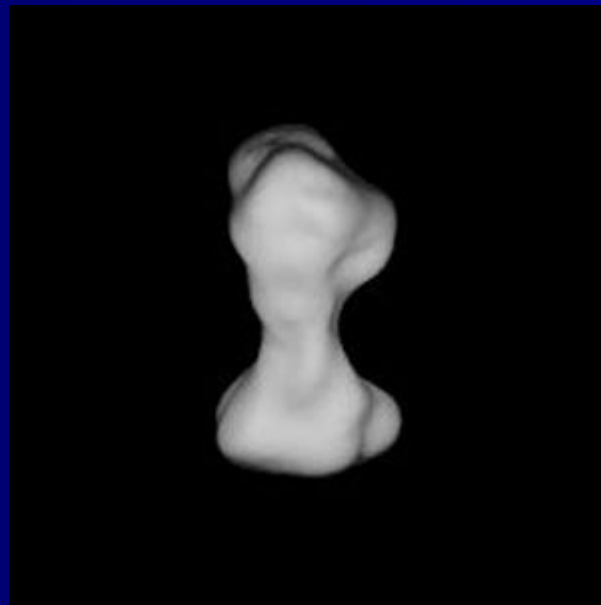


# Астероиды и метеориты



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

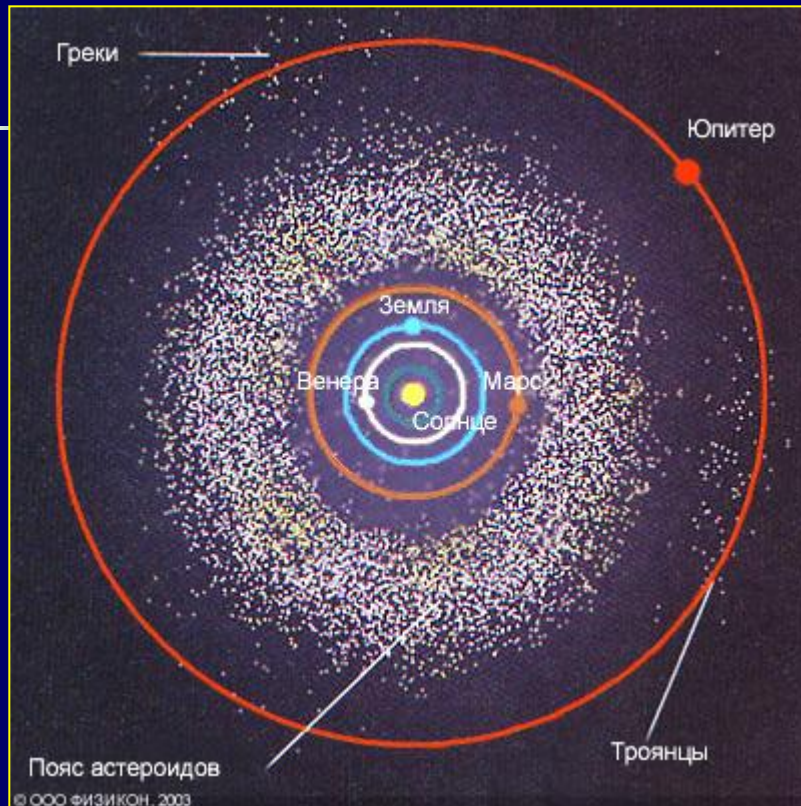
$$r = 0,3 \cdot 2^n + 0,4$$

где  $r$  – среднее расстояние планеты от Солнца (в а.е.), а  $n$  – некоторый № планеты:

$n$	$r$ , а.е.	планета
$-\infty$	0,4	Меркурий
0	0,7	Венера
1	1,0	Земля
2	1,6	Марс
3	2,8	?
4	5,2	Юпитер
5	10,0	Сатурн
6	19,6	Уран



Большие полуоси орбит планет хорошо следуют правилу Тициуса – Боде. Красным выделен теоретический график, синим – реальные размеры орбит.



Местоположение 8777 астероидов  
в полночь 1 января 2000 года

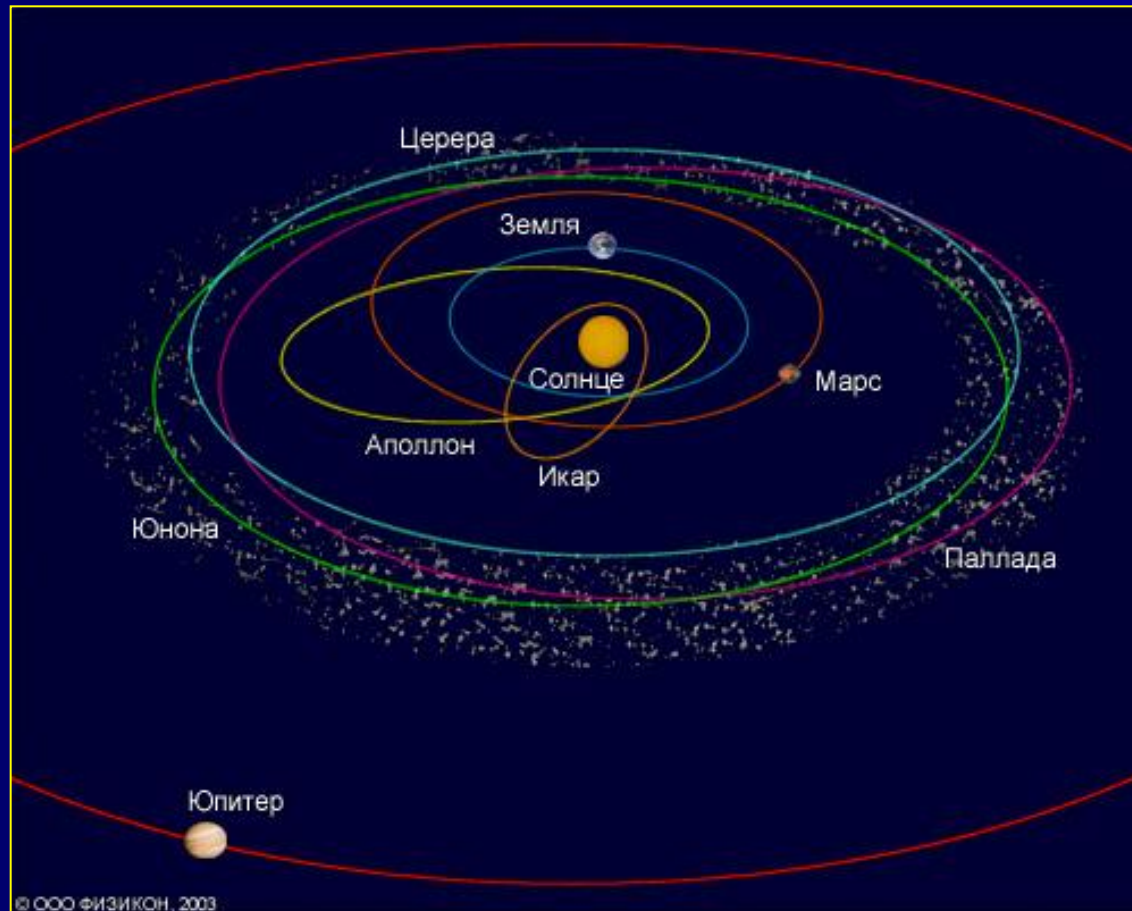
Пятый член этого ряда не соответствовал никакой планете. 1 января 1801 года итальянский астроном Джузеппе Пиацци случайно открыл звезду, положение которой заметно изменялось за сутки наблюдений. Вычисленная большая полуось орбиты этого астрономического объекта оказалась равной 2,77 а.е. Стало понятно, что открыта планета, расположенная между Марсом и Юпитером. Этой планетой оказался астероид, названный **Церерой** в честь древнеримской богини плодородия.

В 1802 году немецкий врач Ольберс, увлекавшийся астрономией, открыл неподалеку от Цереры новый астероид, который назвали **Паллада**. В 1804 году была открыта **Юнона**, в 1807 году – **Веста**.

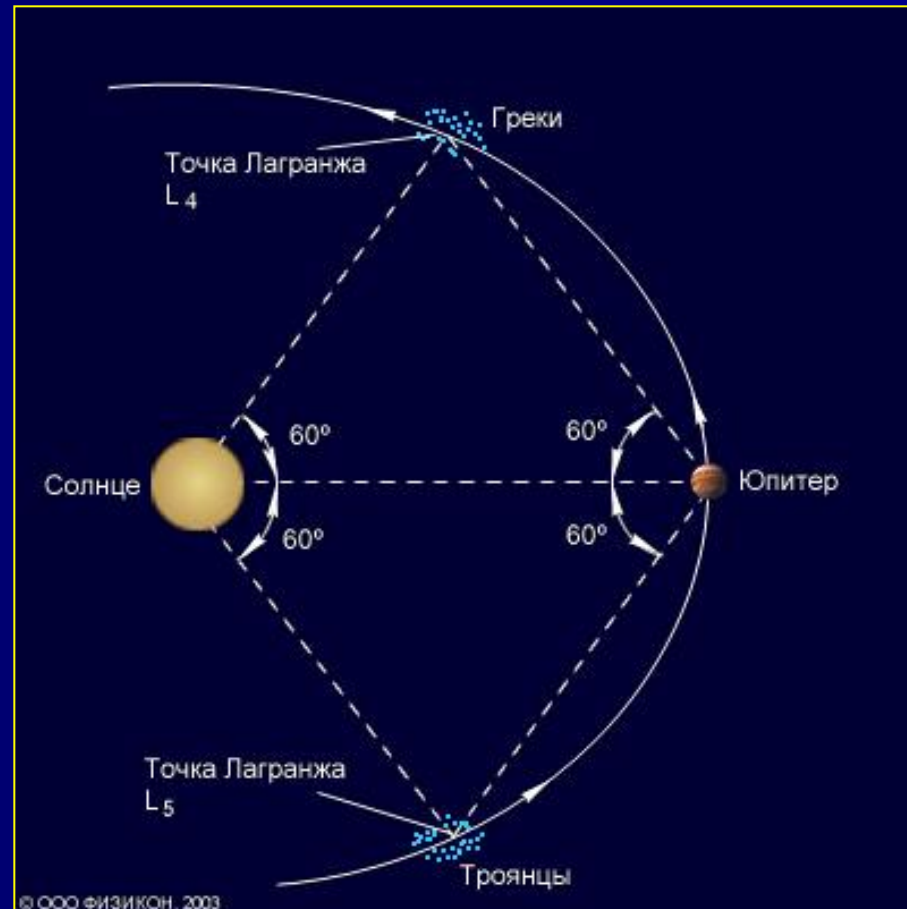


Сравнительные размеры Луны и крупных астероидов

Гершель предложил назвать маленькие планеты астероидами.  
Астероид по-гречески означает «звездообразный».



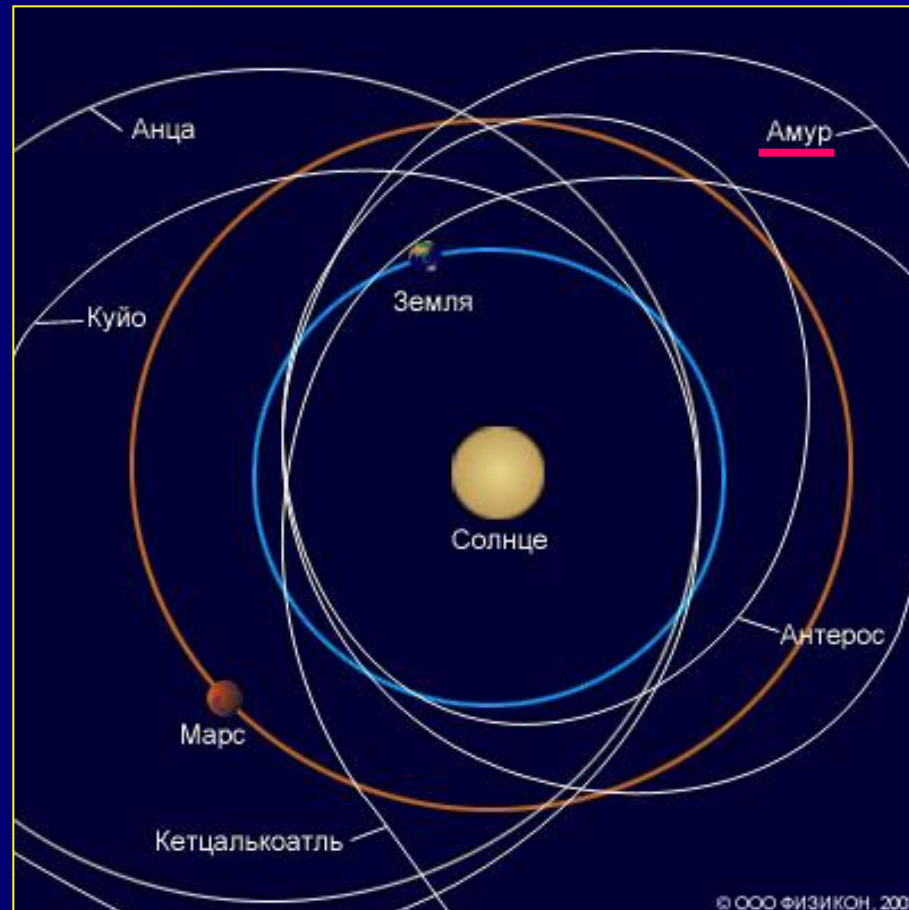
Среди астероидов есть группы, которые движутся по орбите Юпитера вокруг Солнца, как его свита. Группа **Греки** (Ахилл, Аякс, Одиссей и другие) опережает Юпитер на  $60^\circ$ . Группа **Троянцы** (Приам, Эней, Троиц и другие) отстает от Юпитера на  $60^\circ$ . В настоящее время считают, что в последней группе находится около 700 астероидов.



Греки и Троянцы попали в гравитационную ловушку в лагранжевых точках Юпитера

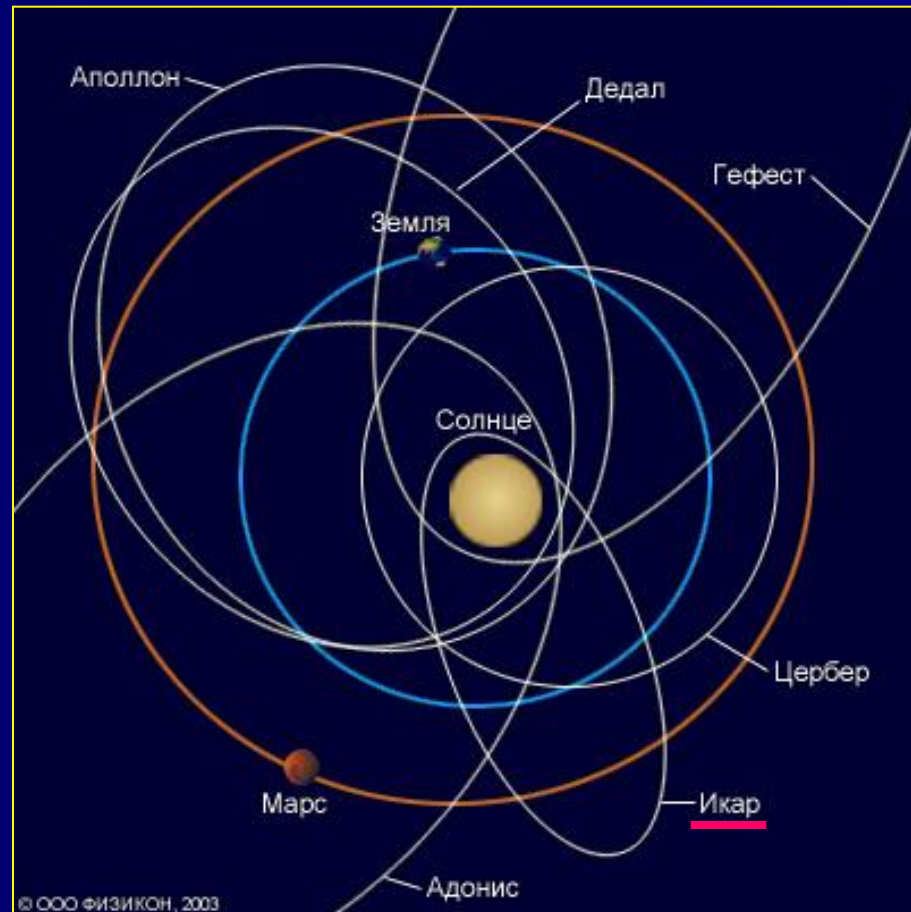


Жителям Земли важно знать астероиды, орбиты которых близко подходят и пересекают орбиту нашей планеты, например, астероиды группы **Амура**.



Земля, Марс и пять астероидов группы Амура

Астероид **Икар** при движении попадает внутрь орбиты Меркурия.



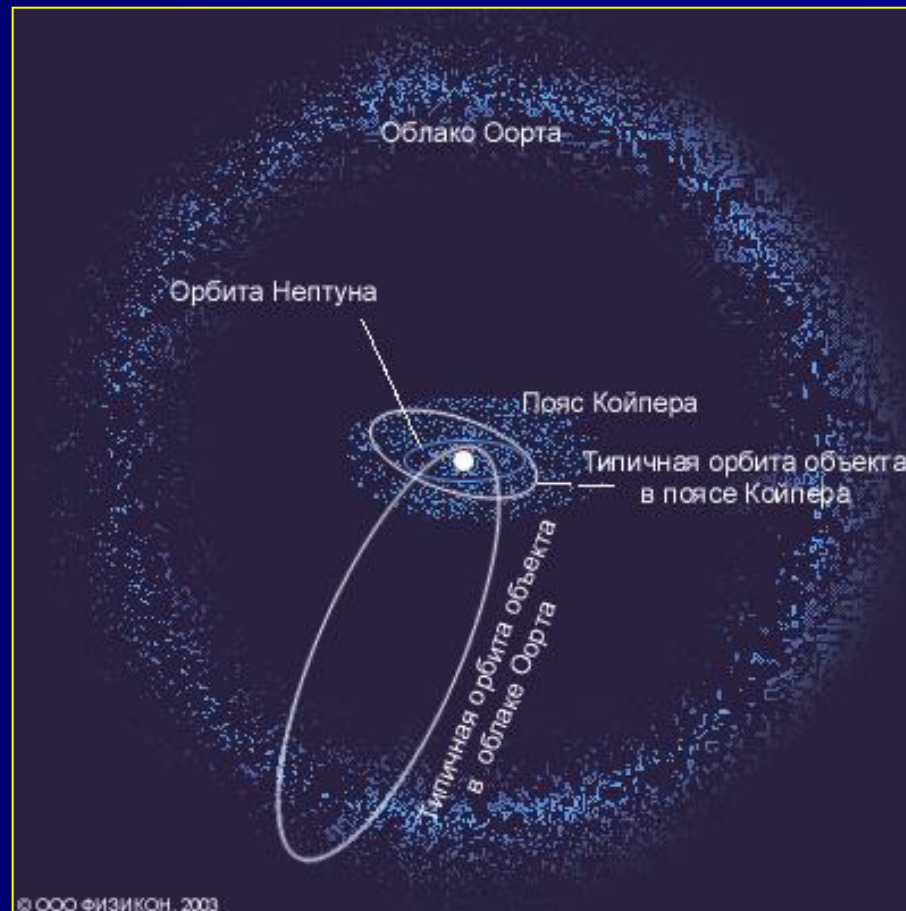
Земля, Марс и пять астероидов группы Аполлона





Многие астероиды находятся за орбитой Юпитера. В 1977 году обнаружили астероид 2060 **Хирон**. Орбита Хирона: перигелий внутри орбиты Сатурна 8,51 а.е., афелий около орбиты Урана 19,9 а.е. Эксцентриситет орбиты Хирона равен 0,384. Вблизи перигелия у Хирона появляется кома и хвост. Однако размеры и масса Хирона намного больше размеров обычных комет. В древнегреческой мифологии Хирон – получеловек-полулошадь; космический Хирон – то ли астероид, то ли комета. Сейчас такие объекты называются **кентаврами**.

За орбитой Плутона открыт так называемый **пояс Койпера** – второй пояс астероидов.

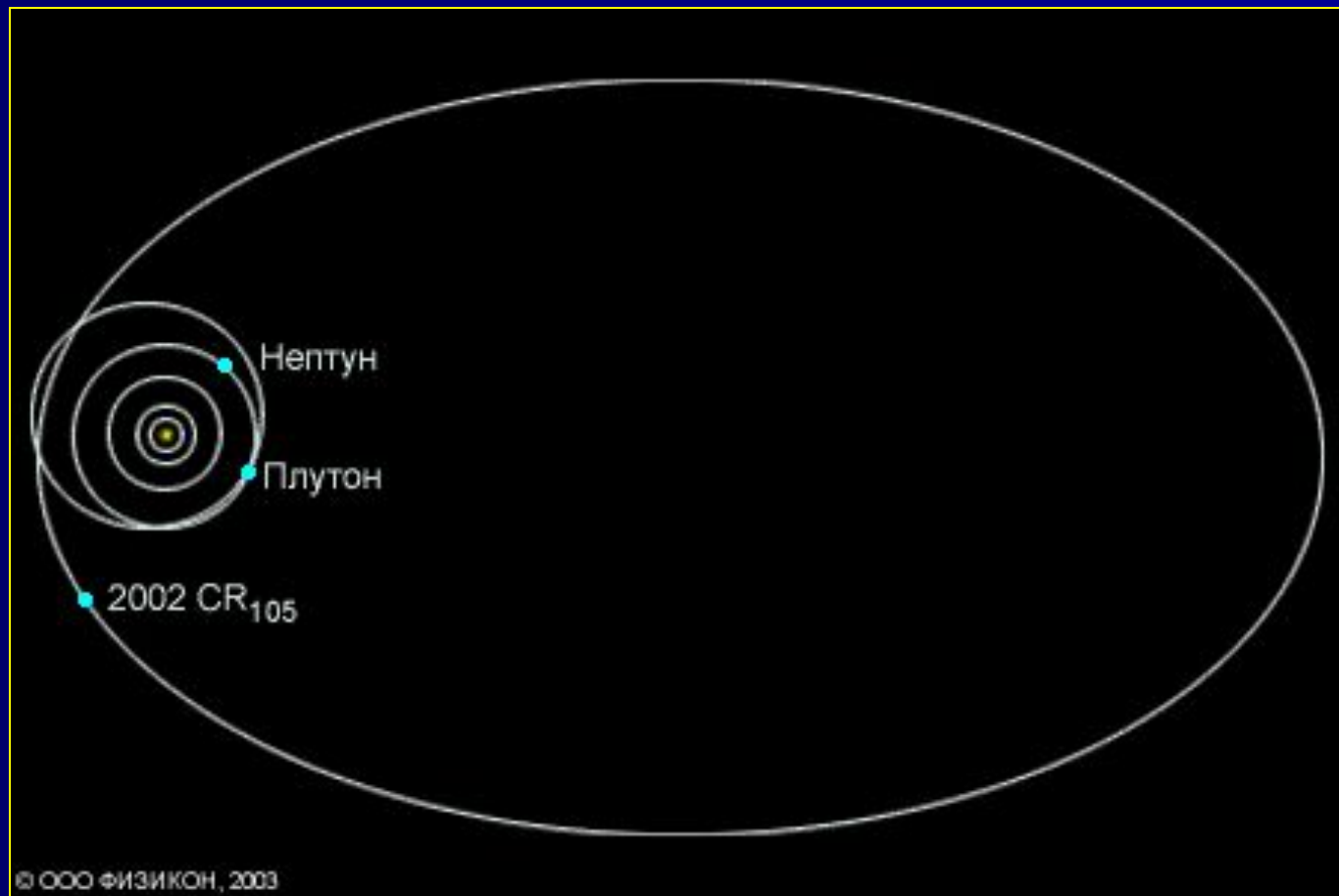


Внешние области Солнечной системы

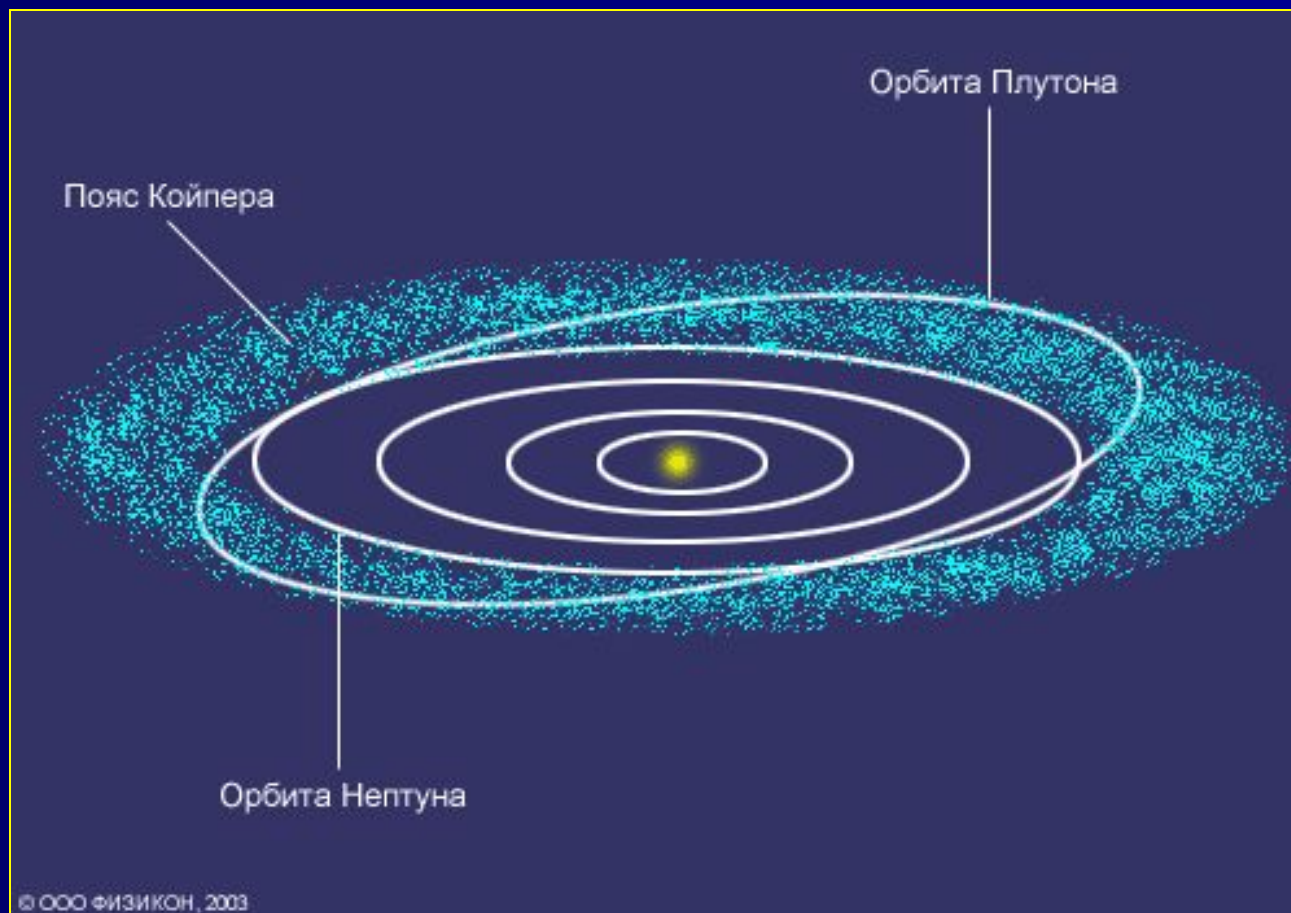
Общая численность тел в поясе Койпера, по расчетам специалистов, больше в несколько раз, чем число астероидов между орбитами Марса и Юпитера.



Орбиты объектов пояса Койпера находятся далеко за орбитам и Нептуна и Плутона, и могут быть очень вытянутыми.



В поясе Койпера находятся объекты типа астероидов, к 2003 году их открыто более 600.



Пояс Койпера. Орбита Нептуна – круговая. Орбита Плутона – вытянутая.



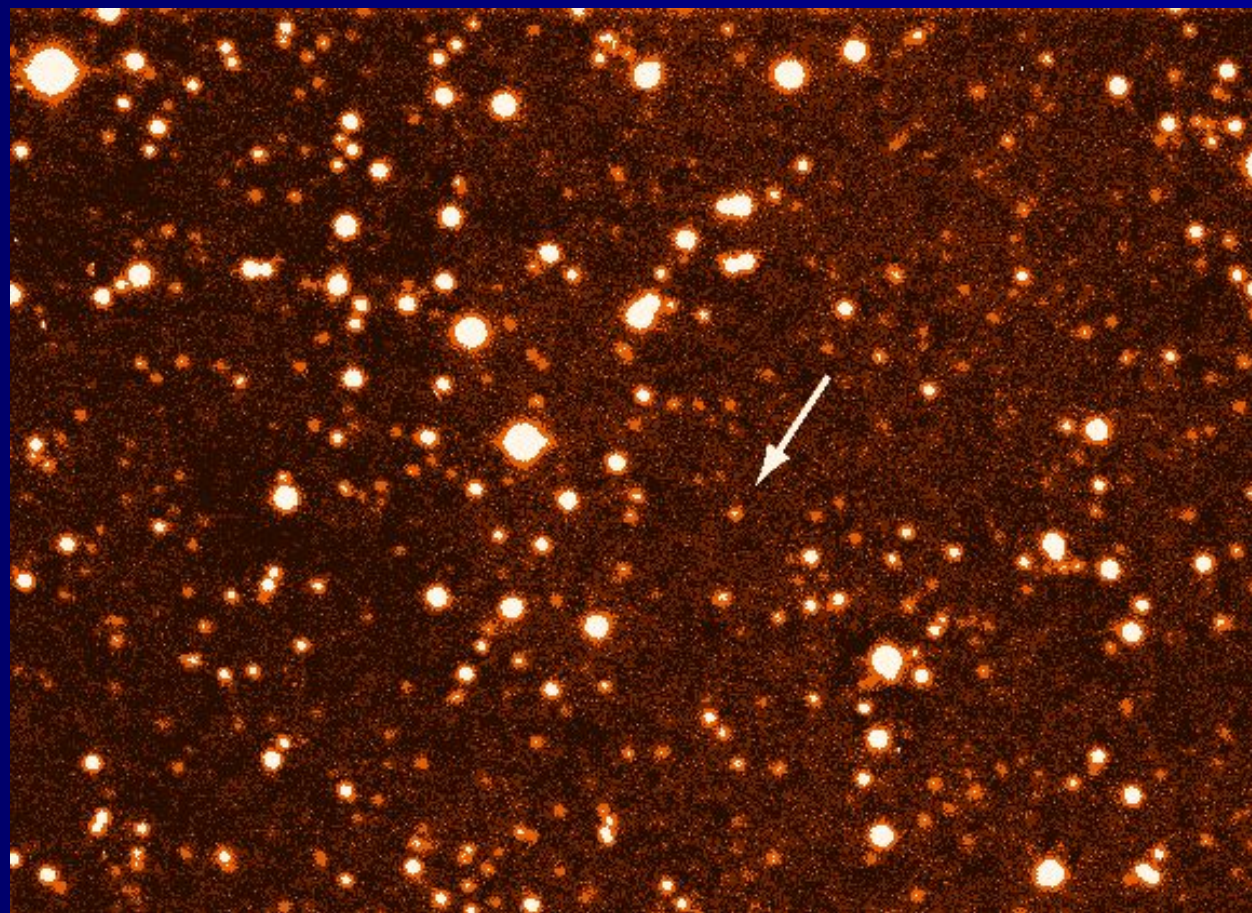
В июне 2002 года был открыт крупный объект пояса Койпера, который получил название **Кварвар**.

Размер Кварвара составляет 1250 км в поперечнике, примерно такой же, как и у Харона, спутника Плутона. Он движется практически по круговой орбите на расстоянии 42 а.е. вокруг Солнца.





Квавар был обнаружен по изображениям звездного неба, на которых Квавар изменяет свое положение.

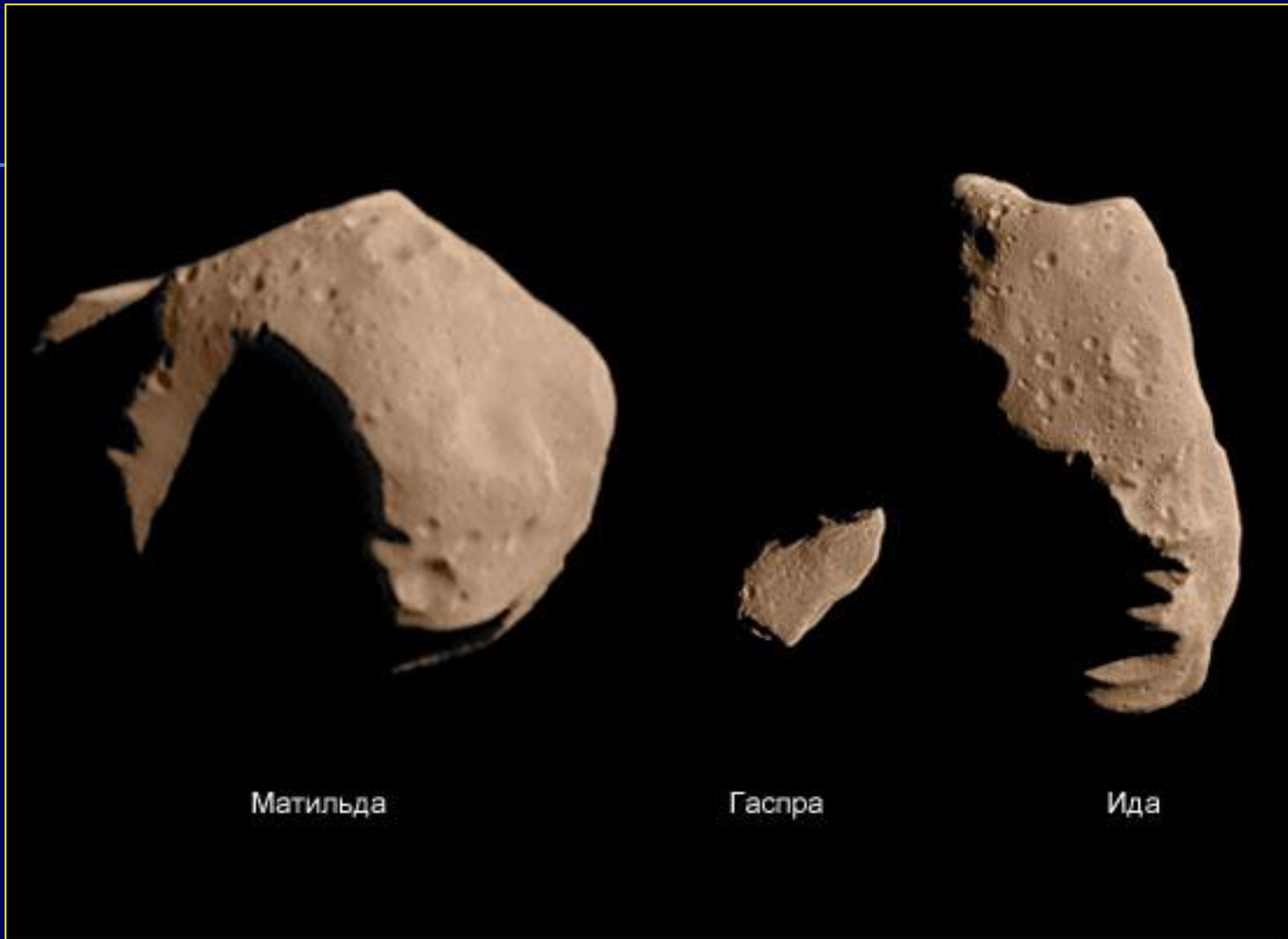


Открытие Квавара

В 1993 году межпланетный аппарат «Галилео», пролетая мимо астероида 243 Ида, обнаружил малый спутник диаметром 1,5 км. Он получил название **Дактиль**, и обращается вокруг Иды на расстоянии около 100 км.



Ида и ее маленький спутник Дактиль



Матильда

Гаспра

Ида

В 1992 году на расстоянии всего 2,5 млн. км от Земли прошел астероид **Тутатис**. Он оказался образованным как бы двумя глыбами, размеры которых 2 км и 3 км.



Тутатис





Метеорит Богуславка.  
1916 года, Россия.

Большинство выпавших на Землю метеоритов – обломки астероидов. Метеориты – древнейшее вещество Солнечной системы. В веществе метеоритов "зашифрована" запись тех физических и химических процессов, которые происходили пять миллиардов лет назад, когда рождались Солнце и планеты. В них есть информация и о более поздних событиях в космосе, – о столкновениях космических тел, о космическом излучении.

Изучение метеоритов можно сравнить с изучением грунта Луны и других планет, доставка которого на Землю обходится чрезвычайно дорого. А метеориты прилетают к нам сами.



«Марсианский» метеорит



7 августа 1996 года НАСА заявило, что на найденном в Антарктиде метеорите, предположительно выброшенном Марсом 1,5–3,6 миллиардов лет назад и столкнувшимся с Землей около 13 тысяч лет назад, обнаружены органические соединения и окаменелые следы, напоминающие бактерии. Увеличение количества этих следов с глубиной свидетельствовало об их космическом происхождении.



Марсианский метеорит под микроскопом

В зависимости от химического состава метеориты подразделяются на каменные (85%), железные (10%) и железокаменные метеориты (5%)



Каменный метеорит  
Основа – Si, O,  
гораздо меньше:  
Mg, Fe, Ni, C и даже  
аминокислоты



Железный метеорит  
До 91% Fe, 8,5% Ni  
и другие  
химэлементы



Железосаменный  
метеорит



Возраст метеоритов определяют по радиоактивному распаду. Например, метеорит «Дип Спрингс» массой 11,5 кг имеет возраст 2,3 млрд лет.



Железокаменный метеорит Брагин,  
1807 г., Россия.



Метеорит Брагин. Крупный план.

При входе в атмосферу с космической скоростью астероид разогревается до 10-100 тысяч градусов, из-за неравномерного нагрева взрывается. Большая часть сгорает, но часть долетает до поверхности Земли. В результате падения метеорита может образоваться кратер



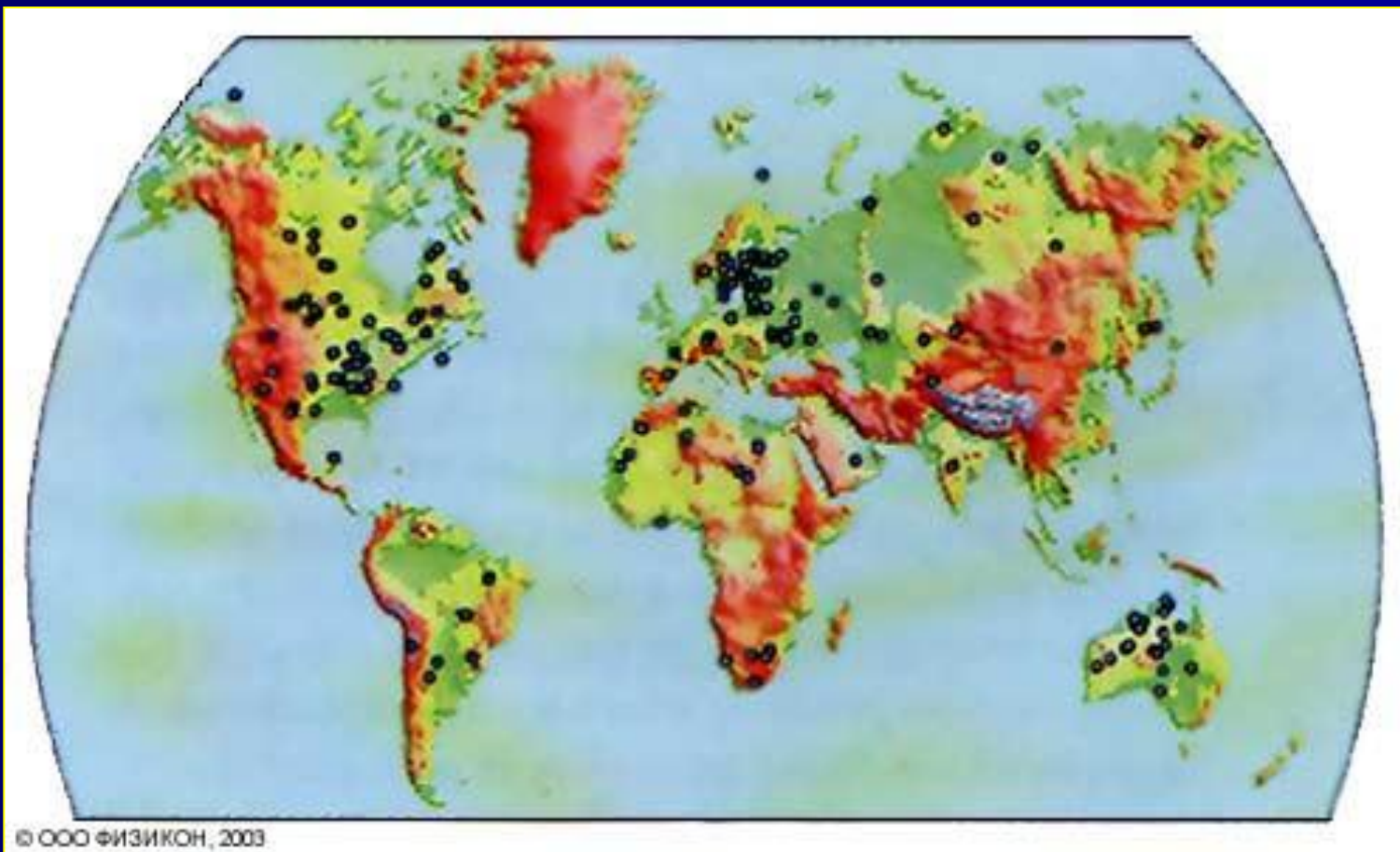
Одним из наиболее эффективных кратеров является кратер в штате Аризона (США). Его диаметр составляет 1200 м, а глубина 175 м. Вал кратера поднят над окружающей пустыней на высоту около 37 м. Возраст кратера 5000 лет, но он хорошо сохранился благодаря сухому климату пустыни, предохранявшему его от эрозии. Всего на Земле найдено около 140 крупных кратеров.



Аризонский кратер



## Местоположение известных ударных кратеров





Гигантский метеорит упал в море в районе полуострова Юкатан, породив гигантское цунами и выбросив миллионы тонн пыли в атмосферу.



Слой осадочных пород с возрастом 65 млн. лет, в котором обнаружено вещество метеорита. Юкатан.

По расчетам, астероид диаметром 1 км врезается в Землю в среднем один раз за сто тысяч лет.

Вероятность гибели человека от падения метеорита чрезвычайно мала. До сих пор не зарегистрировано ни одного подобного случая.



Однако в целом для планеты астероиды представляют серьёзную опасность. Падение на крупный мегаполис может привести к многочисленным человеческим жертвам. Попадание астероида в атомную электростанцию или химическое либо военное предприятие может вызвать экологическую катастрофу. А падение особо крупных астероидов может вызвать многолетнее запыление атмосферы, которое приведёт к эффекту «ядерной зимы».

Этот «Шевроле» был поврежден ударом 12-килограммового метеорита.