



# Видимые движения небесных тел

Издавна люди наблюдали на небе такие явления как видимое вращение звездного неба, смена фаз Луны, восход и заход небесных светил, видимое движение Солнца по небу в течение дня, солнечные затмения, изменение высоты Солнца над горизонтом в течение года, лунные затмения.



Было ясно, что все эти явления связаны, прежде всего, с движением небесных тел, характер которого люди пытались описать при помощи простых визуальных наблюдений, правильное понимание и объяснение которых складывалось веками.

Первые письменные упоминания о небесных телах возникли в древнем Египте и Шумере. Древние различали на небесном своде три типа тел: звёзды, планеты и "хвостатые звёзды". Отличия происходят как раз из наблюдений:

- **Звёзды** сохраняют на протяжении достаточно долгого времени неподвижность относительно других звёзд. Поэтому считалось, что звёзды "закреплены" на небесной сфере. Как нам сейчас известно, из-за вращения Земли каждая звезда "чертит" на небе "круг".



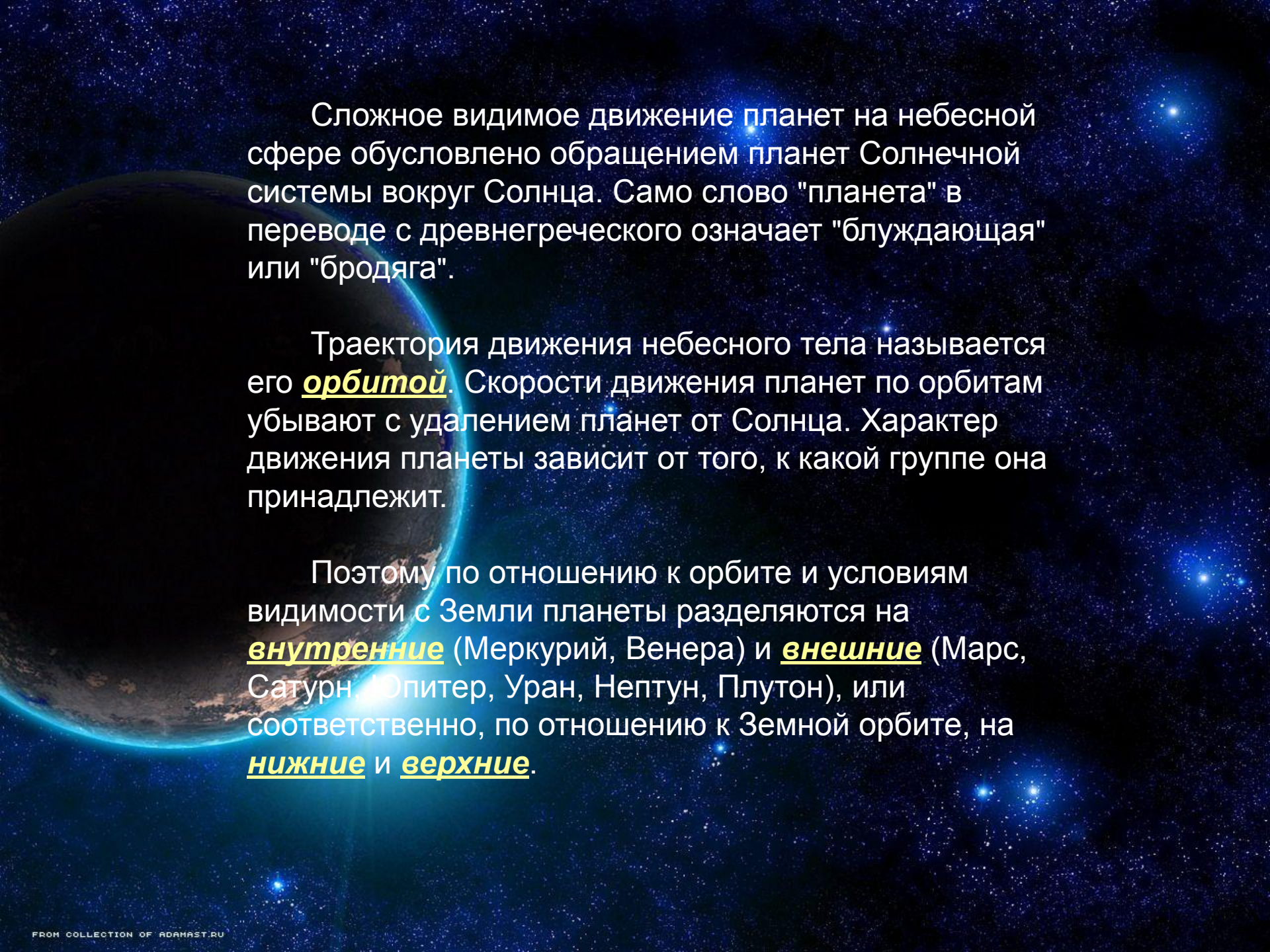
- **Планеты** же, напротив, двигаются по небосводу, и их движение видно невооружённым глазом в течение часа—двух. Ещё в Шумере были найдены и отождествлены 5 планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн. К ним были добавлены Солнце и Луна. Итого: 7 планет.
- **"Хвостатые" звёзды** — кометы. Появлялись нечасто, символизировали беды.



После признания революционной гелиоцентрической системы мира Коперника, после того как Кеплер сформулировал три закона движения небесных тел и разрушил многовековые наивные представления о простом круговом движении планет вокруг Земли, доказал расчетами и наблюдениями, что орбиты движения небесных тел могут быть только эллиптическими, стало наконец ясно, что видимое движение планет складывается из:



- перемещения наблюдателя по поверхности Земли
- вращения Земли вокруг Солнца
- собственных движений небесных тел



Сложное видимое движение планет на небесной сфере обусловлено обращением планет Солнечной системы вокруг Солнца. Само слово "планета" в переводе с древнегреческого означает "блуждающая" или "бродяга".

Траектория движения небесного тела называется его орбитой. Скорости движения планет по орбитам убывают с удалением планет от Солнца. Характер движения планеты зависит от того, к какой группе она принадлежит.

Поэтому по отношению к орбите и условиям видимости с Земли планеты разделяются на внутренние (Меркурий, Венера) и внешние (Марс, Сатурн, Юпитер, Уран, Нептун, Плутон), или соответственно, по отношению к Земной орбите, на нижние и верхние.

Внешние планеты всегда повернуты к Земле стороной, освещаемой Солнцем. Внутренние планеты меняют свои фазы подобно Луне. Наибольшее угловое удаление планеты от Солнца называется элонгацией. Наибольшая элонгация у Меркурия -  $28^\circ$ , у Венеры -  $48^\circ$ . При восточной элонгации внутренняя планета видна на западе, в лучах вечерней зари, вскоре после захода Солнца.

При западной элонгации внутренняя планета видна на востоке, в лучах утренней зари, незадолго до восхода Солнца. Внешние же планеты могут находиться на любом угловом расстоянии от Солнца.



Вечерняя (восточная)  
элонгация Меркурия



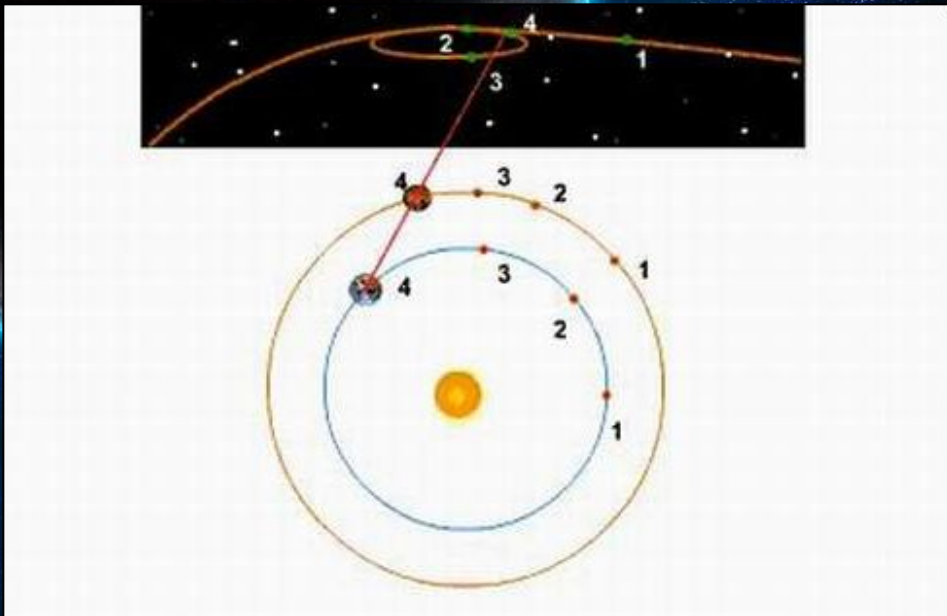
### Фазовым углом планеты

называют угол между лучом света, падающим от Солнца на планету, и лучом, отразившимся от нее в сторону наблюдателя. Фазовые углы Меркурия и Венеры изменяются в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ , поэтому Меркурий и Венера сменяют фазы так же, как и Луна. Около нижнего соединения обе планеты имеют наибольшие угловые размеры, но выглядят, как узкие серпы. При фазовом угле  $\psi = 90^\circ$ , освещается половина диска планет, фаза  $\phi = 0,5$ . В верхнем соединении нижние планеты освещены полностью, но плохо видны с Земли, так как находятся за Солнцем.



Поскольку при наблюдениях с Земли на движение планет вокруг Солнца накладывается еще и движение Земли по своей орбите, планеты перемещаются по небосводу то с востока на запад (прямое движение), то с запада на восток (попятное движение).

Моменты смены направления называются стояниями. Если нанести этот путь на карту, получится петля. Размеры петли тем меньше, чем больше расстояние между планетой и Землей. Планеты описывают петли, а не просто движутся туда-сюда по одной линии исключительно из-за того, что плоскости их орбит не совпадают с плоскостью эклиптики.



Такой сложный петлеобразный характер был впервые замечен и описан на примере видимого движения Венеры

Известен факт, что движение определенных планет можно наблюдать с Земли в строго определенное время года, это связано с их положением с течением времени на звездном небе.

Характерные взаимные расположения планет относительно Солнца и Земли называются **конфигурациями планет**. Конфигурации внутренних и внешних планет различны: у нижних планет это соединения и элонгации (наибольшее угловое отклонение орбиты планеты от орбиты Солнца), у верхних планет это квадратуры, соединения и противостояния.



Конфигурации при которых внутренняя планета, Земля и Солнце выстраиваются по одной линии, называются соединениями.



Если  $T$  – Земля,  $P_1$  – внутренняя планета,  $S$  – Солнце, небесное соединение называется нижним соединением. В «идеальном» нижнем соединении происходит прохождение Меркурия или Венеры по диску Солнца.

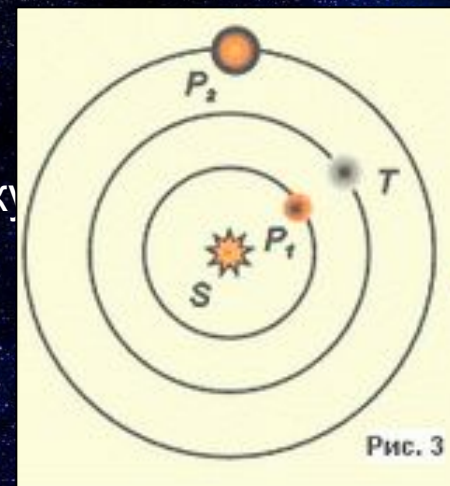


Рис. 3

Если  $T$  – Земля,  $S$  – Солнце,  $P_1$  – Меркурий или Венера, явление называется верхним соединением. В «идеальном» случае происходит покрытие Солнцем планеты, которое, конечно, не может наблюдаться из-за несравнимой разницы в блеске светил.

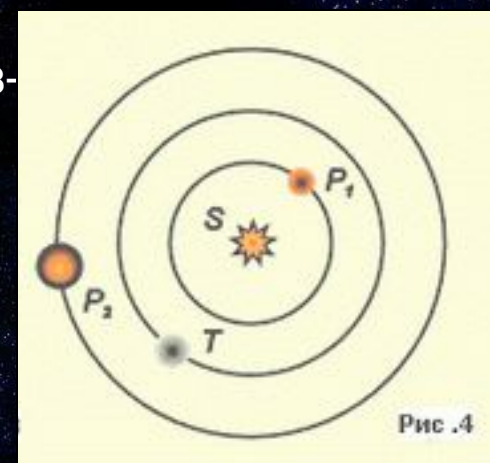
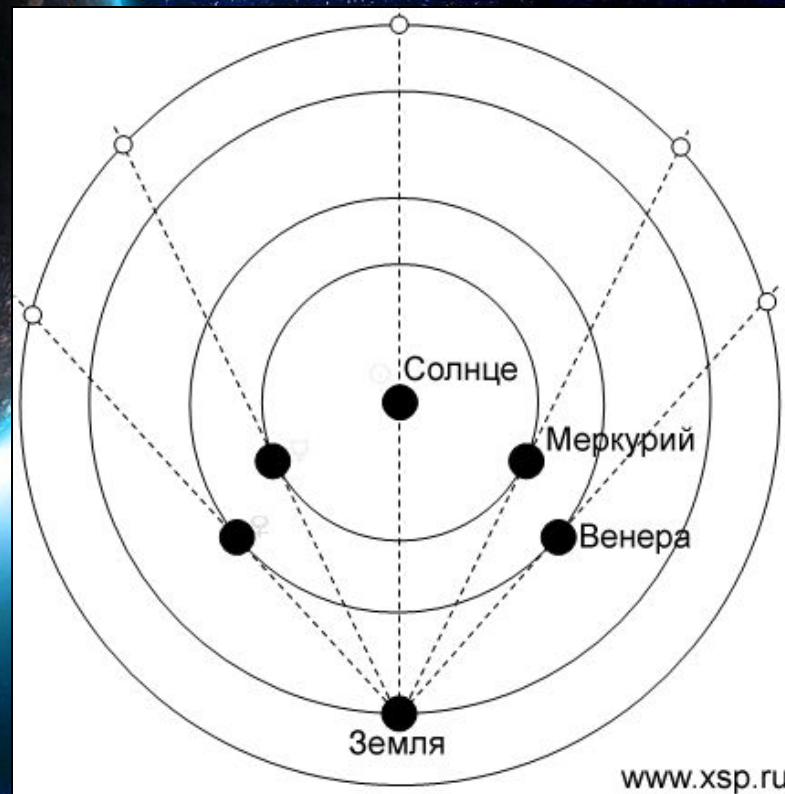


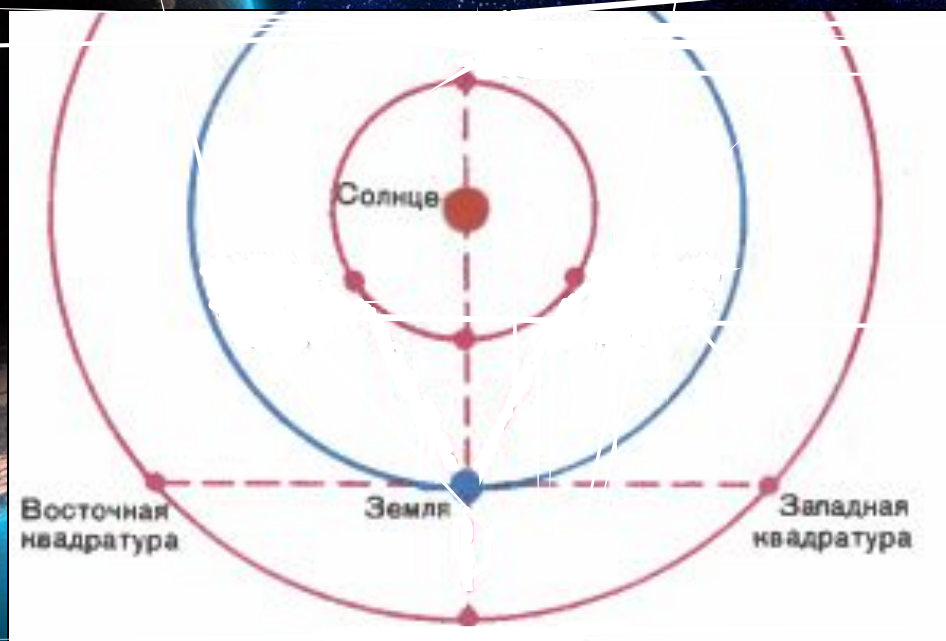
Рис. 4

Для системы Земля – Луна – Солнце в нижнем соединении происходит новолуние, а в верхнем – полнолуние.

В своём движении по небесной сфере Меркурий и Венера никогда не уходят далеко от Солнца (Меркурий — не дальше  $18^\circ$  —  $28^\circ$ ; Венера — не дальше  $45^\circ$  —  $48^\circ$ ) и могут находиться либо к востоку, либо к западу от него. Момент наибольшего углового удаления планеты к востоку от Солнца называется восточной или вечерней элонгацией; к западу — западной или утренней элонгацией.



Конфигурация, в которой Земля, Солнце и планета (Луна) образуют в пространстве треугольник, называется **квадратурой**: восточной при расположении планеты на  $90^\circ$  к востоку от солнца и западной при расположении планеты в  $90^\circ$  к западу от Солнца.



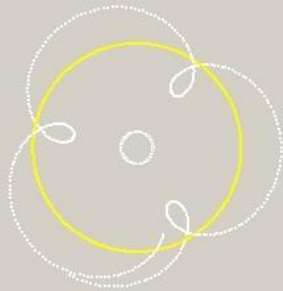
Введем понятия конкретных физических величин, характеризующих движение планет и позволяющих произвести некоторые расчеты:

- **Сидерическим (звездным) периодом обращения планеты** называется промежуток времени  $T$ , за который планета совершает один полный оборот вокруг Солнца по отношению к звездам.

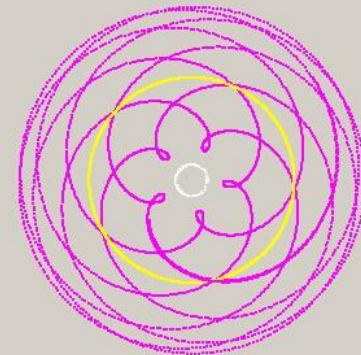


- **Синодическим периодом обращения планеты** называется промежуток времени  $S$  между двумя последовательными одноименными конфигурациями.

*Так выглядит видимое движение  
Меркурия и Венеры*



**луна ,солнце и  
меркурий**



**венера**

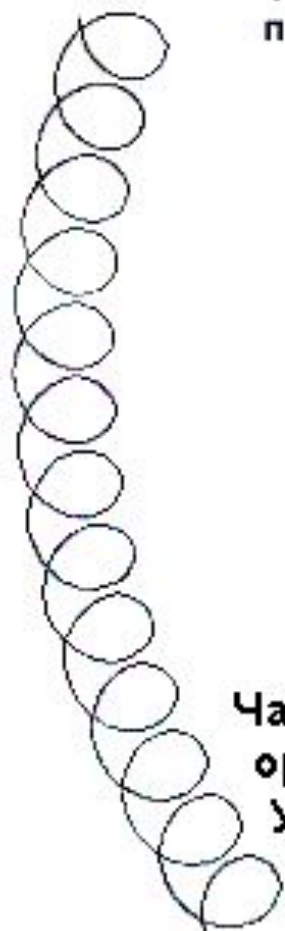


Видимое движение Марса  
среди звёзд  
с июня по декабрь 2003 года,  
в период великого противостояния.  
Рядом виден трек Урана.

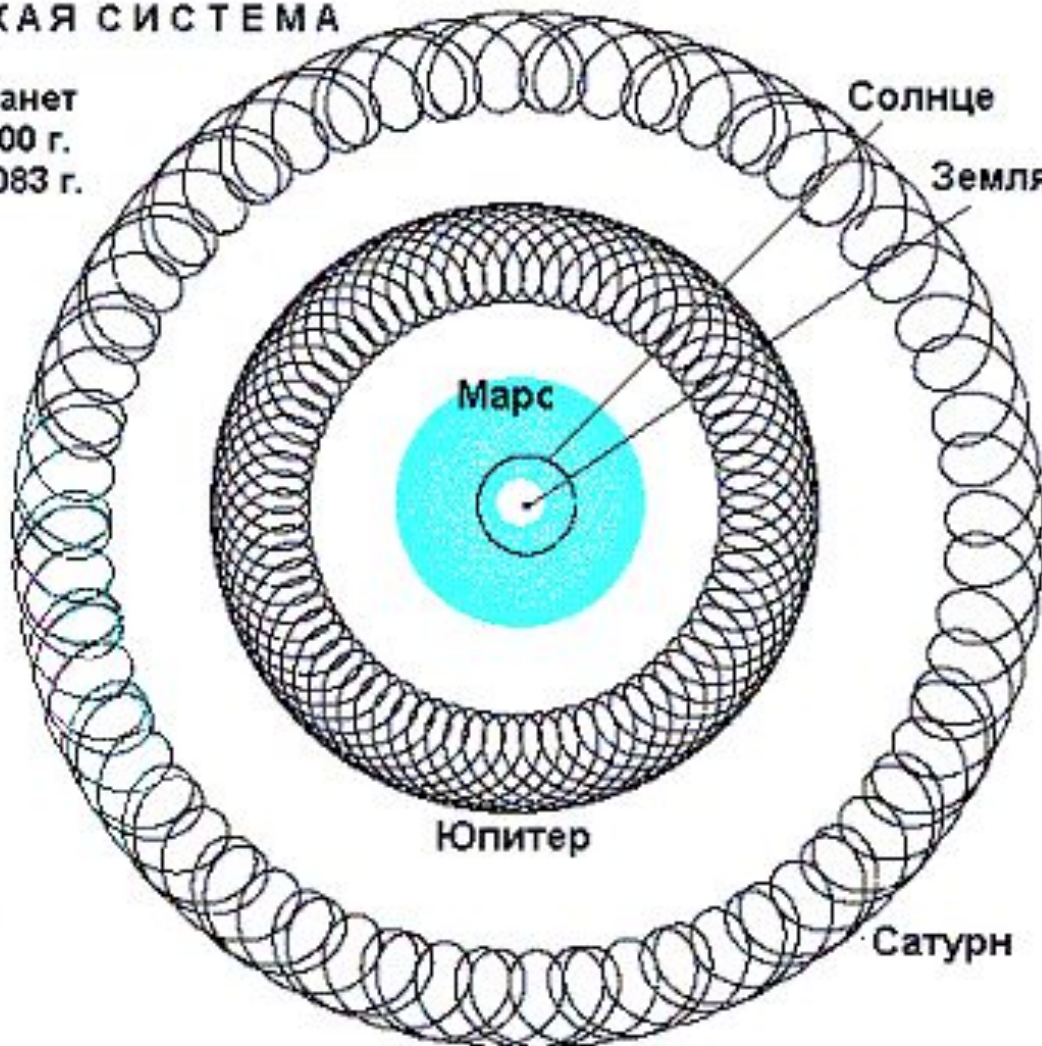


# ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Траектории планет  
с 13.01.2000 г.  
по 6.01. 2083 г.



Часть  
орбиты  
Урана



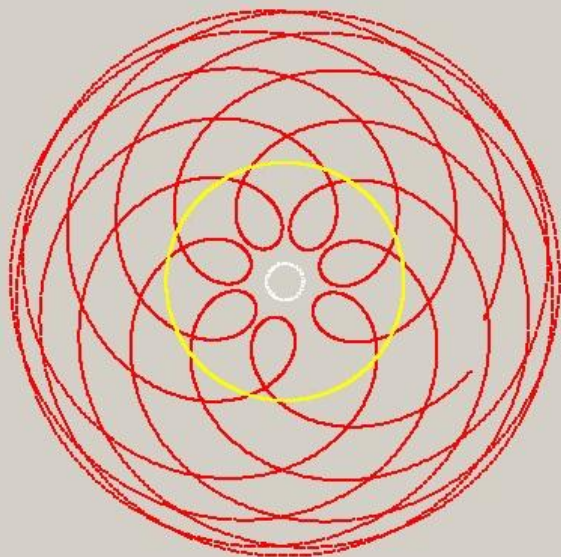
Солнце

Земля

Марс

Юпитер

Сатурн



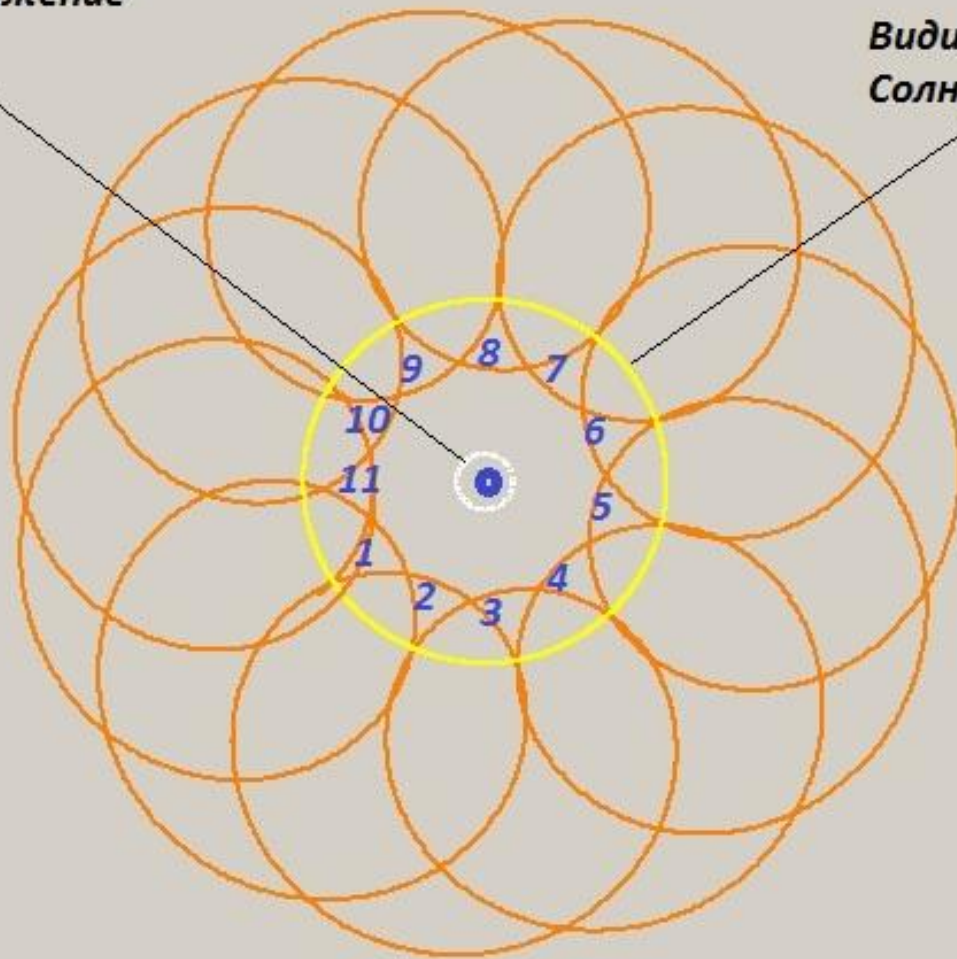
марс



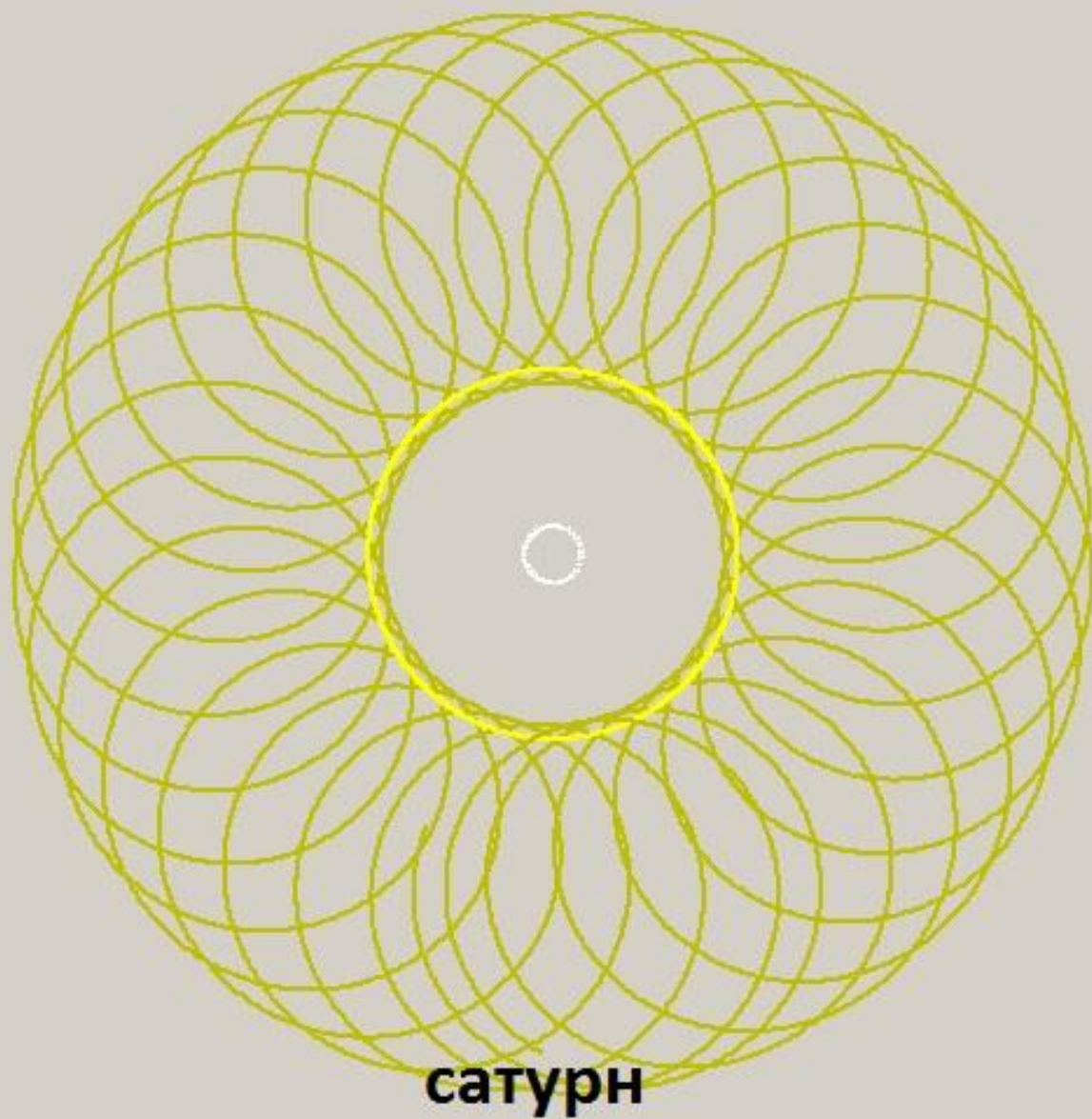
[www.i-panin.ru](http://www.i-panin.ru)

*Видимое движение  
Луны*

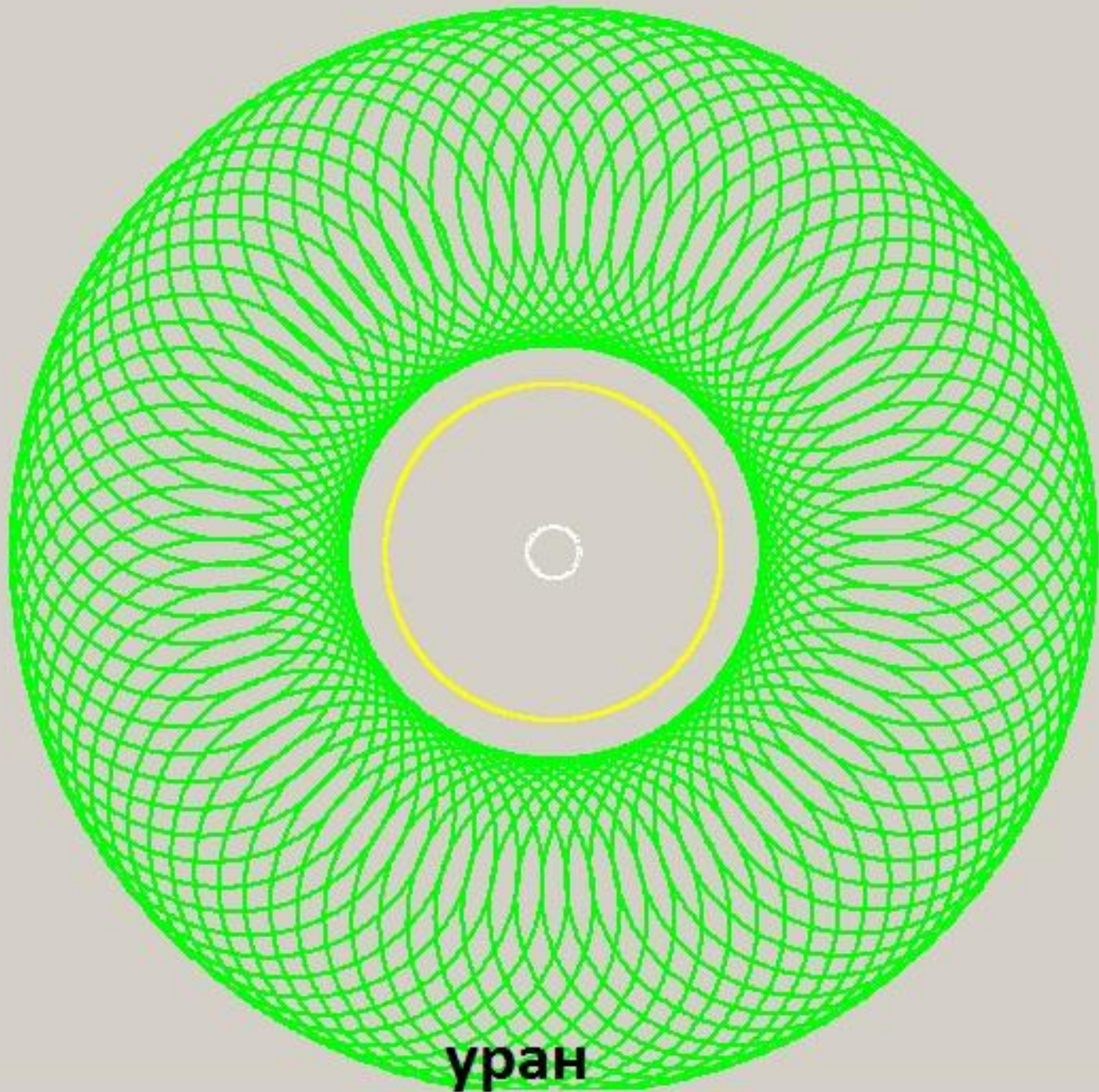
*Видимое движение  
Солнца*



**Юпитер**

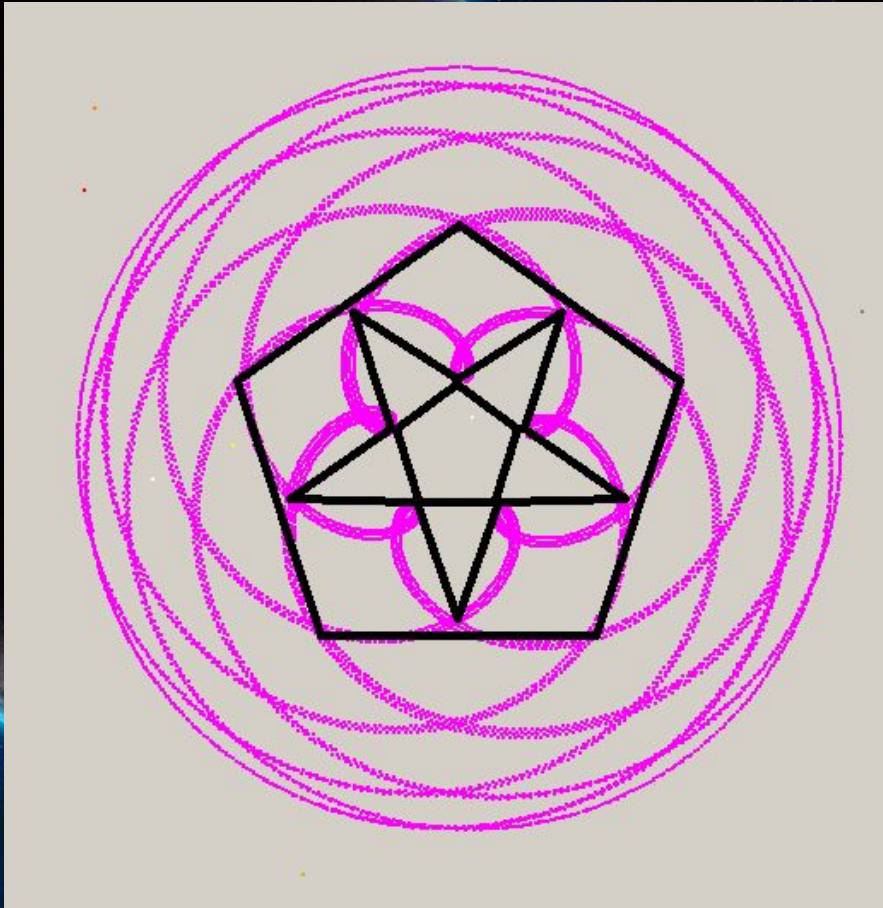


сатурн



уран

Венере чтоб занять своё первоначальное положение нужно сделать оборотов- 5 орбит. Движение Венеры относительно Земли. Круг внутри пятигранника это эклиптика Солнца, звезда и пятиугольник получаются при взаимном вращении Земли и Венеры относительно друг друга. График движения Венеры относительно Земли.



Тоже видимое движение Венеры, только у неё 5 лепестков, 5 орбит, 5 лучей, другие планеты подобного не нарисуют, подобный рисунок получается из за взаимного движения Солнца - Земли и Венеры. Из за разного расстояния и скорости движения, а так же из за местоположения планеты относительно Земли