



Звезды

Физические характеристики звезд и их основные закономерности

Звезды – гигантские газовые (плазменные) шары, в которых равновесие поддерживается за счет баланса сил гравитационного сжатия и внутреннего давления вещества и излучения.

Звезды - тип космических тел, энергетика которых основана на термоядерных реакциях; пространственно-обособленные, гравитационно-связанные, непрозрачные для излучения массы вещества в недрах которых происходят термоядерные реакции.

Определения космических расстояний основано на явлении параллактического смещения – геометрический метод.

Температура звезд определяется по их излучению, которое сходно с излучением абсолютно черного тела (АЧТ):

Метод	Название температуры	Границы применения
По общему потоку излучения (закон Стефана-Больцмана: $E_{\odot} = \sigma T^4$	Эффективная	Температура определена примерно у 50 наиболее ярких звезд
По максимуму излучения (закон Вина): $\nu_{\max} = \beta T$	Цветовая	
По интенсивности монохроматического излучения (формула Планка: $E_{\nu T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$	Яркостная	Температура определена у звезд не слабее 8, 9 звездной величины

Классификация звезд

Нормальные звезды — звезды, которым не присущи такие свойства, как нестационарность, пульсация. Стабильное состояние звезды обуславливается равенством силы тяготения и сил давления и излучения, направленных от центра звезды.

Вырожденные звезды — звезды, состоящие из частиц с полуцелым спином — электронов, протонов, нейтронов, поведение которых подчиняется квантовым законам.



Классификация звезд

O—B—A—F—G—K—M.
 / \
 C S

Спектральные классы звезд обозначаются, согласно гарвардской классификации, латинскими буквами и располагаются по мере уменьшения эффективной температуры.

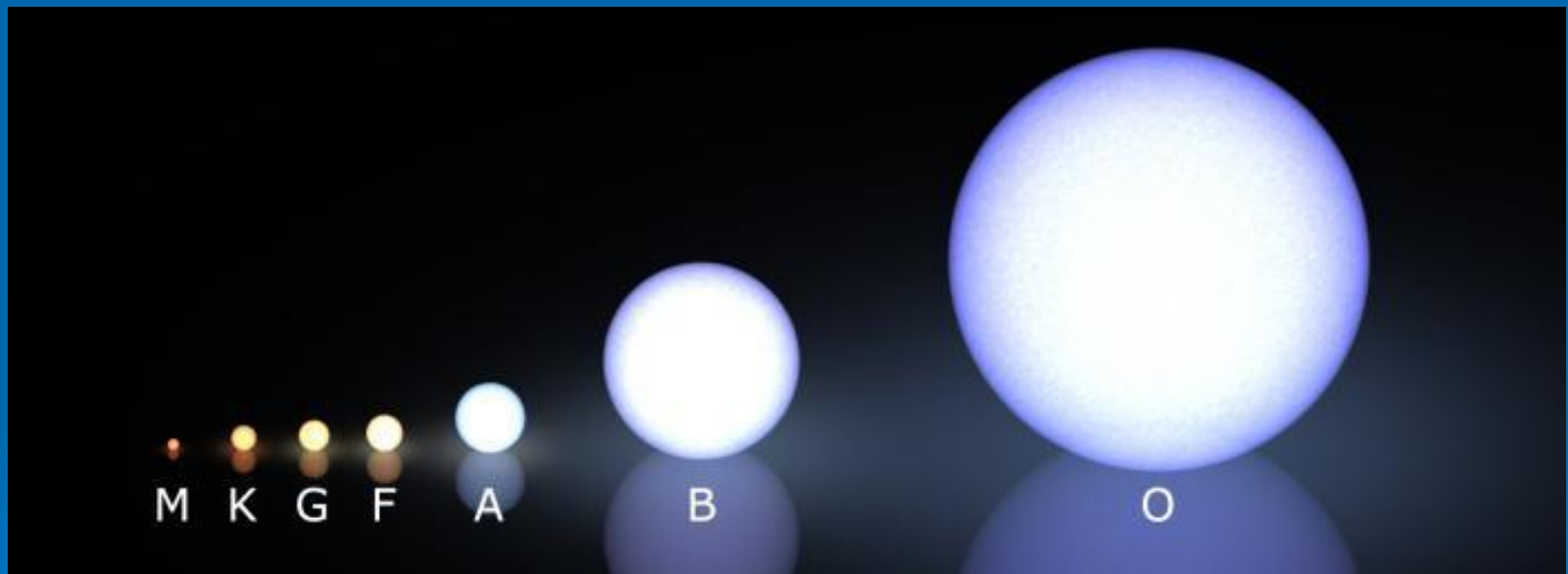
- **Класс О.** Голубые звезды. Наиболее интенсивны спектральные линии ионизированного гелия и некоторых многократно ионизированных элементов (углерода, кремния, азота, кислорода); наблюдаются слабые линии нейтрального гелия и водорода. Типичная звезда - λ Ориона, ξ Персея. Температура равна 30000-60000 К.
- **Класс В.** Цвет голубовато-белый. Линии нейтрального гелия достигают наибольшей интенсивности. Хорошо видны линии водорода и некоторых ионизованных элементов. Типичная звезда - α Девы (Спика). Температура равна 10000-30000 К.
- **Класс А.** Цвет звезд белый. Линии водорода достигают наибольшей интенсивности. Хорошо видны линии ионизованного кальция, наблюдаются слабые линии других металлов. Типичные звезды: α Лиры (Вега) и α Большого Пса (Сириус). Температура равна 7500-10000 К.
- **Класс F.** Линии водорода становятся слабее. Усиливаются линии ионизованных металлов (особенно кальция, железа, титана). Цвет слегка желтоватый. Типичная звезда - α Малого Пса (Процион). Температура равна 7500 К.

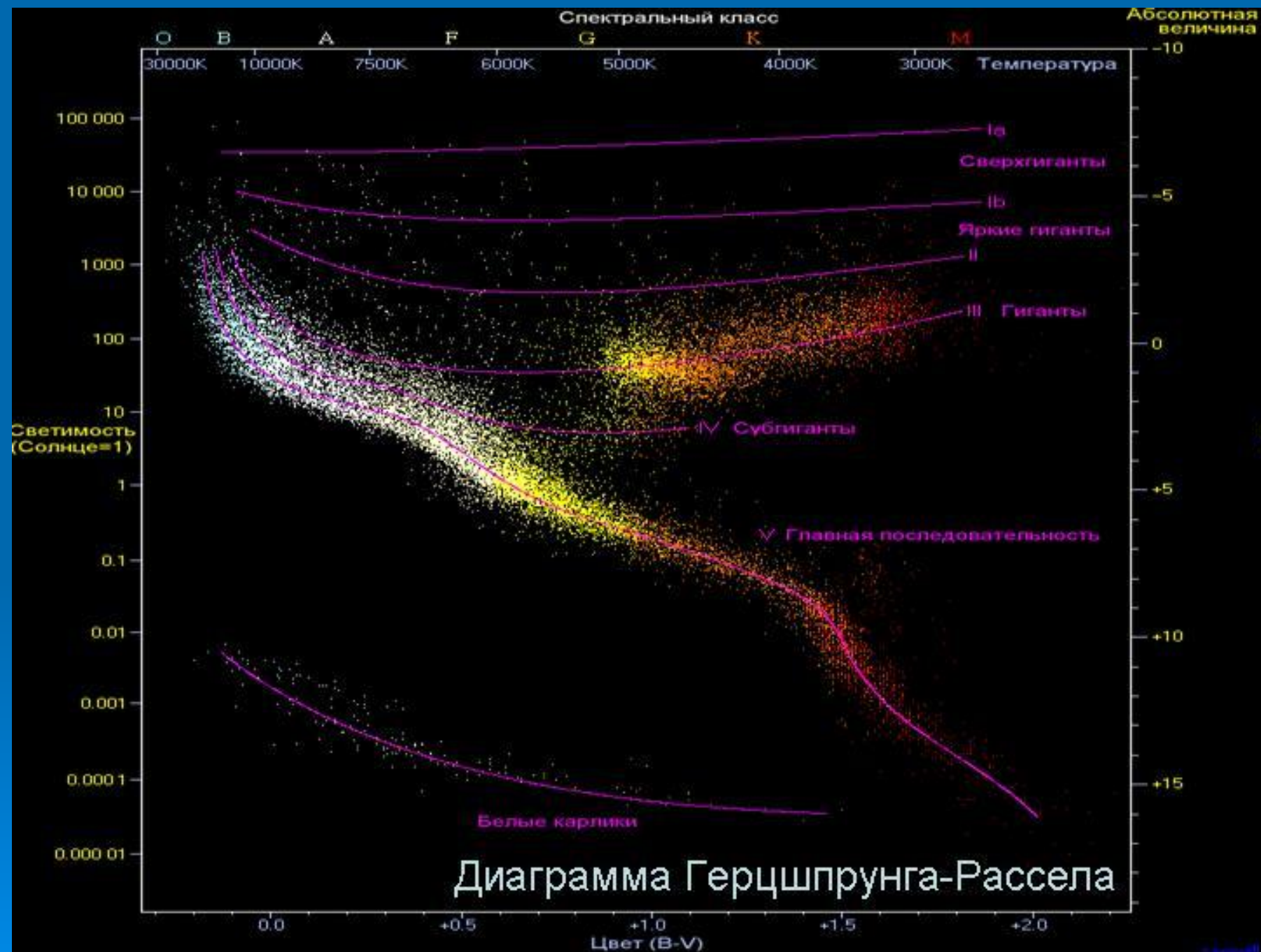
- **Класс G.** Цвет звезды желтый. Водородные линии не выделяются среди многочисленных линий металлов. Очень интенсивны линии ионизованного кальция. Типичный пример - Солнце. Температура равна 5000-6000 К.
- **Класс K.** Цвет звезды красновато-оранжевый. Линии водорода не заметны среди очень интенсивных линий металлов. Фиолетовый конец непрерывного спектра заметно ослаблен, что свидетельствует о сильном уменьшении температуры по сравнению с ранними классами (O, B, A). Типичные звезды - α Волопаса (Арктур) и α Тельца (Альдебаран). Температура равна 3500-5000 К.
- **Класс M.** Красные звезды. Линии металлов ослабевают. Спектр пересечен полосами поглощения молекул окиси титана и других молекулярных соединений. Типичная звезда - α Ориона (Бетельгейзе). Температура равна 2000-3500 К.
- **Класс C** отличающийся от классов K и M наличием линий поглощения атомов и полос поглощения молекул углерода. Температура равна 2000-3500 К.
- **Класс S.** Звезды этого класса отличаются от звезд класса M тем, что вместо полос окиси титана (TiO) присутствуют полосы окиси циркония (ZrO). Температура равна 2000-3500 К.

Спектральные классы звезд

Класс	O	B	A	F	G	K	M
Температура (Кельвин)	60 000 — 30 000	30 000— 10 000	10 000— 7 500	7 500— 6 500	6000— 5000	5 000— 3 500	3 500— 2 000
Цвет	Голубой	Белый, голубой	Белый	Белый, желтый	Желтый	Желтый, оранжевый	Оранжевый, красный
Солнечных масс	60	18	3,1	1,7	1,1	0,8	0,3
Солнечных радиусов	15	7	2,1	1,3	1,1	0,9	0,4
Солнечных светимостей	1 400 000	20 000	80	6	1,2	0,4	0,04
Линии водорода	Слабые	Средние	Сильные	Средние	Слабые	Очень слабые	Очень слабые

Спектральные классы звезд





Нормальные звезды

- Звезды главной последовательности
- Гиганты
- Сверхгиганты
- Субгиганты

Составляют до 90% звезд нашей галактики

Главная последовательность

- — область на диаграмме Герцшпрунга — Рессела, содержащая звёзды, источником энергии которых является термоядерная реакция синтеза гелия из водорода. Плотности звезд главной последовательности сравнимы с солнечной плотностью.

Красные гиганты

- К этой группе в основном относятся звезды с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный радиус.



- Отличительной особенностью этих звезд является отсутствие ядерных реакций в самом центре, несмотря на высокие температуры.
- Ядерные реакции протекают в тонких слоях вокруг плотного центрального ядра.
- Так как температура звезды уменьшается к поверхности, то в каждом слое идет определенный тип термоядерных реакций. В самых внешних слоях ядра из водорода образуется гелий; глубже, где температура выше, из гелия образуется углерод; далее из углерода — кислород, и в самых глубоких слоях у очень массивных звезд при термоядерных реакциях образуется железо.

Сверхгиганты

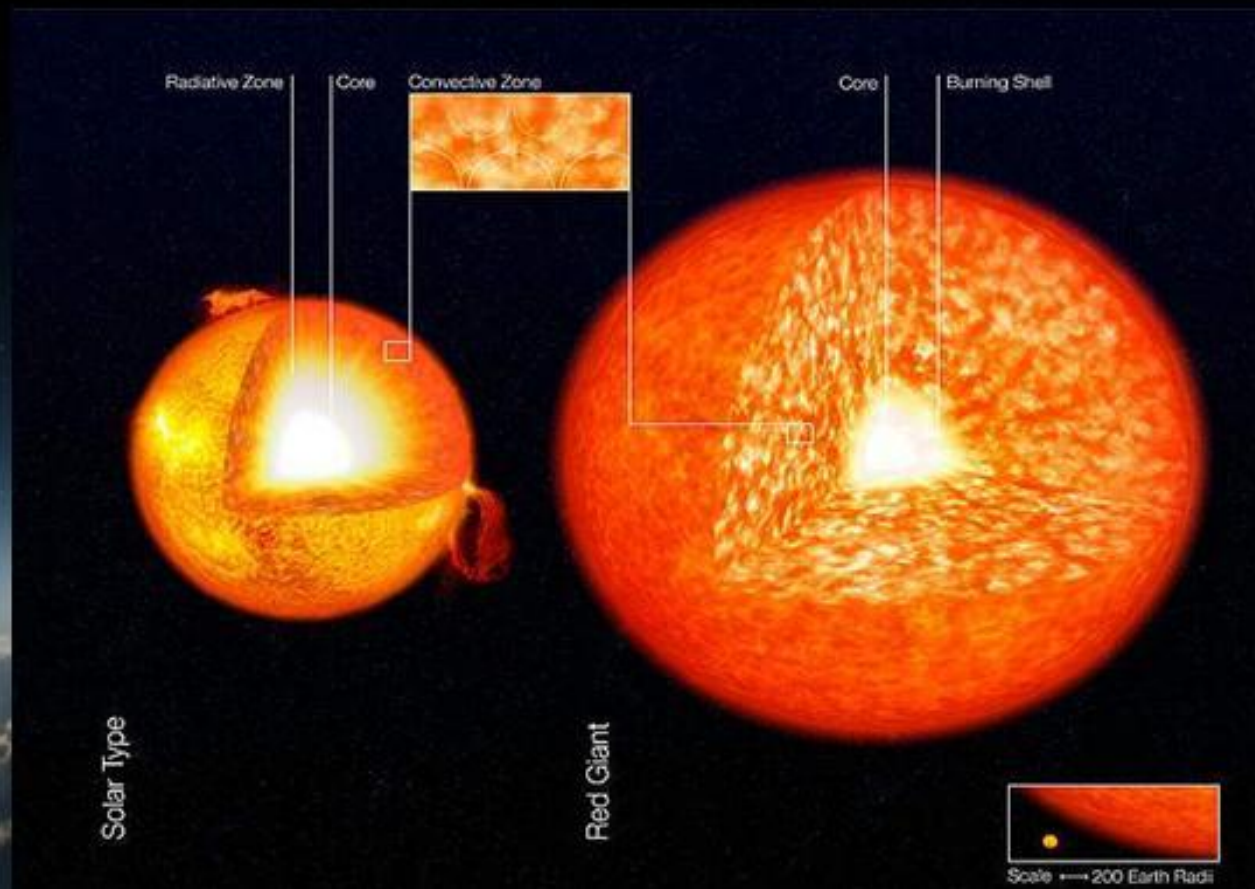


Сверхгиганты — одни из самых массивных звёзд. Массы сверхгигантов варьируются от 10 до 70 масс Солнца, светимости — от 30 000 до сотен тысяч солнечных. Радиусы могут сильно отличаться — от 30 до 500, а иногда и превышают 1000 солнечных.



Гиганты и сверхгиганты

- когда водород полностью выгорает, звезда уходит с главной последовательности в область **ГИГАНТОВ** или при больших массах - **сверхгигантов**



Вырожденные звезды

- Белые карлики (до 10% всех звезд)
- Нейтронные звезды



Белые карлики

- *Белые карлики* - сверхплотные вырожденные звезды, исчерпавшие водородные источники термоядерной энергии.
- В центре белых карликов плотность достигает сотен тонн в кубическом сантиметре; температура имеет практически одно и тоже значение — около 10 К (поверхность звезды характеризуется средней температурой 20 000 - 30 000 К); масса белых карликов соизмерима с массой Солнца, радиус — с радиусом Земли.



Нейтронные звезды

- космическое тело, являющееся одним из возможных результатов эволюции звёзд, состоящее, в основном, из нейтронной сердцевины, покрытой сравнительно тонкой (~ 1 км) корой вещества в виде тяжёлых атомных ядер и электронов.
- Массы нейтронных звёзд сравнимы с массой Солнца, но типичный радиус нейтронной звезды составляет лишь 10—20 километров.
- Средняя плотность вещества в несколько раз превышает плотность атомного ядра
- Дальнейшему гравитационному сжатию нейтронной звезды препятствует давление ядерной материи, возникающее за счёт взаимодействия нейтронов.
- Многие нейтронные звёзды обладают чрезвычайно высокой скоростью вращения, — до нескольких сотен оборотов в секунду.
- Нейтронные звёзды возникают в результате вспышек сверхновых звёзд.

Типы звезд

Нейтронные звёзды



