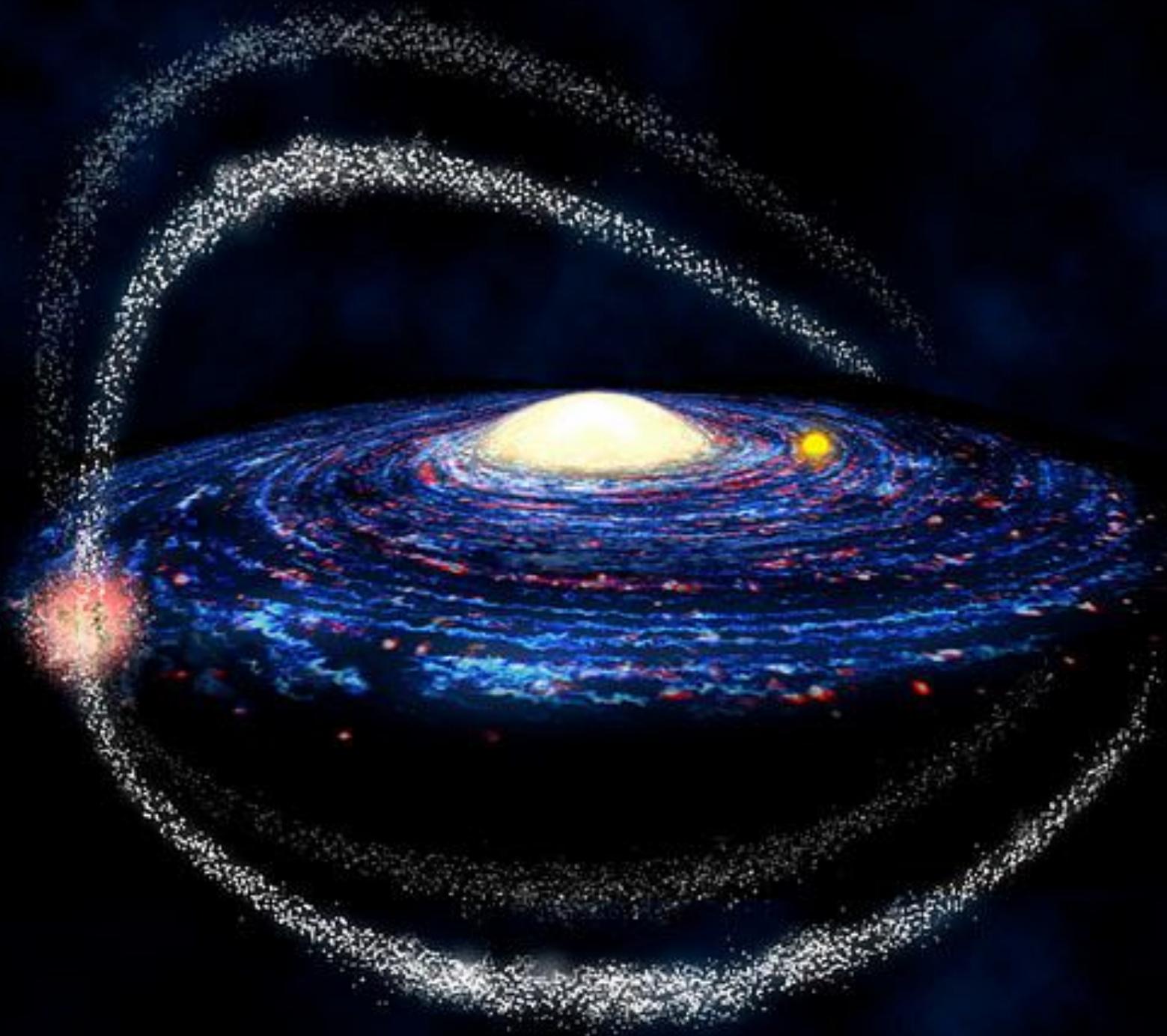


СКОЛЬКО ДЛИТСЯ
ГАЛАКТИЧЕСКИЙ ГОД
И С ЧЕМ ЭТО
СРАВНИТЬ?

<https://kipmu.ru/skolko-dlitsya-galakticheskij-god-i-s-chem-eto-sravnit/>



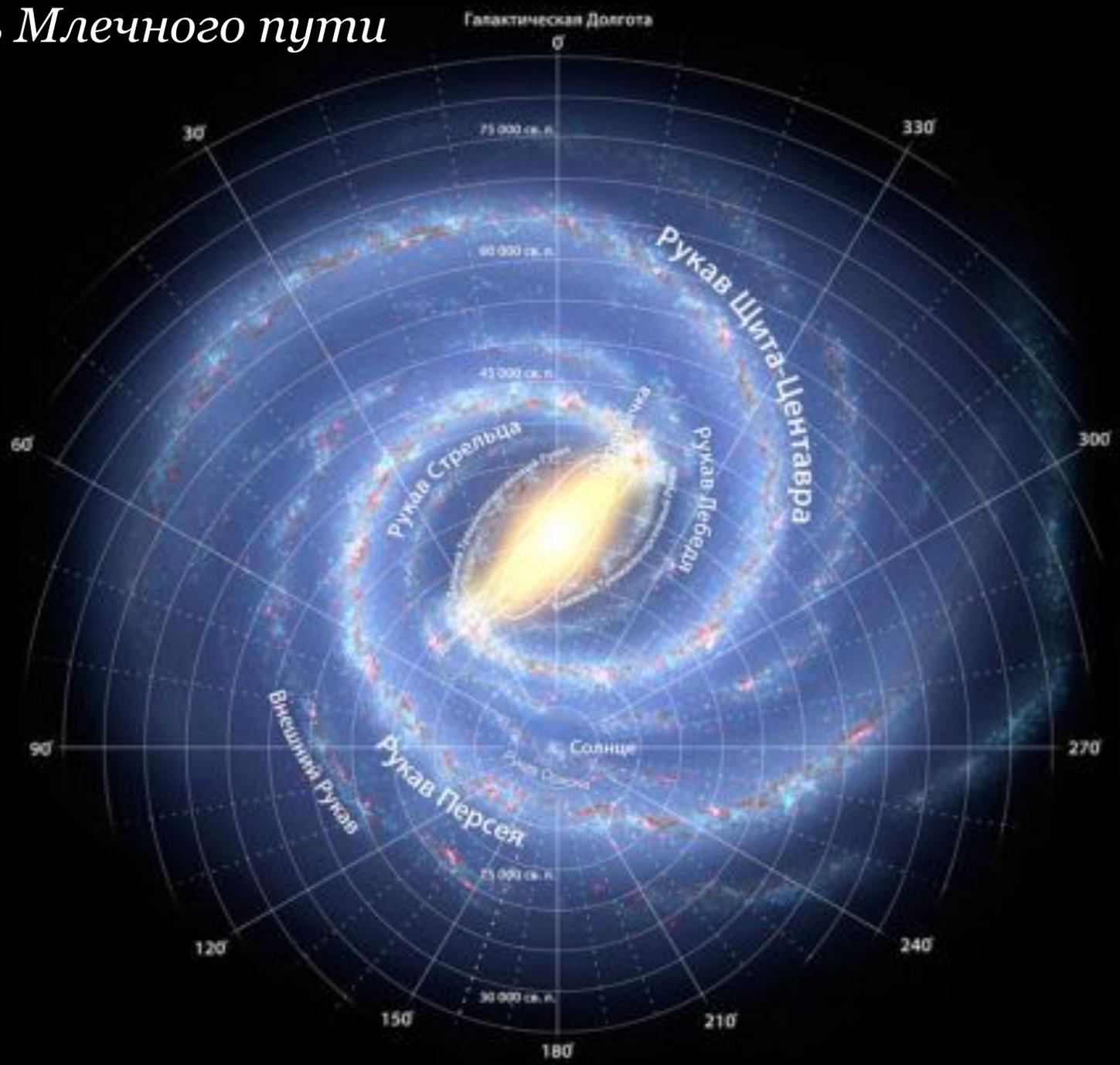
В астрономии используется множество понятий и величин, значение которых трудно осознать человеку, далекому от этой сферы. Мы привыкли к общепринятой системе летоисчисления, но сотни наших лет – это лишь мгновение в масштабе космического пространства. Что такое галактический год и сколько он длится по земным меркам?



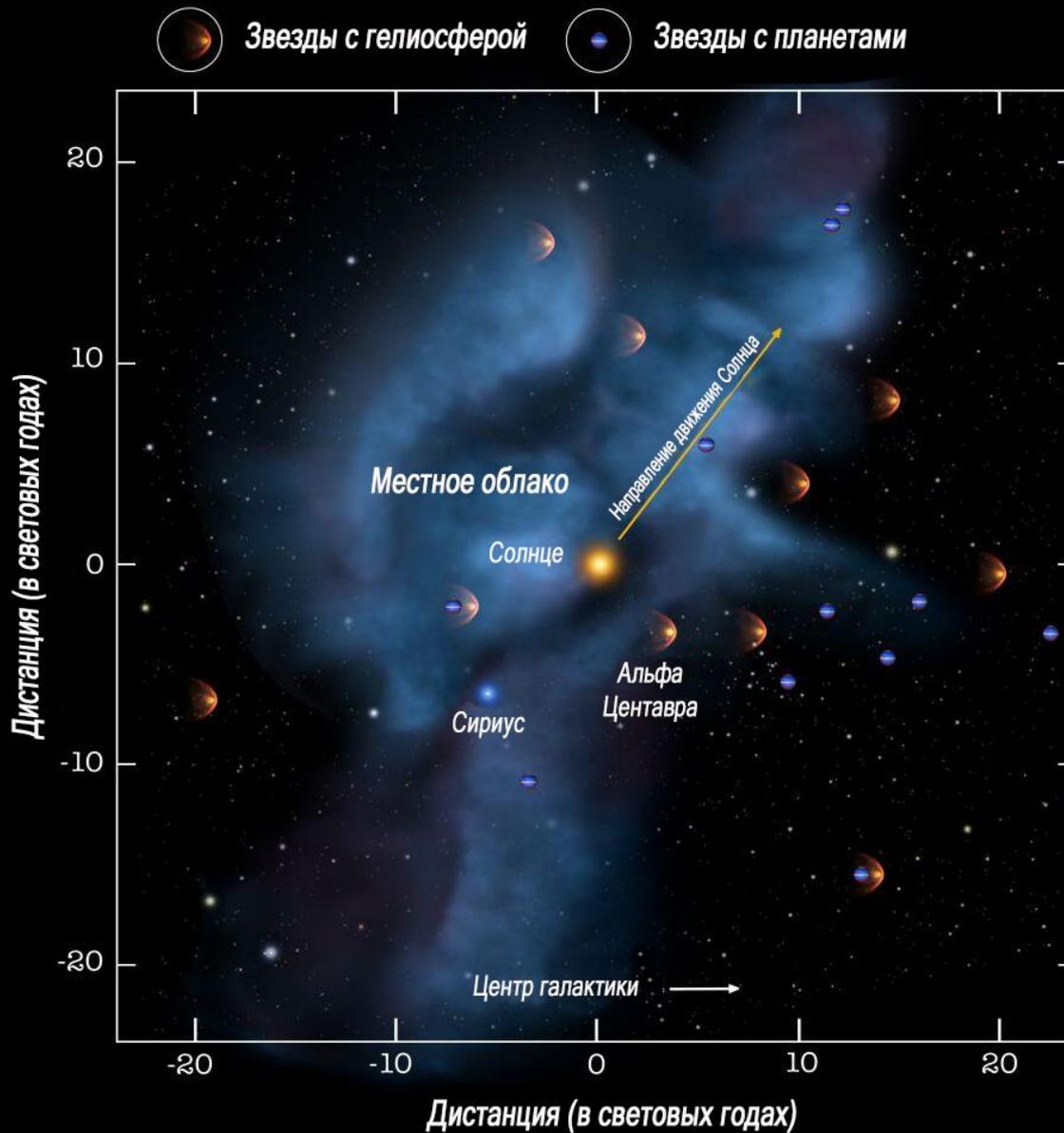
Как движется Солнце в космическом пространстве?

Солнце является одной из многочисленных звезд нашей галактики, но единственной и главной звездой в Солнечной системе. Оно не статичное – постоянно находится в движении. Одним из видов перемещения Солнца является его вращение вокруг галактического центра.

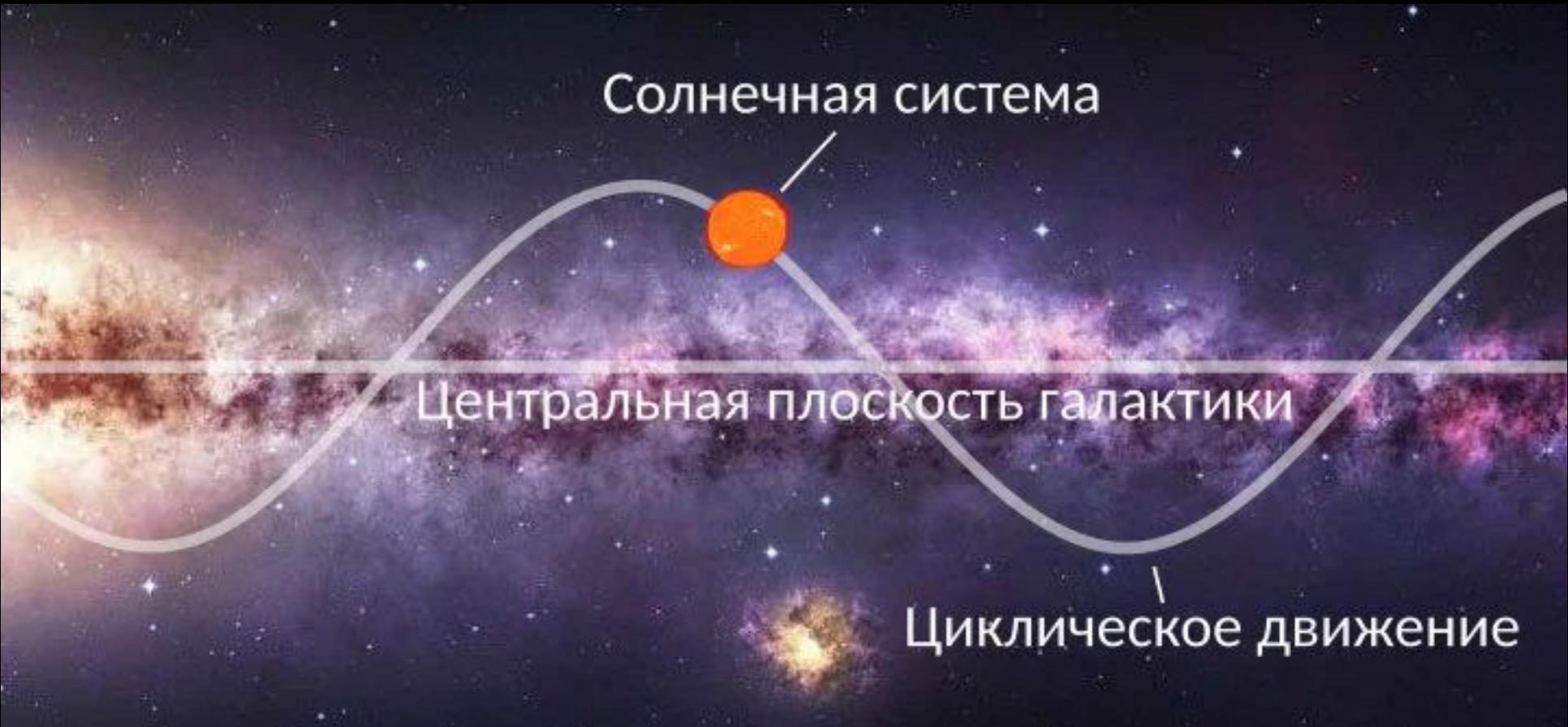
Модель Млечного пути



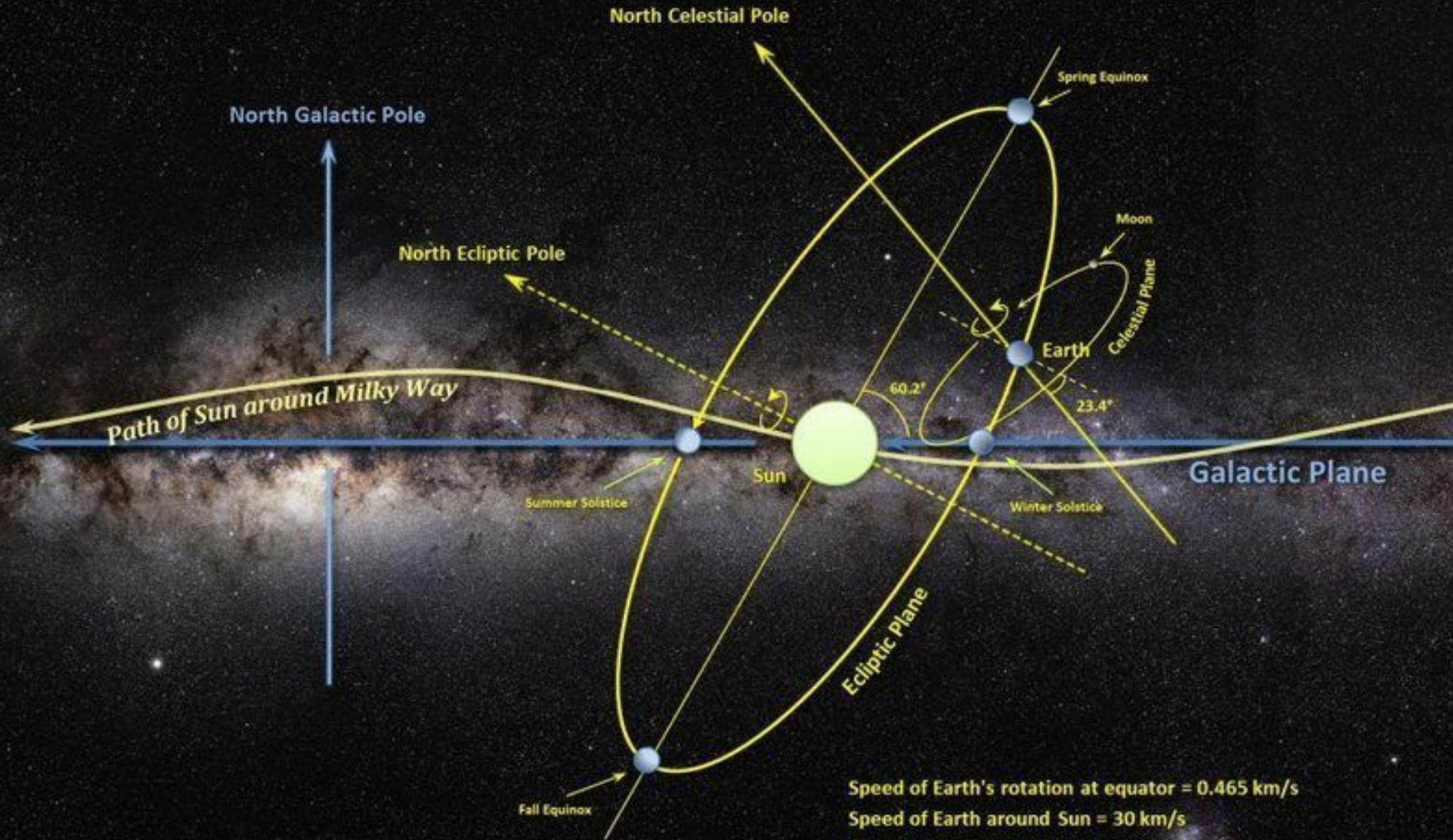
Ближайшие окрестности Солнца



Вращение Солнечной системы вокруг Центра галактики



MOTION OF EARTH AND SUN AROUND THE MILKY WAY



Speed of Earth's rotation at equator = 0.465 km/s
Speed of Earth around Sun = 30 km/s
Speed of Sun around Milky Way = 230 km/s
Sun is approximately 26,000 light years from Galactic Center

Diagram Not to Scale

В галактике Млечный Путь имеется относительно небольшая область радиусом около 1000 парсеков (диаметр всей галактики примерно 30 000 парсеков). Она существенно отличается свойствами от всех остальных частей и является галактическим центром. Здесь безостановочно происходят различные процессы образования звезд. Также в центре располагается ядро, которое однажды положило начало Солнечной системе.

Спиральные
рукава

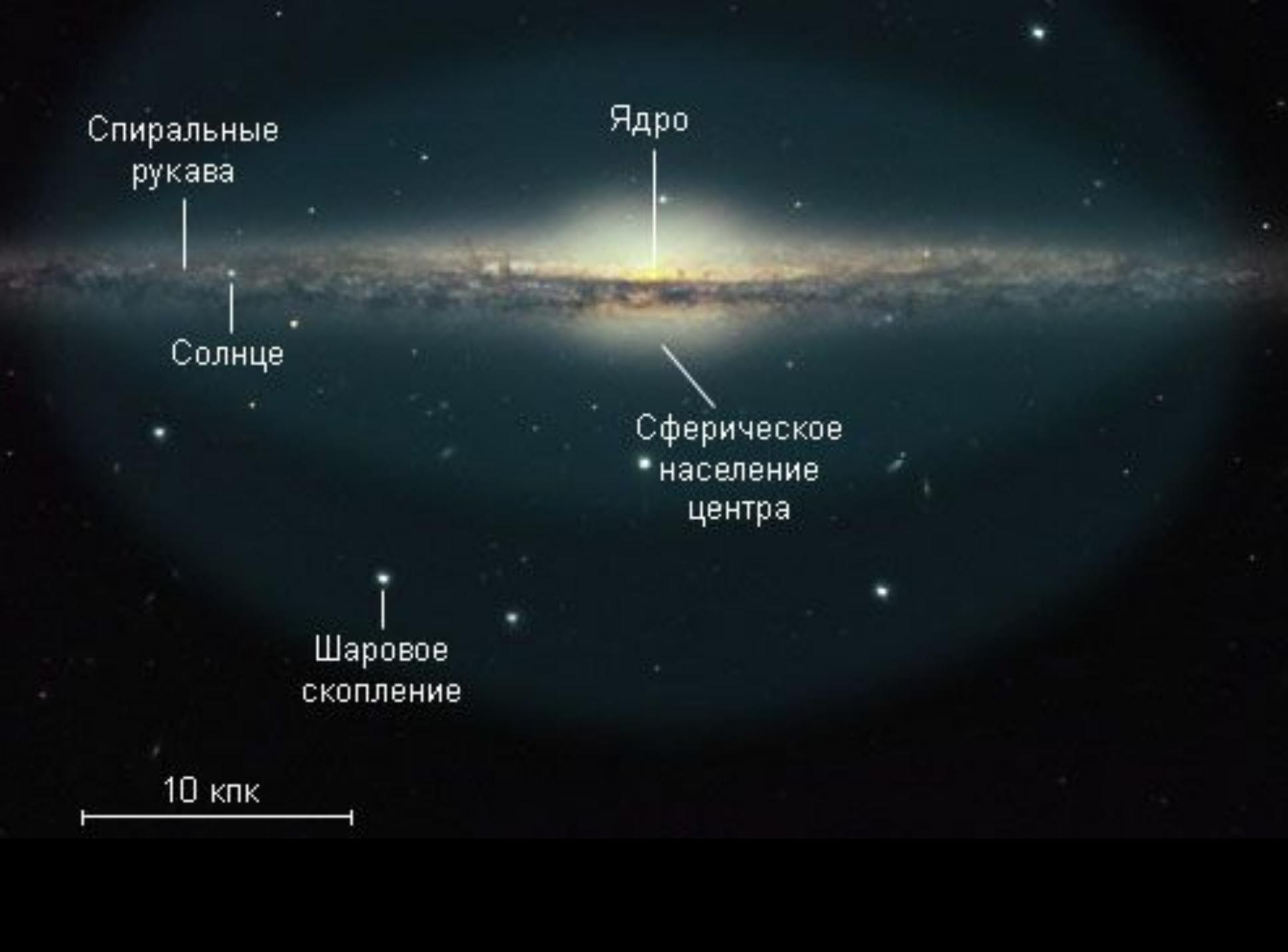
Солнце

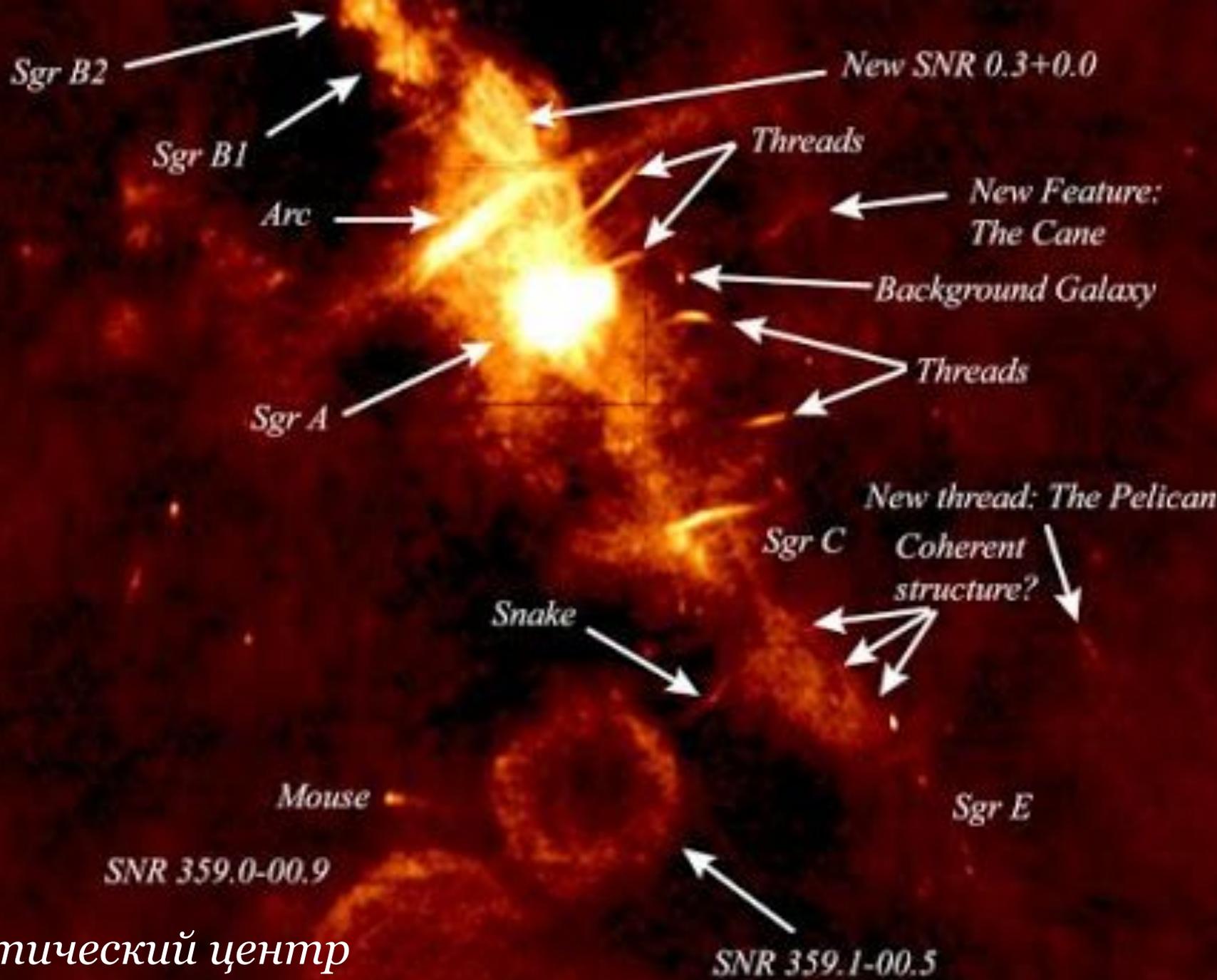
Ядро

Сферическое
население
центра

Шаровое
скопление

10 кпк





Галактический экватор

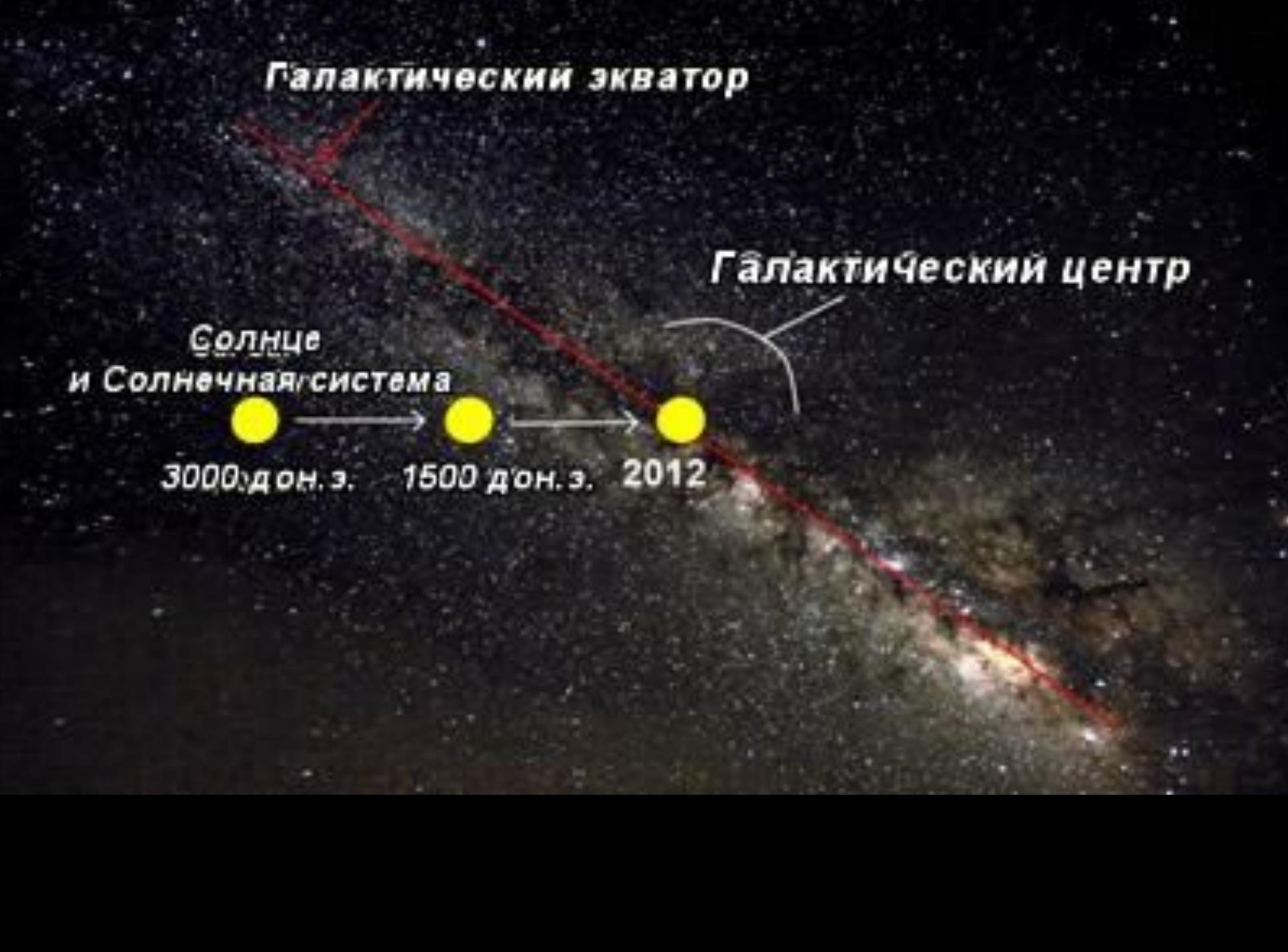
Галактический центр

Солнце
и Солнечная система

3000 до н.э.

1500 до н.э.

2012



Center of the Milky Way Galaxy
Chandra X-ray Observatory
Hubble Space Telescope
Spitzer Space Telescope

Arched
Filaments

Arches
Cluster

X-ray Binary
1E 1743.1-2843

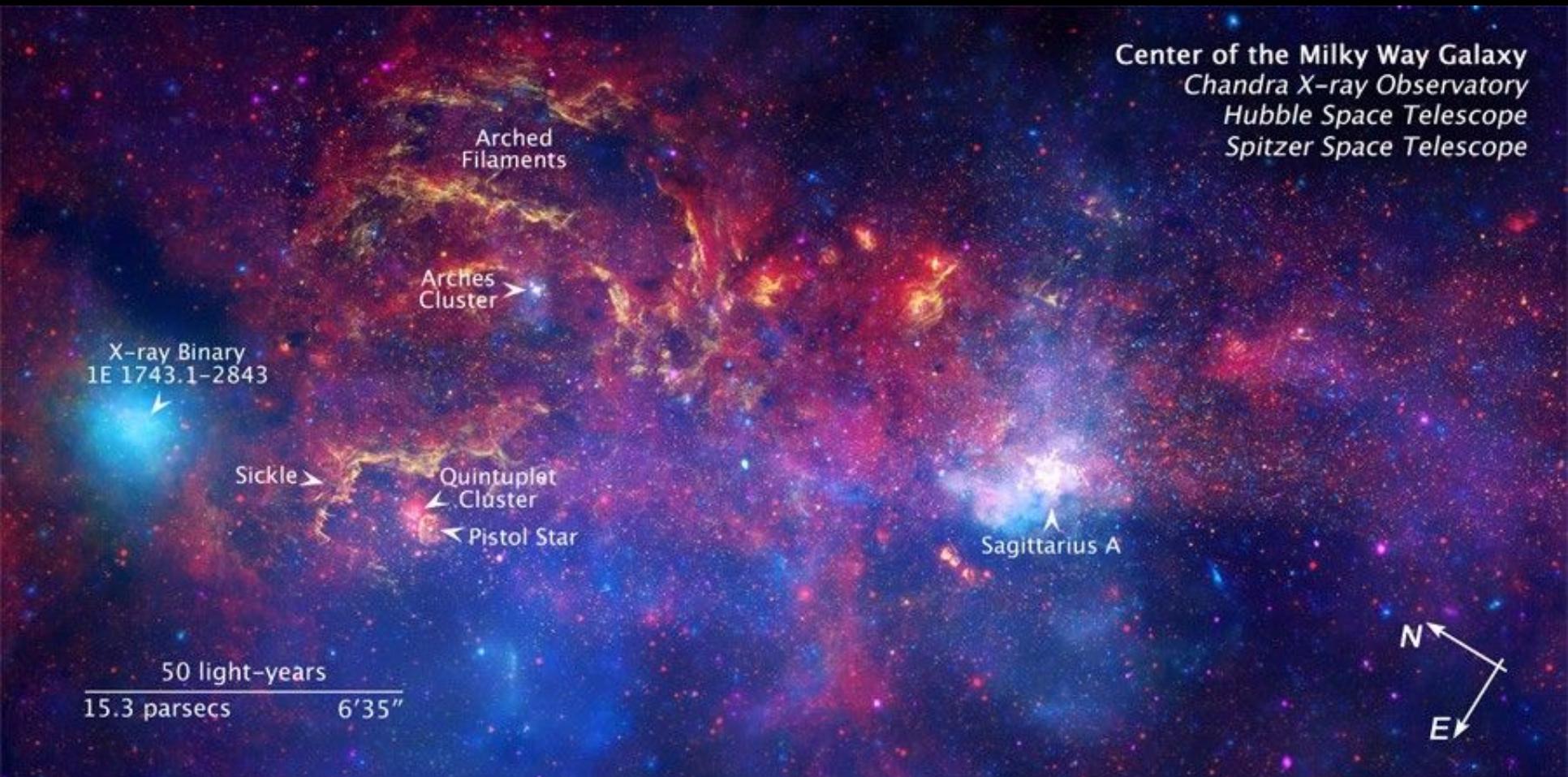
Sickle

Quintuplet
Cluster

Pistol Star

Sagittarius A

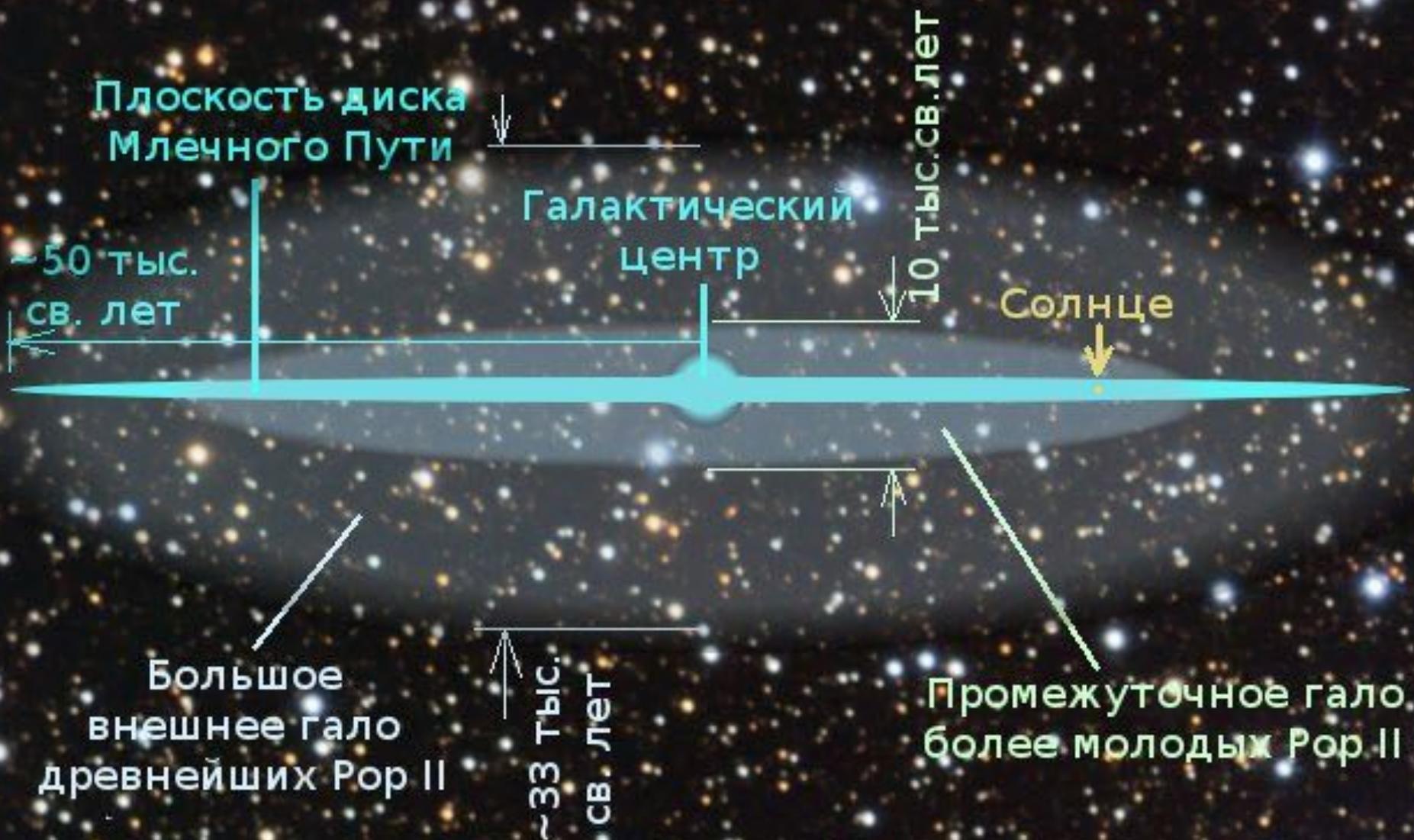
50 light-years
15.3 parsecs 6'35"





Солнце вращается не только вокруг центра галактики, но и вокруг своей оси как, например, и Земля. Однако, в отличие от нашей планеты, звезда состоит полностью из газов, поэтому у нее есть три плоскости вращения. На полюсах этот процесс происходит медленнее (38 земных суток), а на экваторе – быстрее (25,34 суток).

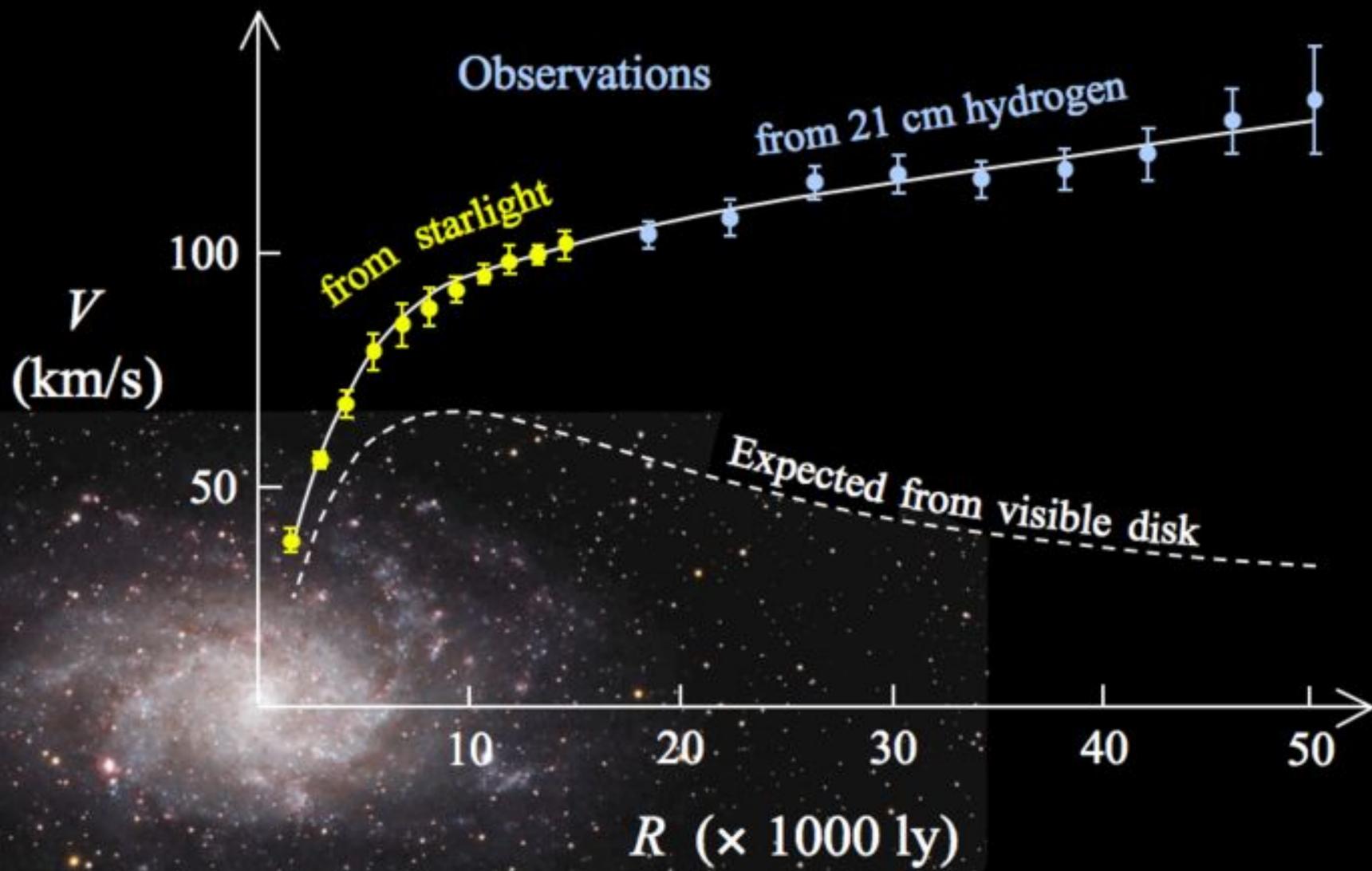




Что такое галактический год?

Солнце, а соответственно и вся Солнечная система вместе с Землей и остальными планетами, находится на расстоянии около 8 000 парсек от галактического центра. Млечный Путь имеет спиральную форму и состоит из нескольких рукавов. Наша система располагается в пределах рукава Ориона.





Орбита, по которой Солнце вращается вокруг центра галактики, имеет практически круглую форму. При этом оно движется со скоростью около 230 км/с.

Один полный оборот Солнце совершает за 225-250 миллионов земных лет. Это и есть галактический год.

Разумеется, данные показатели приблизительные, так как ученые не имеют возможности установить период обращения наверняка. Он зависит от скорости Солнца и расстояния до галактического центра.

Размеры Солнца при наблюдении из окрестностей разных тел Солнечной системы



Расстояние от центра нашей Галактики до Солнечной системы примерно равно 28 000 св. лет. Период обращения Солнечной системы вокруг центра Галактики примерно равен 240 млн лет. Используя второй закон Ньютона и закон всемирного тяготения, оцените массу нашей Галактики.

По закону Всемирного тяготения:

$$F = G \frac{M_{\Gamma} M_{\text{С}}}{R_{\text{оС}}^2}$$

По второму закону Ньютона:

$$M_{\text{С}} a = G \frac{M_{\Gamma} M_{\text{С}}}{R_{\text{оС}}^2}$$

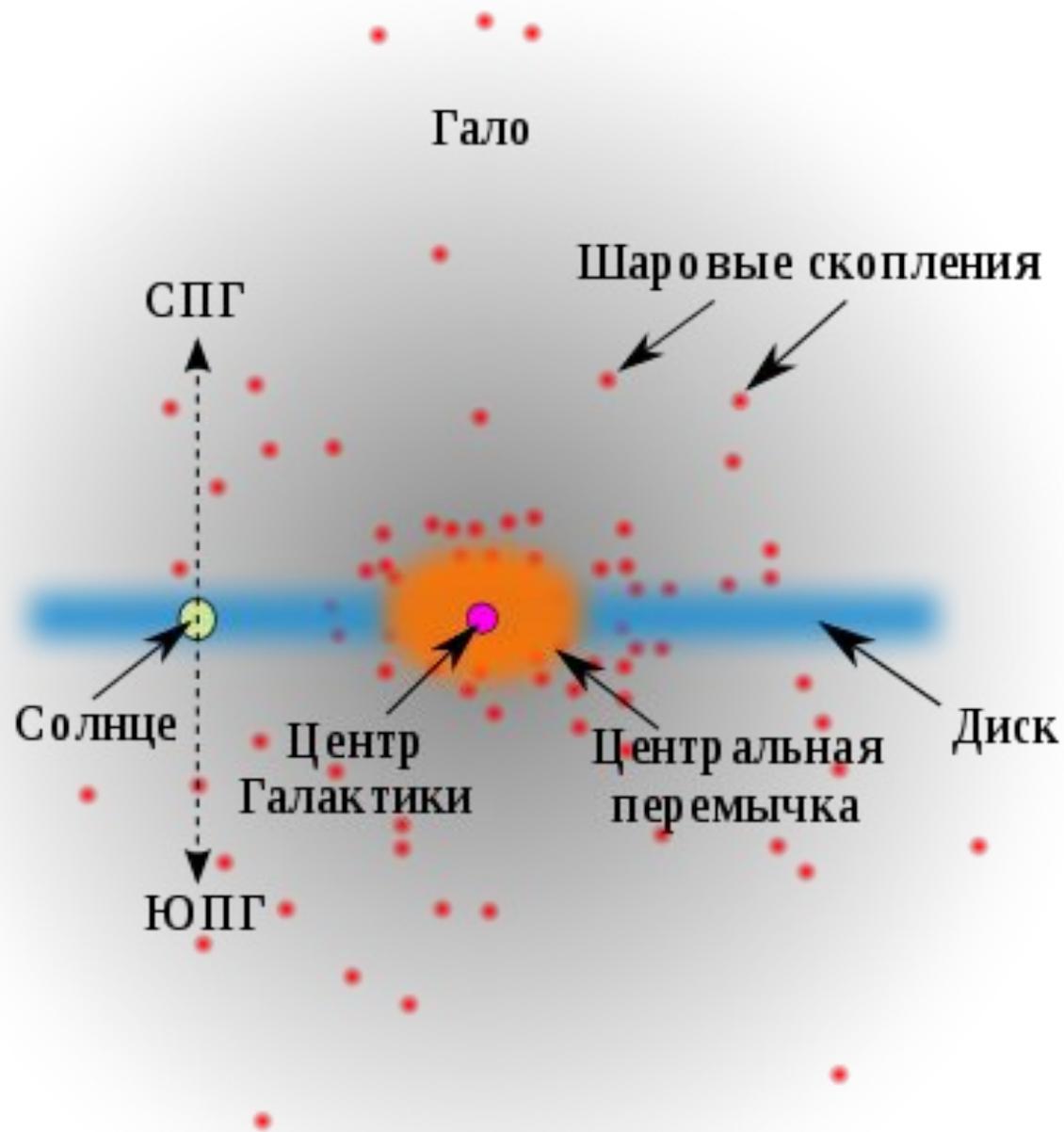
Центростремительное ускорение:

$$a = \frac{4\pi^2 R_{\text{оС}}}{T^2}$$

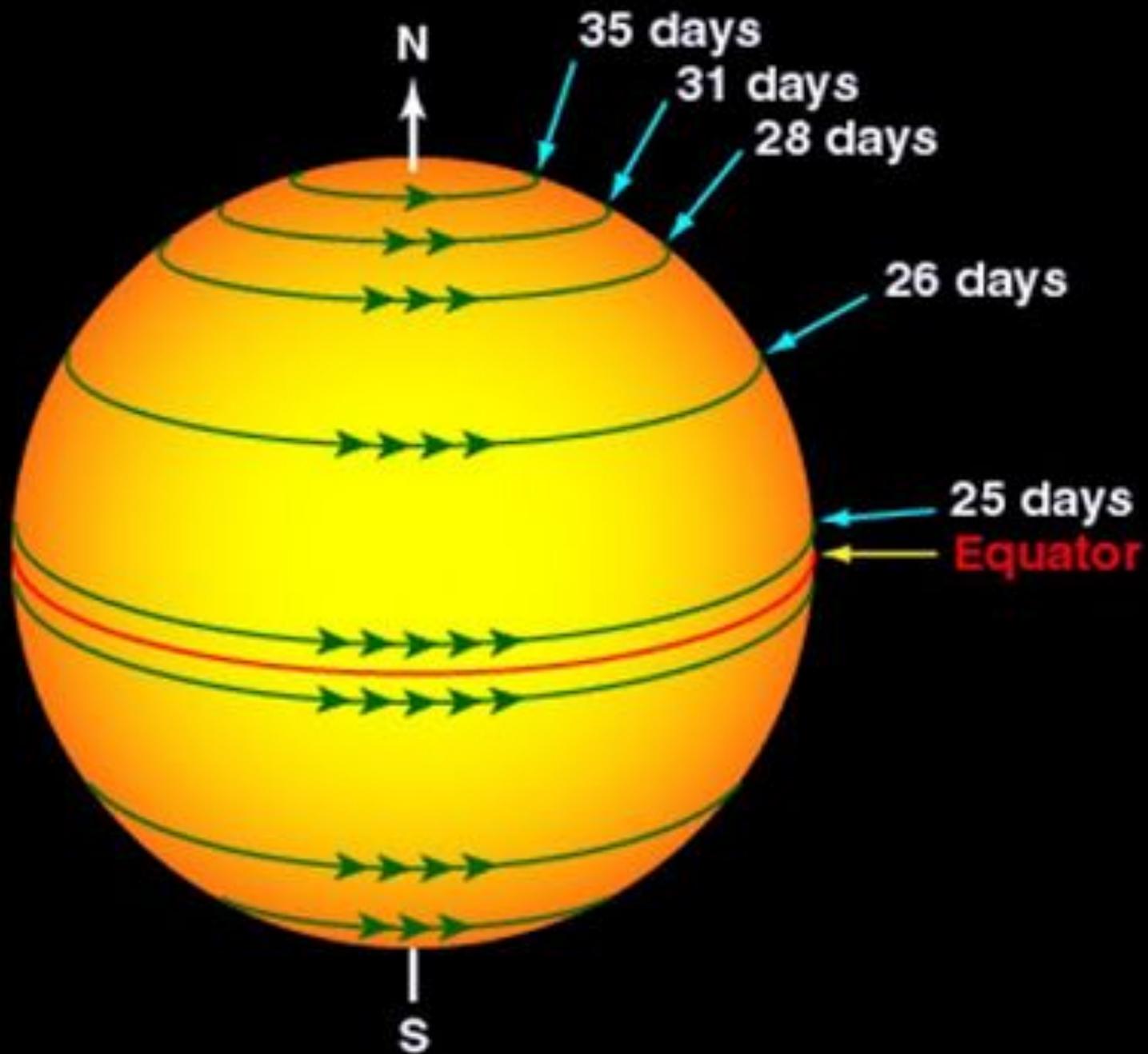
Получим:

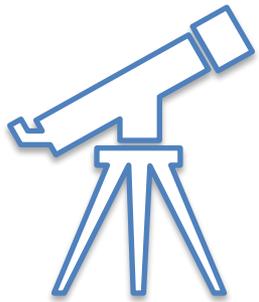
$$\frac{4\pi^2 R_{\text{оС}} M_{\text{С}}}{T^2} = G \frac{M_{\Gamma} M_{\text{С}}}{R_{\text{оС}}^2}$$

$$M_{\Gamma} = \frac{4\pi^2 R_{\text{оС}}^3}{GT^2} = \frac{4 * 3,14^2 * (28000 * 9,46 * 10^{15})^3}{6,67 * 10^{-11} * (240 * 10^6 * 365 * 24 * 3600)^2} = 2 * 10^{41} \text{ кг}$$

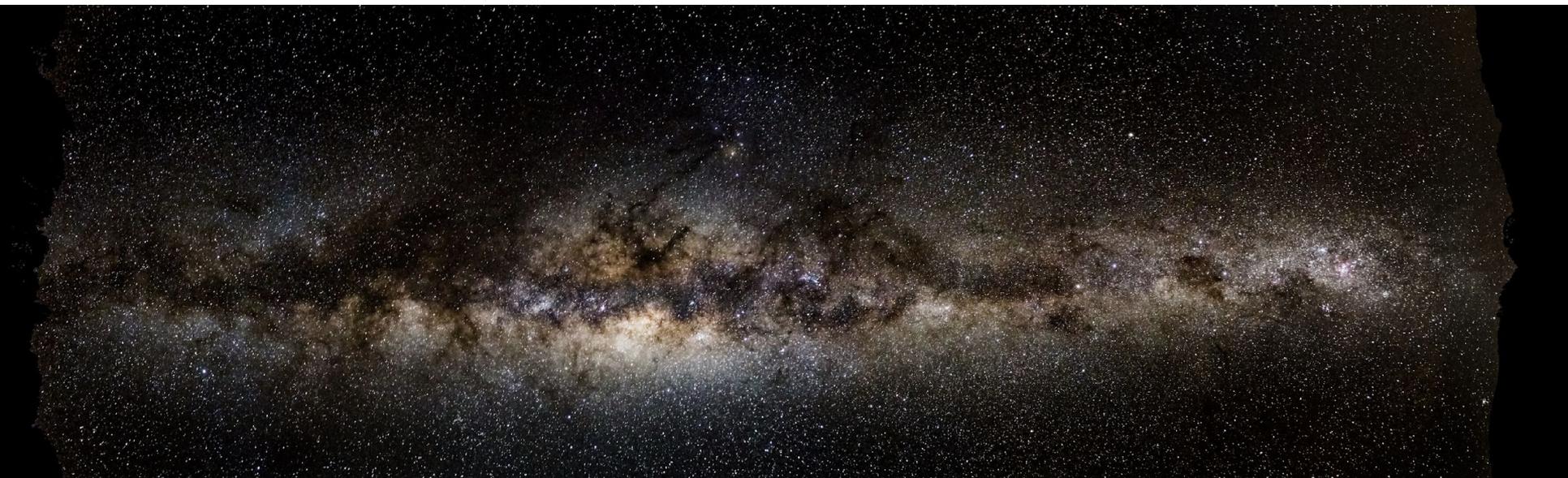


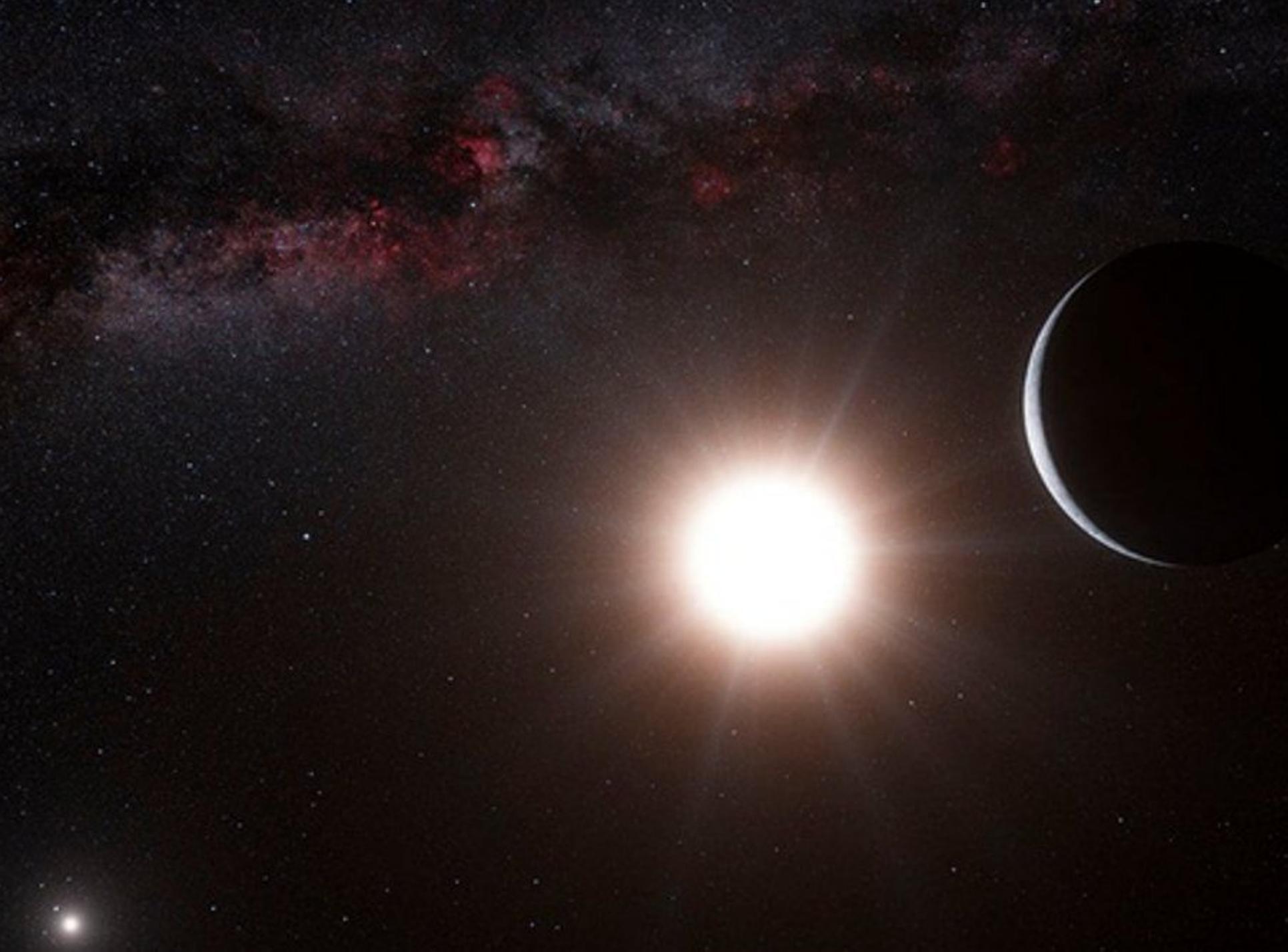
Период обращения звезды ученые вывели при помощи законов физики и математики. Длительное время они наблюдали за звездным небом, замечали, как постепенно меняется положение небесных тел. На основе этих данных определили скорость Солнца и его орбиту.





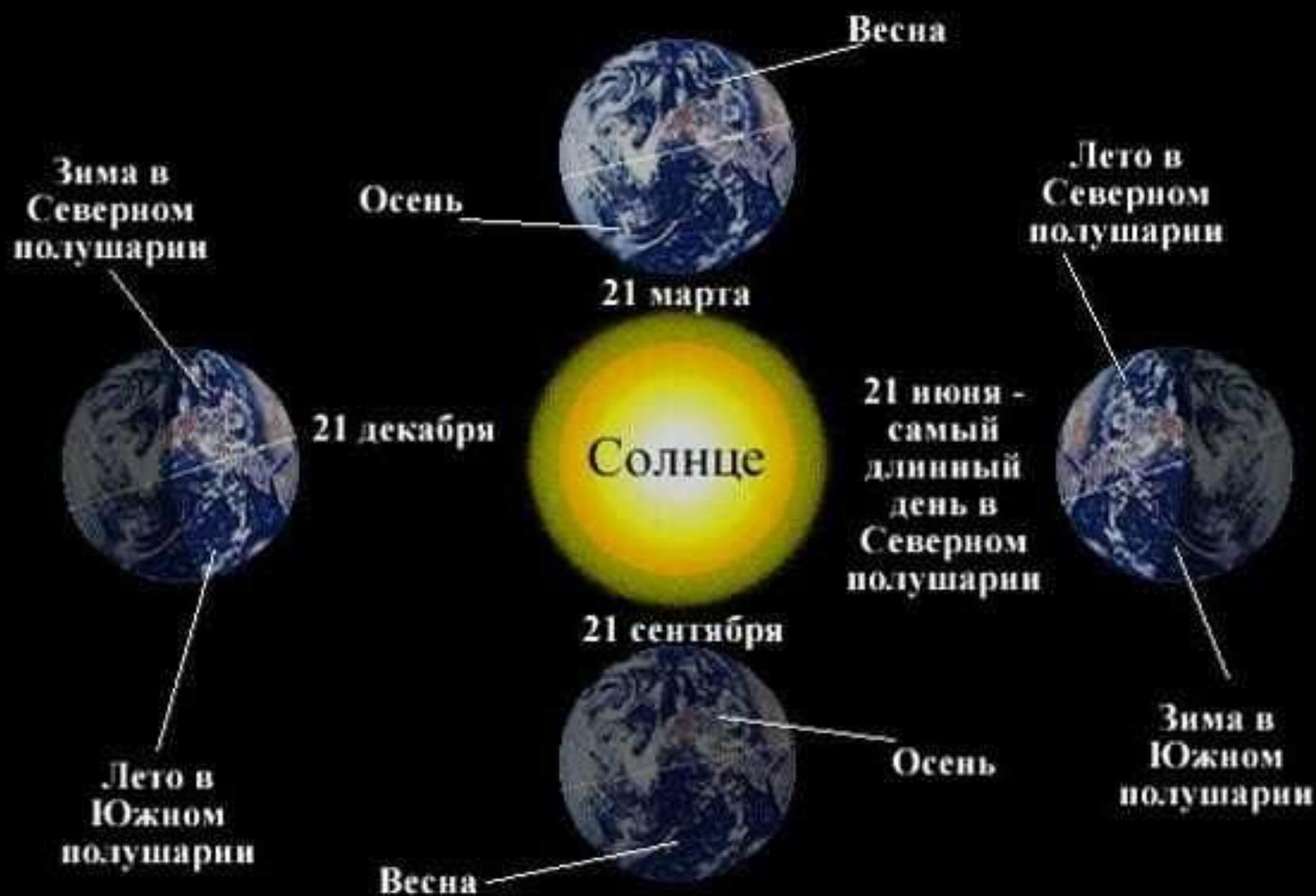
В галактике Млечный Путь, по оценкам ученых, содержится от 200 до 400 миллиардов звезд.







Галактический год можно сравнить с годом на Земле и других планетах Солнечной системы. Например, мы привыкли, что год длится 365 дней – в течение этого времени Земля совершает один полный оборот вокруг Солнца и в соответствии с этим меняются времена года.



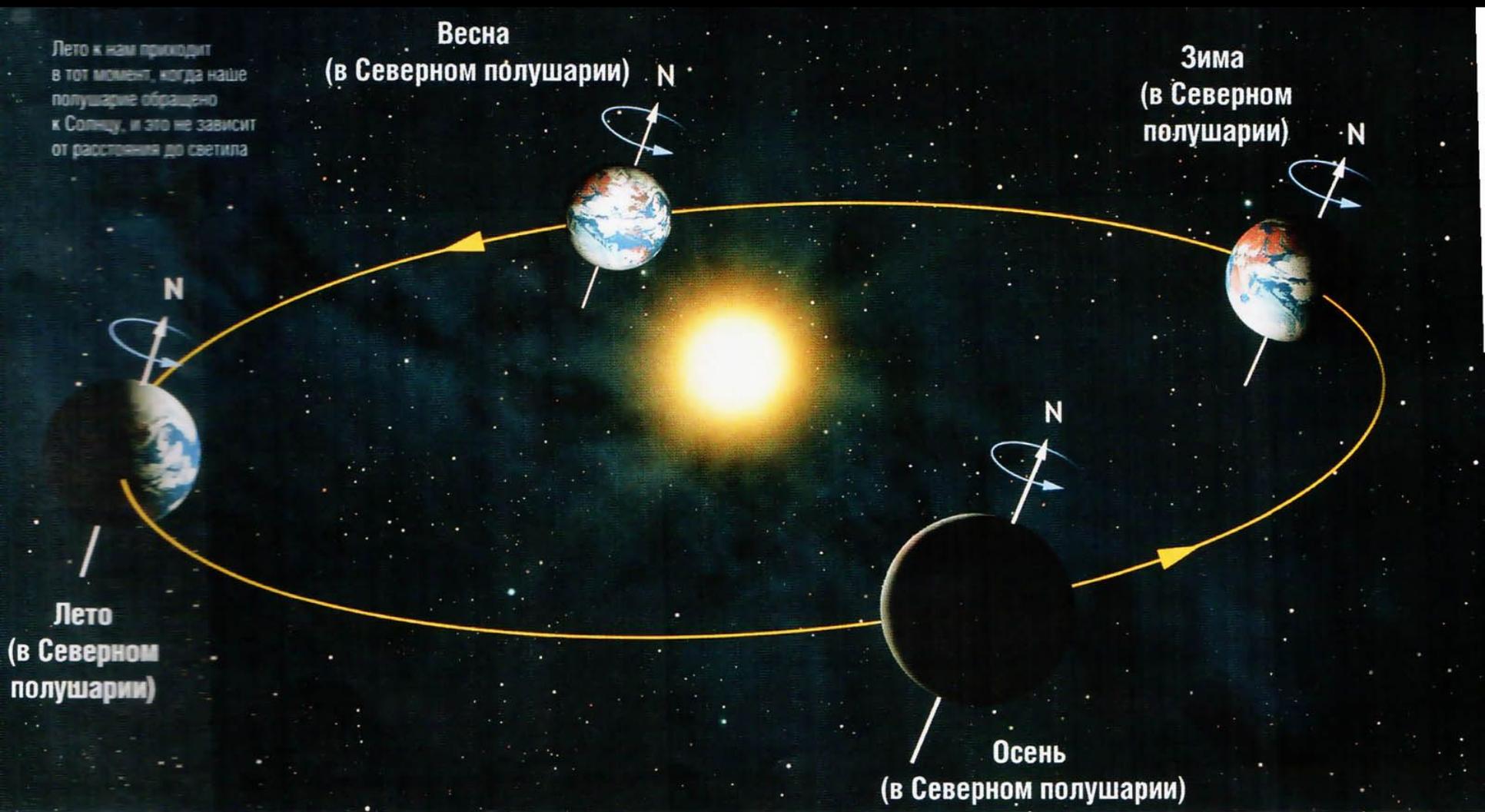
Лето к нам приходит
в тот момент, когда наше
полушарие обращено
к Солнцу, и это не зависит
от расстояния до светила

Весна
(в Северном полушарии) N

Зима
(в Северном полушарии) N

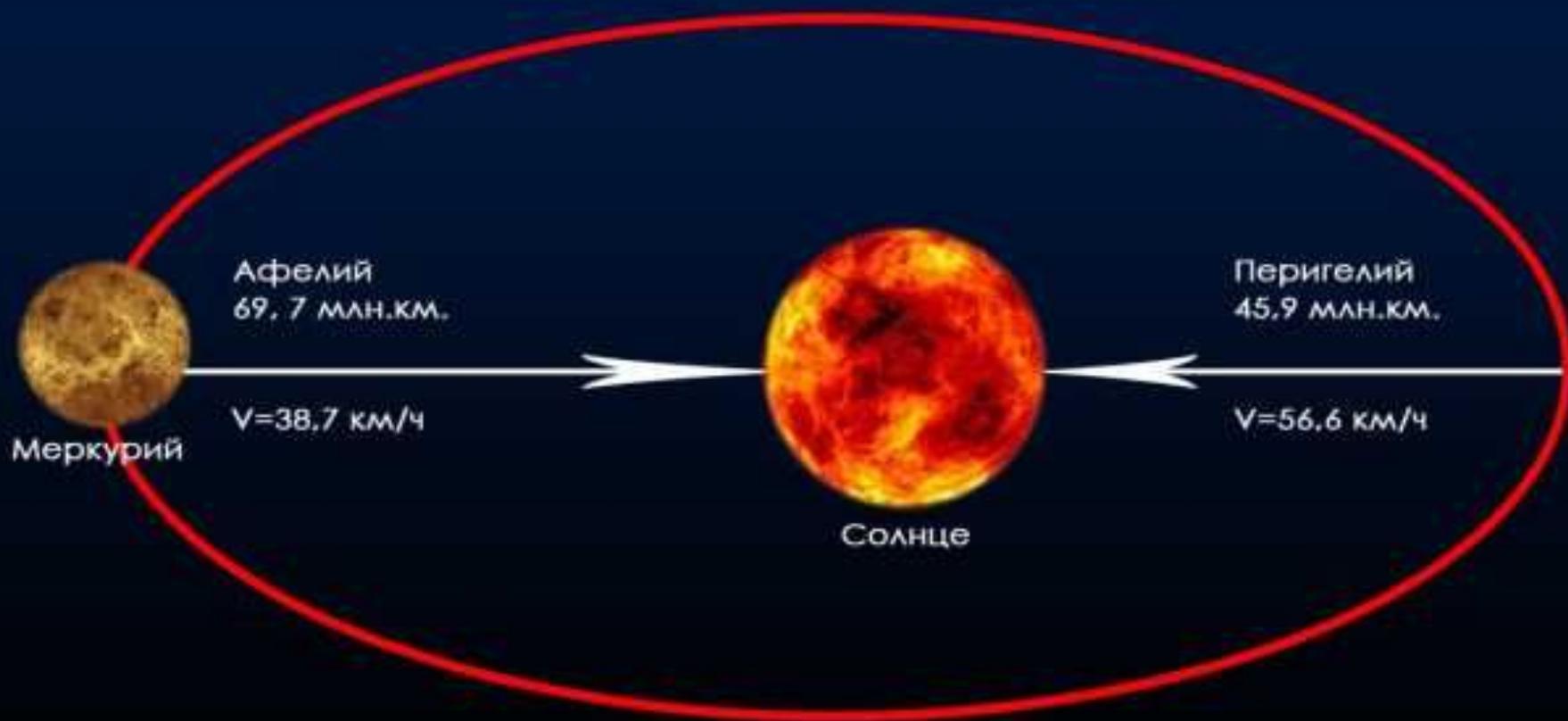
Лето
(в Северном полушарии)

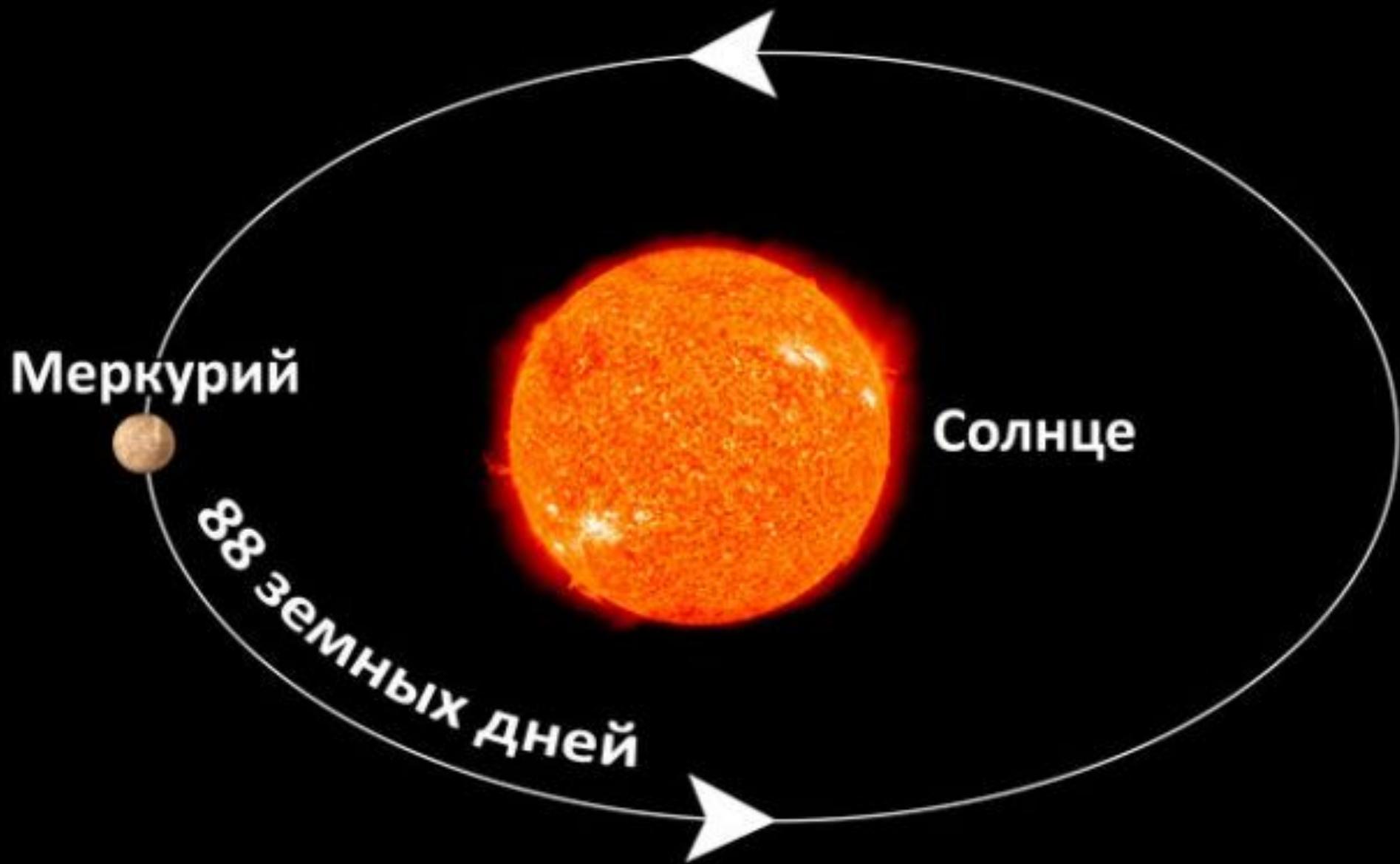
Осень
(в Северном полушарии)



Но каждая планета имеет свой период обращения вокруг Солнца:

- Меркурий – 88 суток;
- Венера – 225 суток;
- Марс – 687 суток;
- Юпитер – 12 лет и т.д.





Задача 1. Определите звёздный период Меркурия, если его нижние соединения повторяются через 116 суток.

ДАНО

$$S = 116 \text{ сут}$$

$$T = 365 \text{ сут}$$

$$P = ?$$

РЕШЕНИЕ

Уравнение синодического движения для нижних планет:

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{S} + \frac{1}{T} = \frac{T + S}{TS}$$

Звёздный период Меркурия:

$$P = \frac{TS}{T + S}$$

$$P = \frac{365 \text{ сут} \cdot 116 \text{ сут}}{365 \text{ сут} + 116 \text{ сут}} = \frac{42\,340 \text{ (сут)}^2}{481 \text{ сут}} \cong 88 \text{ сут.}$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{T}$$



ОТВЕТ: период обращения Меркурия вокруг Солнца составляет 88 сут.

Меркурий



Скорость вращения по орбите:

47,9 км/с

Температура поверхности:

максимум +430°C, минимум -180°C

Длина суток:

58,65 земных суток

Расстояние от Солнца (среднее):

0,387 а. е. = 58 млн. км.

Период обращения по орбите (год):

88 земных суток

Диаметр:

4870 км. (0,38 диаметра Земли)

- **Меркурий - самая близкая к Солнцу планета, поэтому Солнце на него светит и греет в 7 раз сильнее, чем на Землю**
- **Меркурий, в римской мифологии - бог торговли**



Определите длительность года на Венере. Среднее расстояние от Венеры до Солнца $1,08 \cdot 10^8$ км, а от Земли до Солнца $1,49 \cdot 10^8$ км.

Дано:

$$R_B = 1.08 \cdot 10^8 \text{ км}$$

$$R_3 = 1.49 \cdot 10^8 \text{ км}$$

$$T_3 = 365 \text{ дн}$$

Найти:

$$T_B = ?$$

СИ:

$$R_B = 1.08 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

$$R_3 = 1.49 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

Решение:

Первая космическая скорость:

$$v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}$$

Линейная скорость:

$$v_1 = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2\pi R^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{GM}}$$

$$\frac{T_B}{T_3} = \frac{2\pi R_B^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{GM}} \cdot \frac{\sqrt{GM}}{2\pi R_3^{\frac{3}{2}}} = \left(\frac{R_B}{R_3}\right)^{\frac{3}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_B = \left(\frac{R_B}{R_3}\right)^{\frac{3}{2}} T_3 = \left(\frac{1.08 \cdot 10^{11}}{1.49 \cdot 10^{11}}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot 365 \approx 225 \text{ дн}$$

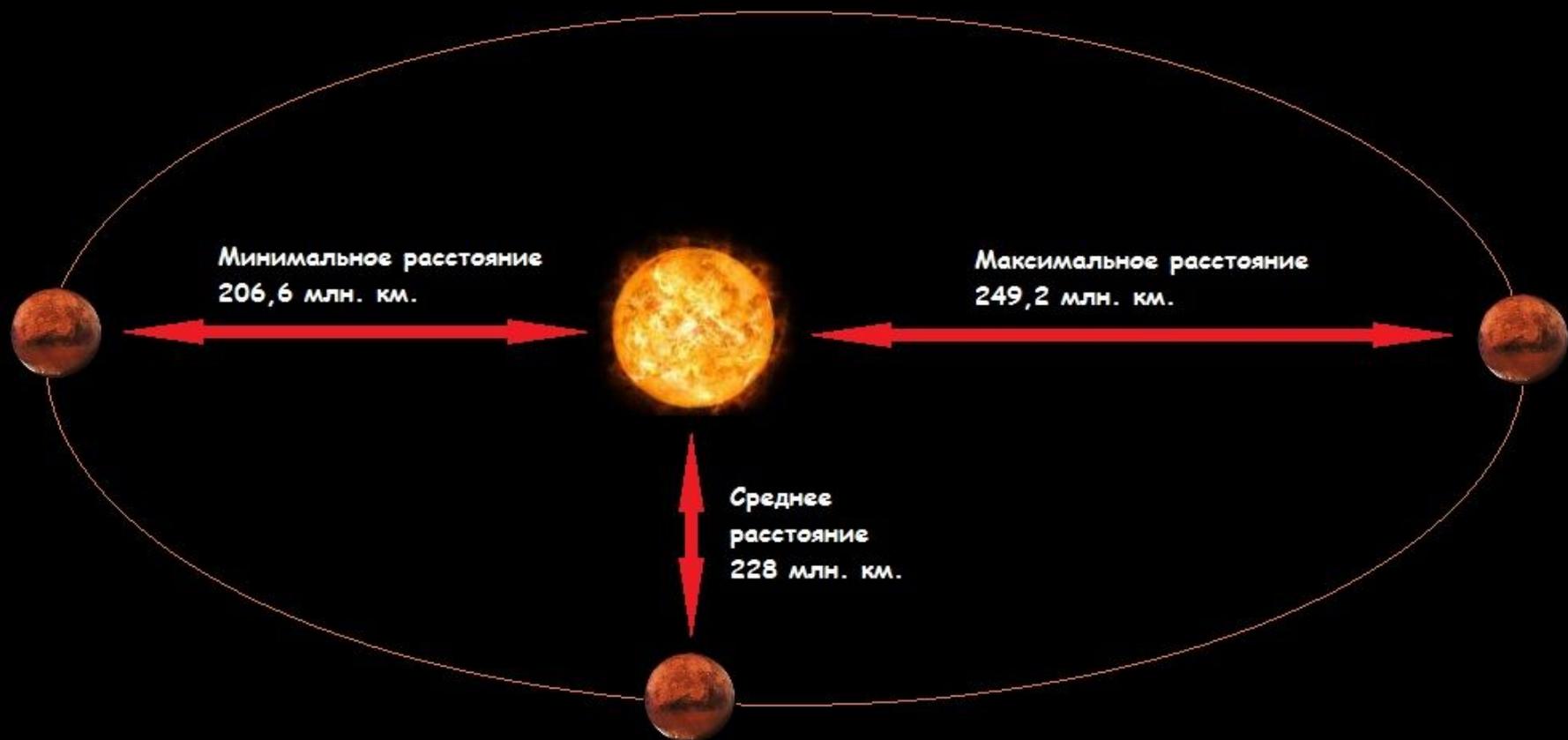
Ответ:

$$T_B \approx 225 \text{ дн}$$

Венера

- Венера - вторая по расстоянию от Солнца планета Солнечной системы.
- Среднее расстояние от Солнца - 108 млн. км.
- Период обращения вокруг него - 225 суток.
- Венера - самое яркое светило на небе после Солнца и Луны, известна людям с глубокой древности.







Каков синодический период Марса, если его звездный период $T = 1,88$ земного года?

Дано:

$$T_M = 1,88 \text{ года,}$$

$$T_3 = 1 \text{ год.}$$

$S = ?$

Решение:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_M}; \quad S = \frac{T_3 \cdot T_M}{T_M - T_3};$$

$$S = \frac{1 \cdot 1,88}{1,88 - 1} = 2,136 = 780 \text{ сут.}$$

Ответ: 780 сут.

МАРС

Масса: $6.4 \cdot 10^{23}$ кг

Диаметр: 6670 км

Температура поверхности:

На полюсах: -150°C

На экваторе: 0°C

На большей части: -23°C

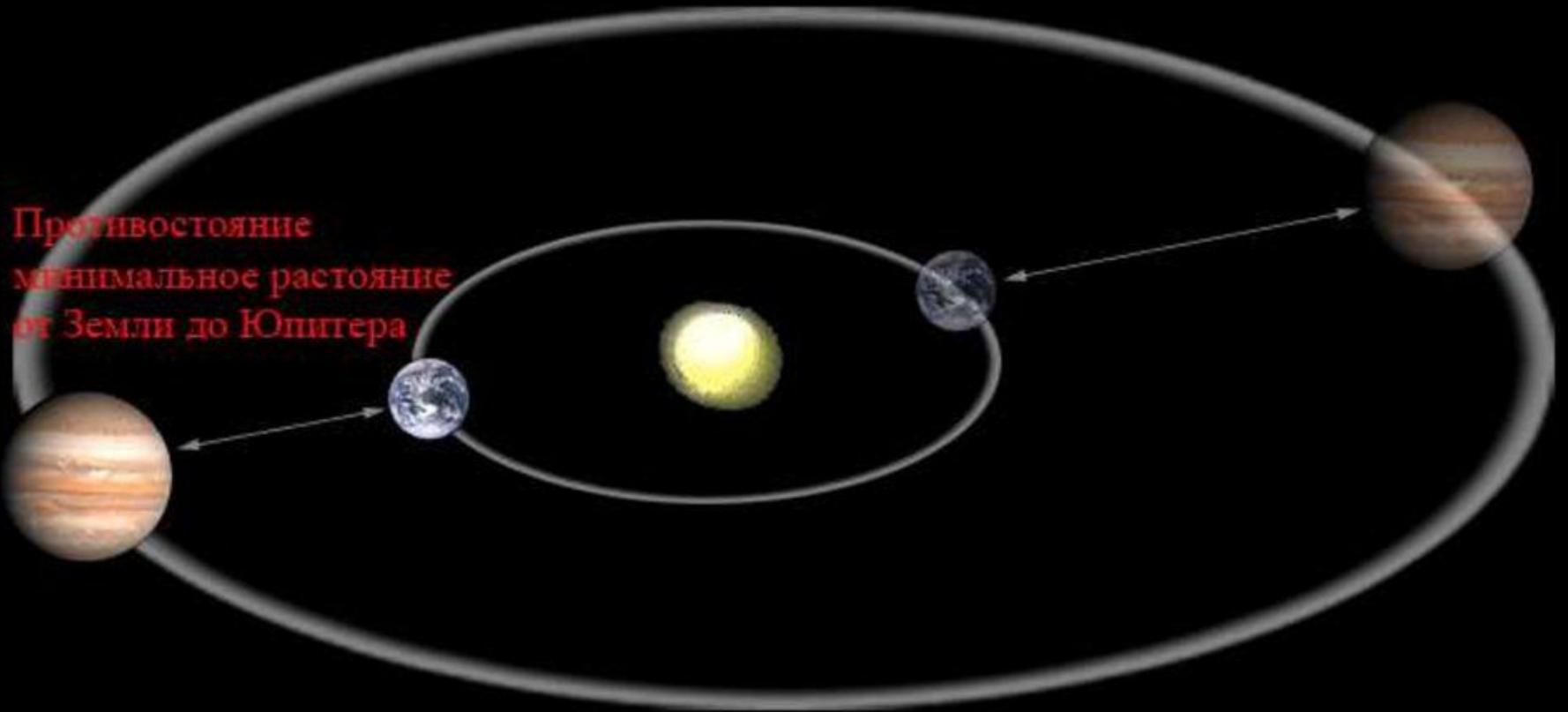
Период обращения по орбите (год):

687 земных суток

Спутники: 2



Противостояния с Землёй



Противостояние
минимальное расстояние
от Земли до Юпитера

Великие противостояния Юпитера, наблюдаются примерно раз в 12 лет и этот период удивительным образом «почти» совпадает с период полного обращения Юпитера вокруг Солнца.

Противостояния повторяются каждые 400 дней. Дата ближайшего противостояния – 2 декабря 2012 года. Дата ближайшего Великого противостояния – 26 сентября 2022 года; расстояние составит 3,95 а.е.

Синодический период внешней планеты — это промежуток времени, по истечении которого Земля обгоняет планету на 360° при их движении вокруг Солнца.

Звёздный период ещё называют сидерическим.

Для внешних планет связь синодического периода S и сидерических периодов планеты T и Земли T_\oplus выглядит следующим образом

$$(1/S) = (1/T_\oplus) - (1/T)$$

Сидерический период Земли

$$T_\oplus = 1 \text{ год}$$

Сидерический период Юпитера

$$T = 12 \text{ лет}$$

$$1/S = (1/1) - (1/12)$$

$$1/S = (12 - 1)/12$$

$$S = 12/11 = 1,09 \text{ (лет)}$$

$$1 \text{ год} = 365,25 \text{ сут}$$

$$1,09 \text{ лет} = X \text{ сут}$$

$$X = 1,09 \cdot 365,25 \text{ сут} = 398,45 \text{ сут}$$

Характеристики

Афелий - 5,45 а.е.

(или 816 520 800 км)

Перигелий - 4,95 а.е.

(или 740 573 600 км)

Орбитальная скорость - 13,07 км/с

(средняя)

Число спутников - 67

(на январь 2012 года)

Период вращения вокруг

своей оси - 9,925 часов!

Наклон оси вращения - 3,13°

Период обращения

вокруг Солнца - 11,86 земных лет

Экваториальный радиус - 71 492 ± 4 км

Среднее расстояние

от Солнца до Юпитера - 779 млн. км

Атмосферное давление - от 20 до 220 кПа

Температура поверхности - 107 °С,

а на глубине 146 км +153 °С

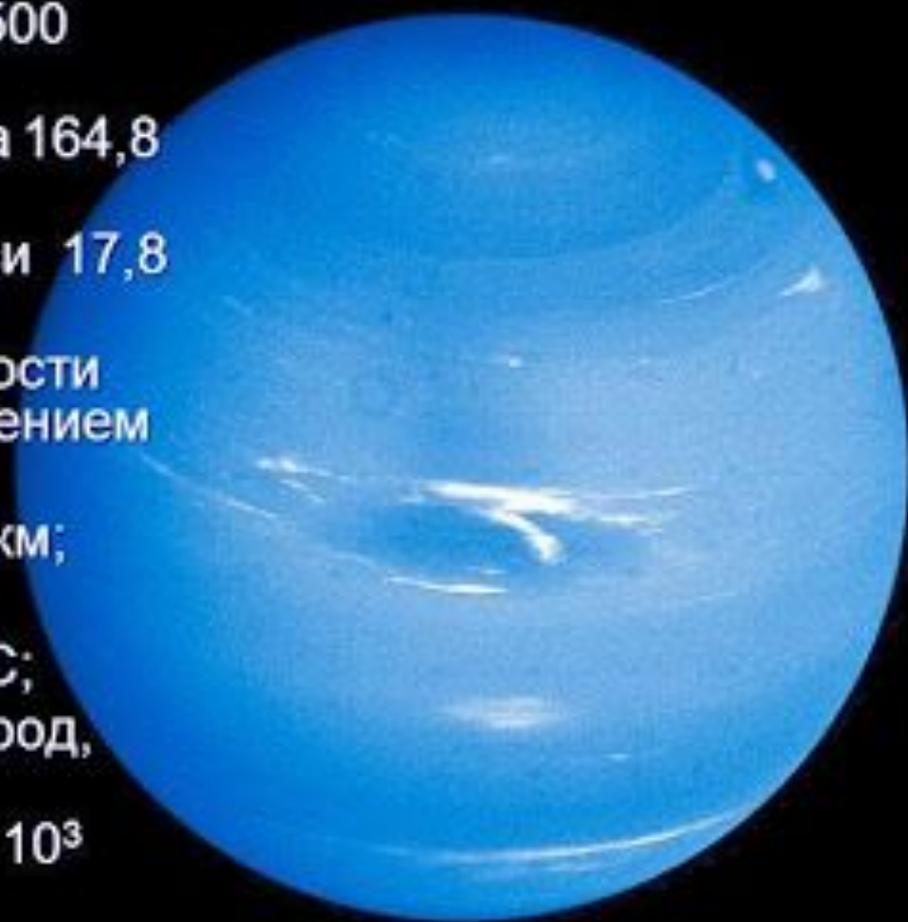
Видимая звёздная величина - 2,94m

(3-й по яркости после Луны и Венеры)



Нептун

- среднее расстояние от Солнца 4500 млн. км.;
- период обращения вокруг Солнца 164,8 земных лет;
- период вращения вокруг своей оси 17,8 часов;
- Ось вращения наклонена к плоскости орбиты на 28° (сравнимо с положением Земли и Марса);
- средний диаметр планеты 49500 км;
- масса планеты $1,03 \cdot 10^{26}$ кг;
- Температура поверхности – 217°C ;
- в состав атмосферы входят водород, гелий, метан;
- средняя плотность планеты $2,06 \cdot 10^3$ кг/м³;
- Излучает радиосигналы;
- Не обладает магнитным полем;
- Обладает системой колец; имеет 8 спутников.



Задача 2. Через какой промежуток времени повторяются противостояния Нептуна, если его сидерический период равен 164,78 года?

ДАНО

$$P = 164,78 \text{ г}$$

$$T = 1 \text{ г}$$

$$S = ?$$

РЕШЕНИЕ

Уравнение синодического движения для верхних планет:

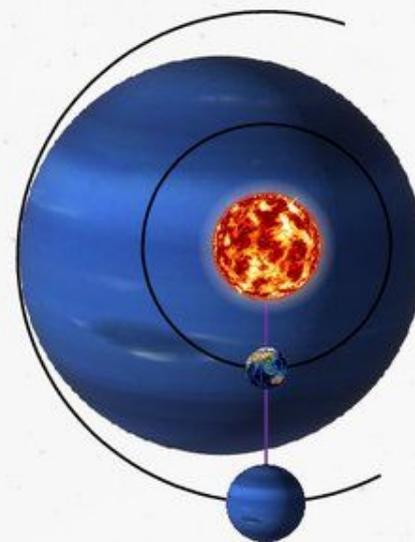
$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{P} = \frac{P - T}{TP}$$

Сидерический период Нептуна:

$$S = \frac{TP}{P - T}$$

$$S = \frac{1 \text{ г} \cdot 164 \text{ г}}{164 \text{ г} - 1 \text{ г}} = \frac{164 (\text{г})^2}{163 \text{ г}} \cong 1,006 \text{ г} = 367,19 \text{ сут.}$$

ОТВЕТ: противостояния Нептуна повторяются через 367,19 сут.



Уран

- среднее расстояние от Солнца 2871 млн. км.;
- период обращения вокруг Солнца 84 земных лет;
- период вращения вокруг своей оси 17 часов (с запад на восток);
- Ось вращения лежит в плоскости орбиты (наклон 98° С), поэтому на планете существует режим «полярного дня» и «полярной ночи», длящихся около 42 земных лет;
- средний диаметр планеты 51200 км;
- масса планеты $8,7 \cdot 10^{25}$ кг;
- Температура поверхности – 140° С;
- в состав атмосферы входят водород, гелий, метан; толщина атмосферы 9000 км;
- средняя плотность планеты $1,1 \cdot 10^3$ кг/м³;
- Излучает радиосигналы;
- Не обладает магнитным полем;
- Обладает системой колец; имеет 5 спутников .



Плутон – карликовая планета Солнечной системы

Скорость вращения по орбите:

4,7 км/с

Температура:

-230°C

Длина суток:

6,4 земных суток

Расстояние от Солнца:

39,4 а. е. = 5,91 млрд. км – среднее,

29,65 а. е. = 4,4475 млрд. км – минимальное,

49,28 а. е. = 7,392 млрд. км – максимальное – на сильно вытянутой эллиптической орбите.

Период обращения по орбите (год):

247,7 земных лет

Диаметр:

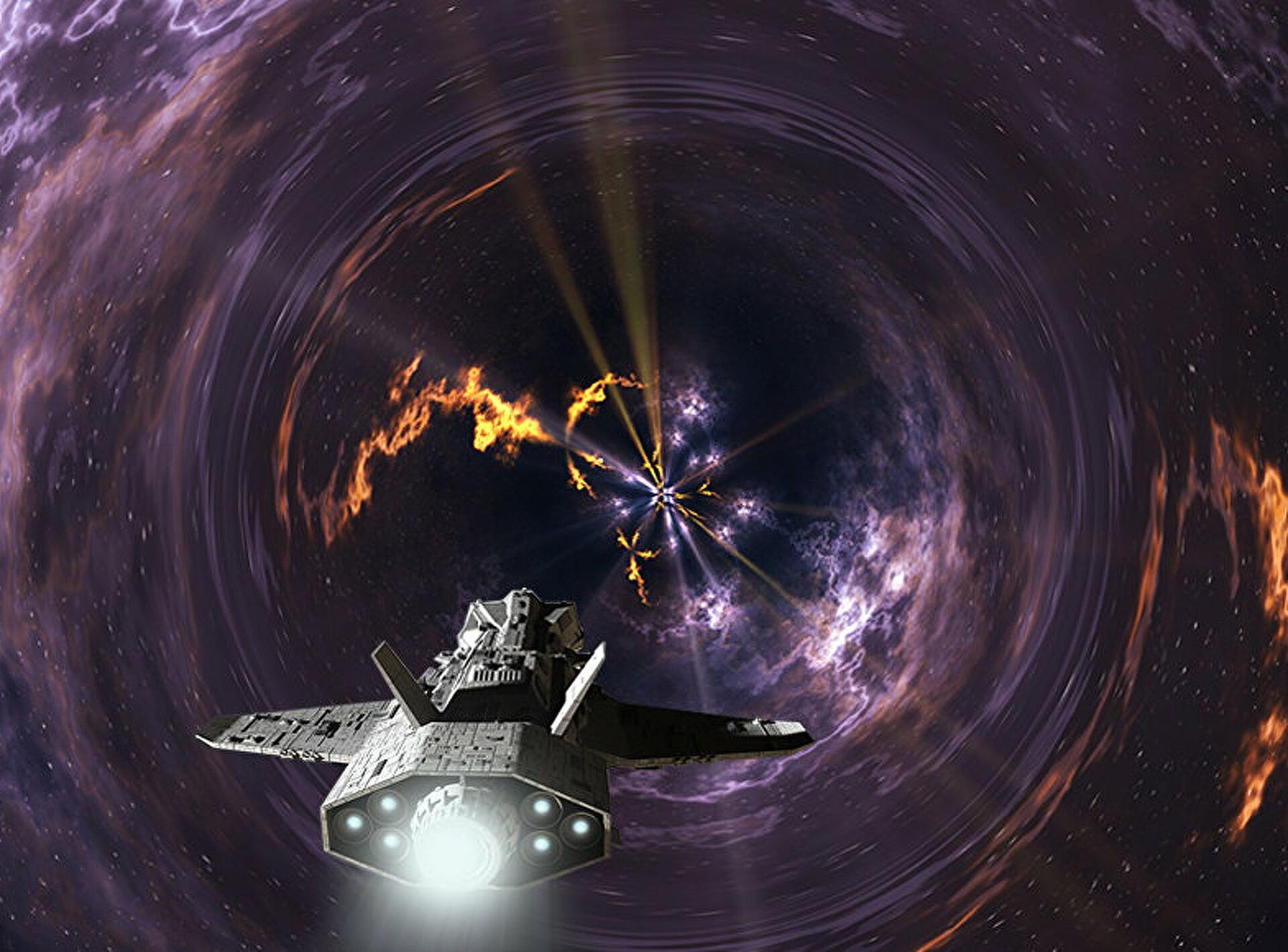
2324 км.



- **Плутон - девятая планета от Солнца. Она состоит в основном из камня и льда**
- **У Плутона существует спутник или планета-близнец Харон**
- **Плутон - в греческой мифологии бог подземного мира**
- **С 2007 г. Плутон перестали считать планетой**

Характеристики планет Солнечной системы

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с	Средняя плотность, г/см ³
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25	5,43
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	5,52
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142 800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119 900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51 108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49 493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	23,71	1,67



Этот показатель зависит от длины орбиты. Точно так же и галактический год будет своим для каждой звезды Млечного Пути. Если принять за 1 галактический год 225 млн земных лет, то получится, что возраст Млечного Пути – 61 год, Солнца – 18,4 года, а первые люди появились 0,001 года назад.





СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!