

# Эволюция звезд

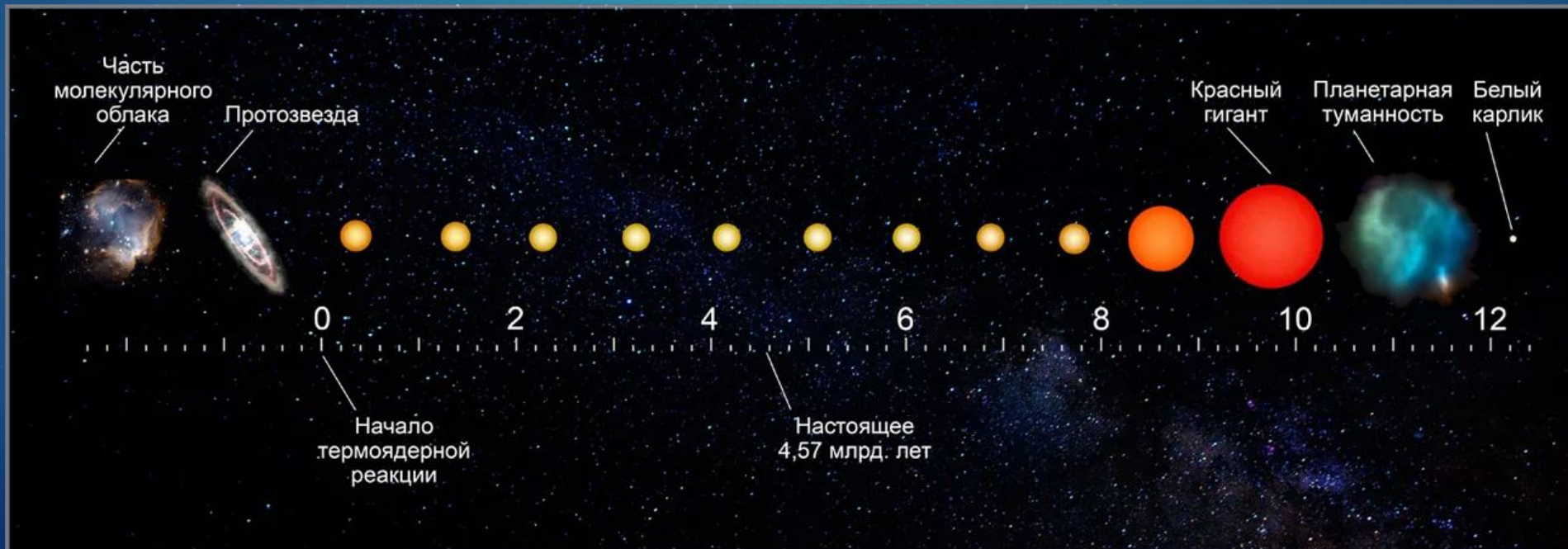
# Звезда

- ▶ **Звезда**— массивный газовый шар, излучающий свет и удерживаемый в состоянии равновесия силами собственной гравитации и внутренним давлением, в недрах которого происходят (или происходили ранее) реакции термоядерного синтеза.



# Понятие

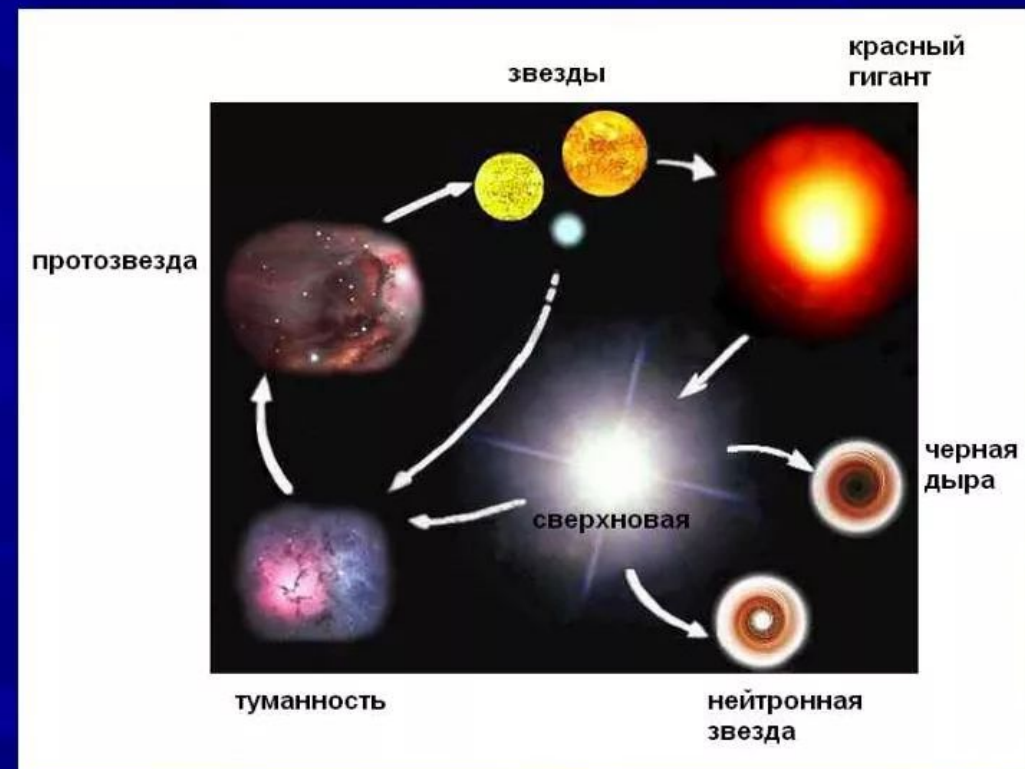
- ▶ **Звёздная эволюция** – последовательность изменений, которым звезда подвергается в течение её жизни, то есть на протяжении сотен тысяч, миллионов или миллиардов лет, пока она излучает свет и тепло. в течение таких колоссальных промежутков времени изменения оказываются весьма значительными.



# Этапы существования звезд

- 1.Туманность ;
- 2.Сжатое газовое облако ;
- 3.Протозвезда ;
- 4.Звезда типа Солнца ;
- 5.Красный гигант ;
- 6.Сбрасывание внешних оболочек ;
- 7.Белый карлик(или нейтронная звезда или черная дыра

## Эволюция звезды

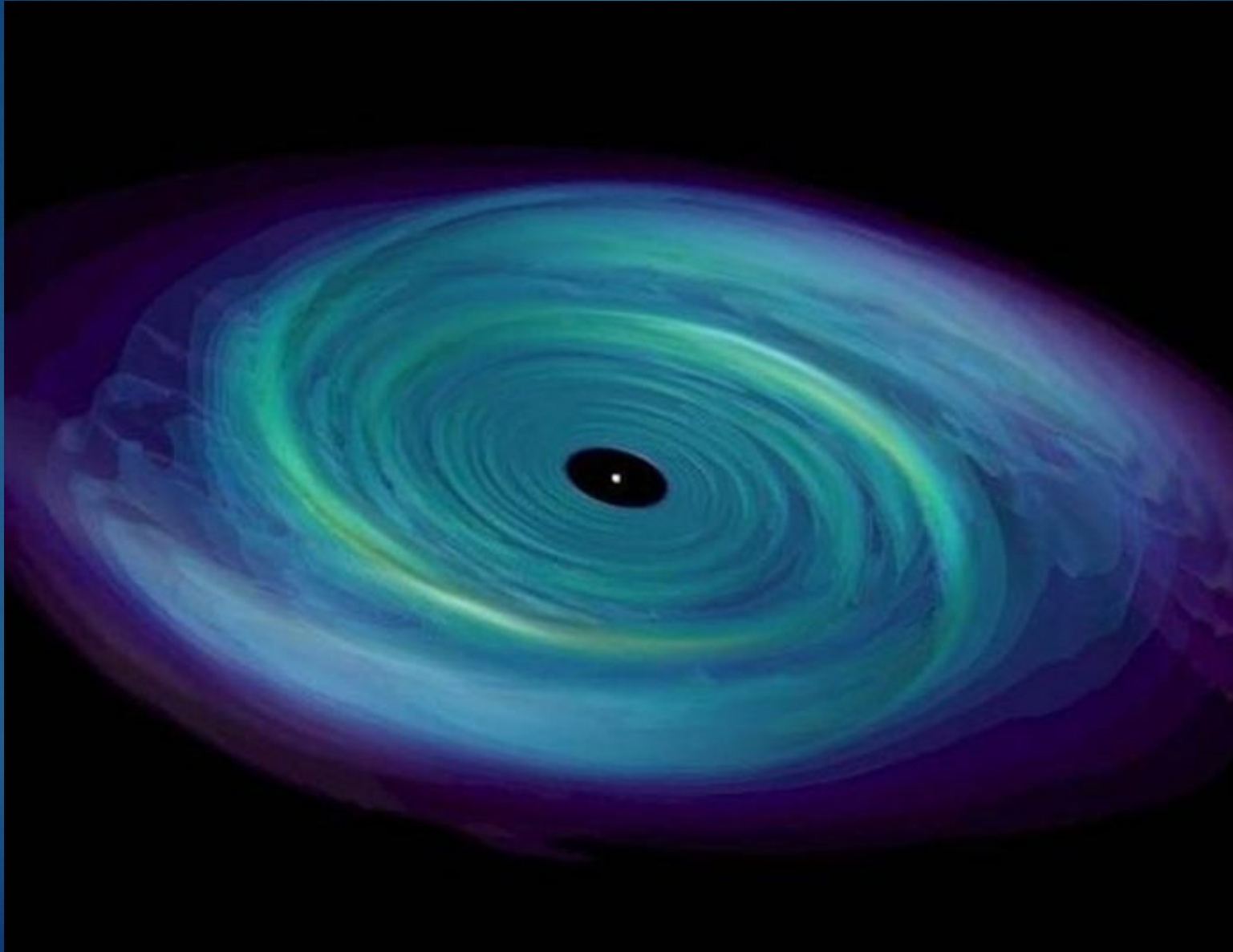


# «Звездная колыбель»

- В Млечном Пути наблюдаются газопылевые облака.
- Эволюция звезды начинается в гигантском молекулярном облаке, также называемом звёздной колыбелью.
- Большая часть «пустого» пространства в галактике — от 0,1 до 1 молекулы на  $\text{см}^3$ .
- Молекулярное облако же имеет плотность около миллиона молекул на  $\text{см}^3$ .
- Масса такого облака превышает массу Солнца в 100 000–10 000 000 раз благодаря своему размеру: от 50 до 300 световых лет в поперечнике;
- Любые неоднородности в силах, действующих на массу облака, могут запустить процесс звездообразования.



# Протозвезда



# Сравнение красного гиганта и Солнца



12.4  $R_{\odot}$



- Раздувшаяся оболочка звезды небольшой массы уже слабо притягивается её ядром и, постепенно удаляясь от него, образует планетарную туманность .

Туманность Кошачий Глаз — планетарная туманность,





# Огромная звёздообразующая туманность



После окончательного рассеяния оболочки остаётся лишь горячее ядро звезды – белый карлик.



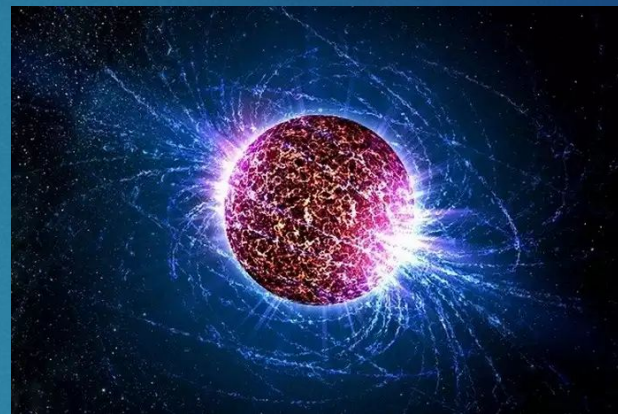
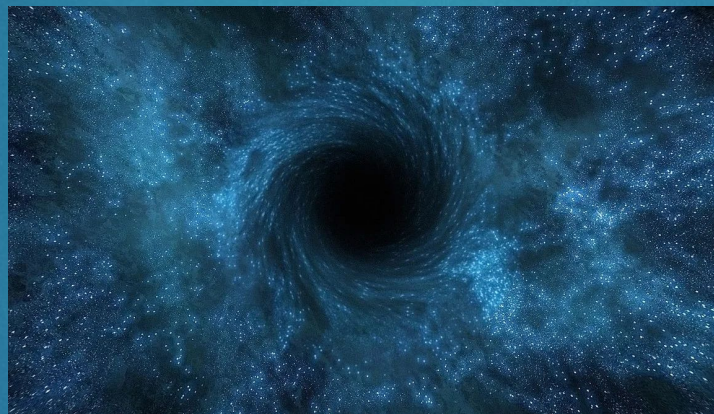
# Сверхмассивные звезды

- ▶ Эволюция массивных звёзд происходит более бурно.
- ▶ В конце своей жизни такая звезда может взорваться сверхновой звездой, а её ядро, резко сжавшись, превратится в сверхплотный объект – 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 звёзд нового поколения.



# Исходы

□ Белый карлик

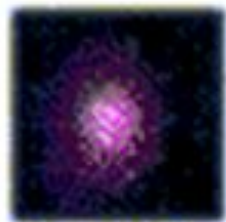


□ Черная дыра

# Схема звёздной эволюции



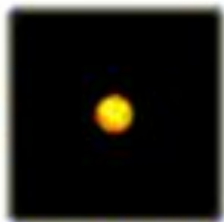
## ЗВЁЗДЫ С НЕБОЛЬШОЙ МАССОЙ



ТУМАННОСТЬ



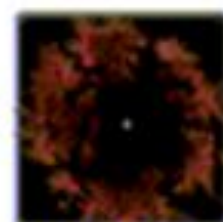
ПРОТОЗВЕЗДА



ЗВЕЗДА ГЛАВНОЙ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ



КРАСНЫЙ  
ГИГАНТ



ПЛАНЕТАРНАЯ  
ТУМАННОСТЬ С БЕ-  
ЛЫМ КАРЛИКОМ В ЦЕНТРЕ

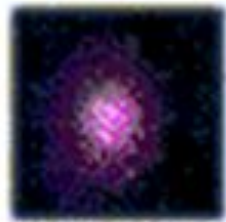


БЕЛЫЙ  
КАРЛИК

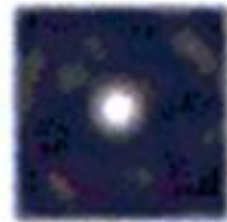


ЧЁРНЫЙ  
КАРЛИК

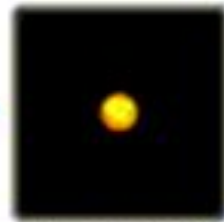
## ЗВЕЗДА С БОЛЬШОЙ МАССОЙ



ТУМАННОСТЬ



ПРОТОЗВЕЗДА



ЗВЕЗДА ГЛАВНОЙ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ



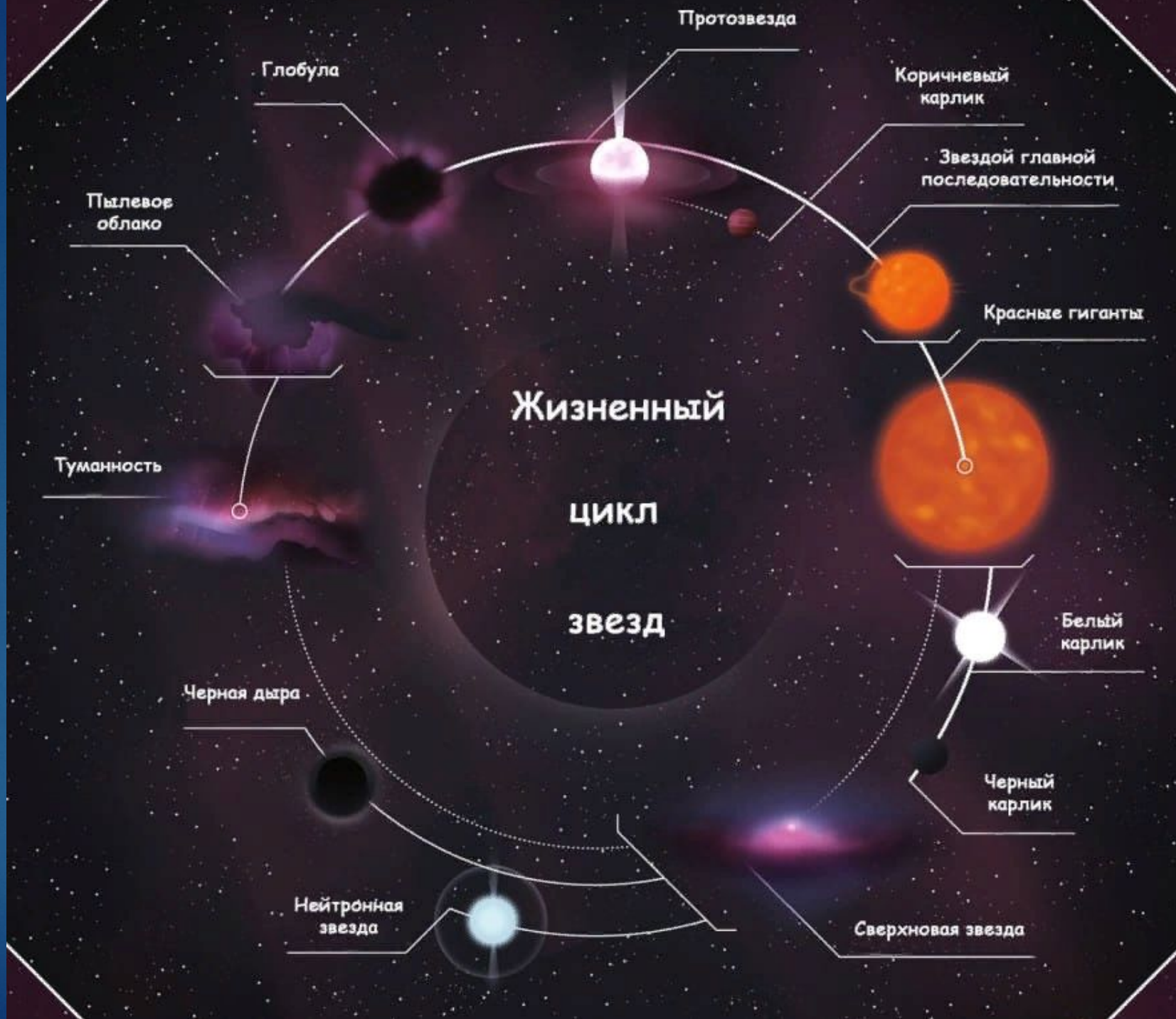
СВЕРХГИГАНТ



СВЕРХНОВАЯ



НЕЙТРОННАЯ ЗВЕЗДА  
ИЛИ ЧЁРНАЯ ДЫРА



# ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД РАЗЛИЧНОЙ МАССЫ

Срок существования звезды существенно зависит от ее массы. Чем больше масса звезды, тем сильнее и быстрее ее гравитационное сжатие, выше температура в центре, интенсивнее идет термоядерный синтез, большая энергия выделяется в единицу времени. Соответственно запасы водорода расходуются быстрее, скажем, за десятки миллионов лет.

Начальная масса звезды, $M_{\odot}$	0,3	1	3	10	30
Время эволюции, млрд лет	800	10	0,3	0,1	0,06
Последний синтезируемый химический элемент	He	C	O	Si	Fe
Конечный результат эволюции	Белый карлик	Белый карлик	Белый карлик	Нейтронная звезда	Черная дыра
Конечная масса, $M_{\odot}$	0,3	0,7	0,8	1,5	6,0
Плотность, $\text{кг/м}^3$	$10^9$	$10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{18}$	$2 \cdot 10^{17}$



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!