

# НАУКИ О ЗЕМЛЕ

## ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ



Казеев Камиль Шагидуллович

д.г.н., к.б.н., профессор  
кафедры экологии и природопользования



## Казеев Камиль Шагидуллович

Профессор, с 1996 г. – кандидат биологических наук, с 2004 г. – доктор географических наук.

Основное направление исследований: биоиндикация, мониторинг экология биосистем, экология и биология почв, охрана природы. Председатель диссертационного совета Д212.208.32 по специальности экология. Эксперт федерального реестра экспертов научно-технической сферы.

Дважды лауреат гранта Президента РФ для докторов наук, различных премий, дипломов, грамот и других наград.

Руководитель научных грантов, проектов, госконтрактов и др. Автор более 950 научных и учебных работ.

Подготовил более 125 специалистов, бакалавров и магистров, 11 кандидатов и доктора наук.

Индекс Хирша по РИНЦ – 53, Web of Science – 6, Scopus – 10



ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# УЧЕБНАЯ КАРТА «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

## МОДУЛЬ «ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ»

2 зач.ед.; ак.ч всего: 72, в т.ч.: 18 лекций, 18 практических занятий . Курс – 1, Семестр – 1.

Преподаватели:

КАЗЕЕВ КАМИЛЬ ШАГИДУЛЛОВИЧ, д.г.н., профессор кафедры экологии и природопользования

ДАДЕНКО ЕВГЕНИЯ ВАЛЕРЬЕВНА, к.б.н., доцент кафедры экологии и природопользования;

ТИЩЕНКО СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА, к.б.н., доцент кафедры экологии и природопользования

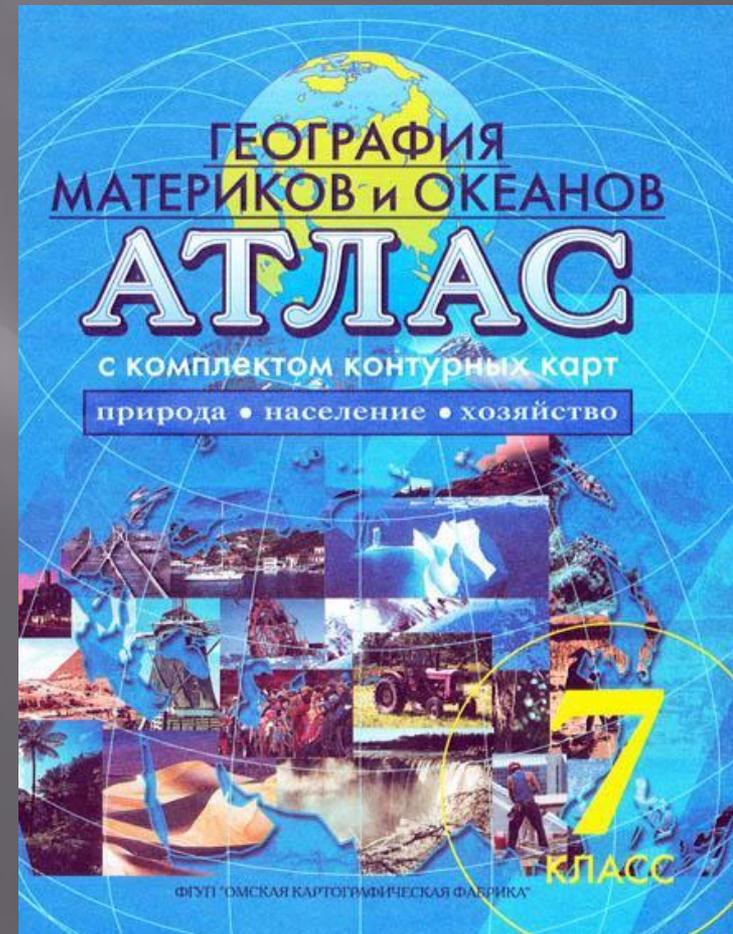
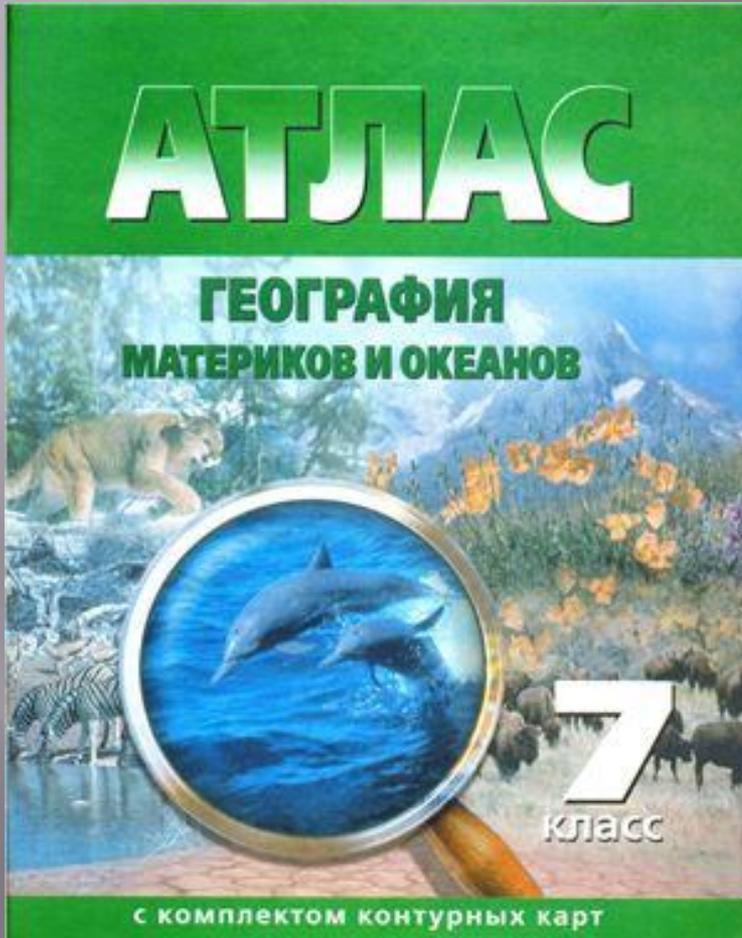
№	Виды контрольных мероприятий	Текущий контроль	Рубежный контроль (при наличии)
1.	Контрольная работа «Масштаб и географические координаты»	9	
2.	Контрольная работа «Климатические карты. Климатограммы»	5	
3.	Проектное задание «Создание климатограмм»	10	
4.	Контрольная работа «Топографические карты»	6	
5.	Проектное задание «Закономерности географического распространения организмов и их комплексов»	10	
6.	Тест рубежного контроля по теоретической части № 1		20
7.	Проектное задание «Природные зоны России и мира»	10	
8.	Круглый стол	10	
9.	Тест рубежного контроля по теоретической части № 2		20
Итого:		100	
Бонусные баллы		10 - активное участие в дискуссиях, обсуждениях на семинарских занятиях и лекциях	

# Требование по дисциплине

Баллы рейтинга	Модуль география		Модуль почвоведение		ИР
	Практика	Теория (тест)	Практика	Теория (тест)	
max	60	40	60	40	200
М	35-45	8-17	30-40	6-16	



# Атласы



# Землеведение

— раздел науки естествознания, в которую входят география, геология и биология. Изучает наиболее общие закономерности строения и развития географической оболочки Земли, её пространственно-временную организацию, круговорот вещества и энергии и т. д.

**Задачей** общего землеведения является познание географической оболочки как динамической структуры, её пространственная дифференциация.

**Географическая оболочка** — в российской географической науке под этим понимается целостная и непрерывная оболочка Земли, где её составные части: верхняя часть литосферы (земная кора), нижняя часть атмосферы (тропосфера, стратосфера), гидросфера и биосфера) - а также антропосфера проникают друг в друга и находятся в тесном взаимодействии.



# Методы

- Описательный
- Сравнительно-географический
- Картографический
- Исторический
- Полевые
- Аналитические
- Геофизические
- Геохимические
- Аэрокосмические
- Статистические
- Моделирования
- другие



# Земля и КОСМОС



# Выдающиеся астрономы мира

**Пифагор Самосский** (около 570—500 до н. э.) — выдающийся древнегреческий математик, создатель философской школы, представители которой утверждали идеи сферичности Земли и гелиоцентрическое строение Вселенной (Солнечной системы).

**Аристарх Самосский** (около 310—230 до н. э.) — выдающийся древнегреческий учёный, впервые определил расстояние от Земли до Луны и до Солнца.

**Аристотель** (384—322 до н. э.) Создал концепцию устройства Вселенной. Обосновал шарообразность Земли.

**Гиппарх** (II в. до н. э.) — крупнейший древнегреческий астроном. Установил разделение звёзд по их видимому блеску на звёздные величины. Составил обширный и для своего времени довольно точный каталог звёзд.

**Птолемей**, Клавдий (около 87—165) — один из крупнейших учёных Древней Греции, географ, оптик, астроном. Разработал геоцентрическую систему мира. Автор трактата «Альмагест».

**Коперник**, Николай (1473—1543) — великий польский астроном, создатель гелиоцентрической системы мира, в которой Земля — рядовая планета.

**Бруно**, Джордано Филиппе (1548—1600) — выдающийся итальянский философ. Автор учения о том, что звёзды подобны Солнцу, и учения о множественности обитаемых миров.

**Галилей**, Галилео (1564—1642) — великий итальянский физик, астроном. Один из создателей современной физики и науки о Вселенной.

**Кеплер**, Иоганн (1571—1630) — великий немецкий астроном. Установил три закона, по которым совершаются движения планет в Солнечной системе.

**Галлей**, Эдмунд (1656—1742) — английский астроном. Открыл, что звёзды имеют собственное движение и не являются неподвижными. Установил, что комета (позже названная его именем) принадлежит Солнечной системе и появляется периодически.

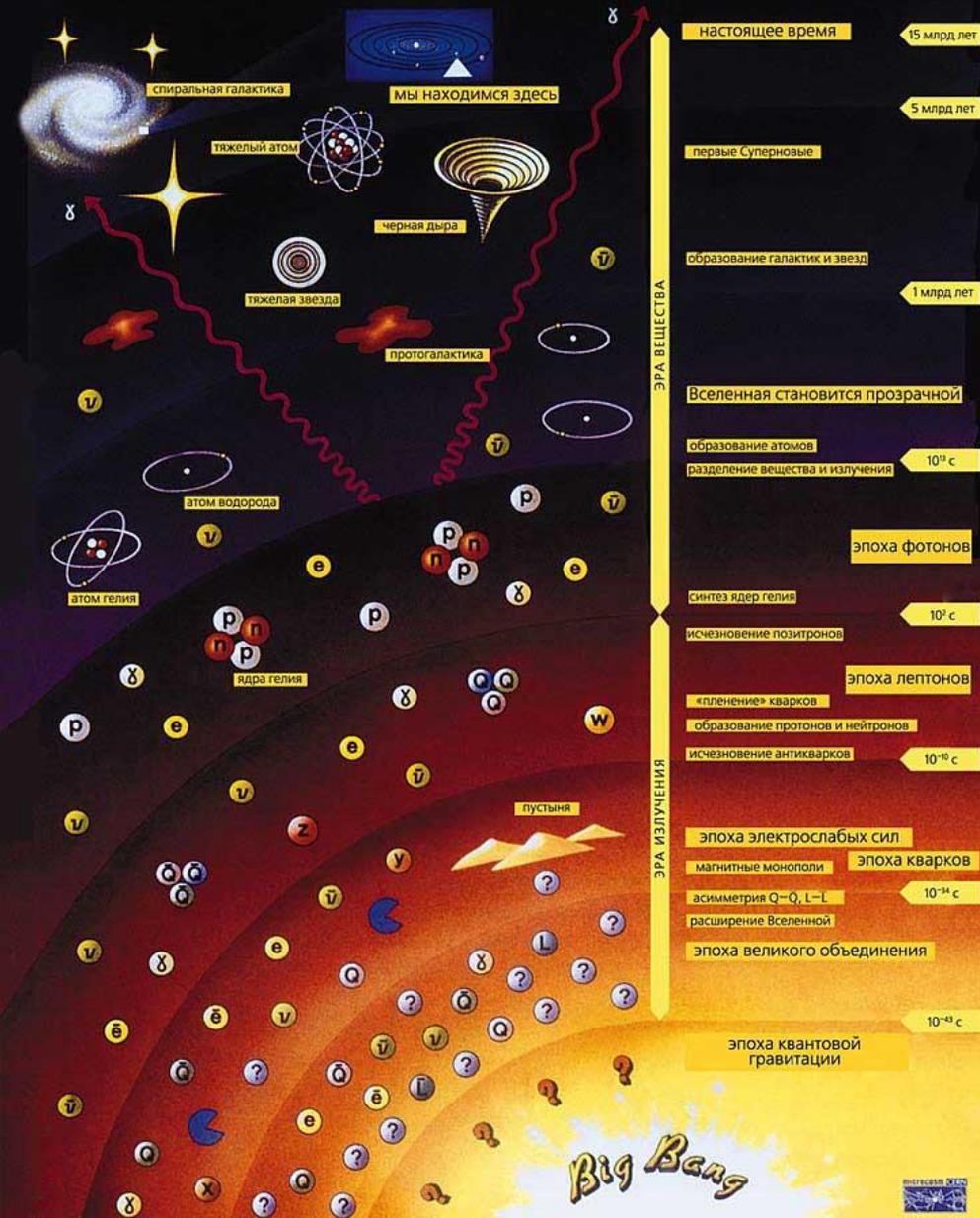
**Гершель**, Вильям (Фридрих Вильгельм) (1738—1822) — английский астроном. Открыл и исследовал много туманностей, двойных звёзд, планету Уран. Обнаружил движение Солнца в пространстве среди звёзд.

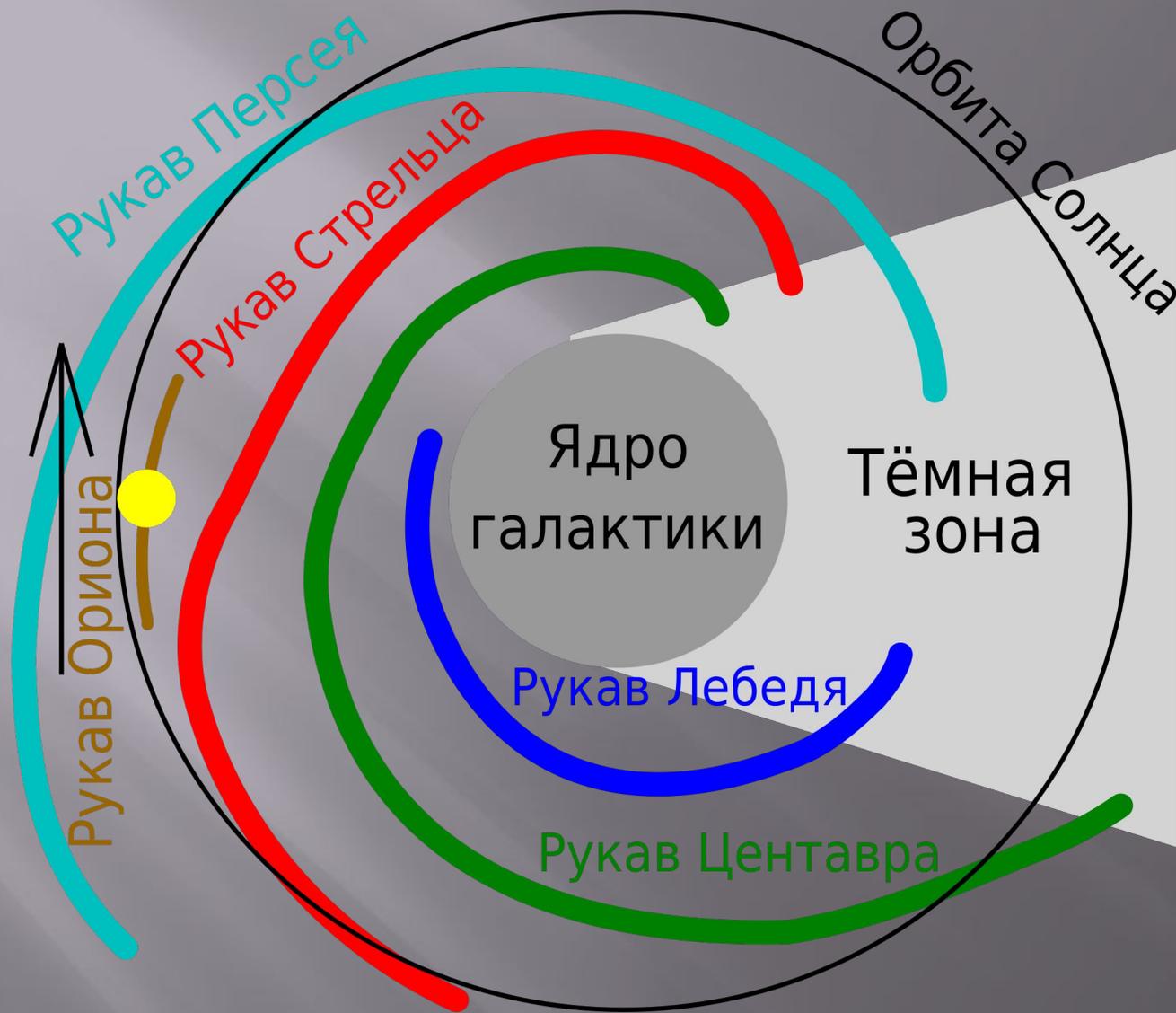
**Эйнштейн**, Альберт (1879—1955) — великий американский физик. В астрономии — создатель современной теории гравитации и космологии.

**Хаббл**, Эдвин Пауэлл (1889—1953) — американский астроном. Впервые установил, что далёкие

# Эволюция Вселенной

возраст ~ 14 млрд. лет

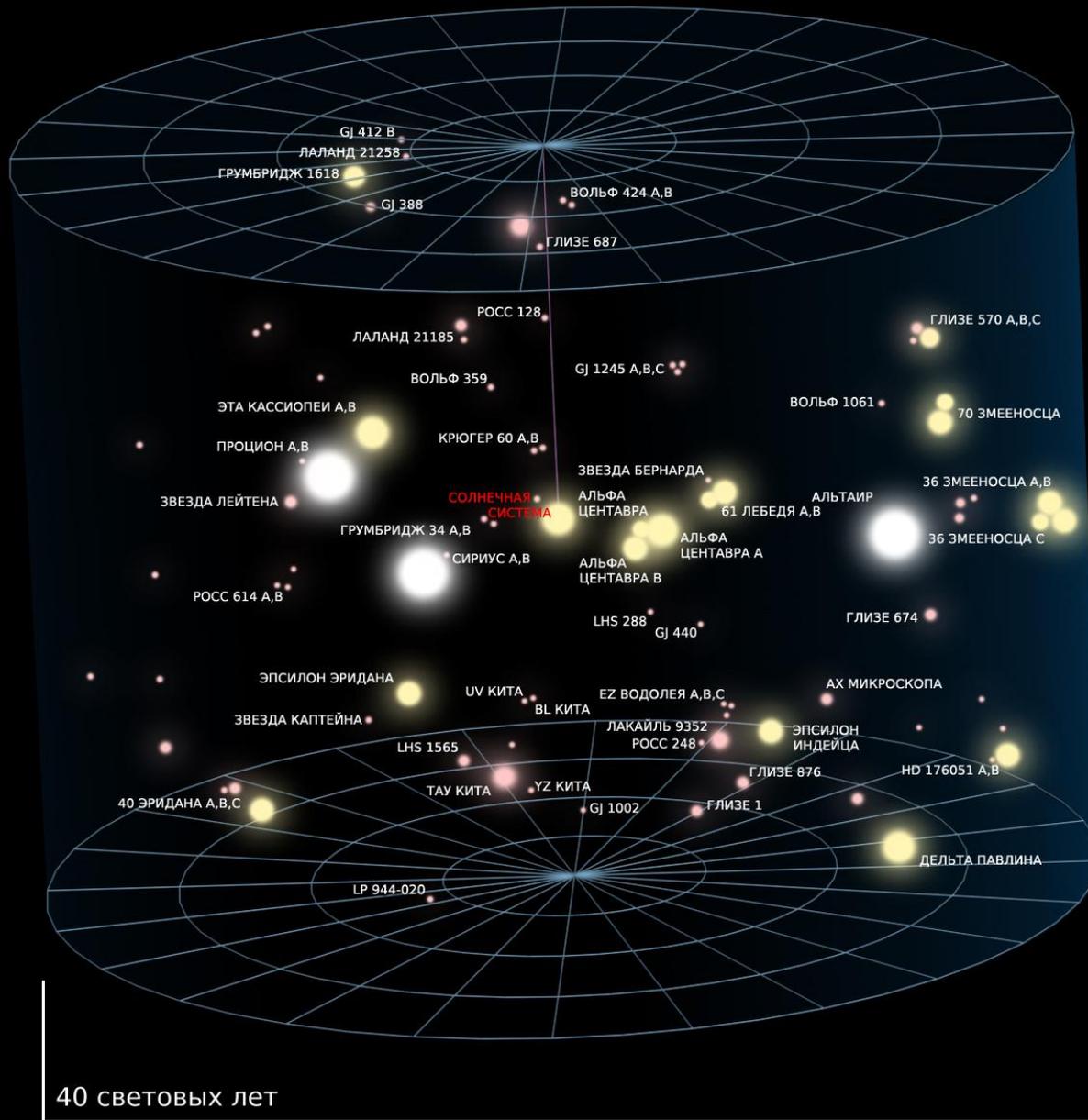




## Орбита Солнечной системы в Галактике

В нашей галактике **Млечный путь** (диаметром 100 тысяч световых лет) насчитывается свыше 200 млрд. звёзд. Солнце находится на расстоянии около 26 000 световых лет от центра Млечного пути и вращается вокруг него, делая один оборот более чем за 200 млн. лет.

В настоящее время Солнце находится во внутреннем крае рукава Ориона нашей Галактики, между рукавом Персея и рукавом Стрельца.

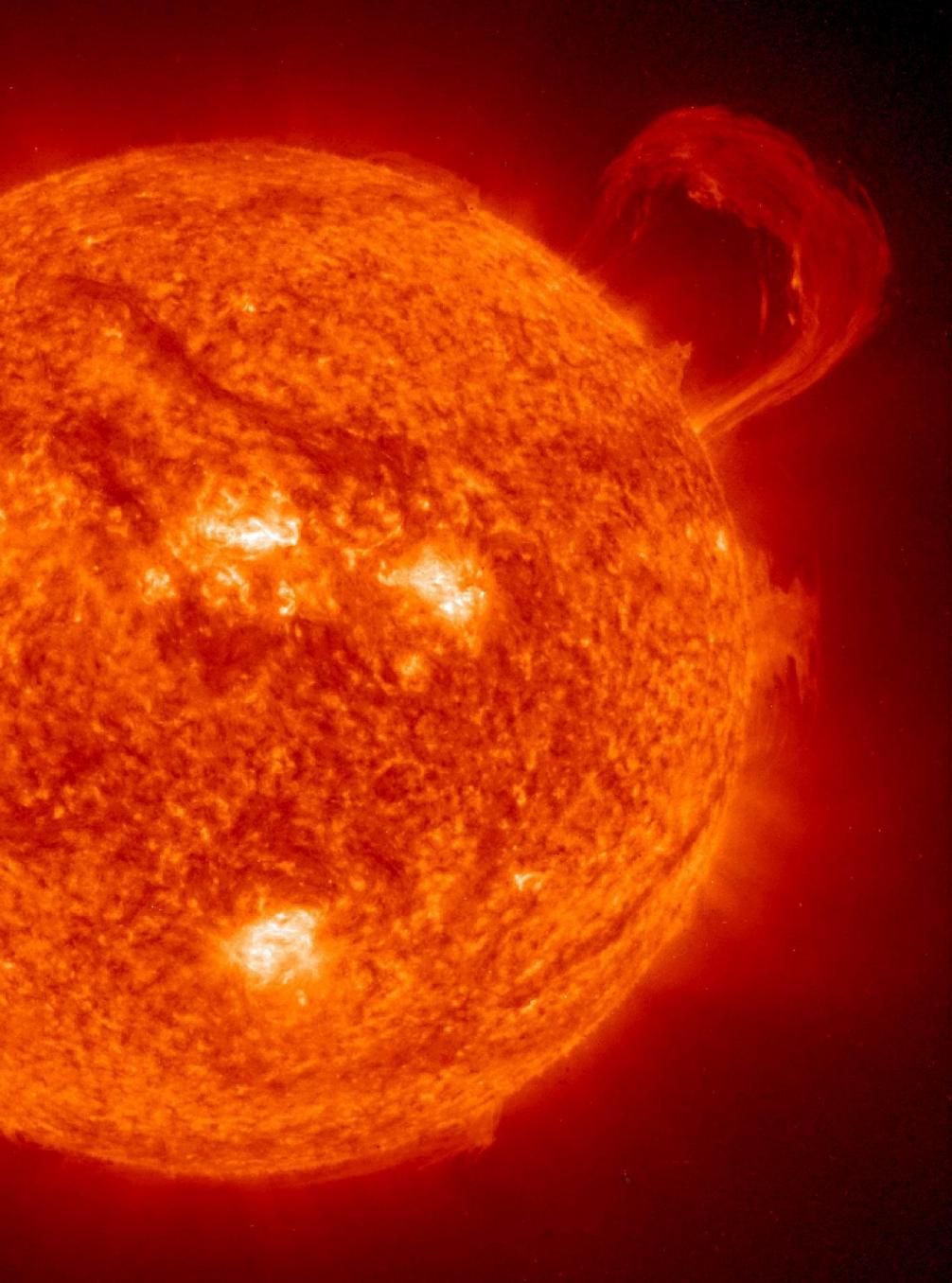


# Окрестности Солнечной системы

# Солнце

99,866 % от суммарной массы всей Солнечной системы (332 900 масс Земли).

По звездной классификации Солнце — типичный желтый карлик класса G2



Протуберанец на Солнце

# Состав Солнца

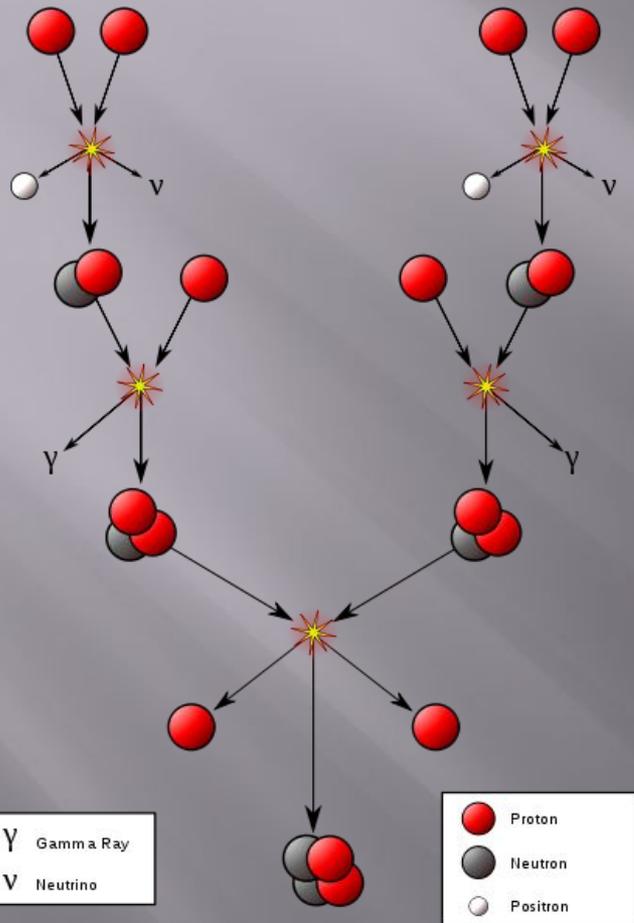
**Водород** (~73 % от массы и ~92 % от объёма), гелий (~25 % от массы и ~7 % от объёма) и других элементов с меньшей концентрацией: Fe, Ni, O, N, Si, S, Mg, C, Ne, Ca, Cr.

На 1 млн. атомов водорода приходится 98 000 атомов гелия, 851 кислорода, 398 углерода, 123 неона, 100 азота, 47 железа, 38 магния, 35 кремния, 16 серы, 4 аргона, 3 алюминия, по 2 атома никеля, натрия и кальция, а также совсем немного всех прочих элементов.

Средняя **плотность** Солнца составляет  $1,4 \text{ г/см}^3$ , то есть равна плотности воды в Мертвом море.

**Температура** поверхности Солнца достигает 6000 К

# Реакции термоядерного синтеза



Протон-протонный цикл — совокупность термоядерных реакций, в ходе которых водород превращается в гелий в звездах, находящихся на главной звездной последовательности, основная альтернатива [CNO-циклу](#). Протон-протонный цикл доминирует в звёздах с массой порядка массы Солнца или меньше.

Конечным продуктом цепочки ppI, доминирующей при температурах от 10 до 14 миллионов градусов, является ядро атома гелия, возникшее в результате слияния четырех протонов с выделением энергии, эквивалентной 0,7 % массы этих протонов.

Время, через которое Солнце израсходует своё «топливо» и термоядерная реакция прекратится, оценивается в 6 миллиардов

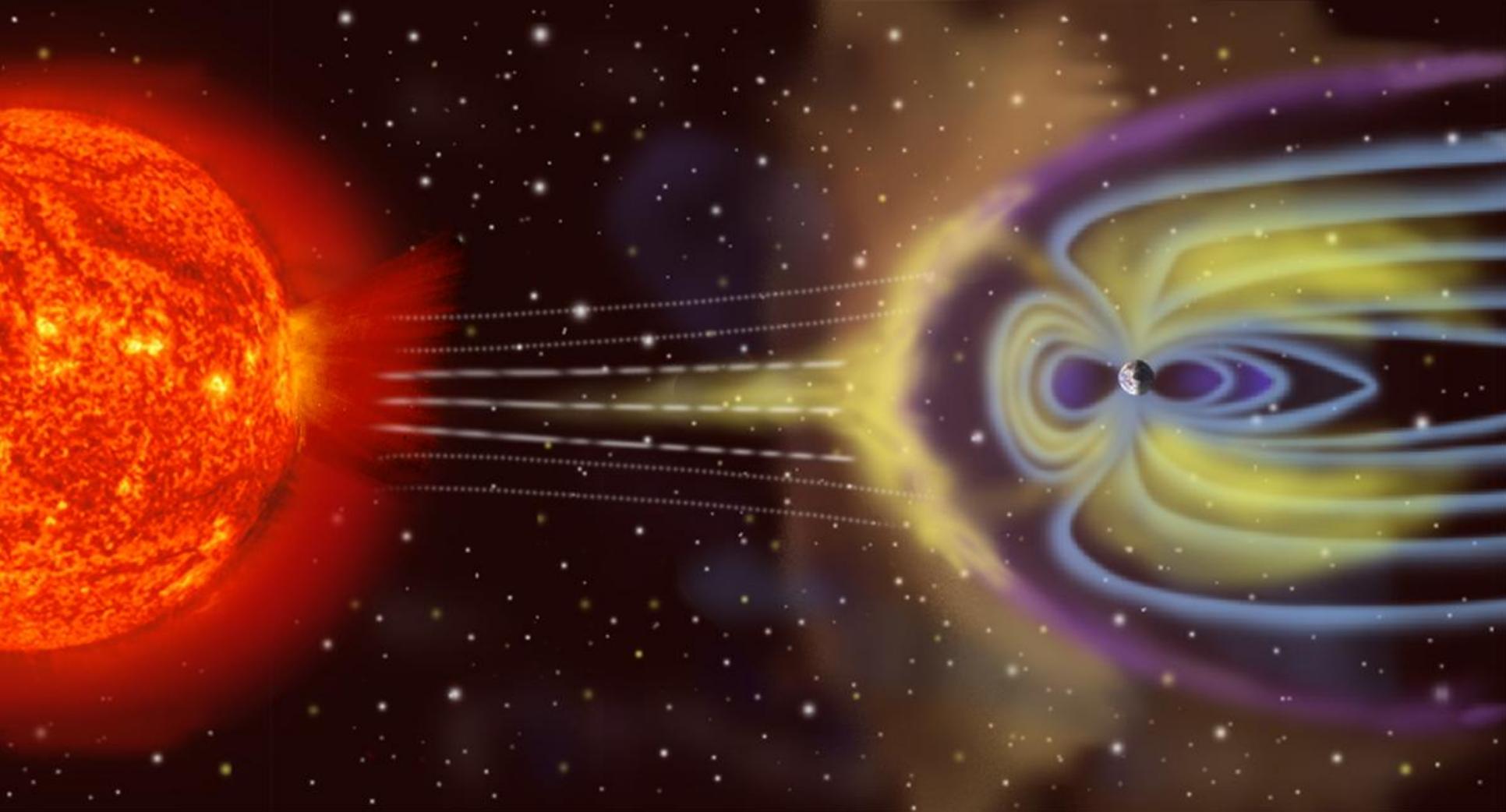


## Гелиосферный токовый слой

В недрах Солнца протекает реакция термоядерного синтеза, при которой высвобождается большое количество энергии, излучаемой в основном в виде электромагнитного излучения, максимум которого приходится на диапазон длин волн 400—700 нм, соответствующий видимому свету.

Также Солнце излучает непрерывный поток заряженных частиц (плазмы), известный как **солнечный ветер**. Этот поток частиц распространяется со скоростью примерно 1,5 млн. км в час, наполняя околосолнечную область и создавая у Солнца некий аналог планетарной атмосферы (гелиосферу), которая имеется на расстоянии по крайней мере 100 а. е. от Солнца.

Крупнейшая структура в пределах гелиосферы — **гелиосферный токовый слой**; спиральная поверхность, созданная воздействием вращающегося магнитного поля Солнца на межпланетную среду.

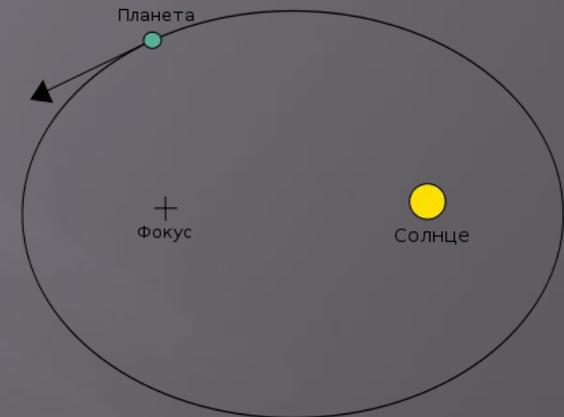


**Обтекание магнитосферы Земли солнечным ветром**

# Законы Иоганна Кеплера (1571-1630 гг.)

## Первый закон Кеплера (закон эллипсов)

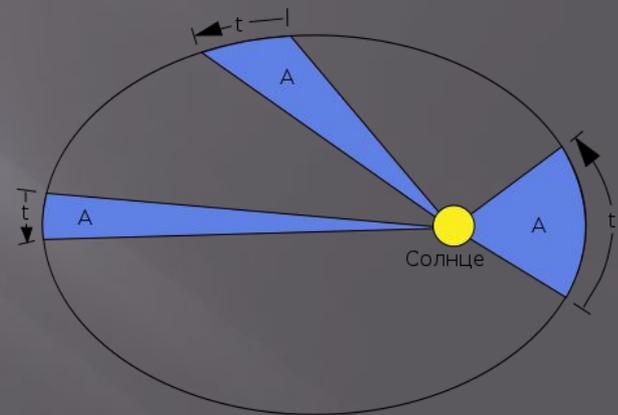
Каждая планета солнечной системы обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.



## Второй закон Кеплера (закон площадей)

Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает равные площади.

**перигелий** — ближайшая к Солнцу точка орбиты, и **афелий** — наиболее удалённая точка орбиты.



## Третий закон Кеплера (гармонический закон)

Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей орбит планет.

# Правило Тициуса — Боде

представляет собой эмпирическую формулу, приблизительно описывающую расстояния между планетами Солнечной системы и Солнцем (средние радиусы орбит). Правило было предложено И.Д. Тициусом в 1766 г. и получило известность благодаря работам И.Э. Боде в 1772 г.

К каждому элементу последовательности  $D_i = 0, 3, 6, 12, \dots$  прибавляется 4, затем результат делится на 10. Полученное число считается радиусом в астрономических единицах. То есть,

$$R_i = (D_i + 4) / 10$$

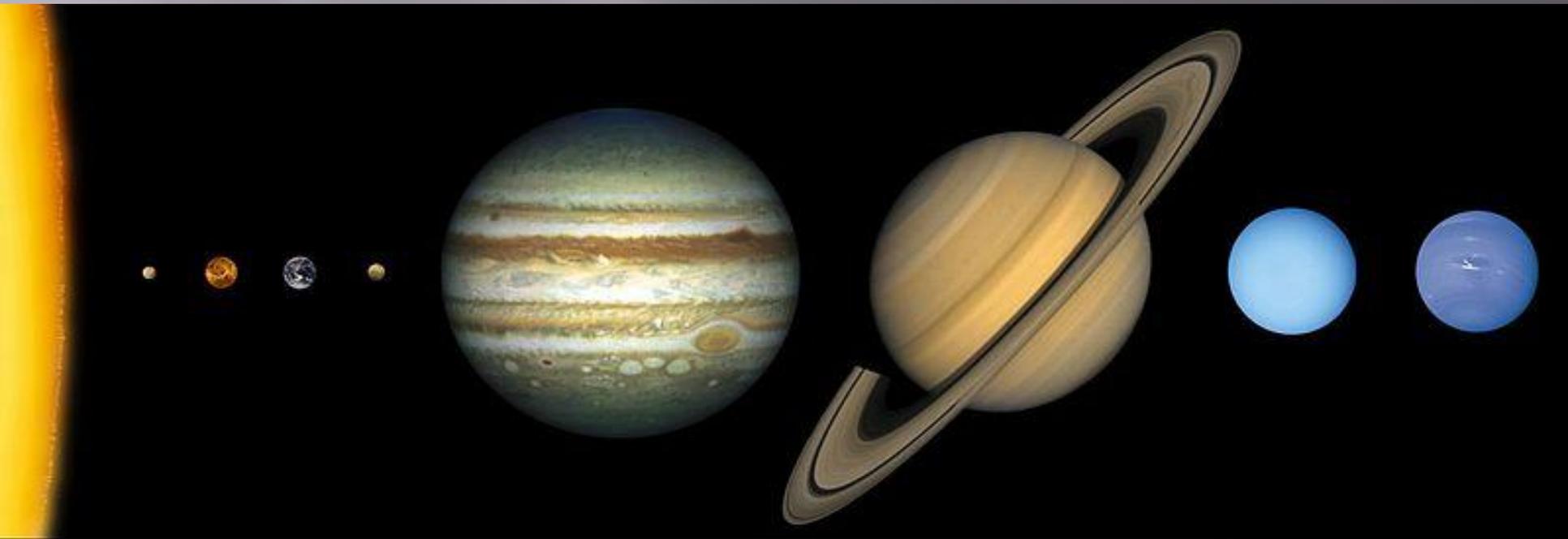
# Планеты Солнечной системы



## Расстояния планет от Солнца:

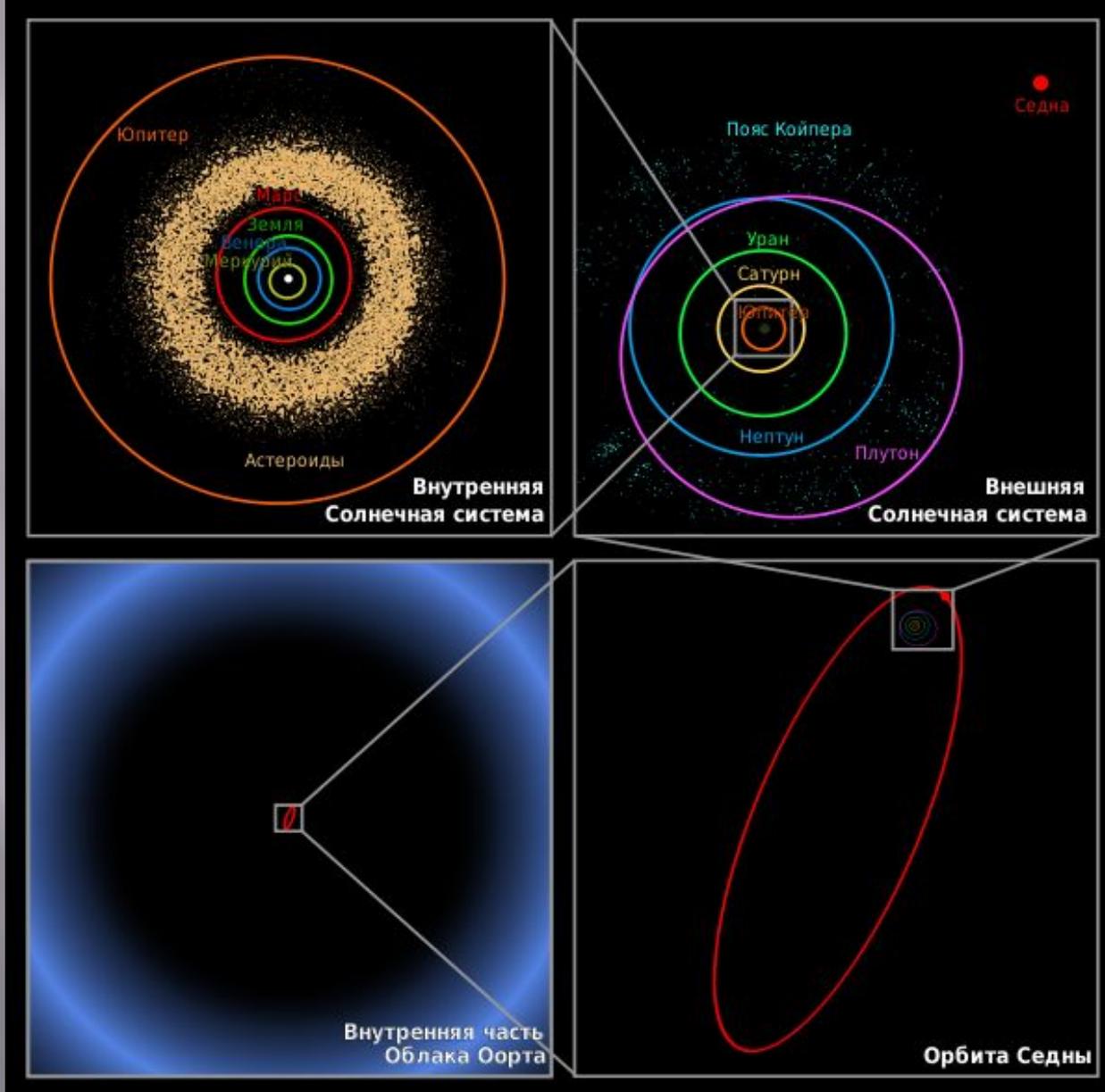


1) Меркурий 2) Венера 3) Земля 4) Марс — пояс астероидов— 5) Юпитер 6) Сатурн 7) Уран 8) Нептун — пояс Койпера

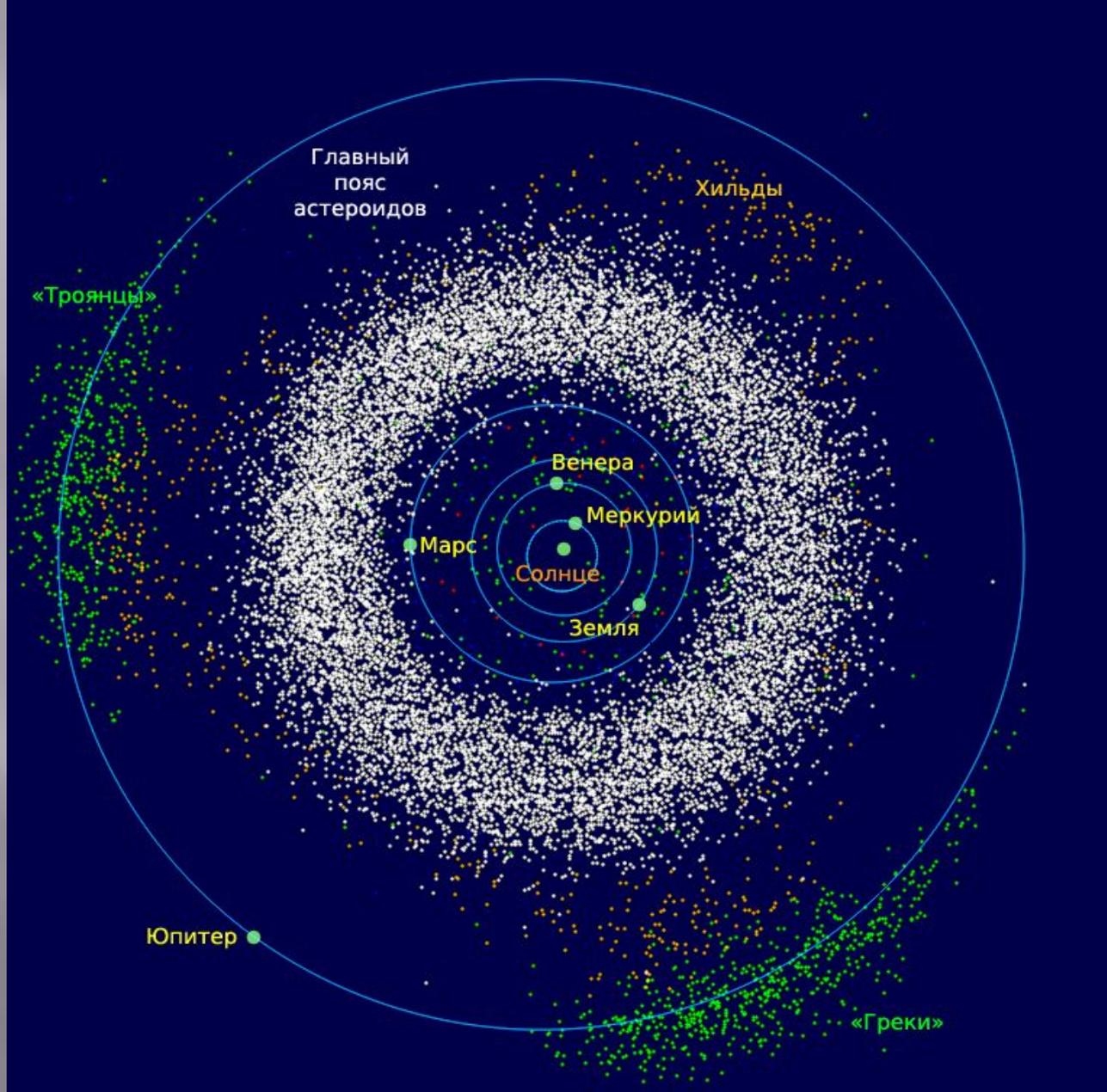


**Приблизительное соотношение размеров планет и Солнца**

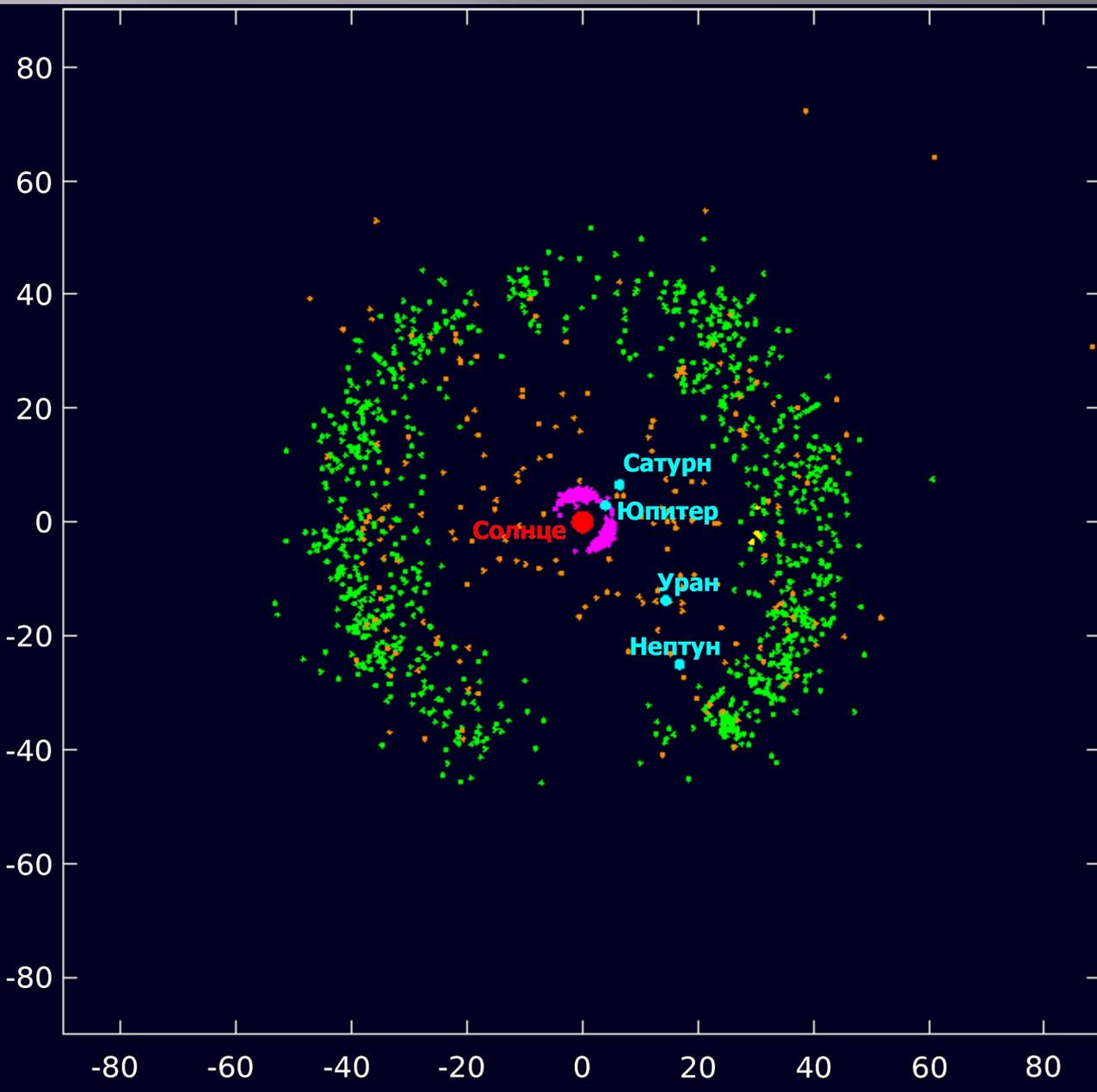
Фундаментальной особенностью строения Солнечной системы является то, что все планеты обращаются вокруг Солнца в одном направлении, совпадающем с направлением осевого вращения Солнца, и в том же направлении они обращаются вокруг своей оси. Исключение составляют Венера, Уран и Плутон, осевое вращение которых противоположно солнечному.



Орбиты объектов Солнечной системы, в масштабе (по часовой стрелке, начиная с верхней левой части)



**Пояс астероидов (белый цвет) и троянские астероиды (зелёный цвет)**



Пояс Койпера — область реликтов времён образования Солнечной системы между 30 и 55 а. е. от Солнца, являющейся большим поясом осколков, подобным поясу астероидов, но состоящий в основном из льда.

Более 100 000 объектов пояса Койпера имеют диаметр больше 50 км, но полная масса пояса равна только одной десятой или даже одной сотой массы Земли.

## Пояс Койпера

# Крупнейшие из известных транснептуновых объектов (ТНО)

Дисномия



Эрида

Никта



Плутон

Харон

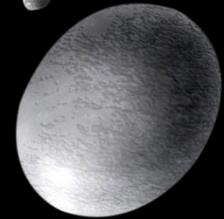


Гидра



Макемаке

Намака



Хаумеа

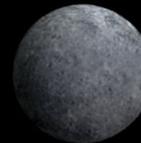
Хииака



Седна

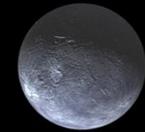


Орк



2007 OR<sub>10</sub>

Вейвот

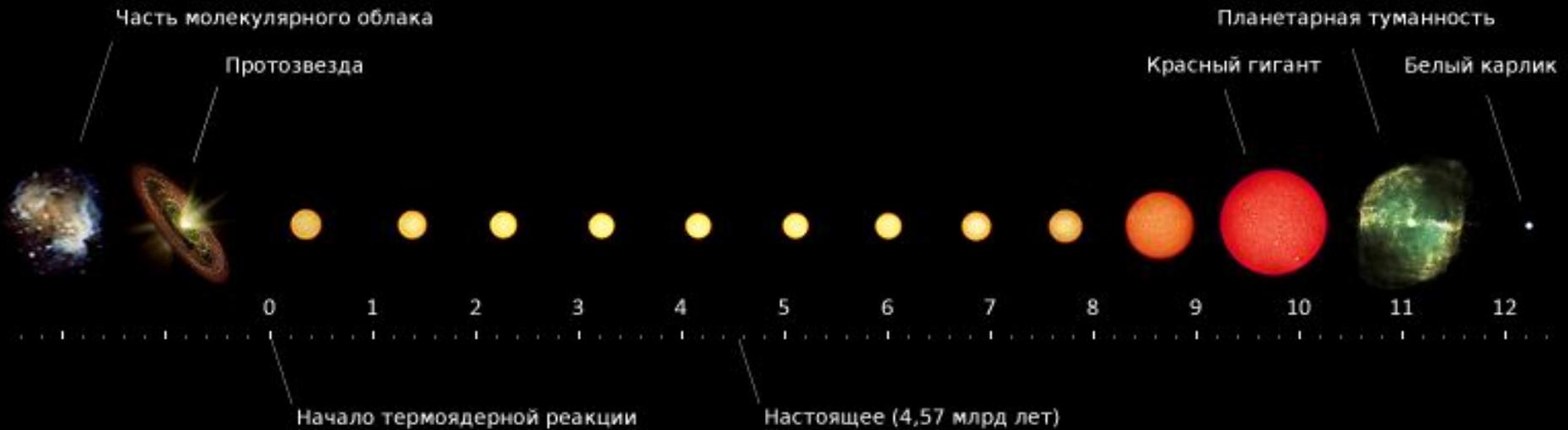


Квавар



## Транснептуновые объекты

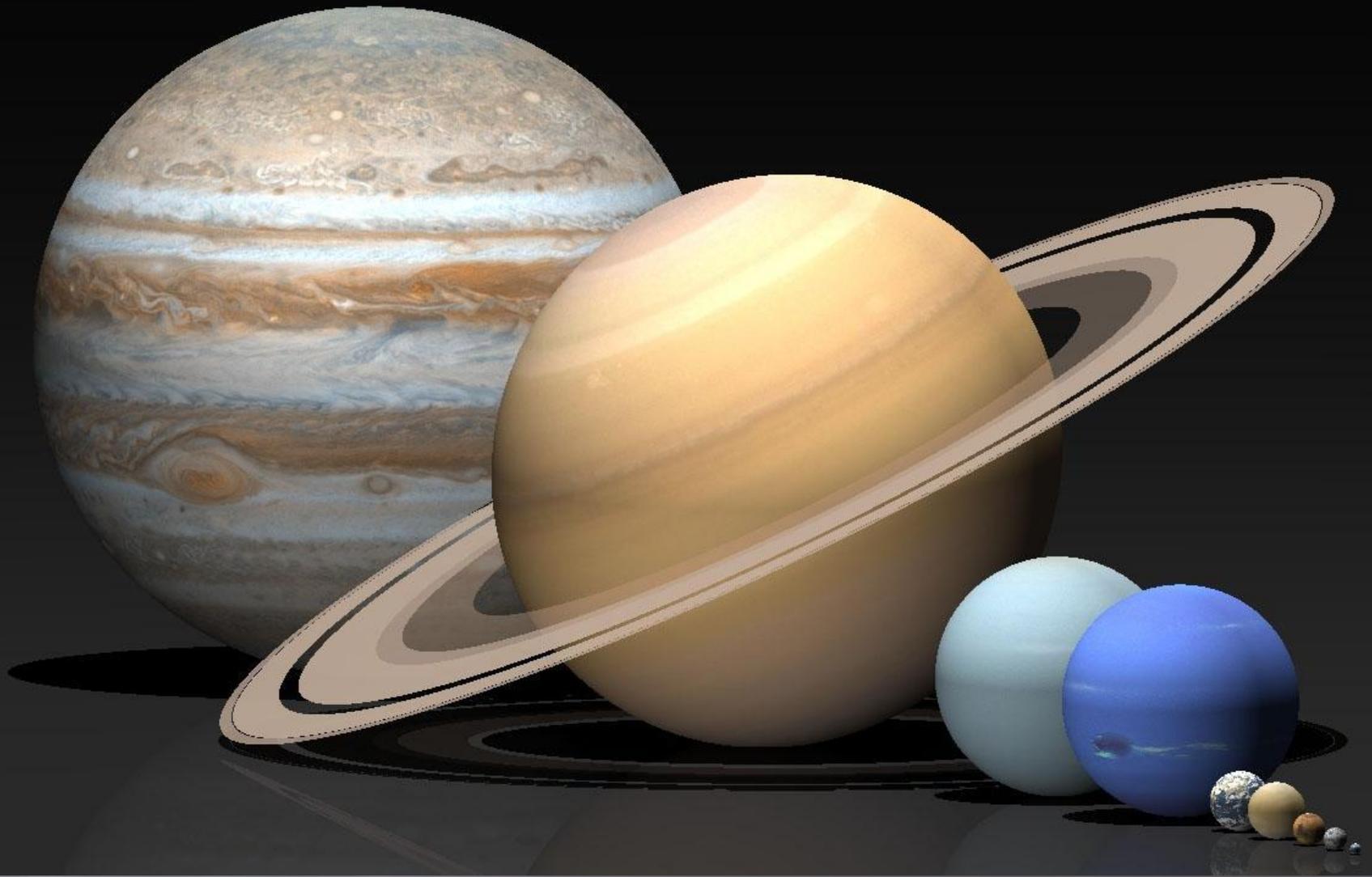
# Эволюция Солнца



Поскольку Солнце сжигает запасы водородного топлива, выделяющаяся энергия, поддерживающая ядро, имеет тенденцию к исчерпанию, заставляя Солнце сжиматься. Это увеличивает давление в его недрах и нагревает ядро, таким образом ускоряя сжигание топлива. В результате Солнце становится ярче на примерно десять процентов каждые 1,1 млрд. лет.

Через 5,4 млрд. лет с настоящего времени, водород в ядре Солнца будет полностью преобразован в гелий, что завершит фазу главной последовательности. В это время внешние слои Солнца расширятся примерно в 260 раз — Солнце станет **красным гигантом**. Из-за чрезвычайно увеличившейся площади поверхности, она будет гораздо более прохладной, чем при нахождении на главной последовательности (2600 K).

В конечном счёте внешние слои Солнца будут выброшены мощным взрывом в окружающее пространство, образовав планетарную туманность, в центре которой останется лишь небольшое звёздное ядро — **белый карлик**, необычно плотный объект в половину первоначальной массы Солнца, но размером только с Землю.

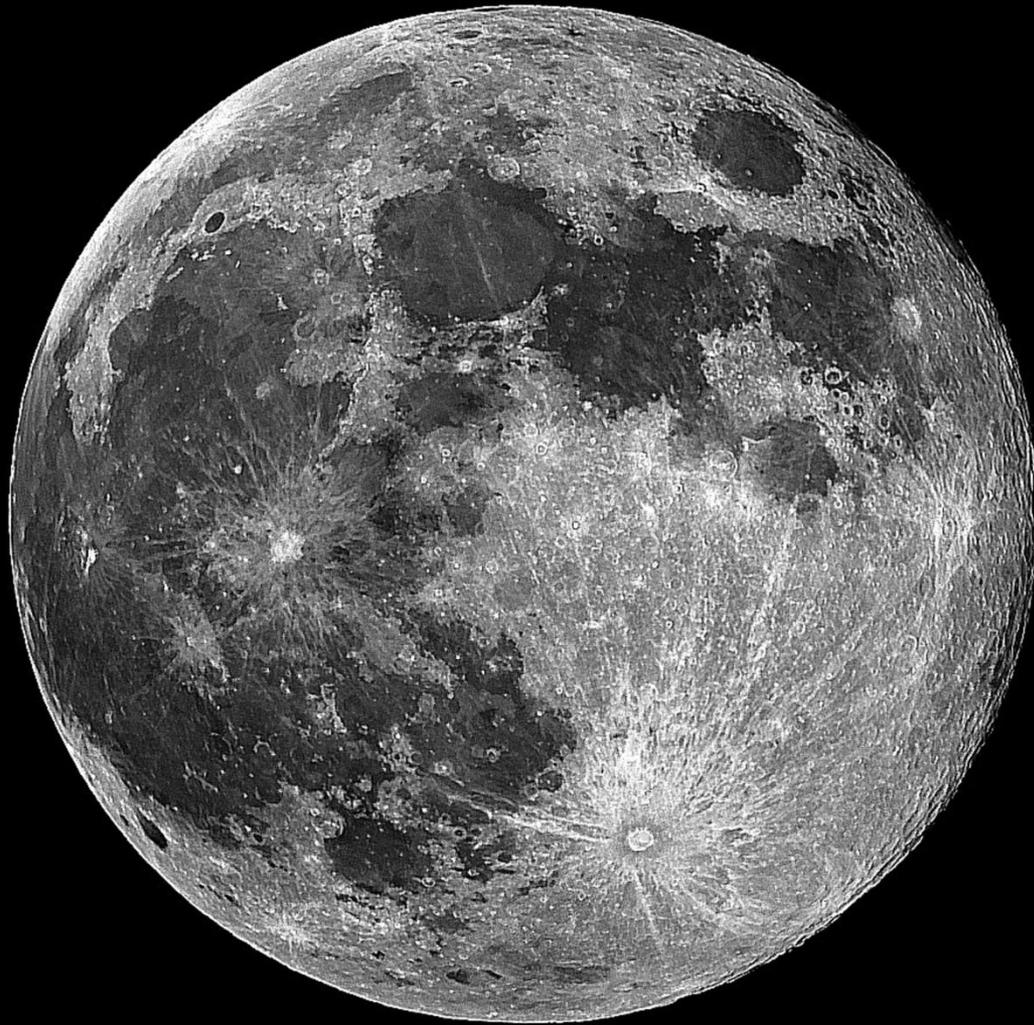


# Относительные размеры планет Солнечной системы

# Сравнительная таблица основных параметров планет

Планета	Диаметр, относительно	Масса, относительно	Орбитальный радиус, а.е.	Период обращения, земных лет	Сутки, относительно	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Спутники
Меркурий	0,382	0,06	0,38	0,24	58,6	5,4	нет
Венера	0,949	0,82	0,72	0,6	243	5,2	нет
<b>Земля</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>5,5</b>	<b>1</b>
Марс	0,53	0,11	1,52	1,9	1,03	3,9	2
Юпитер	11,2	318	5,20	11,9	0,414	1,3	65
Сатурн	9,41	95	9,54	29,5	0,426	0,7	62
Уран	3,98	14,6	19,22	84,0	0,718	1,3	27
Нептун	3,81	17,2	30,06	164,8	0,671	1,6	13

Все параметры ниже, кроме плотности, указаны в отношении к аналогичным данным Земли.



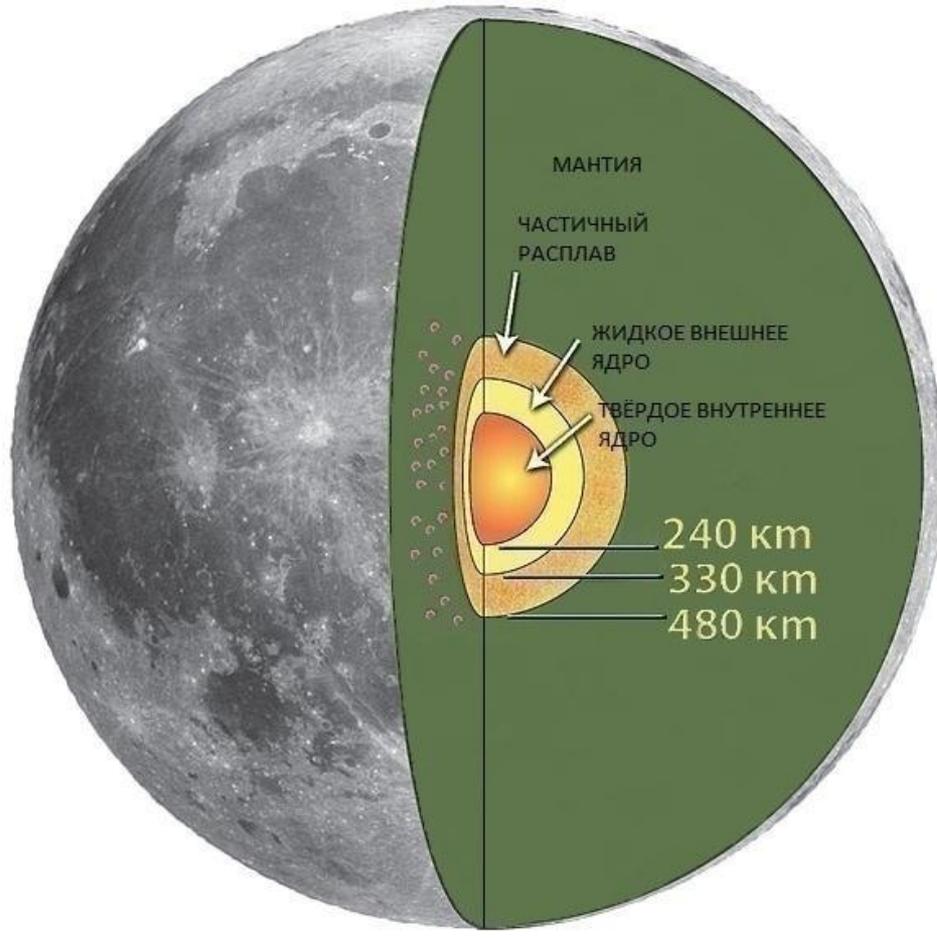
## Луна

— начала свое обращение на орбите вокруг Земли примерно 4,53 миллиарда лет назад, что стабилизировало осевую наклон планеты и является причиной приливов, которые замедляют вращение Земли.

Среднее расстояние между центрами Земли и Луны —

# Происхождение Луны:

1. Луна и Земля сформировались в одно и то же время из газо-пылевого облака;
2. Луна образовалась в результате столкновения Земли с другим объектом;
3. Луна сформировалась в другом месте и впоследствии была захвачена Землёй.



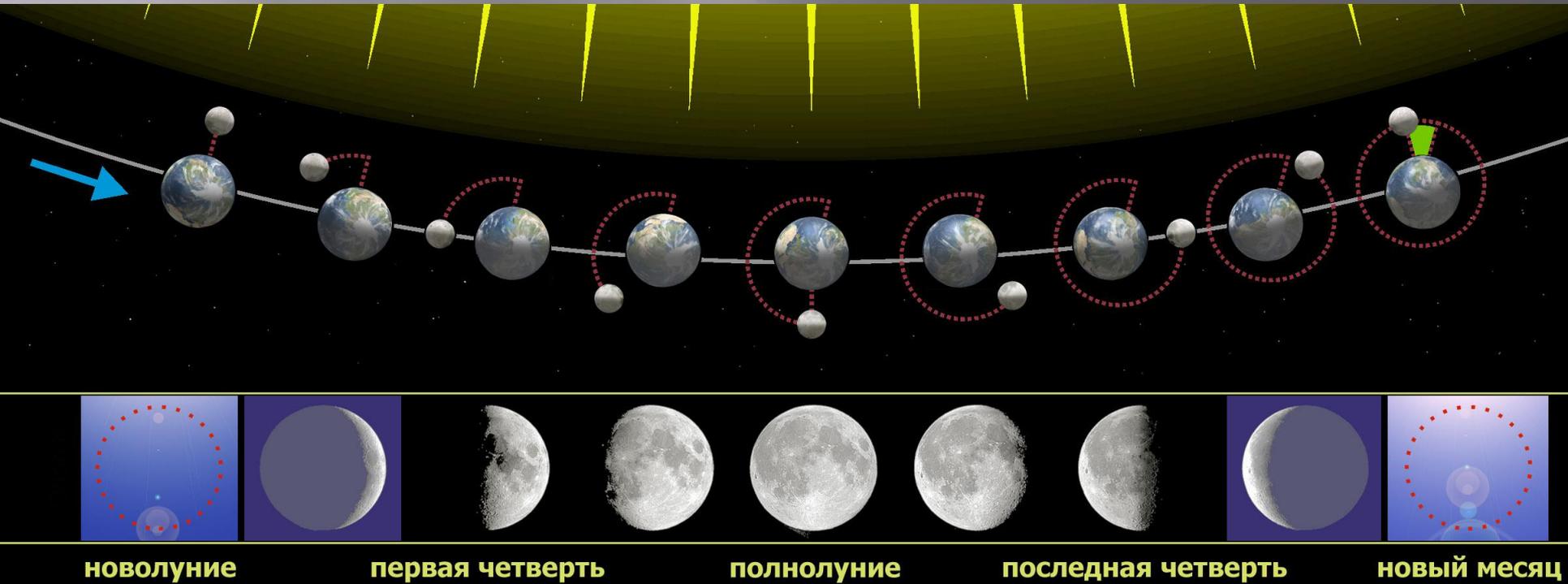
Луна состоит из коры, верхней мантии, средней мантии, нижней мантии (астеносферы) и ядра.

Атмосфера практически отсутствует.

Поверхность Луны покрыта так называемым реголитом (толщиной от долей метра до десятков метров) — смесью тонкой пыли и скалистых обломков, образующихся в результате столкновений метеороидов с лунной поверхностью.

# Фазы Луны

Во время обращения Луны вокруг Земли Солнце освещает различные участки поверхности спутника, что проявляется в явлении лунных фаз.



новолуние

первая четверть

полнолуние

последняя четверть

новый месяц



# Фазы Луны

Чтобы отличить первую четверть от последней, наблюдатель, находящийся в северном полушарии может использовать следующие мнемонические правила. Если лунный серп в небе похож на букву «С», то это — луна «Стареющая», то есть это последняя четверть. Если же он повернут в обратную сторону, то, мысленно приставив к нему палочку, можно получить букву «Р» — луна «Растущая», то есть это первая четверть. Растущий месяц обычно наблюдается вечером, а стареющий — утром.



## Влияние Луны

1. Стабилизация оси вращения и положения Земли
2. Гравитационное притяжение между Землёй и Луной является причиной земных приливов и отливов.
3. Замедление вращения Земли. Например, в девонский период (примерно 410 млн лет назад) в году было 400 дней, а сутки длились 21,8 часа.
4. Влияние на организмы (лунатизм). Около 2% всех людей периодически ходят во сне. ↓





# Земля

крупнейшая по  
диаметру,  
массе и  
плотности из  
планет земной  
группы

# Движения Земли

## 1. Обращение вокруг Солнца

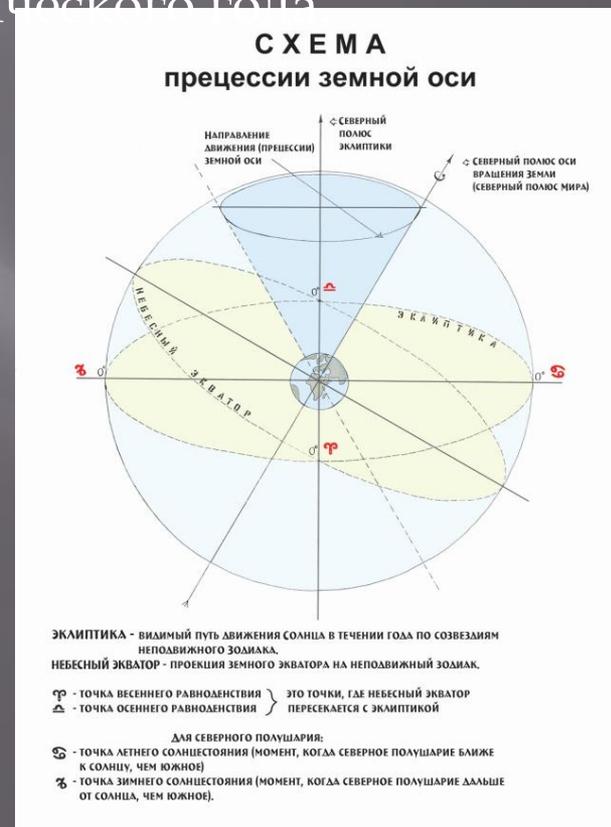
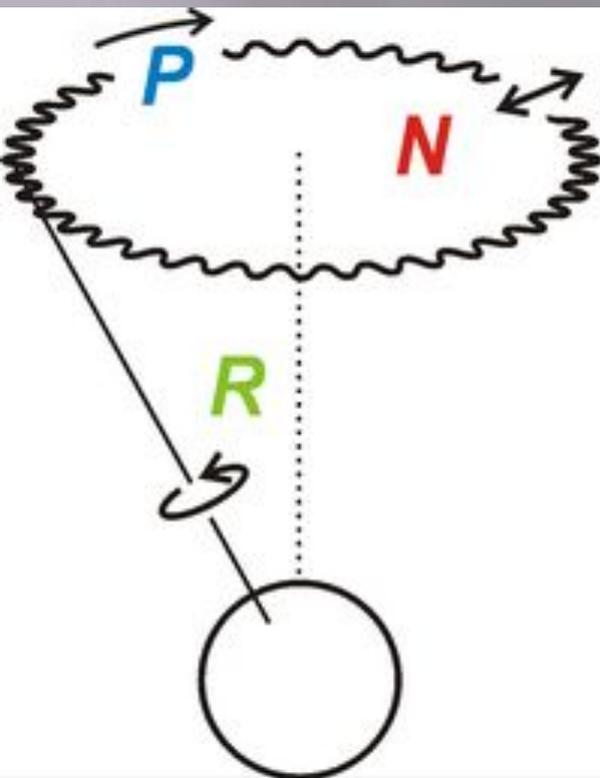
Земля обращается вокруг Солнца и делает вокруг него полный оборот примерно за 365,26 дней. Этот отрезок времени — сидерический год, который равен 365,26 солнечным суткам.

## 2. Вращение вокруг собственной оси

Ось вращения Земли наклонена на  $23,4^\circ$  относительно ее орбитальной плоскости, это вызывает тропический год сезонные изменения на поверхности планеты с периодом в один (365,24 солнечных суток).

Угол наклона земной оси относительно постоянен в течение длительного времени. Однако, этот наклон претерпевает незначительные, нерегулярные смещения (известные как **нутация**) с периодичностью 18,6 лет. Также существуют долгопериодические нутации (около **41000 лет**), известные как **циклы Миланковича**.

Ориентация оси Земли со временем тоже изменяется, длительность периода прецессирования составляет **25000 лет**; эта **прецессия** является причиной различия звёздного года и тропического года.



**Прецессия (P) и нутации (N) оси вращения Земли**

# Форма Земли

- ▣ Форма Земли (**геоид**) близка к сплюснутому эллипсоиду.
- ▣ Средний диаметр планеты примерно равен 12 742 км. Это 40 000 км/π, так как метр в прошлом определялся, как 1/10 000 000 расстояния от экватора до северного полюса через Париж.
- ▣ Вращение Земли создаёт экваториальную выпуклость, поэтому экваториальный диаметр на 43 км больше, чем диаметр между полюсами планеты. Высшей точкой твёрдой поверхности Земли является гора Эверест (8848 м над уровнем моря), а глубочайшей — Марианская впадина (11 022 м под уровнем моря).

# Химический состав

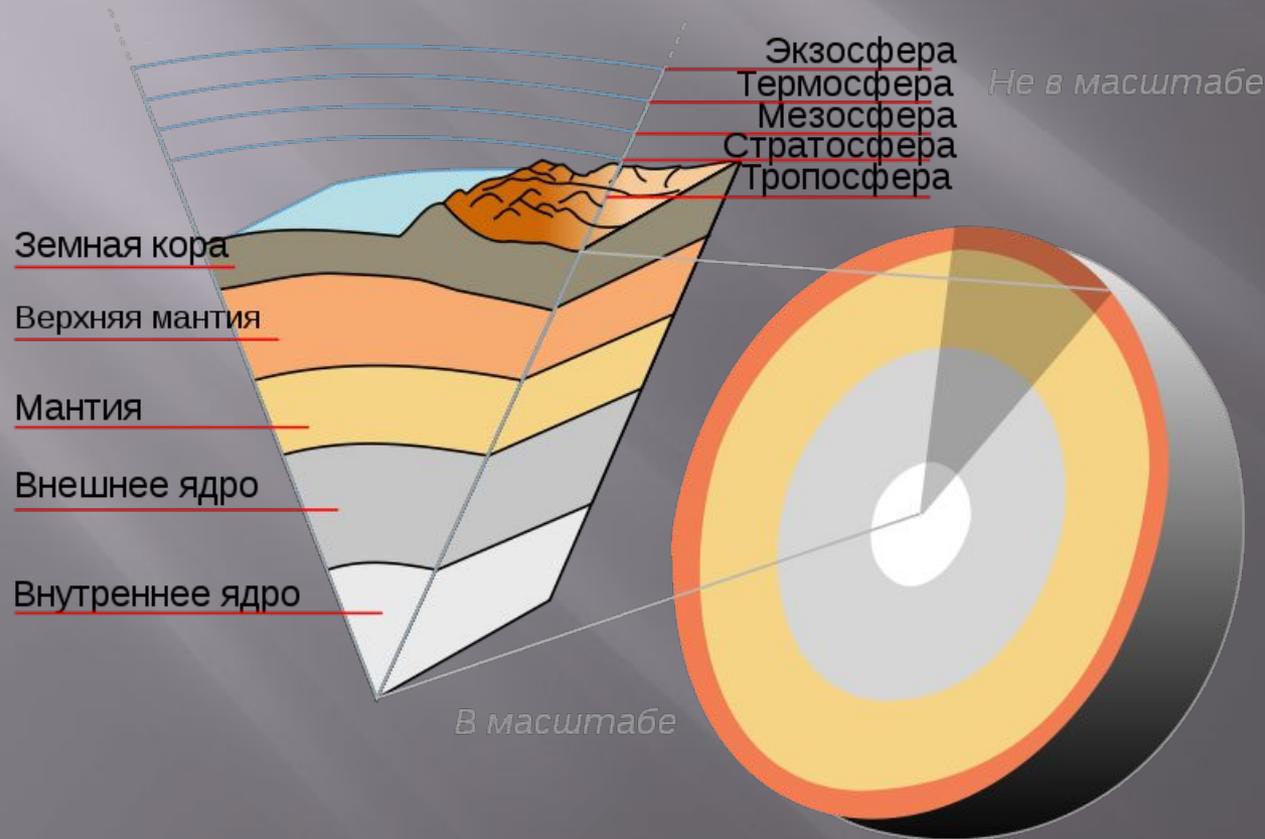
Геохимик Франк Кларк определил, что 99,22 % из 1 672 видов пород содержат 11 оксидов

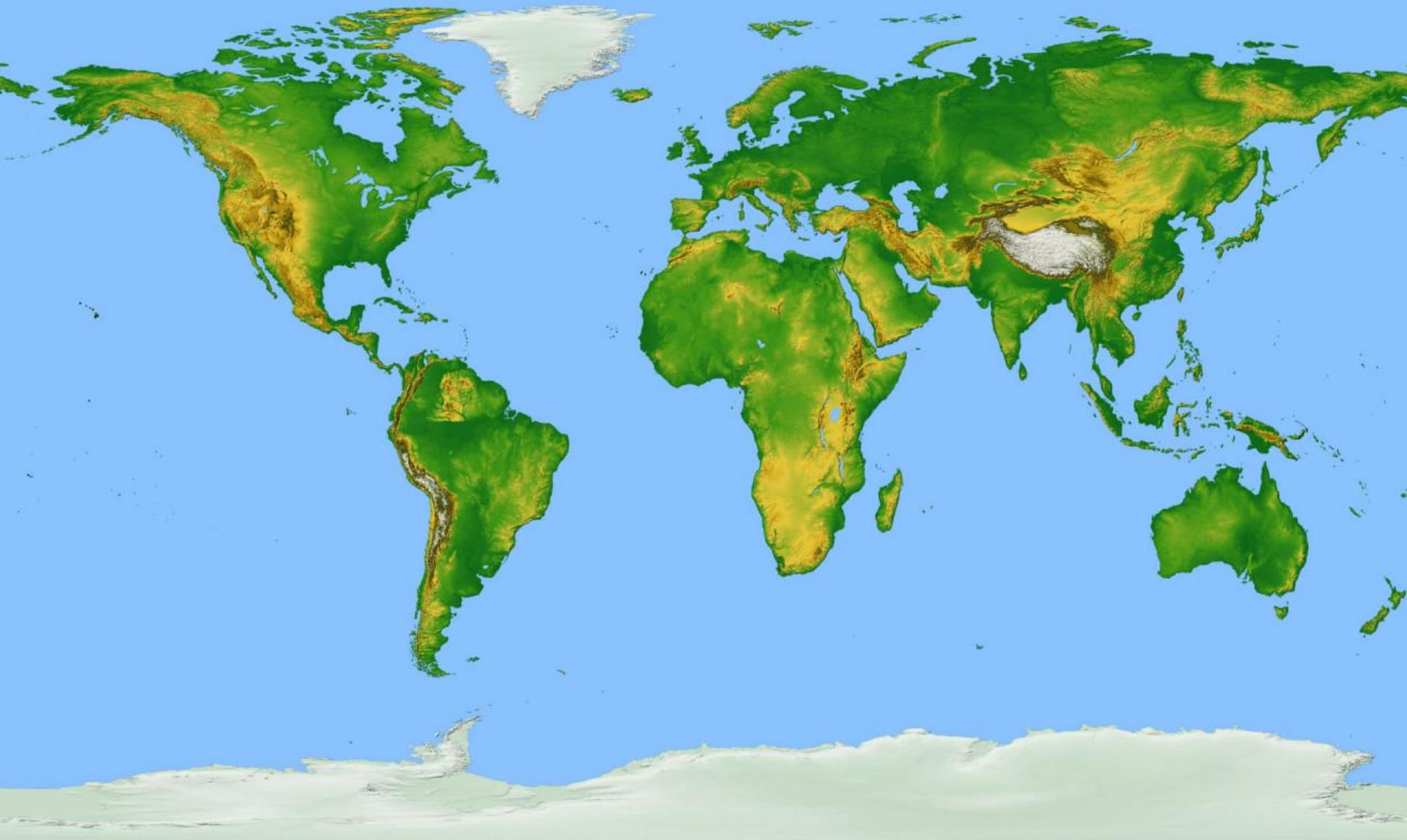
<b>Таблица оксидов земной коры Ф. У. Кларка</b>		
<b>Соединение</b>	<b>Формула</b>	<b>Процентное содержание</b>
<u>Оксид кремния(II)</u>	SiO <sub>2</sub>	59,71 %
<u>Оксид алюминия</u>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,41 %
<u>Оксид кальция</u>	CaO	4,90 %
<u>Оксид магния</u>	MgO	4,36 %
<u>Оксид натрия</u>	Na <sub>2</sub> O	3,55 %
<u>Оксид железа(II)</u>	FeO	3,52 %
<u>Оксид калия</u>	K <sub>2</sub> O	2,80 %
<u>Оксид железа(III)</u>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,63 %
<u>Вода</u>	H <sub>2</sub> O	1,52 %
<u>Оксид титана(IV)</u>	TiO <sub>2</sub>	0,60 %
<u>Оксид фосфора(V)</u>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,22 %
<b>Итого</b>		<b>99,22 %</b>

# Строение Земли

Земля состоит из твёрдых силикатных оболочек (коры, крайне вязкой мантии), и металлического ядра. Внешняя часть ядра жидкая (значительно менее вязкая, чем мантия), а внутренняя — твёрдая.

В центре планеты, температура до 7 000 К, а давление может достигать 360 ГПа (3,6 млн. атм.). Часть тепловой энергии ядра передаётся к земной коре посредством **ПЛЮМОВ**. Плюмы приводят к появлению горячих точек и траппов.





Приблизительно 70,8 % поверхности планеты занимает  
Мировой океан, остальную часть поверхности занимают  
суша



# Карта Земли

# Использование суши (на 1993 г.)

- ▣ пашня 10 %
- ▣ многолетние насаждения 1 %
- ▣ постоянные пастбища 26 %
- ▣ леса и лесистые местности 32 %
- ▣ города 1,5 %
- ▣ другое 30 %
- ▣ **Орошаемые земли: 2 481 250 км<sup>2</sup>**