

**МАЛЫЕ ТЕЛА
СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**
(астероиды, карликовые планеты и кометы)

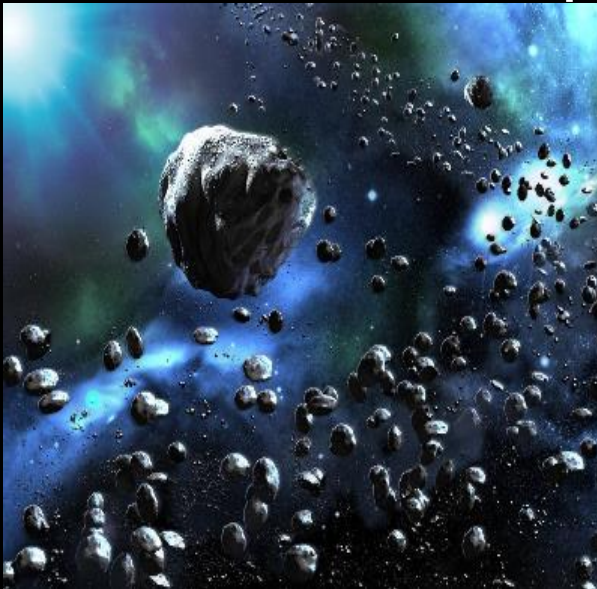
Малые тела

К малым телам Солнечной системы относят астероиды, метеорные тела, кометы, тела пояса Койпера. **Астероиды** имеют размеры менее тысячи км. Более мелкие тела, чем астероиды, называются «метеороидами» или **метеороидными телами**, они



Астероиды

Астероид – это небольшое планетоподобное тело Солнечной системы, размером от нескольких метров до тысячи километров, астероиды часто называют малыми планетами (но не карликовыми планетами!).



История открытия

астероидов

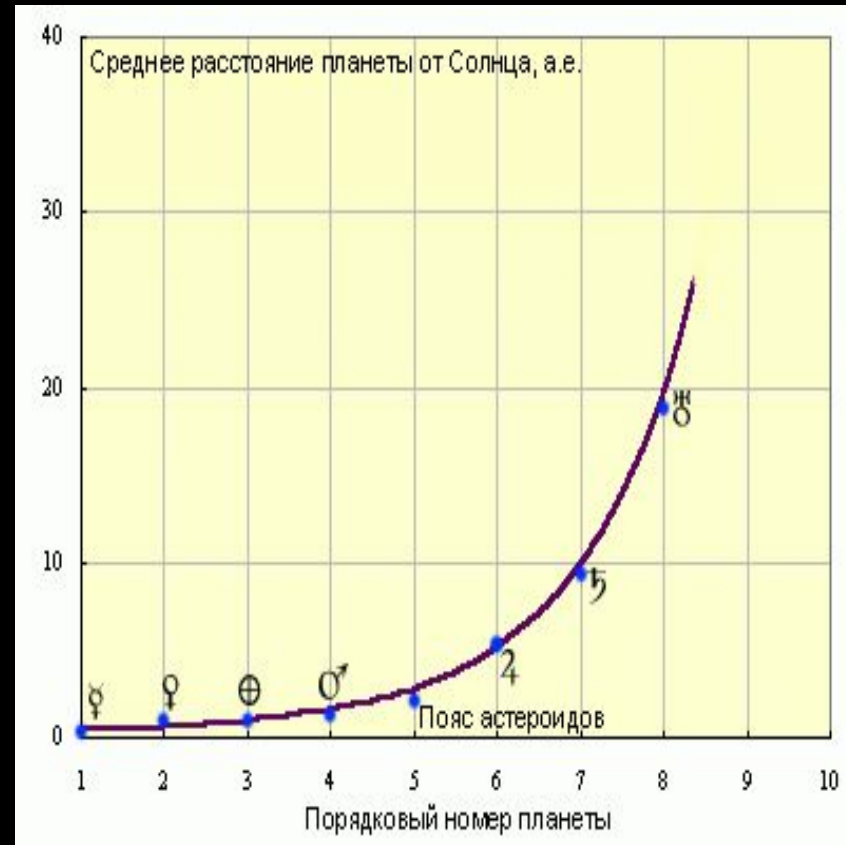
В 1766 году Иоганном Даниелем Тициусом, а в 1772 году независимо от него Иоганном Элертом Боде, была подмечена закономерность в ряде чисел, выражающих средние расстояния планет от Солнца, так называемое **правило Тициуса – Боде**:

$$a = 0,1 \cdot (3 \cdot 2^{n-2} + 4) \text{ а. е.},$$

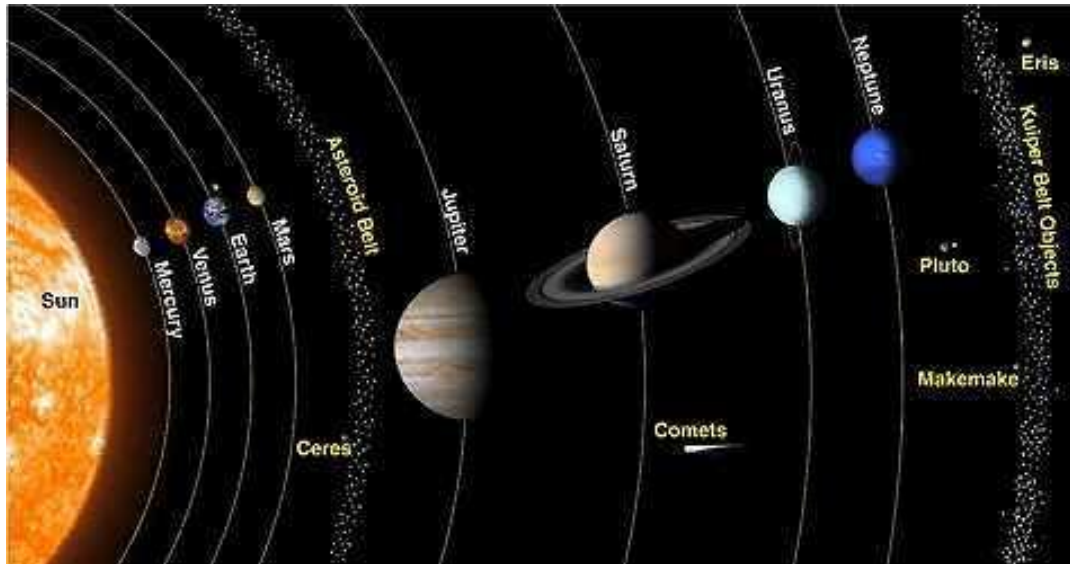
где $n = 1$ для Меркурия, 2 для Венеры, 3 для Земли и так далее.

В полученном ряду цифр место для пятой планеты отсутствовало.

В 1781 году был открыт Уран.

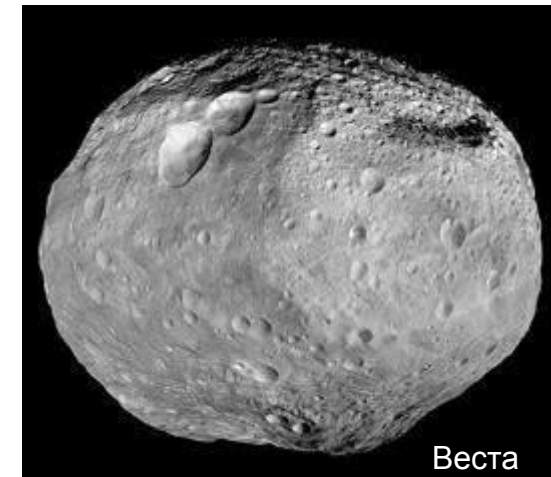


Малые планеты или **астероиды** (звездоподобные)
в телескоп видны как светящиеся точки, похожие на звезды.



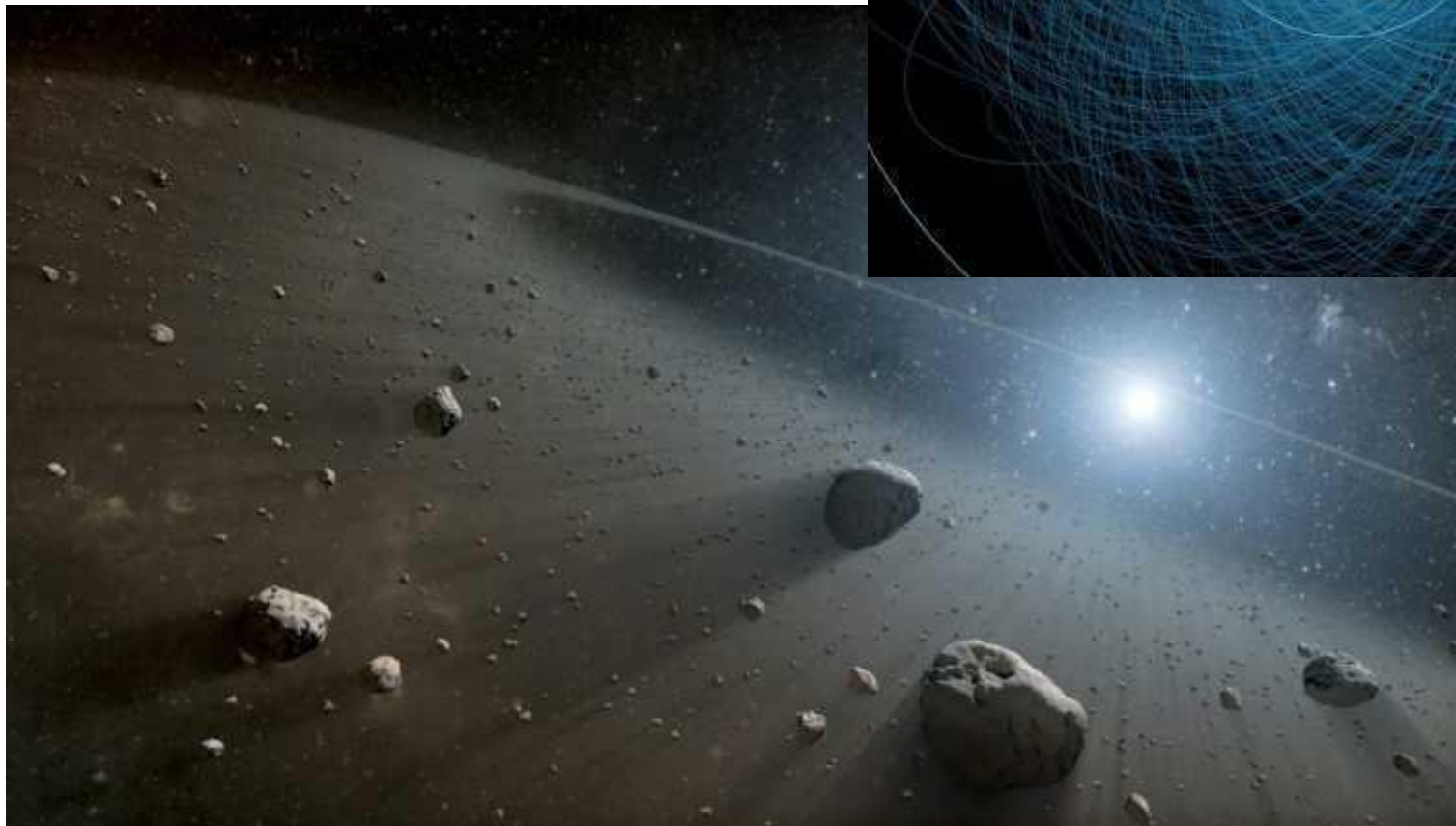
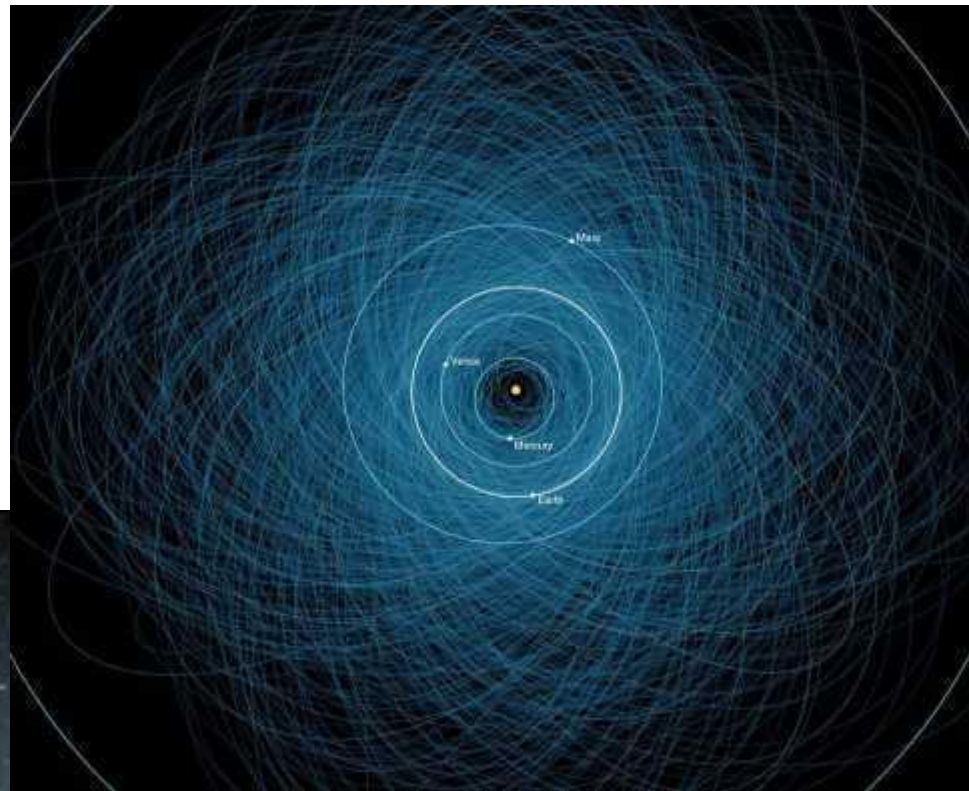
В 1801 г. после длительных поисков в промежутке между орбитами Марса и Юпитера была открыта малая планета, которая по традиции получила имя, взятое из древней мифологии, – **Церера** (диаметр около 1000 км).

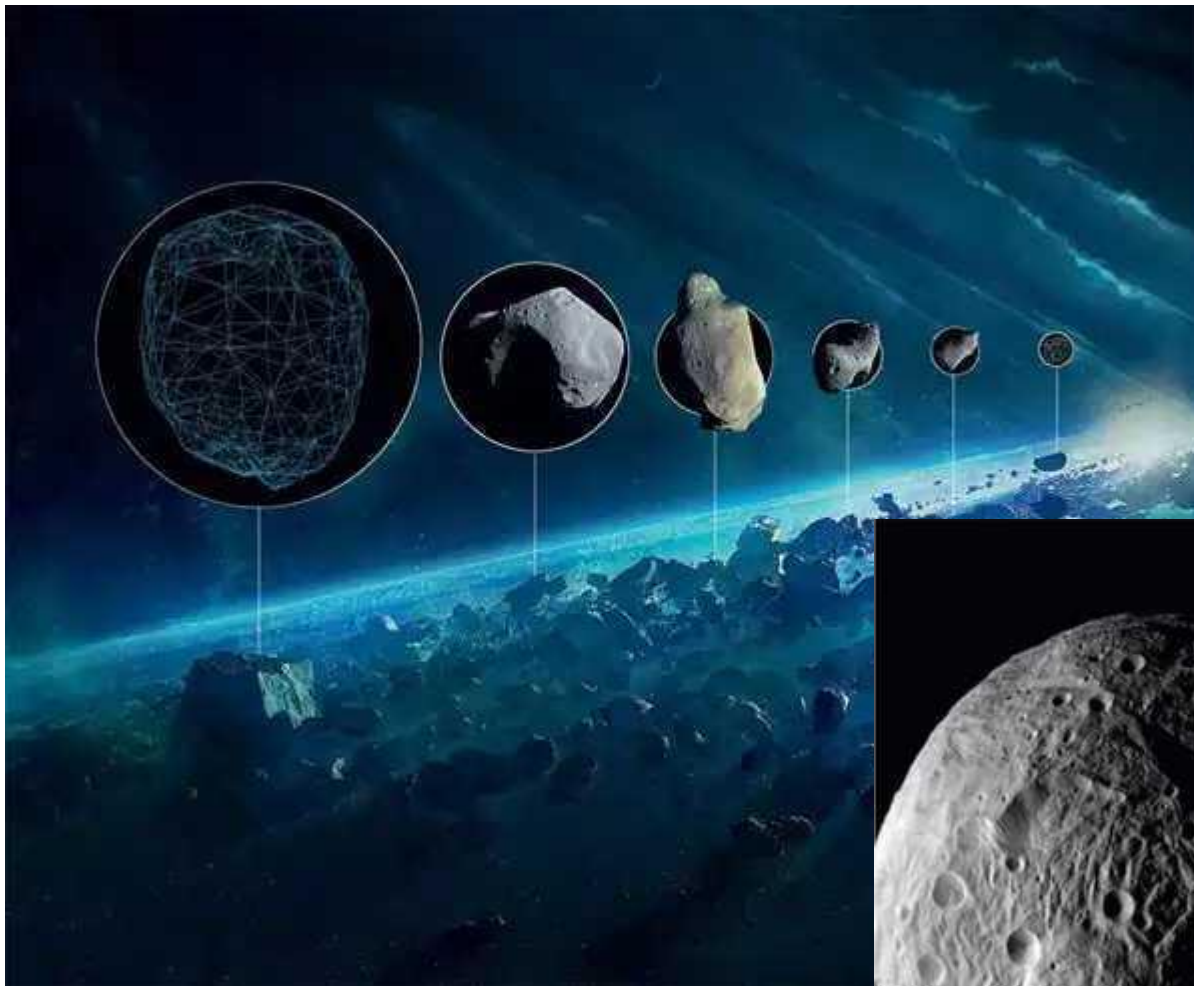
Позднее были открыты **Паллада** (550 км) и **Веста** (530 км).



Малые планеты Церера, Паллада, Веста и другие, обнаруженные за последующие два столетия, обращаются в основном между орбитами Марса и Юпитера, образуя так называемый **пояс астероидов**.

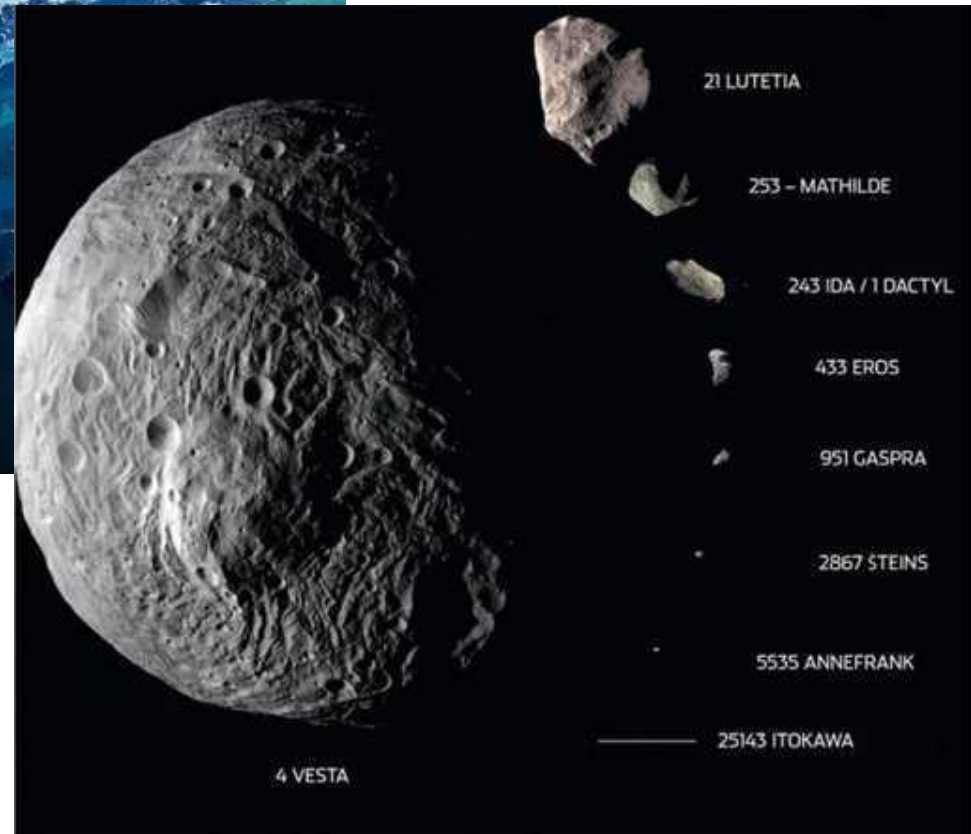
К концу XX в. в поясе астероидов открыто более 100 тыс. объектов.

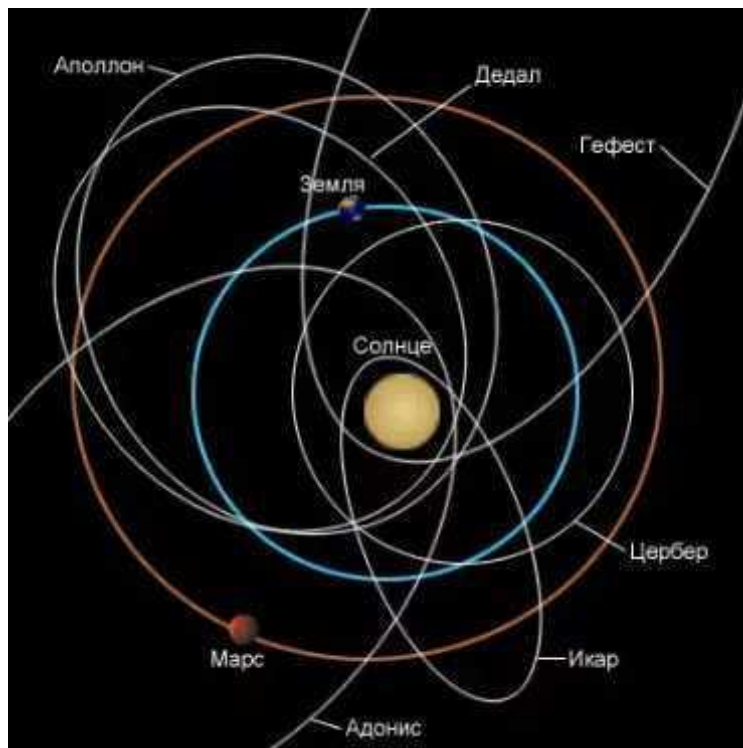




Наиболее крупные астероиды имеют шарообразную форму, а те, размер которых менее 100 км, в большинстве своем – неправильную.

Общая масса всех астероидов составляет не более 1/1000 массы Земли.

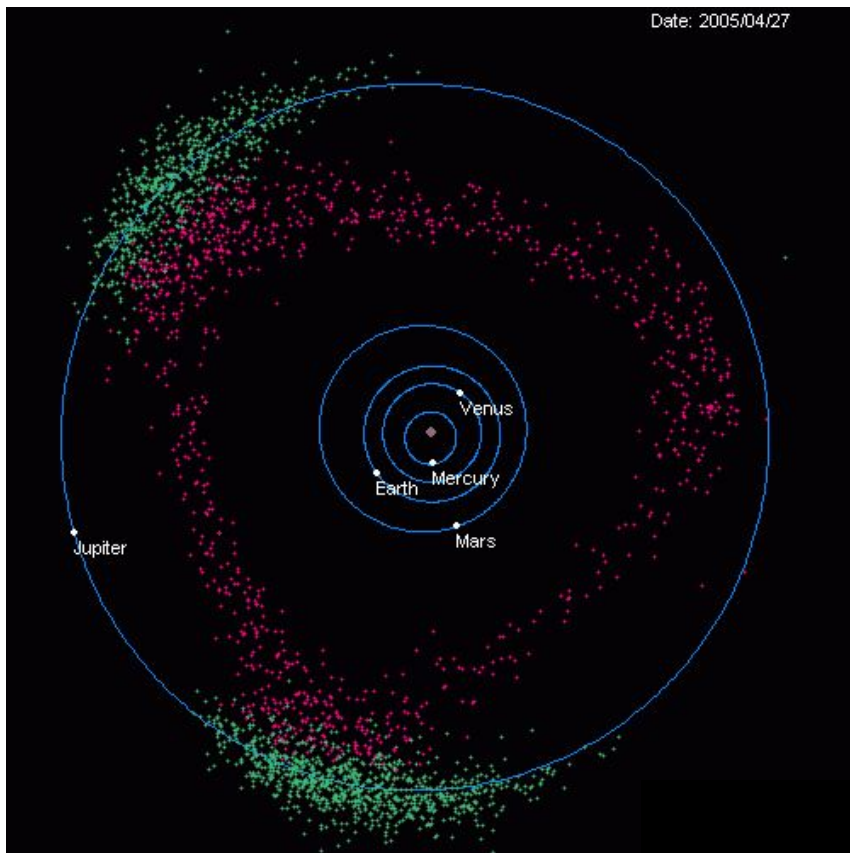




Эксцентриситеты орбит астероидов больше, чем эксцентриситеты орбит больших планет. Если орбиты астероидов пересекаются с орбитой Земли, то они могут с ней столкнуться.



Кратер в Северной Аризоне (США) возник в результате удара большого астероида примерно 50000 лет назад.

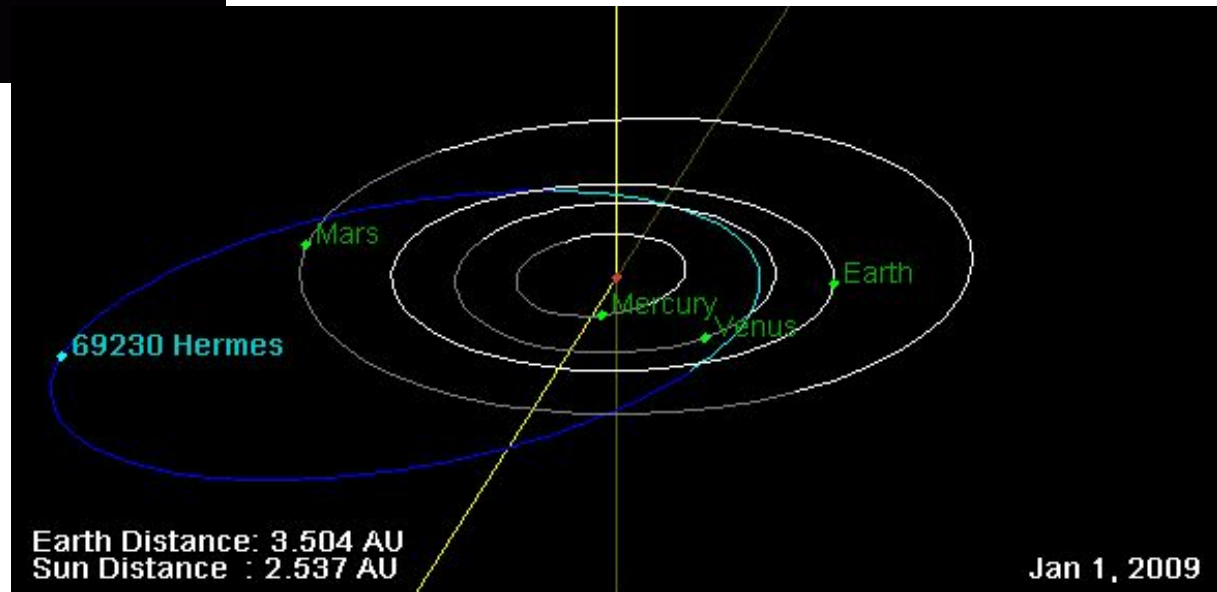


В афелии некоторые из астероидов оказываются ближе к Солнцу, чем Земля, а другие в перигелии – дальше, чем Юпитер и даже Сатурн.

Известно несколько астероидов, которые периодически проходят на расстоянии менее 1 млн км от нашей планеты.

В 1937 г. Гермес отделяло от Земли всего 800 тыс. км.

В 1989 г. астероид диаметром около 300 м прошел от Земли на расстоянии менее 650 000 км.





В окрестностях Земли каждый месяц пролетает несколько тел размером от 5 до 50 м.



К настоящему времени известно более 6000 объектов, периодически сближающихся с Землей.

Из них около 900 имеют размеры более 1 км, в том числе свыше 100 таких объектов считаются потенциально опасными для нашей планеты.



Опасения по поводу возможного столкновения таких тел с Землей значительно усилились после падения на Юпитер кометы Шумейкеров–Леви 9 в июле 1995 г.

Это стимулировало поиски и отслеживание комет и астероидов, которые пересекают орбиту Земли, а также разработку способов, которые позволят избежать столкновения (вплоть до уничтожения этих тел).



Астероиды вблизи Земли

Опасные космические объекты, такие как астероиды, орбиты которых пересекают орбиту Земли, представляют серьезную угрозу существованию человеческой цивилизации при столкновении Земли с астероидом.



За последние годы крупные астероиды пролетали неоднократно, вызывая страх и тревогу. В 1936 году астероид Адонис пролетел в 2 млн.км от Земли, в 1937 г. Астероид Гермес пролетел на расстоянии 800 тыс.км от Земли. В 1996 г. Астероид Таутатис пролетел на расстоянии 450 тыс.км от Земли



Оценка опасности столкновения Земли с астероидами и кометами

События, не имеющие последствий (Белая Зона)	0	Вероятность столкновения в ближайшие десятилетия равна 0. К этой же категории событий относятся столкновения с объектами, которые не смогут достигнуть поверхности Земли, сгорев в ее атмосфере.
Заслуживающие внимания (Зеленая Зона)	1	Вероятность столкновения крайне низка, порядка вероятности случайного столкновения Земли с объектом такого же размера. (скорее всего, слежения подобные тела в ближайшие десятилетия с Землей не встретятся)
Вызывающие беспокойство (Желтая Зона)	2	Близкий, но не являющийся чем-то необычным, пролет. Столкновение очень маловероятно. (подобные события происходят нередко)
	3	Близко пролетающее тело, вероятность столкновения 1% или выше. Столкновение способно вызвать только локальные разрушения.
	4	Близкий пролет с вероятностью столкновения 1% или более. Столкновение способно вызвать региональные разрушения.
Явно угрожающие события (Оранжевая Зона)	5	Близкий пролет, который может с существенной вероятностью вызвать столкновение, приводящее к региональной катастрофе.
	6	Близкий пролет, который с существенной вероятностью может вызвать столкновение, приводящее к катастрофе с вероятными глобальными последствиями.
	7	Близкий пролет, который с существенной вероятностью может вызвать столкновение, приводящее к катастрофе с неизбежными глобальными последствиями.
Неизбежное столкновение (Красная Зона)	8	Столкновение приводящее к локальным разрушениям. Такие столкновения с Землей происходят от одного раза в 50 лет до раза в 1000 лет.
	9	Столкновение приводящее к региональным разрушениям. Такие события происходят от одного раза в 10000 лет до одного раза в 100000 лет.
	10	Столкновение приводящее к глобальной катастрофе с изменением климата. Такие события случаются один раз в 100000 лет или реже.



Место падения Тунгусского метеорита



Вывал деревьев в районе тунгусского события.
По материалам экспедиции Л. Кулика, 1927

Падение в 1908 г. Тунгусского метеорита имело катастрофические последствия.

Взрыв было слышно на расстоянии более 1000 километров.

В посёлках и стойбищах в радиусе почти 300 километров ударной волной выбило стёкла.

Подземный толчок, спровоцированный метеоритом, был зафиксирован сейсмографическими станциями даже в Германии.

Взрыв с корнем вырвал вековые деревья на площади в 2,2 тыс. кв. км.

Световое и тепловое излучение, которым он сопровождался, привело к возникновению лесного пожара.

В тот день на огромной территории нашей планеты ночь так и не наступила.

В течение пяти дней на планете бушевали самые настоящие магнитные бури.



Астероид Гаспра (размеры 19×12×11 км)

У астероида Ида (размеры 56×28×28 км) обнаружен спутник (Дактиль) размером около 1,5 км, который, находясь от его центра на расстоянии около 85 км, обращается с периодом примерно 24 ч.

С помощью космических аппаратов впервые удалось с расстояния в несколько десятков тысяч километров получить изображения малых планет.

Породы, составляющие их поверхность, оказались аналогичны тем, которые распространены на Земле и Луне.

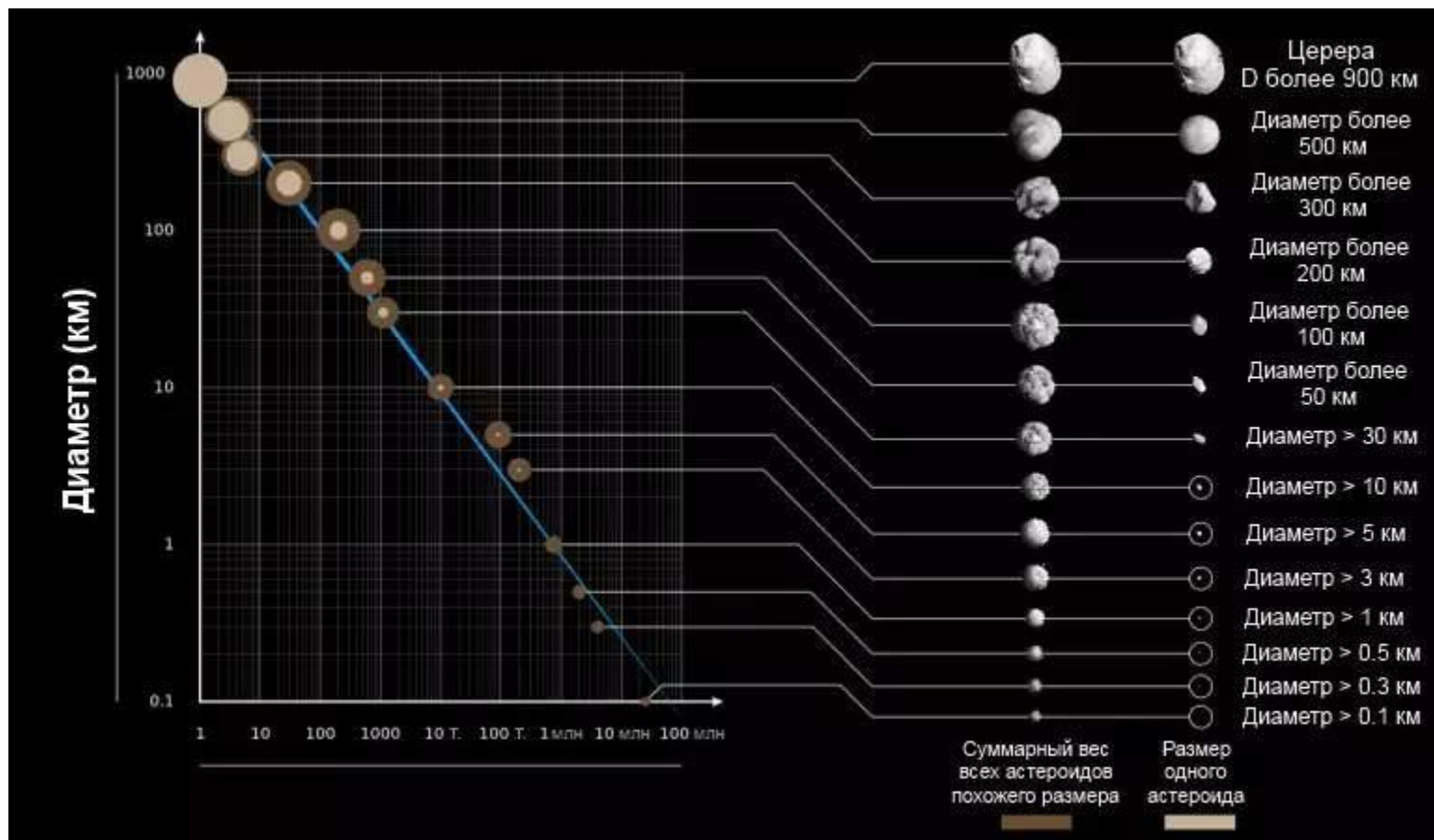
Небольшие астероиды имеют неправильную форму, а их поверхность испещрена кратерами.



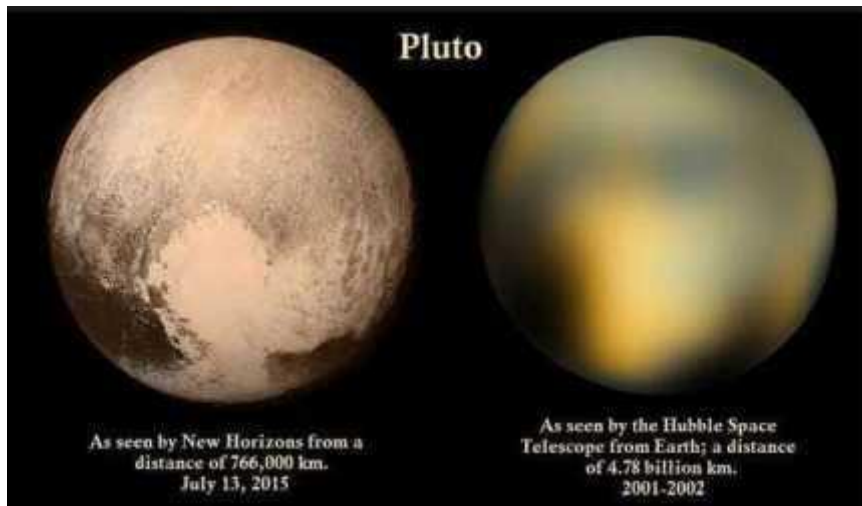
Постоянное совершенствование телескопов, а также использование современных приемников излучения (ПЗС- матрицы) способствовало резкому увеличению числа вновь открываемых астероидов.

К концу первого десятилетия XXI века было зарегистрировано более 400 тысяч астероидов, около 180 тысяч из них получили порядковые номера, поскольку для них были надежно вычислены орбиты.

Собственные имена получили почти 15 тысяч астероидов.



Карликовые планеты



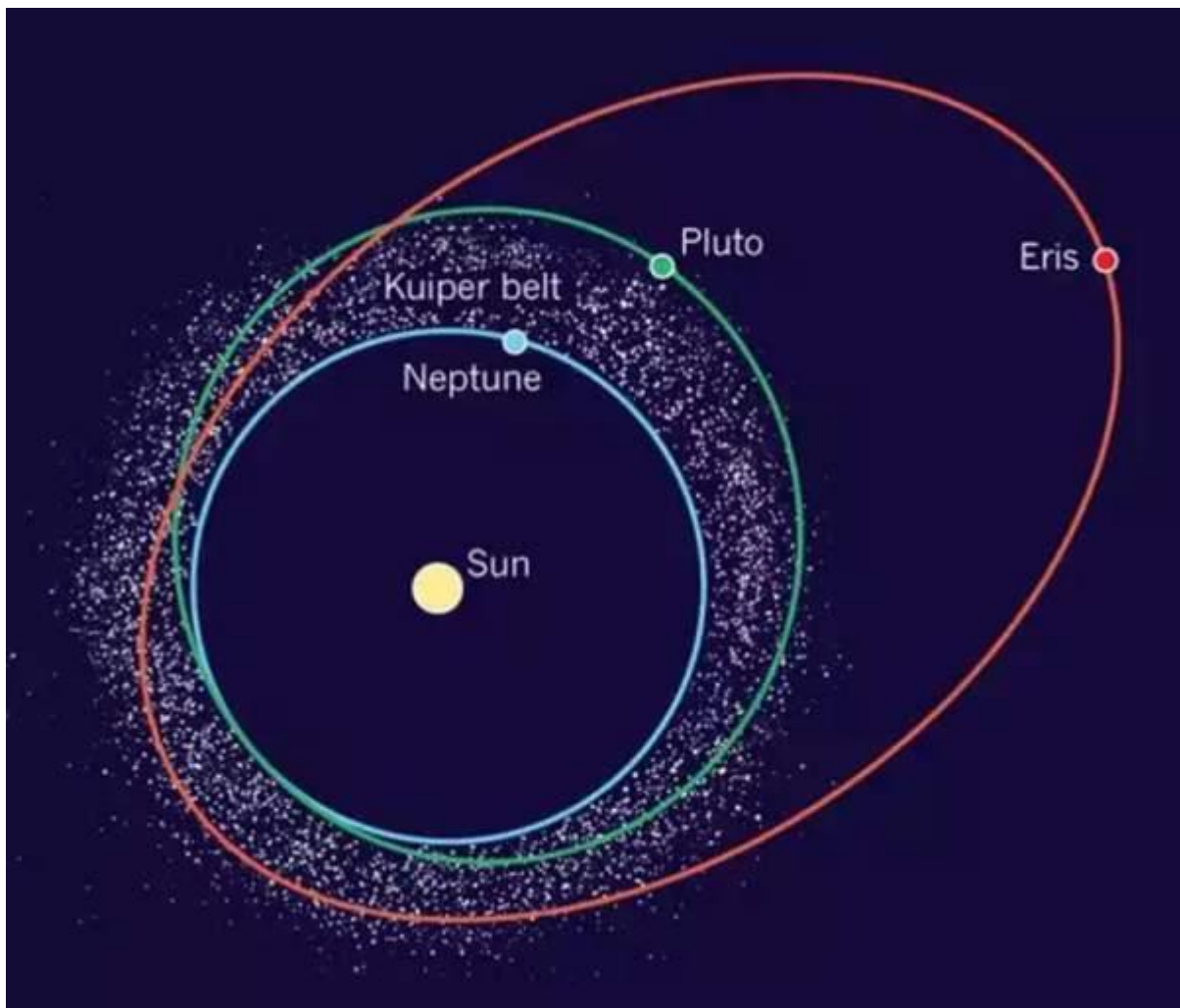
В 1930 г. за орбитой Нептуна на расстоянии около 40 а. е. был открыт **Плутон**.

По размерам и массе Плутон меньше Луны, а по плотности существенно отличается от планет обеих групп.

В 1978 г. у него был обнаружен очень крупный спутник **Харон**.



Систематические поиски других далеких объектов привели к открытию множества малых тел между орбитами Юпитера и Нептуна.

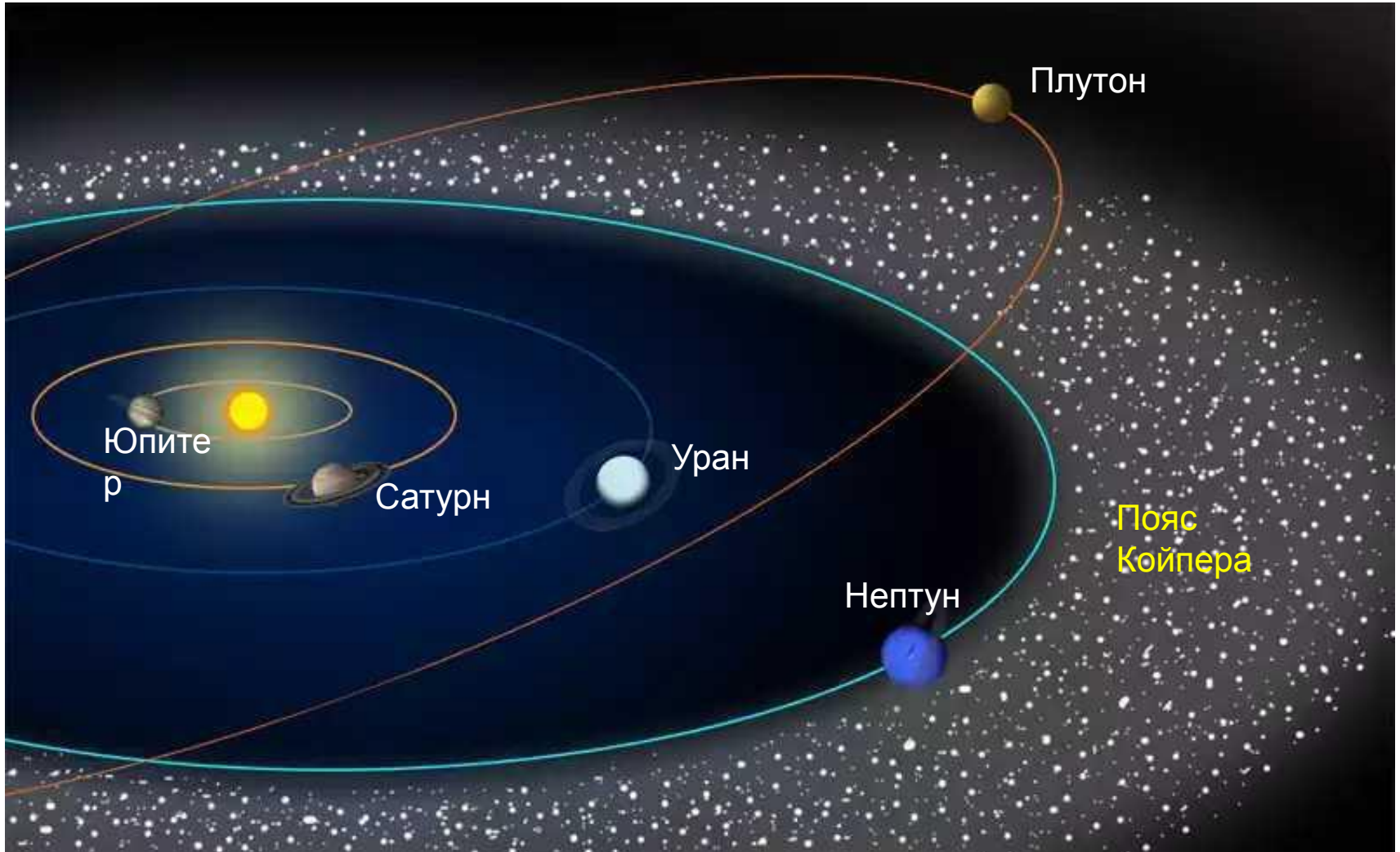


В 1992 г. за орбитой Нептуна был открыт первый объект диаметром около 280 км. К настоящему времени известно уже около 1500 тел, находящихся в этой части Солнечной системы.

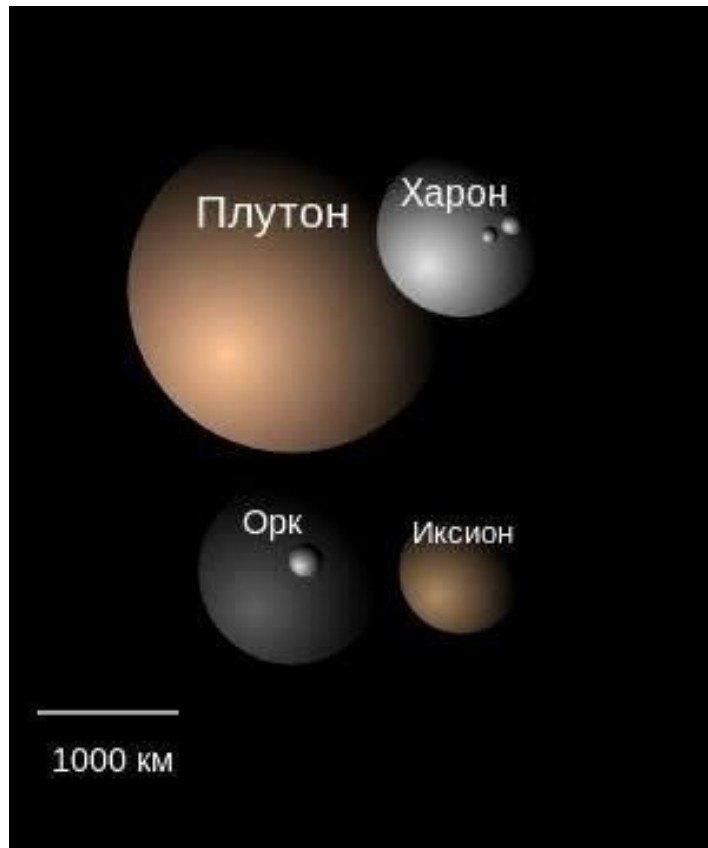
Диаметры большинства из них составляют от 100 до 1000 км.

Некоторые, как и Плутон, имеют спутники.

Подтвердилось высказанное американским астрономом Дж.Койпером в середине прошлого века предположение о существовании за орбитой Нептуна на расстоянии 35-50 а.е. от Солнца еще одного пояса малых тел, которые оказывают влияние на движение Плутона.



24 августа 2006 г. решением XXVI Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза (МАС) было принято решение ввести новый класс объектов Солнечной системы – **планета-карлик**.



Планета-карлик должна удовлетворять следующим условиям:

- обращается вокруг Солнца;
- не является спутником планеты;
- обладает достаточной массой, чтобы сила тяжести превосходила сопротивление вещества, и поэтому тело планеты пребывало в состоянии гидростатического равновесия (а значит, имело форму, близкую к сферической);
- обладает не настолько большой массой, чтобы быть способной расчистить окрестности своей орбиты.

Плутон был «лишен звания» планеты.

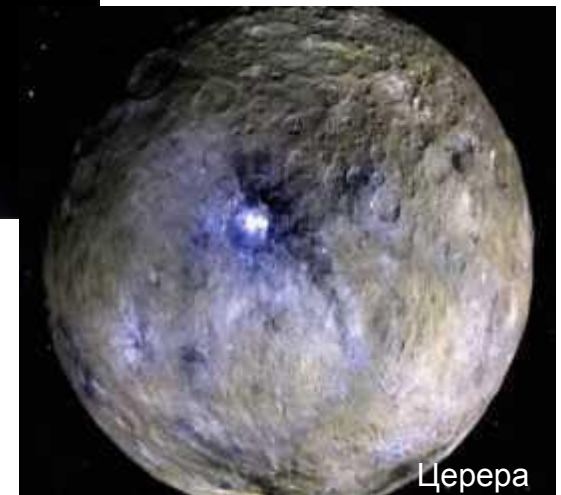


Плутон стал прототипом планет-карликов.

Наиболее крупным объектом этого класса стала **Эрида** (диаметр 2400 км).

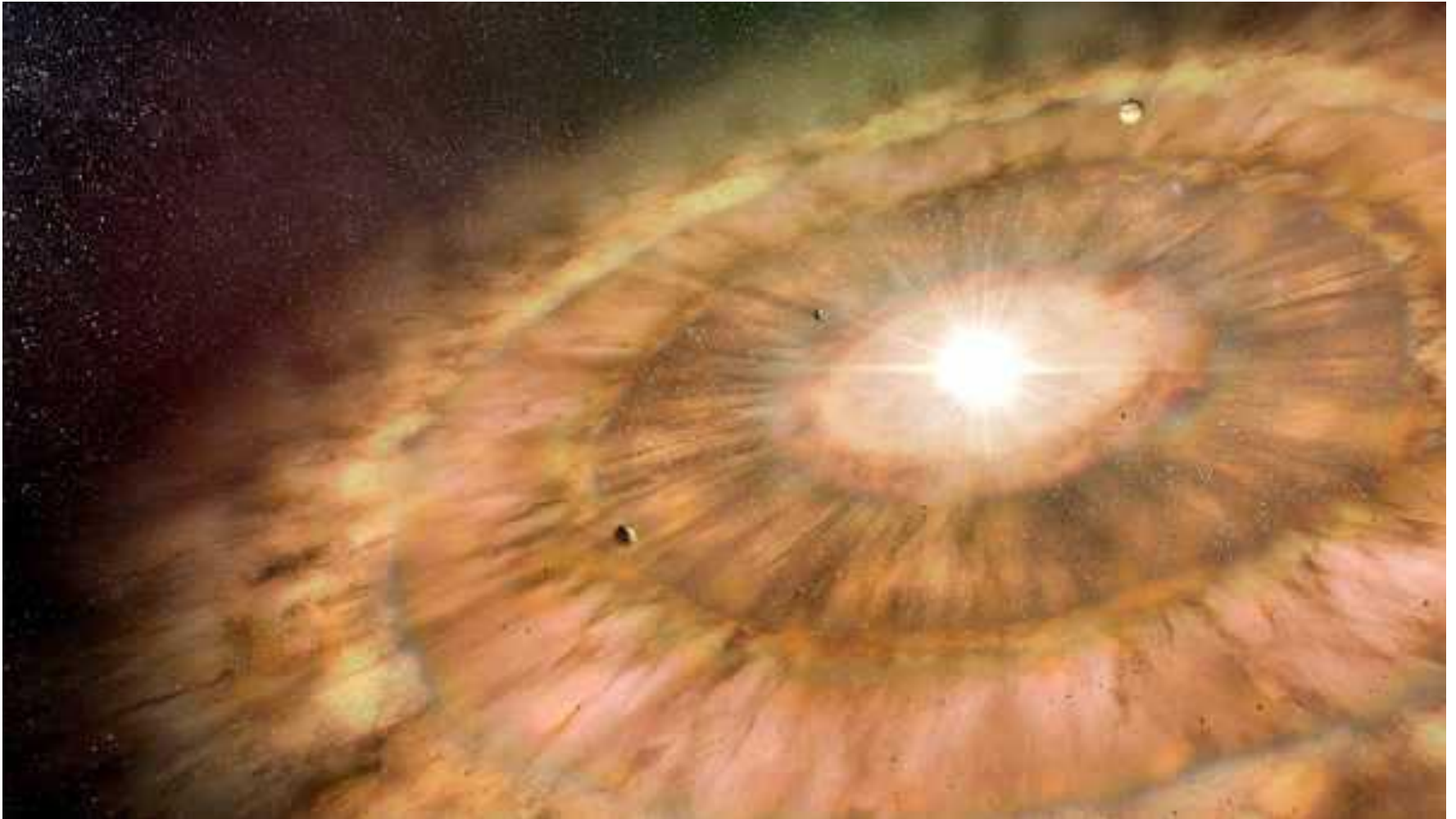
Карликовые планеты – **Хаумеа** и **Макемаке** – также относятся к поясу Койпера.

В число планет-карликов включена **Церера**, которая прежде считалась крупнейшим из астероидов.



Церера

Возможно, пояс Койпера является остатком того самого протопланетного облака, из которого формировалась Солнечная система.



Протопланетное облако при формировании звезды и планет в представлении художника

КОМЕТЫ

Кометы

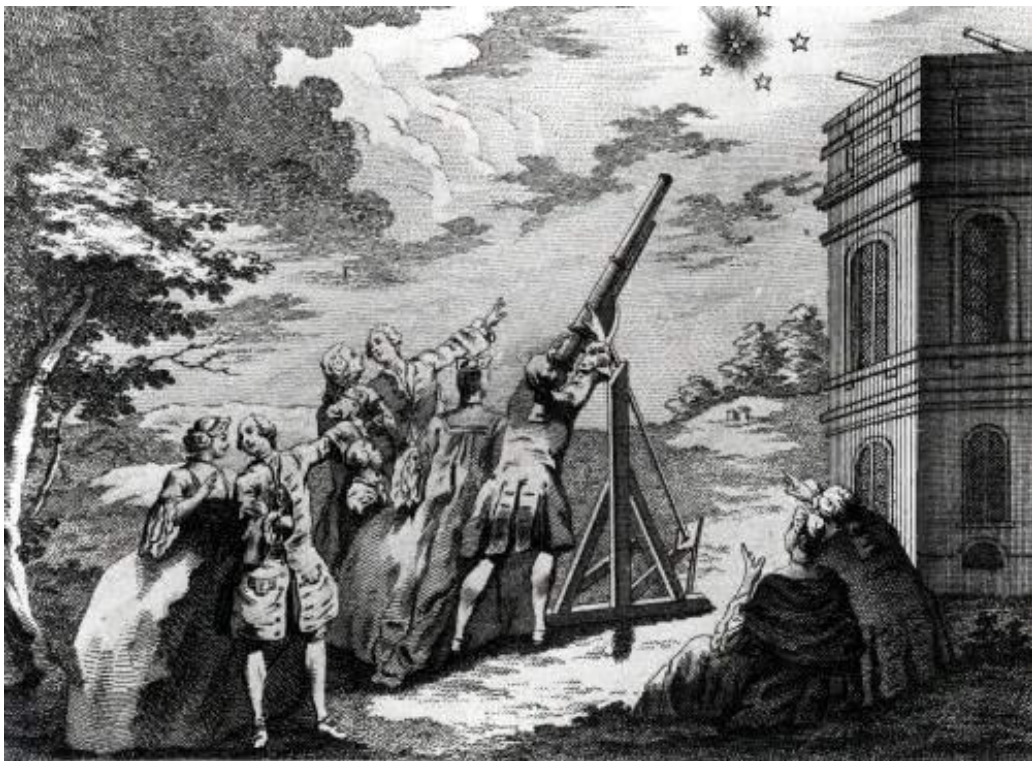
Кометы – самые многочисленные, самые протяжённые и самые удивительные небесные тела Солнечной системы. Слово «комета» в переводе с греческого означает «волосатая», «длинноволосая». При сближении с Солнцем комета принимает эффектный вид, нагреваясь под действием солнечного тепла так, что газ и пыль улетают с поверхности, образуя яркий хвост





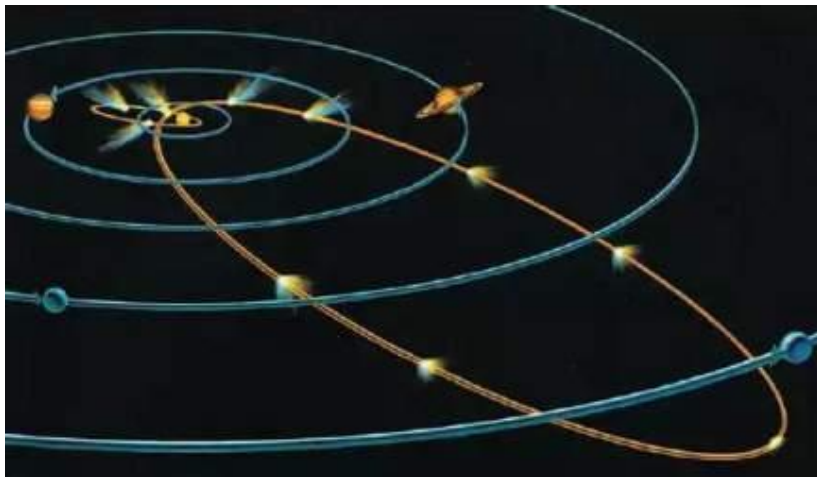
Из-за своего необычного вида (наличие хвоста, который может простирается на несколько созвездий) кометы с древних времен обращали на себя внимание людей, даже далеких от астрономии.

За все время наблюдений было замечено и описано свыше 2000 комет.



Вдали от Солнца кометы имеют вид очень слабых туманных пятен.

По мере приближения к нему у кометы появляется и постепенно увеличивается хвост, направленный в противоположную от Солнца сторону.



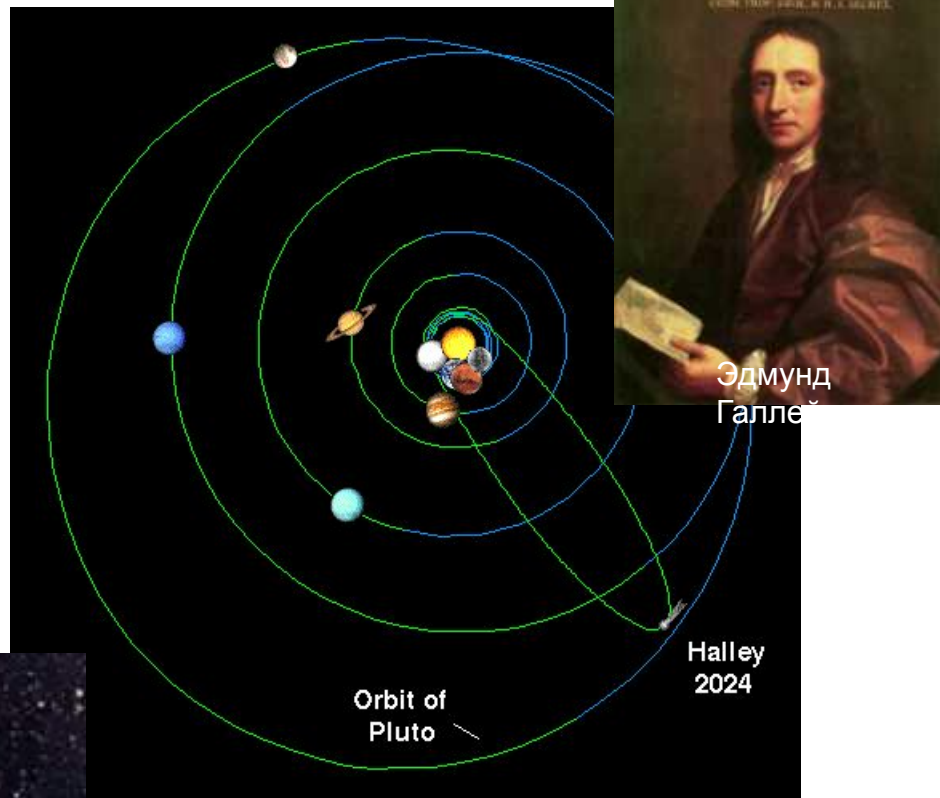
У наиболее ярких комет хорошо заметны все составные части: **голова (кома и ядро)** и **хвост**.

При удалении от Солнца яркость кометы и ее хвост уменьшаются. Она снова превращается в туманное пятно, а затем ослабевает настолько, что становится недоступной для наблюдений.



В 1680 г. **Ньютон**, наблюдая комету, вычислил её орбиту и убедился, что она, подобно планетам, обращается вокруг Солнца.

Английский ученый **Эдмунд Галлей** (1656–1742) вычислил орбиты нескольких комет, появлявшихся ранее, и обнаружил, что орбиты комет, наблюдавшихся в 1531, 1607 и 1682 гг., очень похожи.



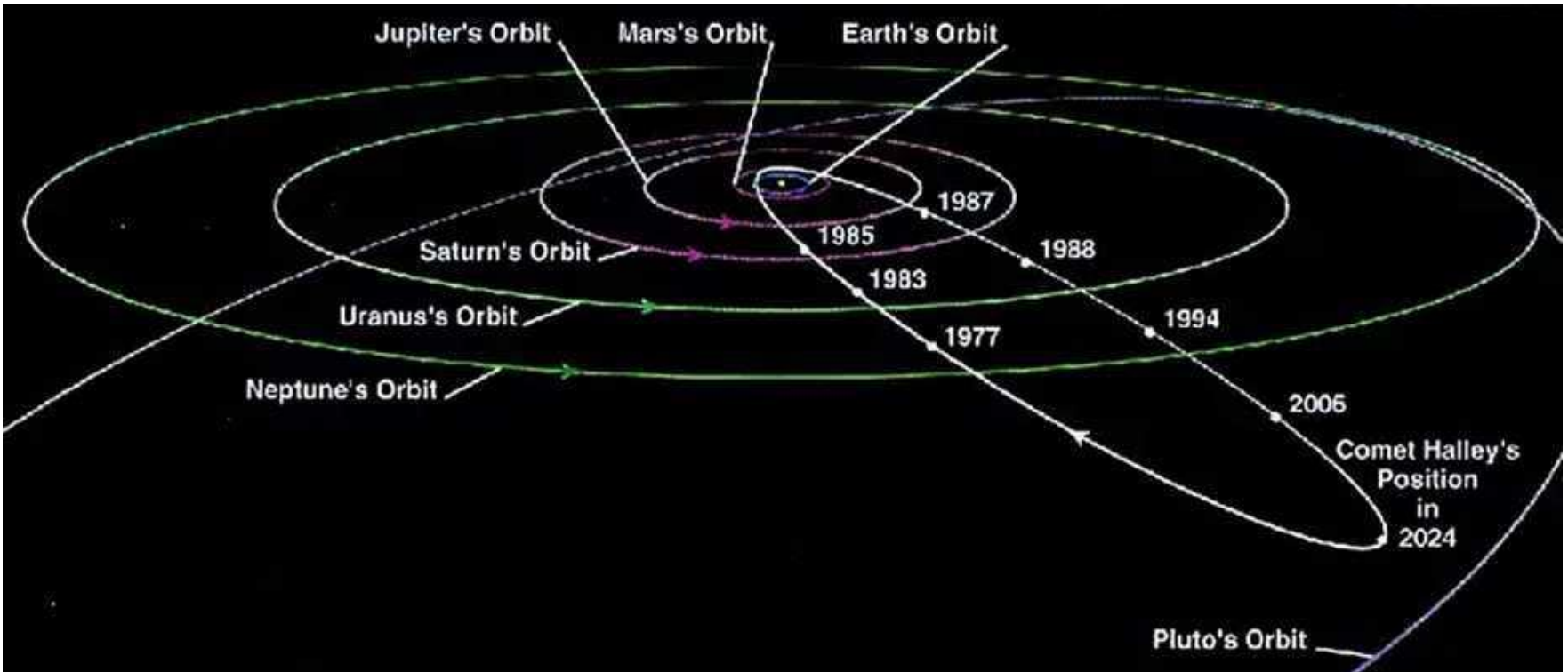
Галлей предположил, что это была одна и та же комета, периодически возвращающаяся к Солнцу, и впервые предсказал ее очередное появление.

В 1756 г. (уже после смерти ученого) комета действительно появилась и получила название **кометы Галлея**.



Комета Галлея в афелии уходит за орбиту Нептуна, но затем вновь возвращается в окрестности Солнца, имея период обращения около 76 лет.

Со времен Ньютона и Галлея вычислены орбиты более чем 700 комет.



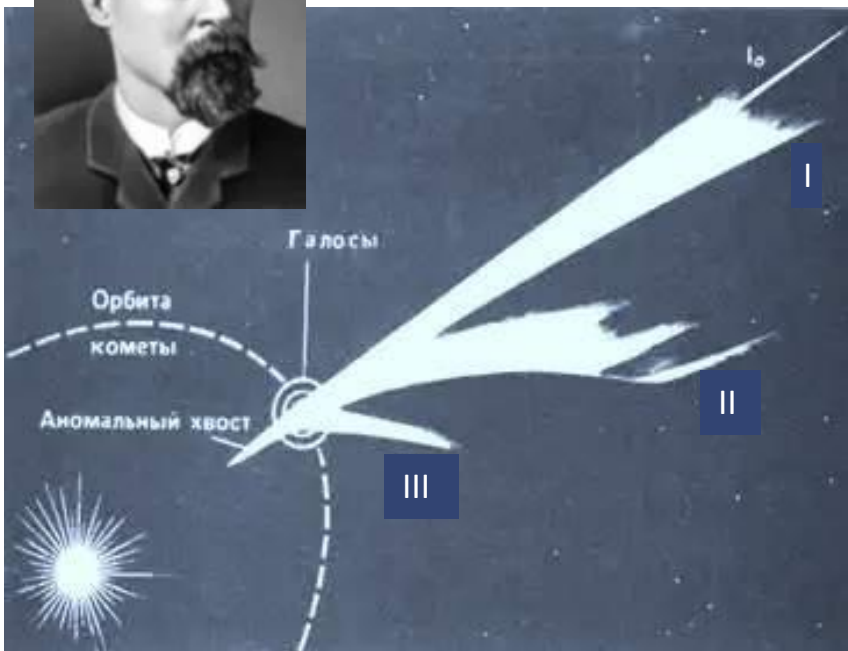
Короткопериодические кометы (периоды обращения от трех до десяти лет), двигаясь по вытянутым эллиптическим орбитам, удаляются от Солнца на 5–8 а.е.

Долгопериодические кометы, подобные комете Галлея, уходят в афелии за пределы планетной системы.





Иногда у кометы образуется несколько хвостов различной длины и формы.



Их классификация была предложена выдающимся русским ученым **Федором Александровичем Бредихиным** (1831-1904):

I тип – длинный хвост, направленный почти прямо от Солнца;

II тип – изогнутый и отклоненный от этого направления;

III тип – короткий, почти прямой и отклоненный

Плазменные хвосты I типа образуют ионы атомов и молекул.

Пылевые хвосты II типа составляют непрерывно выделяющиеся из ядра пылинки.

Пылевые хвосты III типа образуют вылетевшие из ядра целые облака пылинок.



Комета Хейли-



Несмотря на внушительные размеры хвоста, который может превышать в длину 100 млн км, и головы, которая по диаметру может превосходить Солнце, практически всё вещество кометы сосредоточено в небольшом ядре.



Ядро кометы

Ядро кометы Галлея имеет длину всего 14 км, а ширину и толщину вдвое меньше.

Его удалось увидеть только с космических аппаратов.

Оно представляет собой **снежно-ледяную глыбу** с примесью замерзших газов и вкраплением мелких твердых частиц различного химического состава.

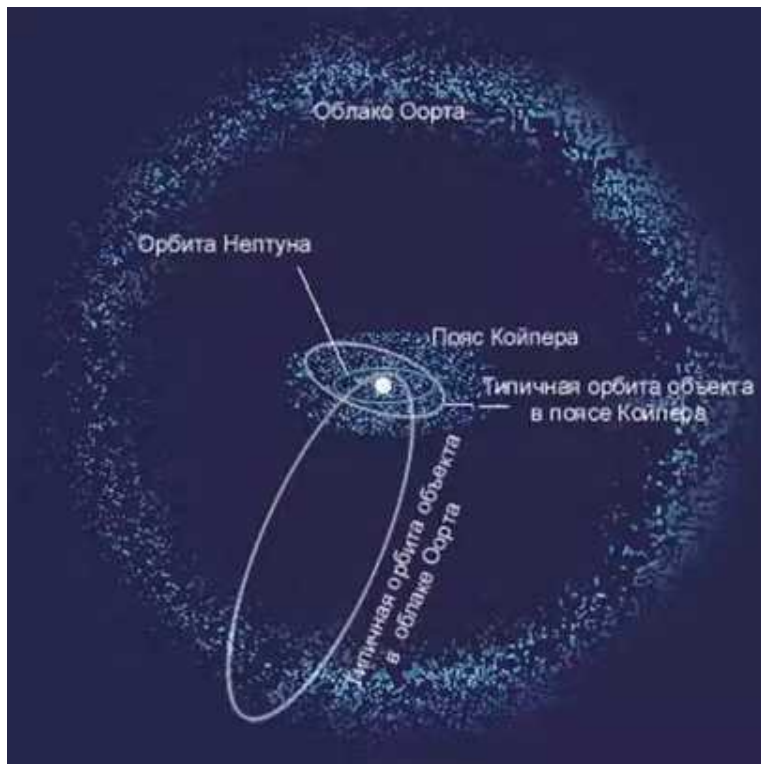


«Джотто»

В 1986 году КА «Вега-2» прошел на расстоянии 8000 км от ядра кометы Галлея, а КА «Джотто» – на расстоянии 600 км.



«Вега»



Предполагается, что общее число комет в Солнечной системе превышает десятки миллиардов.

Считается, что Солнечная система окружена одним или даже несколькими облаками комет, которые движутся вокруг Солнца на расстояниях, которые в тысячи и десятки тысяч раз больше, чем расстояние до самой дальней планеты Нептун.



Метеоры и болиды

Явление сгорания метеорного тела в атмосфере планеты называется **метеором**. Метеор – это кратковременная вспышка, след от сгорания проходит через несколько секунд.

За сутки в атмосфере Земли сгорает около 100000000 метеорных тел.



Если следы метеоров продолжить назад, то они пересекутся в одной точке, называемой **радиантом метеорного потока**



Исключительно редко метеорные тела бывают сравнительно больших размеров, в этом случае говорят, что наблюдают **болид**. Очень яркие болиды видны и днём



Метеориты

Если метеорное тело достаточно большое и не смогло полностью сгореть в атмосфере при падении, то оно выпадает на поверхность планеты. Такие упавшие на Землю или другое небесное тело метеорные тела называют **метеоритами.**



Самые массивные метеорные тела, имеющие большую скорость, выпадают на поверхность Земли с образованием кратера.



В зависимости от химического состава метеориты подразделяются на **каменные (85 %), железные (10 %) и железо-каменные метеориты (5 %).**



Межпланетное пространство не пусто. В Солнечной системе достаточно много мелкой межпланетной пыли. Её запасы всё время пополняются вследствие разрушения комет, столкновений астероидов и т. п. Кроме того, далеко за орбиту Плутона проникает солнечный ветер - поток исходящих от Солнца частиц. Концентрация газа и пыли в Солнечной системе существенно выше, чем в межзвёздном пространстве.

