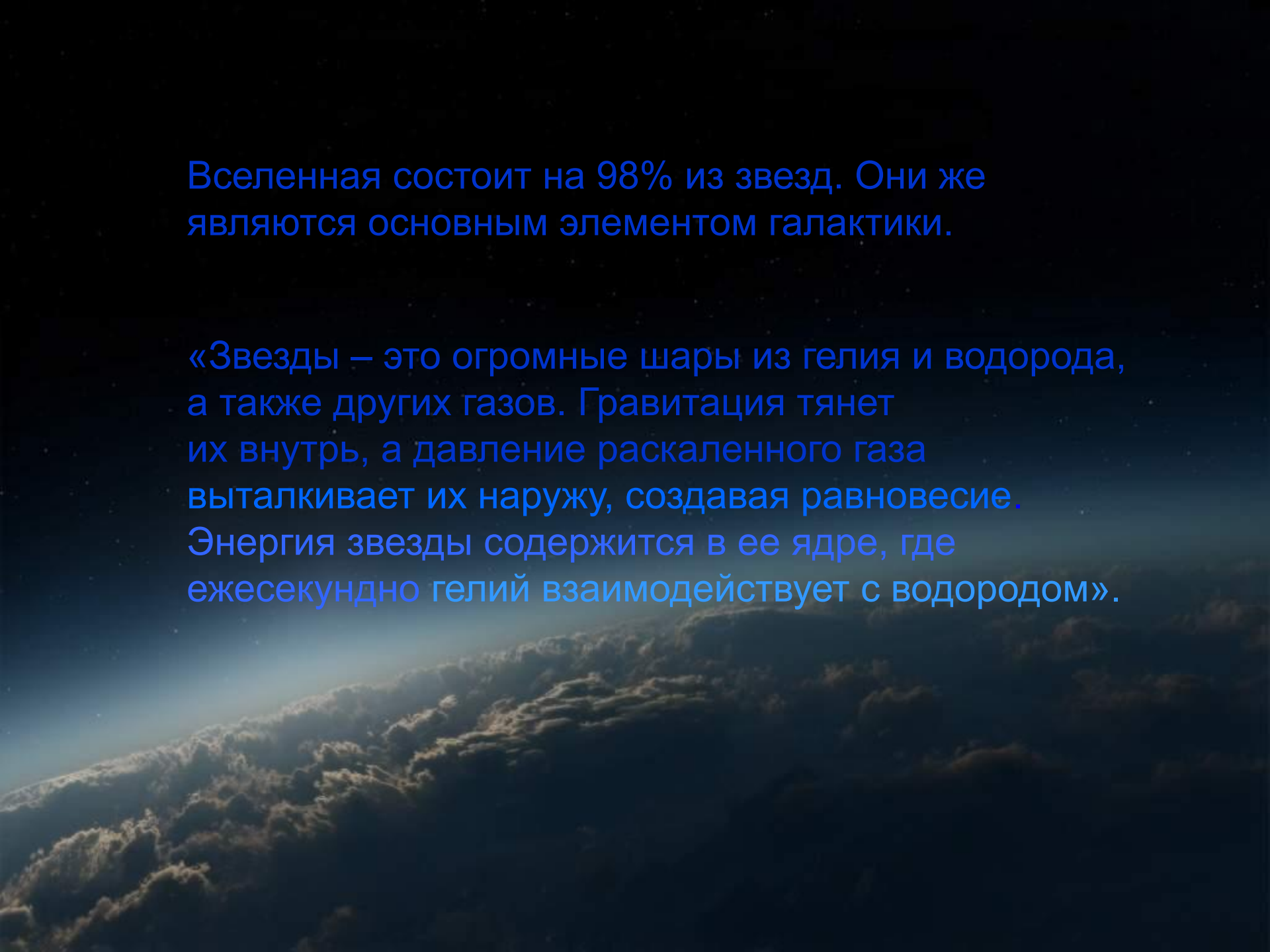


# ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД



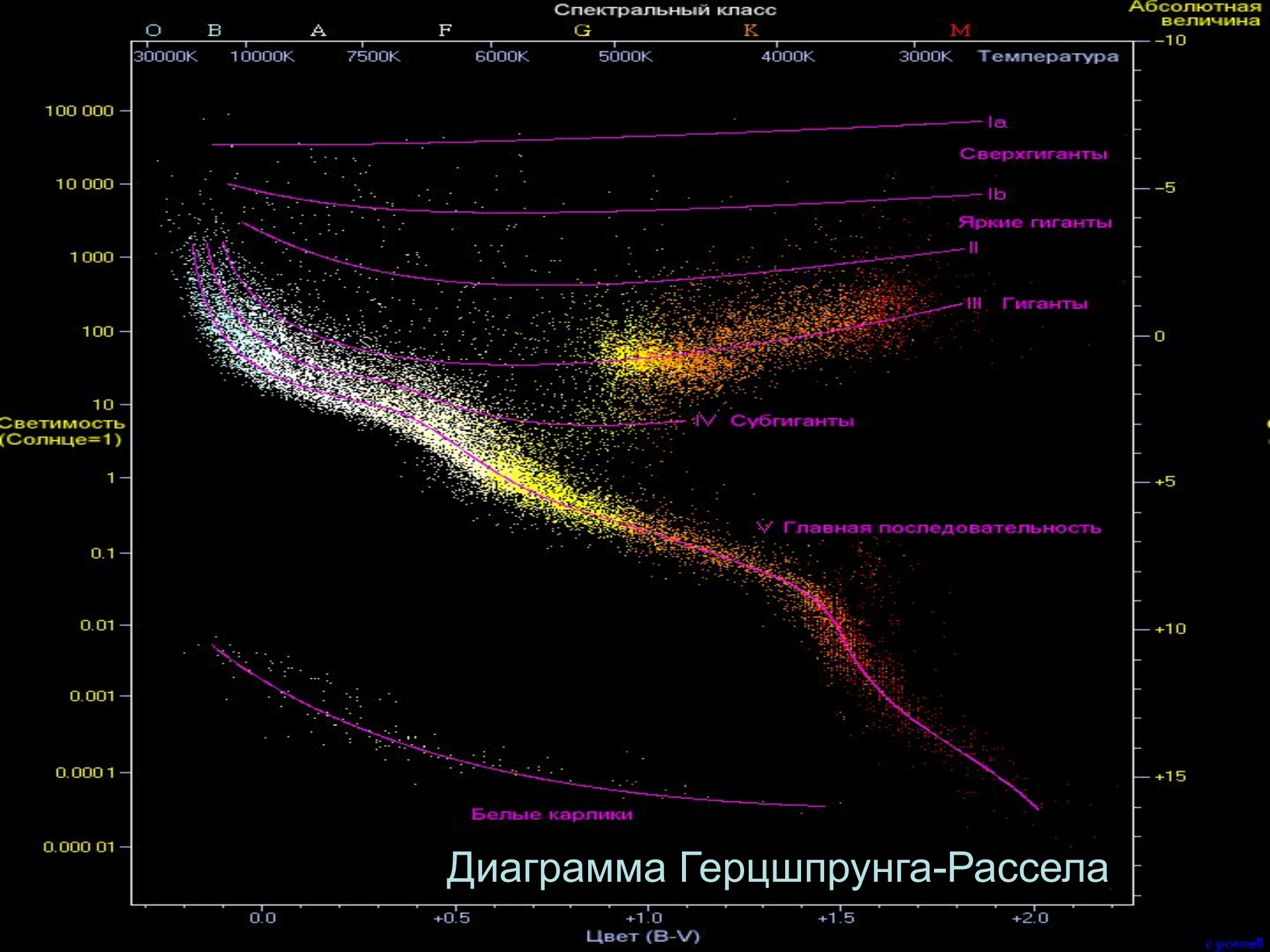


Вселенная состоит на 98% из звезд. Они же являются основным элементом галактики.

«Звезды – это огромные шары из гелия и водорода, а также других газов. Гравитация тянет их внутрь, а давление раскаленного газа выталкивает их наружу, создавая равновесие. Энергия звезды содержится в ее ядре, где каждую секунду гелий взаимодействует с водородом».

Жизненный путь звезд представляет собой законченный цикл – рождение, рост, период относительно спокойной активности, агония, смерть, и напоминает жизненный путь отдельного организма.

Астрономы не в состоянии проследит жизнь одной звезды от начала и до конца. Даже самые короткоживущие звёзды существуют миллионы лет – дольше жизни не только одного человека, но и всего человечества. Однако учёные могут наблюдать много звёзд, находящихся на самых разных стадиях своего развития, - только что родившиеся и умирающие. По многочисленным звездным портретам они стараются восстановить эволюционный путь каждой звезды и написать её биографию.



Спектральный класс

Абсолютная величина

30000K 10000K 7500K 6000K 5000K 4000K 3000K Температура

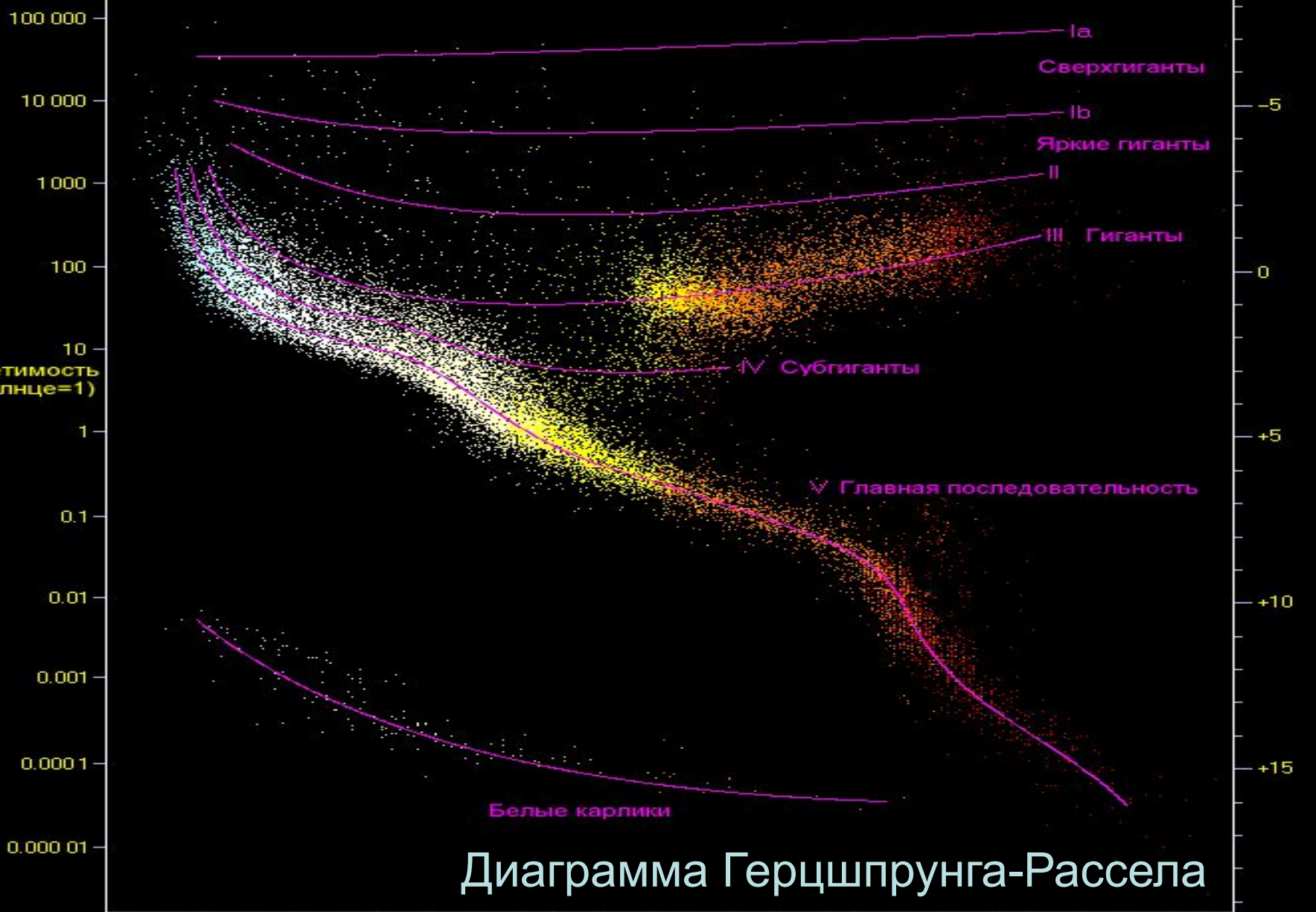
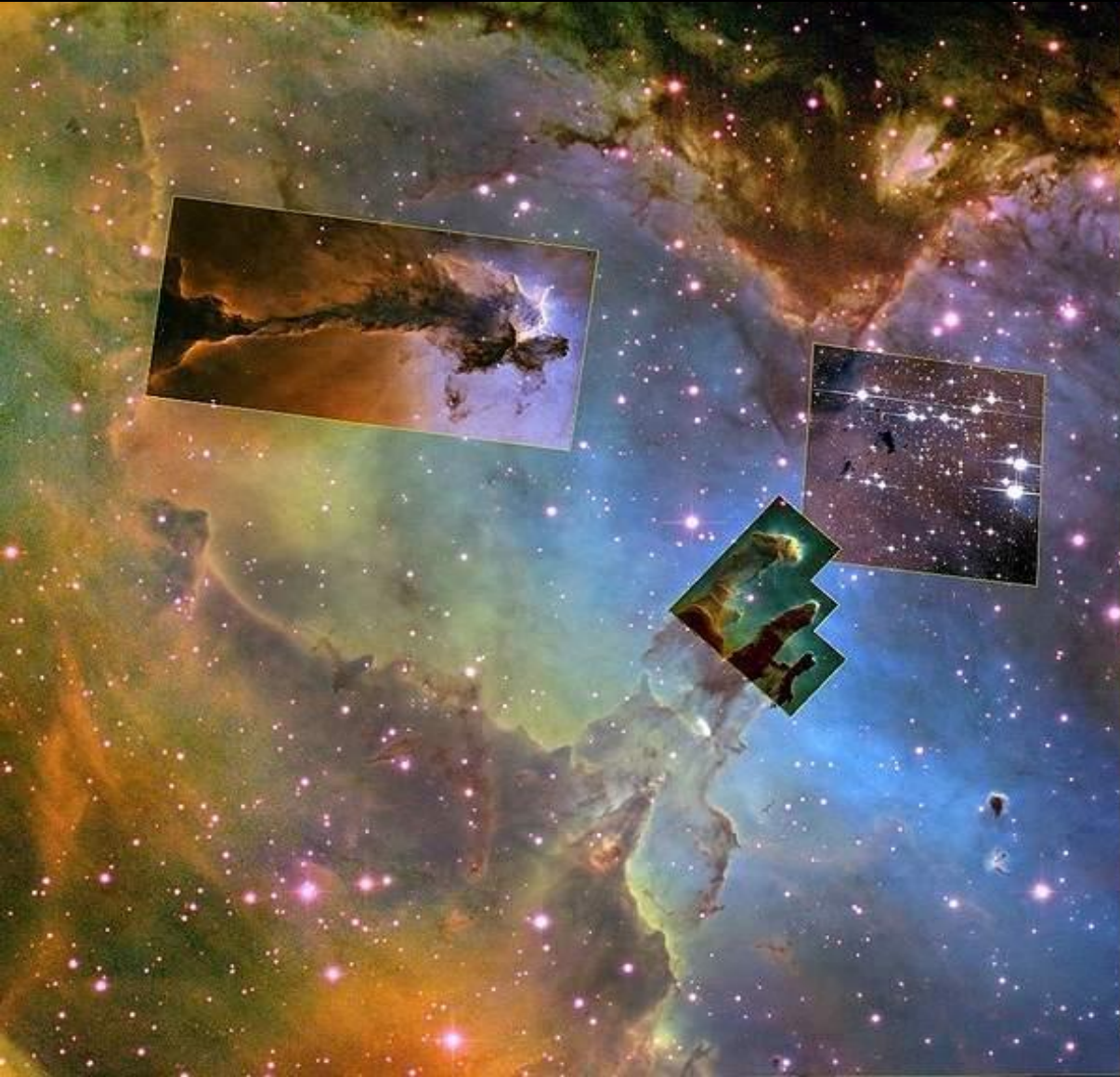


Диаграмма Герцшпрунга-Рассела

# Области звездообразования.

Гигантские молекулярные облака с массами, большими 10<sup>5</sup> массы Солнца (их известно более 6 000 в Галактике)



## Туманность Орел

- в 6000 световых лет от нас
- молодое рассеянное звёздное скопление в созвездии Змеи
- тёмные области в туманности — это протозвёзды

# Туманность Ориона

- светящаяся эмиссионная туманность с зеленоватым оттенком и находится ниже Пояса Ориона
- можно видеть даже невооружённым глазом
- в 1300 световых лет от нас, а величиной в 33 световых года



# Гравитационное сжатие

- Сжатие - следствие гравитационной неустойчивости, идея Ньютона.
- Позже Джинс определил минимальные размеры облаков, в которых может начаться самопроизвольное сжатие.



- Имеет место достаточно эффективное охлаждение среды: высвобождающаяся энергия гравитации идет на излучение инфракрасного диапазона, уходящее в космическое пространство.

# Протозвезда

- При увеличении плотности облака оно становится непрозрачным для излучения.
- Начинается повышение температуры внутренних областей.
- Температура в недрах протозвезды достигает порога термоядерных реакций синтеза.
- Сжатие на какое-то время прекращается.



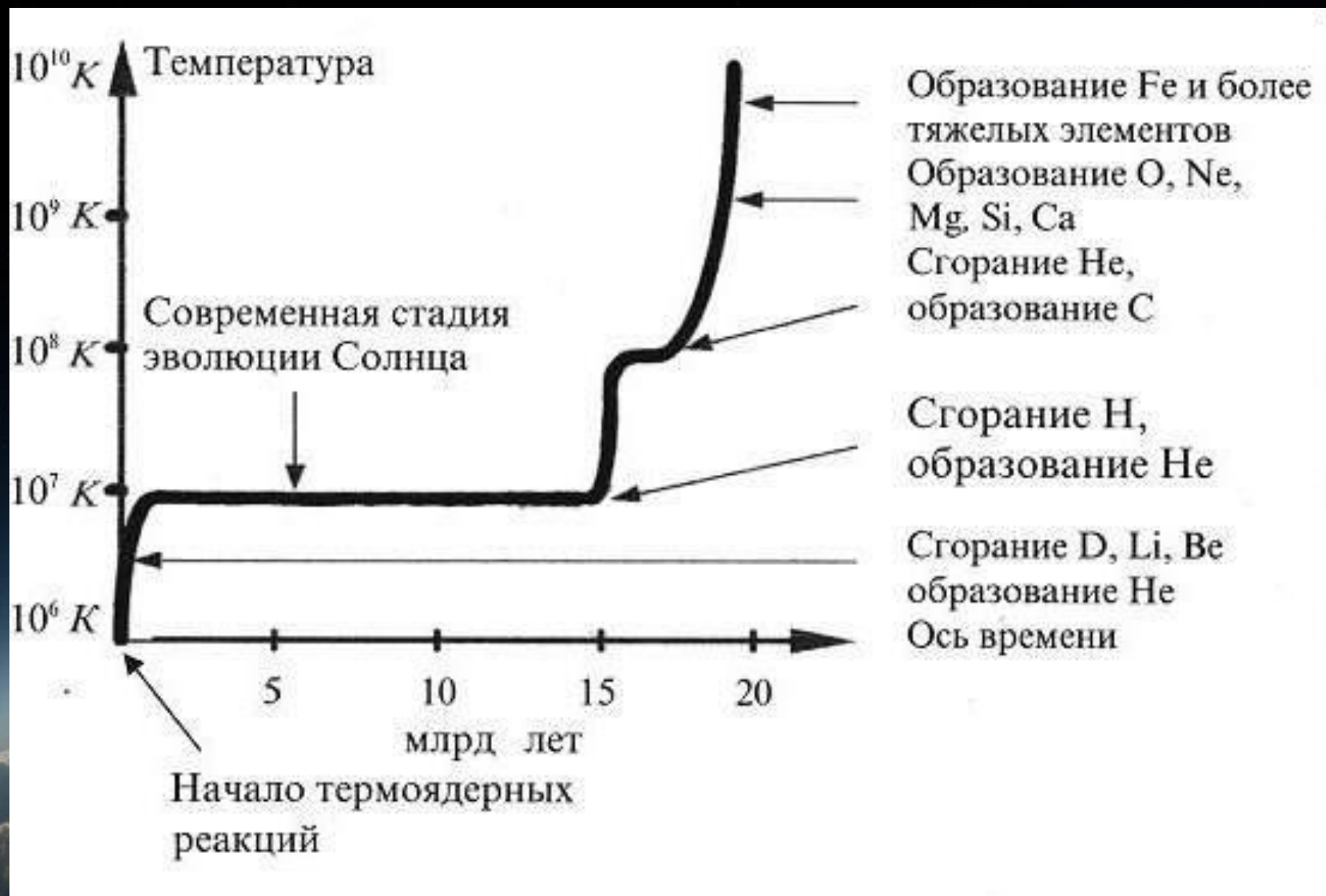


## Звезда переходит в стационарное состояние

- молодая звезда пришла на главную последовательность диаграммы Г-Р
- начался процесс выгорания водорода - основного звездного ядерного топлива
- сжатие практически не происходит, и запасы энергии больше не изменяются
- медленное изменение химического состава в ее центральных областях, обусловленное превращением водорода в гелий

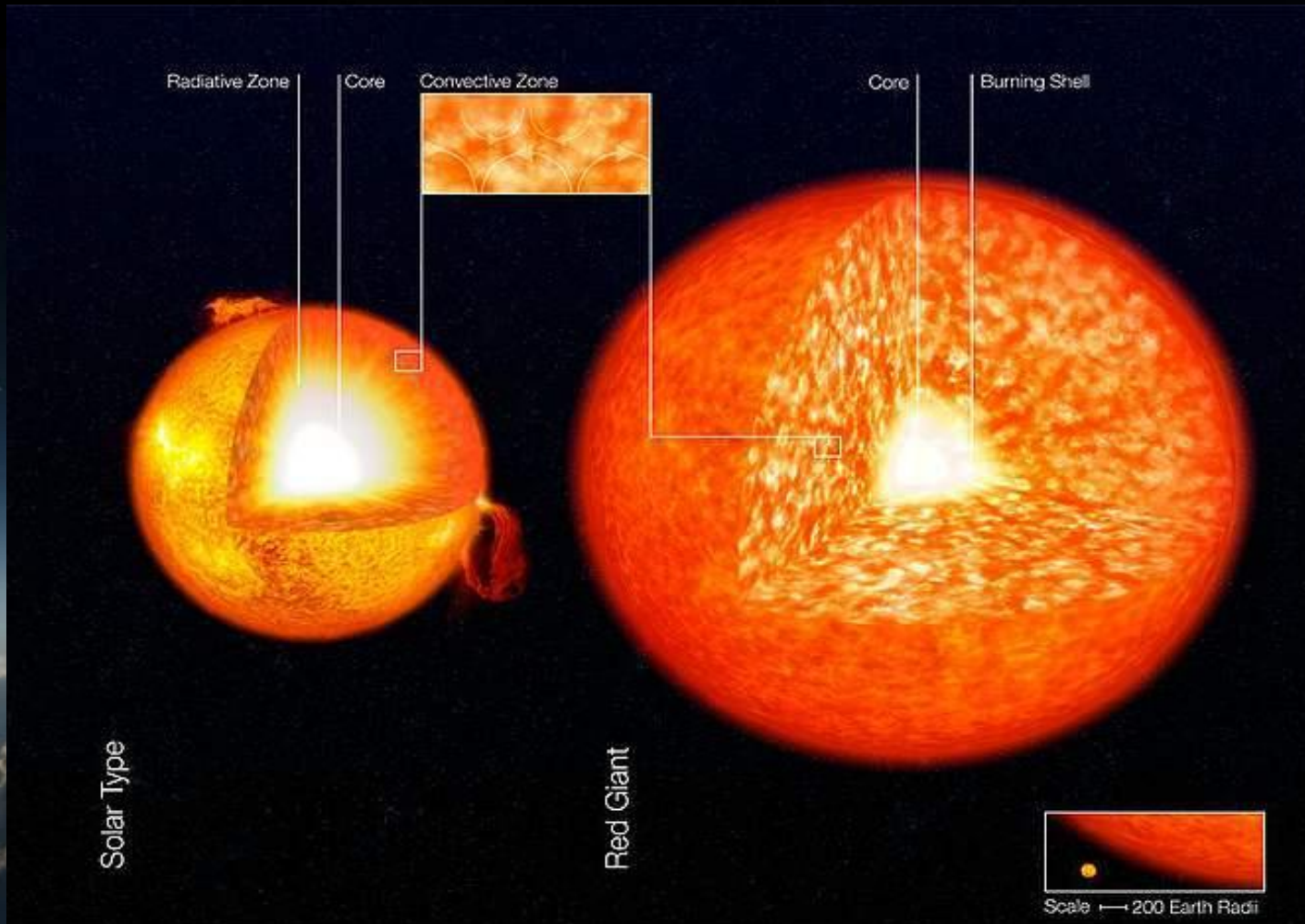


# График эволюции типичной звезды



# Гиганты и сверхгиганты

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

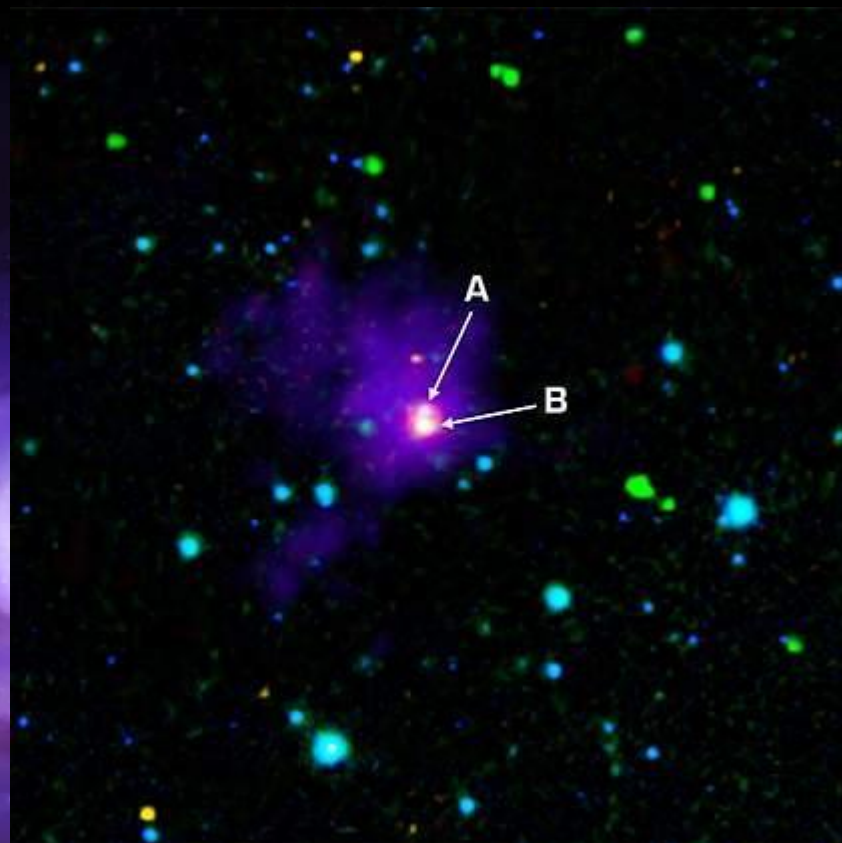


Когда все ядерное топливо выгорело,  
начинается процесс гравитационного сжатия.

масса звезды  $< 1,4$  массы Солнца: **БЕЛЫЙ КАРЛИК**

- электроны обобществляются, образуя вырожденный электронный газ
- гравитационное сжатие останавливается
- плотность становится до нескольких тонн в см<sup>3</sup>
- еще сохраняет  $T=10^4$  К
- постепенно остывает и медленно сжимается (миллионы лет)
- окончательно остывают и превращаются в **ЧЕРНЫХ КАРЛИКОВ**

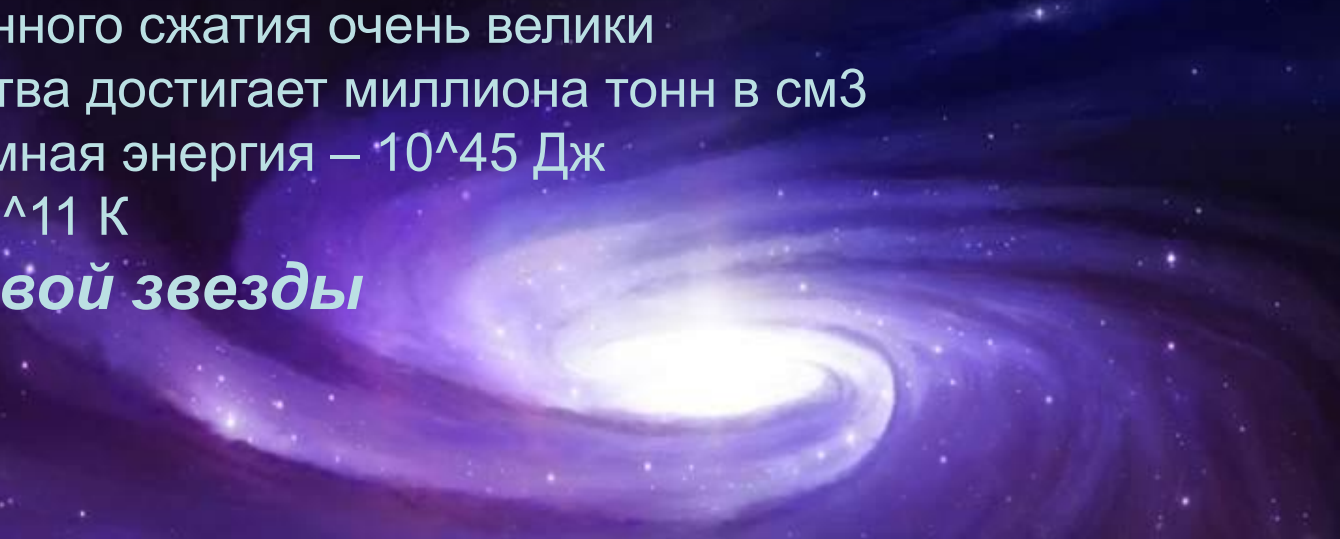
Белый карлик в облаке  
межзвездной пыли



Два молодых черных  
карлика в созвездии Тельца

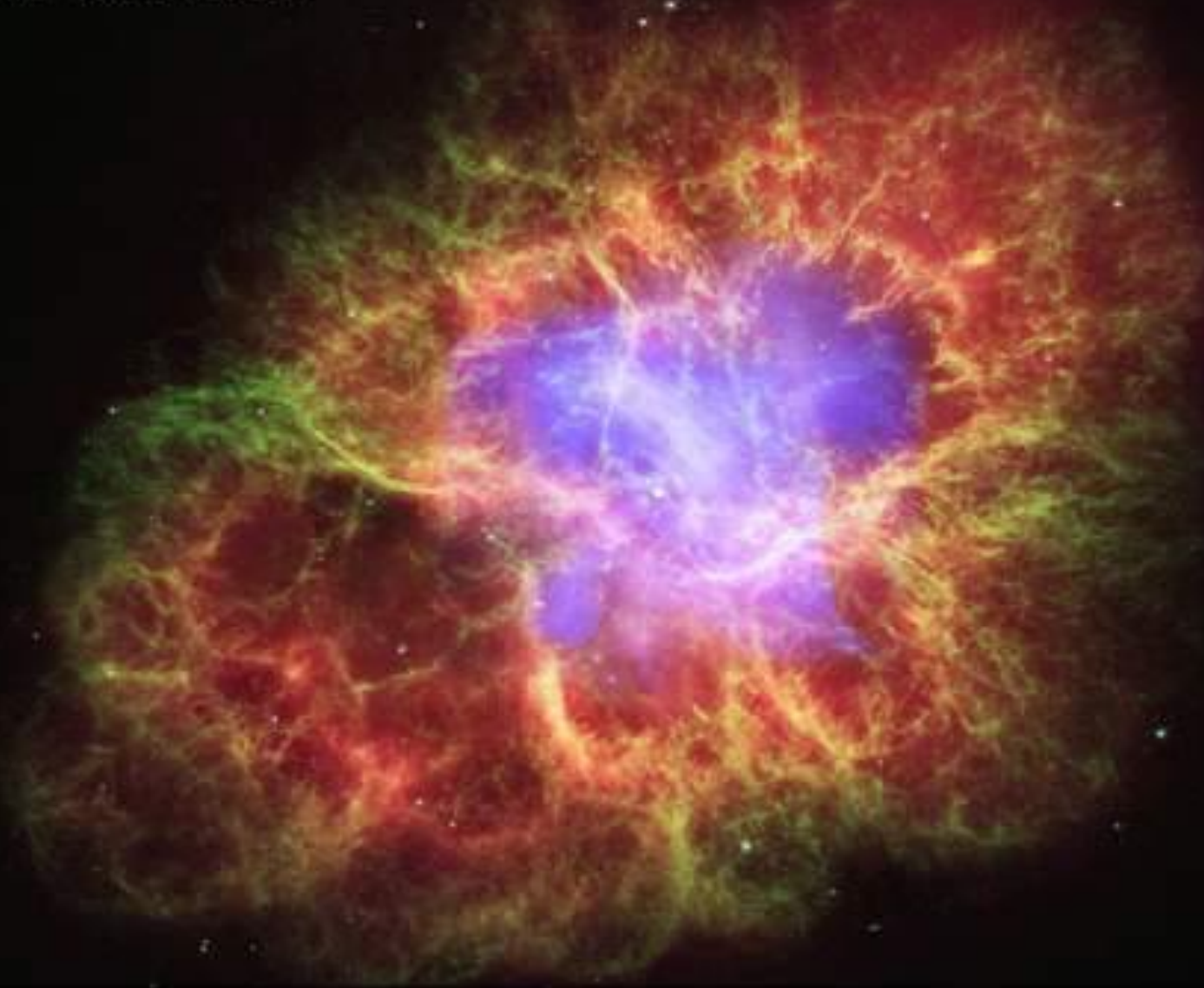
## масса звезды > 1,4 массы Солнца:

- силы гравитационного сжатия очень велики
  - плотность вещества достигает миллиона тонн в см<sup>3</sup>
  - выделяется огромная энергия –  $10^{45}$  Дж
  - температура –  $10^{11}$  К
  - взрыв ***Сверхновой звезды***
- 
- большая часть звезды выбрасывается в космическое пространство со скоростью 1000-5000 км/с
  - потоки нейтрино охлаждают ядро звезды -  
***Нейтронная звезда***



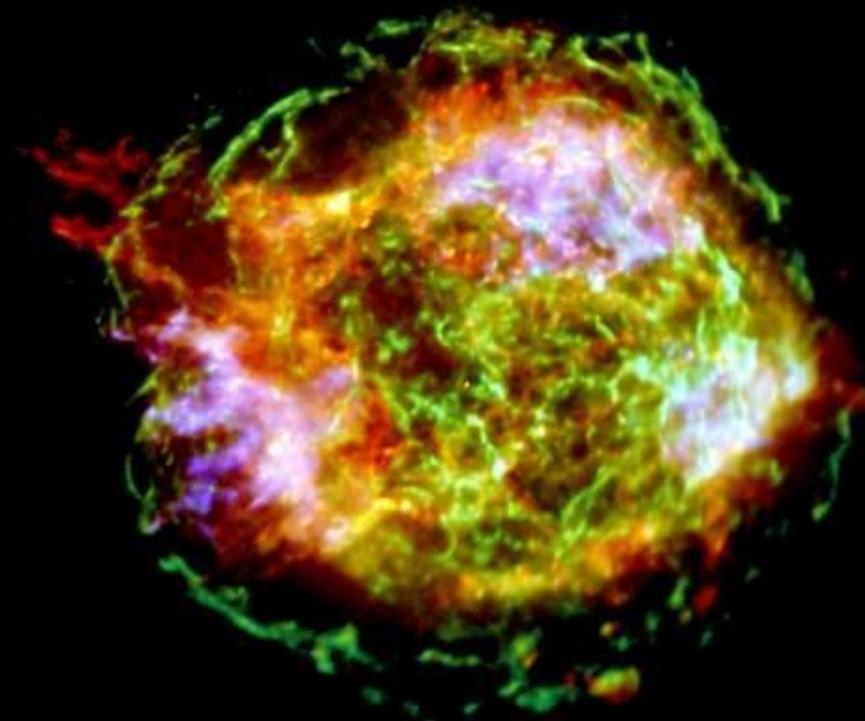
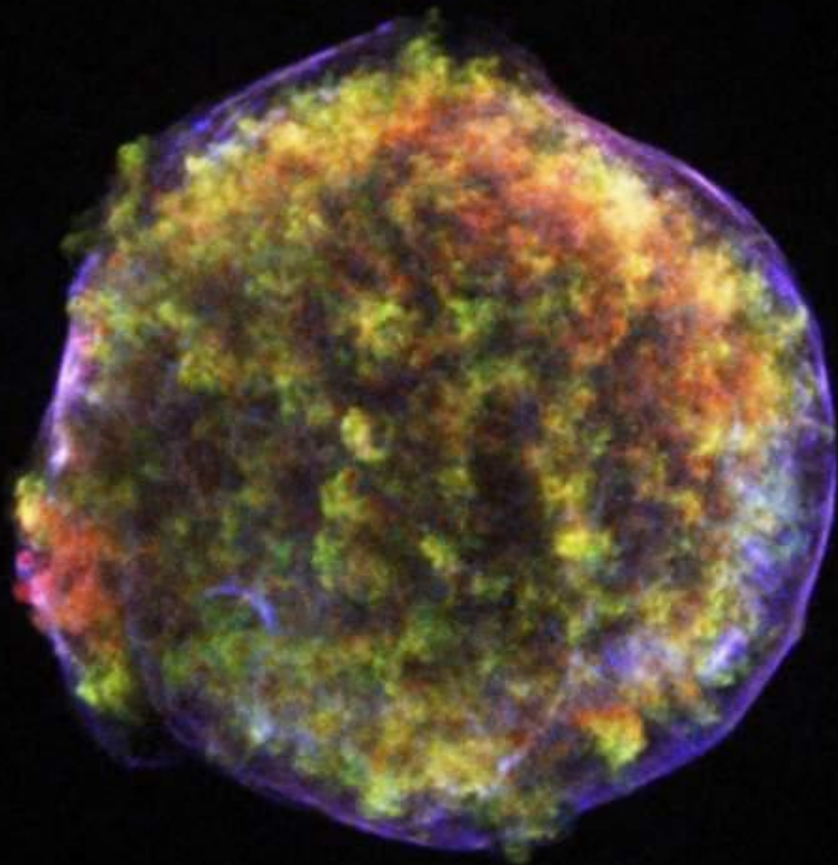
# Крабовидная туманность

CRAB NEBULA

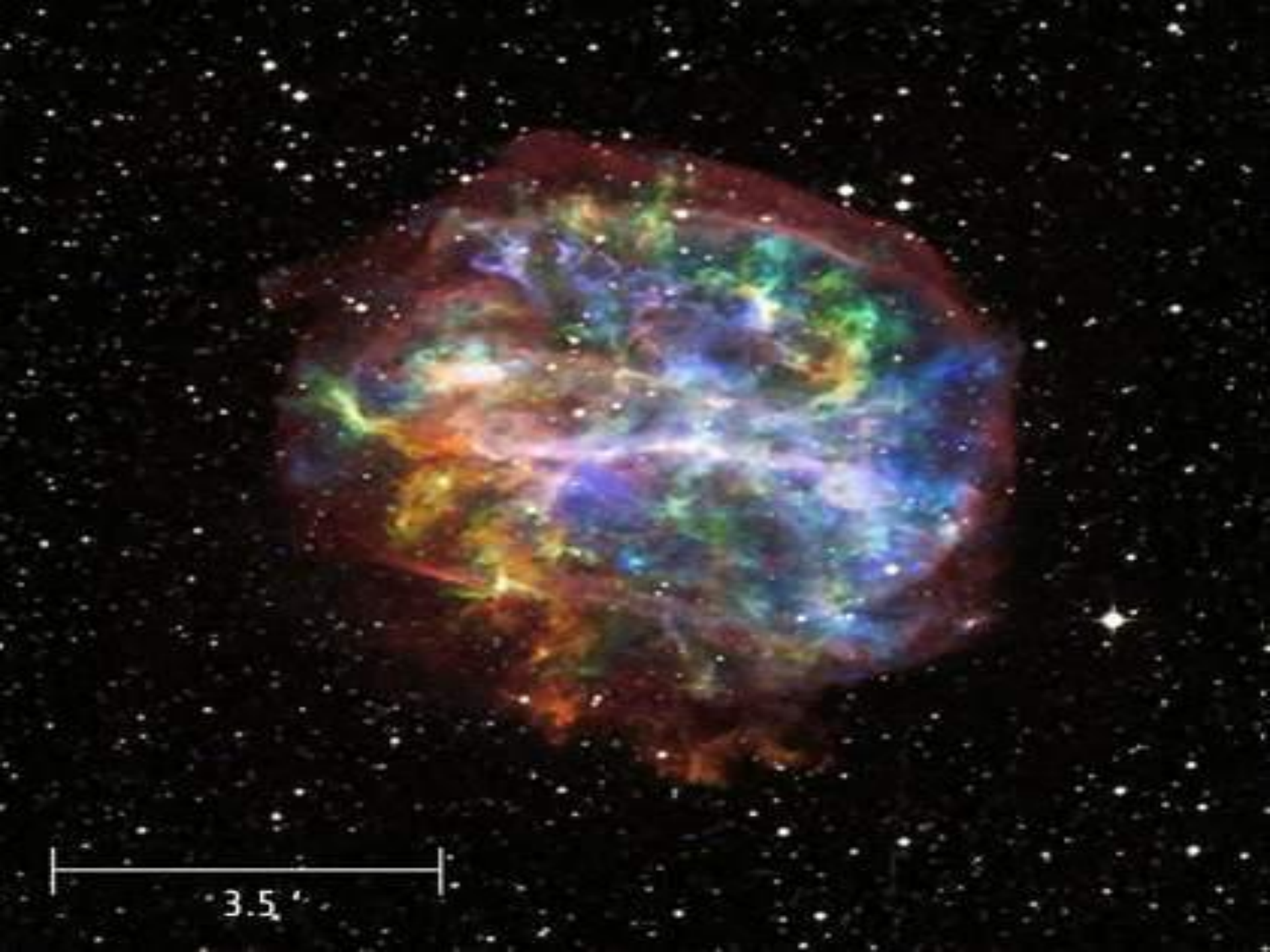


[HTTP://CHANDRA.HARVARD.EDU](http://chandra.harvard.edu)

# Взрыв сверхновой









масса звезды  $> 2,5$  массы Солнца

- гравитационный коллапс
- звезда превращается в *Черную дыру*





