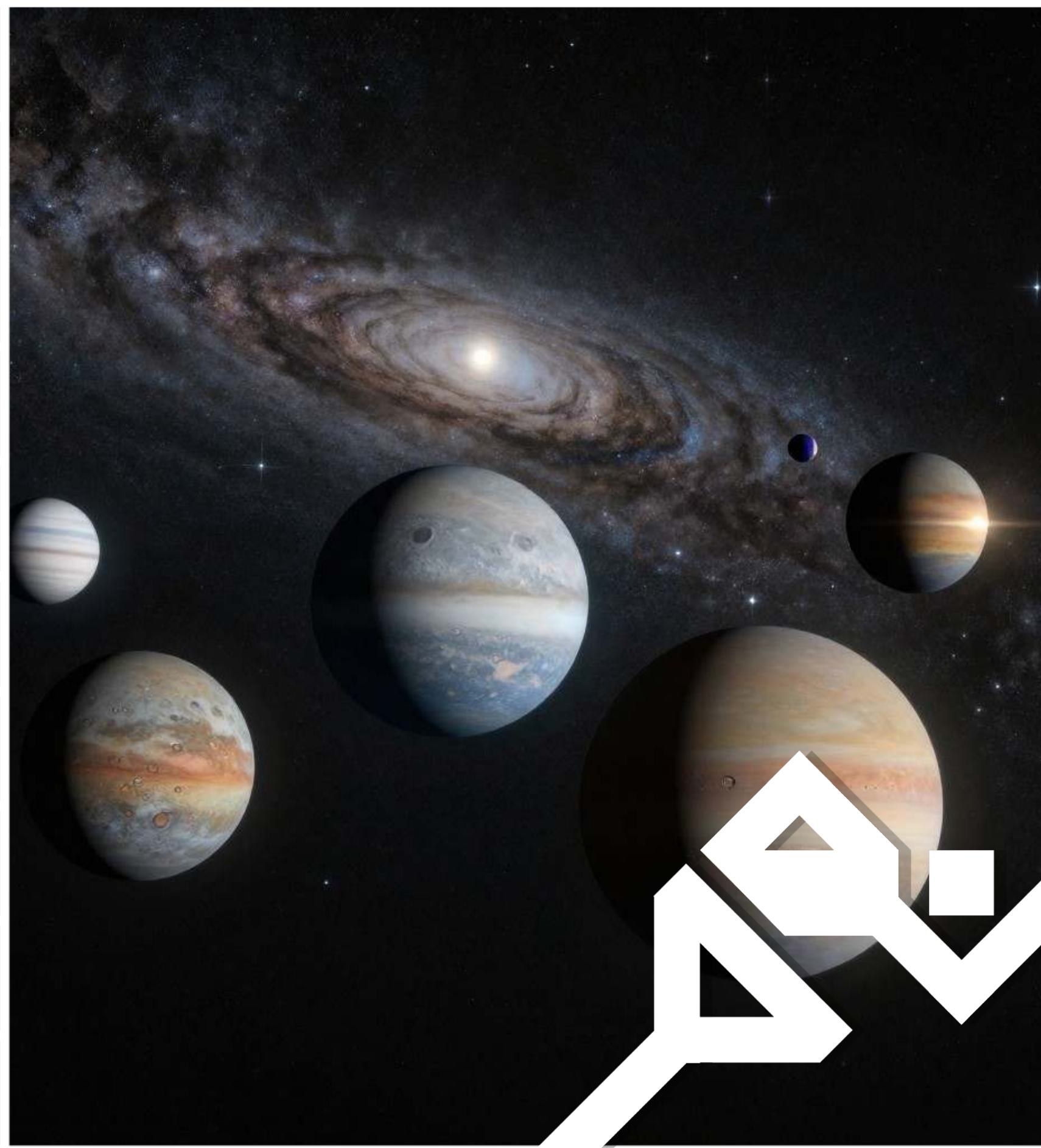


Карликовые планеты: обзор и ключевые темы

Особый класс небесных тел,
раскрывающих тайны формирования
Солнечной системы.



Исторический контекст появления термина

В 2006 году Международный астрономический союз официально ввёл термин «карликовая планета». Это решение стало ответом на многочисленные открытия крупных объектов за орбитой Нептуна и необходимость пересмотреть статус Плутона в астрономии.

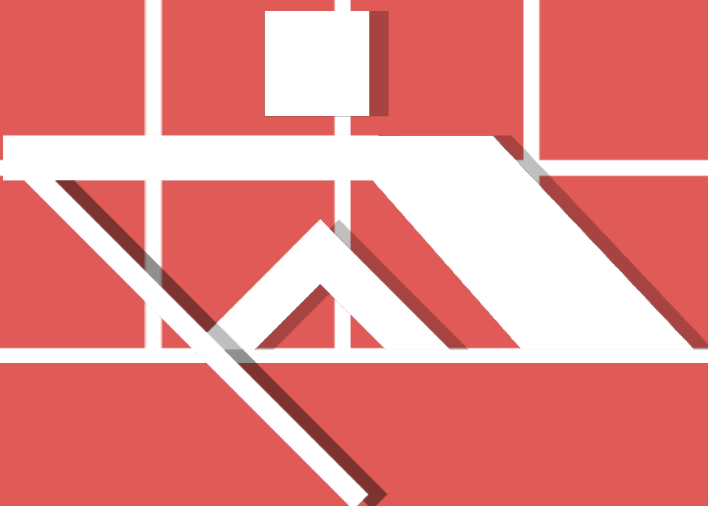


Определение и критерии карликовой планеты

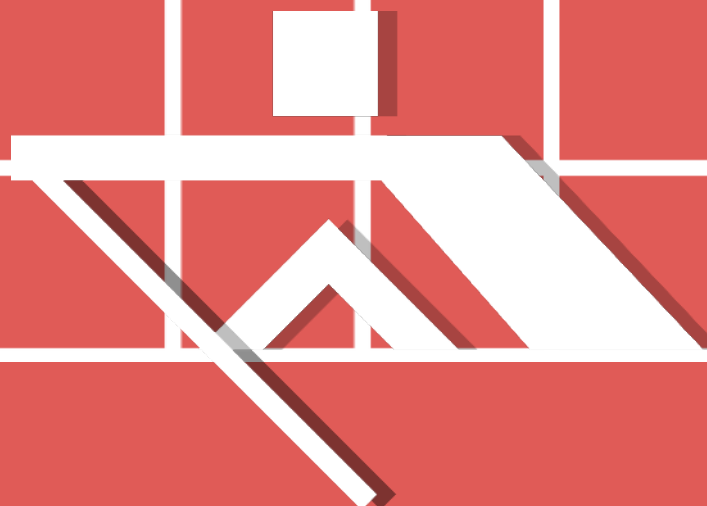
- 1 Карликовая планета — это объект, вращающийся вокруг Солнца с достаточно большой массой, чтобы принять почти сферическую форму, подтверждая гидростатическое равновесие.
- 2 Однако она не очистила свою орбитальную область от других тел и не является спутником, что отличает её от классических планет согласно решению МАС 2006 года.



Сравнительный анализ: планеты, карликовые планеты, малые тела



Классические планеты обладают достаточной массой для очистки окрестности орбиты от иных объектов, что обеспечивает доминирование на своей орбите и крупные размеры.



Карликовые планеты имеют округлую форму, но делят орбитальное пространство с другими телами, то есть не выполнили критерий очистки своей орбиты.

Малые тела, такие как астероиды и кометы, характеризуются неправильной формой и низкой массой, обычно не достигая гидростатического равновесия.

Основные параметры известных карликовых планет



В таблице приведены ключевые характеристики пяти главных карликовых планет Солнечной системы.

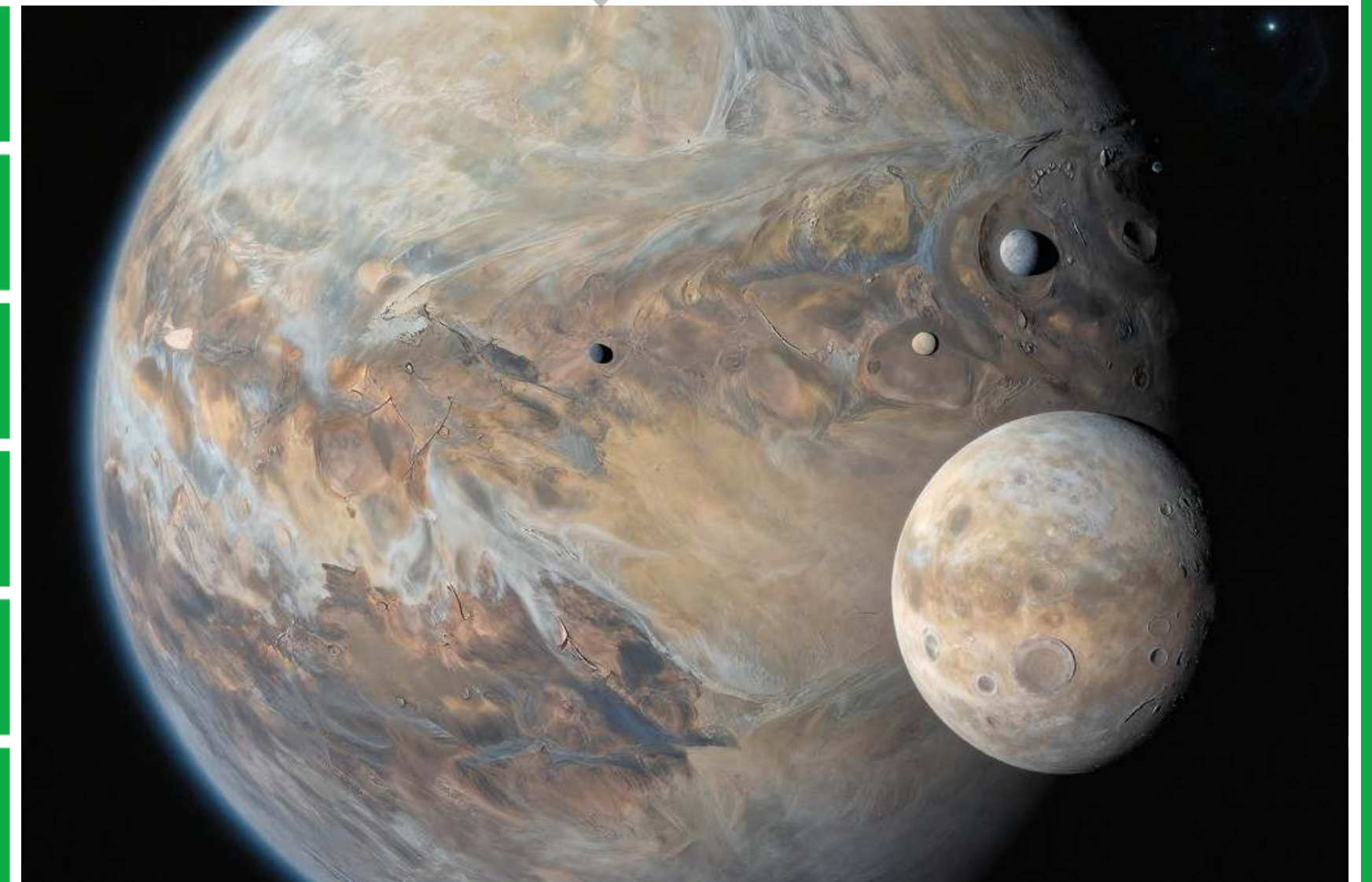
Параметры показывают широкое разнообразие размеров и орбитальных характеристик среди карликовых планет.

Название	Диаметр (км)	Масса (кг)	Орбитальный период (лет)
Плутон	2376	1,31×10 ²²	248
Эрида	2326	1,66×10 ²²	557
Макемаке	1430	3,1×10 ²¹	305
Хаумеа	1632×996×768	4,01×10 ²¹	285
Церера	940	9,4×10 ²⁰	4,6

Источник: NASA Planetary Fact Sheet

Плутон: основные характеристики и исследования

- Диаметр Плутона составляет 2376 км, масса — $1,31 \times 10^{22}$ кг. Открыт в 1930 году Клайдом Томбо и до 2006-го считался девятой планетой Солнечной системы.
- В 2015 году миссия New Horizons подробно изучила Плутон и его атмосферу, выявив сложную поверхность и пять известных спутников, включая крупный Харон.



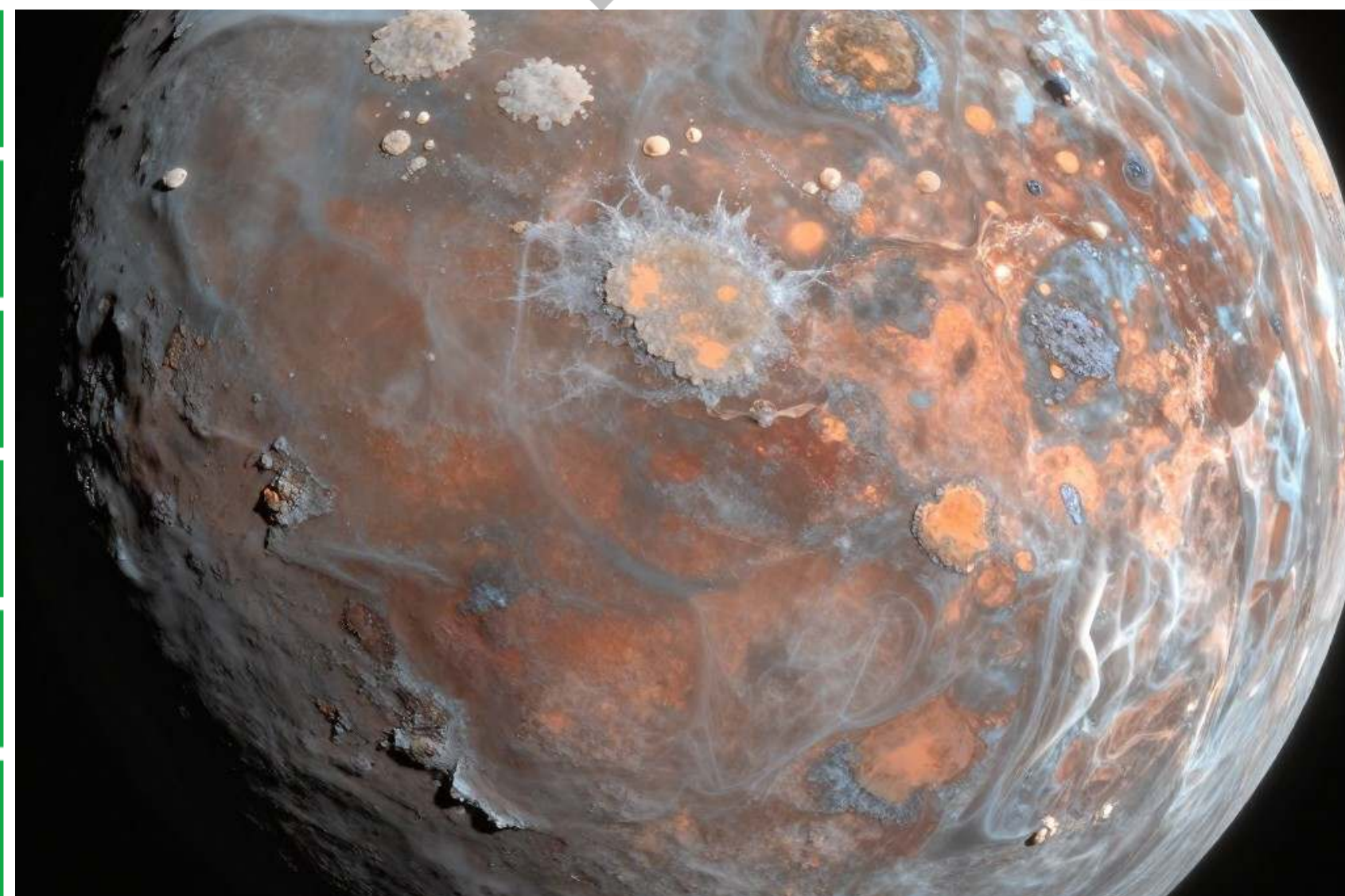
Эрида: самая массивная карликовая планета

- Открытая в 2005 году, Эрида находится дальше Плутона и имеет диаметр 2326 км, массу $1,66 \times 10^{22}$ кг, а период обращения — 557 лет.
- Состоит в рассеянном диске пояса Койпера, имеет спутник Дисномия. Её открытие стимулировало пересмотр статуса Плутона и введение понятия карликовых планет.



Макемаке: физика и атмосфера

- Макемаке, открытый в 2005 году, обладает диаметром 1430 км и массой $3,1 \times 10^{21}$ кг. Имя ему дано в честь божества острова Пасхи.
- Поверхность покрыта ледяными отложениями метана и этана; спектроскопические данные подтверждают присутствие тонкой атмосферы из азота и метана.



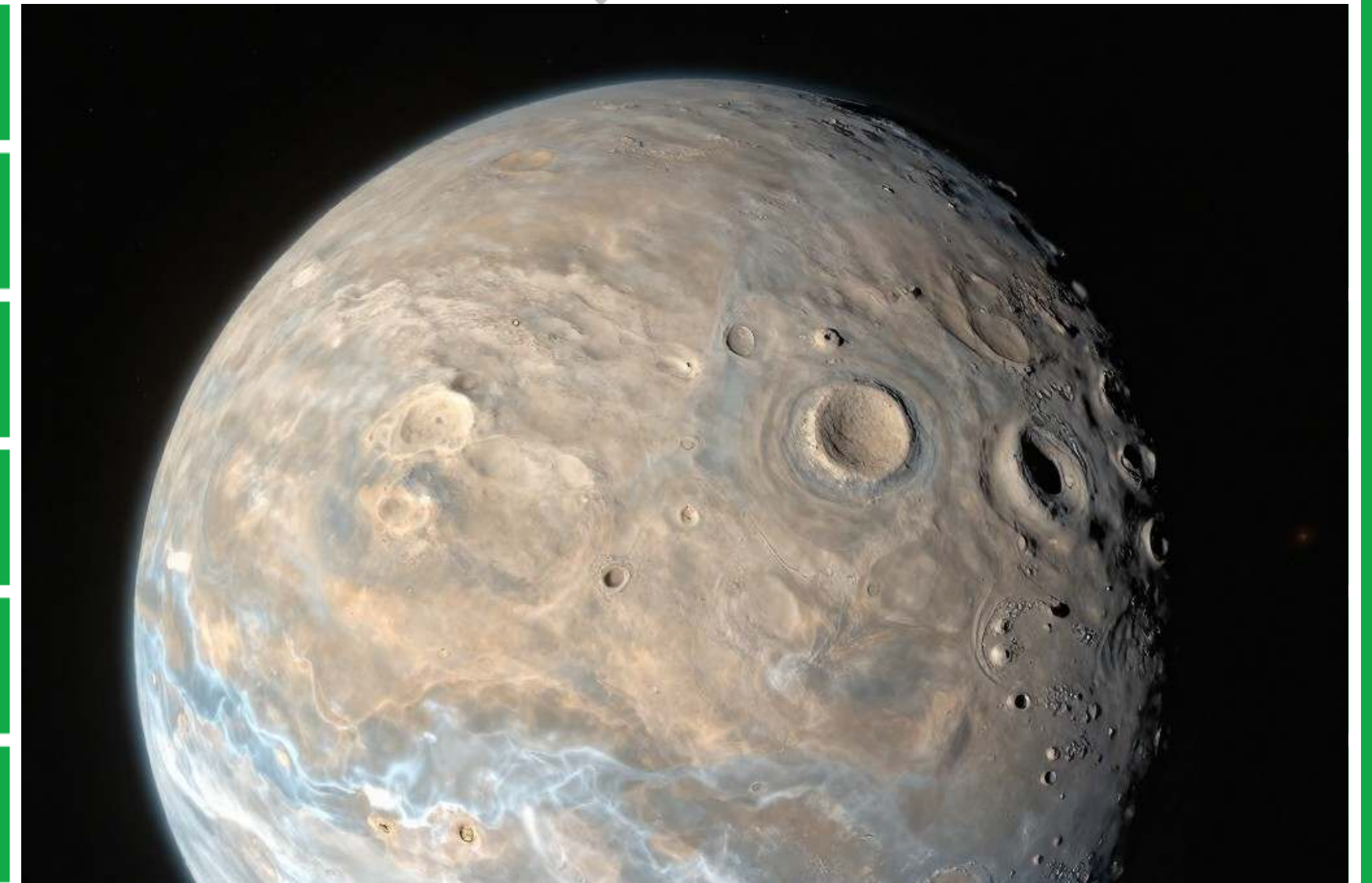
Хаумеа: форма, вращение и спутники

- Хаумеа характеризуется вытянутой формой с размерами $1632 \times 996 \times 768$ км и массой $4,01 \times 10^{21}$ кг; период её вращения — около 3,9 часа, самый короткий среди карликовых планет.
- Обладает двумя спутниками и уникальной системой колец, что выделяет её среди иных транснептуновых объектов.



Церера: карликовая планета в поясе астероидов

- Церера — крупнейшее тело главного пояса астероидов с диаметром 940 км и массой $9,4 \times 10^{20}$ кг, исследована космическим аппаратом Dawn с 2015 по 2018 год.
- Под поверхностью обнаружены водяные ледяные залежи и признаки криовулканической активности, выявленные спектроскопией и гравитационным анализом.



Пояс Койпера и транснептуновые объекты: распределение



Расположение и размер

Пояс Койпера находится за орбитой Нептуна на расстоянии от 30 до 55 астрономических единиц. Это обширный регион, заполненный разнообразными ледяными телами и карликовыми планетами.



Орбитальные особенности

Объекты в поясе Койпера имеют эксцентричные и сильно наклонённые орбиты, что отражает сложную динамическую историю региона в ранней Солнечной системе.



Источник короткопериодических комет

Пояс служит резервуаром для короткопериодических комет, которые периодически приближаются к Земле и изучаются для понимания состава и эволюции Солнечной системы.



Научная значимость

Изучение тел пояса Койпера предоставляет важные данные о процессах формирования планет и химическом составе начального материала Солнечной системы.

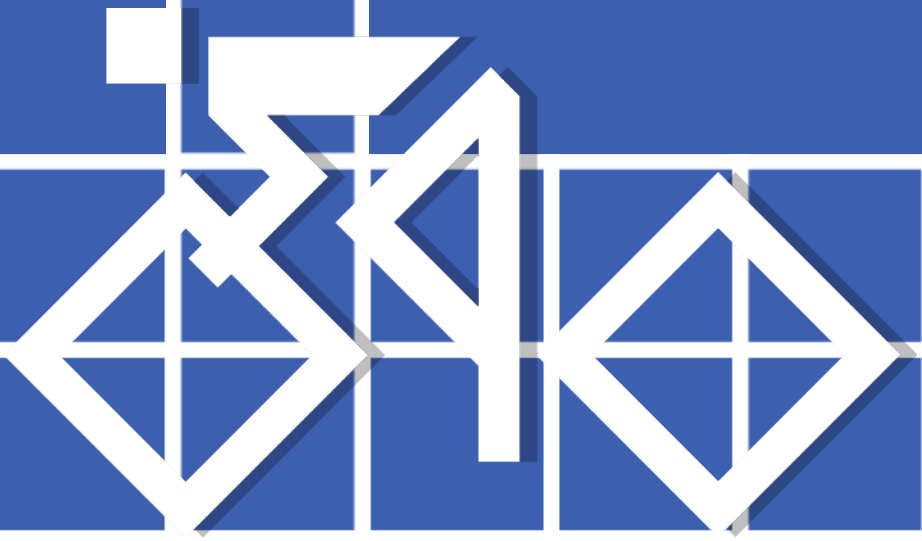


Диаграмма: сравнительные размеры карликовых планет

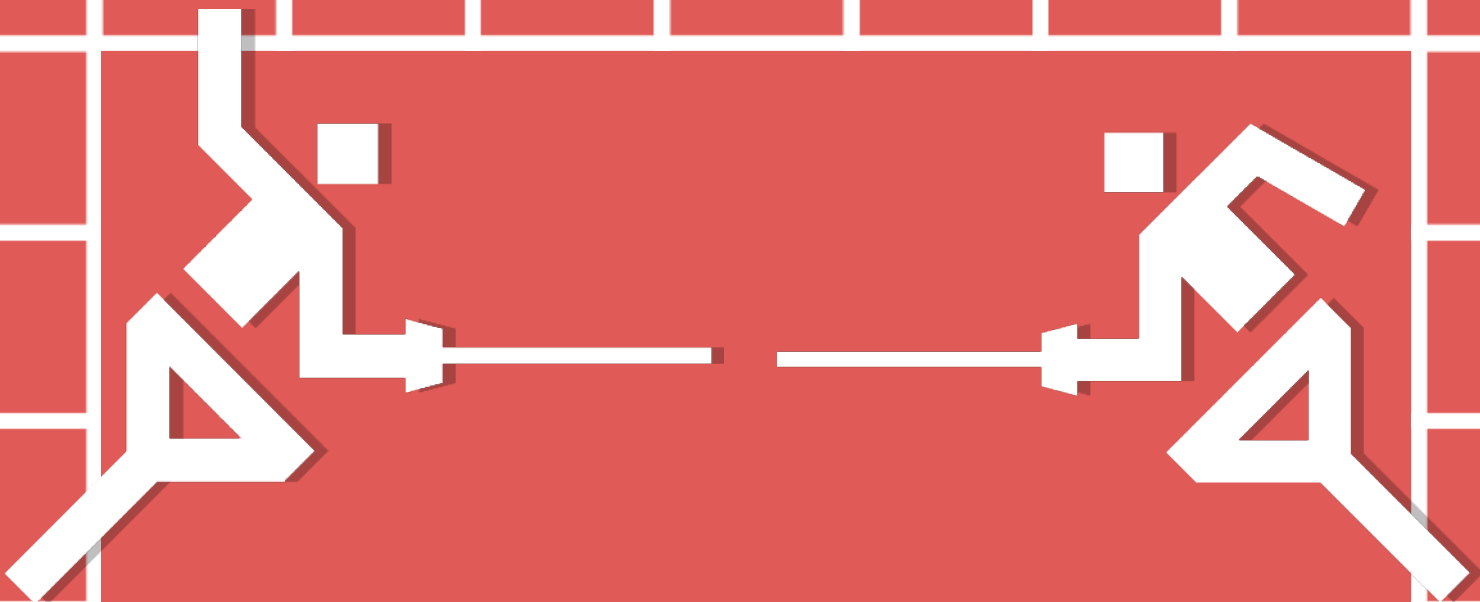


Диаграмма демонстрирует разнообразие размеров карликовых планет, от крупнейшего Плутона до меньшей Цереры, отражая различия в происхождении и составе.

Размеры карликовых планет значительно варьируются, что свидетельствует о сложной эволюции и разнообразии условий формирования объектов в Солнечной системе.

NASA Planetary Fact Sheet, 2023

Диаграмма: продолжительность годового обращения

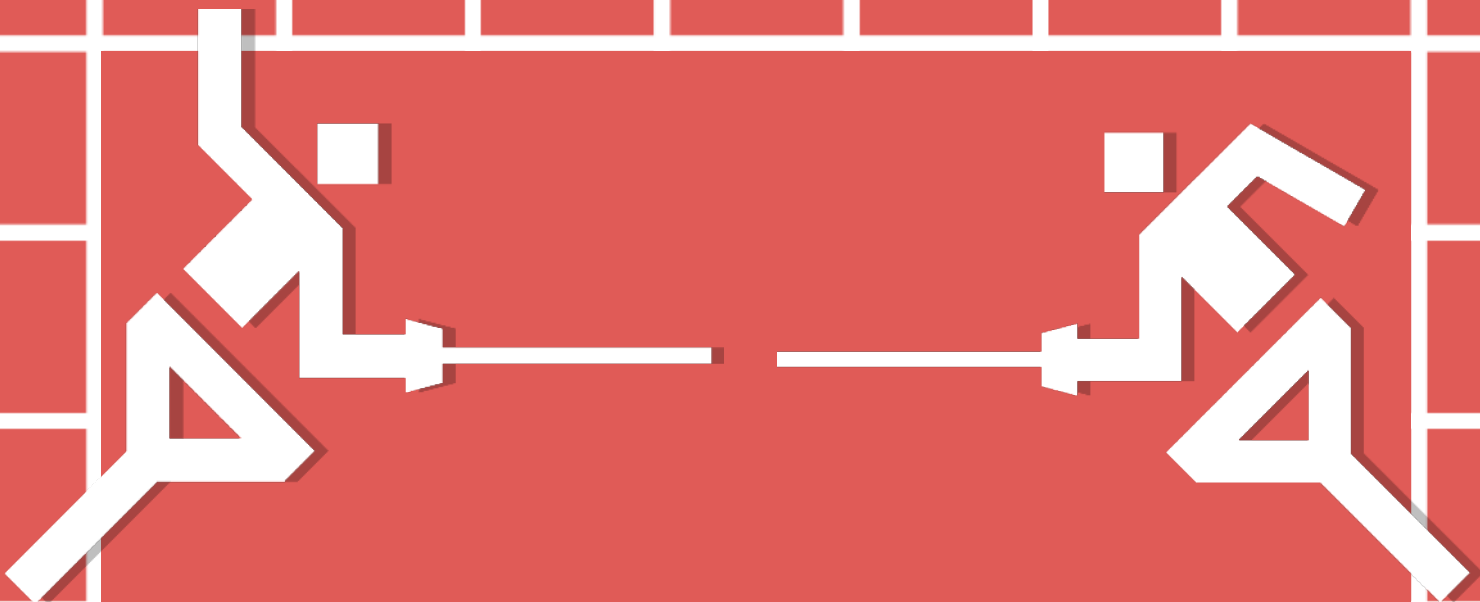


График отображает явное возрастание орбитального периода с увеличением расстояния от Солнца, определяя структуру распределения карликовых планет.

Продолжительность обращения напрямую связана с удалённостью объекта от Солнца, перекрывая кластер внутреннего и внешнего поясов карликовых планет.

NASA Planetary Fact Sheet, 2023

Строение и поверхность карликовых планет

Состав и структура

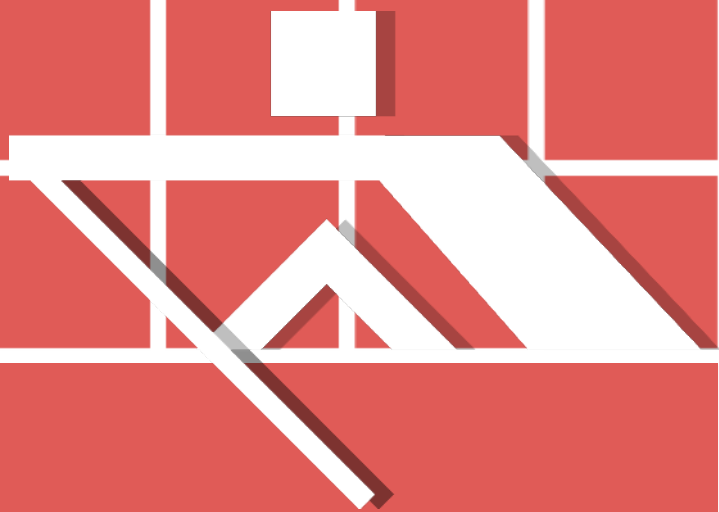
Карликовые планеты обладают льдистой или каменной внутренней структурой. Церера содержит значительные запасы водяного льда под поверхностью, а Плутон и Макемаке покрыты метановыми и этановыми ледниками.

Органические соединения и спектр

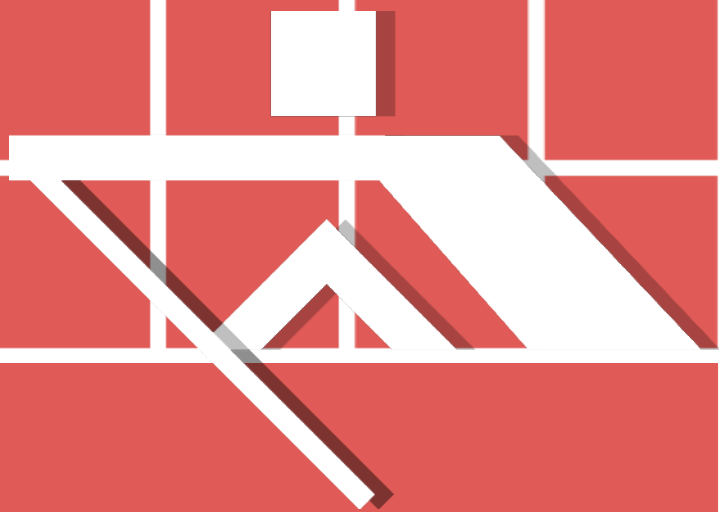
Поверхности многих из них окрашены коричнево-красными оттенками за счёт наличия толинов — сложных органических соединений. Спектроскопия выявляет разнообразие сложных молекул, свидетельствующих о химической неоднородности.



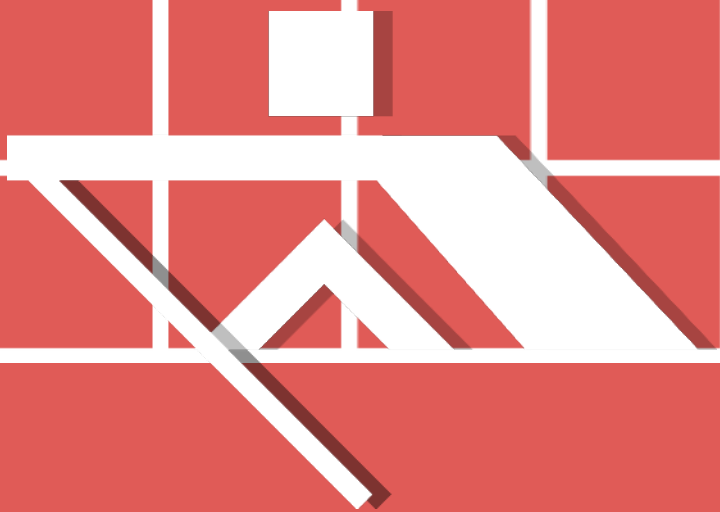
Спутники карликовых планет и их свойства



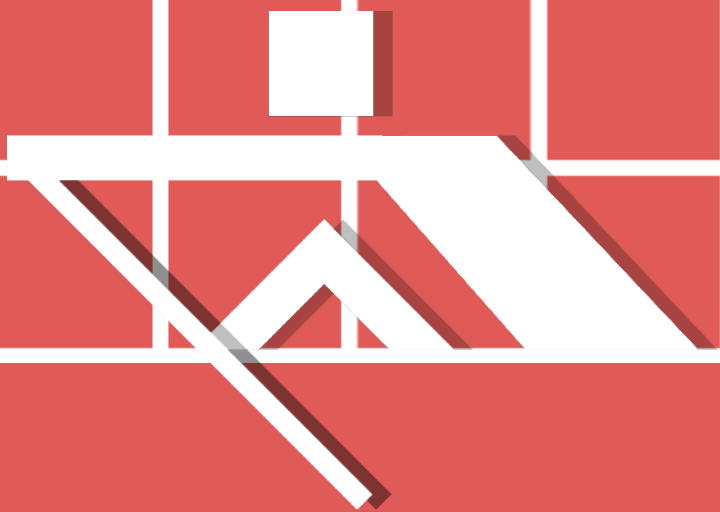
Плутон имеет пять спутников, крупнейший из которых — Харон с диаметром 1212 км, чьи размеры приближаются к половине диаметра главного тела.



Эрида сопровождается спутником Дисномия диаметром порядка 700 км, что даёт ценную информацию о гравитационном влиянии и истории столкновений.



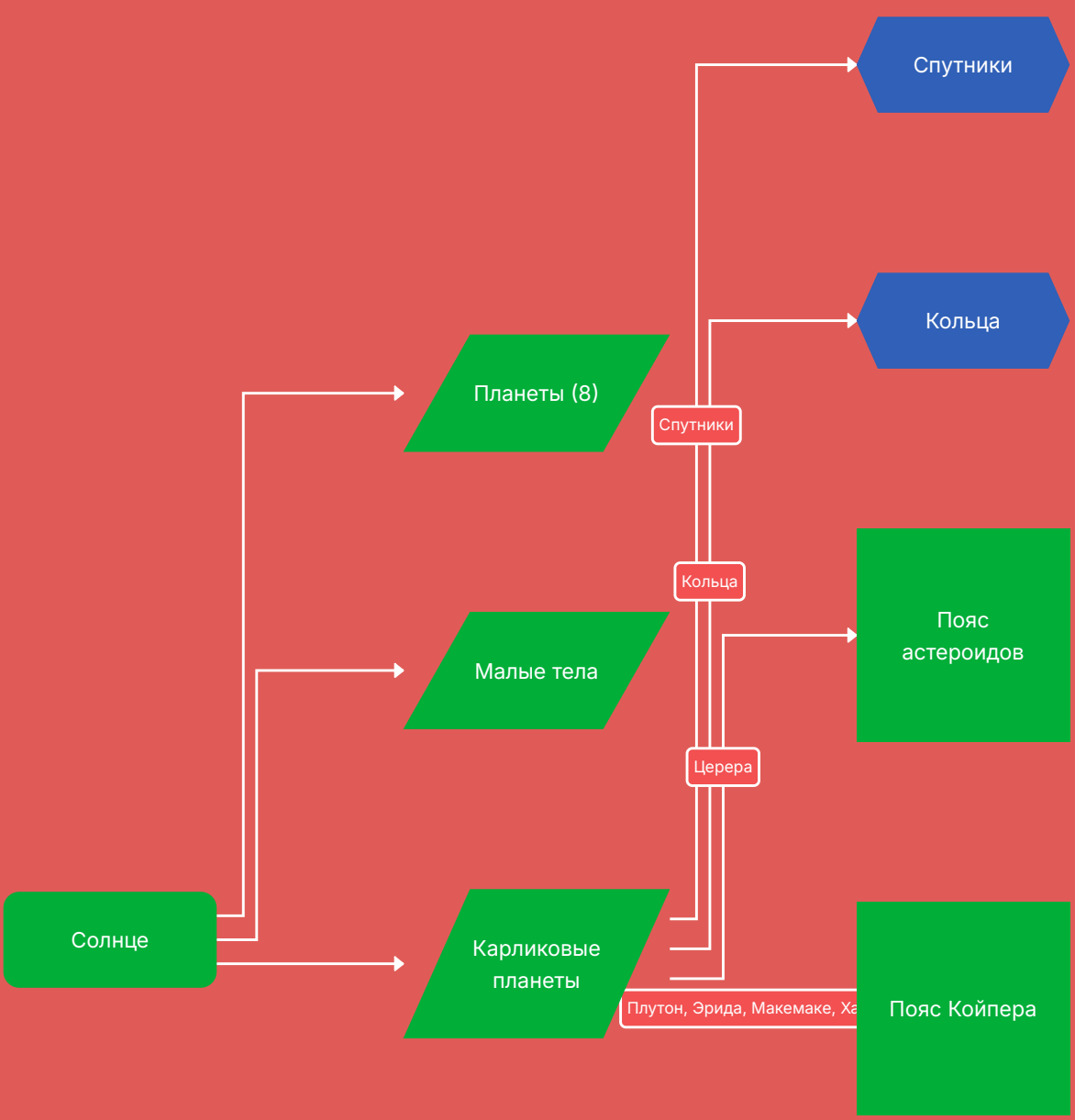
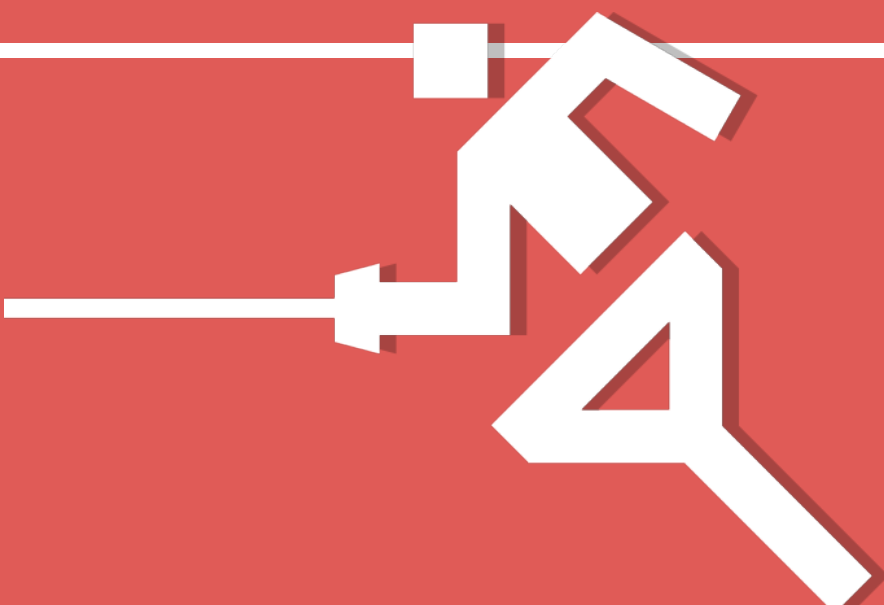
У Хаумеа обнаружено два небольших спутника — Хииака и Намака, а также уникальная система колец, редкая для карликовых планет.



Макемаке обладает одним спутником S/2015 (136472) 1; у Цереры спутников не выявлено, что коррелирует с её положением в поясе астероидов.

Классификация тел Солнечной системы

Структура и распределение по категориям



Дискуссии вокруг термина "карликовая планета"

Споры о статусе Плутона

После изменения статуса Плутона в 2006 году начались активные дебаты в научном и общественном сообществе. Мнения разделились относительно правомерности нового определения и его влияния на астрономию.



Пересмотр критериев классификации

Некоторые астрономы предлагают уточнить или расширить определения карликовых планет с учётом новых объектов и методов наблюдений. Сегодня дискуссии продолжаются, отражая эволюцию научного понимания.



Карликовые планеты вне Солнечной системы: модели и наблюдения

Современные телескопы и методы обнаруживают экзопланеты малых размеров, потенциально соответствующих категории карликовых планет в других звездных системах.

Компьютерное моделирование процессов формирования систем указывает на наличие подобных объектов на орбитах вокруг других солнцеподобных звезд.

Однако ограниченная разрешающая способность и методы дистанционного зондирования затрудняют точную классификацию и детальное изучение таких тел.

Научное значение изучения карликовых планет

Анализ орбит и состава карликовых планет раскрывает детали формирования и эволюции ранней Солнечной системы, повышая точность динамических моделей.

Исследования минералогии и льдов на поверхности помогают понять химические условия, которые способствовали появлению воды и органики на планетах.

Изучение миграции и столкновений карликовых планет даёт прогнозы о рисках и распределении малых тел внутри пояса Койпера и далее.



Карликовые планеты: ключ к раскрытию тайн космоса

Изучение карликовых планет углубляет понимание процессов формирования и эволюции планетарных систем, помогая развивать астрономию и вдохновляя новые научные открытия.

