

Светимость в солнечных единицах

Рост температуры

Температура поверхности, К

# Происхождение и эволюция

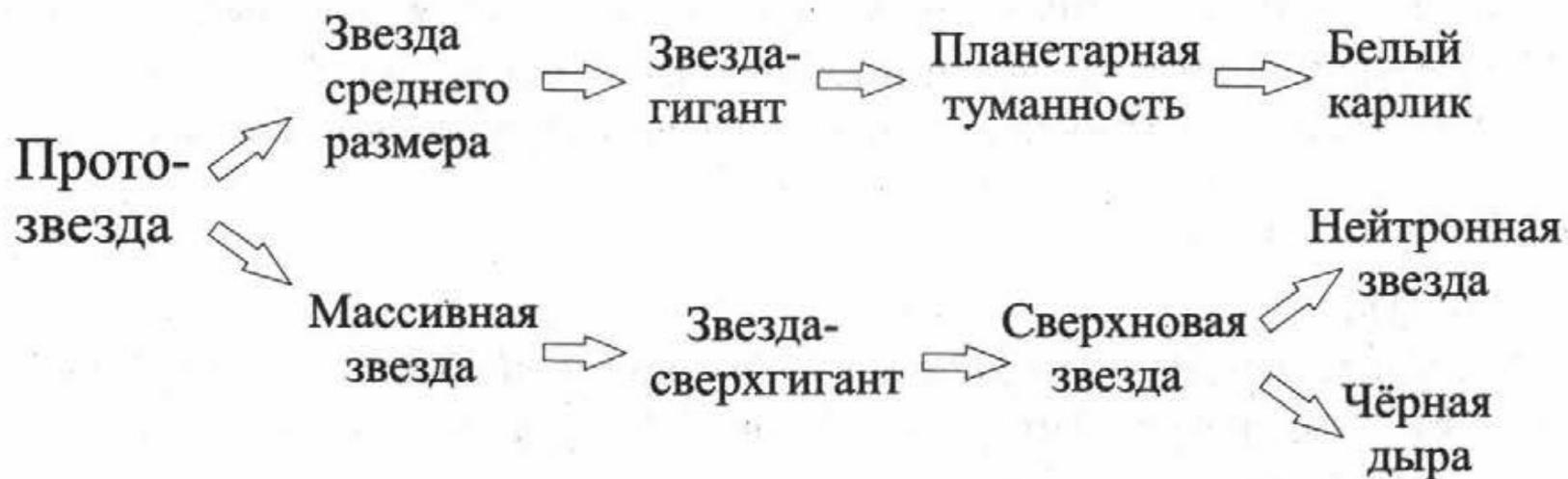
05005

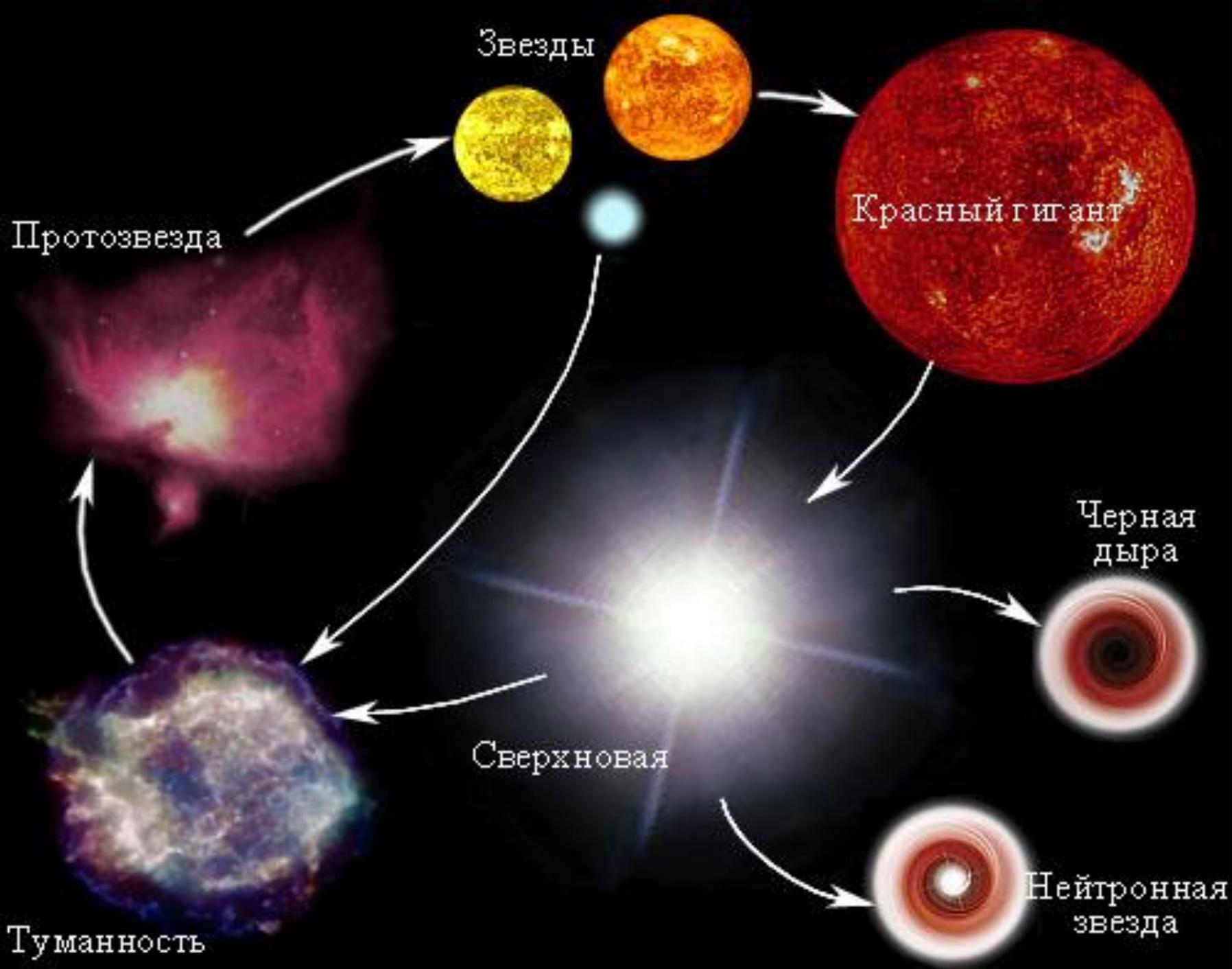
Звезда начинает свою жизнь как холодное разреженное облако межзвёздного газа, сжимающееся под действием гравитационных сил и постепенно принимающее форму шара. При сжатии энергия гравитационного поля переходит в тепло, и температура объекта возрастает. На этой стадии развития такое облако называется протозвездой. Когда температура в центре достигает 15–20 миллионов К, начинаются термоядерные реакции и сжатие прекращается. Объект становится полноценной звездой. В таком состоянии звезда пребывает большую часть своей жизни, находясь на главной последовательности диаграммы Герцшпрунга — Рассела, пока не закончатся запасы топлива в её ядре. 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. И некоторое время яркость звезды тоже снижается. Температура поверхности снижается, звезда раздувается — она становится красным гигантом или сверхгигантом в зависимости от массы. На ветви гигантов звезда проводит значительно меньше времени, чем на главной последовательности.

Если звезда имела небольшую массу, то её раздувшаяся оболочка образует планетарную туманность. После окончательного рассеяния оболочки от звезды остаётся только горячее ядро — белый карлик.

Если звезда имела большую массу, то она эволюционирует быстрее и в конце своей жизни она может взорваться сверхновой звездой, а её ядро резко сжаться и превратиться в нейтронную звезду или даже в чёрную дыру. Сброшенная оболочка, обогащённая гелием и другими тяжёлыми элементами, образовавшимися в недрах звезды, рассеивается в пространстве и служит материалом для формирования новых звёзд.





**Белые карлики** — проэволюционировавшие звёзды лишённые собственных источников термоядерной энергии. Масса белого карлика находится в диапазоне от  $0.6M_{\odot}$  до  $1.44M_{\odot}$ . Верхняя границы массы белого карлика называется пределом Чандрасекара, звезда с массой больше данного предела не может существовать как белый карлик. Радиус белых карликов примерно в  $10^2$  раз меньше солнечного, т.е. можно считать, что  $R_{\text{БК}} \simeq R_{\oplus}$ . Плотность белых карликов лежит в диапазоне  $10^7 - 10^{10}$  кг/м<sup>3</sup>.

**Нейтронная звезда** — сверхплотная звезда, образующаяся в результате взрыва Сверхновой. Вещество нейтронной звезды состоит в основном из нейтронов. Масса нейтронной звезды лежит в пределах от  $0.1M_{\odot}$  до  $2-2.8M_{\odot}$  (предел Оппенгеймера-Волкова). Размер данной звезды составляет лишь 10–20 км, а плотность составляет  $10^{16} - 10^{18}$  кг/м<sup>3</sup>. Дальнейшему гравитационному сжатию нейтронной звезды препятствует давление ядерной материи, возникающее за счёт взаимодействия нейтронов. Так как нейтронные звёзды образуются в результате коллапса массивных звёзд, то из-за сохранения момента импульса скорость их вращения очень велика — максимальная скорость может достигать  $10^5$  км/с.