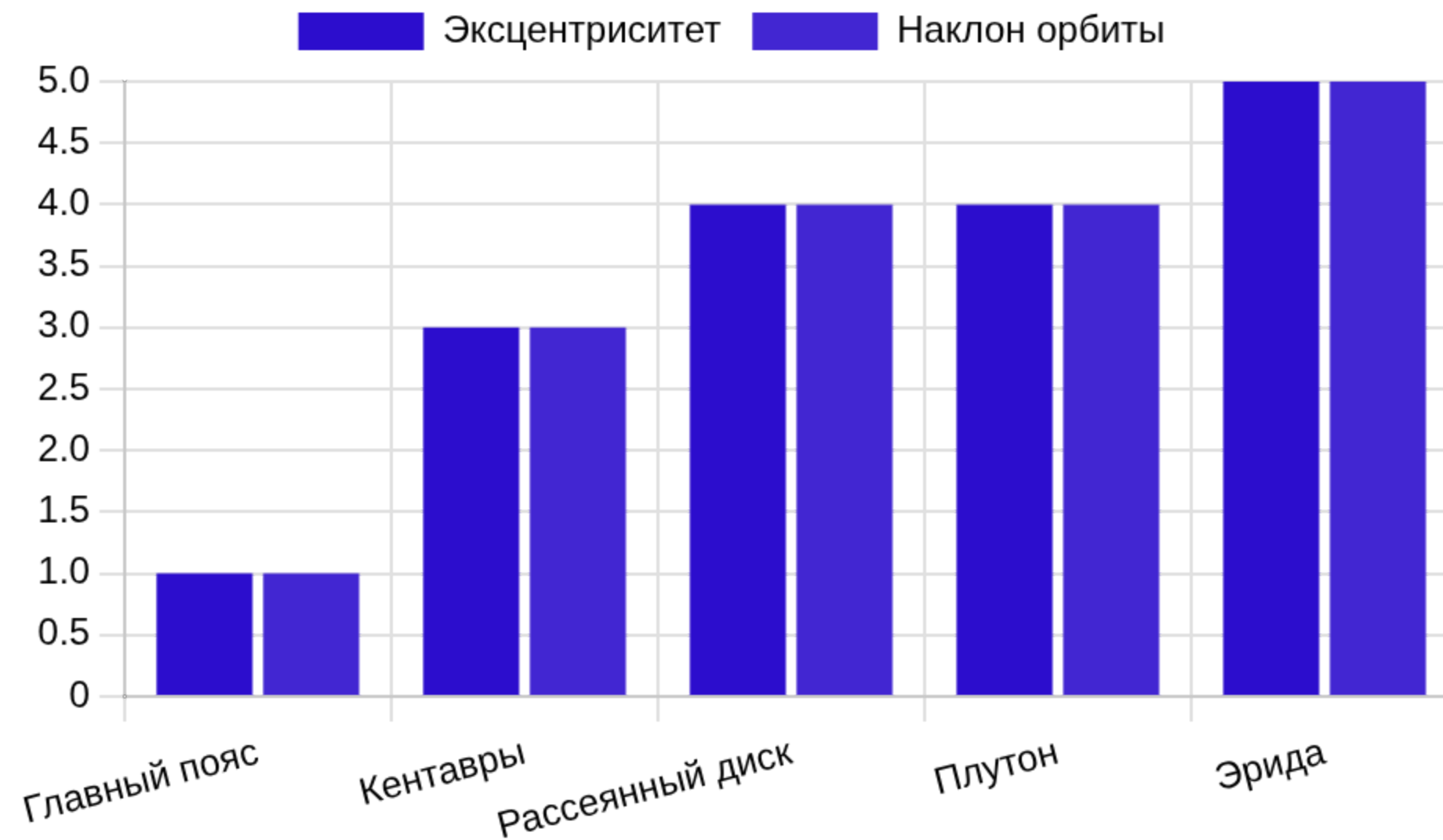


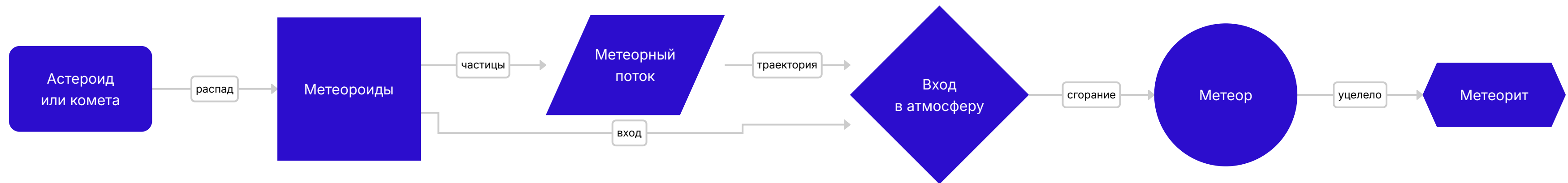
Диаграмма использует условную шкалу: чем выше столбец, тем сильнее орбита отличается от почти круговой и лежащей в плоскости планет.

Транснептуновые объекты и кентавры испытывают более сильные возмущения, чем астероиды главного пояса, поэтому их орбиты заметно менее устойчивы.

Условная сравнительная шкала по данным об орбитах малых тел; предназначена для наглядного сопоставления.

От метеороида к метеориту

Схема основана на процессе входа космического вещества в атмосферу Земли и на происхождении регулярных метеорных потоков.



Именно тела этого масштаба особенно важны для мониторинга: их трудно заметить заранее, но последствия входа в атмосферу могут быть серьёзными.

20–50 м

— такой размер уже может вызвать разрушительный воздушный взрыв даже без падения на поверхность.

Оценки опасности околоземных объектов на основе наблюдений и анализа последствий атмосферных взрывов;
данные сводного характера.

Космические миссии, изменившие знания о малых телах

1.

Dawn: Веста и Церера

Миссия Dawn впервые подробно сравнила два очень разных тела: скалистую Весту и богатую льдом Цереру. Это помогло увидеть, как по-разному эволюционируют объекты в пределах одного пояса.

2.

New Horizons: Плутон и Аррокот

Пролёт New Horizons показал, что Плутон — не холодный и однообразный мир, а тело со сложной геологией, льдами и признаками активности. Позже Аррокот подтвердил древность и хрупкость объектов пояса Койпера.

3.

Rosetta: комета вблизи

Rosetta впервые долго сопровождала комету 67P/Чурюмова—Герасименко и изучала её поверхность, газы и пыль на месте. Полученные данные уточнили представления о строении и поведении кометных ядер.

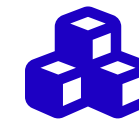
4.

Новые вопросы и ответы

Каждая миссия не просто добавляла фотографии, а меняла сами научные вопросы. Малые тела стали рассматривать как самостоятельные лаборатории, где можно проверять модели формирования Солнечной системы.



Что объединяет карликовые планеты и малые тела



Общий материал

Карликовые планеты, астероиды и кометы образовались из одного первичного запаса вещества. Их изучение позволяет понять, как из пыли и льда собирались более крупные тела.



Миграция планет

Орбиты многих объектов несут следы перестройки Солнечной системы. По ним астрономы восстанавливают миграцию планет-гигантов и перераспределение вещества между внутренними и внешними областями.



Источники воды

Ледяные тела внешних областей рассматриваются как возможные переносчики воды и летучих веществ. Это помогает объяснить, откуда на Земле могли появиться важные для жизни соединения.



Органическая химия

Кометы и углеродистые астероиды содержат органические соединения, сохранившиеся с ранних этапов эволюции системы. Они показывают, какие строительные блоки были доступны задолго до появления планет.

Малые тела — хроника ранней Солнечной системы

Карликовые планеты, астероиды и кометы сохранили следы древних процессов, по которым можно восстановить формирование планет, перенос воды и органических веществ, а также эволюцию всей Солнечной системы.