



# Солнце и звёзды

Даниил Дрозд, Наталья Иванова 11 «А»



*Заголовок*

---

# Понятие звезды

---

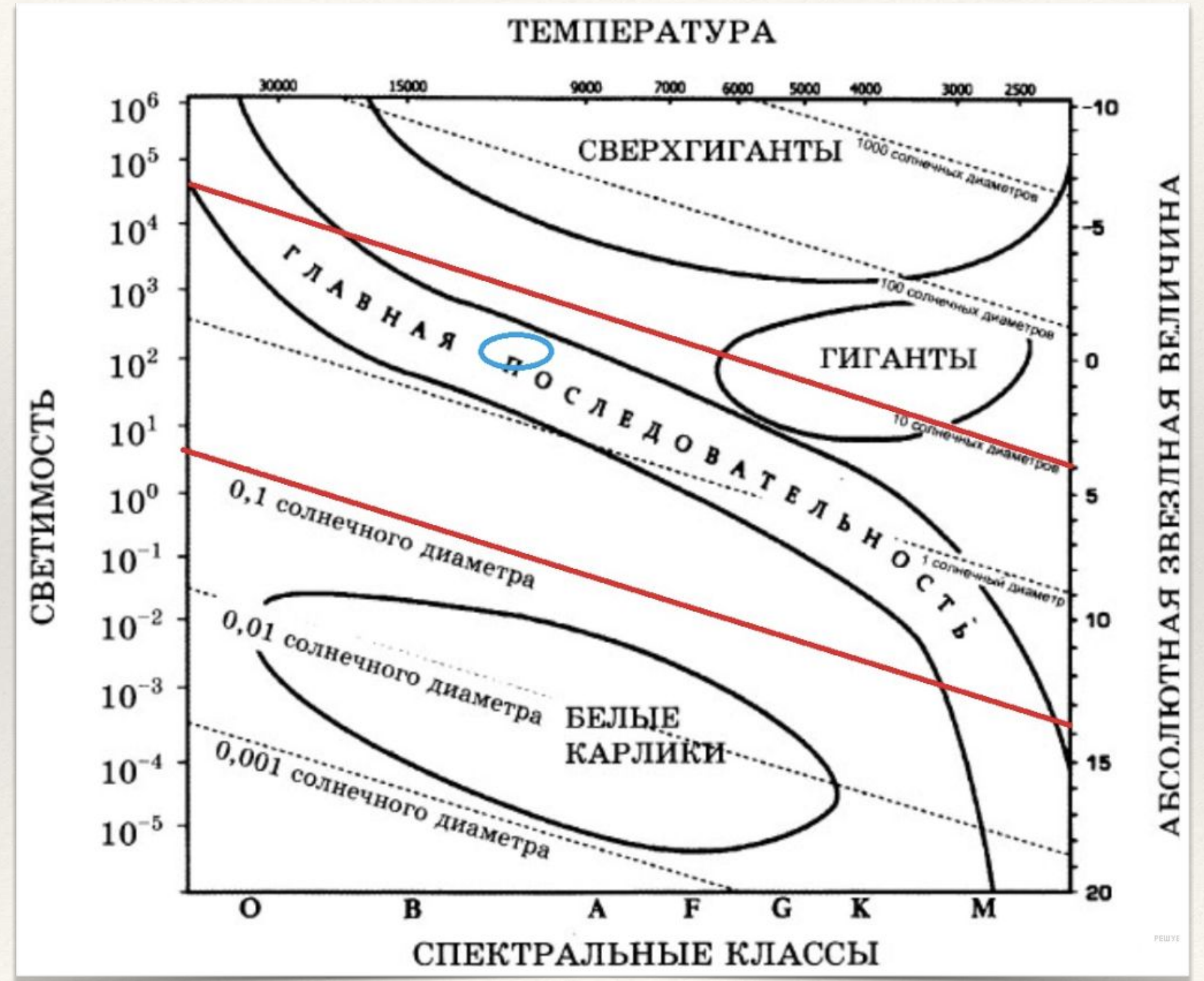
**Звезда́** — массивное самосветящееся небесное тело, состоящее из газа или плазмы, в котором происходят, происходили или будут происходить термоядерные реакции. Ближайшей к Земле звездой является Солнце, другие звёзды на ночном небе выглядят как точки различной яркости, сохраняющие своё взаимное расположение[⇨]. Звёзды различаются структурой и химическим составом, а такие параметры, как радиус, масса и светимость, у разных звёзд могут отличаться на порядки





# Классификация звезд

Самая распространённая схема классификации звёзд — по спектральным классам — основывается на их температуре и светимости[⇒]. Кроме того, среди звёзд выделяют переменные звёзды, которые меняют свой видимый блеск по различным причинам, с собственной системой классификации[⇒]. Звёзды часто образуют гравитационно-связанные системы: двойные или кратные системы, звёздные скопления и галактики[⇒]. Со временем звёзды меняют свои характеристики, так как в их недрах проходит термоядерный синтез, в результате которого меняется химический состав и масса — это явление называется эволюцией звёзд, и в зависимости от начальной массы звезды она может проходить совершенно по-разному[⇒].





---

---

Общепринятого определения звезды не существует. В большинстве определений звёздами считаются массивные самосветящиеся объекты, состоящие из газа или плазмы, в которых хотя бы на какой-то стадии эволюции (см. ниже[⇒]) в их ядрах идёт термоядерный синтез, мощность которого сопоставима с их собственной светимостью.





# Наблюдательные характеристики

Практически все звёзды наблюдаются с Земли как точечные объекты даже при использовании телескопов с большим увеличением — исключение составляет лишь малая часть звёзд, угловые размеры которых превышают разрешающую способность самых крупных инструментов, а также Солнце[4]. Всего на небе около 6000 звёзд, которые можно видеть невооружённым глазом в хороших условиях, а одновременно наблюдать можно до 3000 звёзд, расположенных над горизонтом. Взаимное положение звёзд (кроме Солнца), в отличие от Луны и других объектов Солнечной системы, меняется очень медленно: самое большое собственное движение звезды, которое зафиксировано у звезды Барнарда, составляет около  $10''$  в год, а для большинства звёзд не превышает  $0,05''$  в год[5]. Чтобы перемещение звёзд можно было заметить без точных измерений, нужно сравнивать вид звёздного неба с интервалом в тысячи лет. В связи с этим звёзды с древности объединяли в созвездия, а в начале XX века Международный астрономический союз утвердил деление неба на 88 созвездий и границы каждого из них[6][7][8].





---

# Расстояние

---

Расстояния до звёзд измеряются различными методами. Расстояния до самых близких звёзд измеряют методом годовых параллаксов. Например, ближайшая к Земле звезда после Солнца — Проксима Центавра, её параллакс составляет примерно  $0,76''$ , следовательно она удалена на расстояние 4,2 светового года. Однако её звёздная величина составляет +11,09m, и она не видна невооружённым глазом[11]. Для измерения расстояния до более далёких звёзд используются другие методы, например, фотометрический метод: если известно, какая у звезды абсолютная светимость, то, сравнивая её с освещённостью, можно определить расстояние до звезды. Совокупность методов определения расстояний, в том числе до звёзд, образует шкалу расстояний в астрономии[12].



# Физические характеристики

Параметры звёзд варьируются в очень широком диапазоне. Часто их характеристики выражаются в солнечных величинах: например, масса Солнца ( $M_{\odot}$ ) —  $1,99 \cdot 10^{30}$  кг, радиус Солнца ( $R_{\odot}$ ) —  $6,96 \cdot 10^8$  м, а солнечная светимость ( $L_{\odot}$ ) —  $3,85 \cdot 10^{26}$  Вт[6]. Иногда в качестве меры светимости используют абсолютную звёздную величину: она равна видимой звёздной величине звезды, которую бы та имела, находясь на расстоянии 10 парсек от наблюдателя[16].

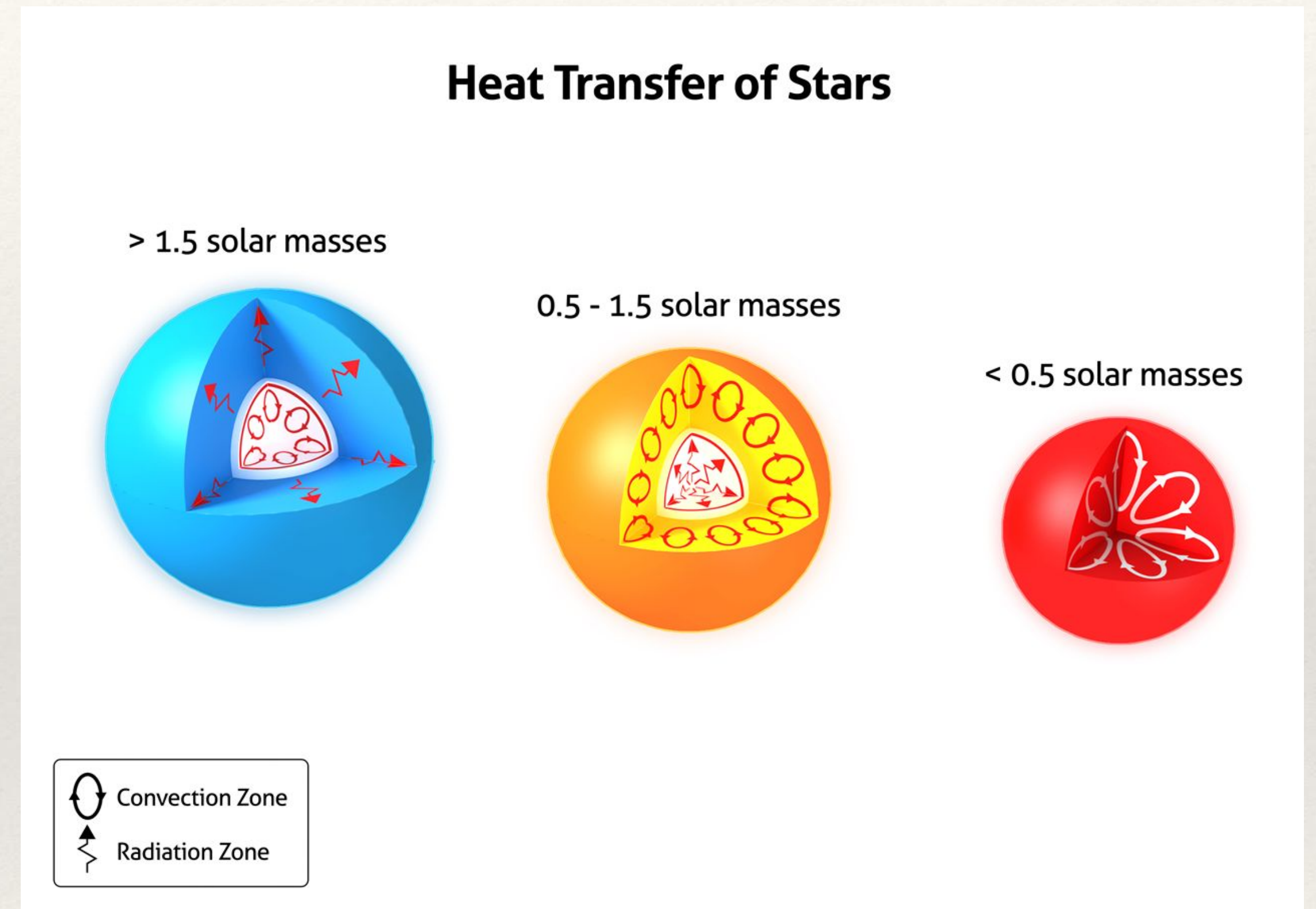
Обычно массы звёзд варьируются от 0,075 до  $120 M_{\odot}$ , хотя иногда встречаются светила и большей массы — звезда с максимальной известной массой, R136a1, в 265 раз массивнее Солнца, а при формировании её масса составляла  $320 M_{\odot}$ [1]. С высокой точностью измерить массу звезды можно только в том случае, если она принадлежит визуально-двойной системе (см. ниже[⇒]), расстояние до которой известно, — тогда масса определяется на основании закона всемирного тяготения[17]. Радиусы звёзд обычно располагаются в диапазоне от  $10^{-2}$  до  $10^3 R_{\odot}$ , но из-за того, что они находятся слишком далеко от Земли, их угловые размеры определить непросто: для этого может использоваться, например, интерферометрия[4]. Наконец, абсолютные светимости звёзд могут составлять от  $10^{-4}$  до  $10^6 L_{\odot}$ [1][6][18]. Наибольшие светимости и радиусы имеют сверхгиганты[19]: например, звёзды UY Щита и Stephenson 2-18 имеют одни из самых больших известных радиусов, которые составляют около  $2 \cdot 10^3 R_{\odot}$ [20][21][22], а наибольшую светимость имеет R136a1, также самая массивная из известных звёзд



# Строение

Во внутренних областях звезды происходят выделение энергии и перенос её к поверхности. Энергия в звёздах, за исключением протозвёзд и коричневых карликов, вырабатывается при термоядерном синтезе (см. ниже[⇒]), который происходит либо в ядре звезды, где температура и давление максимальны, либо в слоевом источнике вокруг инертного ядра. Такая ситуация встречается, например, в субгигантах, ядра которых состоят из гелия, а условия для его горения пока что не достигнуты. У Солнца граница ядра располагается на расстоянии  $0,3 R_{\odot}$  от его центра[27].

В звёздах имеются два основных механизма переноса энергии: лучистый перенос, который происходит, когда вещество достаточно прозрачно для быстрого переноса энергии фотонами, и конвекция, происходящая тогда, когда вещество оказывается слишком непрозрачным для лучистого переноса, из-за чего возникает достаточно большой температурный градиент, и вещество начинает перемешиваться. Области звезды, в которых энергия переносится тем или иным образом, называются, соответственно, зоной лучистого переноса и конвективной зоной.







## Жизненный цикл Солнца

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

# Эволюция

Физические и наблюдаемые параметры звёзд непостоянны, так как из-за идущих в них термоядерных реакций меняется состав звезды, уменьшается масса и излучается энергия. Изменение характеристик звезды со временем называется эволюцией звезды, этот процесс проходит по-разному у звёзд различных начальных масс. Часто в таких случаях говорят о «жизни звезды», которая начинается, когда единственным источником энергии звезды становятся ядерные реакции, и заканчивается, когда реакции прекращаются. Срок жизни звезды, в зависимости от начальной массы, составляет от нескольких миллионов до десятков триллионов лет. В течение жизни у звёзд может возникать и исчезать переменность, а на ход эволюции звезды может влиять её принадлежность к тесной двойной системе.



---

# Номенклатура

---

В древности звёзды получали собственные названия (см. ниже[⇨]), но с развитием астрономии появилась потребность в строгой номенклатуре. До 2016 года официальных собственных названий звёзд не было, но на 2020 год Международным астрономическим союзом утверждено 336 собственных названий[103][104].

Обозначения Байера, введённые в 1603 году Иоганном Байером, стали первыми, которые с некоторыми изменениями используются до сих пор. В его каталоге самые яркие звёзды каждого созвездия получили название в виде буквы греческого алфавита и названия созвездия. Обычно, хотя и не во всех случаях, самая яркая звезда созвездия получала букву  $\alpha$ , вторая —  $\beta$  и так далее. В случае, если звёзд в созвездии было больше, чем букв в греческом алфавите, используются буквы латинского алфавита: сначала строчные от  $a$  до  $z$ , затем заглавные от  $A$  до  $Z$ . Например, ярчайшая звезда созвездия Льва — Регул — имеет обозначение  $\alpha$  Льва