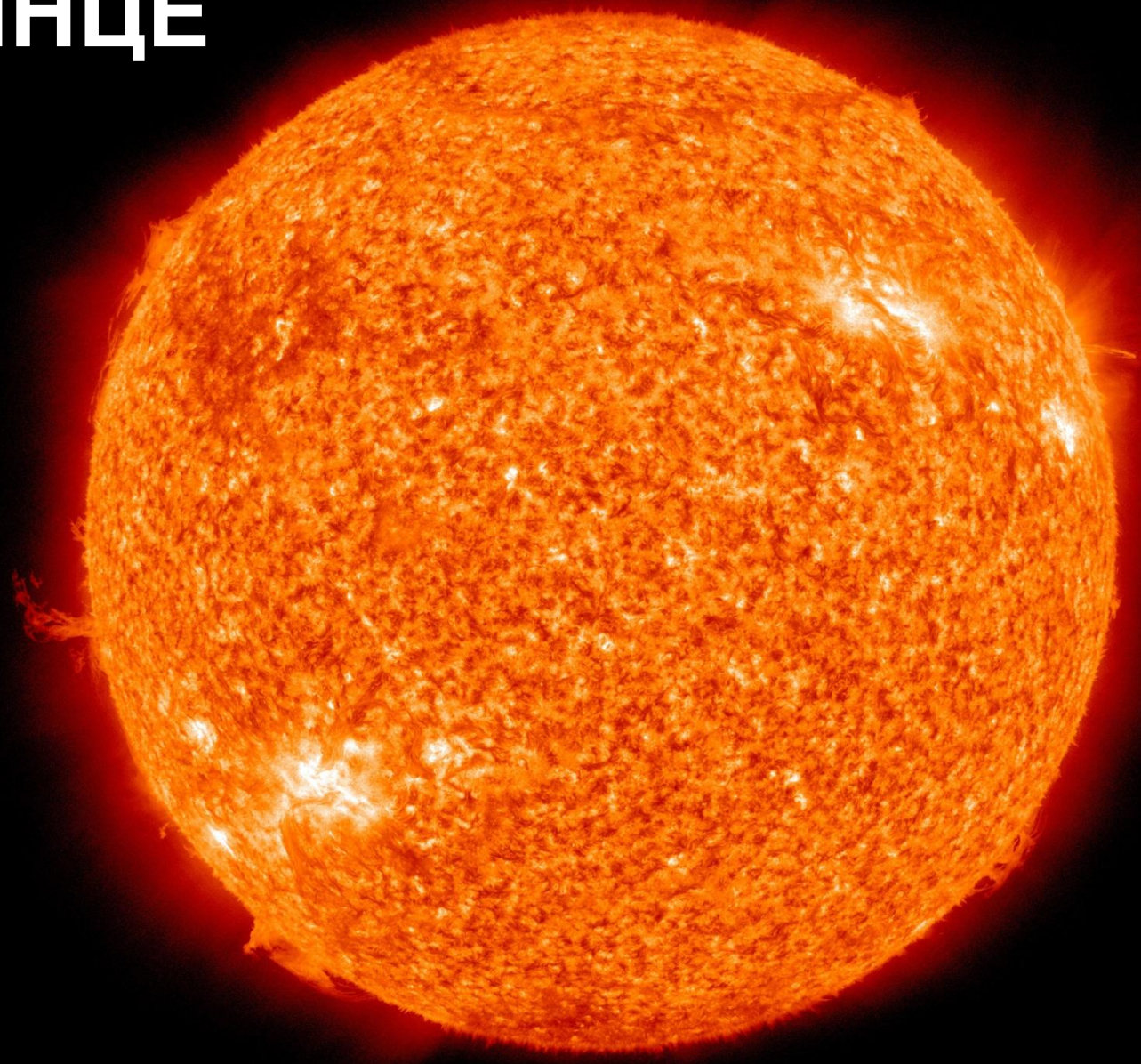
СОЛНЦЕ
Sun

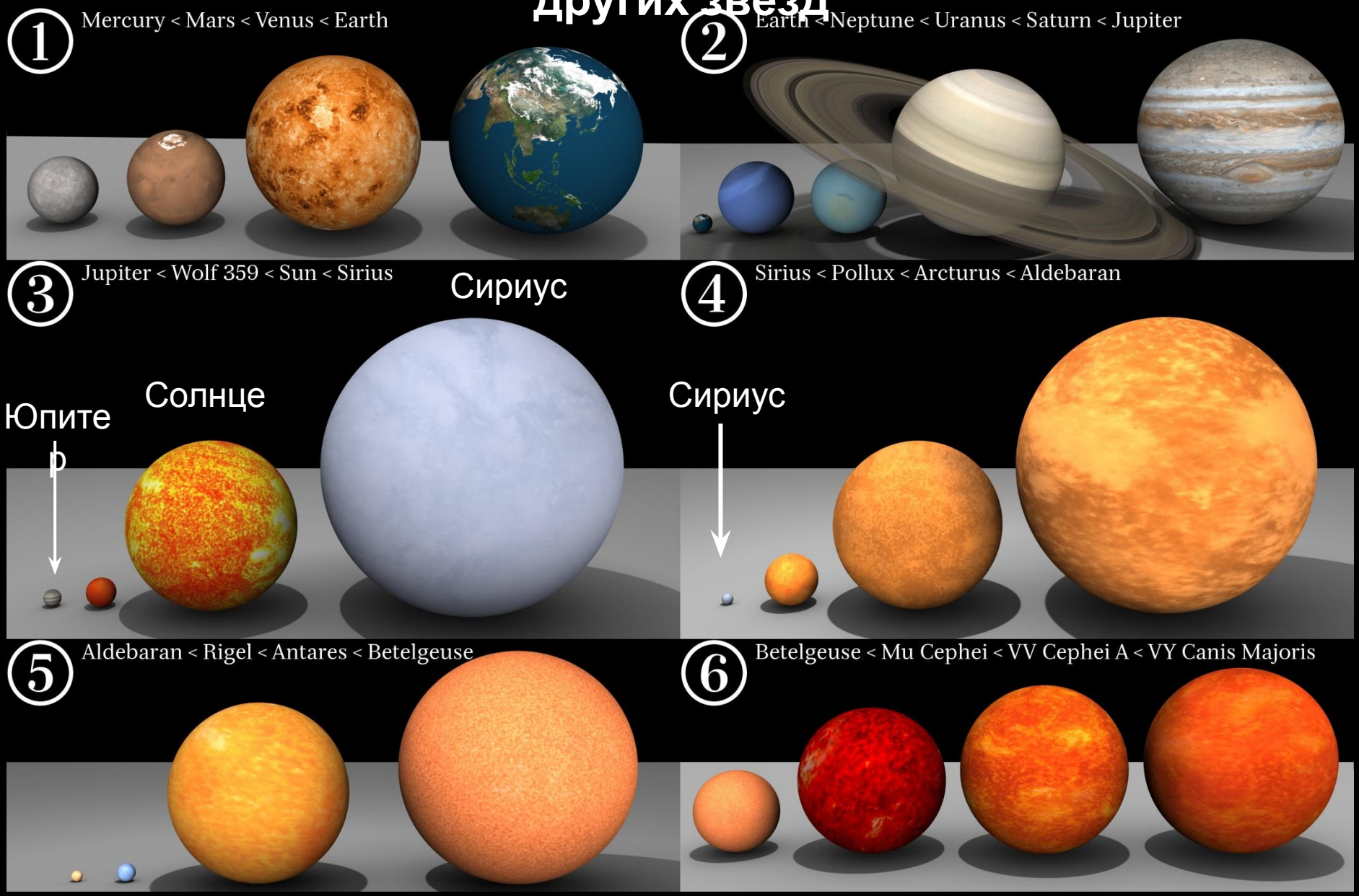


Солнце

(жёлтый карлик - G20)

Радиус:	$6{,}66 \cdot 10^8$ м
Плотность:	$1{,}4\ \text{г/см}^3$
Температура:	5778 К
Возраст:	4,5 млрд. лет
Состав:	He – 74%, H – 25%

Относительные размеры планет, Солнца и других звёзд



МЕРКУРИЙ
Mercury

Меркурий

(нет спутников)

Радиус: 2500 км

Плотность: $5,43 г/см^3$

Температура: 340 К (100 – 700 К)

Орбита: 0,4 а.е.

Период : 88 суток (С), **58,6** суток (О)

Состав: кислород 42%, натрий 29%, водород 22%

Наблюдается*: лучше на экваторе в сумерки;*
в средних широтах – утро/вечер в равноденствия.

ВЕНЕРА
Venus

Третий по яркости после Солнца и Луны объект на небе

Самые продолжительные сутки

Венера

(нет спутников)

Радиус: 6052 км

Плотность: $5,24\ \text{г/см}^3$

Температура: 739 К

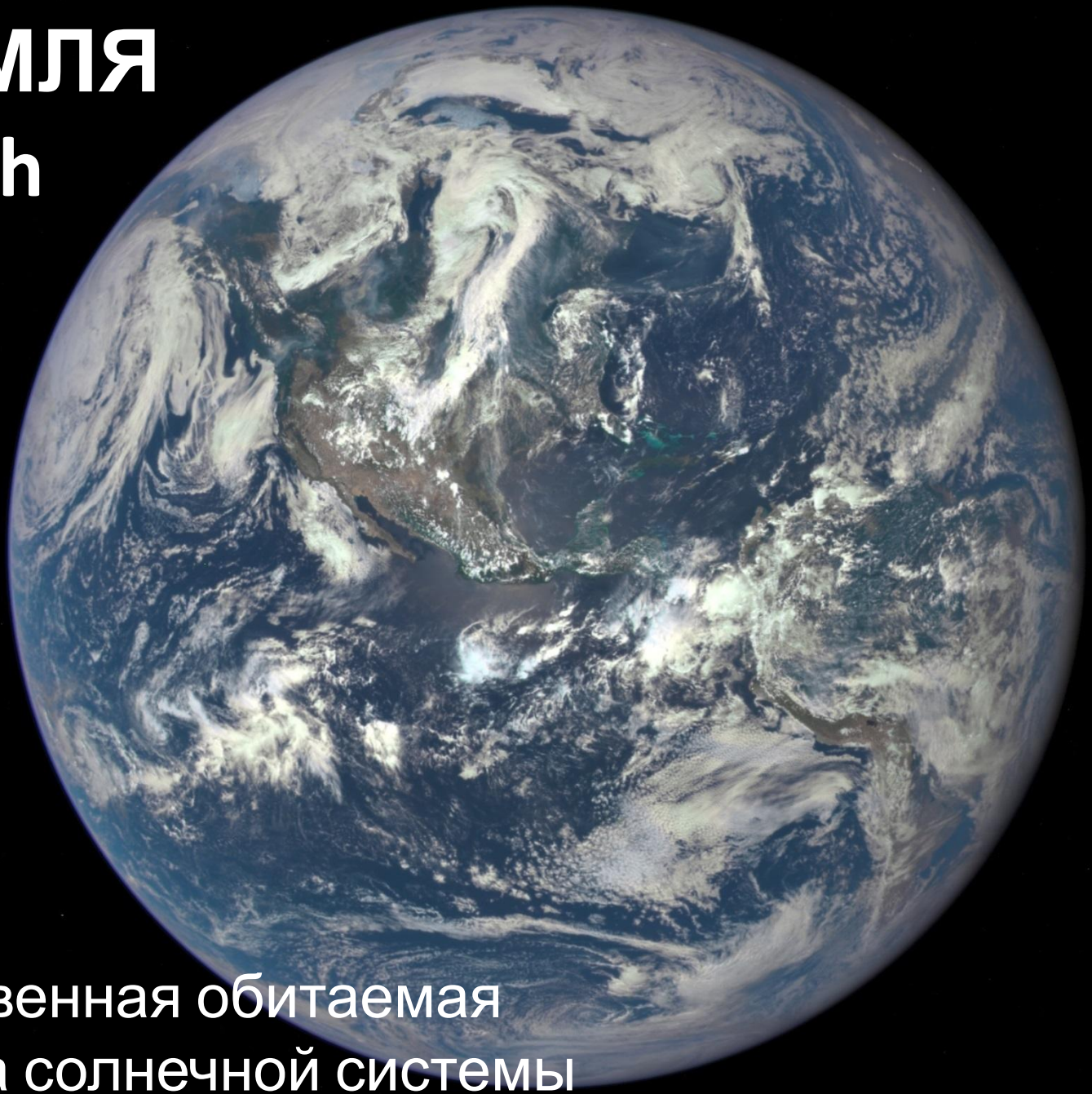
Орбита: 0,7 а.е.

Период : 225 суток (С), 243 суток (О)

Состав: углекислый газ 96%, азот 3,5%

Наблюдается: *3-ий по яркости объект на небе, сумерки и недолго после (утро/вечер), ровный белый свет.*

ЗЕМЛЯ
Earth



Единственная обитаемая
планета солнечной системы

Земля

(1 спутник - Луна)

Радиус: 6371 км

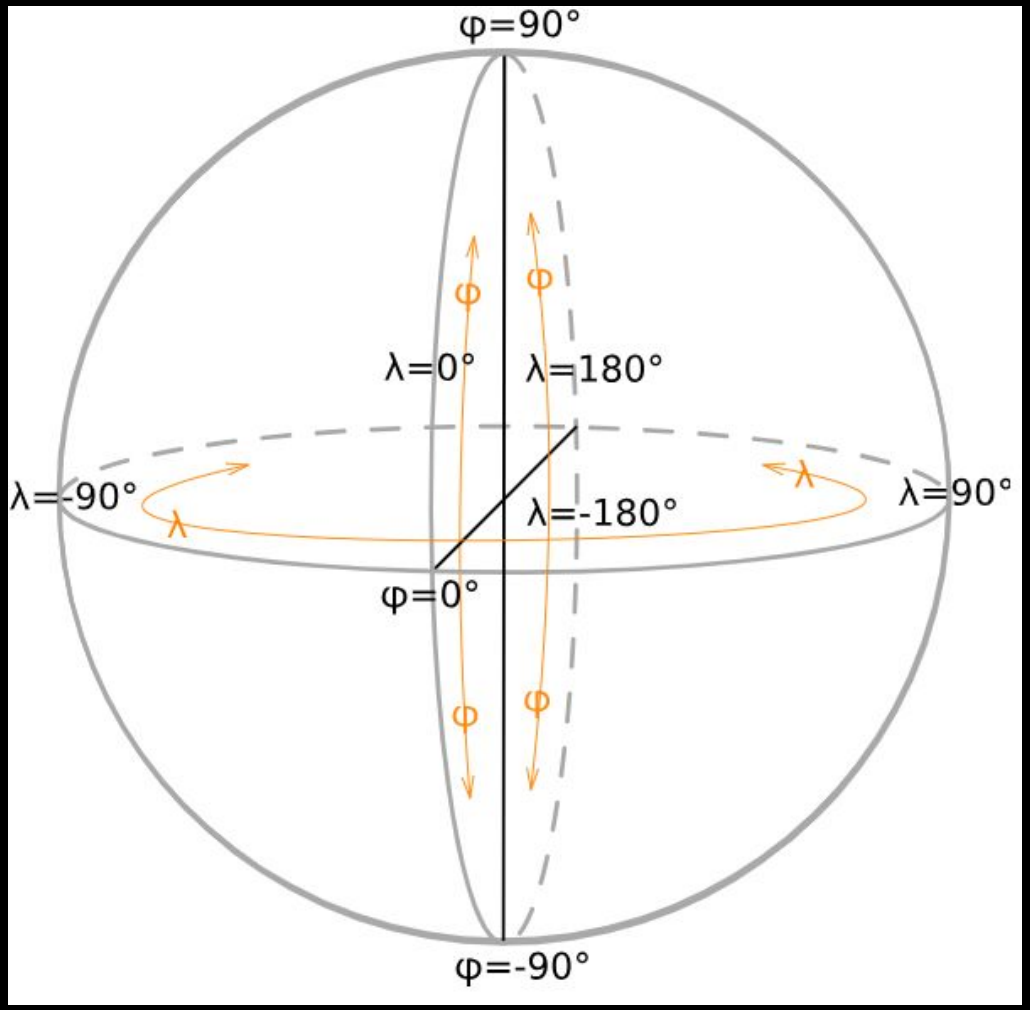
Плотность: $5,5\ \text{г/см}^3$

Температура: 287 К (184 – 330)К

Орбита: 1 а.е.

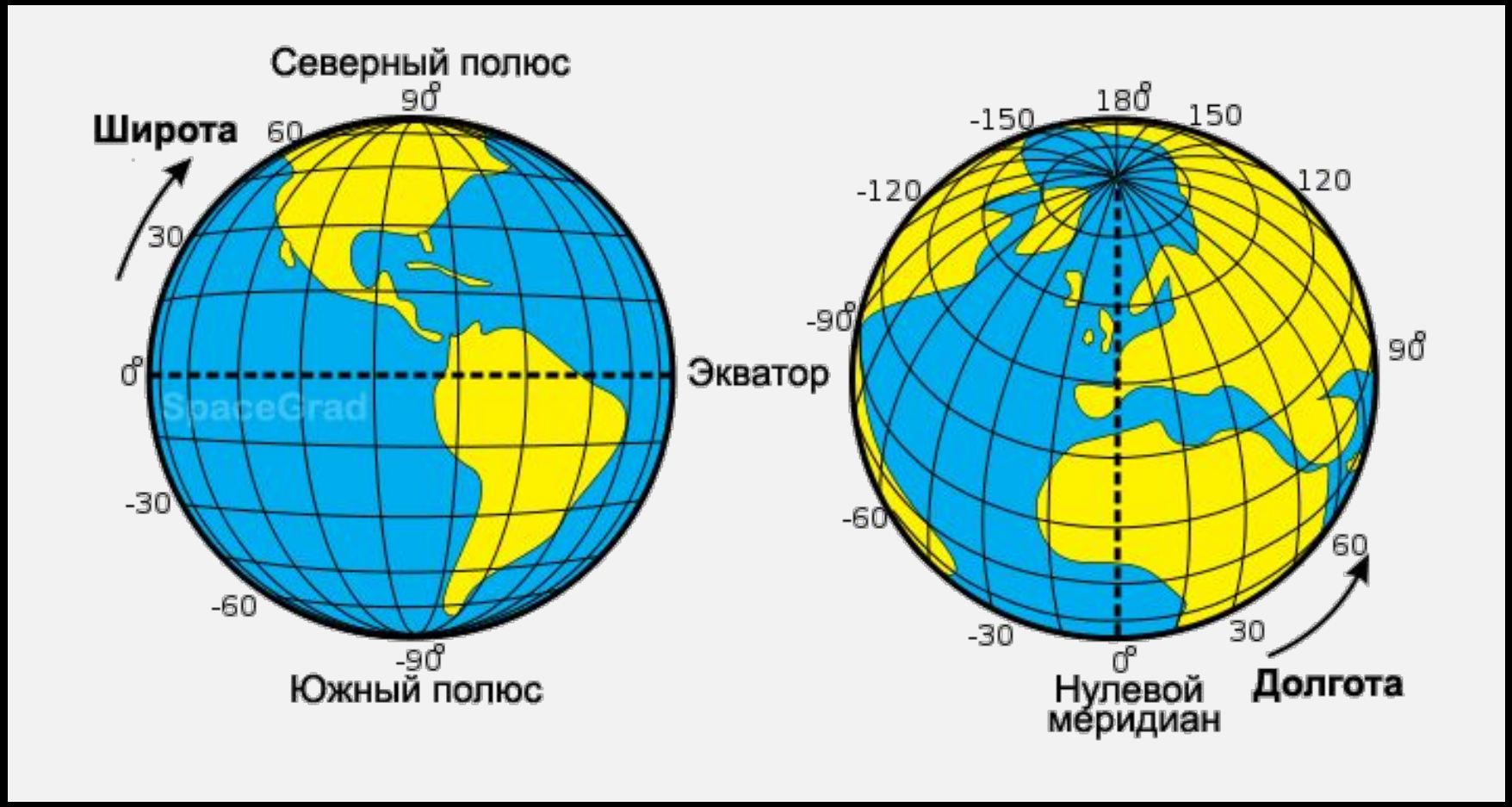
Период : 365,24 суток (С), 1 суток (О)

Состав: азот 78%, кислород 21%, 0.9% аргон

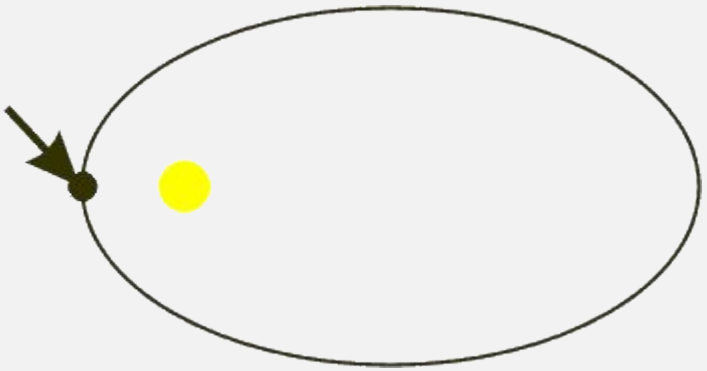


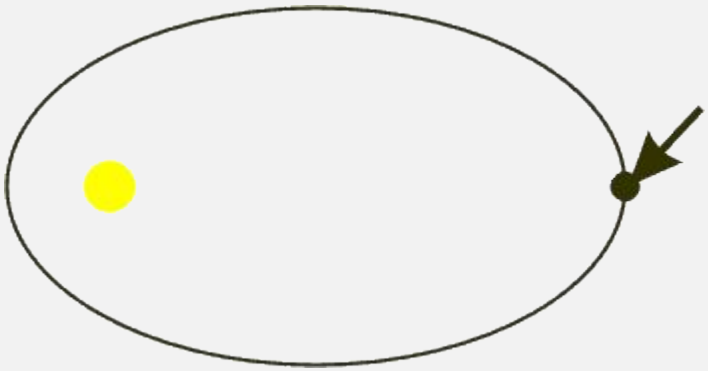
Широта: $-90° < \varphi < +90°$ $(\varphi = 0°$ на экваторе$)$

Долгота: $-90° < \lambda < +90°$ ($\lambda = 0°$ на Гринвичском меридиане)


Северный полюс
90°
Широта
60
30
0°
Экватор
SpaceGrad
-30
-60
-90°
Южный полюс
180°
-150
150
-120
120
-90°
90°
-60
60
-30
30
0°
Нулевой меридиан
Долгота

Перицентр *Апоцентр*





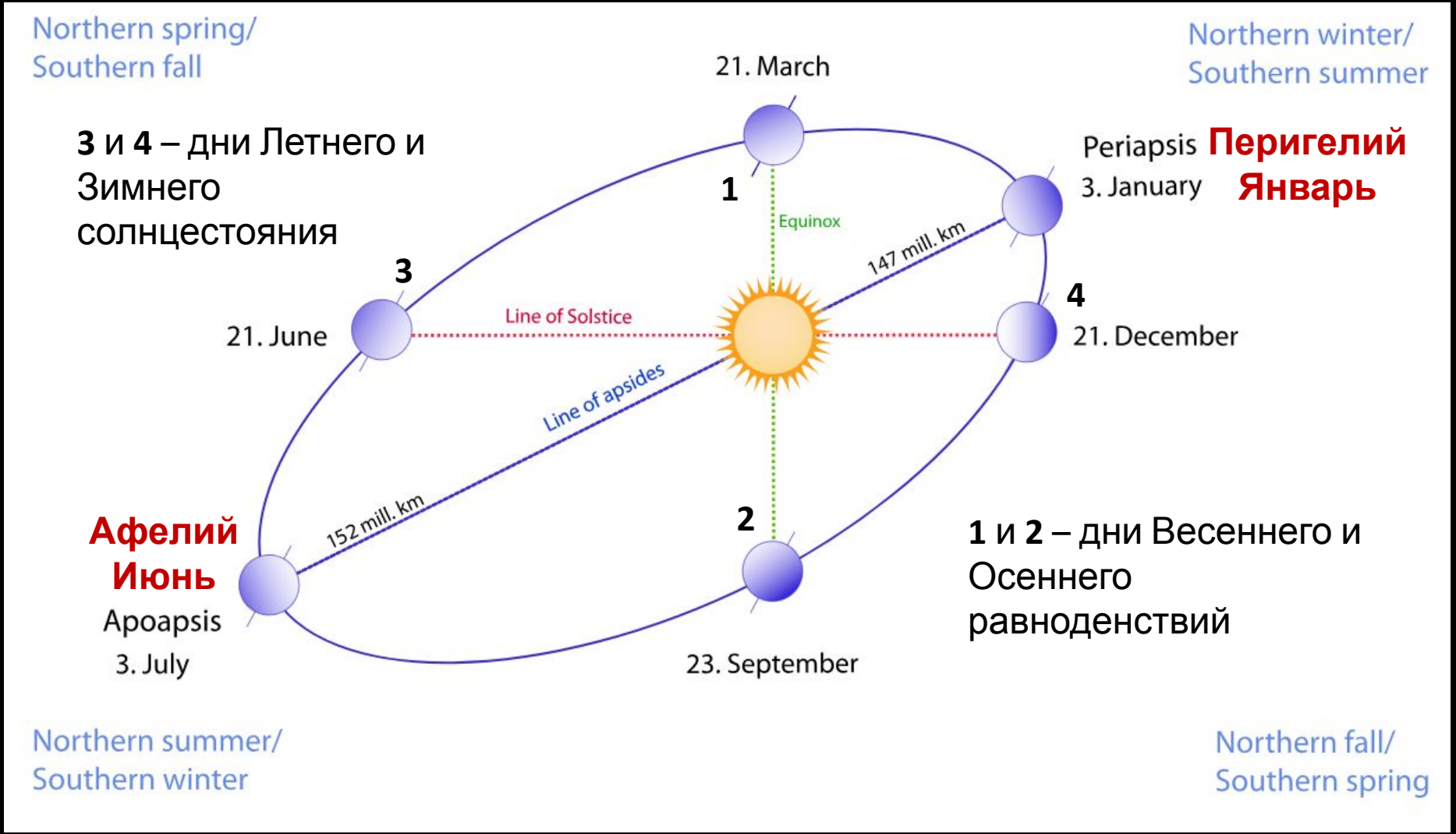
Для Луны (и любого тела), обращающегося вокруг Земли (ГЕЯ):

ПЕРИГЕЙ ***АПОГЕЙ***

Для любого тела, обращающегося вокруг Солнца (ГЕЛИОС):

ПЕРИГЕЛИЙ ***АФЕЛИЙ***
(АПОГЕЛИЙ)

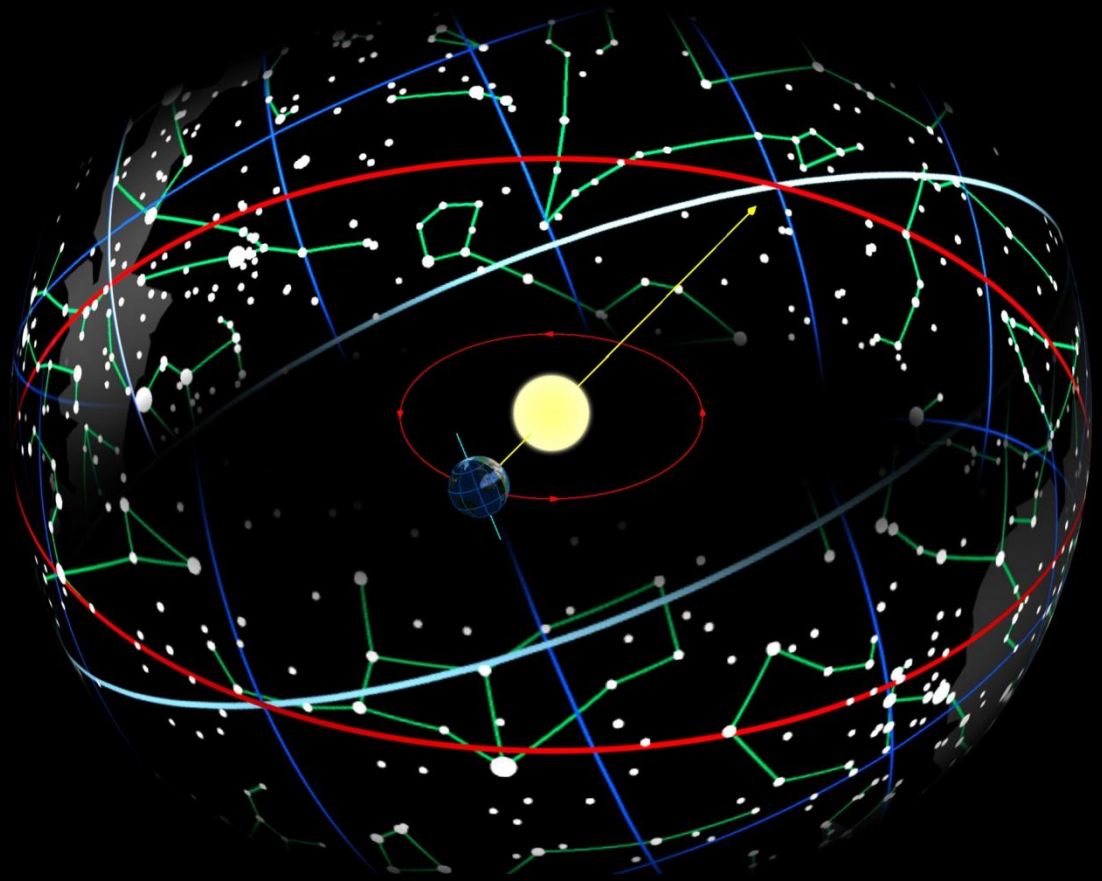
Орбита Земли



3 и **4** – дни Летнего и Зимнего солнцестояния

1 и **2** – дни Весеннего и Осеннего равноденствий

Зодиак - пояс на небесной сфере вдоль эклиптики, по которому проходят видимые пути Солнца, Луны и планет.



Зодиакальные созвездия (от греч. ζωδιακός, «звериный») — 12 созвездий, расположенных вдоль эклиптики, видимого годового пути Солнца среди звёзд. Помимо этих 12 созвездий, Солнце проходит через созвездие Змееносца.

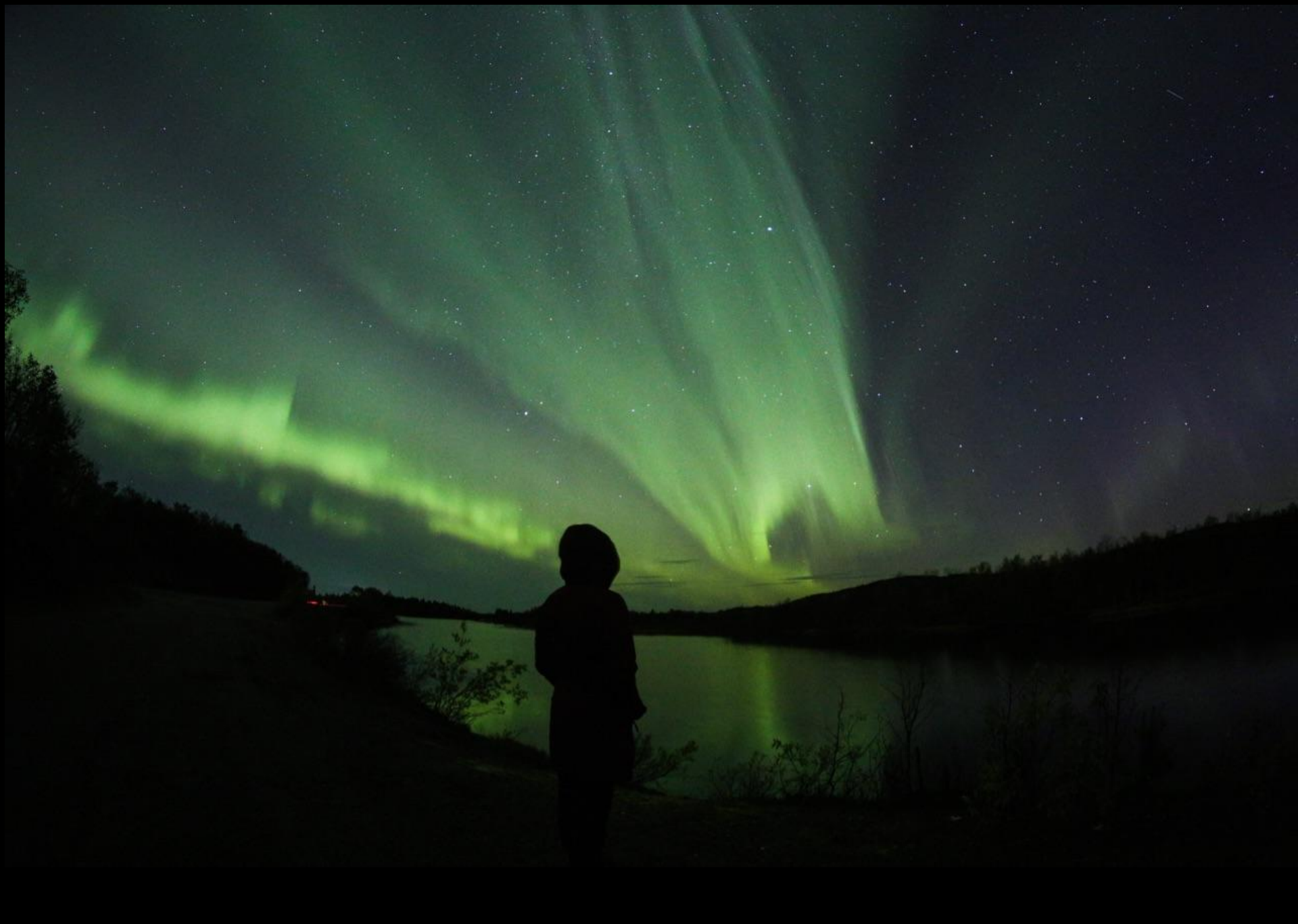
Невосходящие звёзды – те, которые на данной широте наблюдателя никогда не поднимаются над горизонтом. Если φ - географическая широта места наблюдения, то склонение невосходящих звезд удовлетворяет условию:
$\delta < (\varphi - 90°)$.

Незаходящие звезды — те, которые на данной широте не опускаются ниже горизонта. Если φ - географическая широта места наблюдения, то склонение незаходящих звезд удовлетворяет условию:
$\delta > (90° - \varphi)$ – на северном полушарии.

Явления в атмосфере Земли

Полярное сияние, или **северное сияние**, или **южное сияние**, или **аврора** — свечение верхних слоёв атмосферы планет, обладающих магнитосферой, вследствие их взаимодействия с заряжёнными частицами *солнечного ветра*.

Поскольку магнитные полюса Земли отстоят от географических на ~12°, полярные сияния наблюдаются в широтах 67—70°.
Но в пики Солнечной активности могут быть видны на широтах вплоть до 30°.



Серебристые облака – это самые высокие облака в атмосфере Земли; образуются в мезосфере на высотах около **80 км**, в освещении Солнцем, когда оно находится на высоте 6—16° под горизонтом.

Наблюдаются в летние месяцы в широтах между **43°** и **65°.** Удалось доказать, что аналогичные явления имеют место и на других планетах, в частности, на Марсе.

Солнечное гало

Лунное гало

Паргелий (ложное Солнце)

Парселений (ложная Луна)

Световой столб

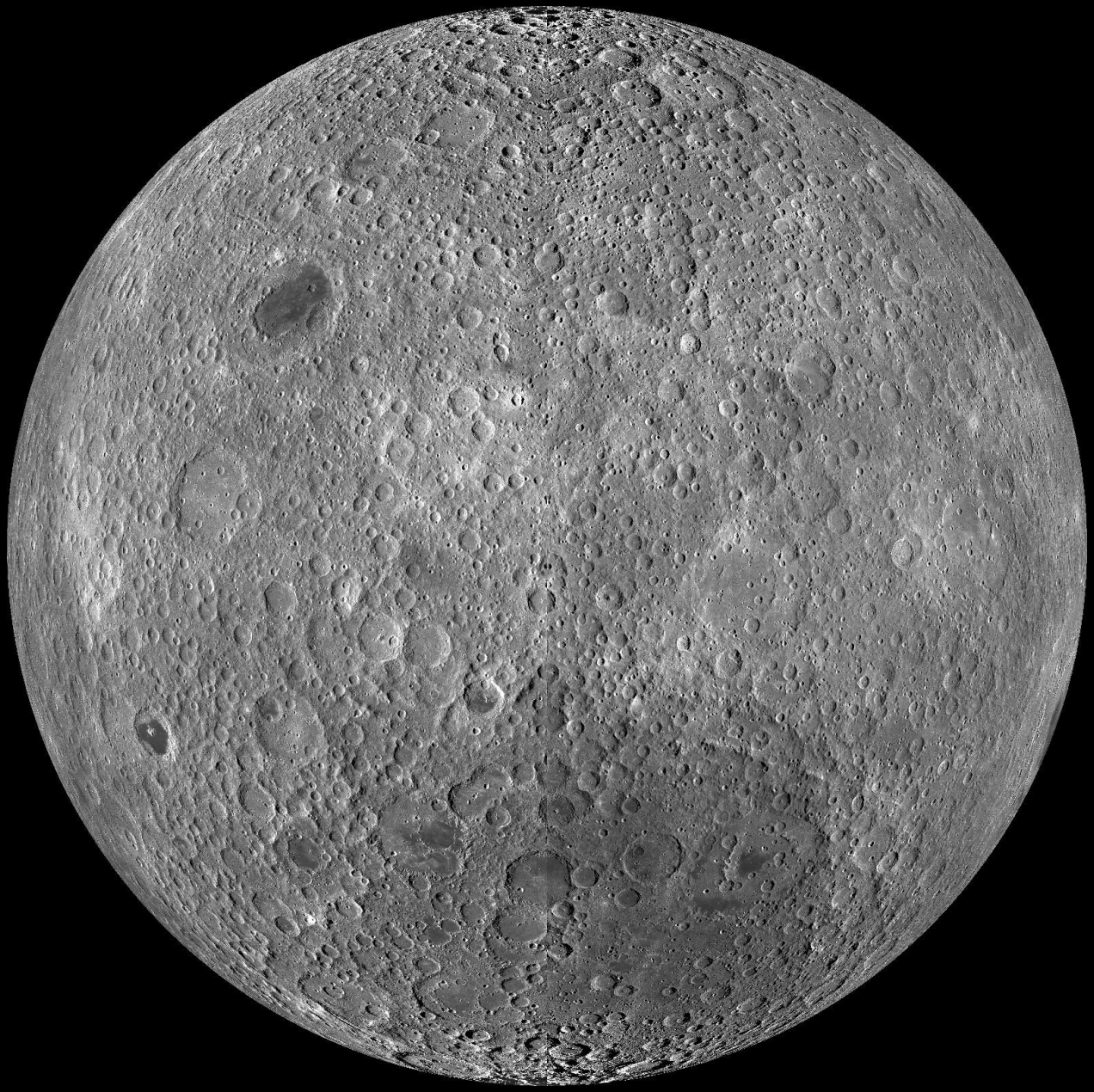
ЛУНА
Moon

Самый крупный спутник
По отношению к центральной планете

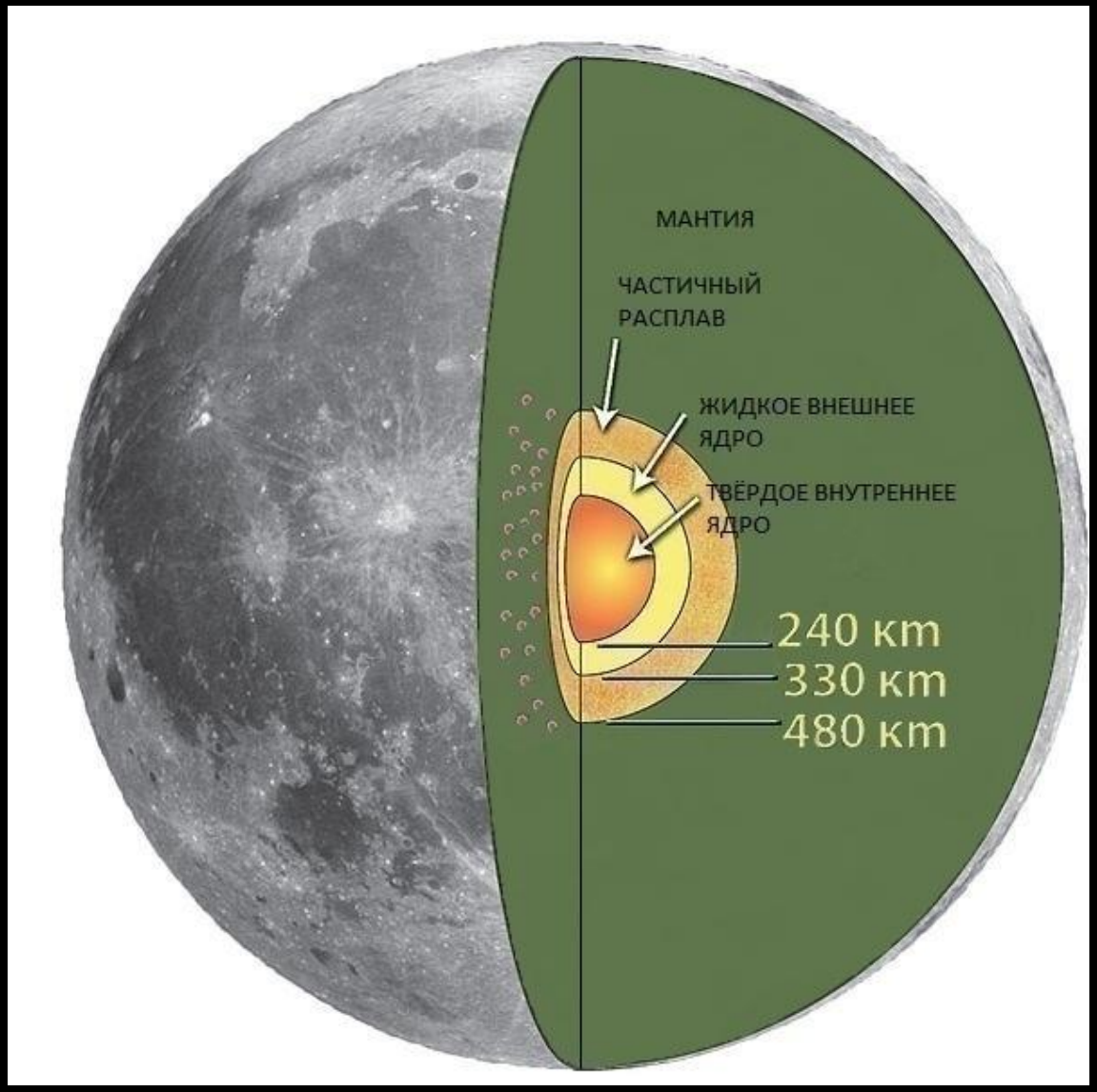
Луна

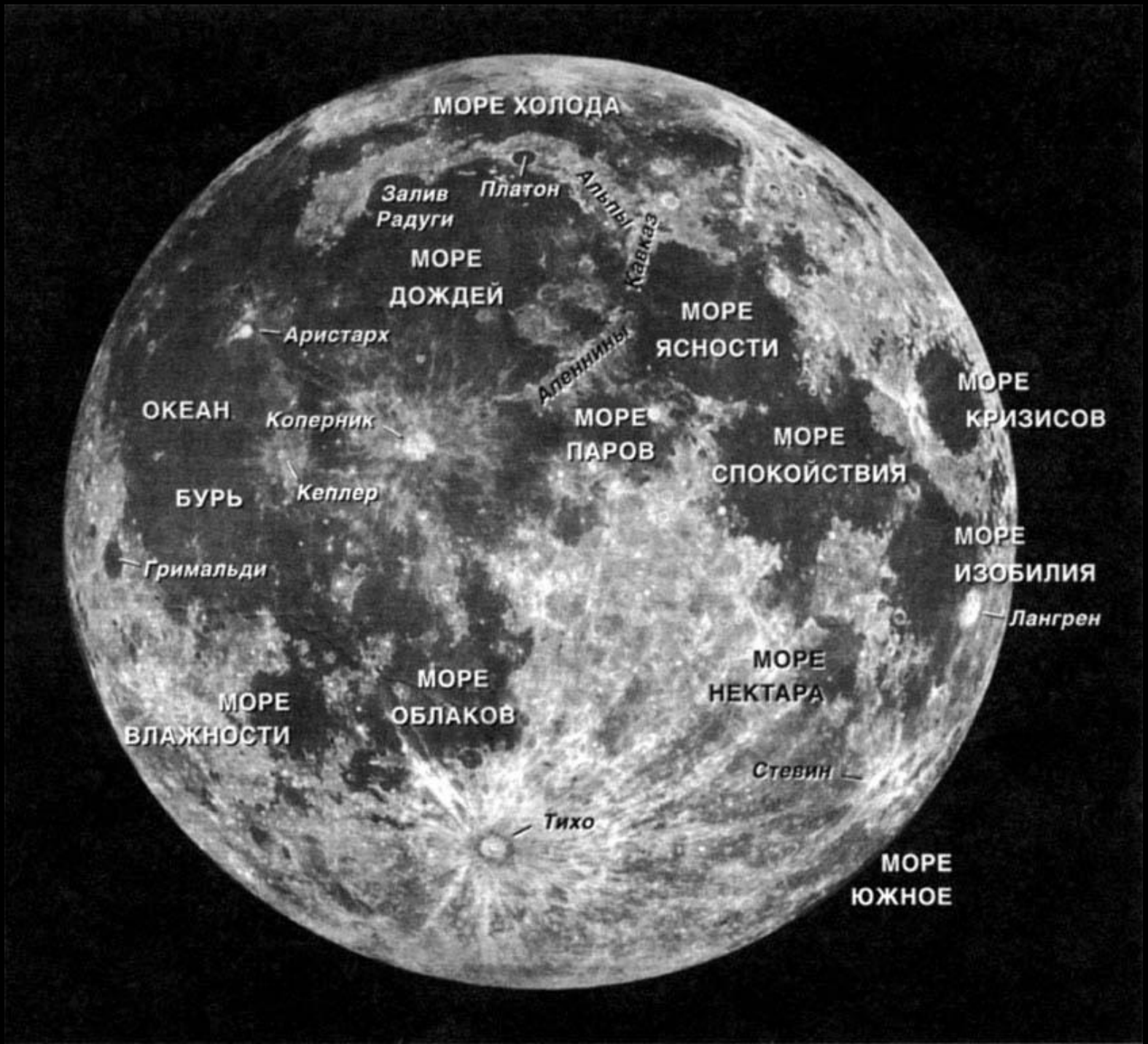
(спутник Земли)

Радиус:	1740 км
Плотность:	$3,3$ г/см^3
Температура:	220 К (100 – 390)К
Расстояние до Земли:	384 400км
Сидерический период :	27,3 суток
Синодический период :	29,5 суток
Состав атмосферы:	крайне разрежена

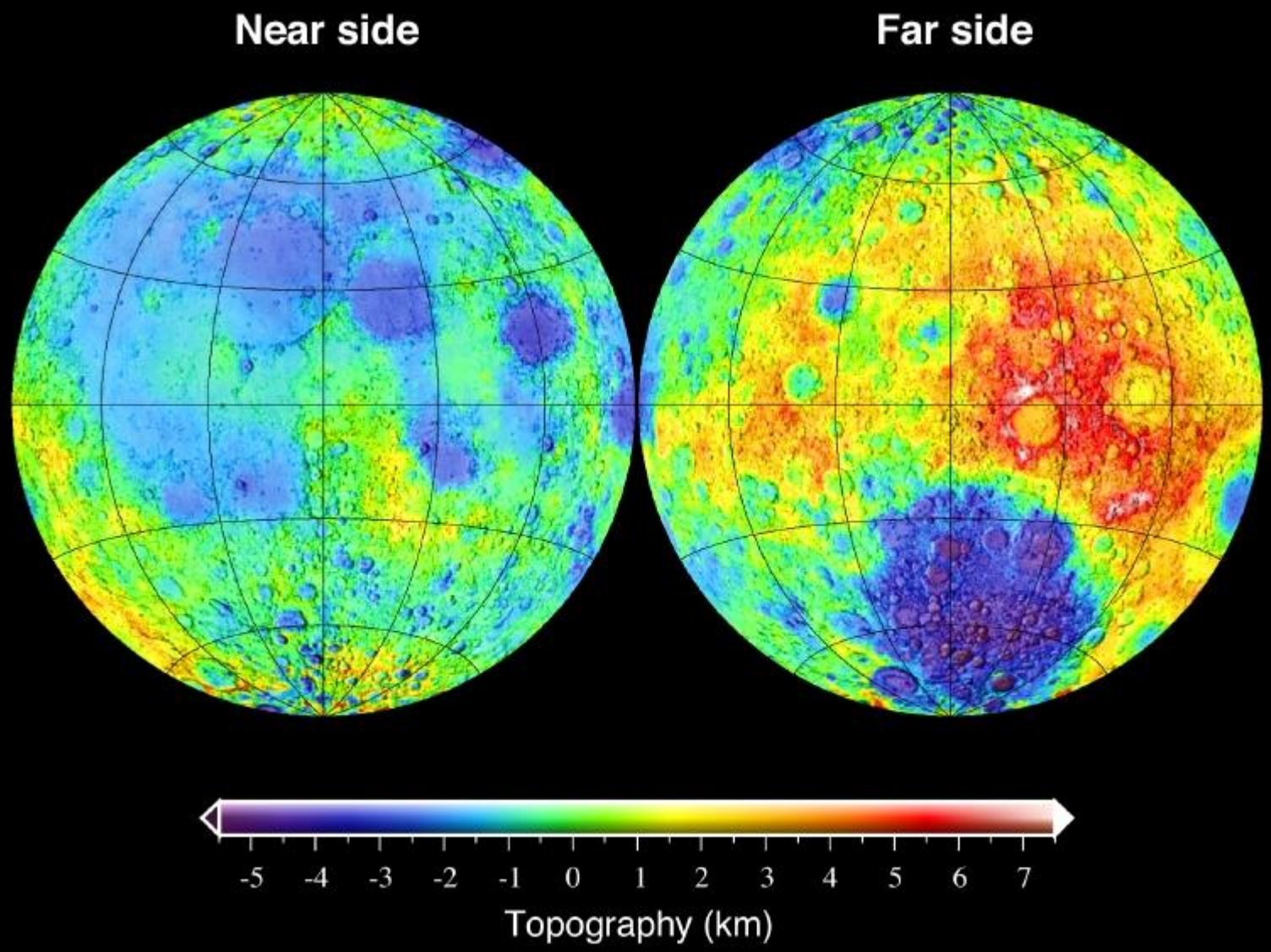


Строение Луны

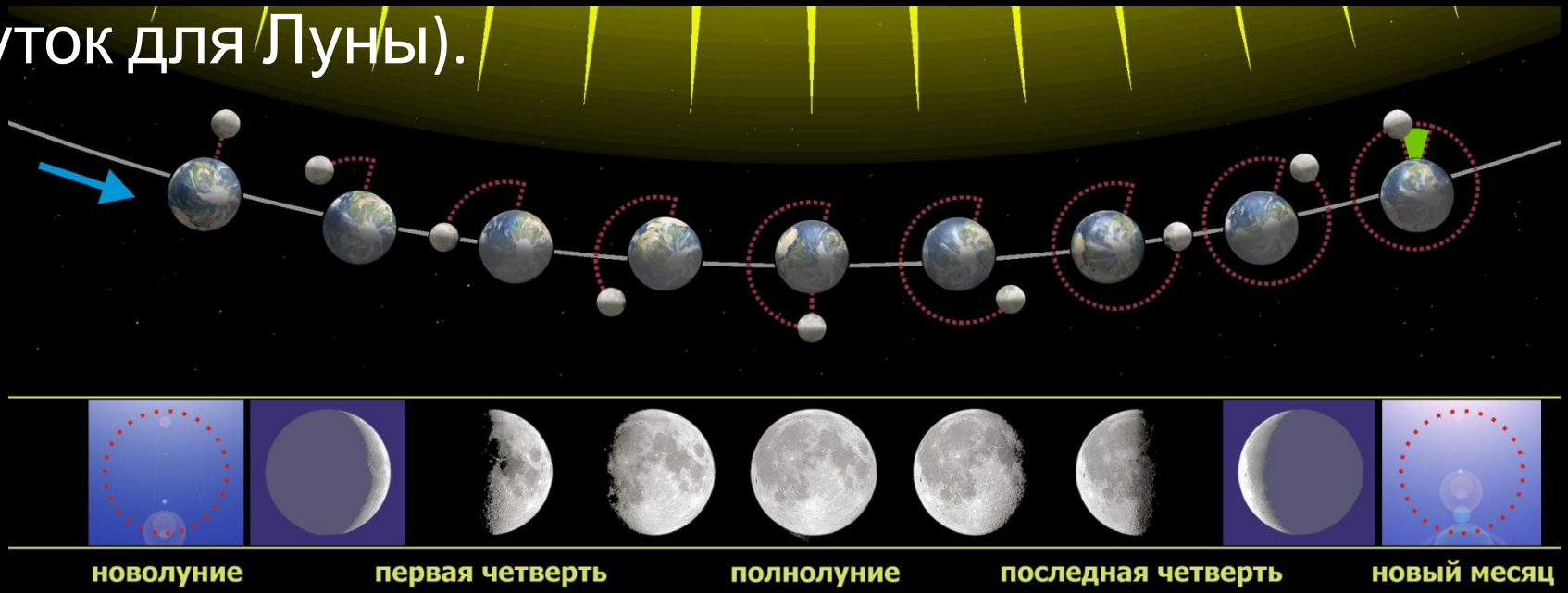



МОРЕ ХОЛОДА
Платон
Альпы
Залив Радуги
Кавказ
МОРЕ ДОЖДЕЙ
МОРЕ ЯСНОСТИ
Аристарх
Апеннины
МОРЕ КРИЗИСОВ
ОКЕАН
Коперник
МОРЕ ПАРОВ
МОРЕ СПОКОЙСТВИЯ
БУРЬ
Кеплер
МОРЕ ИЗОБИЛИЯ
Гримальди
Лангрен
МОРЕ НЕКТАРА
МОРЕ ОБЛАКОВ
МОРЕ ВЛАЖНОСТИ
Стевин
Тихо
МОРЕ ЮЖНОЕ

Карта высот



* **Сидерический период обращения** — промежуток времени, в течение которого какое-либо небесное тело-спутник совершает вокруг главного тела полный оборот относительно звёзд (= **27,3** суток для Луны).

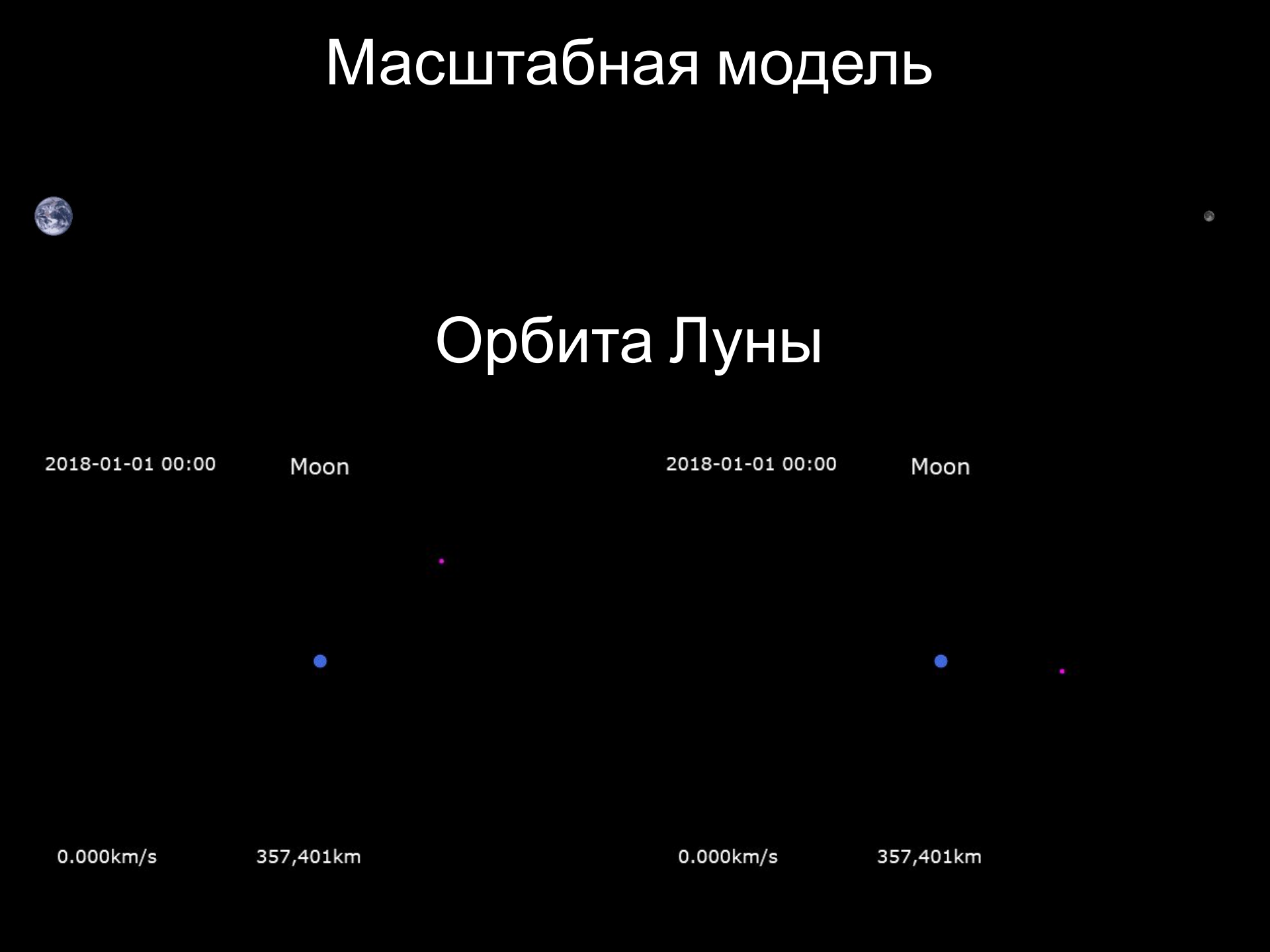


Фазы Луны — периодически меняющиеся состояния освещения Луны Солнцем.

* **Синодический период Луны** – продолжительность полной смены фаз Луны = **29,5** земных суток.

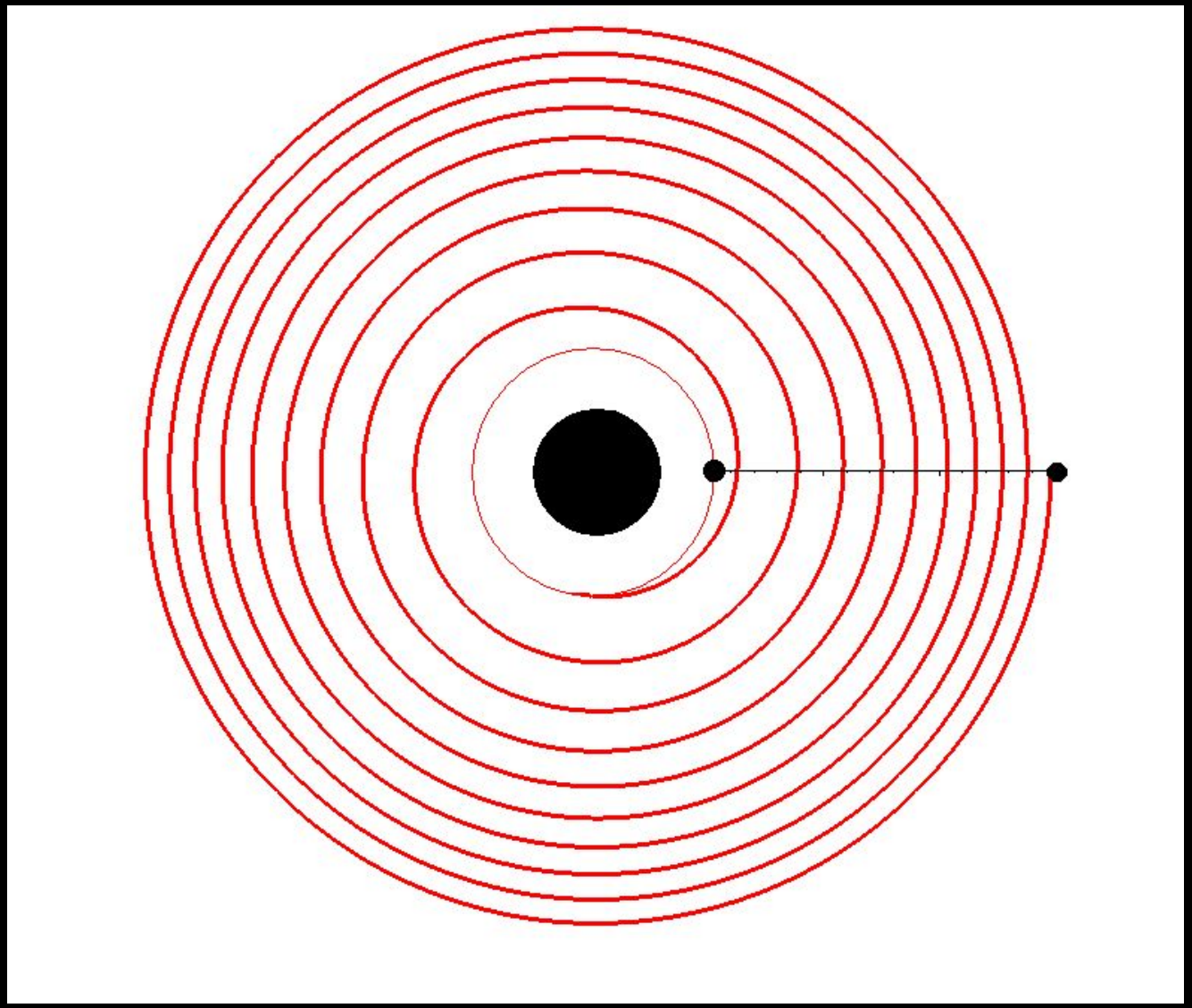
(Это понятие можно обобщить на другие небесные тела).

Масштабная модель



Орбита Луны

Орбита Луны за последние 4,36 миллиарда лет



Либрации Луны

Исследование Луны

14 сентября 1959 года поверхности Луны впервые достиг аппарат «Луна-2» (СССР)

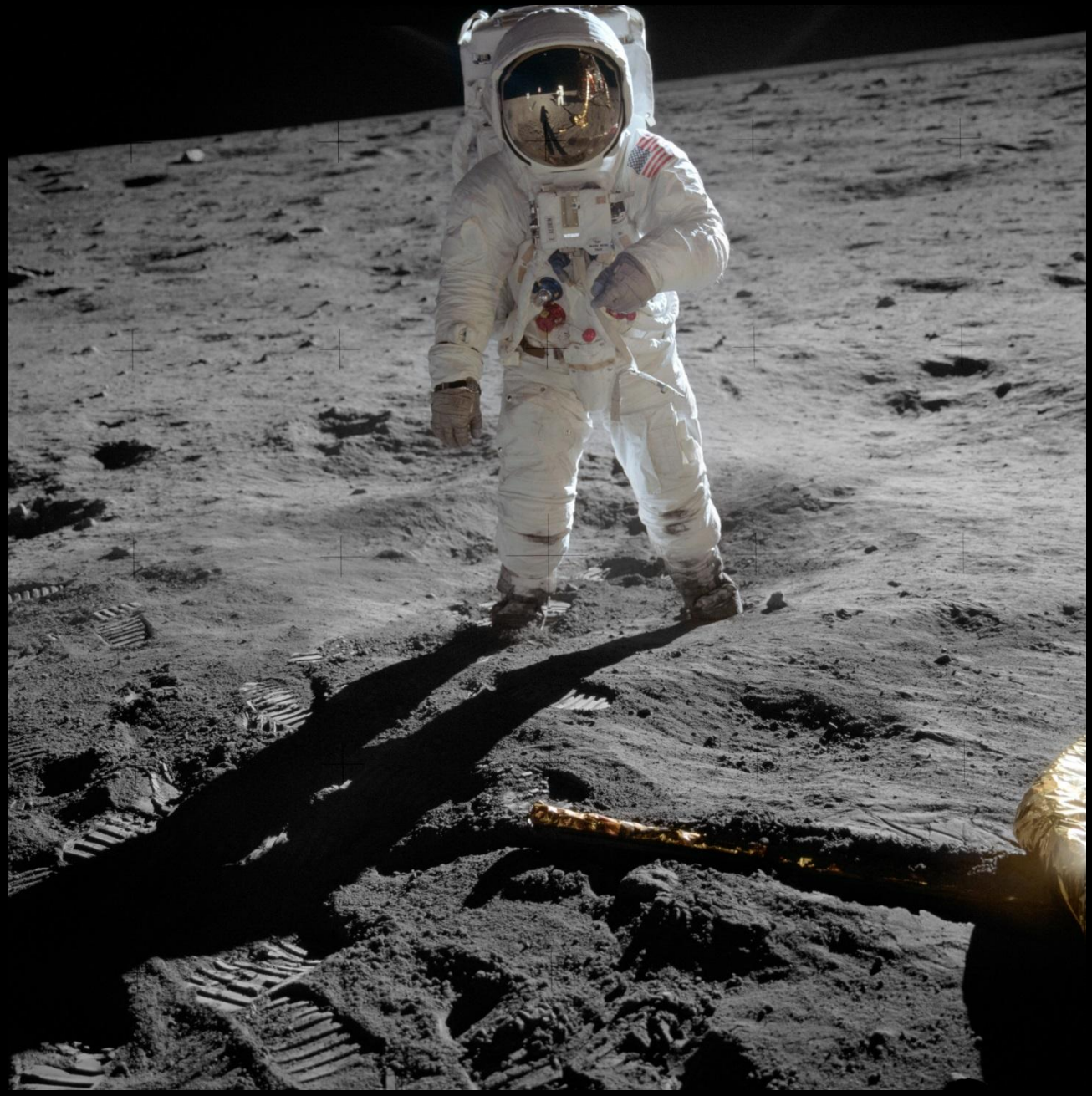
В том же году аппарату «Луна-3» впервые удалось запечатлеть обратную стороной Луны

3 февраля 1966 года состоялась первая мягкая посадка аппарата «Луна-9»

декабрь 1968 года – первый успешный пилотируемый облёт Луны кораблём «Аполлон-8» (США)

17 ноября 1970 года – первый дистанционно управляемый аппарат «Луноход-1»

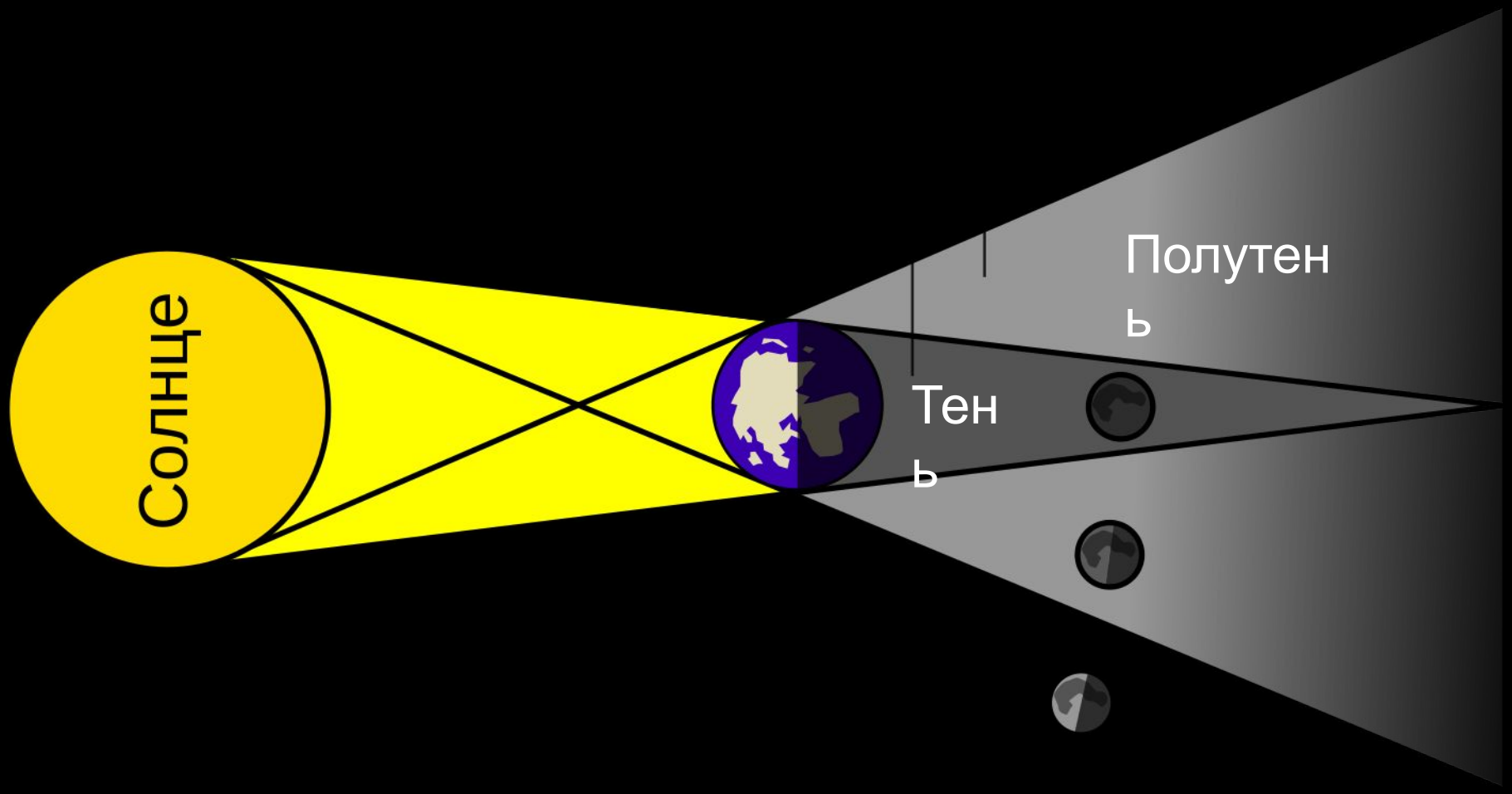
20 июля 1969 года – первый человек на Луне! «Аполлон-11»



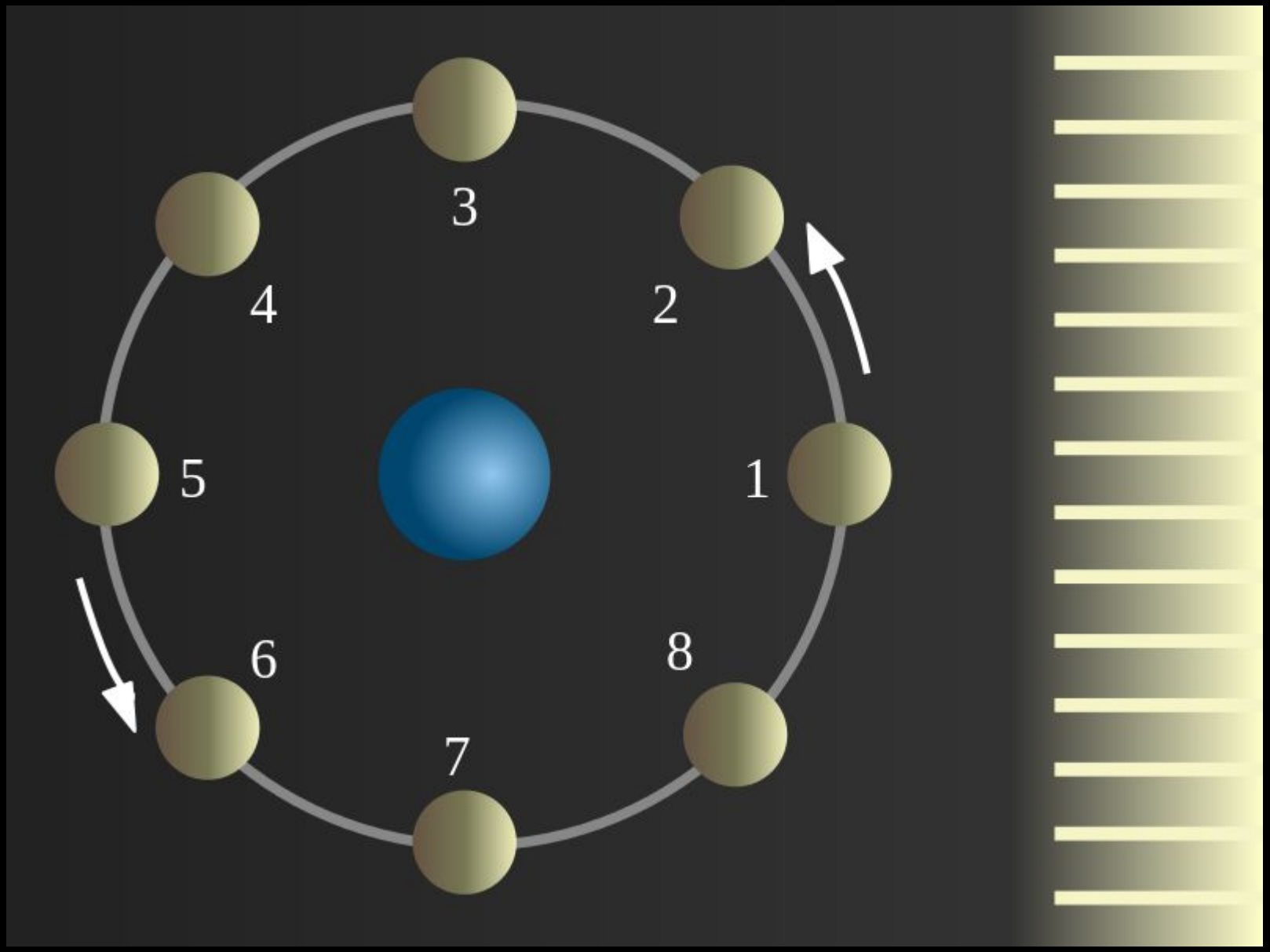
Пепельный свет Луны — видимое свечение неосвещённой прямым солнечным светом поверхности характерного пепельного цвета.

Лунное затмение

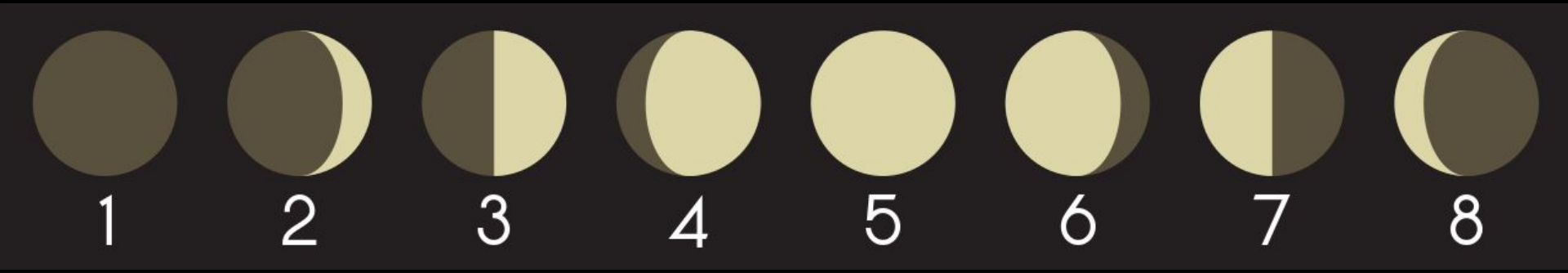
Лунное затмение

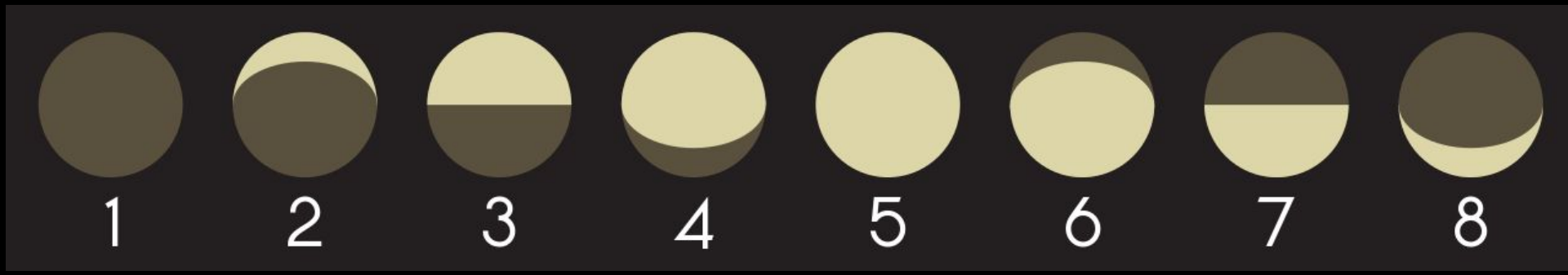


Фазы Луны



Какая последовательность верная?

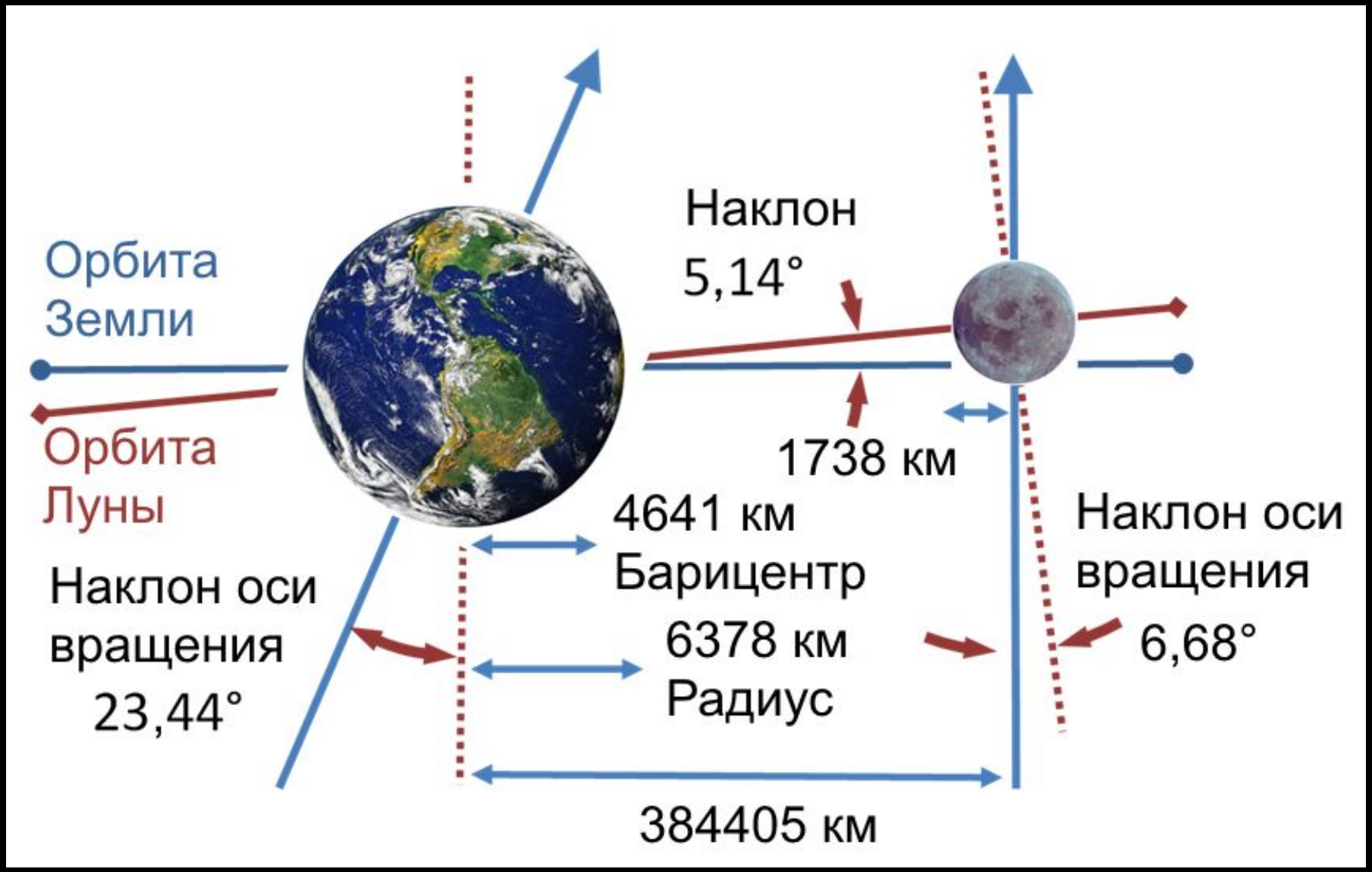




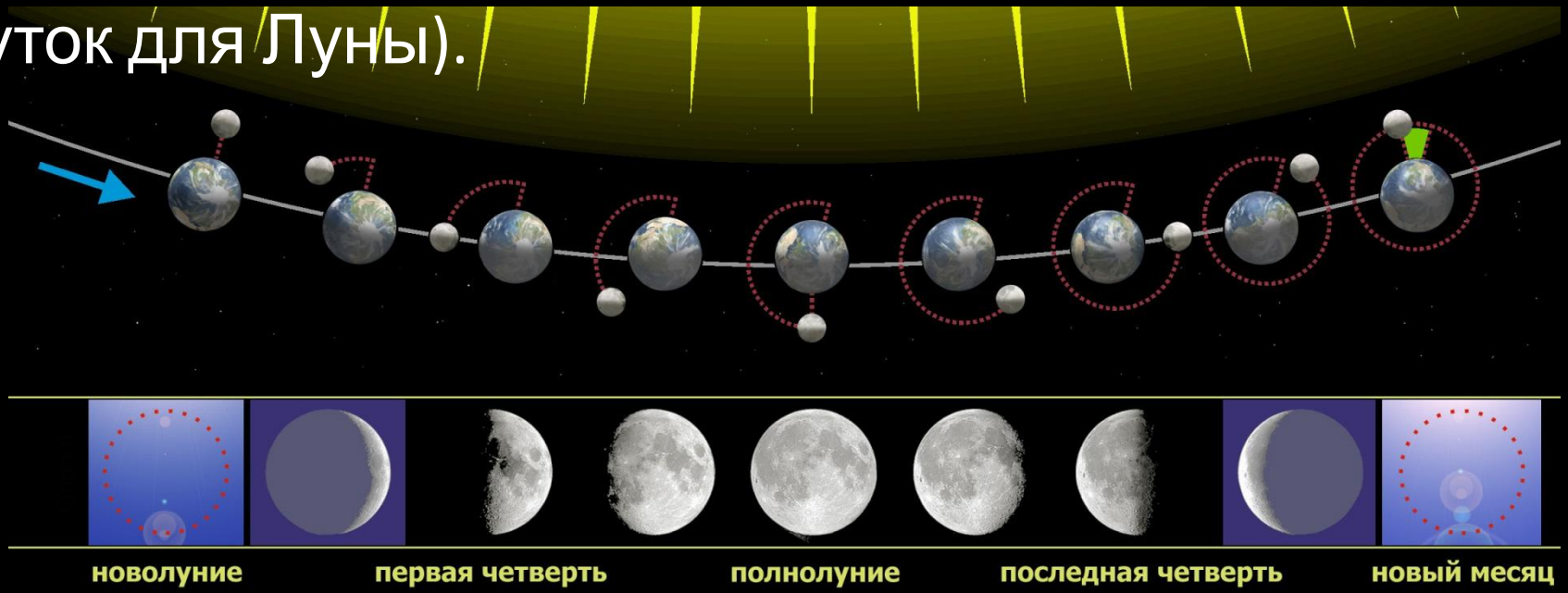
Наблюдаемая форма относительно горизонта

Название		Северное полушарие (восход)	Экватор (восход)	Южное полушарие (восход)	
Новолуние (номер 1 на картинке)	●	●	●	●	●
Молодая луна (2)	◐	◔	◒	◕	◑
Первая четверть (3)	◐	◔	◒	◕	◑
Прибывающая луна (4)	◐	◔	◒	◕	◑
Полнолуние (5)	○	○	○	○	○
Убывающая луна (6)	◑	◕	◓	◔	◐
Последняя четверть (7)	◑	◕	◓	◔	◐
Старая луна (8)	◑	◕	◓	◔	◐

Если по направлению движения луны передний край освещённый — луна растущая, затенённый — убывающая.


Орбита Земли
Орбита Луны
Наклон 5,14°
1738 км
4641 км
Барицентр
6378 км
Радиус
Наклон оси вращения 23,44°
Наклон оси вращения 6,68°
384405 км

* **Сидерический период обращения** — промежуток времени, в течение которого какое-либо небесное тело-спутник совершает вокруг главного тела полный оборот относительно звёзд (= **27,3** суток для Луны).

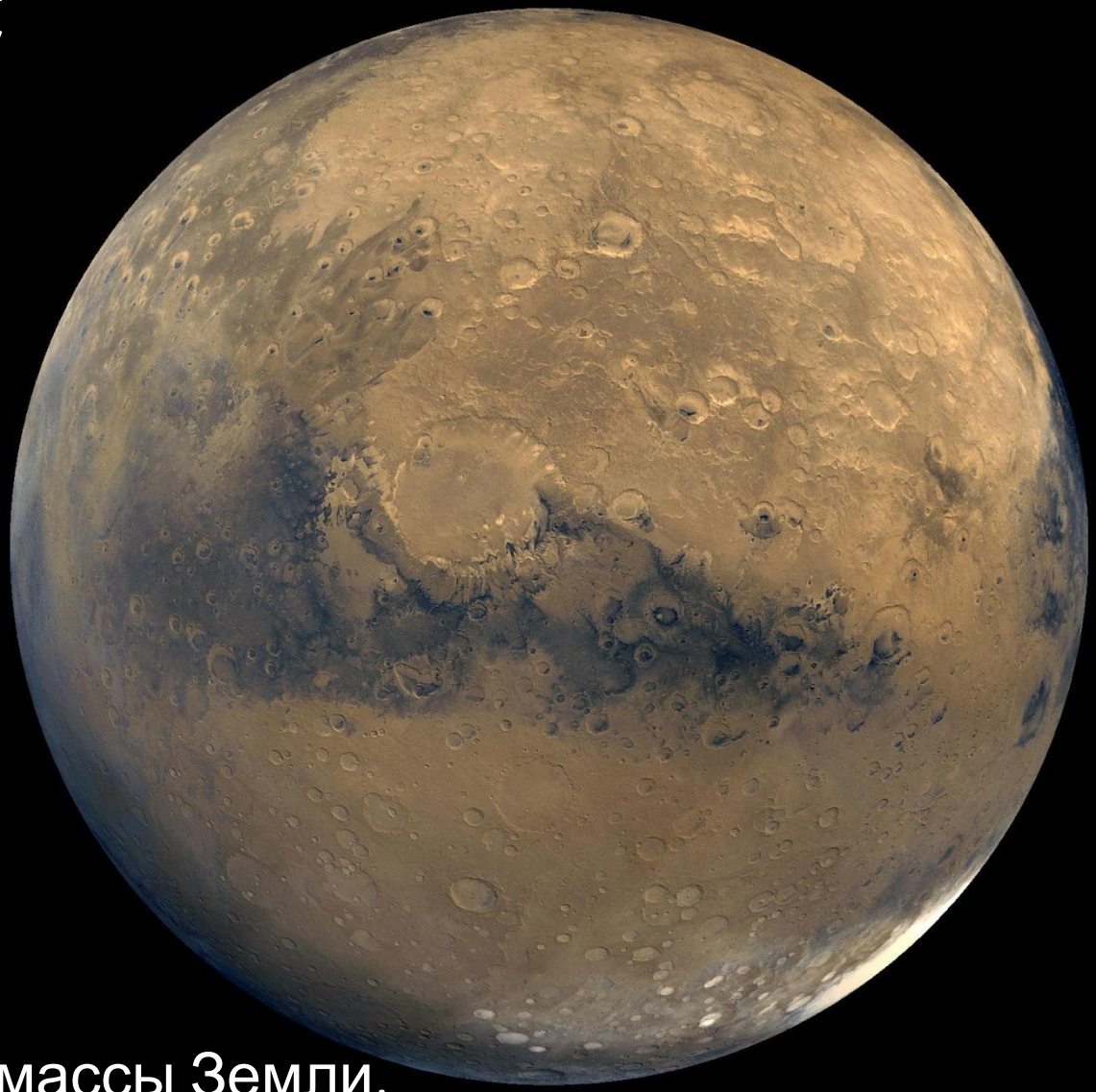


Фазы Луны — периодически меняющиеся состояния освещения Луны Солнцем.

* **Синодический период Луны** – продолжительность полной смены фаз Луны = **29,5** земных суток.

(Это понятие можно обобщить на другие небесные тела).

МАРС
Mars



Всего 10% от массы Земли,
Много железа, сильная радиация у поверхности,

Марс

(2 спутника: Фобос и Деймос)

Радиус: 3390 км

Плотность: $3,9\ \text{г/см}^3$

Температура: 210 К (186 – 298)К

Радиус орбиты: 1,5 а.е.

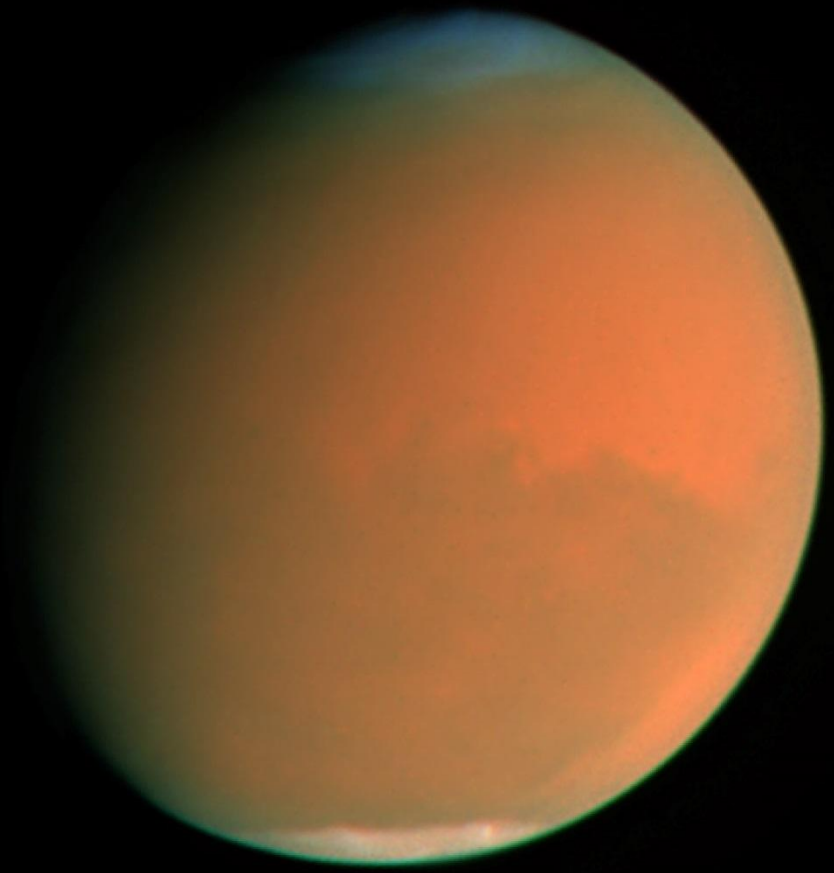
Период обращения: 687 суток (С), 24 ч 37 мин (О)

Состав атмосферы: углекислый газ 95%, аргон 1.6%

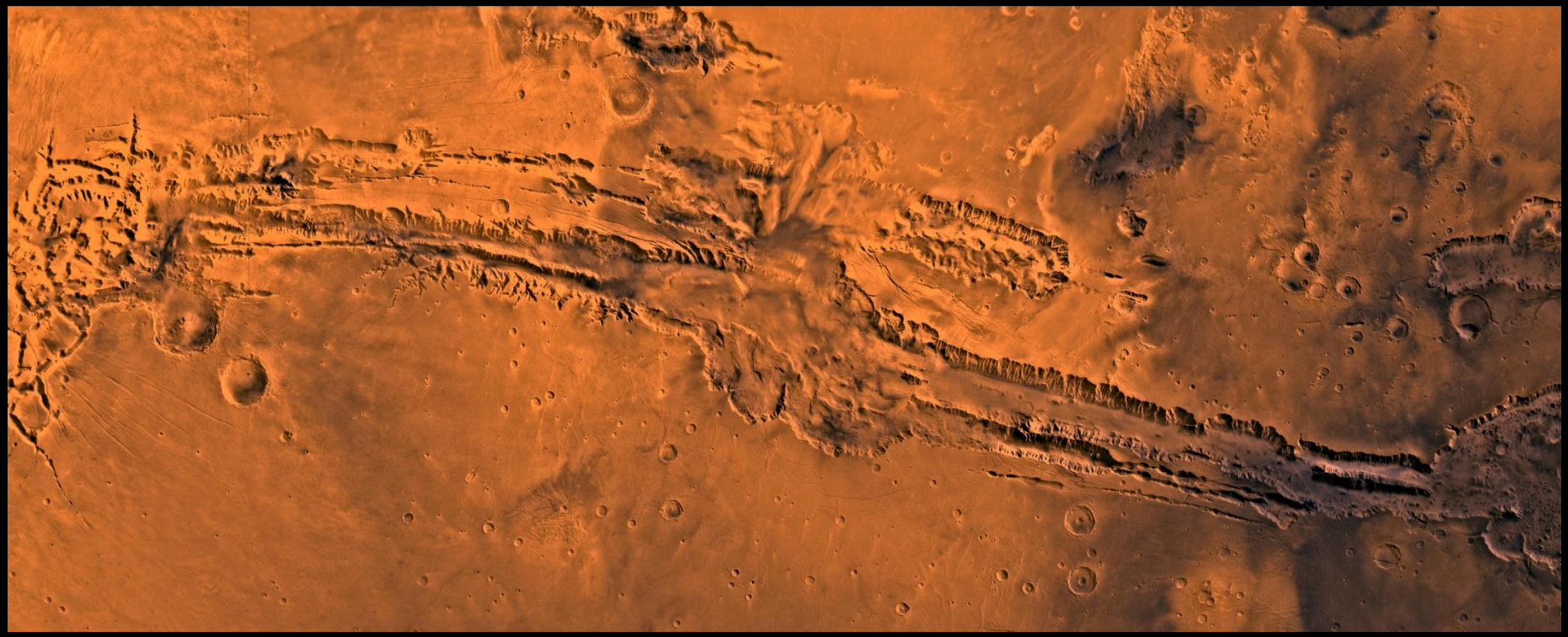
Наблюдается: *«красная звезда», лучше всего виден во время противостояний, но и заметен в течение года.*

Полярные шапки на Марсе

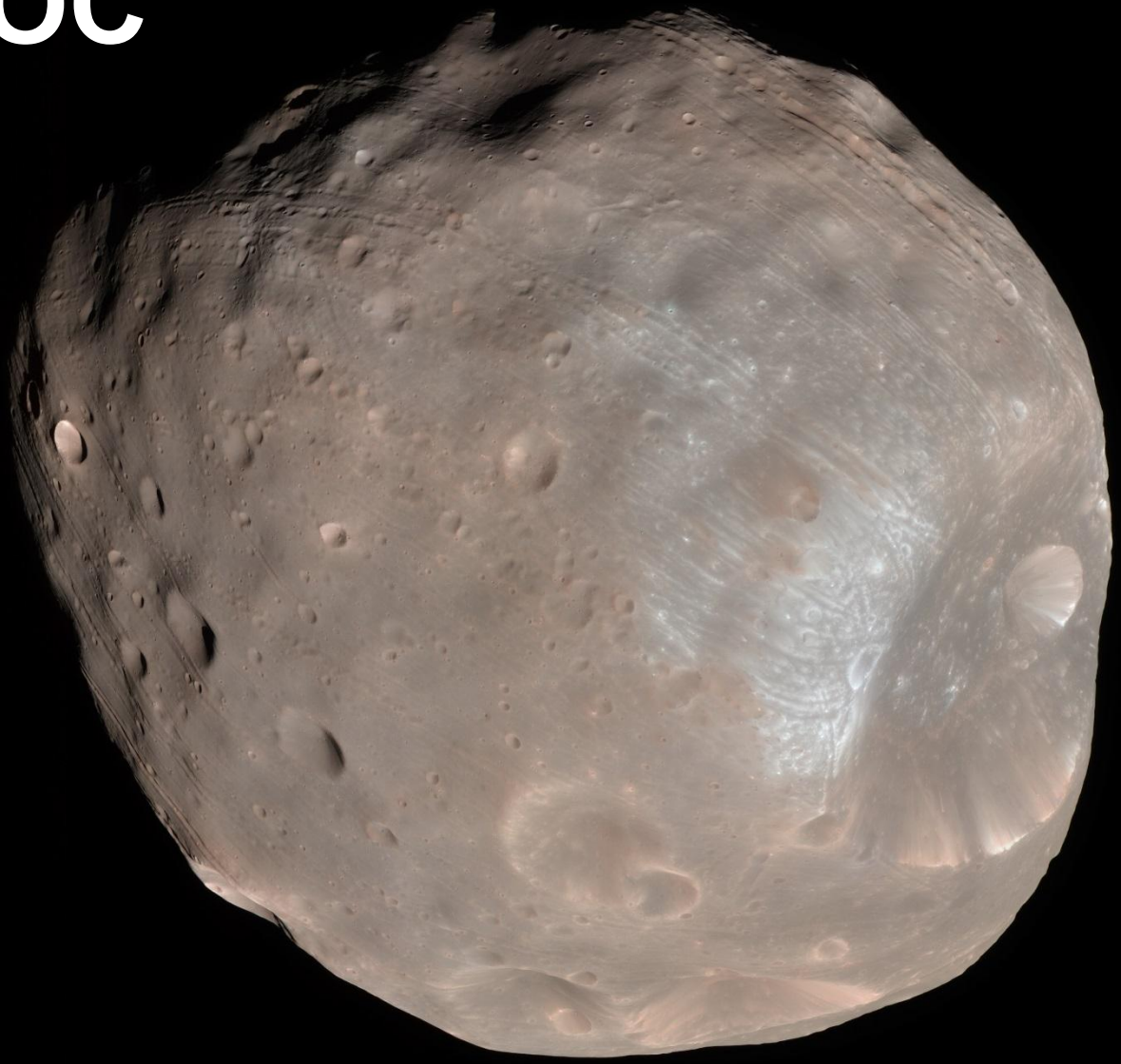
June 26, 2001



September 4, 2001



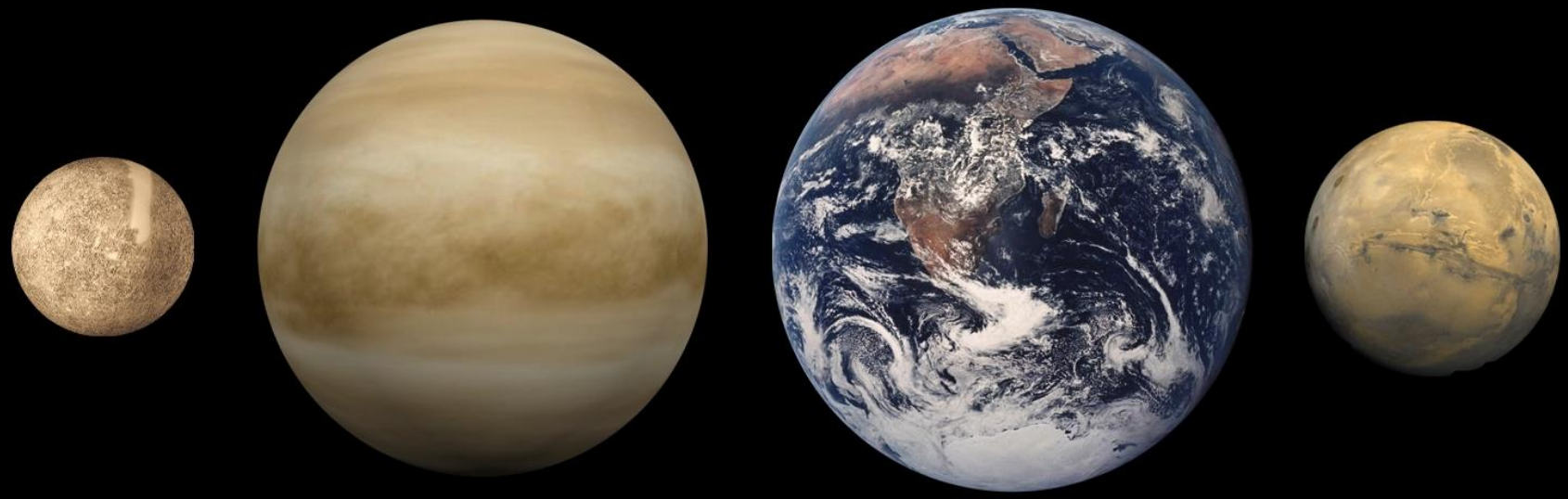
ФОБОС

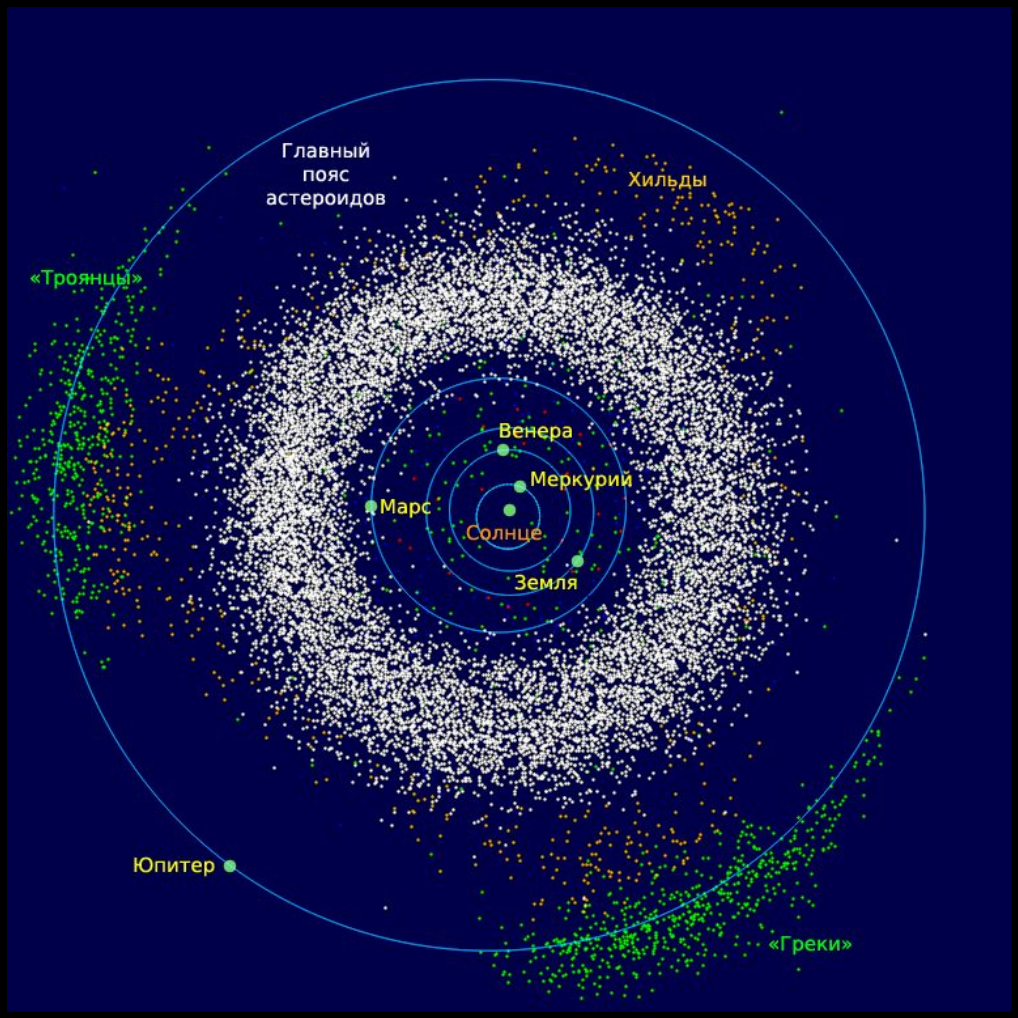


ДЕЙМОС

Всегда повёрнуты к Марсу одной стороной
– **явление приливного захвата.**

Планеты Земной группы

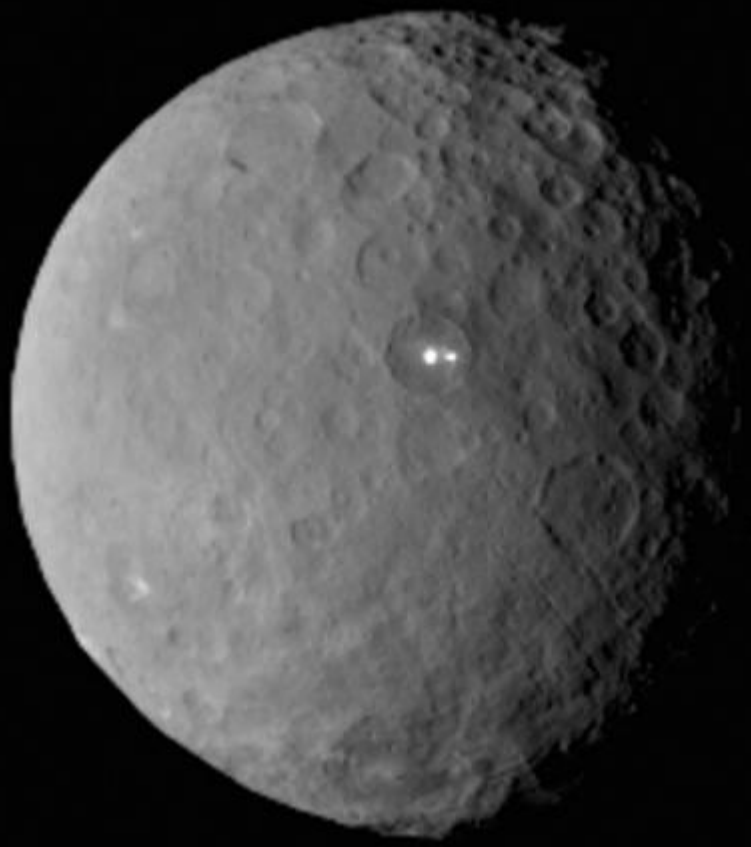


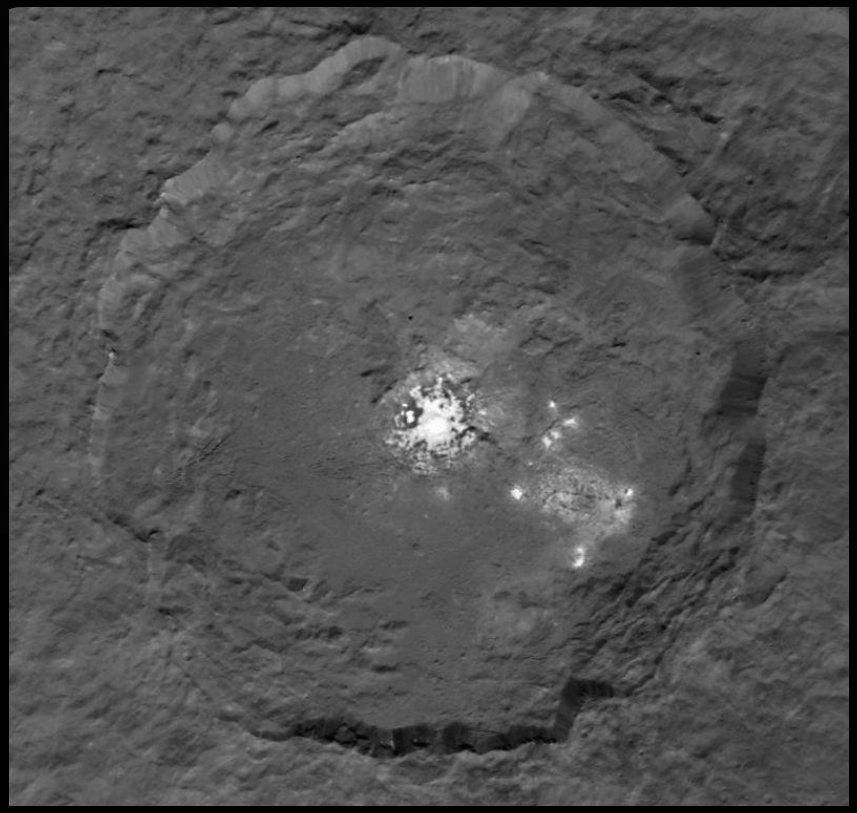


Пояс астероидов — область Солнечной системы, расположенная между орбитами Марса и Юпитера, являющаяся местом скопления множества объектов всевозможных размеров, преимущественно неправильной формы, называемых **астероидами** или **малыми планетами**.

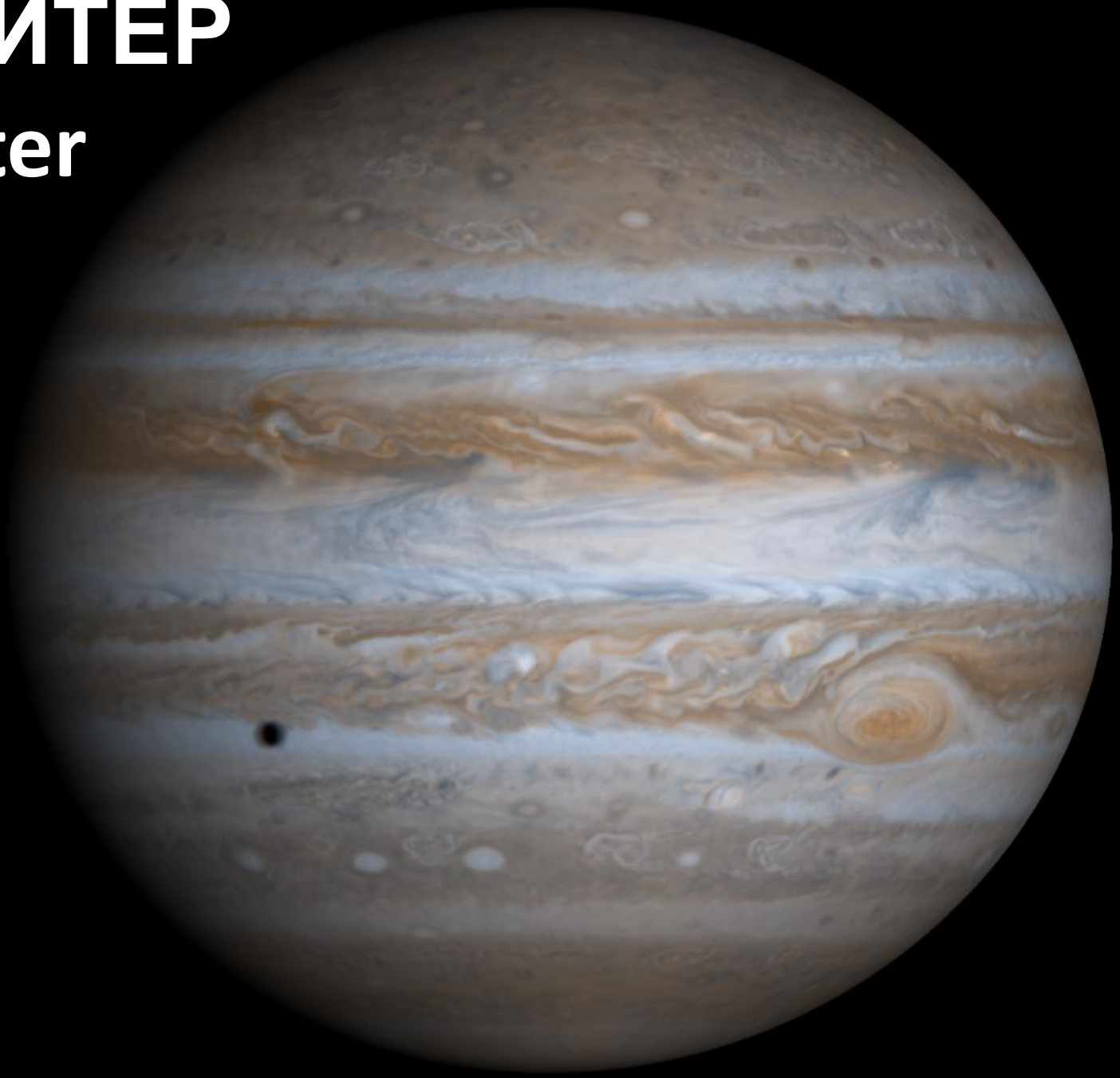
ЦЕРЕРА

Наименьшая из известных
карликовых планет.





ЮПИТЕР
Jupiter



Юпитер

(~79 спутников)

Радиус: $69\,900$ км

Плотность: $1,3$ г/см^3

Температура: 128 К и растёт с убыванием R

Радиус орбиты: 5,2 а.е.

Период обращения: 11. 86 лет (С), 10 ч (О)

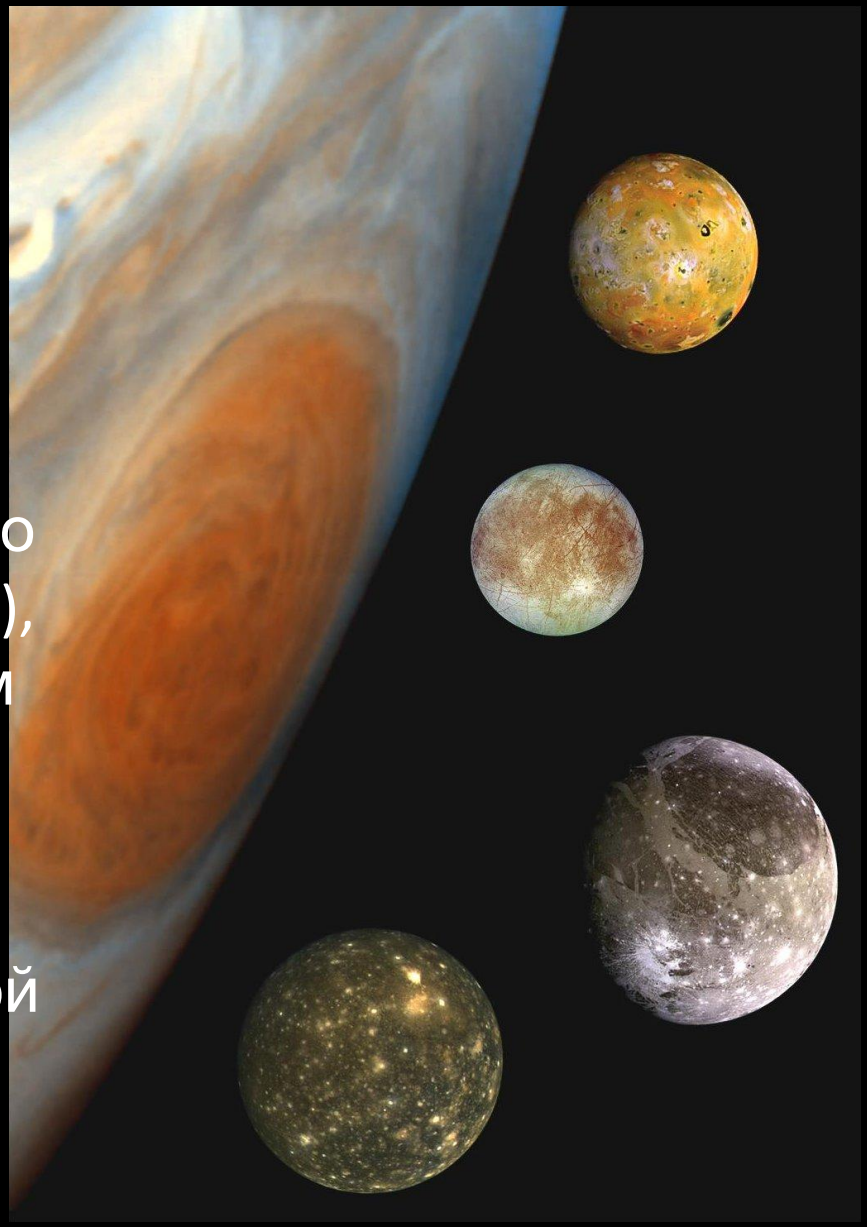
Состав атмосферы: Водород 89%, гелий 10%, метан 0.3%

Наблюдается: *по яркости после Венеры, хорошо виден в противостояниях, но в средних широтах не поднимается в это время над горизонтом выше, чем на 20-30 градусов.*

Большое красное пятно

Галилеевы спутники — собирательное название 4 крупнейших спутников Юпитера (из их общего числа в 79):
Ио, Европы, Ганимеда и Каллисто (в порядке удаления от Юпитера), которые были открыты Галилеем в XVII веке.

Они входят в число крупнейших спутников Солнечной системы и могут наблюдаться в небольшой телескоп.



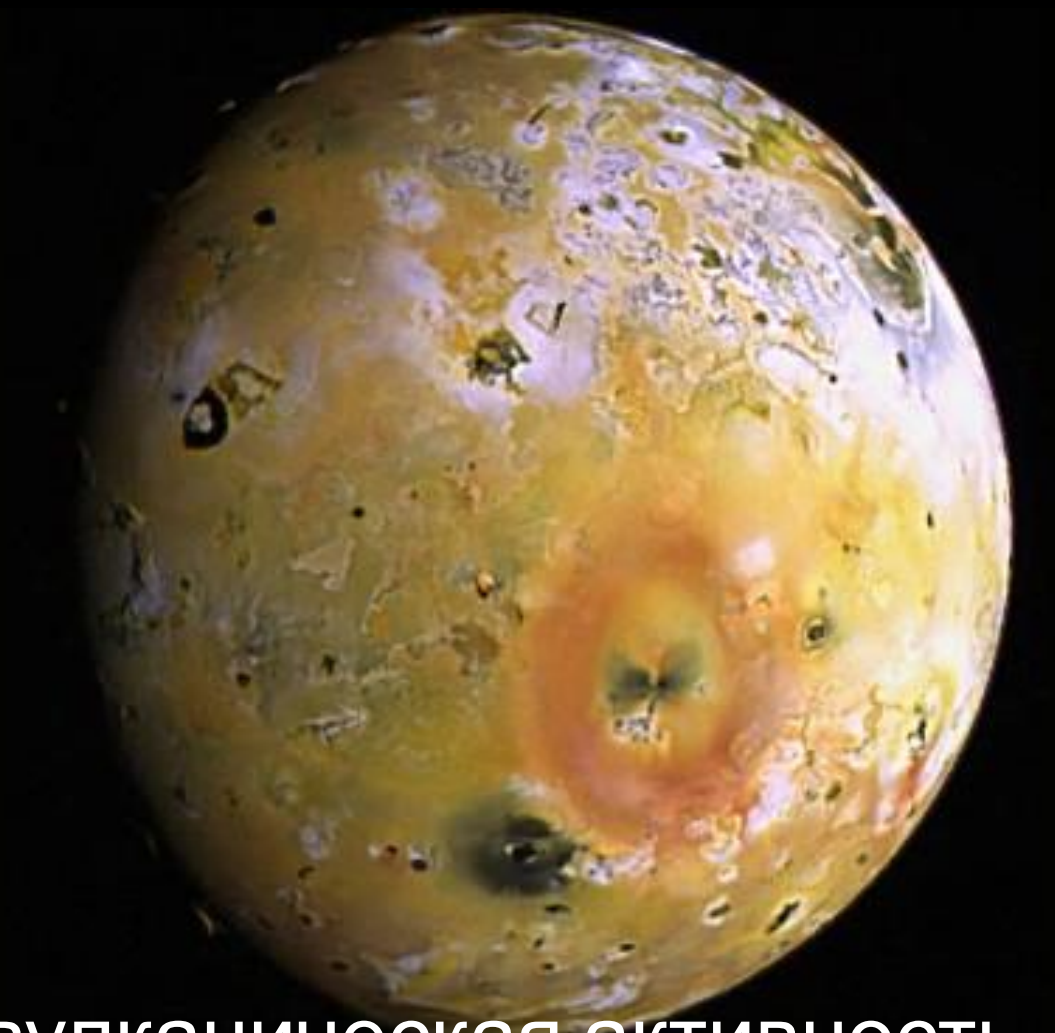
ГАНИМЕД

Самый крупный спутник Солнечной системы,
R ~ 2600 км (больше

КАЛЛИСТО

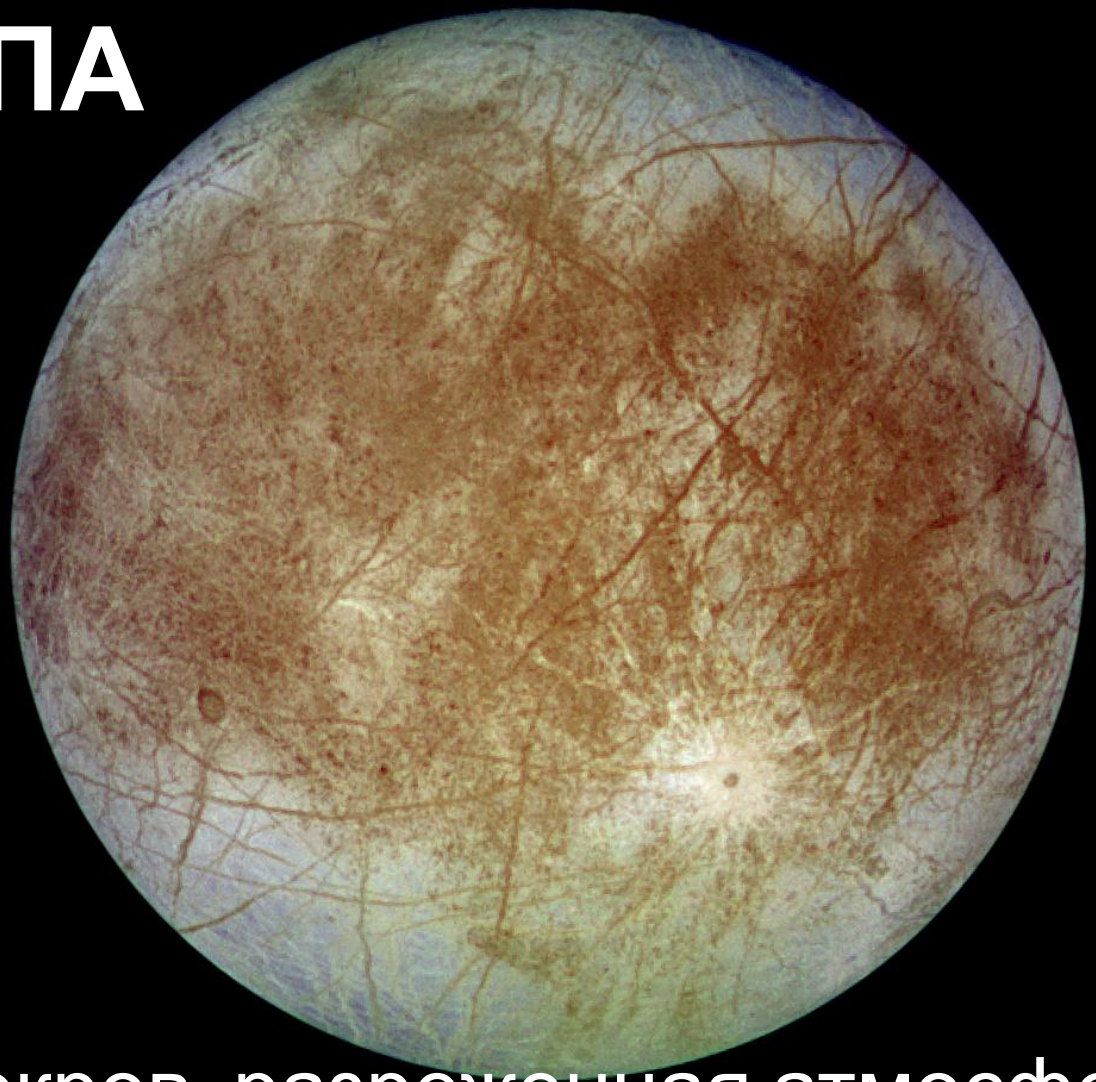
Второй по величине спутник Юпитера,
R ~ 2400 км

ИО



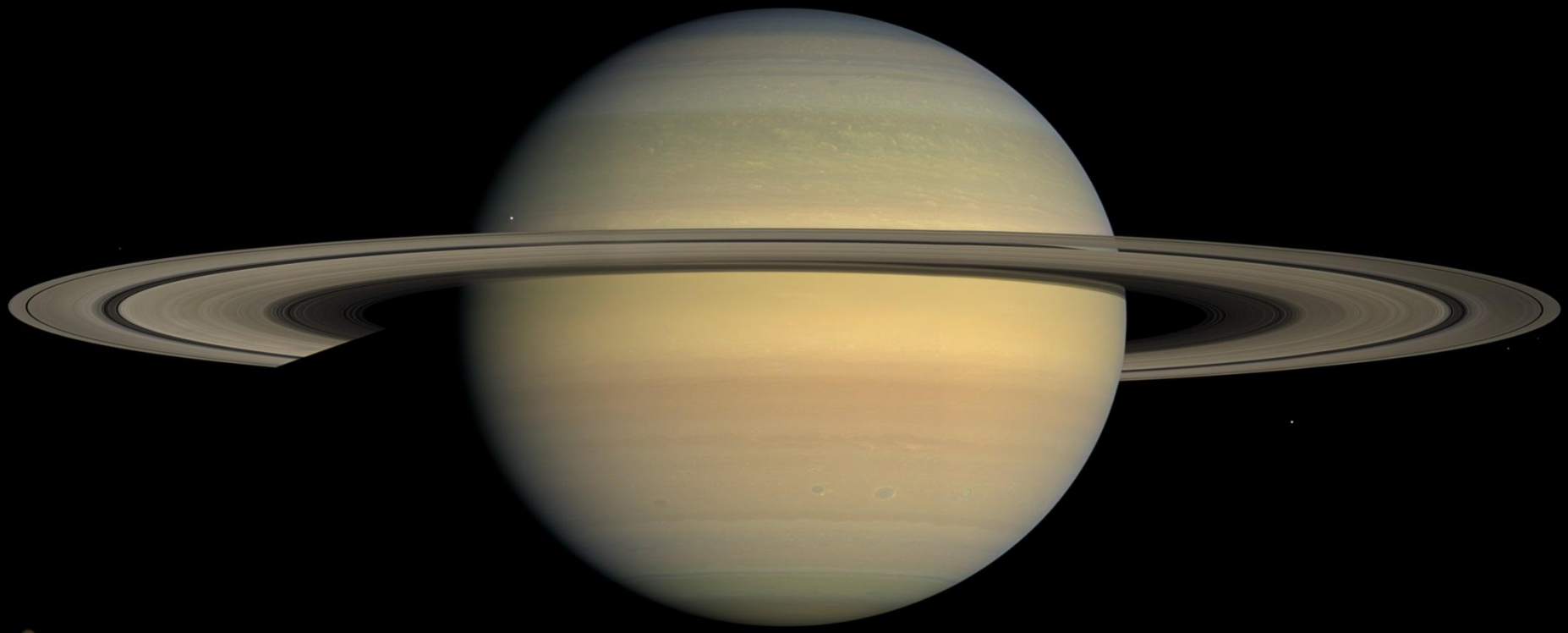
Сильная вулканическая активность из-за приливных сил,
R ~ 1800 км

ЕВРОПА



Ледяной покров, разреженная атмосфера из кислорода, гипотеза о жидком океане подо льдом,

САТУРН
Saturn

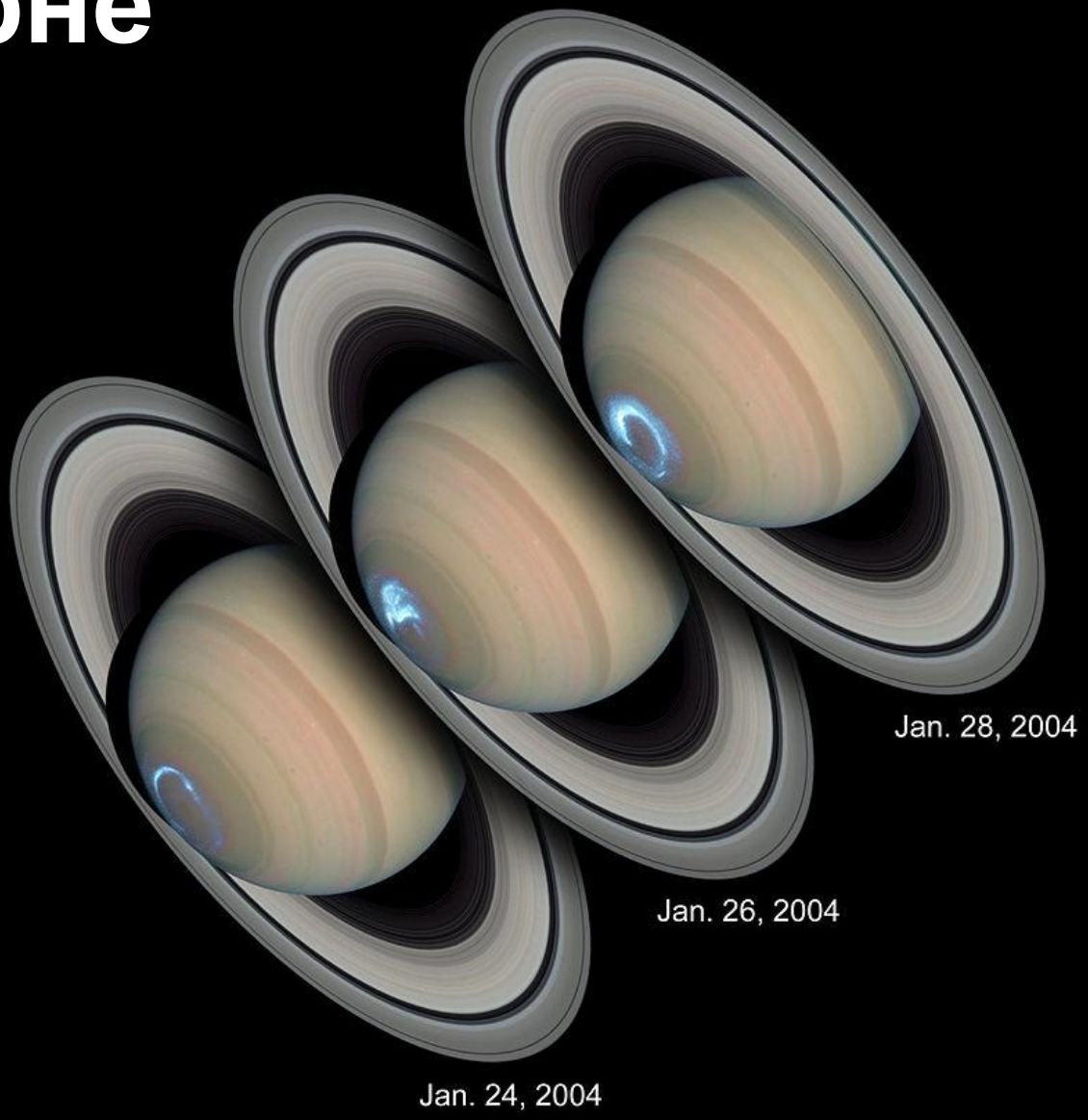


Сатурн

(24 спутника)

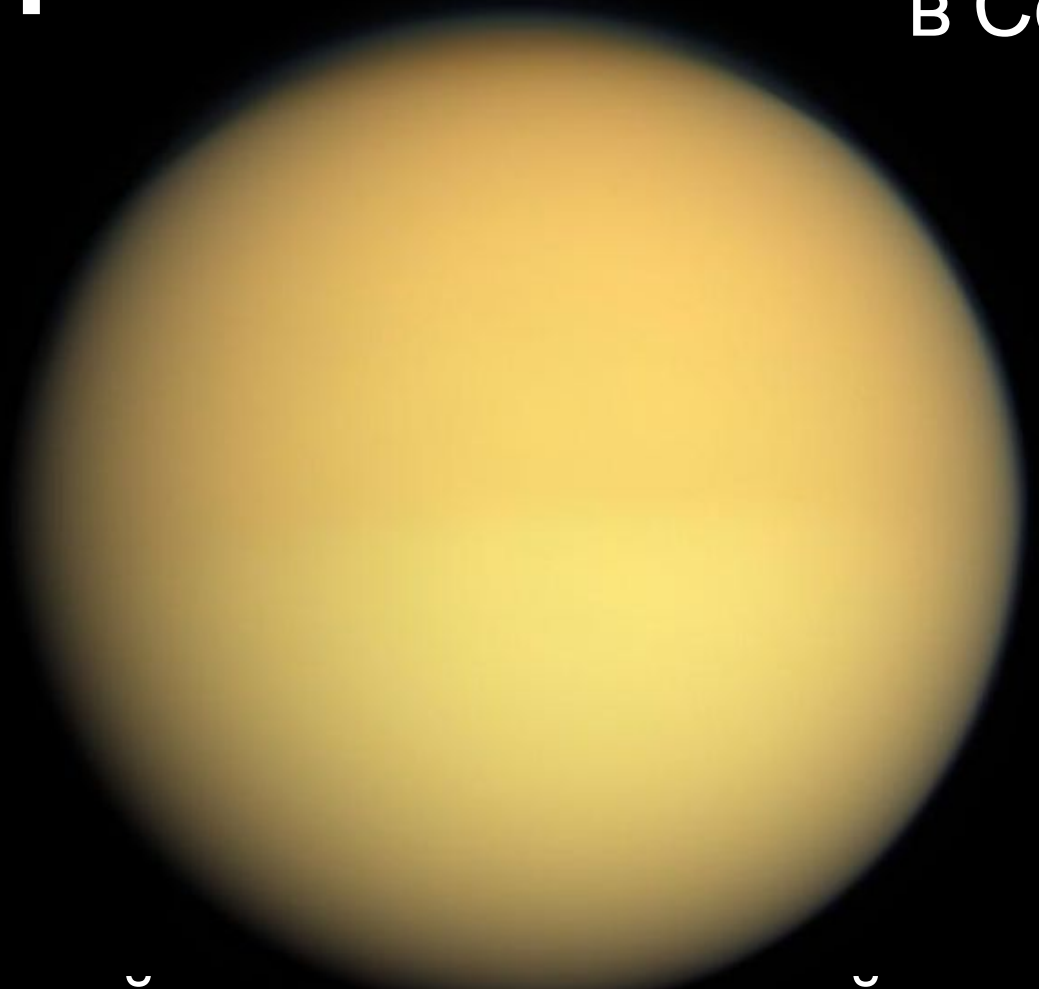
Радиус:	$58\,200$ км
Плотность:	$0,7$ г/см^3
Температура:	84 К – 134 К – …
Радиус орбиты:	10,1 а.е.
Период обращения:	29.5 лет (С), 10.5 ч (О)
Состав атмосферы:	водород 96%, гелий 3%, метан 0.4%
Наблюдается:	*лучше всего летом, в периоды противостояний : июнь- июль*

Полярное сияние на Сатурне



ТИТАН

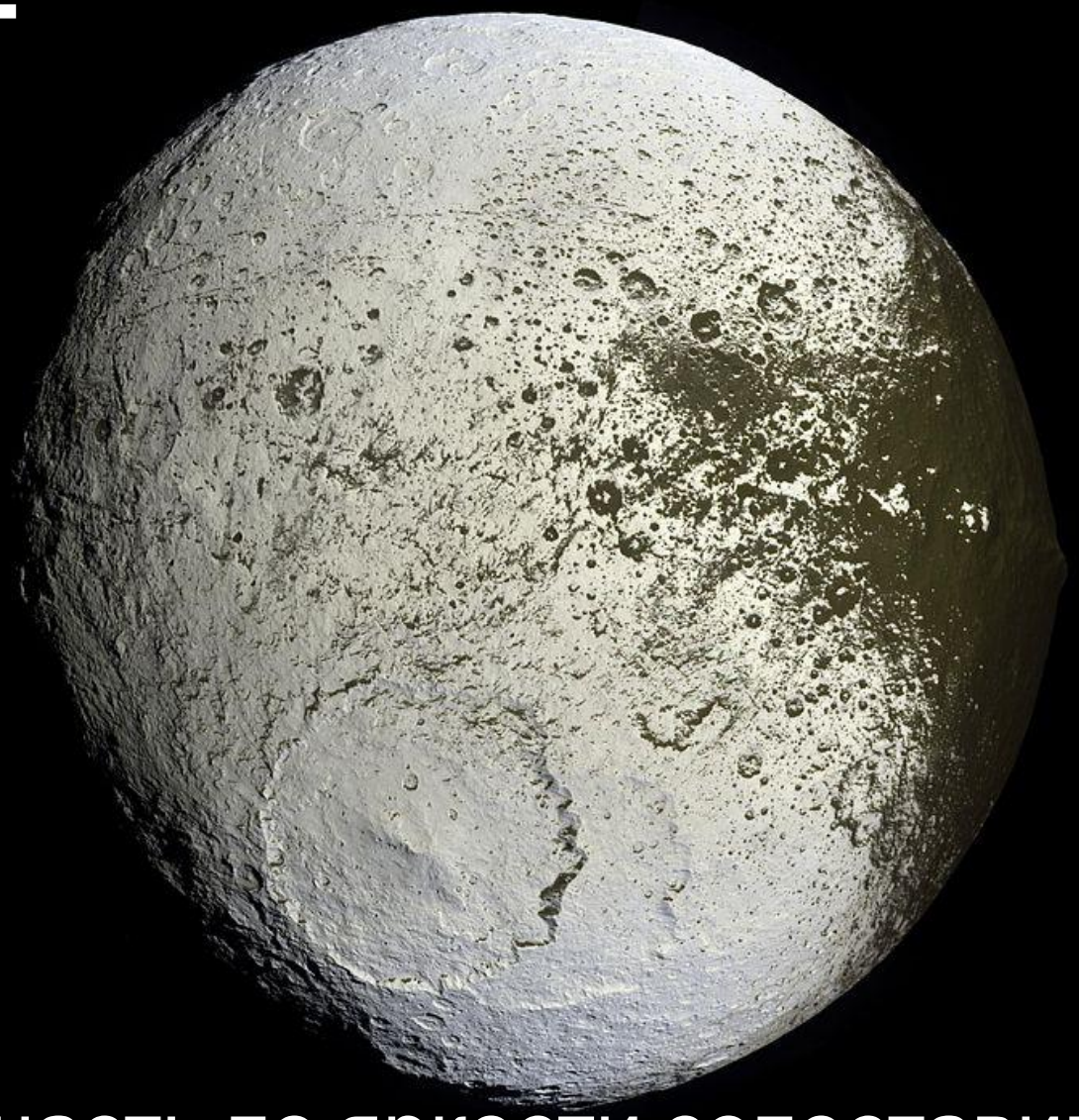
Второй по величине в Солнечной системе



Единственный спутник с плотной атмосферой и жидкостью на поверхности.

R ~ 2575 км

ЯПЕТ

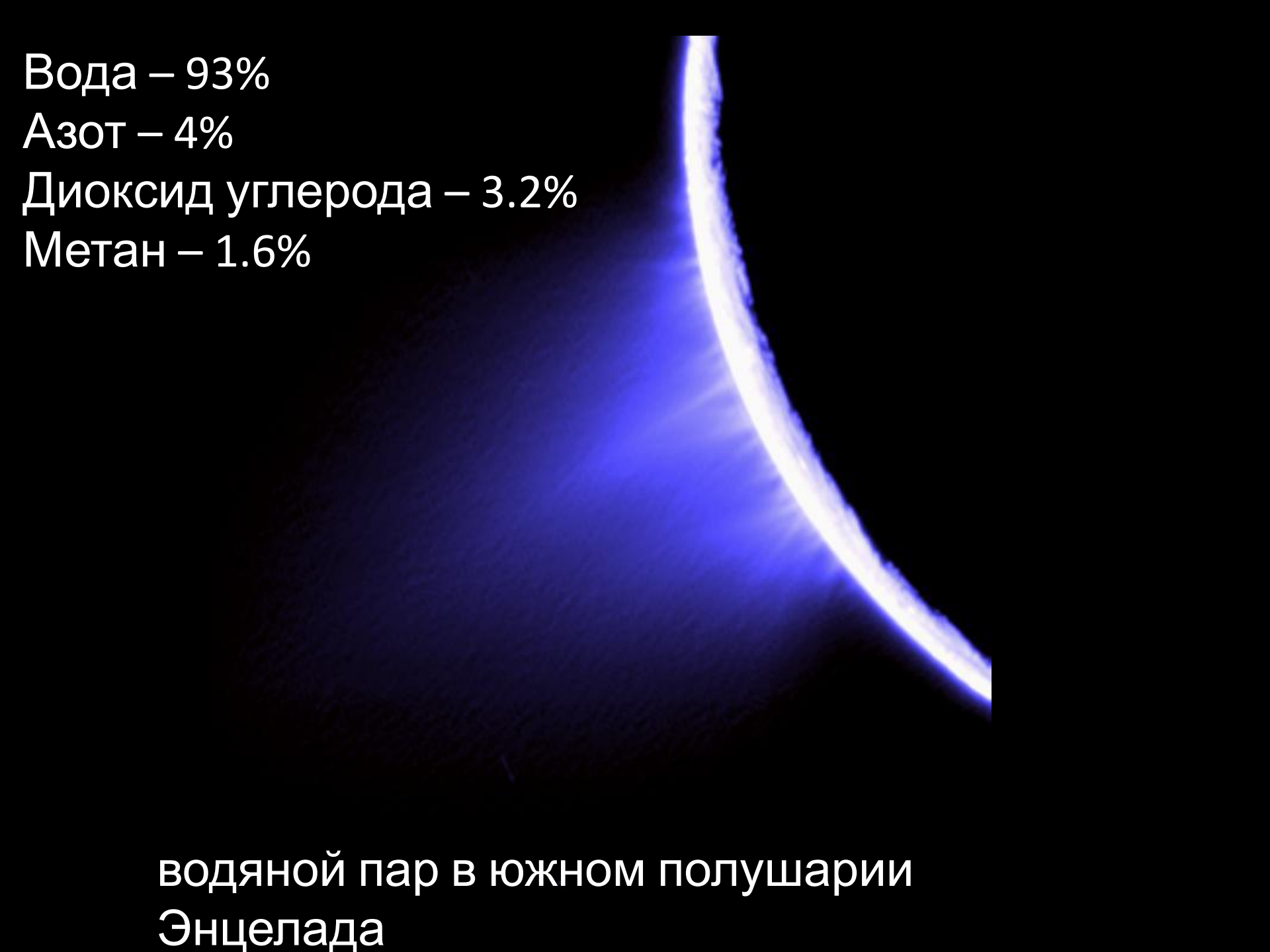


Светлая часть по яркости сопоставима с Европой, R ~ 735 км

ЭНЦЕЛАД

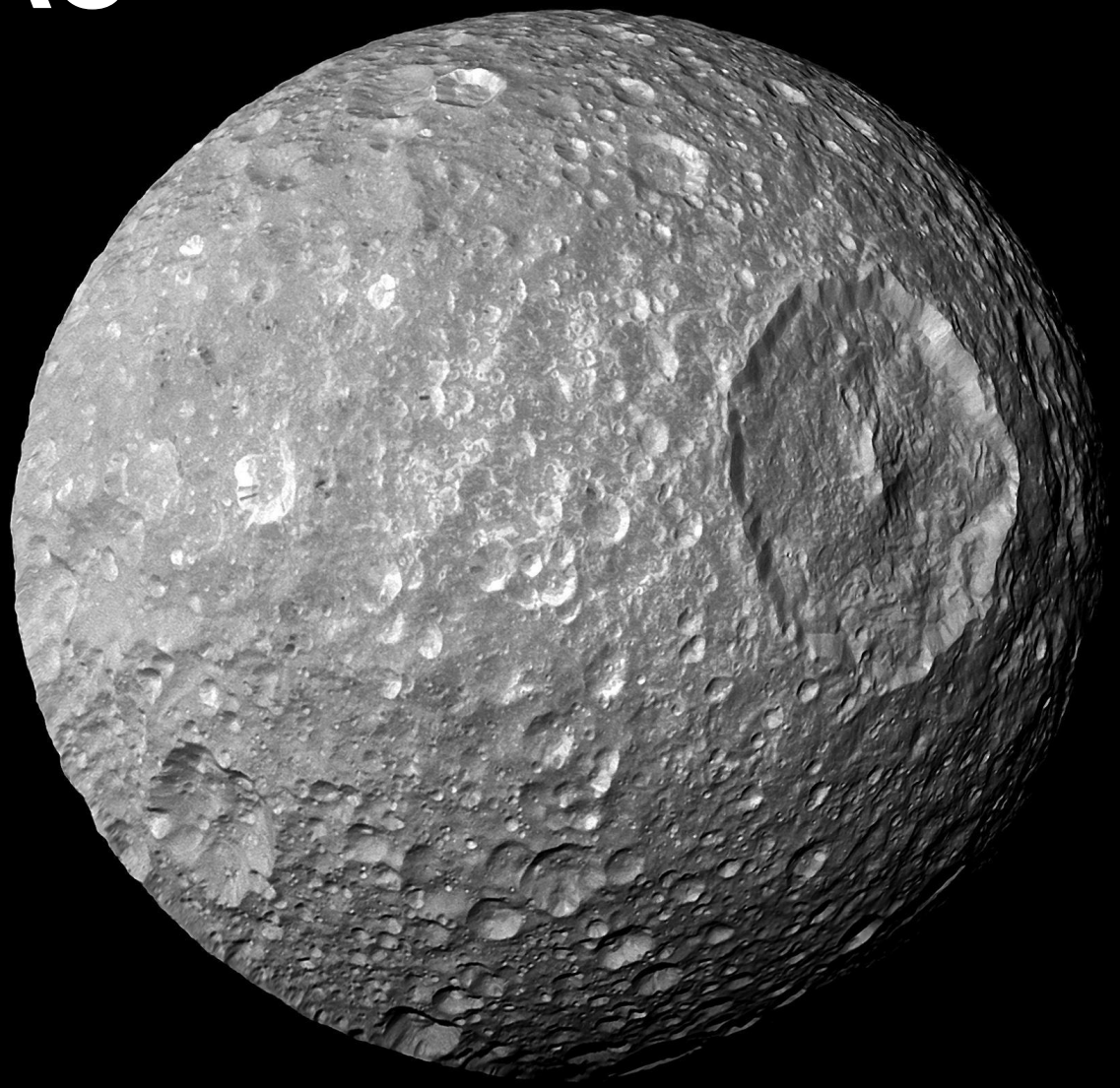
Жидкий океан под поверхностью, струи вещества, бьющие из-под поверхности, R ~ 250

Вода – 93%
Азот – 4%
Диоксид углерода – 3.2%
Метан – 1.6%



водяной пар в южном полушарии Энцелада

МИМАС



R ~ 200 км

УРАН
Uranus

Планетная система с самыми низкими температурами, вращается ретроградно, ветра с v =

УРАН

(27 спутников)

Радиус: $25\,360$ км

Плотность: $1,27\ \text{г/см}^3$

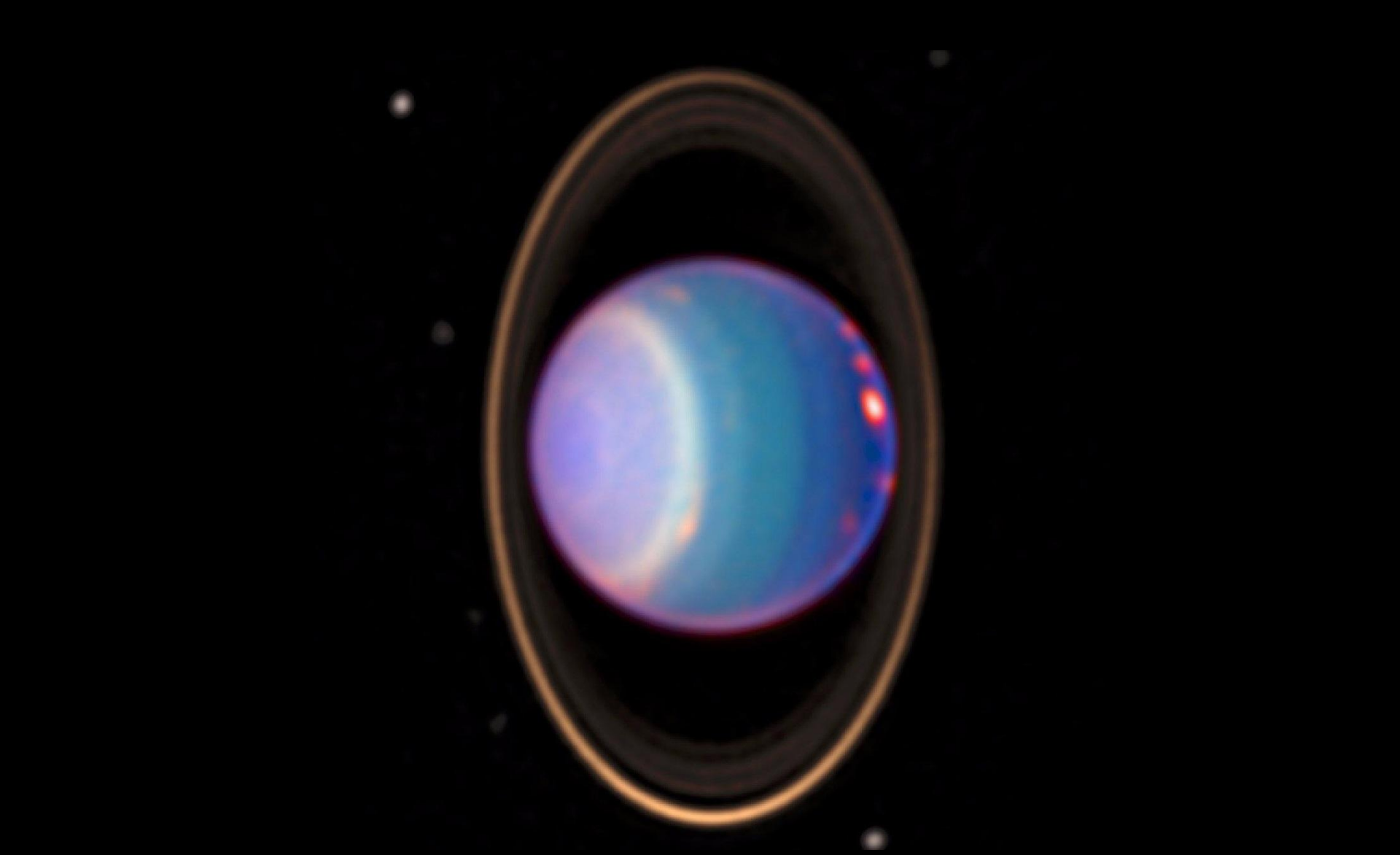
Температура: ~ 50 К

Радиус орбиты: 19.3 а.е.

Период обращения: 84 года (С), 17 ч 14 мин (О)

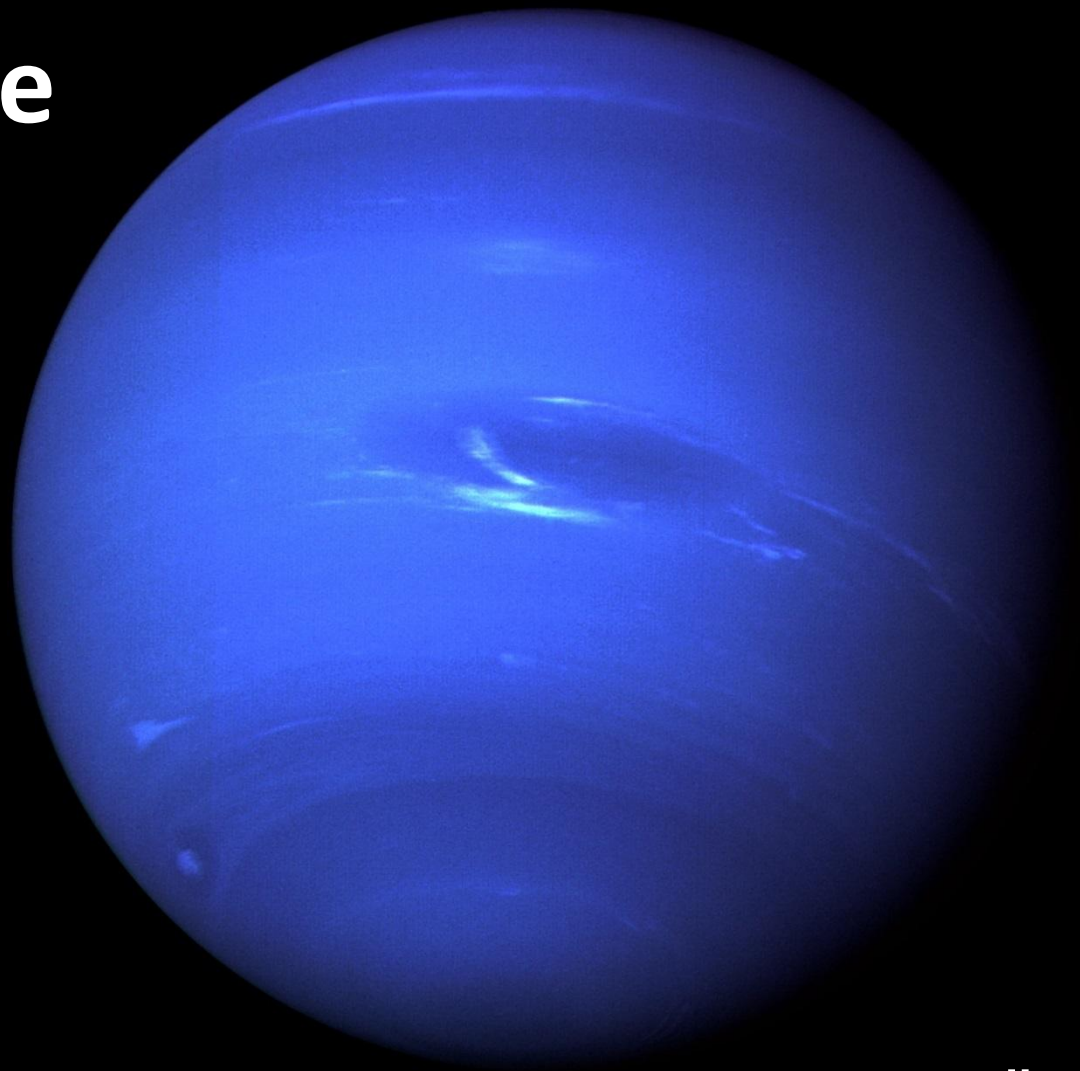
Состав атмосферы: водород 83%, гелий 15%, метан 2%

Наблюдается: невооружённым глазом во времена противостояний, в бинокль даже в городе.



Ретроградное вращение – ось почти под прямым углом к плоскости орбиты

НЕПТУН
Neptune



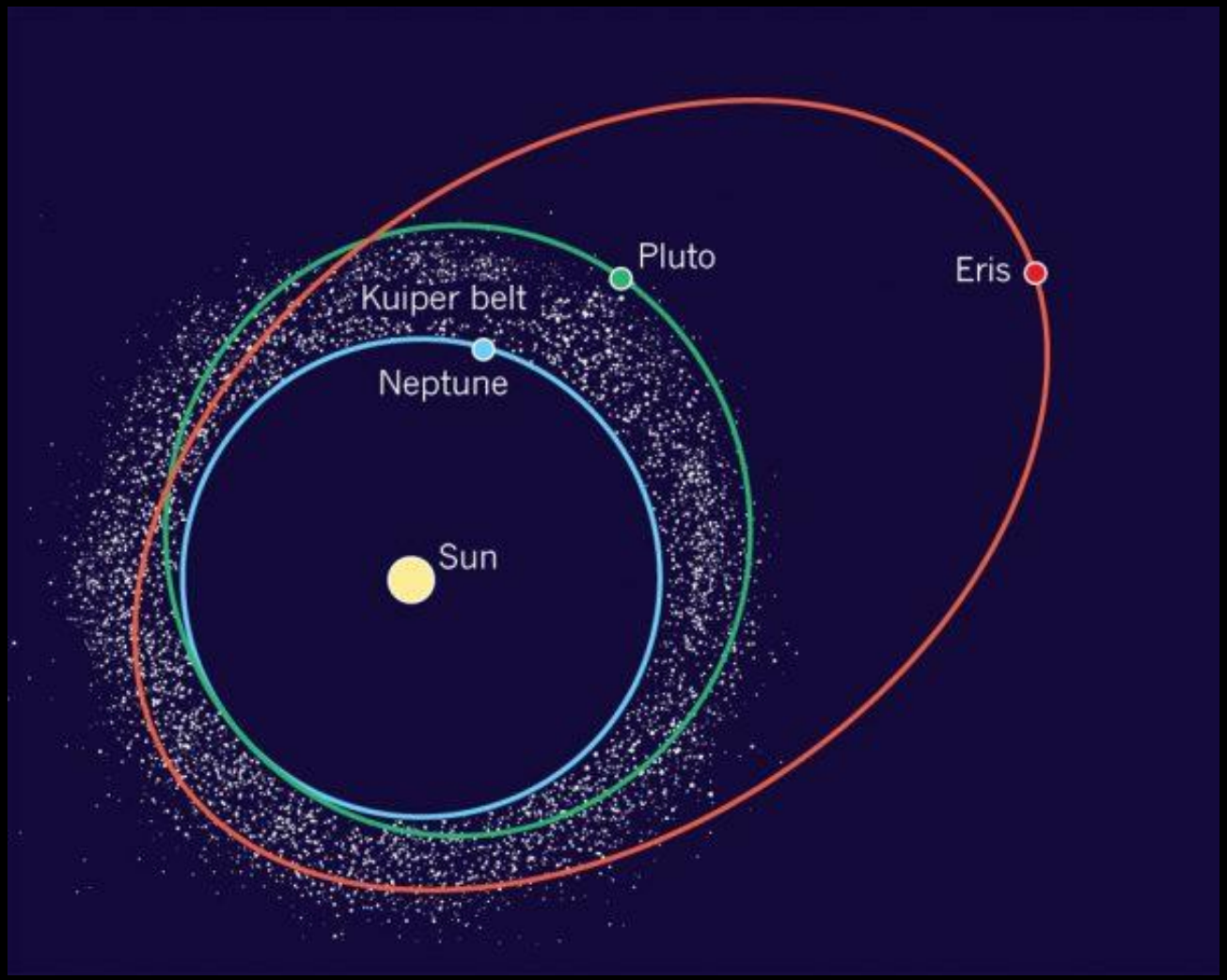
Открыт с помощью математических расчётов,
Самые сильные ветры: V = 2100 км/ч, есть

НЕПТУН

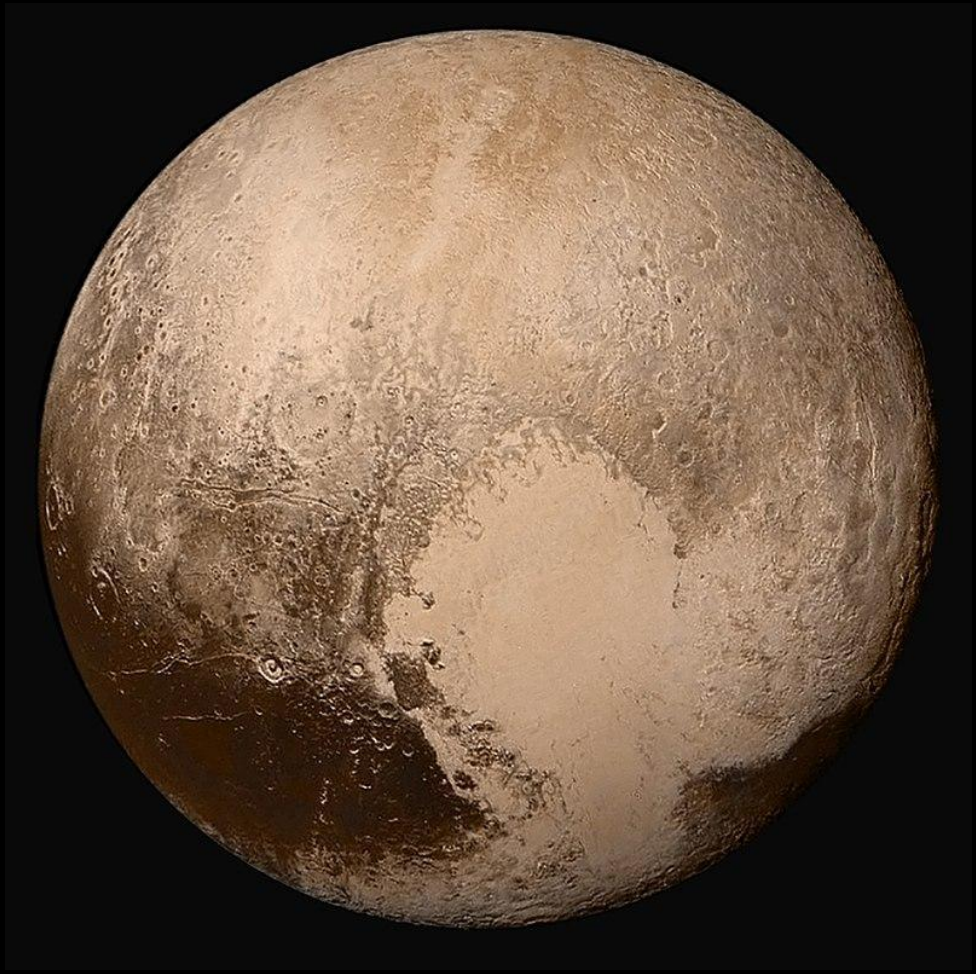
(14 спутников)

Радиус:	$24\,600$ км
Плотность:	$1,64$ г/см^3
Температура:	~ 55 - 72 К
Радиус орбиты:	30,1 а.е.
Период обращения:	165 лет (С), 15 ч 58 мин (О)
Состав атмосферы:	водород 80%, гелий 19%, метан 1.5%
Наблюдается:	невооружённым глазом не виден

Пояс Койпера



ПЛУТОН
Pluto



Карликовая планета

ПЛУТОН

(5 спутников)

Радиус:	$1\,190$ км
Плотность:	$1,86$ г/см^3
Температура:	~ 40 – 60 К
Радиус орбиты:	39,5 а.е.
Период обращения:	165 лет (С), 15 ч 58 мин (О)
Состав атмосферы:	азот с примесью метана и угарного газа
Наблюдается:	невооружённым глазом не виден

ХАРОН

R ~ 600 км

Облако Оорта

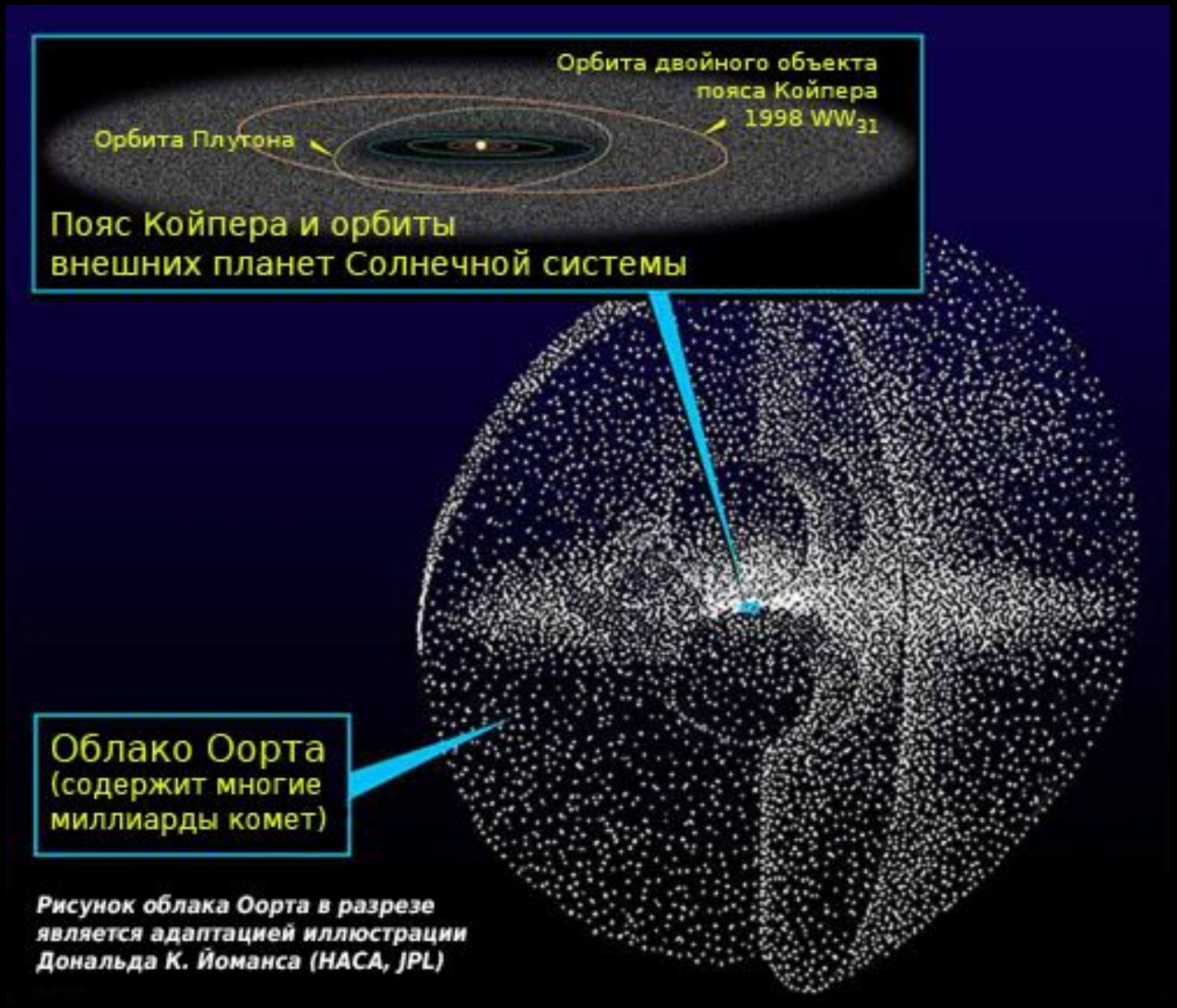
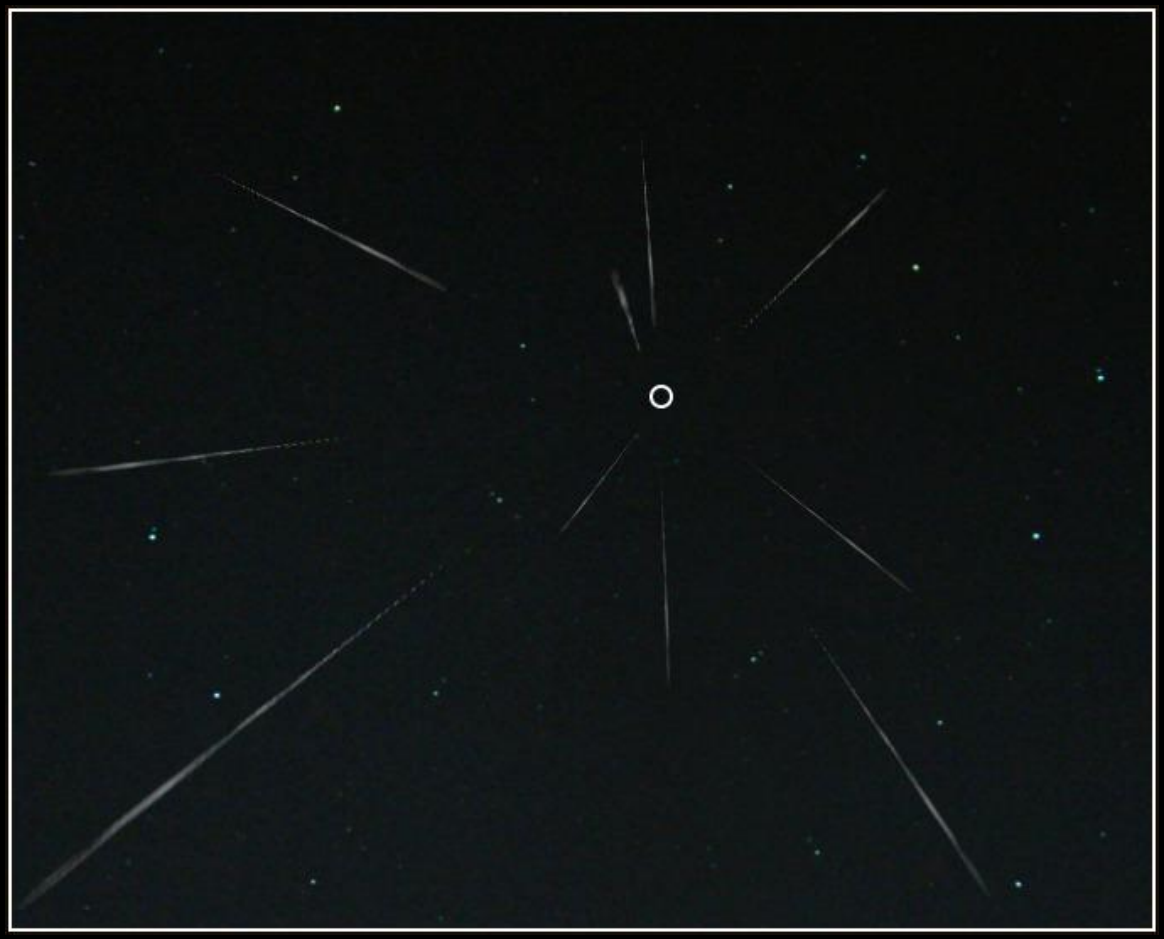


Рисунок облака Оорта в разрезе является адаптацией иллюстрации Дональда К. Йоманса (НАСА, JPL)

Коме́та (от др.-греч. κομήτης, komḗtēs — волосатый, косматый) — небольшое небесное тело, обращающееся вокруг Солнца по весьма вытянутой орбите в виде конического сечения.

(!) Направление хвоста кометы всегда ОТ СОЛНЦА. Не важно, в какую сторону она летит.

Метео́р (др.-греч. μετέωρος, «небесный»), «падающая звезда» — явление, возникающее при сгорании в атмосфере Земли мелких метеорных тел (например, осколков комет или астероидов).



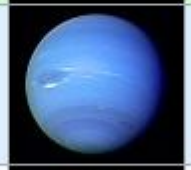
Радиа́нт (лат. *radians*, род. п. лат. *radiantis* — излучающий) — область небесной сферы, кажущаяся источником метеоров, которые наблюдаются при встрече Земли с роем метеорных тел, движущихся вокруг Солнца по общей орбите.

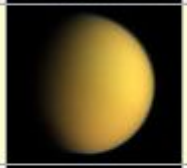
Метео́рный пото́к (звездопад, звёздный дождь, англ. *meteor shower*) — совокупность метеоров, порождённых вторжением в атмосферу Земли роя метеорных тел.

Есть традиция называть метеорные потоки в честь созвездия, в котором находится их радиант.
Например, для Персеид радиант находится в созвездии Персея.

Метеори́т — тело космического происхождения, упавшее на поверхность крупного небесного объекта.

Список самых крупных объектов Солнечной системы:

Объект	Фото	Средний диаметр, км	Масса, 10^{21} кг	Тип объекта
Солнце		1 392 000	1 989 100 000	Звезда
Юпитер		139 822	1 898 600	Планета
Сатурн		116 464	568 460	Планета
Уран		50 724	86 832	Планета
Нептун		49 244	102 430	Планета
Земля		12742,0	5973,6	Планета
Венера		12103,6	4868,5	Планета

Объект	Фото	Средний диаметр, км	Масса, 10^{21} кг	Тип объекта
Марс		6780,0	641,85	Планета
Ганимед† Юпитер III		5262,4	148,2	Спутник Юпитера
Титан † Сатурн VI		5151±4[6]	134,5	Спутник Сатурна
Меркурий		4879,4	330,2	Планета
Каллисто† Юпитер IV		4820,6	107,6	Спутник Юпитера
Ио† Юпитер I		3643,0	89,3	Спутник Юпитера
Луна		3474,2	73,5	Спутник Земли

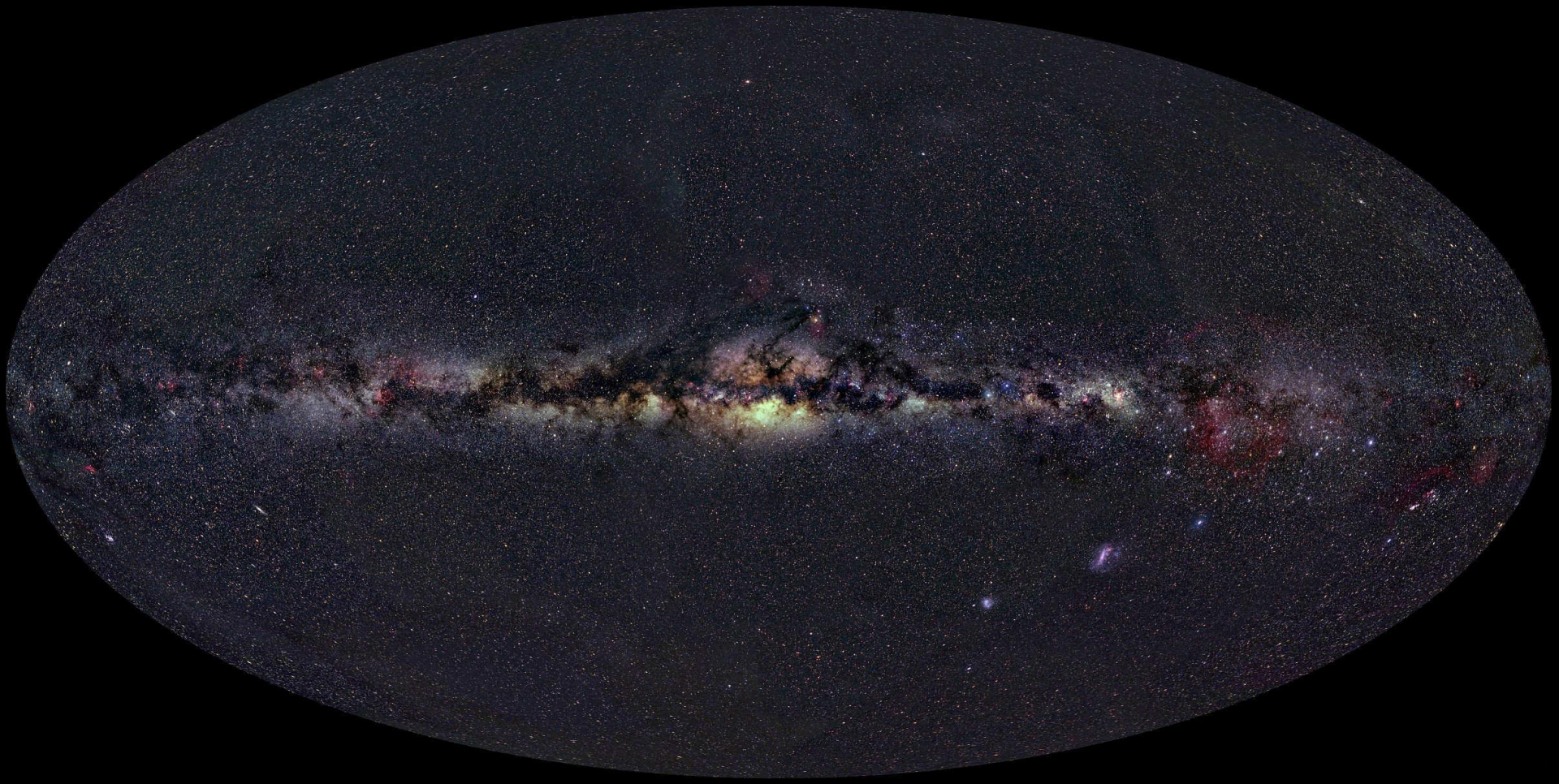
Объект	Фото	Средний диаметр, км	Масса, 10^{21} кг	Тип объекта
Европа† Юпитер II		3122,0	48	Спутник Юпитера
Тритон† Нептун I		2706,8	21,5	Спутник Нептуна
Плутон 134340		2374±8[7]	13,105	Карликовая планета Объект пояса Койпера
Эрида R 136199		2340[8]	16,7[9]	Карликовая планета Рассеянный диск
Титания‡ Уран III		1577,8	3,526	Спутник Урана
Рея‡ Сатурн V		1528,8	2,3166	Спутник Сатурна
Оберон† Уран IV		1522,8	3,014	Спутник Урана
Япет† Сатурн VIII		1471,2[10]	1,9739	Спутник Сатурна

Самые яркие объекты на

Объект	Видимая звёздная величина	Полушарие
Солнце	-26,7	
Луна	-12,74	
Венера	-4,3	
Марс	-2,8	
Юпитер	-2,5	
Сириус (α Большого Пса)	-1,46	Южное
Меркурий	-1,2	
Канопус (α Киля)	-0,74	Южное
Сатурн	-0,4	
Толиман (α Центавра)	-0,27	Южное
Арктур (α Волопаса)	-0,05	Северное
Вега (α Лиры)	0,03	Северное
Капелла (α Возничего)	0,08	Северное
Ригель (β Ориона)	0,12	Южное
Процион (α Малого Пса)	0,38	Северное
Ахернар (α Эридана)	0,46	Южное

Млечный Путь

Панорама Млечного Пути из космоса



Диаметр звёздного диска: 30 000 пк (100 000 св. лет)

Толщина звёздного диска: 300 пк (1000 св. лет)

Галактика Андромеды – ближайшая к Млечному Пути крупная галактика.