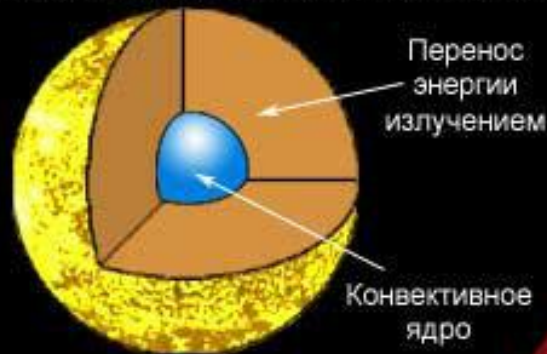


Связь между физическими характеристиками звезд

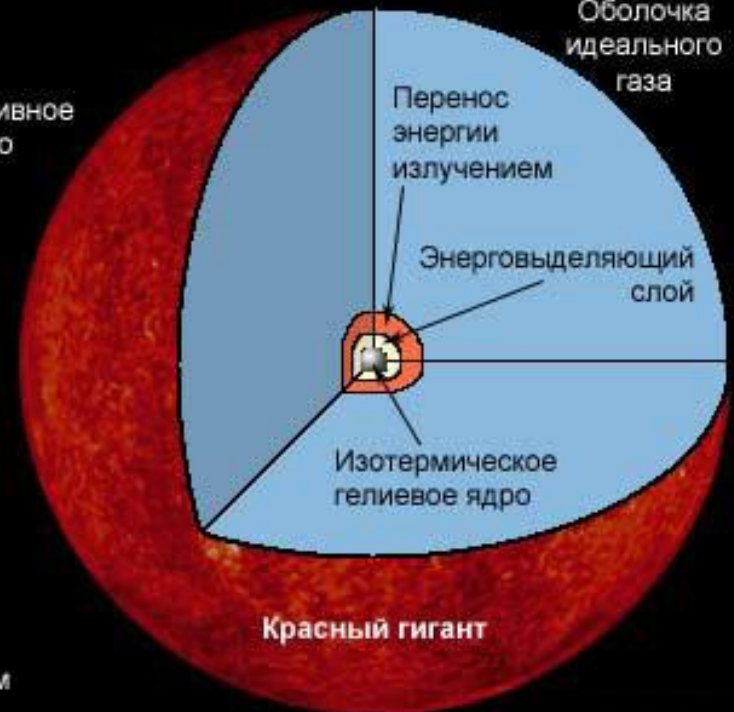
Звезды главной последовательности



Белый карлик



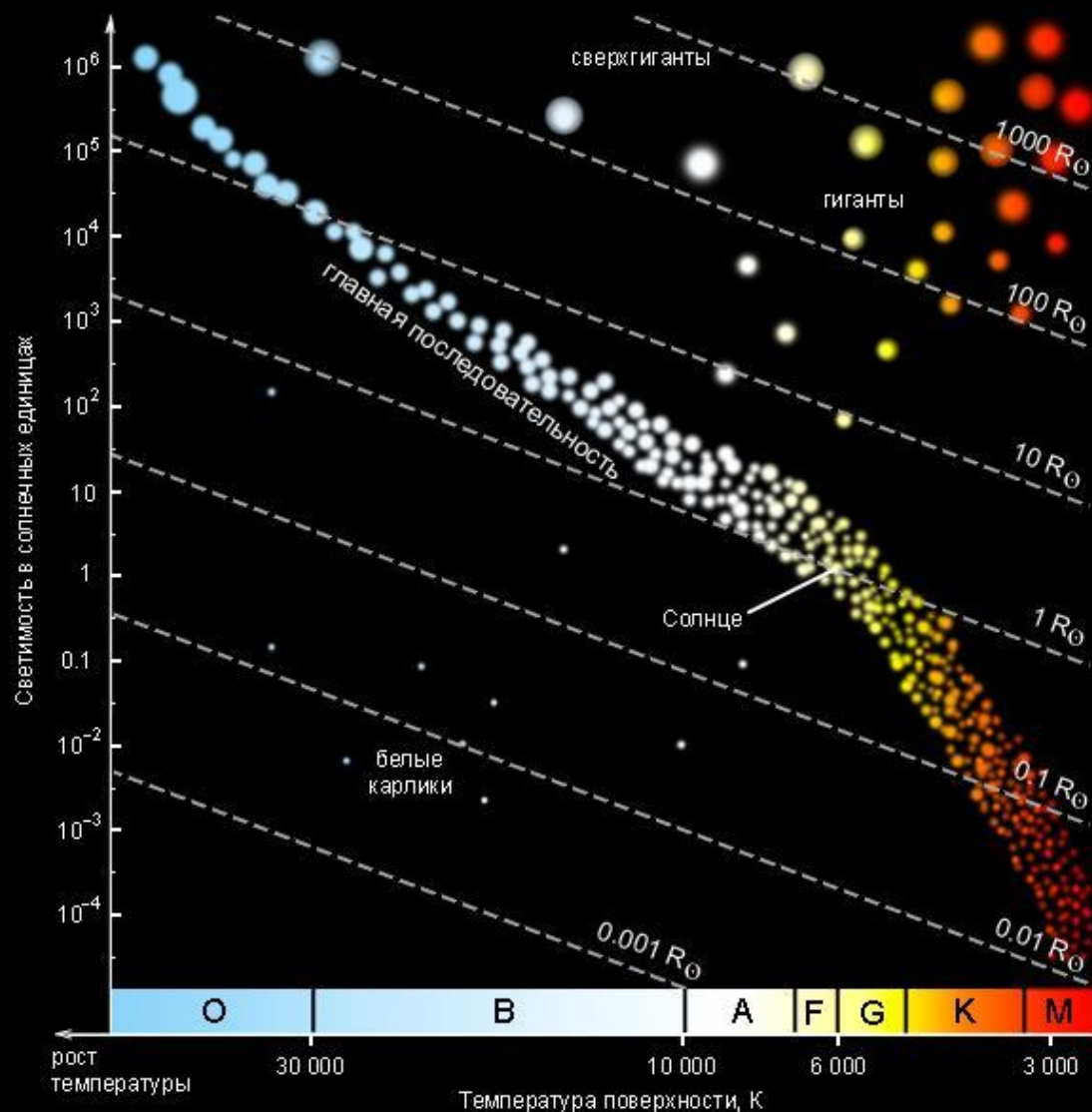
Солнце



Сопоставление светимостей звезд с их спектральными классами впервые было сделано в начале XX века Эйнарсом Герцшпрунгом и Генри Расселом, поэтому диаграмму спектр-светимость часто называют *диаграммой Герцшпрунга–Рассела*.



Эйнар Герцшпрунг



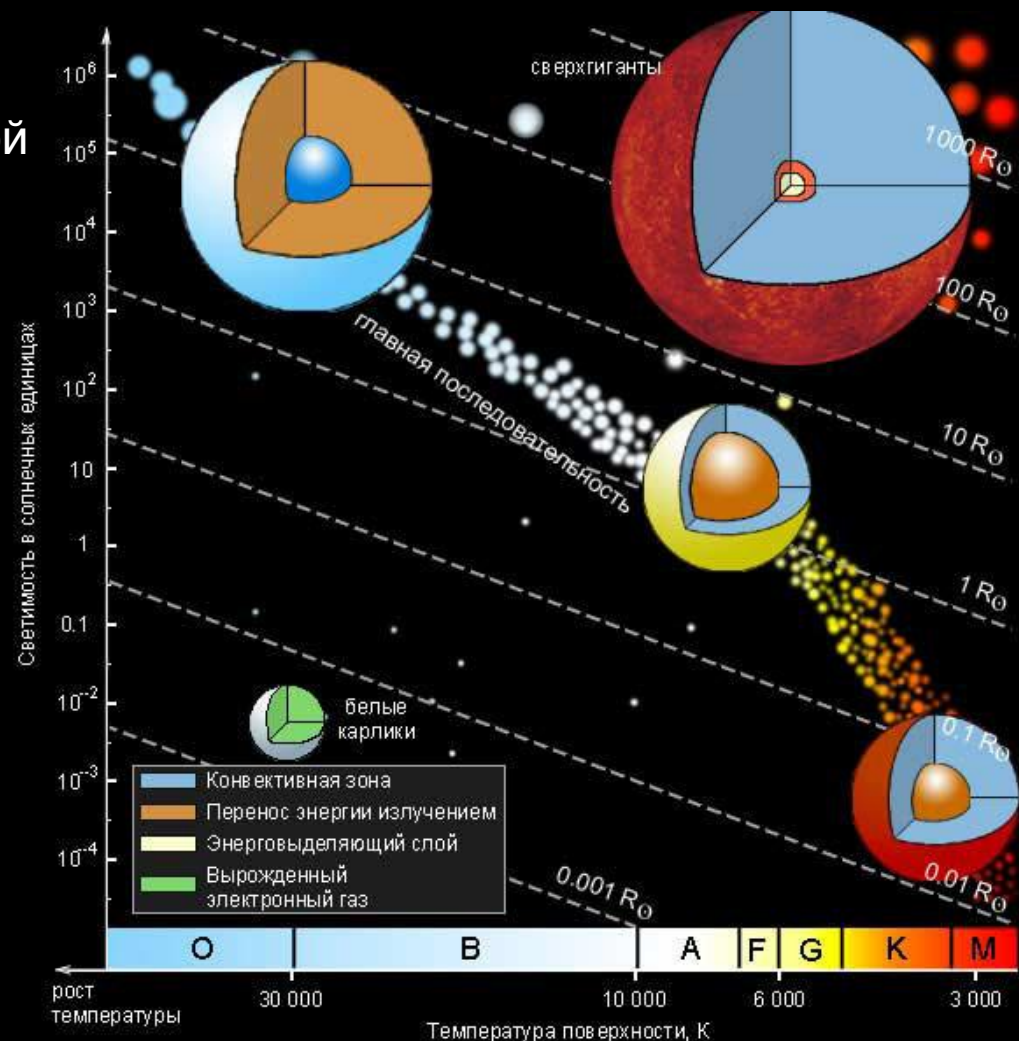
В настоящее время выяснилось, что звезды главной последовательности – нормальные звезды, похожие на Солнце, в которых происходит сгорание водорода в термоядерных реакциях.

Главная последовательность – это последовательность звезд разной массы.

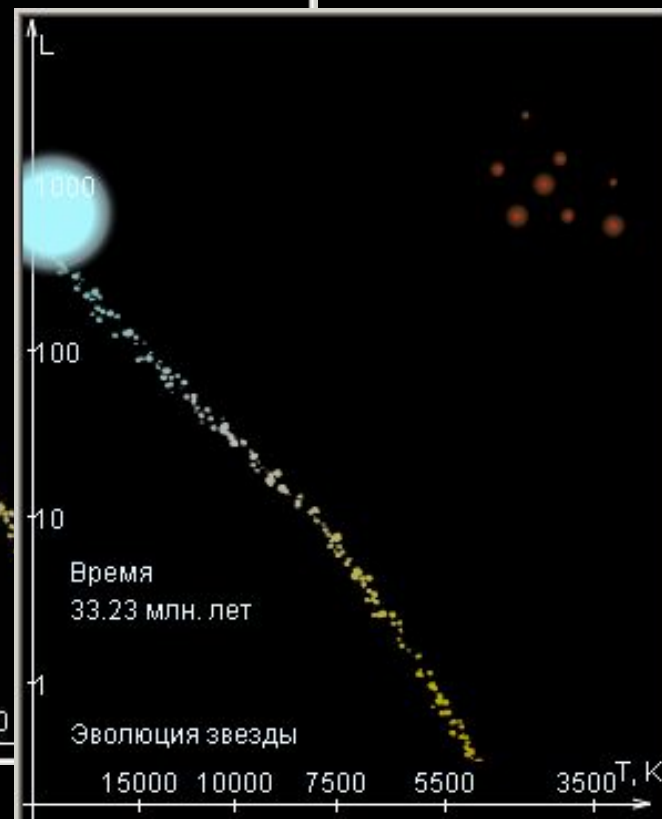
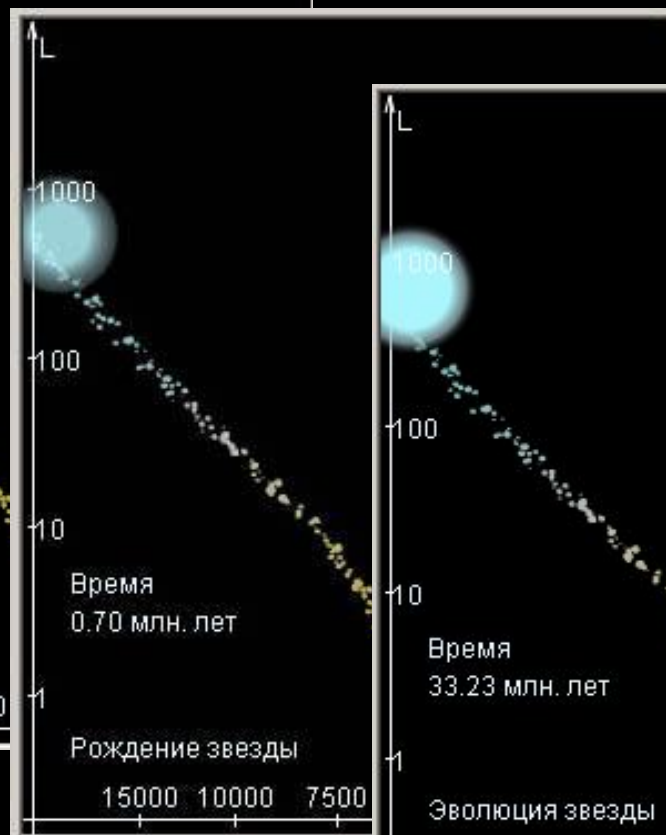
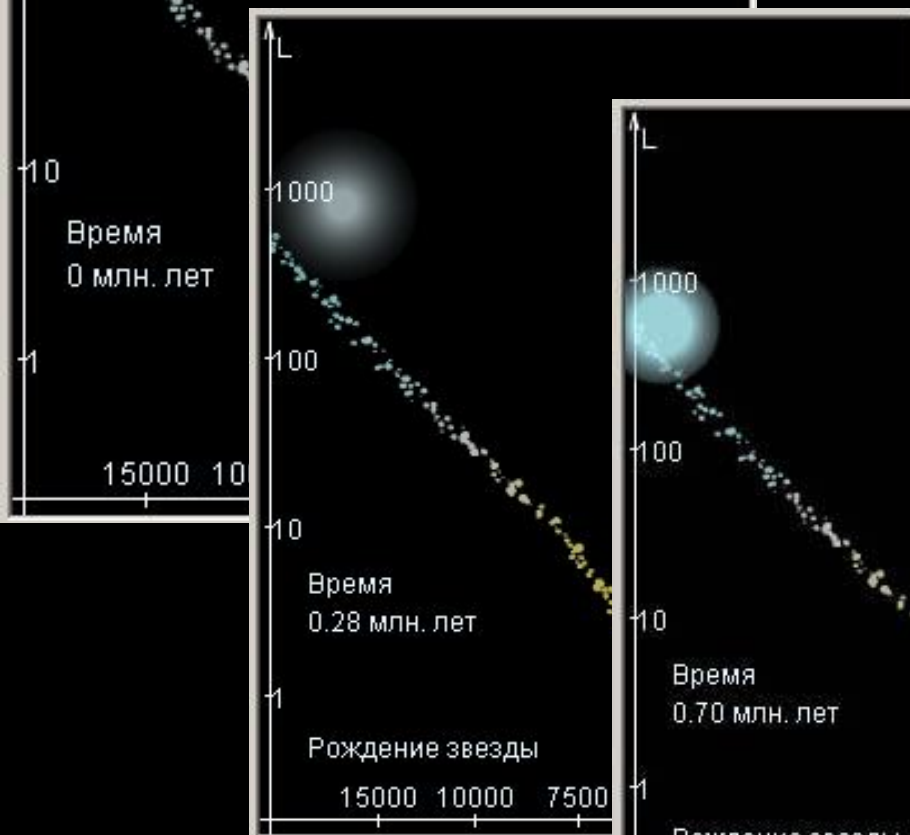
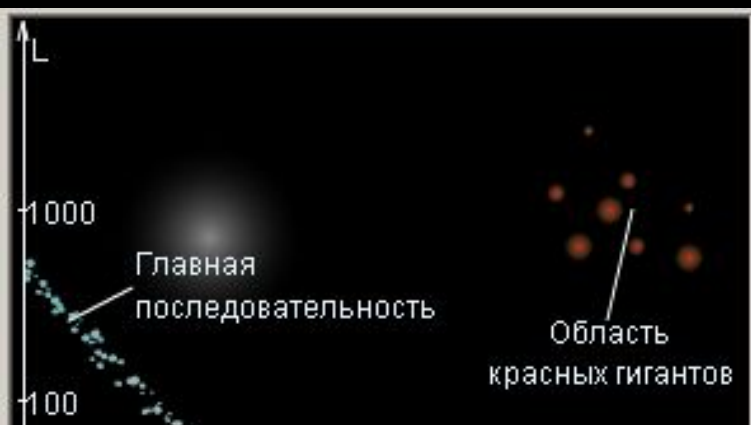
Самые большие по массе звезды располагаются в верхней части главной последовательности и являются **голубыми гигантами**.

Самые маленькие по массе звезды – карлики. **Красные карлики** располагаются в нижней части главной последовательности.

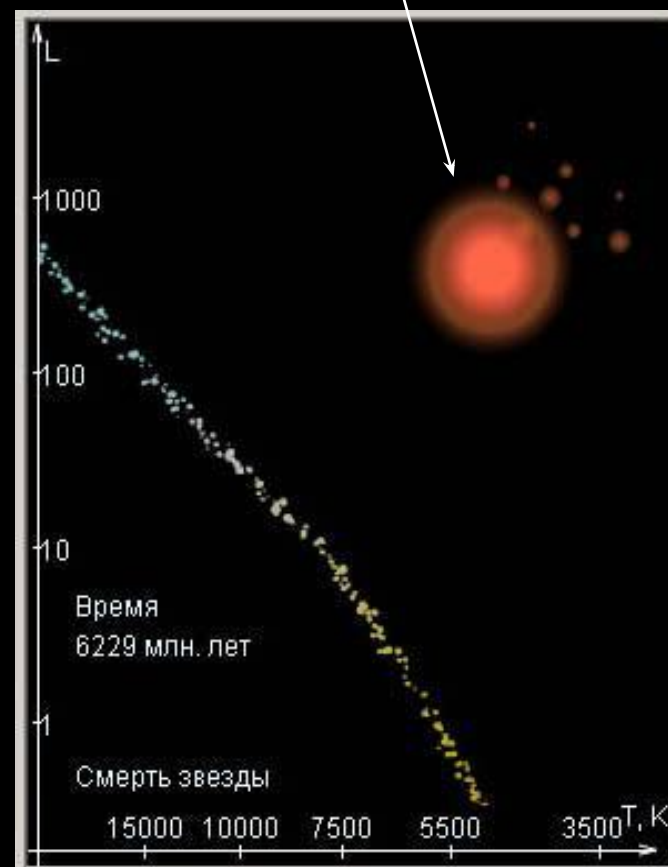
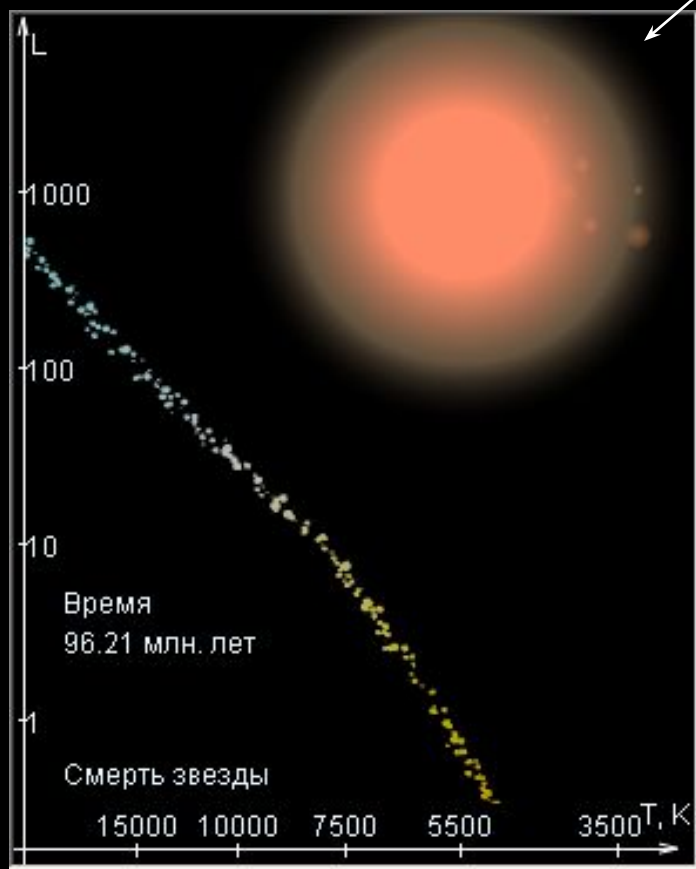
Красные гиганты и **красные сверхгиганты** располагаются над главной последовательностью справа, **белые карлики** – в нижнем левом углу, под главной последовательностью.



Выяснилось, что положение звезды на диаграмме Герцшпрунга–Рассела изменяется в зависимости от возраста звезды.

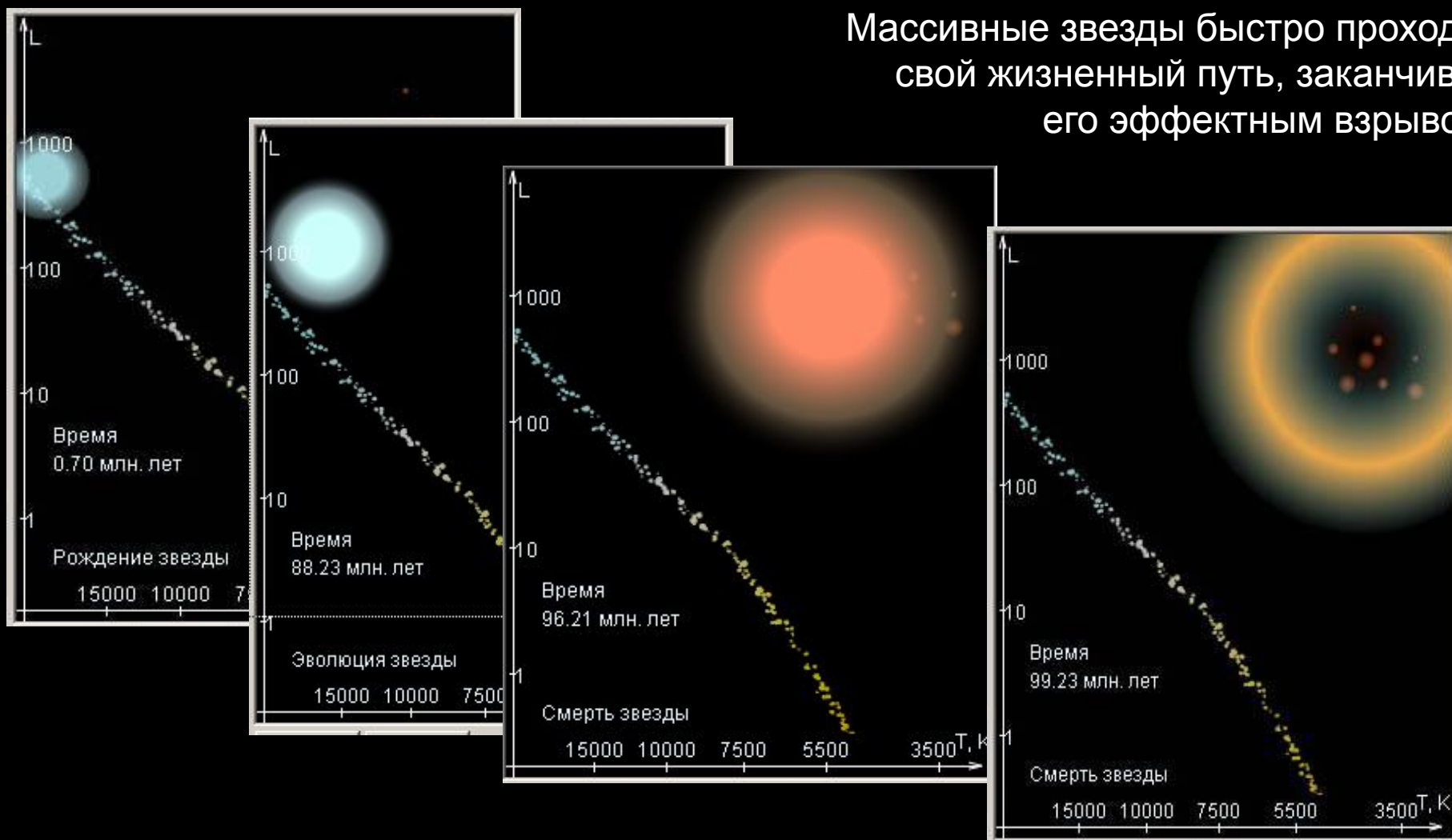


Стадии эволюции звезды после главной последовательности короткие. Типичные звезды становятся при этом **красными гигантами**, а очень массивные звезды – **красными сверхгигантами**.

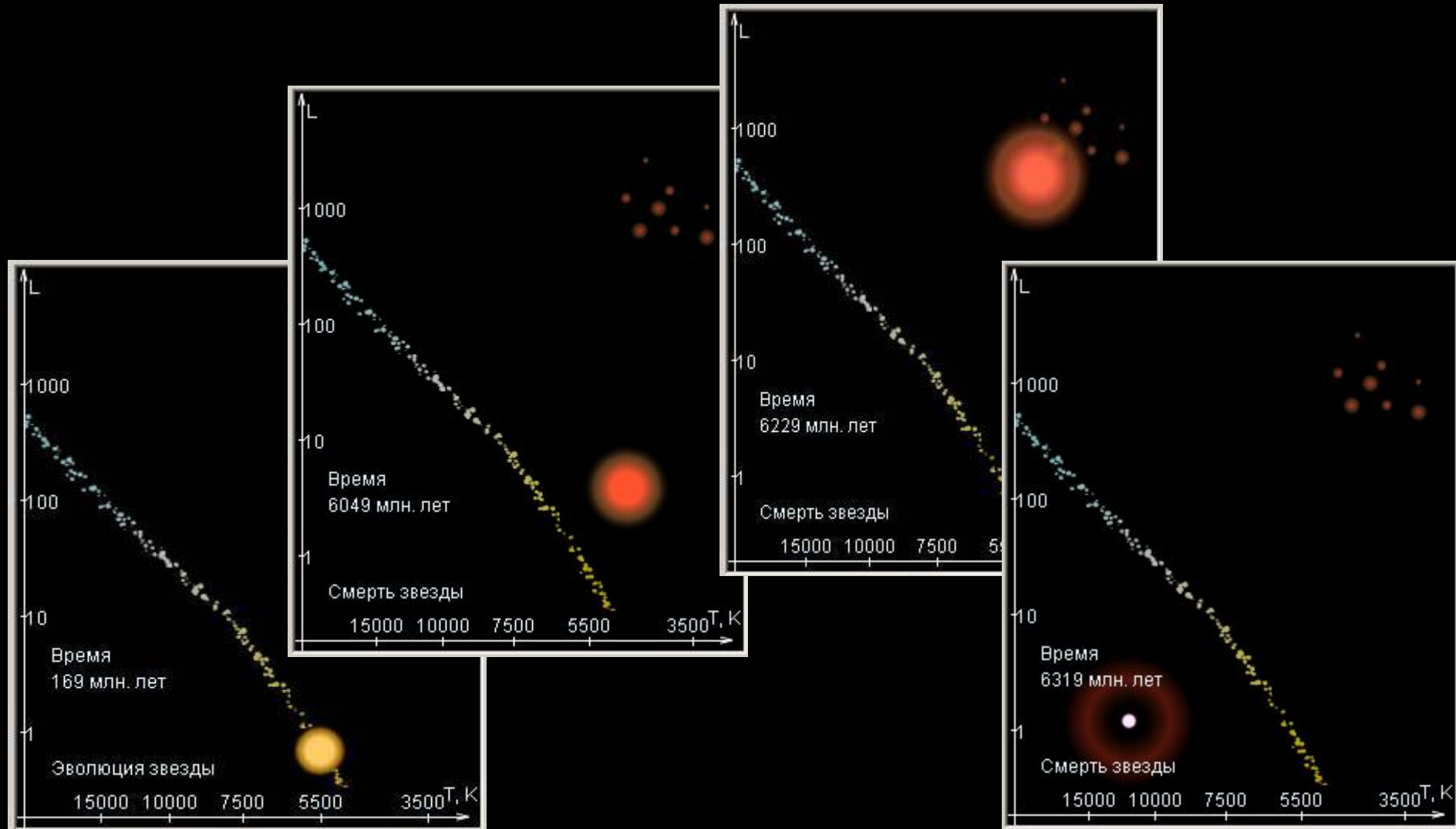


Продолжительность жизни каждой звезды определяется ее массой. Звезды большой массы (сверхгиганты) щедро расходуют свою энергию, и эволюция таких звезд продолжается всего сотни миллионов лет. Поэтому **голубые сверхгиганты** являются молодыми звездами.

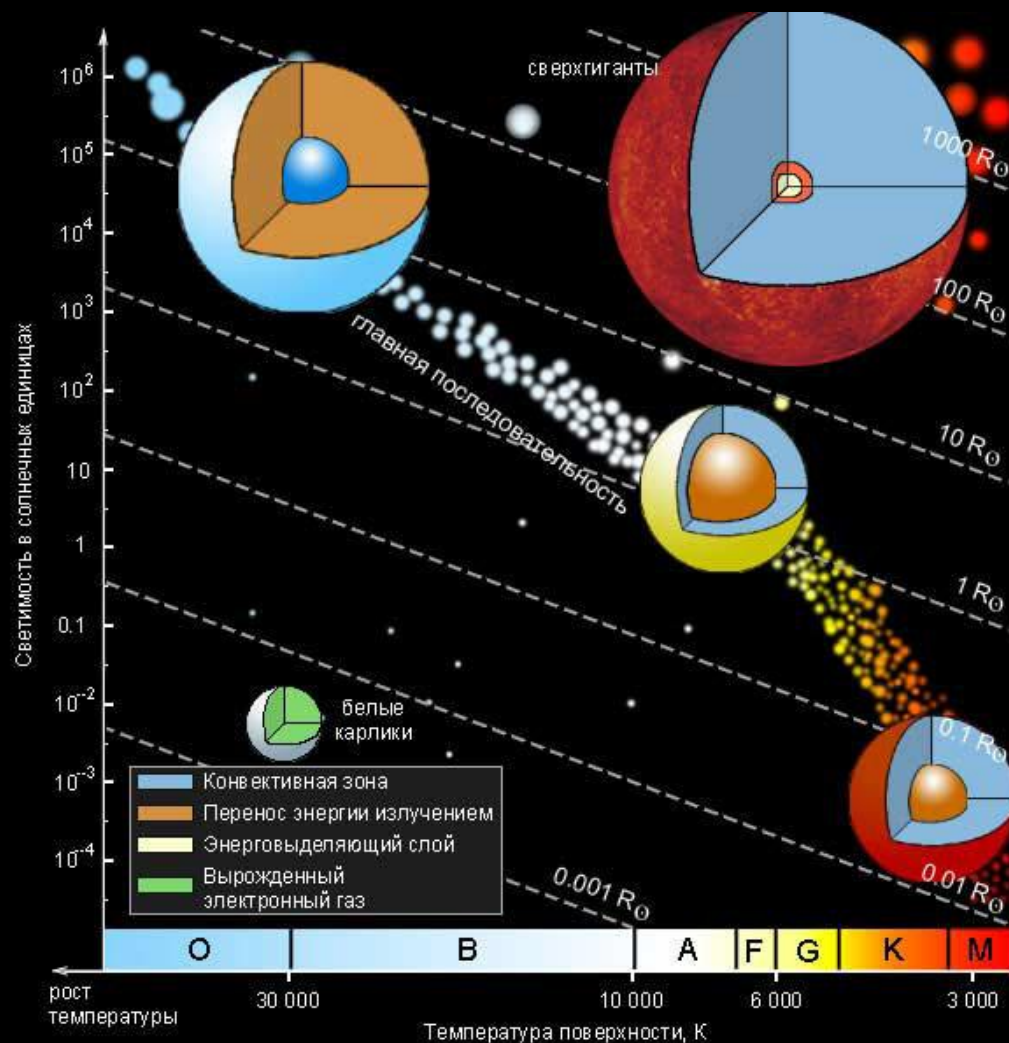
Массивные звезды быстро проходят свой жизненный путь, заканчивая его эффектным взрывом.



Звезды более скромных размеров, включая и Солнце, наоборот, в конце жизни, после стадии красного гиганта сжимаются, сбрасывают оболочку, превращаясь в белые карлики.



Красные карлики имеют малую массу, их эволюция продолжается сотни миллиардов лет, поэтому они практически не успели сойти с главной последовательности.

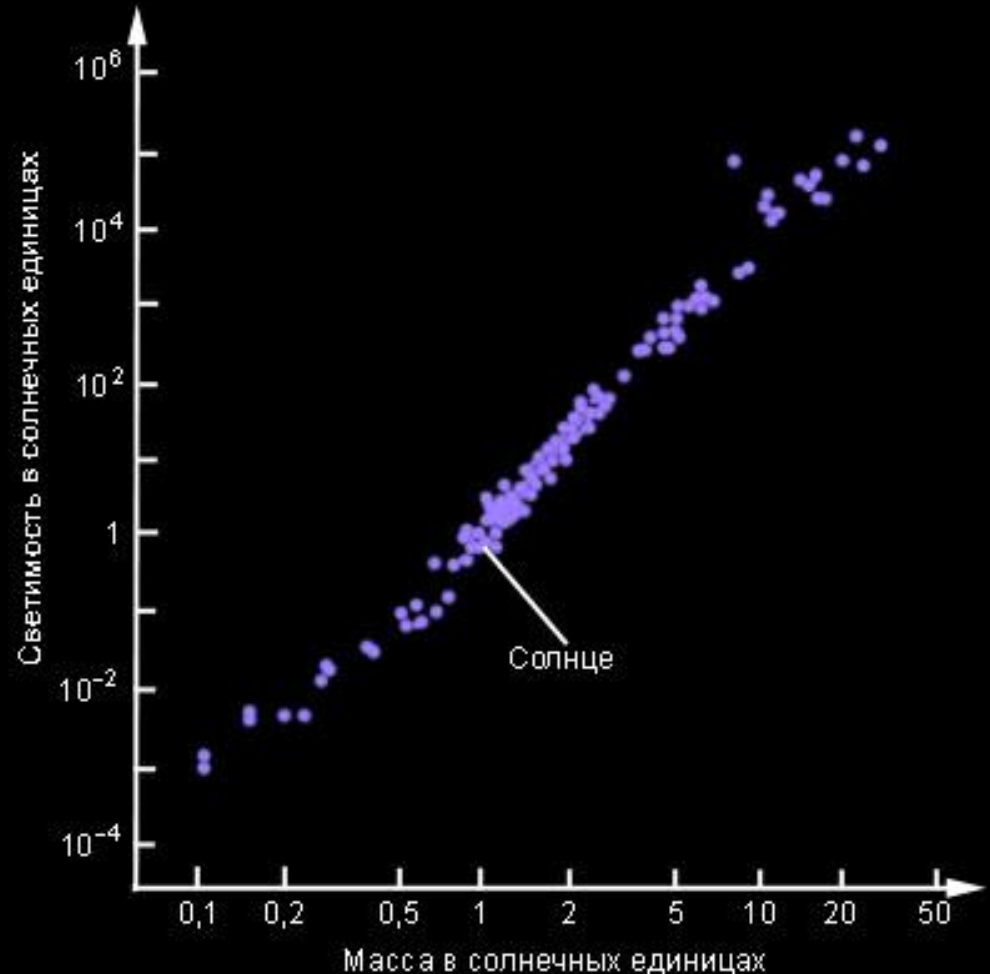


В начале прошлого века было установлено, что для звезд главной последовательности существует связь между светимостью L и массой M . На основе наблюдений была построена **диаграмма масса–светимость**.

При большей массе в недрах звезды достигаются более высокие температуры.

Вероятность реакций синтеза возрастает, соответственно выделяется больше энергии и увеличивается светимость звезды. Поэтому, **чем больше масса звезды, тем больше ее светимость**.

Сравнения масс и светимостей для большинства звезд выявили следующую зависимость: **светимость приблизительно пропорциональна четвертой степени массы**.



Современный вид диаграммы масса–светимость

Задача. В конце своей эволюции Солнце начнет расширяться и превратится в красный гигант. В результате, температура поверхности понизится вдвое, а светимость увеличится в 400 раз. При таких условиях поглотит ли Солнце при этом какие-либо из планет?

Решение. По закону Стефана–Больцмана светимость звезды связана радиусом R и температурой поверхности T формулой:

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4.$$

Радиус звезды пропорционален $R \sim T^{-2} L^{1/2}$
 Тогда для Солнца в эпоху красного гиганта получим:

$$R = R_{\odot} \left(\frac{T}{T_{\odot}} \right)^{-2} \cdot \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right)^{1/2} = 80 R_{\odot} = 0,37 \text{ а. е.}$$

Это чуть меньше радиуса орбиты Меркурия (0,387 а. е.). Поскольку орбита Меркурия достаточно вытянута, а в перигелии планета подходит к Солнцу на расстояние 0,31 а. е., Меркурий будет проглочен.

