

Строение мегамира

Тема 10.

Иерархия Вселенной

Планеты – звезды – галактики (ядра, рукава, перемычки) – скопления галактик – «блины» – цепочки – структуры-«соты».

Есть пустые области. У Вселенной фрактальная структура, такая ячеистая структура объясняется гравитационной рябью. Роль глубины водоема - у времени.

Гравитационные волны – пульсация кривизны пространства-времени. Они зафиксированы. Ведется поиск гравитонов.

Кометы, астероиды, метеоры

1) Кометы. От слова «волосатый». Комета имеет «голову» и длинный «хвост».

Голова кометы состоит из **ядра и околоядерных веществ**. В состав рыхлого ядра может входить вода, а также газы, такие как метан, аммиак и углекислый газ.

Кома – окружающая ядро светлая туманная оболочка чашеобразной формы, состоящая из газов и пыли.

У ярких комет с приближением к Солнцу образуется **«хвост»** – слабая светящаяся полоса. Несмотря на то, что в хвосте и коме сосредоточено менее одной миллионной доли массы кометы, почти 99,9 % свечения, наблюдаемого при прохождении кометы по небу, происходит именно из этих газовых образований.

КОМЕТЫ



Комета Хейла – Боппа

Кометы, астероиды, метеоры

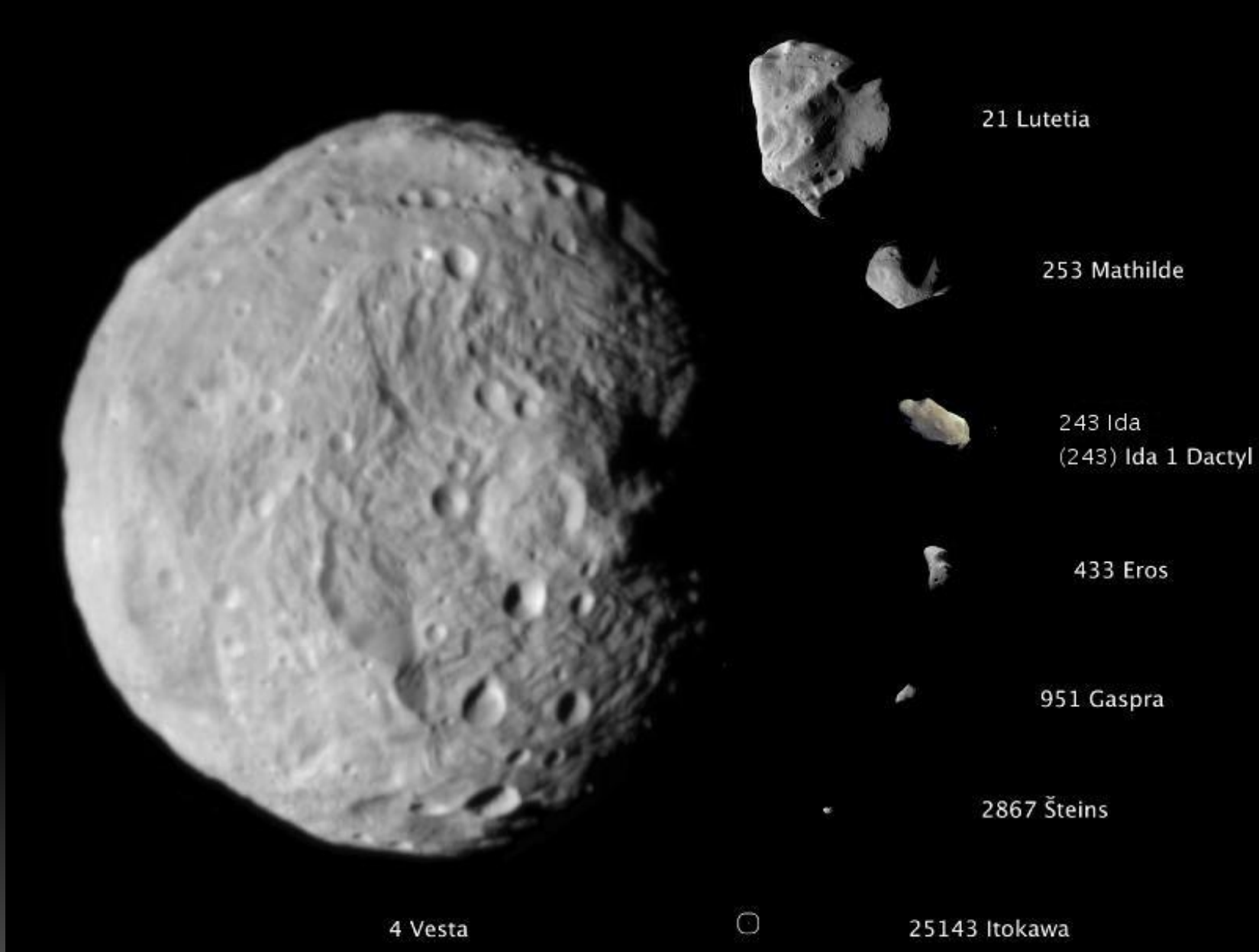
2) Астероиды (распространенный до 2006 года синоним – малая планета) – относительно небольшие небесные тела Солнечной системы, движущиеся по орбите вокруг Солнца.

Астероиды значительно уступают по массе и размерам планетам, имеют неправильную форму и не имеют атмосферы, хотя при этом у них могут быть спутники.

В настоящий момент в Солнечной системе обнаружены сотни тысяч астероидов. Большинство известных астероидов сосредоточено в **поясе астероидов (между орбитами Марса и Юпитера)**.

Самым крупным астероидом в Солнечной системе считалась **Церера**, однако с 24 августа 2006 года она получила статус **карликовой планеты**. Два других крупнейших астероида – **Паллада** и **Веста**.

АСТЕРОИДЫ



Изображение астероидов от большего к меньшему: (4) Веста, (21) Лютеция, (253) Матильда, (243) Ида и его спутник Дактиль, (433) Эрос, (951) Гаспра, (2867) Штейнс, (25143) Итокава

Кометы, астероиды, метеоры

3) Метеор – «падающая звезда» – явление, возникающее при сгорании в атмосфере Земли мелких метеорных тел (например, осколков комет или астероидов).

Аналогичное явление большей интенсивности называется **болидом**.

Метеороид (метеорное тело) – небесное тело, промежуточное по размеру между межпланетной пылью и астероидом.

Если метеороид падает на Землю, то это **метеорит**.

МЕТЕОРЫ



Метеорный поток Леониды

Карликовые планеты

Карликовая планета – небесное тело, которое:

- 1) обращается по орбите вокруг Солнца;
- 2) имеет достаточную массу для того, чтобы под действием сил гравитации поддерживать близкую к сферической форму;
- 3) не является спутником планеты;
- 4) не может расчистить район своей орбиты от других объектов.

Международным астрономическим союзом официально признаны **5 карликовых планет**: крупнейший астероид **Церера** и транснептуновые объекты **Плутон, Эрида, Макемаке, Хаумеа**.

Крупнейшие из известных транснептуновых объектов (ТНО)



КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ

Сравнительные размеры крупнейших ТНО и Земли

Планеты

Планета («бродяга», «странник») – это небесное тело, вращающееся по орбите вокруг звезды или ее остатков, достаточно массивное, чтобы стать округлым под действием собственной гравитации, но недостаточно массивное для начала термоядерной реакции, и сумевшее очистить окрестности своей орбиты.

Начиная с 1992 года, с открытием сотен планет вокруг других звезд, названных **экзопланетами**, стало понятным, что планеты можно обнаружить в Галактике везде, и они имеют много общего с планетами Солнечной системы.

Размеры экзопланет лежат в пределах от размеров планет земной группы до более крупных, чем планеты-гиганты.

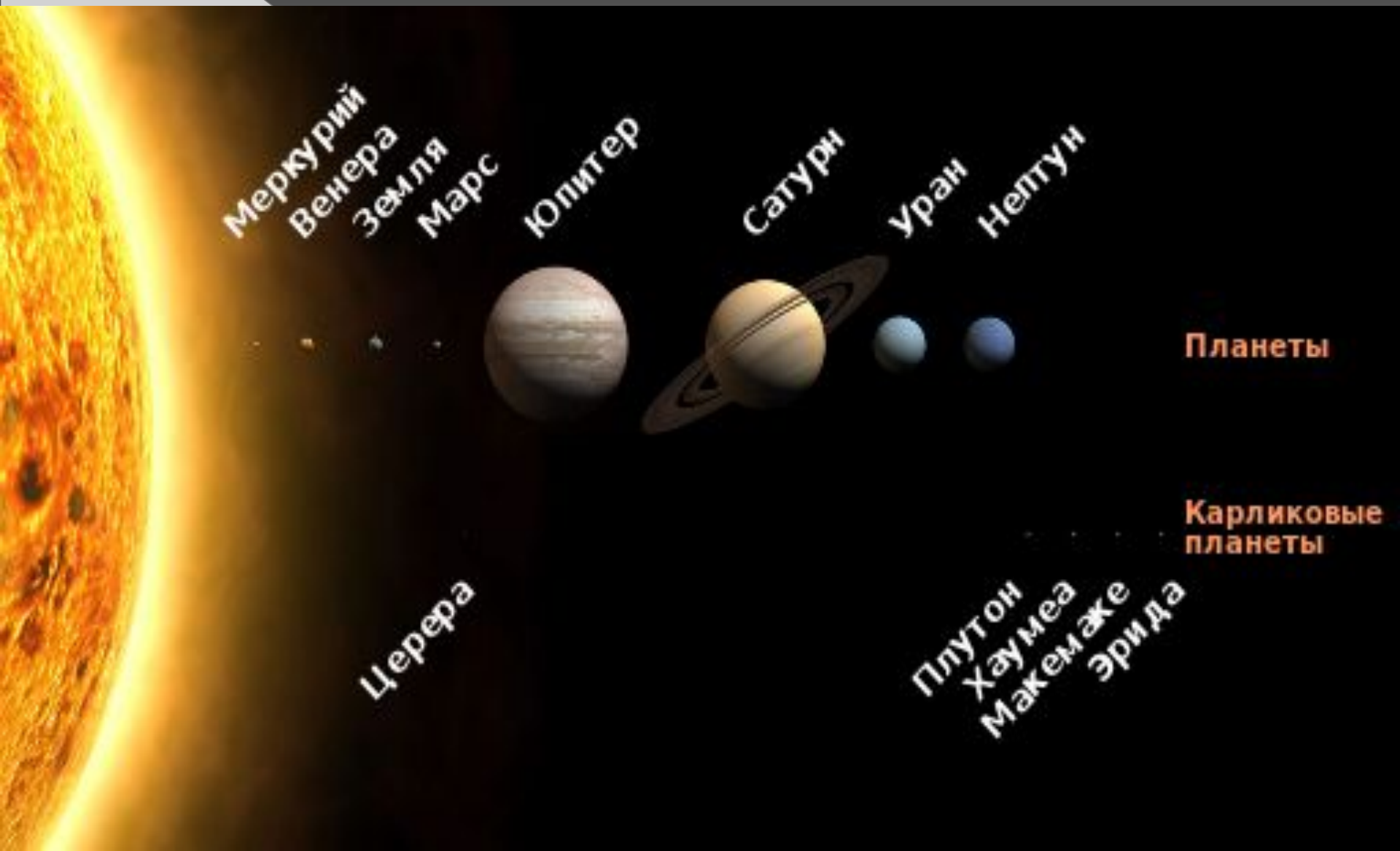
Планеты Солнечной системы

В Солнечной системе находятся восемь классических планет и пять карликовых планет.

Планеты Солнечной системы можно разделить на **2 группы**:

- 1) Земного типа:** планеты, похожие на Землю, в основе своей состоящие из горных пород: Меркурий, Венера, Земля и Марс. Меркурий – самая маленькая планеты Солнечной системы.
- 2) Газовые гиганты:** планеты, в значительной степени состоящие из газа, и значительно более массивные, чем планеты земной группы: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Юпитер – самая крупная планета Солнечной системы. **Ледяные гиганты:** Уран и Нептун.

Планеты и карликовые планеты Солнечной системы. Соблюден масштаб размеров планет, расстояния между планетами сильно сжаты



Еще раз о планетах Солнечной системы



Планеты Солнечной системы

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАНЕТ:

Отправная точка пути формирования планет – газопылевой (протопланетный) диск вокруг формирующейся звезды.

Солнце было окружено песчинками графита, кремния, углеводородов, затем образовались «камешки», потом – астероиды, затем – планеты.

У дальних планет изобилие химических элементов (из-за солнечного «ветра»).

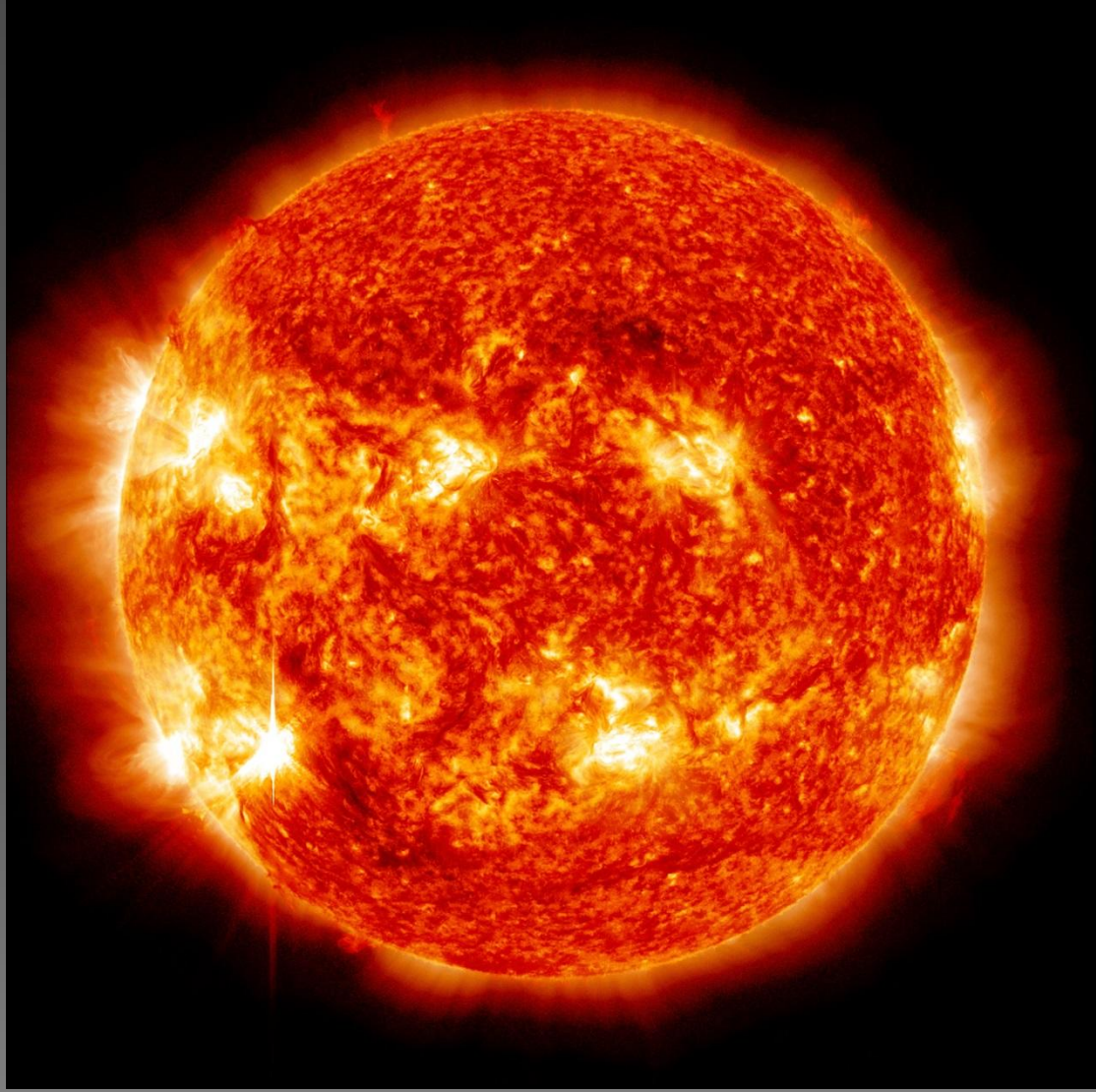
Солнце

Солнце – единственная звезда Солнечной системы. Вокруг Солнца обращаются другие объекты этой системы: планеты и их спутники, карликовые планеты и их спутники, астероиды, метеороиды, кометы и космическая пыль. Масса Солнца – **99,86 %** от суммарной массы всей Солнечной системы. Текущий возраст Солнца – примерно **4,5 млрд лет**.

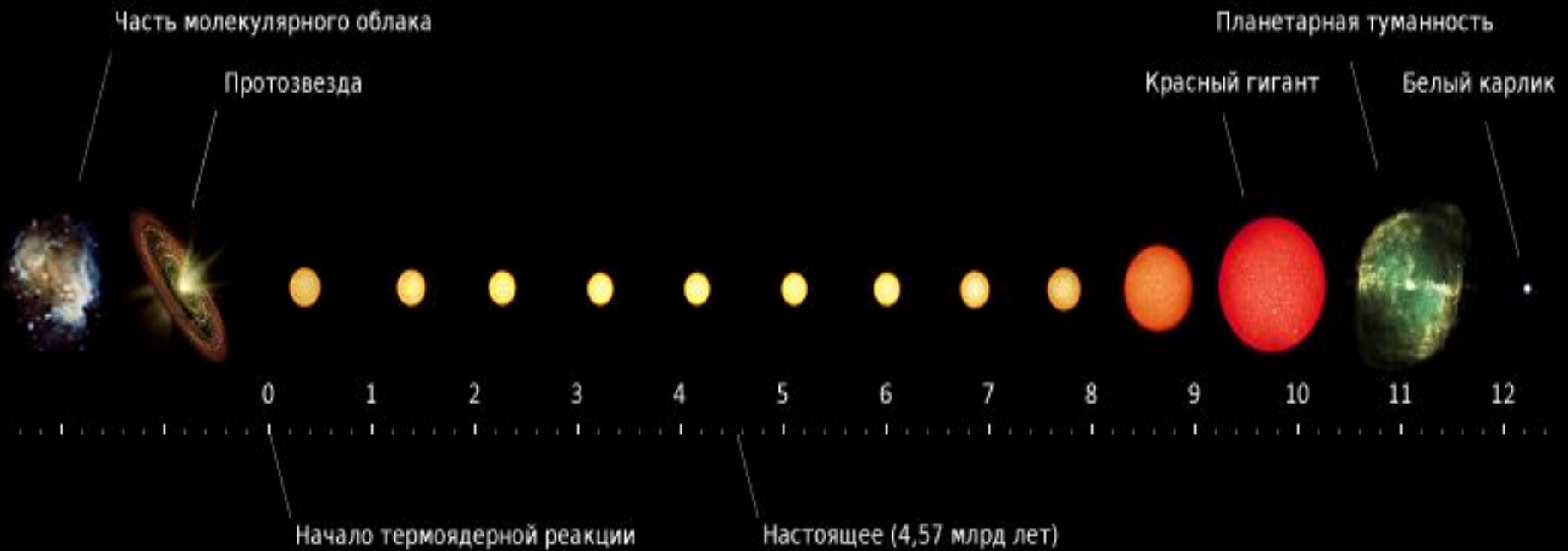
Солнце состоит из **водорода** ($\approx 73\%$ от массы и $\approx 92\%$ от объёма), **гелия** ($\approx 25\%$ от массы и $\approx 7\%$ от объёма) и **других элементов** с меньшей концентрацией (железа, никеля, кислорода, азота, кремния, серы, магния, углерода, неона, кальция и хрома).

По спектральной классификации Солнце относится к типу **«желтый карлик»**. Температура поверхности Солнца достигает **6000 К**.

СОЛНЦЕ



Жизненный цикл Солнца



Жизненный цикл Солнца

Масштаб и цвета условны. Временная шкала в миллиардах лет (приблизительно)

Солнце

Размер Солнца – $1,392 \cdot 10^9$ м (109 диаметров Земли). Масса – $1,9885 \cdot 10^{30}$ кг (332 940 масс Земли). Один оборот вокруг оси занимает **25,38 дней**.

Атмосфера Солнца:

- 1) **Фотосфера** – слой, излучающий свет, образует видимую поверхность Солнца;
- 2) **Хромосфера** – внешняя оболочка Солнца толщиной около 2000 км, окружающая фотосферу;
- 3) **Корона** – последняя внешняя оболочка Солнца. Корона в основном состоит из протуберанцев и энергетических извержений. Протуберанцы – языки-фонтаны над хромосферой.

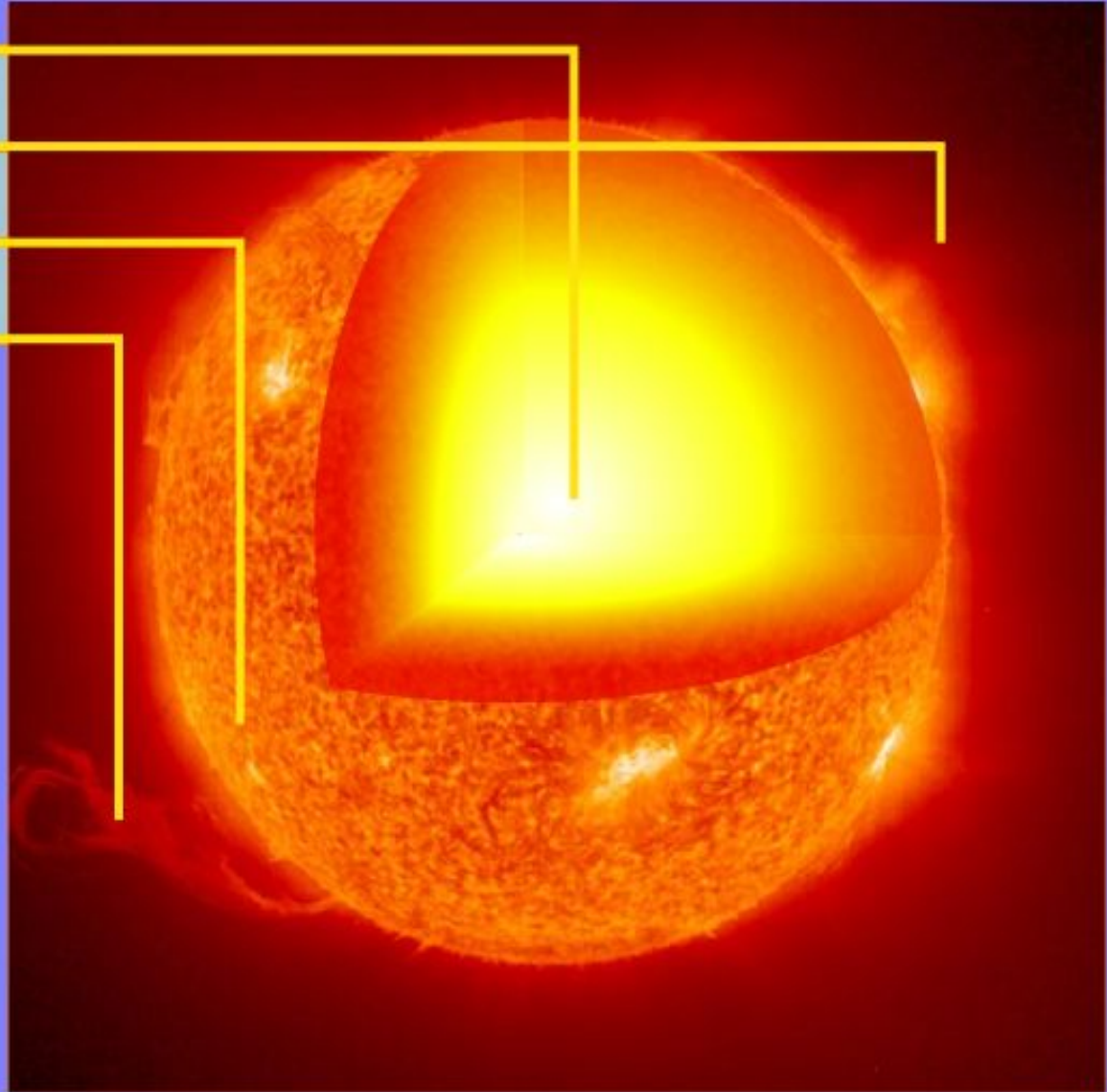
Строение Солнца

Солнечное ядро

Корона

Фотоосфера

Протуберанец



Земля

Третья от Солнца планета. Пятая по размеру среди всех планет Солнечной системы. Является крупнейшей по диаметру, массе и плотности среди планет земной группы.

Орбитальная скорость - **29, 783 км/с**. Масса – **$5, 9726 \cdot 10^{24}$ кг**. Средний радиус – **6 371 км**. Угол наклона оси – **23,5 °**.

Земля образовалась из солнечной туманности около **4,54 млрд лет назад**, вскоре после этого приобрела естественный спутник – **Луну**. Предположительно жизнь появилась на Земле примерно **4,25 млрд лет назад**.

Земля состоит в основном из железа (32,1 %), кислорода (30,1 %), кремния (15,1 %), магния (13,9 %), серы (2,9 %), никеля (1,8 %), кальция (1,5 %) и алюминия (1,4 %); на остальные элементы приходится 1,2 %.

Земля



Земля

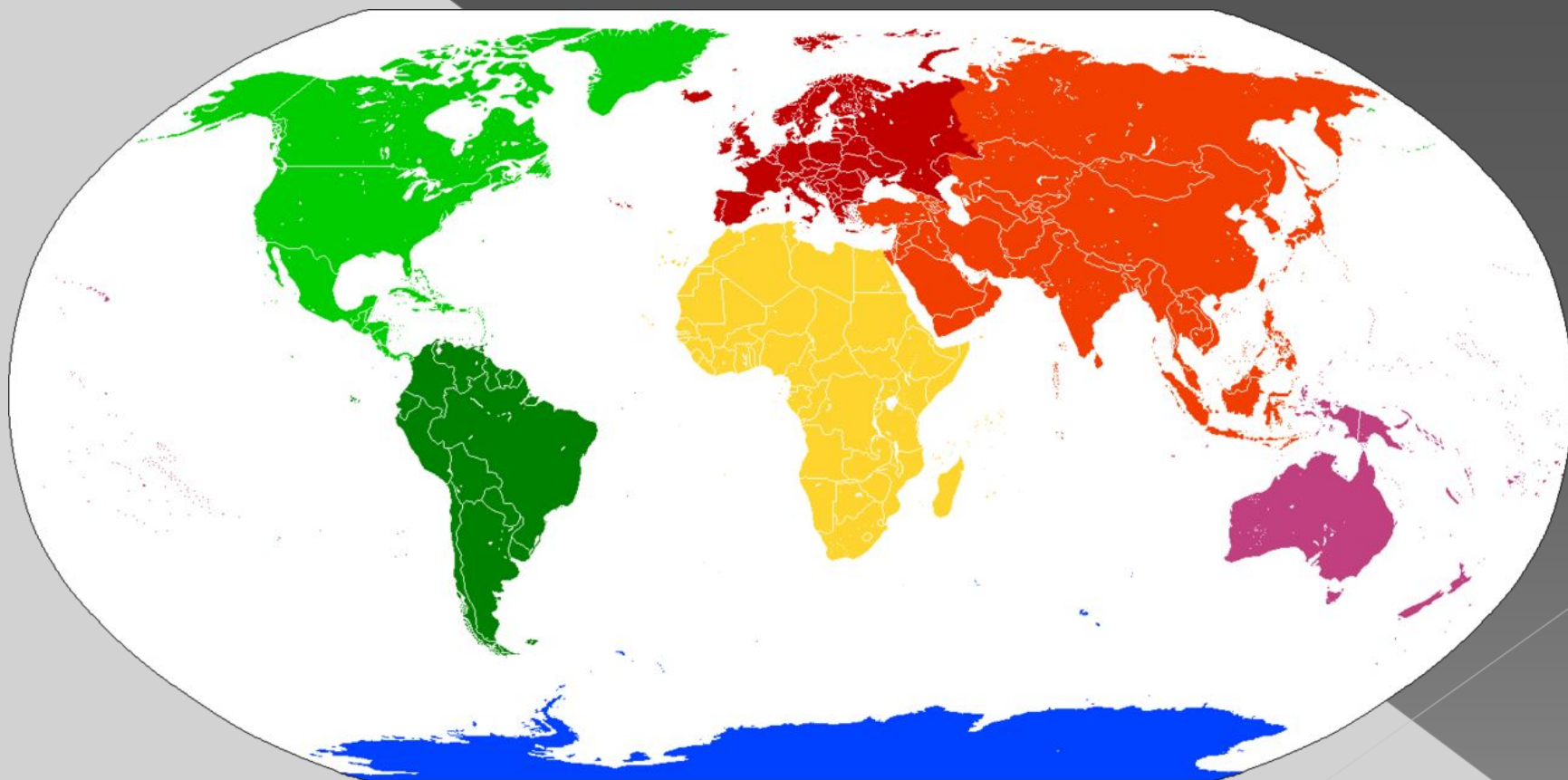
Приблизительно 70,8 % поверхности планеты занимает Мировой океан, остальную часть поверхности занимают континенты и острова.

Материки (континенты): Европа, Азия, Африка, Северная Америка, Южная Америка, Австралия, Антарктида.

Поверхность планеты постоянно изменялась: континенты появлялись и разрушались. Они перемещались по поверхности, порой собираясь в **суперконтинент**:

- 1) **Родиния** – гипотетический суперконтинент, возник около 1,1 млрд лет назад и распался около 750 млн лет назад;
- **Паннотия** – гипотетический суперконтинент, существовавший приблизительно с 600 по 540 миллионов лет тому назад. Распалась на континент Гондвана и мини-континенты Балтики, Сибири и Лаврентии;
- **Пангея** – сверхконтинент, существовавший в конце палеозоя и начале мезозоя и объединявший практически всю сушу Земли.

Континенты



Земля

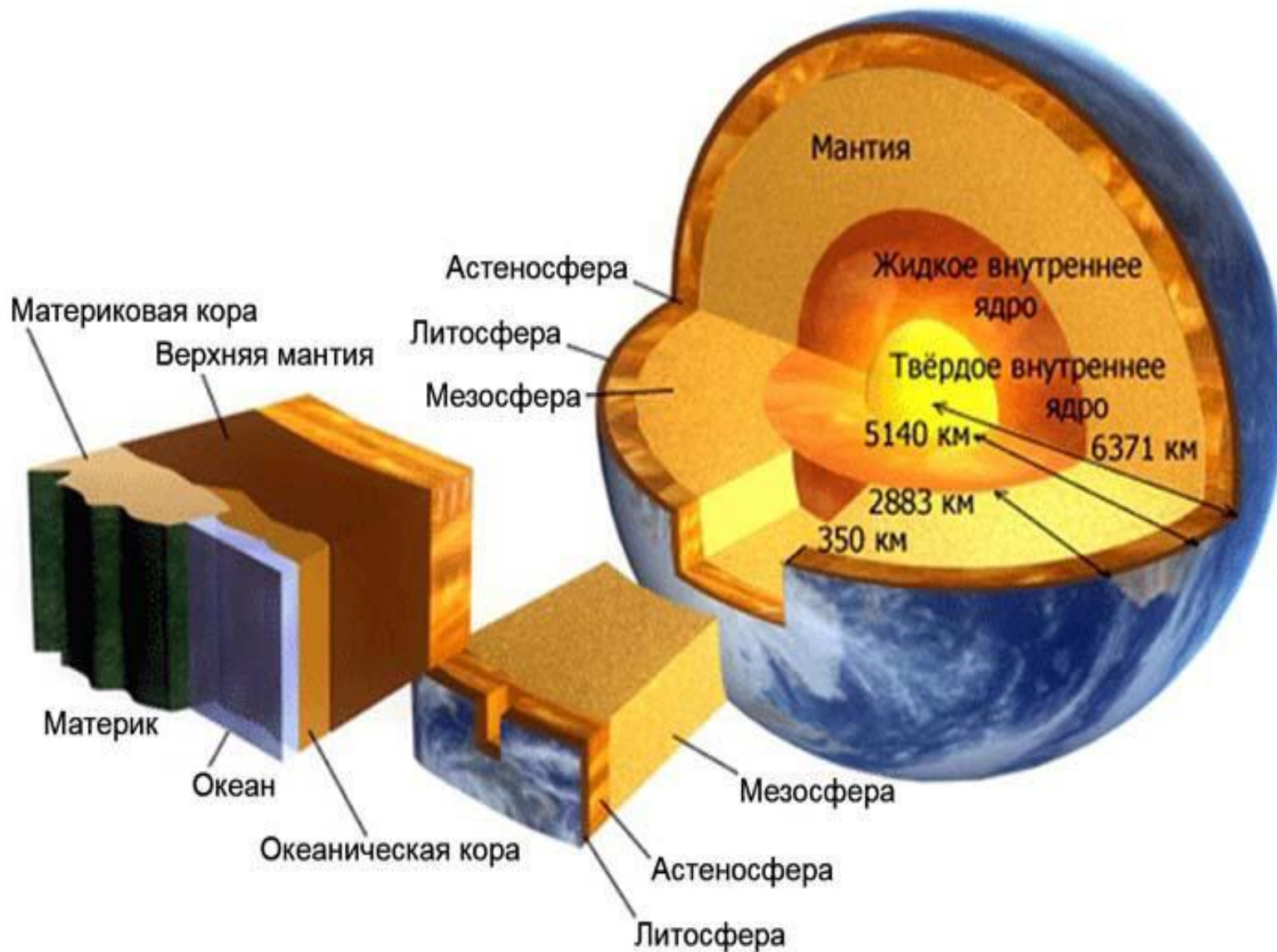
СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ (СЛОИ):

1) **Ядро:** делится на две части – **твердое внутреннее ядро** с радиусом ~ 1220 км и **жидкое внешнее ядро**, с радиусом ~ 3400 км. Гипотеза: магнитное поле образуется за счет движения электропроводящей жидкости во внешнем ядре. Ядро состоит из железо-никелевого сплава. Температура на поверхности твердого ядра Земли предположительно **5960 ± 500 °C**.

2) **Мантия:** находится между ядром и корой, в вязком состоянии, огромное давление. Самый толстый слой Земли (простирается до глубины **2890 км**).

3) **Кора:** внешняя твердая оболочка Земли, верхняя часть литосферы, **от 5 до 70 км** в глубину от поверхности. С внешней стороны большая часть коры покрыта гидросферой, а меньшая находится под воздействием атмосферы.

Строение Земли



Звезды

Основные структурные элементы Космоса. Состоят, в основном, из водорода и гелия.

Звезда – массивный газовый шар, излучающий свет и удерживаемый силами собственной гравитации и внутренним давлением, в недрах которого происходят реакции термоядерного синтеза.

Различаются по **светимости** – количеству энергии, излучаемой с поверхности в единицу времени и **по продолжительности жизни**.

Чем больше масса и светимость звезды, тем меньше продолжительность ее жизни.

Звезды

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗВЕЗД (ЦВЕТ И ТЕМПЕРАТУРА, ПО УБЫВАНИЮ):

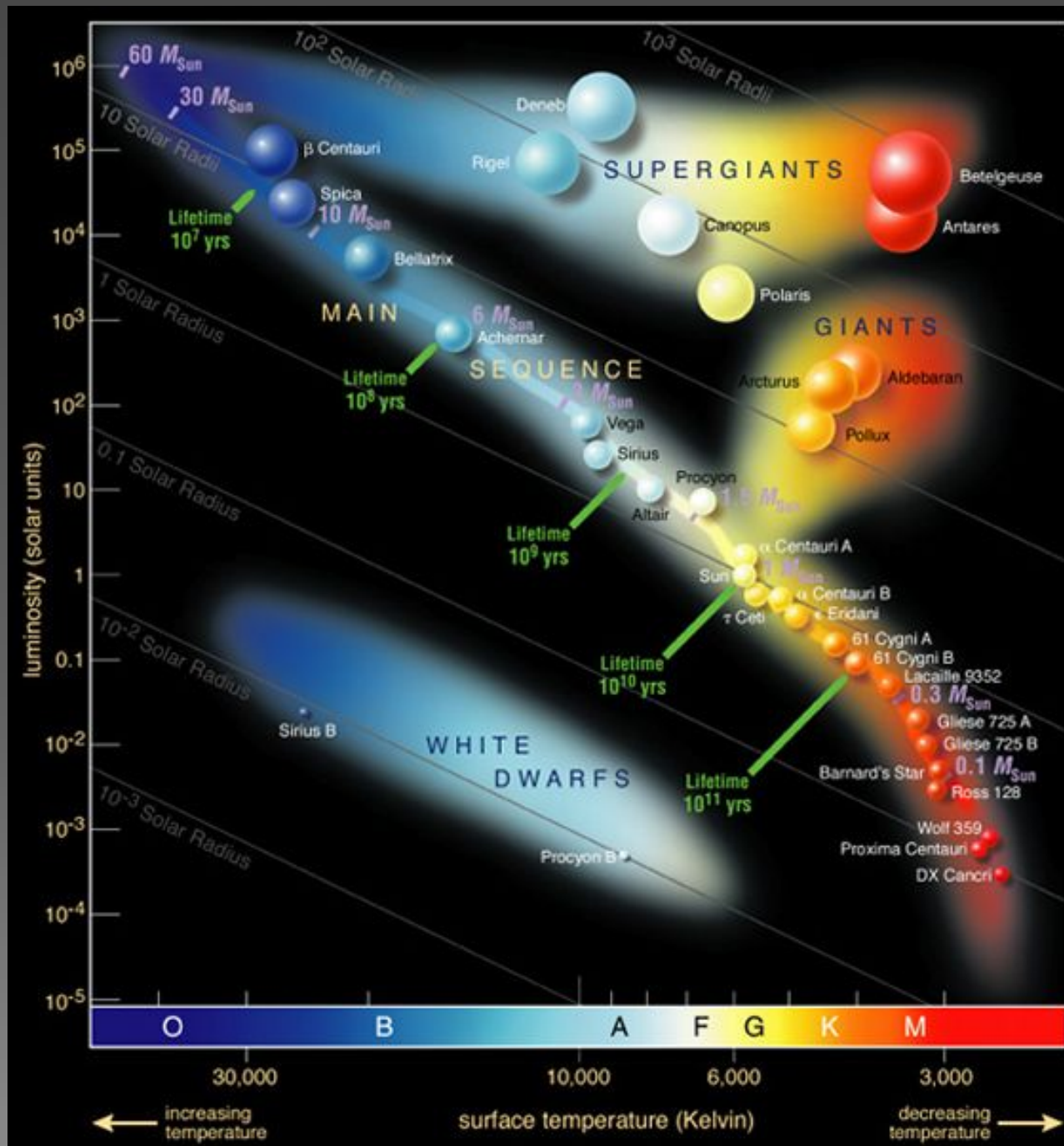
- Голубой
- Бело-голубой
- Белый
- Желто-белый
- Желтый
- Оранжевый
- Красный

Внутри класса – **подклассы** (от 0 – самые горячие до 9 – самые холодные).

Диаграмма Герцшпрунга–Рассела – ключ к пониманию процессов, происходящих внутри звезды.

ЗВЕЗДЫ

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела для наиболее известных звезд



Звезды

ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД:

- 1) Звезда начинает свою жизнь как холодное разреженное облако межзвездного газа;
- 2) Облако сжимается и принимает форму шара. При сжатии энергия гравитационного поля переходит в тепло, температура объекта возрастает;
- 3) Температура в центре достигает 15-20 миллионов К, начинаются термоядерные реакции, сжатие прекращается. Объект становится полноценной звездой.

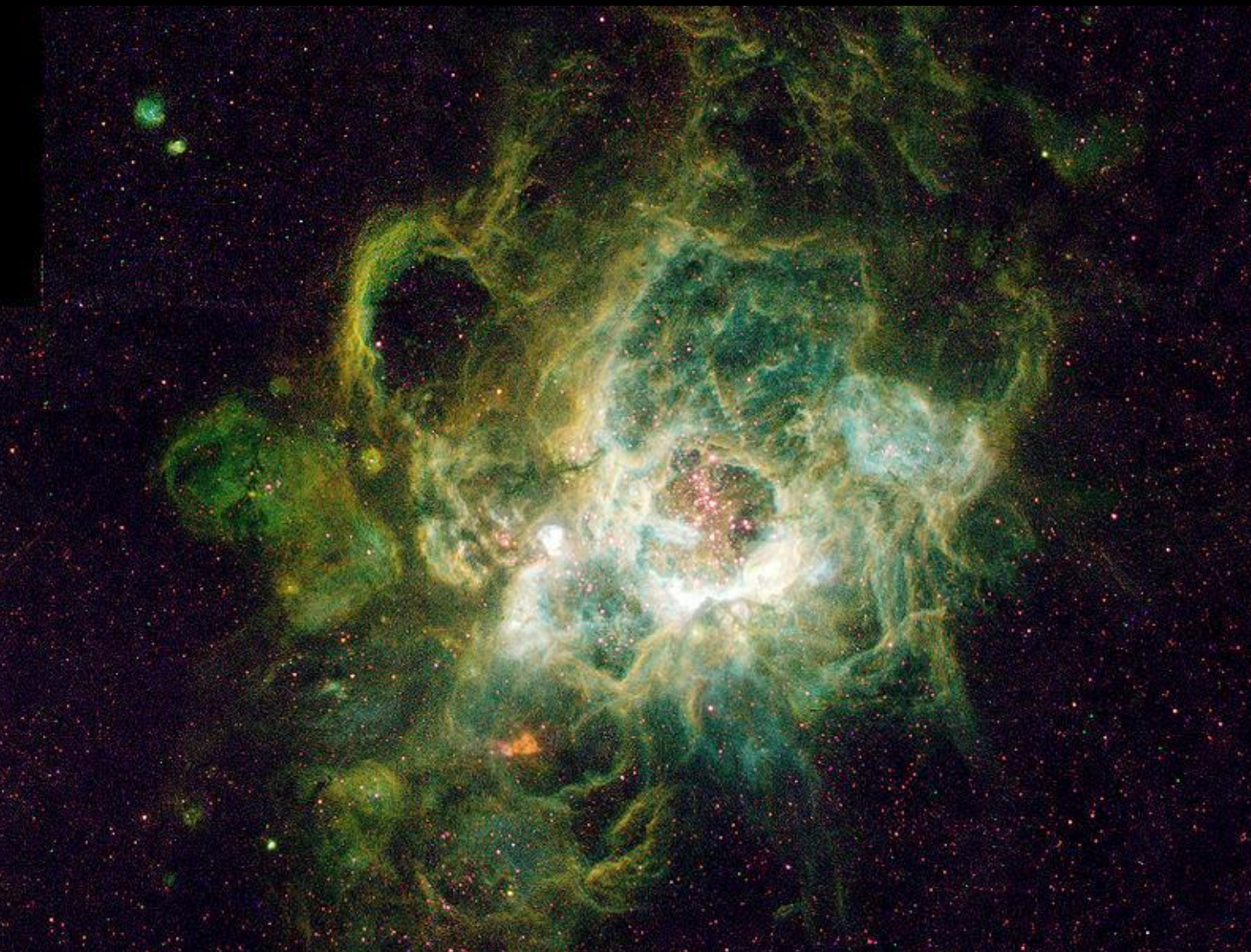
Время жизни звезды связано с синтезом тяжелых элементов из легких, этот процесс носит необратимый характер.

Звезды

Финальные стадии звездной эволюции (финал зависит от массы звезды):

- 1) Малая масса** (менее 0,5 солнечной): после прекращения в их ядрах термоядерных реакций они будут остывать и продолжать слабо излучать в инфракрасном и микроволновом диапазонах электромагнитного спектра;
- 2) Средняя масса** (равны массе Солнца или несколько солнечных масс): образуется белый карлик или нейтронная звезда (пульсар);
- 3) Большая масса:** черная дыра, образование сверхновой.

ЗВЕЗДЫ



Звездообразующая туманность в Галактике
Треугольника

Черные дыры

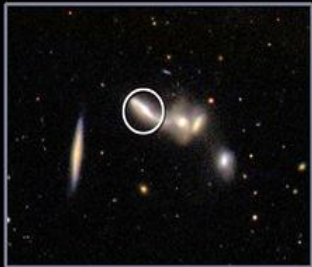
Черные дыры – область пространства-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть ее не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света.

Граница этой области называется **горизонтом событий**, а ее характерный размер – **гравитационным радиусом**.

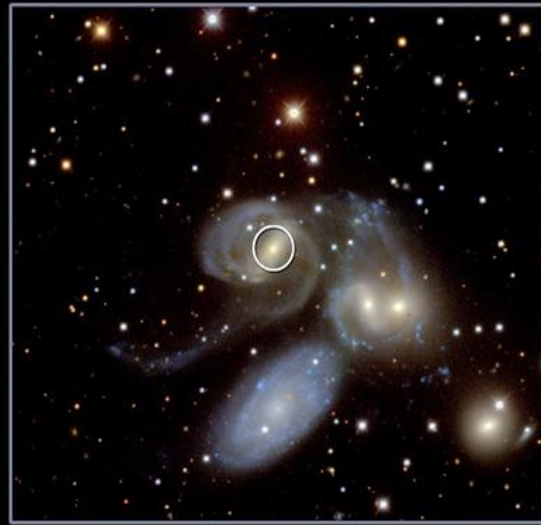
В настоящее время астрономам удалось обнаружить сверхмассивные черные дыры, находящиеся в центрах галактик.

Черные дыры

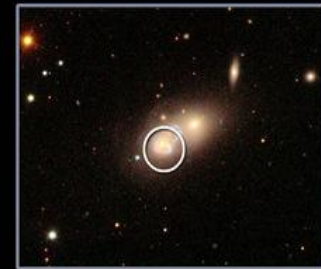
Обнаруженные черные дыры в сливающихся галактиках



UGC 06527



NGC 7319



NGC 1142



NGC 3227



MCG 0212050



NGC 2992

Галактики

Галактика – гравитационно-связанная система из звезд и звездных скоплений, межзвездного газа, пыли и темной материи.

ВИДЫ ГАЛАКТИК:

1) **Эллиптические галактики (E)**;

2) **Спиральные галактики (S)** – галактики, обладающие спиральными ветвями, могут быть нормальными и пересеченными.

3) **Линзовидные галактики (S0)** – не отличающиеся от спиральных, за исключением отсутствия четкого спирального узора;

4) **Неправильные галактики (Irr)** – неправильная клочковатая структура. Как правило, в них много межзвездного газа.

В 2003 году Майклом Дринкуотером был открыт новый вид галактик – **ультракомпактные карликовые галактики**.

Галактики

Галактики всех типов примерно одинаковы по возрасту, но эллиптические галактики состоят больше из старых, а другие типы галактик – из молодых звезд.

Форма галактики связана со скоростью образования в ней новых звезд, что зависит от количества газа и пыли. Наиболее бурно процесс звездообразования проходит в неправильных галактиках.

Галактики находятся в **скоплениях**. Скопления могут быть **правильными** (из эллиптических галактик) и **неправильными** (из других типов галактик).

Существуют **сверхскопления галактик**, а также **пустоты**. В итоге образуется некая сеть с пустотами – **ячеистая структура**.

ЭЛЛИПТИЧЕСКАЯ ГАЛАКТИКА



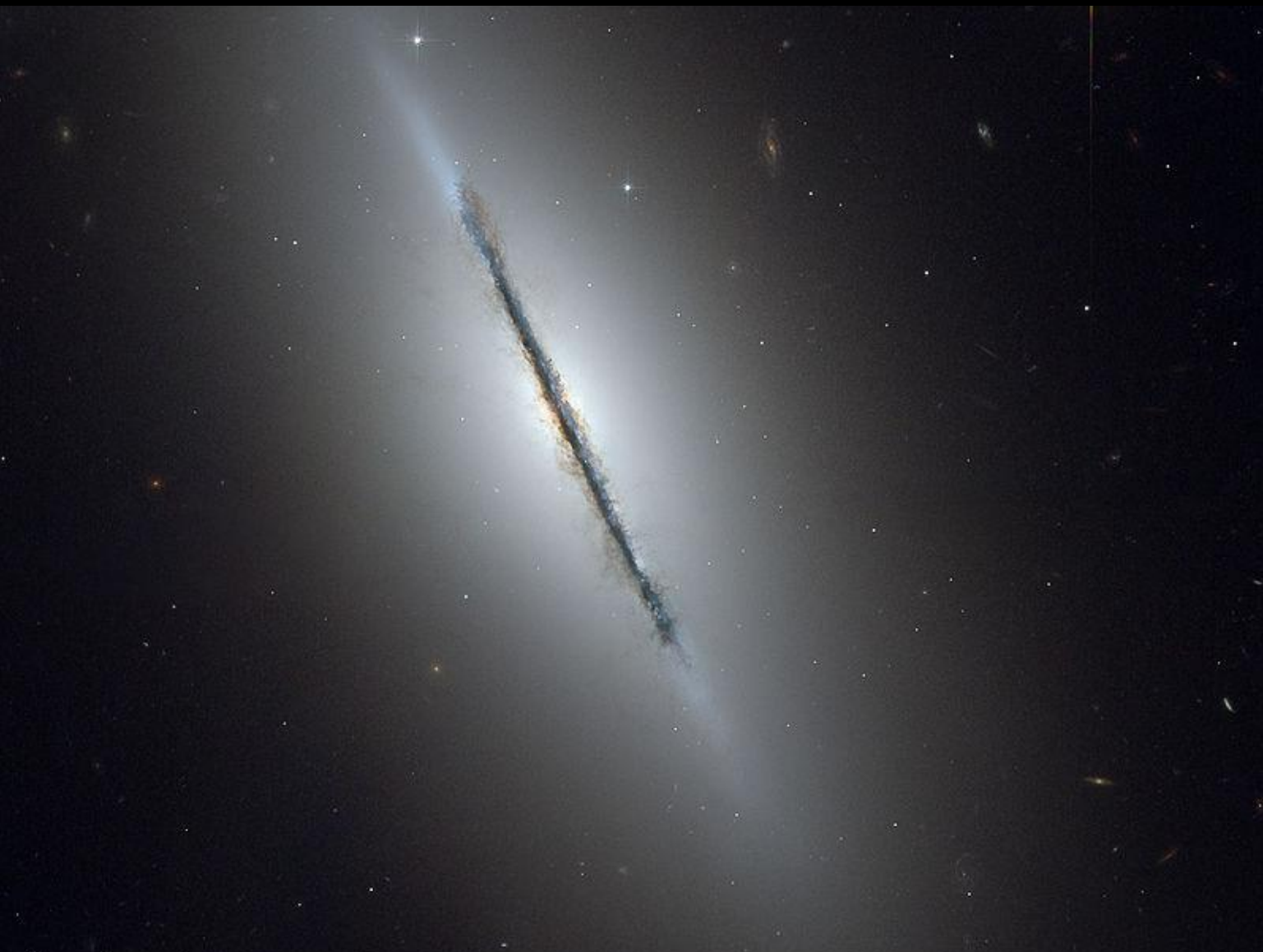
Эллиптическая галактика ESO 325-G004

СПИРАЛЬНАЯ ГАЛАКТИКА



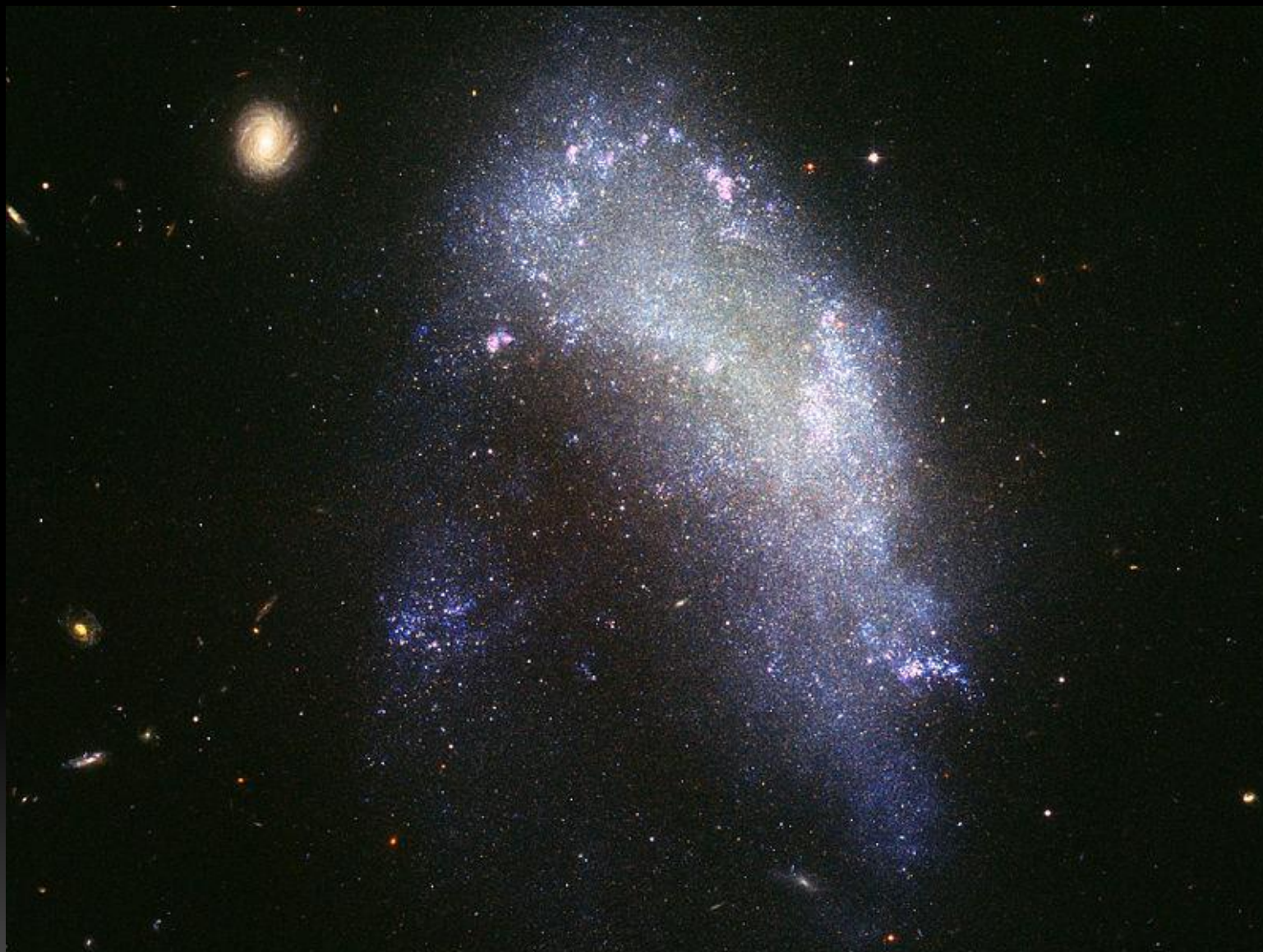
Пример спиральной галактики, Галактика «Вертушка»

ЛИНЗООБРАЗНАЯ ГАЛАКТИКА



Галактика Веретено (NGC 5866), линзообразная галактика в созвездии Дракон

НЕПРАВИЛЬНАЯ ГАЛАКТИКА



NGC 1427A, пример неправильной галактики

Метагалактика

Метагалактика – часть наблюдаемой Вселенной, доступной для изучения современными астрономическими методами.

Метагалактика расширяется по мере совершенствования приборов. За пределами Метагалактики располагаются гипотетические внеметагалактические объекты. Метагалактика может быть или малой частью Вселенной, или почти всей.

В гипотезе раздувающейся Вселенной из ложного вакуума вскоре после появления Вселенной могла образоваться не одна, а множество метагалактик.

В некоторых случаях понятия «Метагалактика» и «Вселенная» совпадают.