

Естественнонаучная картина мира

Лекция 7

Мегамир материи: астрономическая картина мира

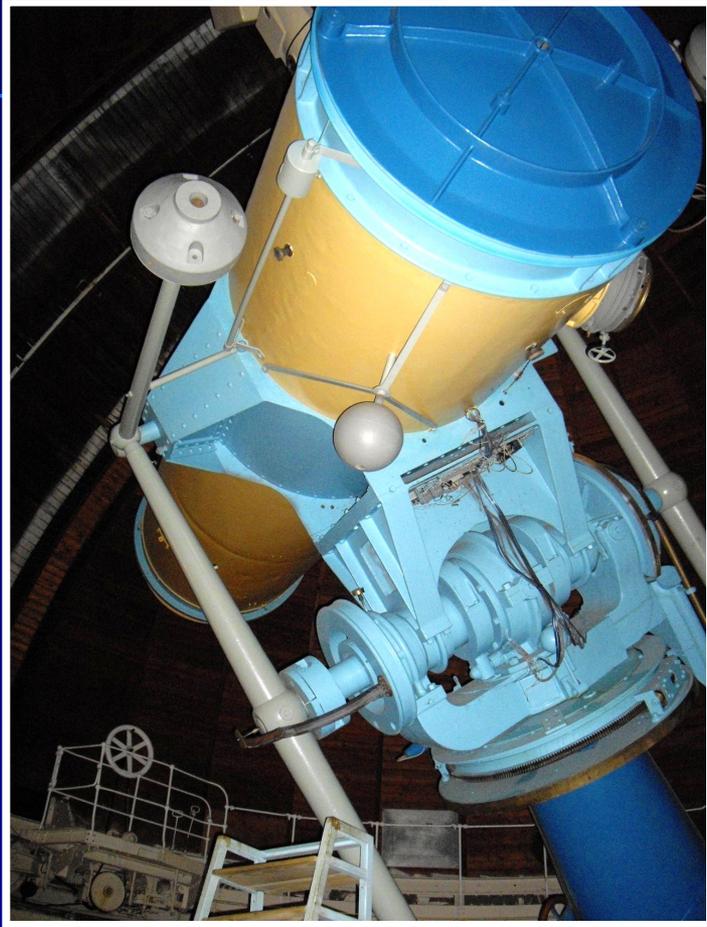
Учебные вопросы:

1. Методы исследования современной астрономии.
2. Главные астрономические объекты – звёзды.
 - 2.1. Важнейшие характеристики звезд.
 - 2.2. Строение звезд.
 - 2.3. Эволюция звезд.
3. Галактики – звёздные скопления.

1. Методы исследования современной астрономии

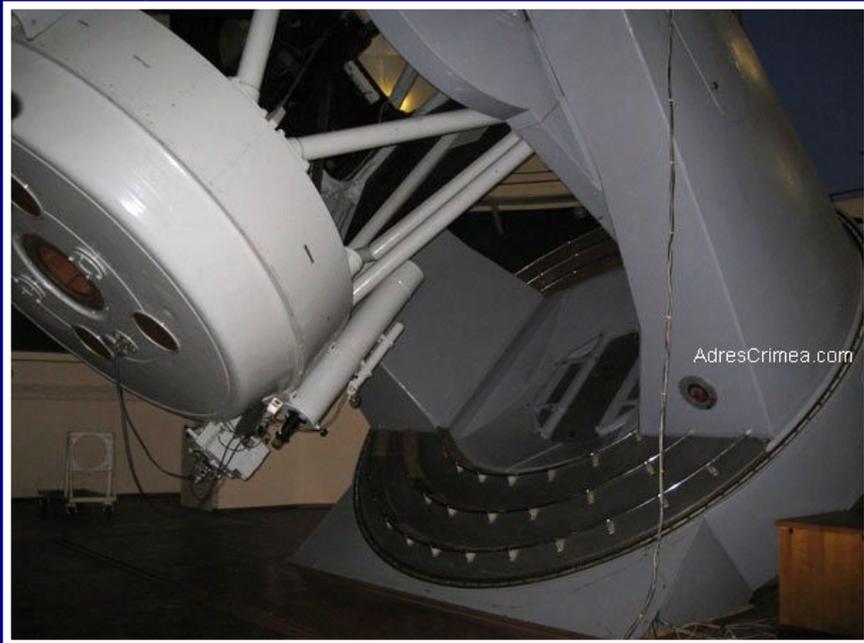
Оптический телескоп —
астрономический прибор,
собирающий и
фокусирующий
электромагнитное
излучение оптического
диапазона.

Телескоп- рефрактор



- Обычно используется для измерения положений звезд с высокой точностью и для фотографирования участков звездного неба.
- Применяют в астрометрических и звездно-астрономических исследованиях.

Телескоп-рефлектор



- Используется в астрофизике.
- При фотографических, фотоэлектрических, спектральных наблюдениях окуляр не нужен, потому что соответствующие приемопередатчики устанавливаются непосредственно в фокальной плоскости.

Радиотелескоп

п -



астрономический инструмент для приёма собственного радиоизлучения небесных объектов.

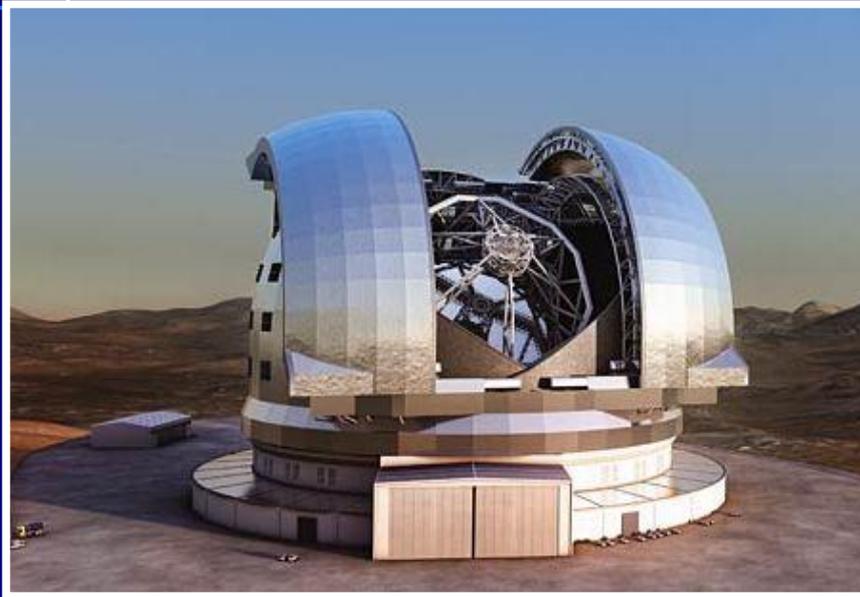
- Состоит из антенны и чувствительного радиоприемника с усилителем.

- **Антенны** - параболические отражатели, способные принимать волны в диапазоне от миллиметра до нескольких метров.
- В фокусе параболоида размещается устройство для сбора излучения - **облучатель**.
- **Радиоприемник** принимает и усиливает энергию, полученную от облучателя, выделяет заданную частоту сигнала и регистрирует результат.



ALMA - самая крупная в мире астрономическая обсерватория на высоте 3060 м на севере высокогорной пустыни Атакама (Чили).

Астрономическая обсерватория - специализированное научное учреждение, в котором проводятся астрономические наблюдения и научные исследования.



Крупнейший в мире наземный телескоп Европейской южной обсерватории (Атакама, Чили).

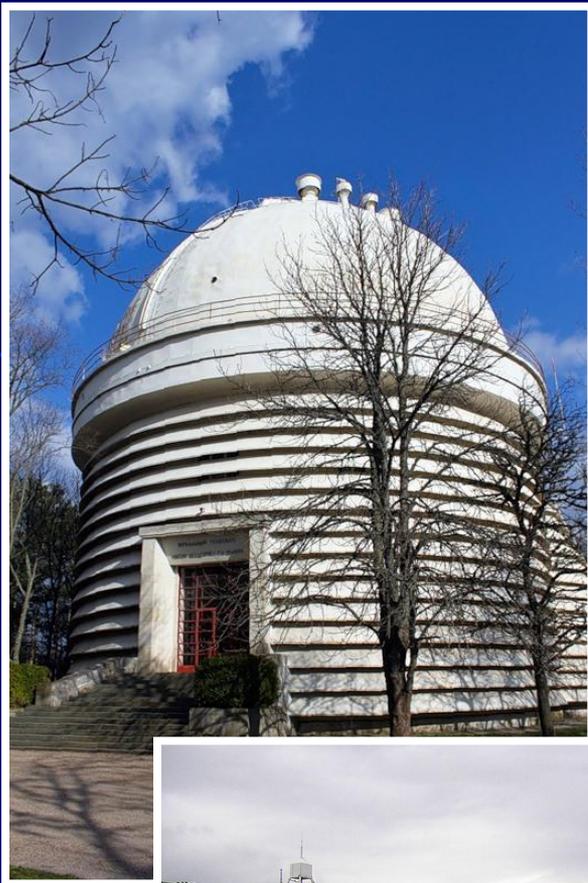
- **Для получения высококачественного изображения обсерватории располагаются в горных районах с чистым воздухом и слабой атмосферной турбулентностью.**

Крымская астрофизическая обсерватория



- Открыта в 1912 году вблизи Симеиза.
- С 1950-х годов расположена в п. Научный в 12 км от Бахчисарая, в горах на высоте 550 - 600 метров.
- Имеет более 20 телескопов.

**Башенный
Солнечный
Телескоп БСТ-1
(высота 25 м.)**



**Зеркальный телескоп
им. академика Г. А.
Шайна, диаметром
2,60 метра.**



**Радиотелескоп
в п. Кацивели.**

В состав обсерватории входят:

- Лаборатория физики звёзд;
- Лаборатория физики Солнца;
- Лаборатория внегалактических исследований и гамма-астрономии;
- Лаборатория экспериментальной астрофизики;
- Межведомственный центр коллективного пользования радиотелескопом РТ-22;
- Оптическая мастерская.

В обсерватории открыто

- более 1500 астероидов, множество переменных звезд и несколько комет;
- вулканические явления на Луне (А.Н. Козырев, 1958);
- пульсации Солнца как единого тела с периодом 2 ч 40 мин и амплитудой изменения радиуса 10 км (1974).

Внеземная астрономия



- Чтобы регистрировать излучение с длинами волн короче, чем у видимого света, специально сконструированы телескопы устанавливаются на искусственных спутниках Земли.
- Специалисты КрАО разработали и изготовили «Орбитальный Солнечный Телескоп» (ОСТ-1) для орбитальной станции «Салют-4», фотометр излучения неба для АМС «Луноход-2».

Космический телескоп «Хаббл» — автоматическая обсерватория на орбите Земли

2. Главные астрономические объекты – звезды.

2.1. Важнейшие характеристики звезд.

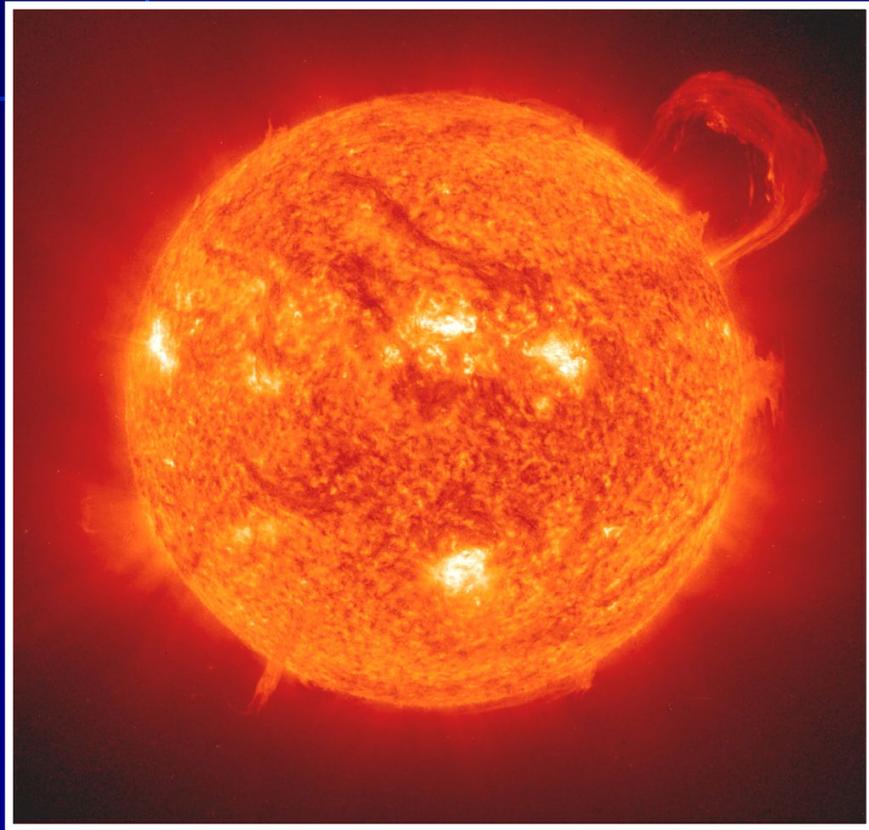


- Официально присвоенных имён у звёзд не существует.
- По традиции, около 300 ярких звёзд имеют собственные имена: Сириус, Антарес, Альдебаран, Алголь, Вега и др.
- Невооруженным глазом на небе видно около 6000 звёзд.
- Однако в действительности только в нашей Галактике их более 200 млрд.
- Из них занесено в каталоги приблизительно 0,01%.
- Обычно звезды «приписываются» к созвездиям и обозначаются греческими буквами в порядке убывания их блеска: α — ярчайшая звезда созвездия, β — вторая по блеску и т.д.
- Например, Сириус — самая яркая звезда в созвездии Большого Пса — обозначается α Большого Пса (Canis Majoris).

Межзвездные расстояния измеряются особыми единицами:

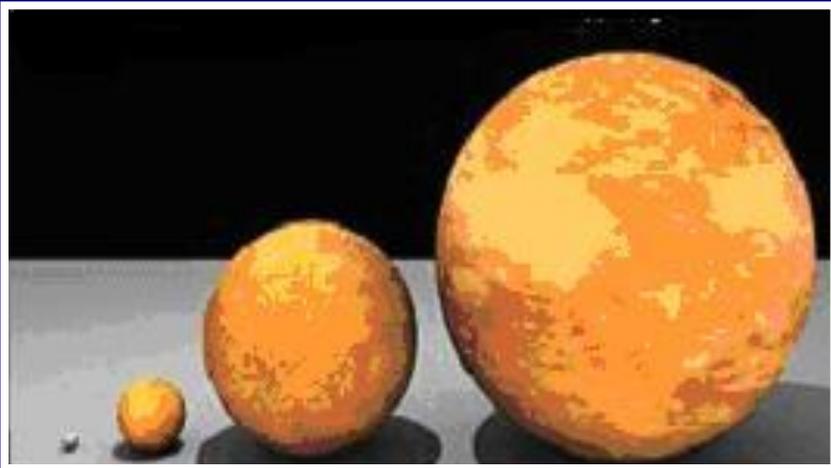
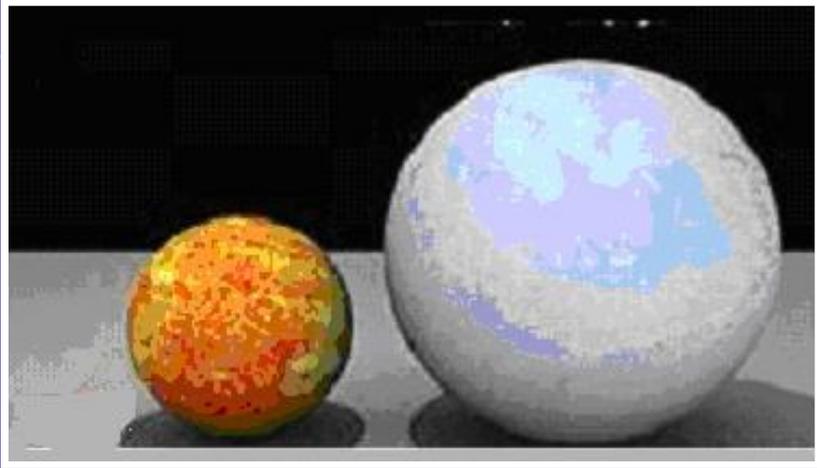
- **Световой год** – единица длины, равная расстоянию, которое проходит свет за один год. Световой год равен $9,46 \times 10^{12}$ км.
- **Парсек** – расстояние, с которого большая полуось земной орбиты, перпендикулярная к лучу зрения, видна под углом в $1''$.
- Парсек равен 3×10^{13} км или 3,26 светового года (световой год $\approx 0,3$ парсека).
- Например, расстояние (световых лет) от Солнца до:
 - Сириуса - 8,58 ;
 - Антареса (в Скорпиона) – 604

Звезда –



это гигантский шаровидный сгусток газовой плазмы, в недрах которого при температурах в несколько десятков миллионов градусов происходят реакции термоядерного

Размеры звёзд



1. Солнце < Сириус
2. Сириус < Поллукс < Арктур < Альдебаран

- Для сравнения: $R_{\odot} = 6.960 \times 10^5 \text{ км} \approx 4,5 \times 10^{-3} \text{ а.е.} = 0,0005 \text{ а.е.}$

- **Астрономическая единица (а.е.) – среднее расстояние между Землёй и Солнцем 150 млн км = $1,5 \times 10^8 \text{ км}$**

Важнейшие характеристики звёзд:

- масса, химический состав, светимость, поверхностная температура и связанный с ней спектр (цвет).
- Звезды в основном состоят из водорода и гелия.
- Так, в массе Солнца водород составляет 70%, гелий — 29%, и только 1% приходится на все остальные элементы (68).

- Чем массивнее звезда, тем температура в ее недрах выше и больше светимость звезды.
- Светимость звезды (сила света звезды) – величина излучаемого звездой светового потока.
- Она выражается обычно в единицах светимости Солнца.
- Ближайшая к Земле звезда – Солнце имеет M_{\odot}
 $= 1.9891 \times 10^{30}$ кг; светимость L_{\odot}
 $= 3.827 \times 10^{26}$ Вт.

Цвет звезд связан с их поверхностной температурой

Температура, К	Истинный цвет	Видимый цвет
30 000—60 000	голубой	голубой
10 000—30 000	бело-голубой	бело-голубой и белый
7500—10 000	белый	белый
6000—7500	жёлто-белый	белый
5000—6000	жёлтый	жёлтый
3500—5000	оранжевый	желтовато-оранжевый
2000—3500	красный	оранжево-красный

2.2. Строение звезд

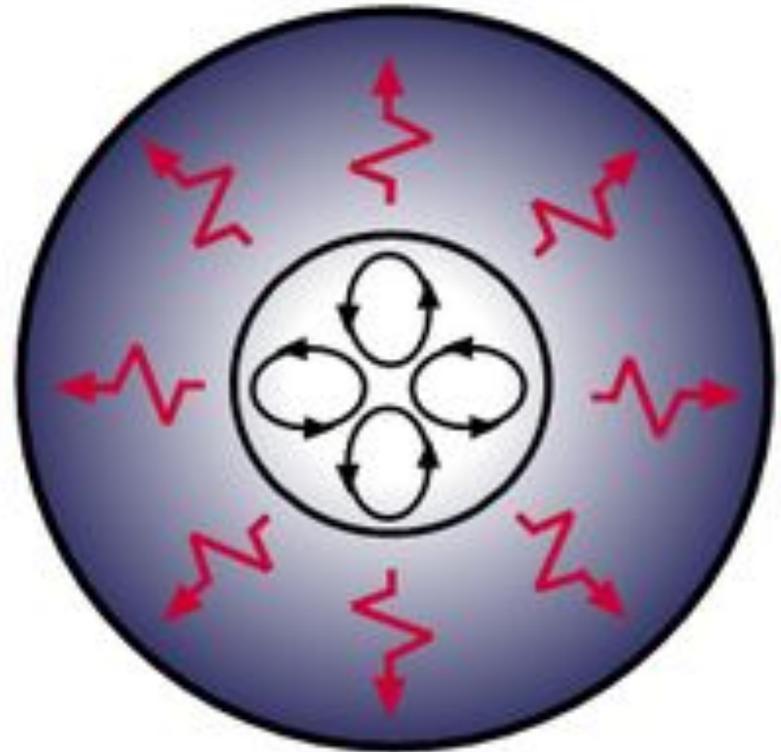
**У звезды три внутренние
зоны:
ядро, конвективная зона и
зона лучистого переноса.**



$M < 0,5$



$0,5 - 1,5$



$M > 1,5$

Ядро —

- центральная область звезды, в которой идут ядерные реакции и достигаются колоссальные температуры.
- Так, например, в недрах Солнца температура согласно расчетам около 15млн градусов.
- Для звезд с массой около Солнечной реализуется «протон-протонный цикл»:
$$4p \rightarrow {}^4\text{He} + 2e^+ + \nu + 17,4 \text{ МэВ.}$$
- В массивных звездах и на более поздних стадиях жизни звезды могут идти ядерные реакции с более тяжёлыми элементами вплоть до железа.

Конвективная зона –

- зона, в которой перенос энергии происходит за счёт конвекции.
- Для звёзд с массой $<0.5 M_{\odot}$ занимает все пространство от поверхности ядра, до поверхности фотосферы.
- Для звёзд с массой сравнимой с солнечной конвективная часть находится на самом верху, над лучистой зоной.
- Для массивных звезд находится внутри, под лучистой зоной.
- У Солнца толщина слоя конвекции – 12% от радиуса Солнца. На глубине 10^5 км температура уже около $100\,000^{\circ}$.

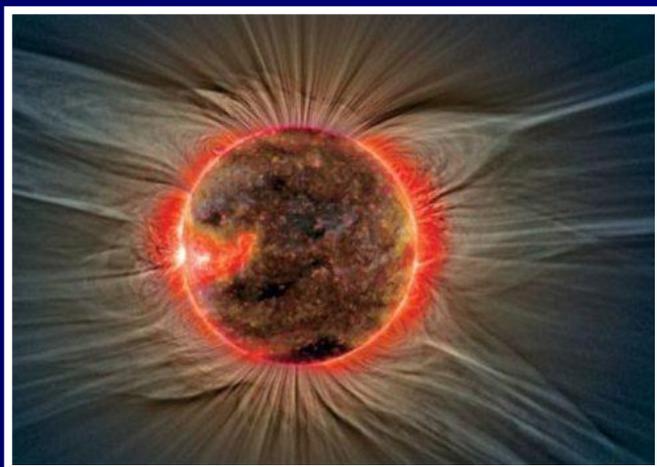
Лучистая зона –

- зона, в которой перенос энергии происходит за счёт излучения фотонов.
- Для массивных звёзд расположена между ядром и конвективной зоной.
- У маломассивных звёзд отсутствует.
- У звёзд больше массы Солнца находится у поверхности.
- На более поздних стадиях добавляются дополнительные слои, в которых идут ядерные реакции с элементами, отличными от водорода. Чем больше масса звезды, тем больше таких слоев.

Атмосфера звезды

- находится над поверхностью и состоит из трех частей: фотосферы, хромосферы и короны.
- Фотосфера – самая глубокая часть атмосферы и одновременно (для Солнца) верхняя часть конвективной зоны.
- У Солнца толщина фотосферы составляет около 300 км. Плотность вещества в ней $(0,01 - 0,05)10^{-6}$ г/см³, а давление - около 0,1 земной атмосферы.
- Солнечные пятна (участки с пониженной температурой) появляются обычно группами, которые сначала разрастаются, а потом дробятся на все более мелкие части и постепенно исчезают.
- Температура пятен составляет около 3700°С. В области пятна напряженность магнитного поля усиливается в тысячи раз.

Хромосфера гораздо разреженнее, чем фотосфера. Её можно видеть только в течение немногих секунд во время полного солнечного затмения



**Солнечное
затмение
1 августа 2008
года**

- Периодически из хромосферы вздымаются струи, облака и арки раскаленного газа, называемые протуберанцами.
- Выше хромосферы над Солнцем простирается солнечная корона.
- Она гораздо более разрежена и является основным источником радиоизлучения Солнца.

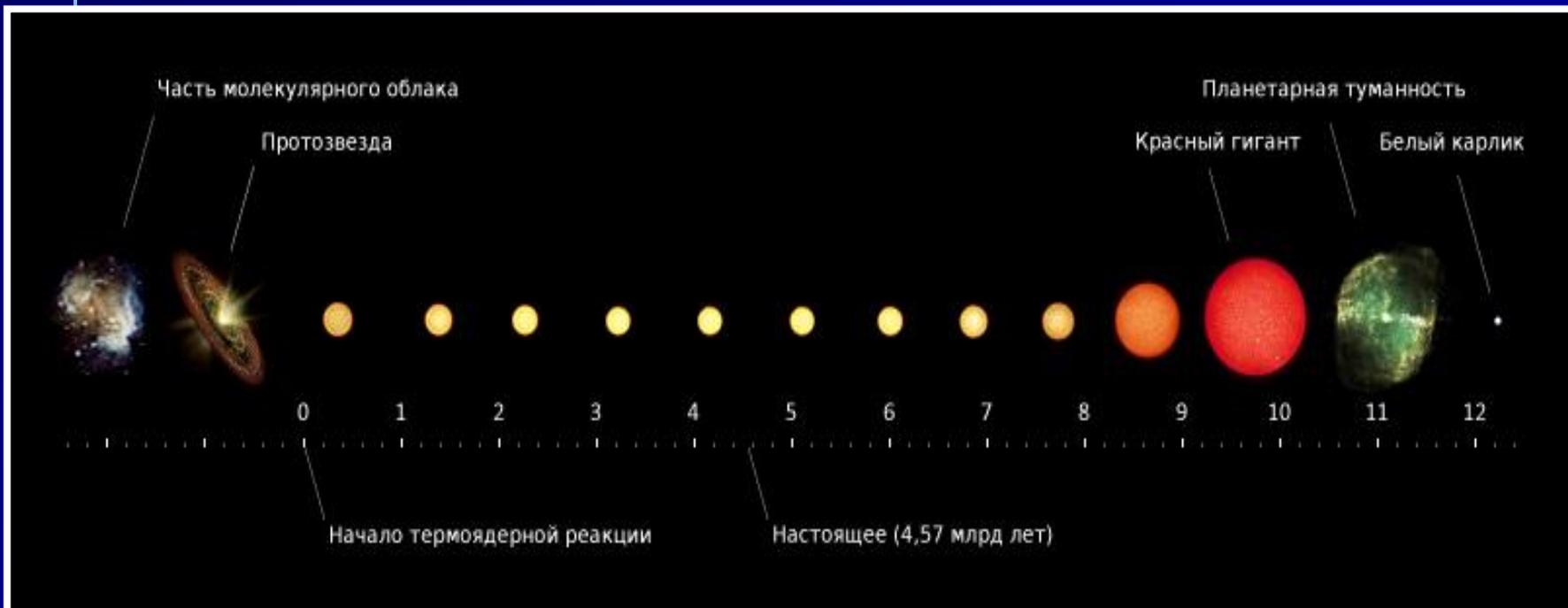
А.Л. Чижевский (1897 – 1964)



- советский биофизик, основоположник гелиобиологии, чрезвычайно разносторонний исследователь.
- В диссертации «О периодичности всемирно-исторического процесса» (1918) доказал, что циклы солнечной активности проявляют себя в биосфере и в динамике исторических событий - войн, восстаний, революций, политико-экономических кризисов.

2.3. Эволюция звезд

Жизненный цикл звезды (Солнца)



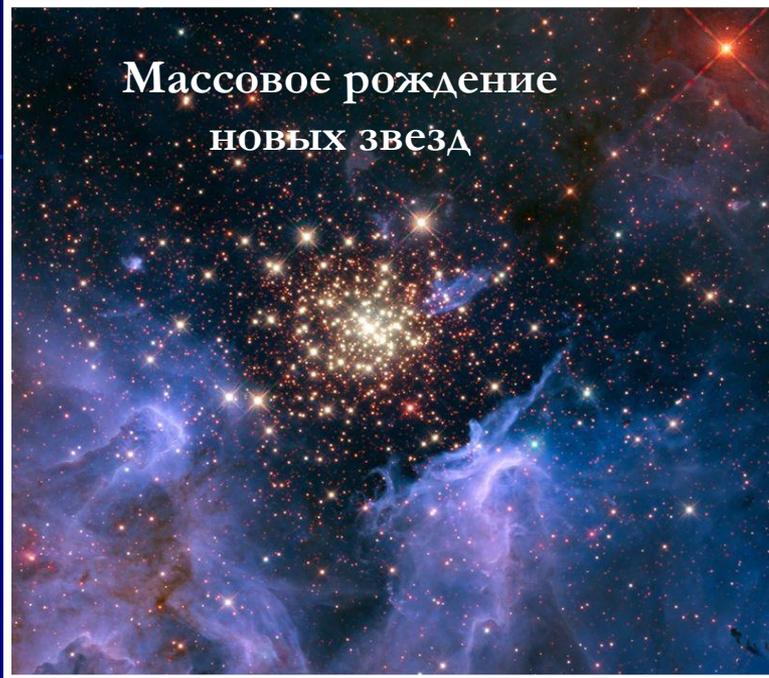
Газопылевые туманности



**Туманность Конская
Голова,
в созвездии Ориона
в 1500 световых годах
от Земли**

- Плотность газовых туманностей около 10^{-21} — 10^{-23} г/см³.
- Если поблизости есть очень горячая голубая звезда с температурой не ниже 25000° , излучение звезды ионизирует водород и другие газы туманностей и приводит их в свечение: газ поглощает ультрафиолетовые лучи, а излучает в красных, зеленых и фиолетовых областях спектра.

Эволюция звёзд



- Звезды образуются из газовой-пылевой среды (главным образом из водорода и гелия) в результате гравитационного сжатия.
 - При сжатии энергия гравитации переходит в тепло, и температура газовой глобулы возрастает.
 - Когда температура в ядре достигает нескольких миллионов градусов, начинаются ядерные реакции
- Чем массивнее звезда, тем быстрее она превращает большую часть своего вещества в пространстве, обогащая его разнообразными химическими элементами. *Голубые звезды «сжигают» водород за 10^6 — 10^7 лет, а Солнце лишь за 10^{10} лет. Внутренней энергии Солнца хватит еще на десятки миллиардов лет.*



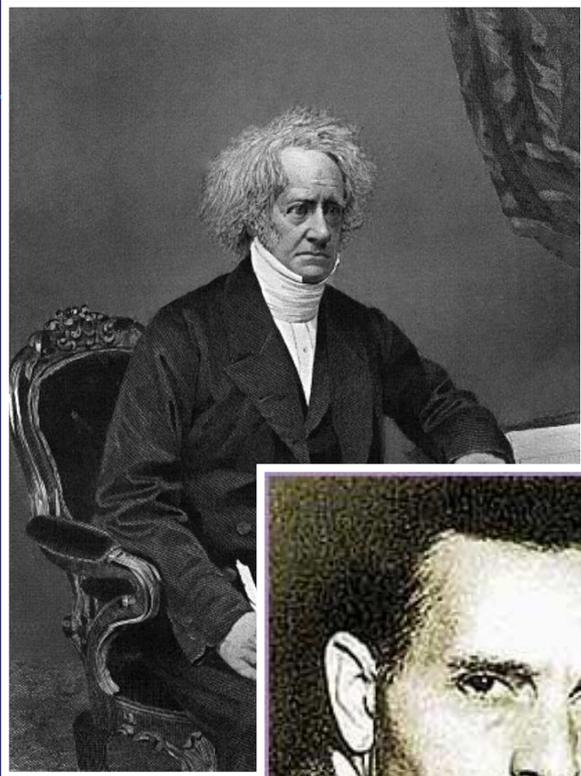
Красный гигант V838

- Когда в центре звезды весь водород превратится в гелий, термоядерное горение водорода продолжается на периферии гелиевого ядра. В этот период структура звезды начинает заметно меняться. Её светимость растёт, внешние слои расширяются, а внутренние, наоборот, сжимаются. Температура поверхности и яркость звезды снижается — звезда становится **красным гигантом**.

- Когда масса её гелиевого ядра становится значительной, оно не выдерживает собственного веса и начинает сжиматься; возрастающая при этом температура стимулирует термоядерное превращение гелия в более тяжёлые элементы. Звезда, уплотнившись, приходит в состояние крайне плотного белого карлика.

3. Галактики – звёздные скопления.

Открытие звездных скоплений – галактик



- **Джон Фредерик Уильям Гершель (1792 – 1871), английский астроном и физик; опубликовал «Общий каталог туманностей» (1864), в котором описал 2307 объектов.**



- **Эдвин Пауэлл Хаббл (1889 - 1953), один из наиболее влиятельных астрономов и космологов XX века. Его основные труды посвящены изучению галактик.**

Галактика –

- крупное скопление звёзд (чаще всего 10 – 50 Кпс в диаметре), межзвездного газа и пыли, темной материи, которая проявляется через гравитационное воздействие. Природа тёмной материи пока неизвестна.
- Мир галактик так же разнообразен, как и мир звезд.

Классификация галактик (по Хабблу)

- эллиптические (E);
- линзообразные (SO);
- обычные спиральные (S);
- пересеченные спиральные (SB);
- неправильные (I)



Галактика M81 из созвездия Большой Медведицы.
Хорошо видна даже в телескопы астрономов-любителей.

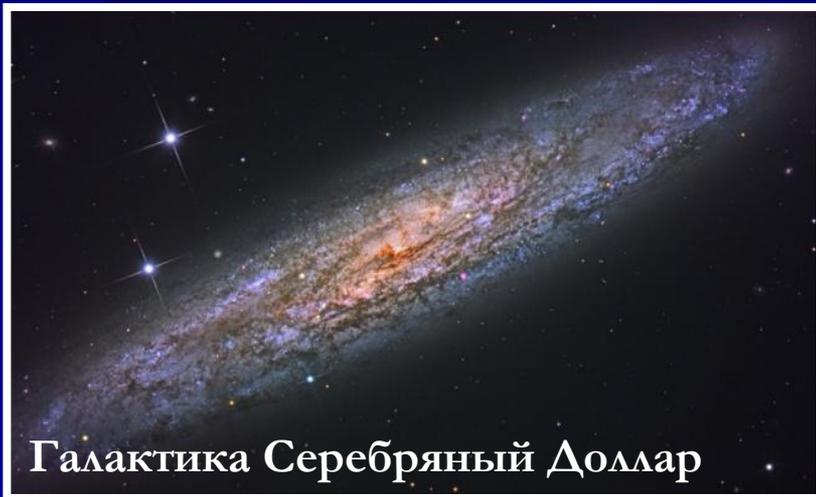
Спиральные галактики



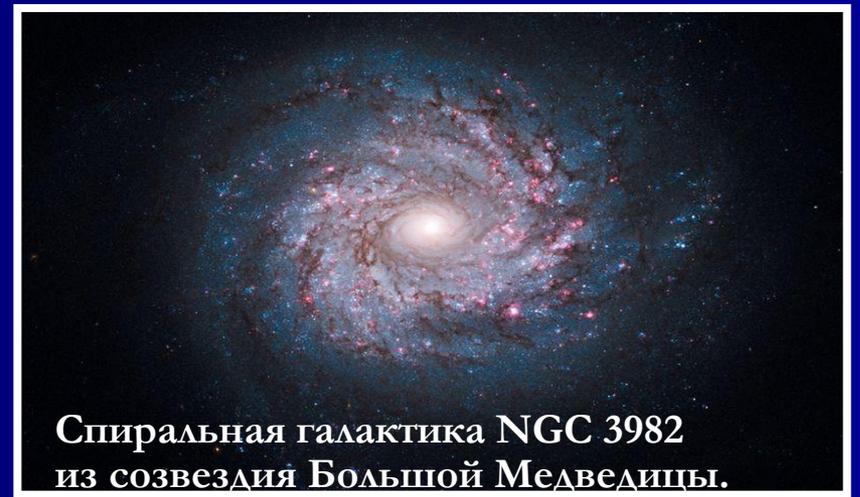
Галактика Андромеды



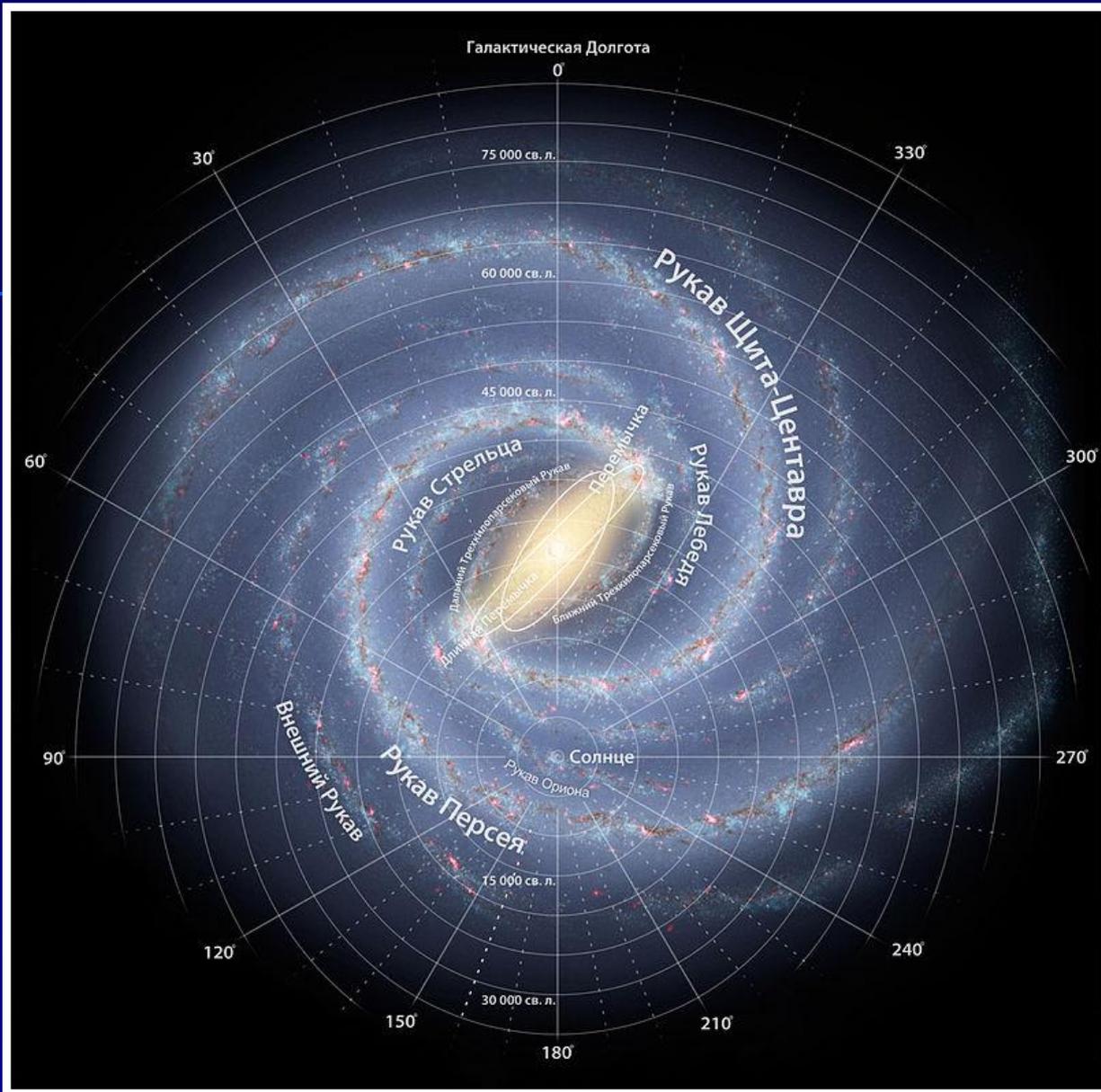
Галактика Сомбреро M104



Галактика Серебряный Доллар



Спиральная галактика NGC 3982
из созвездия Большой Медведицы.



**Диаметр
Галактики –
100000 св.л.**

**От Солнца
до центра
Галактики –
26000 св. лет**

**Солнечная
система
совершает
полный
оборот вокруг
центра
Галактики за
200 млн. лет
со скоростью
около 250
км/сек**

Метагалактика

—

- **гигантская система, включающая совокупность всех известных скоплений галактик.**
- **Галактики образуют группы, которые, в свою очередь, входят в сверхскопления галактик.**
- **Сверхскопления сосредоточены в основном внутри плоских слоёв, между которыми находится пространство, практически свободное от галактик.**
- **Скопления галактик, как и скопления звезд, бывают рассеянными и шарообразными и содержат десятки, иногда тысячи членов.**
- **Ближайшее к нам скопление галактик находится в созвездии Девы на расстоянии около 10 млн. парсеков.**

ЛЕКЦИЯ ОКОНЧЕНА

**БЛАГОДАРЮ ЗА
ВНИМАНИЕ**