

Строение Солнечной системы: основные объекты, закономерности и границы

От Солнца до далёких ледяных окраин: как устроена
наша система.

Как возникла и устроена Солнечная система

Солнечная система сложилась из вращающегося облака газа и пыли около 4,6 млрд лет назад. Её современный облик определили масса Солнца, температурные различия в протопланетном диске и дальнейшая эволюция орбит тел, оставившая следы раннего формирования.



Основные компоненты Солнечной системы

Солнце и планеты

В центре системы находится Солнце, вокруг которого обращаются восемь планет. Именно эта звезда задаёт гравитационный «каркас» всей системы и удерживает остальные тела на устойчивых орбитах.

Малые тела

Астероиды, кометы, метеороиды и межпланетная пыль образуют многочисленную, но разреженную часть системы. Многие из них сохранили вещество ранней эпохи, поэтому особенно важны для изучения происхождения планет.

Карликовые планеты

К этой группе относятся Плутон, Эрида, Хаумеа, Макемаке и Церера. Они достаточно массивны, чтобы быть почти сферическими, но не очистили окрестности своих орбит от соседних тел.

Спутники планет

У многих планет есть естественные спутники — от одного у Земли до десятков и даже сотен у гигантов. Их число и свойства отражают гравитацию планеты и историю её формирования.

Межпланетная среда

Пространство между телами не пусто: в нём есть солнечный ветер, редкий газ, магнитные поля и заряженные частицы. Эта среда влияет на кометы и определяет условия во внешних областях системы.

Распределение массы в Солнечной системе

Даже вместе планеты, спутники, астероиды и кометы составляют лишь малую долю общей массы системы.

Масса Солнца настолько велика, что именно она определяет устойчивость орбит и общую связанность Солнечной системы.



Солнце в строении Солнечной системы



Звезда, вокруг которой всё движется

Солнце — звезда спектрального класса G2V, и именно его гравитация удерживает все планеты, малые тела и облака пыли в единой системе. Без центральной звезды не возникло бы упорядоченного орбитального движения, которое мы наблюдаем сегодня.



Источник света и тепла

Поверхность Земли получает энергию именно от Солнца, поэтому его излучение определяет климат, круговорот воды и возможность существования жидкой воды. Для жизни на Земле важен не только сам свет, но и стабильность энергетического потока.



Внешние слои и солнечный ветер

Фотосфера, хромосфера и корона образуют видимую и внешнюю оболочку Солнца. Именно корона связана с солнечным ветром — потоком заряженных частиц, который распространяется далеко за пределы орбиты Земли и формирует космическую среду вокруг планет.

Планеты земной группы: сравнительные характеристики

Сравнение показывает, как близость к Солнцу, размер и атмосфера связаны с особенностями внутренней области системы.

Планеты земной группы похожи твёрдой поверхностью, но сильно различаются по атмосфере, размерам и спутникам, что связано с их положением относительно Солнца.

Планета	Орбита и диаметр	Атмосфера / спутники
Меркурий	0,39 а. е.; 4879 км	почти нет; 0
Венера	0,72 а. е.; 12104 км	очень плотная; 0
Земля	1,00 а. е.; 12742 км	умеренная; 1
Марс	1,52 а. е.; 6779 км	разреженная; 2

Особенности внутренней области Солнечной системы

1

Высокая температура

Ближе к Солнцу протопланетный диск был горячее, поэтому здесь конденсировались прежде всего тяжёлые вещества — металлы и силикатные соединения. Из них и сформировались планеты земной группы.

2

Твёрдая природа планет

Внутренние планеты имеют каменистую поверхность, сравнительно высокую плотность и небольшие размеры. Их строение отличается от гигантов, потому что в этой зоне было недостаточно холодно для обильного накопления льдов и газов.

3

Слабые спутниковые системы

У внутренних планет спутников мало или почти нет. Это связано не только с их меньшей массой, но и с условиями ранней динамики, при которых крупные спутники формировались или сохранялись значительно хуже.

4

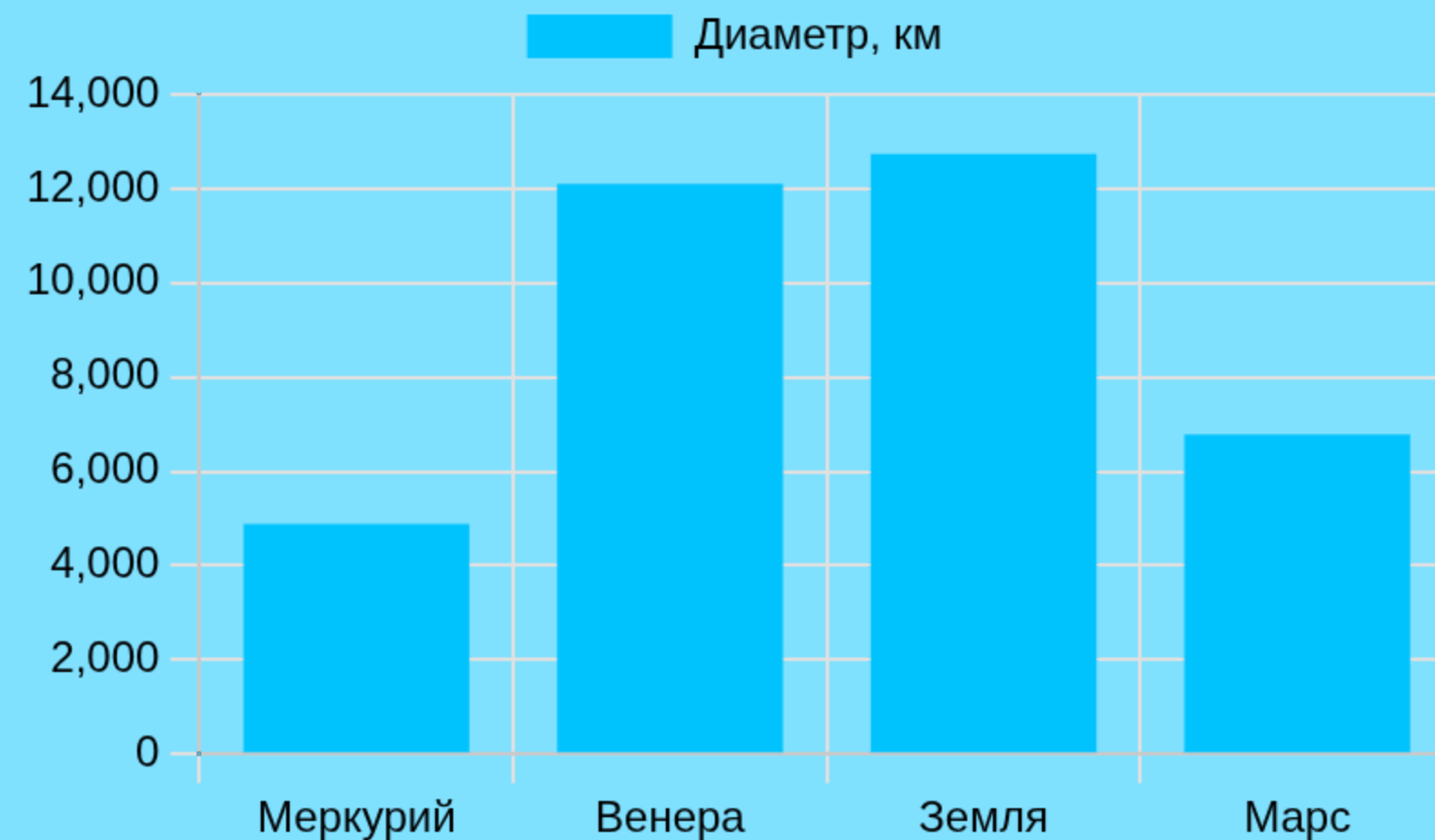
Короткие орбитальные периоды

Чем ближе планета к Солнцу, тем быстрее она обращается вокруг него. Например, год на Меркурии длится 88 суток, а на Марсе — 687 суток, что наглядно показывает влияние расстояния на движение.

Сравнение планет земной группы по размерам

Различия в размерах влияют на гравитацию, удержание атмосферы и внутреннюю геологическую активность планет.

Земля и Венера заметно крупнее Марса и Меркурия, поэтому именно они ближе по своим физическим свойствам, хотя различия остаются существенными.



Пояс астероидов между Марсом и Юпитером

Положение в системе

Пояс астероидов расположен между орбитами Марса и Юпитера, примерно на расстоянии 2,1–3,3 а. е. от Солнца. Здесь сосредоточено множество каменных тел, не сложившихся в полноценную планету.

Крупнейшие объекты

Среди наиболее известных тел пояса — Церера, Веста и Паллада. Церера выделяется среди них тем, что имеет статус карликовой планеты, тогда как остальные относятся к крупным астероидам.

След раннего формирования

Пояс астероидов рассматривается как реликт ранней Солнечной системы. Он сохранил материал, который не вошёл в состав планет, и поэтому помогает восстановить историю аккреции вещества.



Планеты-гиганты: общие характеристики



Планета	Тип и диаметр	Кольца / спутники
Юпитер	газовый; 139820 км	есть; много
Сатурн	газовый; 116460 км	яркие; очень много
Уран	ледяной; 50724 км	есть; много
Нептун	ледяной; 49244 км	слабые; много

Сводная таблица помогает увидеть различия между четырьмя внешними планетами и их общую природу.

Юпитер и Сатурн — газовые гиганты, Уран и Нептун — ледяные; все четыре планеты велики, богаты спутниками и состоят преимущественно из лёгких веществ и льдов.

NASA Planetary Fact Sheet; IAU



Масса Юпитера более чем в три сотни раз превышает земную, поэтому он определяет динамику в своей окрестности и удерживает множество спутников.

318

Юпитер настолько массивен, что его гравитация заметно влияет на движение спутников и распределение малых тел вокруг его орбиты.

Уран и Нептун: ледяные гиганты

1

Холодное вещество

В недрах этих планет значительную роль играют вода, аммиак и метан в высокоплотных состояниях, которые в планетологии называют льдами. Поэтому их относят к ледяным гигантам.

2

Необычная ось Урана

Уран выделяется почти «лежачим» положением оси вращения: её наклон близок к 98° . Из-за этого освещённость полушарий сильно меняется, а времена года длятся необычно долго.

3

Активный Нептун

Нептун известен мощными ветрами и быстро меняющейся атмосферой. При этом он выделяет больше внутреннего тепла, чем Уран, что помогает поддерживать его динамичную погоду.

4

Далёкая зона формирования

Обе планеты находятся значительно дальше от Солнца, чем газовые гиганты, и формировались в более холодной части протопланетного диска. Это объясняет их состав и высокую долю льдов.



Структура внешней части Солнечной системы

Последовательность объектов показывает рост расстояния от Солнца, понижение температуры и переход от каменных тел к ледяным областям.



Пояс Койпера и карликовые планеты

1

Ледяной пояс

Пояс Койпера расположен за орбитой Нептуна и состоит из множества ледяных тел. Здесь находятся кометные ядра и крупные объекты, сохранившие древний материал внешней области системы.

2

Карликовые планеты

Плутон, Эрида, Хаумеа и Макемаке относятся к крупнейшим телам пояса. Они достаточно массивны, чтобы быть близкими к сферической форме, но не очистили окрестности своих орбит.

3

Источник комет

Часть короткопериодических комет приходит именно из этого региона. При возмущениях орбиты такие тела могут перемещаться во внутреннюю часть Солнечной системы и становиться заметными наблюдателям.

4

Память о формировании

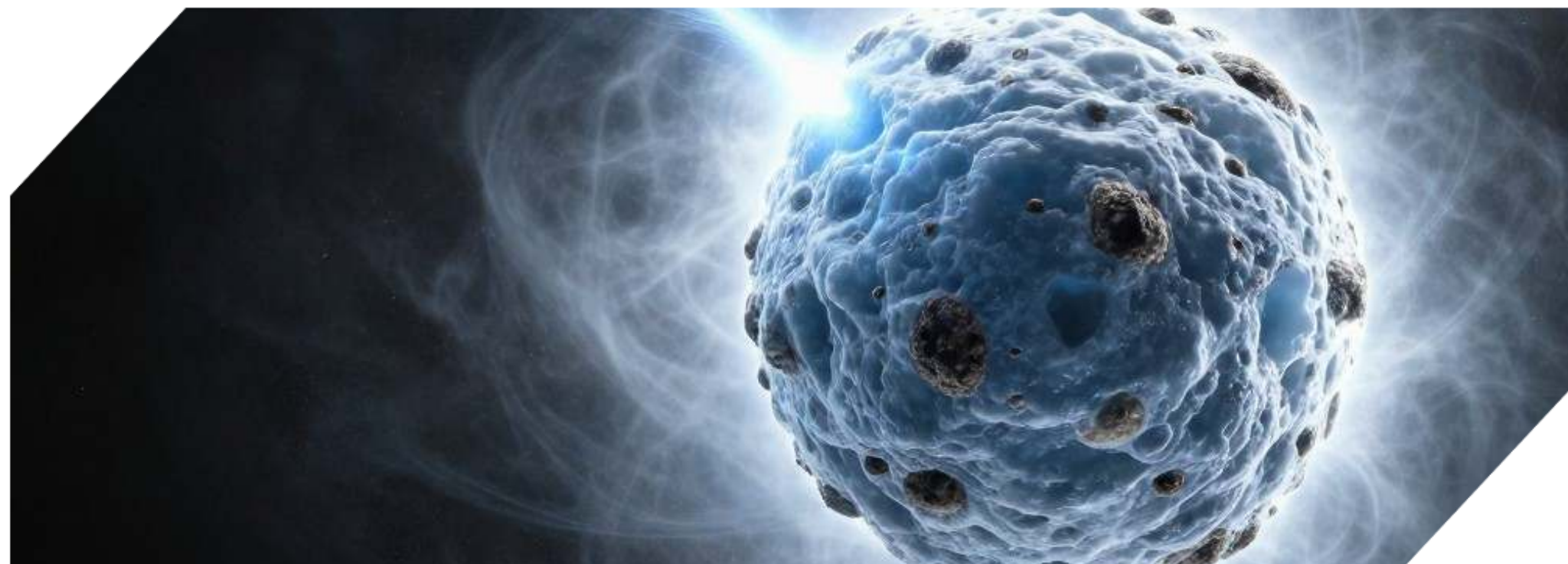
Пояс Койпера помогает восстановить условия раннего этапа эволюции системы. Он сохранил вещество, которое не вошло в состав больших планет и не было полностью рассеяно.



Кометы и облако Оорта

Ядро, которое просыпается у Солнца

Комета начинается как небольшое ядро из льда, пыли и каменистого вещества. Когда она приближается к Солнцу, нагрев вызывает испарение летучих веществ, и вокруг ядра возникает светлая кома. Из неё вытягиваются пылевой и ионный хвосты, направленные по-разному из-за действия солнечного ветра и света.



Далёкий резервуар древнего вещества

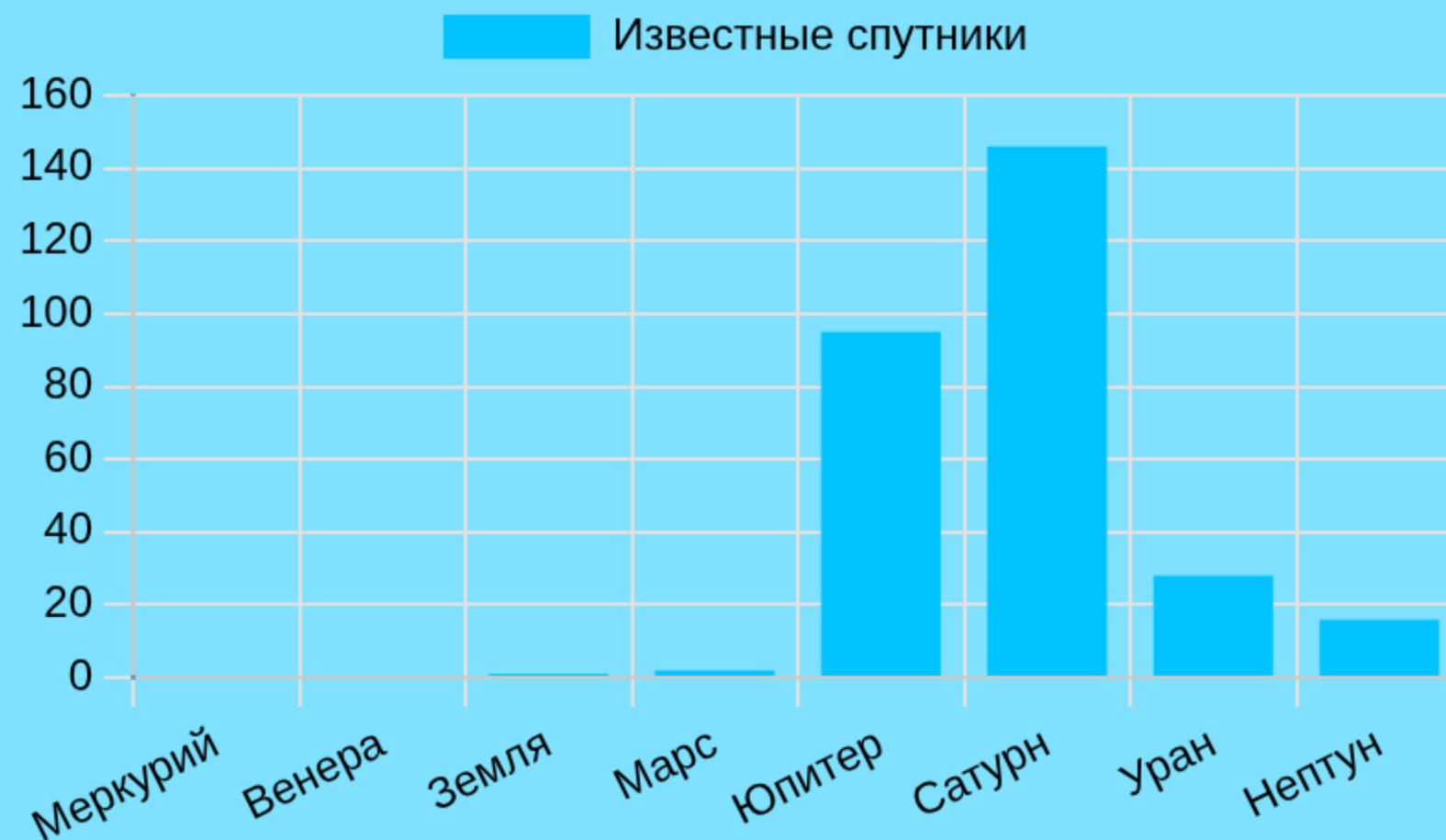
Долгопериодические кометы связывают с облаком Оорта — гипотетической удалённой сферической оболочкой на огромных расстояниях от Солнца. Именно там могли сохраниться наиболее древние и слабо изменённые остатки протопланетного материала. Поэтому кометы рассматривают как важный «архив» ранней Солнечной системы.



Спутники планет: количественное сравнение

Число спутников сильно зависит от массы планеты и её гравитационного поля, но также от истории захвата, столкновений и потери малых тел.

Газовые и ледяные гиганты удерживают больше спутников, чем планеты земной группы; у внутренних планет спутников мало или нет вовсе.



Как различаются типы тел Солнечной системы

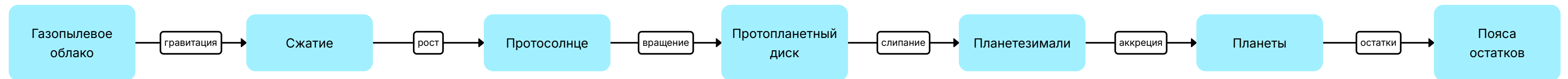
Сравнение показывает, что современная классификация основана не только на размере, но и на динамическом поведении тела в своей орбитальной зоне.

Главный критерий — доминирование на орбите: именно оно отделяет планеты от карликовых планет и малых тел.

Тип	Форма	Орбита	Пример
Планета	Почти шар	Очищена	Земля
Карликовая	Почти шар	Не очищена	Плутон
Малое тело	Нерегулярная	Зависит	Астероид

Как формировалась Солнечная система

Схема отражает переход от газопылевого облака к упорядоченной системе орбит и различным типам тел.



Границы Солнечной системы и гелиосфера



Солнечный ветер

Поток заряженных частиц, исходящий от Солнца, заполняет окосолнечное пространство и создаёт область, где его влияние доминирует над межзвёздной средой.



Гелиосфера

Это огромная «пузыреобразная» область вокруг Солнца, в которой солнечный ветер удерживает плазму и магнитное поле в пределах своего действия.



Гелиопауза

Гелиопауза обозначает переходную границу между солнечным и межзвёздным веществом. Здесь влияние Солнца заметно ослабевает и среда меняет свои свойства.



Не граница планет

Внешняя граница гелиосферы не совпадает с краем планетной системы. Планеты и малые тела находятся внутри неё, а за ней начинается межзвёздное пространство.

Солнечная система как упорядоченная иерархия

Строение Солнечной системы показывает, как масса Солнца, температура диска и длительная эволюция вещества создали устойчивую, но очень неоднородную систему тел.