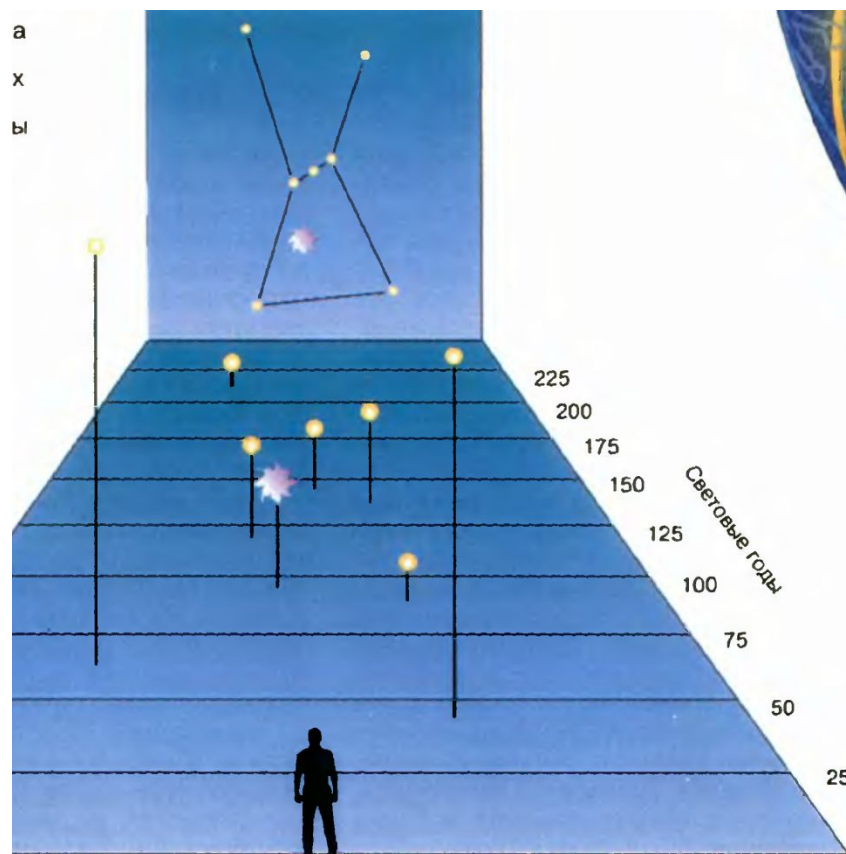


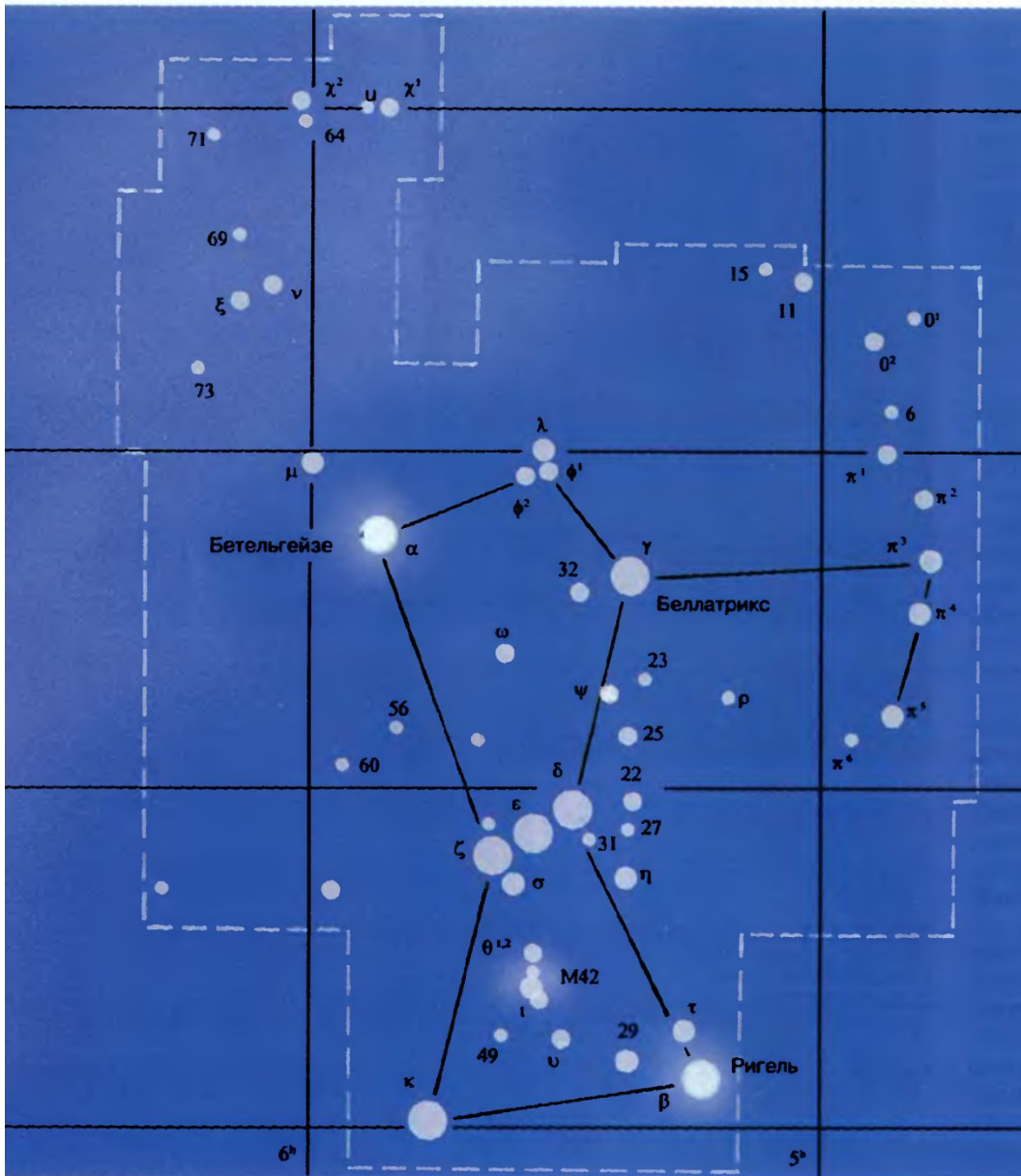
# Звезды



- **Звезды** – наиболее распространенные из всех наблюдаемых космических объектов Вселенной.
- Важнейшим параметром звезд является масса. *Звездами* называются газовые шары, масса которых превосходит 0,08 масс Солнца

# Созвездия - область неба с характерной группой звезд и всеми звездами, находящимися внутри его границ





- Самые яркие –  $\alpha$ , затем  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  и т.д.

# Звездная величина - видимая яркость

## (блеск) звезды.

Самые яркие звезды еще в древности называли звездами 1-й величины, а самые слабые, видимые на пределе зрения для невооруженного глаза, - звездами 6-й величины

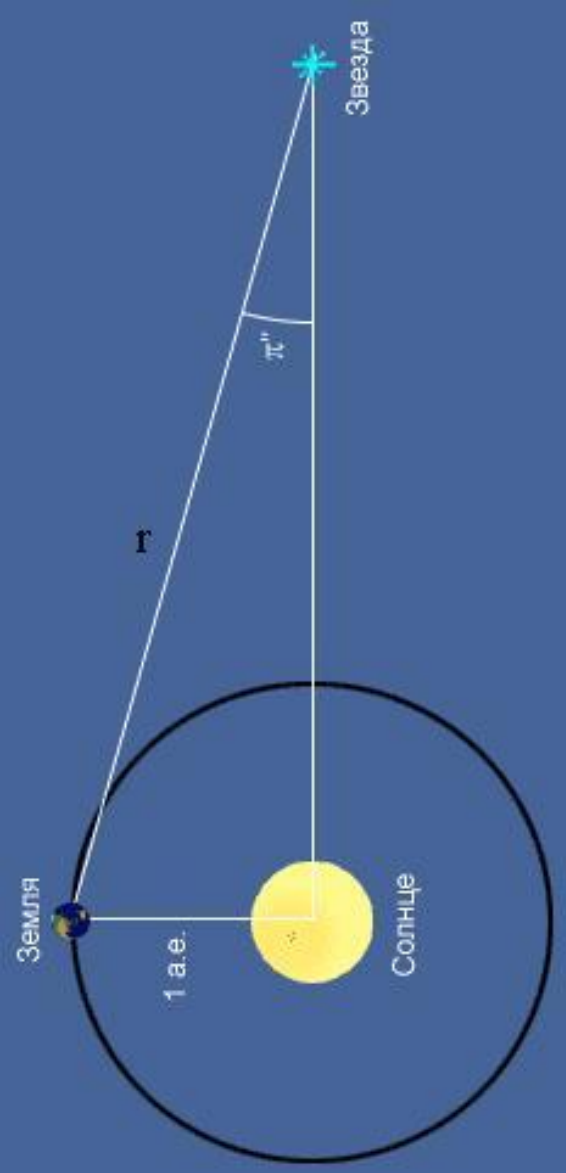
При разности в одну звездную величину яркость звезд отличается в 2,512 раза. Разность в 5 звездных величин соответствует различию в яркости ровно в 100 раз

Современные методы позволяют обнаружить звезды примерно до 25-й звездной величины

Блеск звезд и звездная величина бывает разная, даже

**Таблица 3.1. Самые яркие звезды, видимые с Земли**

Название	Видимая звездная величина	Созвездие	Спектральный класс
Сириус	-1,5	$\alpha$ Большого Пса	A
Канопус	-0,7	$\alpha$ Киля	A
Ригель Центавра	-0,3	$\alpha$ Центавра	G
Арктур	-0,04	$\alpha$ Волопаса	K
Вега	0,0	$\alpha$ Лиры	A
Капелла	0,1	$\alpha$ Возничего	G
Ригель	0,1	$\beta$ Ориона	B
Процион	0,4	$\alpha$ Малого Пса	F
Ахернар	0,5	$\alpha$ Эридана	B
Бетельгейзе	0,5	$\alpha$ Ориона	M
Хадар	0,6	$\beta$ Центавра	B
Акрукс	0,7	$\alpha$ Южного Креста	B
Альтаир	0,8	$\alpha$ Орла	A
Альдебаран	0,9	$\alpha$ Тельца	K
Антарес	1,0	$\alpha$ Скорпиона	M
Спика	1,0	$\alpha$ Девы	B
Поллукс	1,1	$\beta$ Близнецов	K
Фомальгаут	1,2	$\alpha$ Южной Рыбы	A
Денеб	1,3	$\alpha$ Лебедя	A



• **Годичным параллаксом звезды называется угол, под которым со звезды можно было бы видеть большую полуось земной орбиты, перпендикулярную направлению на звезду.**

•  $r = a / \sin \pi$

•  $r = 206265'' a / \pi = 206265'' / \pi \text{ а.е.}$

• ***Расстояние до звезды, которое соответствует параллаксу = 1'' - называют парсеком, тогда  $r = 1/\pi$  (пк)***

- $M$  – абсолютная звездная величина (это видимая звездная величина, которую имела бы звезда, если бы находилась от нас на одинаковом расстоянии  $D_0 = 10$  пк )
- $M = m + 5 - 5 \lg r$ , где  $r$  - расстояние до звезды,  $m$  - видимая звездная величина
- $L$  - светимость звезды
- $\lg L = 0,4(5 - M)$ ,



# Звёзды классифицируются по следующим параметрам: размеры, цвет, светимость, спектральный класс

- **По размерам** звёзды делятся на звёзды-карлики, средние звёзды, нормальные звёзды, звёзды гиганты и звёзды-сверхгиганты. Звёзды-карлики – спутник звезды Сириус; средние – Солнце, Капелла (Возничий); нормальные ( $t = 10$  тыс. К) – имеют размеры между Солнцем и Капеллой; звёзды-гиганты – Антарес, Арктур; сверхгиганты – Бетельгейзе, Альдебаран.

- ***По цвету*** звёзды делятся на *красные* (Антарес, Бетельгейзе – 3000 К), *жёлтые* (Солнце, Капелла – 6000 К), *белые* (Сириус, Денеб, Вега – 10000 К), *голубые* (Спика – 30000 К).

- ***По светимости*** звёзды классифицируют следующим образом. Если принять светимость Солнца за 1, то звёзды белые и голубые имеют светимость в 100 и 10 тыс. раз больше светимости Солнца, а красные карлики – в 10 раз меньше светимости Солнца.
- ***По спектру*** звёзды подразделяют на спектральные классы (Солнце- G2).

**Таблица 11.1. Спектральные классы звезд**

<b>Класс</b>	<b>Цвет</b>	<b>Поверхностная температура</b>	<b>Пример</b>
O	Фиолетово-белый	30 000 °К и выше	λ Ориона
B	Бело-голубой	12 000–30 000 °К	Ригель
A	Белый	8000–12 000 °К	Сириус

<b>Класс</b>	<b>Цвет</b>	<b>Поверхностная температура</b>	<b>Пример</b>
F	Желто-белый	6000–8000 °К	Процион
G	Желтый	5000–6000 °К	Солнце
K	Оранжевый	3000–5000 °К	Арктур
M	Красный	ниже 3000 °К	Антарес

O5=400  
00K  
голубой  
O  
--  
-  
сп.  
30000K

B0=25  
000K  
белый  
B  
---  
A  
---  
сп.  
15000  
K

A0=  
1100  
0K  
желтый  
F  
---  
G  
---  
сп.  
6600  
K

F0=7  
600  
K  
сп.  
6600  
K

G0=  
6000  
оран  
жев  
ый  
K  
---  
M  
---  
сп.  
4100  
K

M0=  
3600  
крас  
ный  
M  
---  
сп.  
2800  
K

Порядок спектров можно запомнить по терминологии: = *Один бритый англичанин финики жевал как морковь* =

Солнце – G2V (V – это классификация по светимости - т.е. последовательности). Эта цифра добавлена с 1953 года. | Таблица 13 – там указаны спектры звезд |.

- По спектру звёзды относят к тому или иному спектральному классу. По спектральной диаграмме можно определить видимую звёздную величину звезды, а далее пользуясь формулами светимость звезды.

- Светимость (L) звезды характеризует общую мощность излучения звезды. Светимость пропорциональна площади поверхности (фотосферы) звезды и четвертой степени эффективной температуры (T) или абсолютной звездной величине  $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$
- По этой формуле можно определить, если известна светимость (L), радиус звезды R, ее объем, площадь фотосферы.

(Если  $L_{\text{солнца}} = 1$ , то  $\lg L = 0.4(M_c - M)$ ,

где  $M_c$  - абсолютная звездная величина солнца)

- Температуры и светимости звезд заключены в очень широких пределах, но эти параметры не являются независимыми



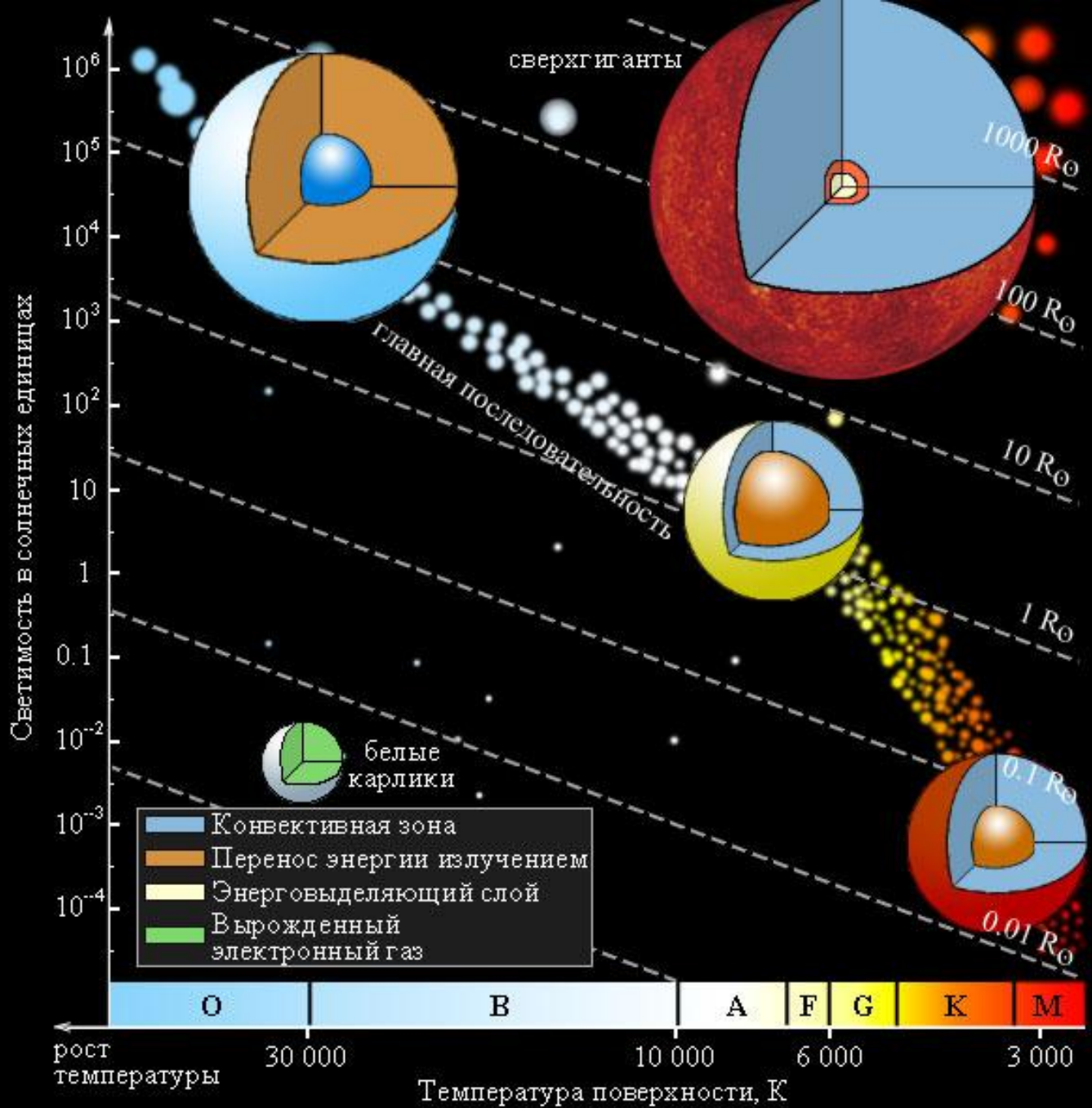
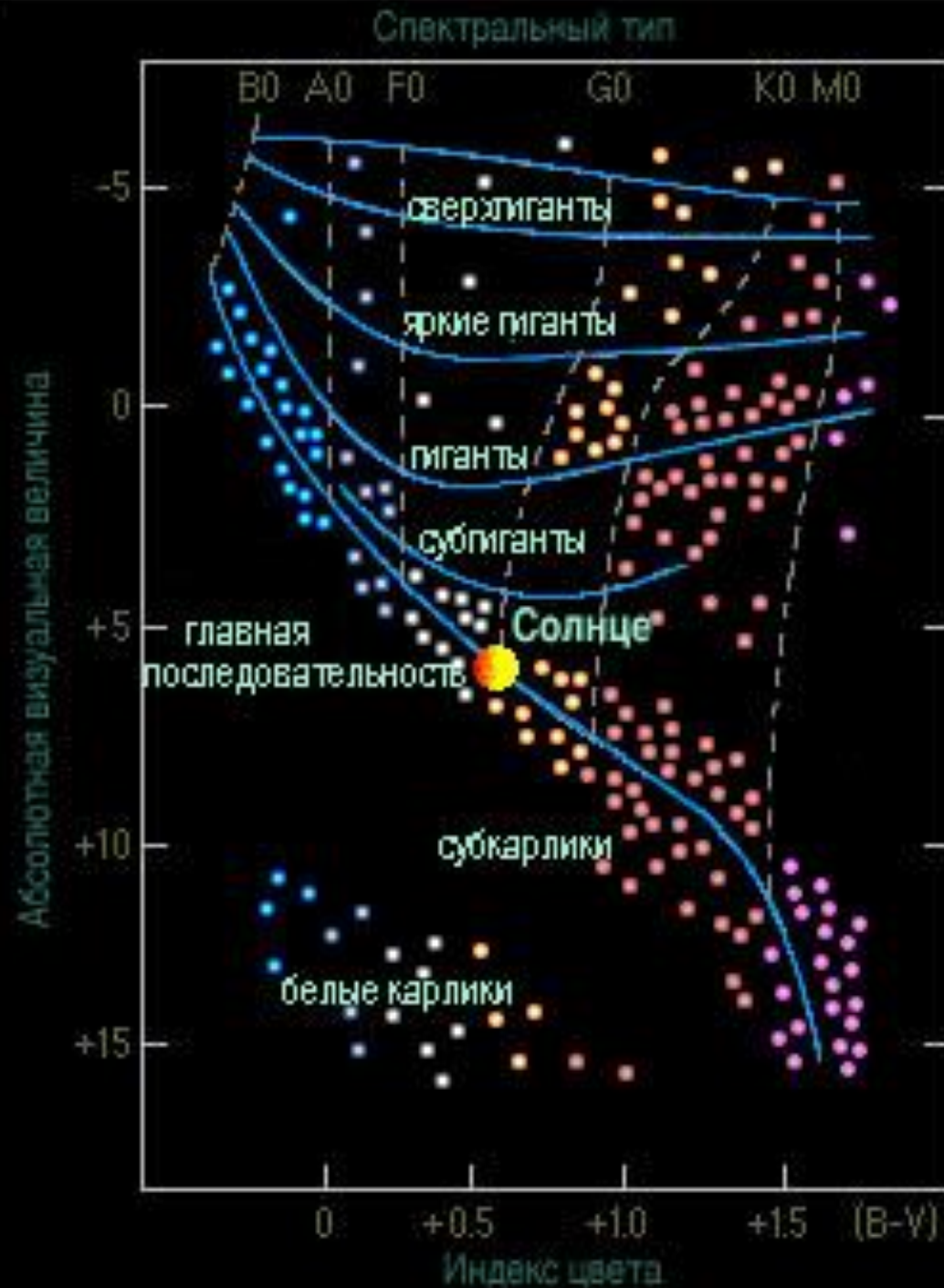
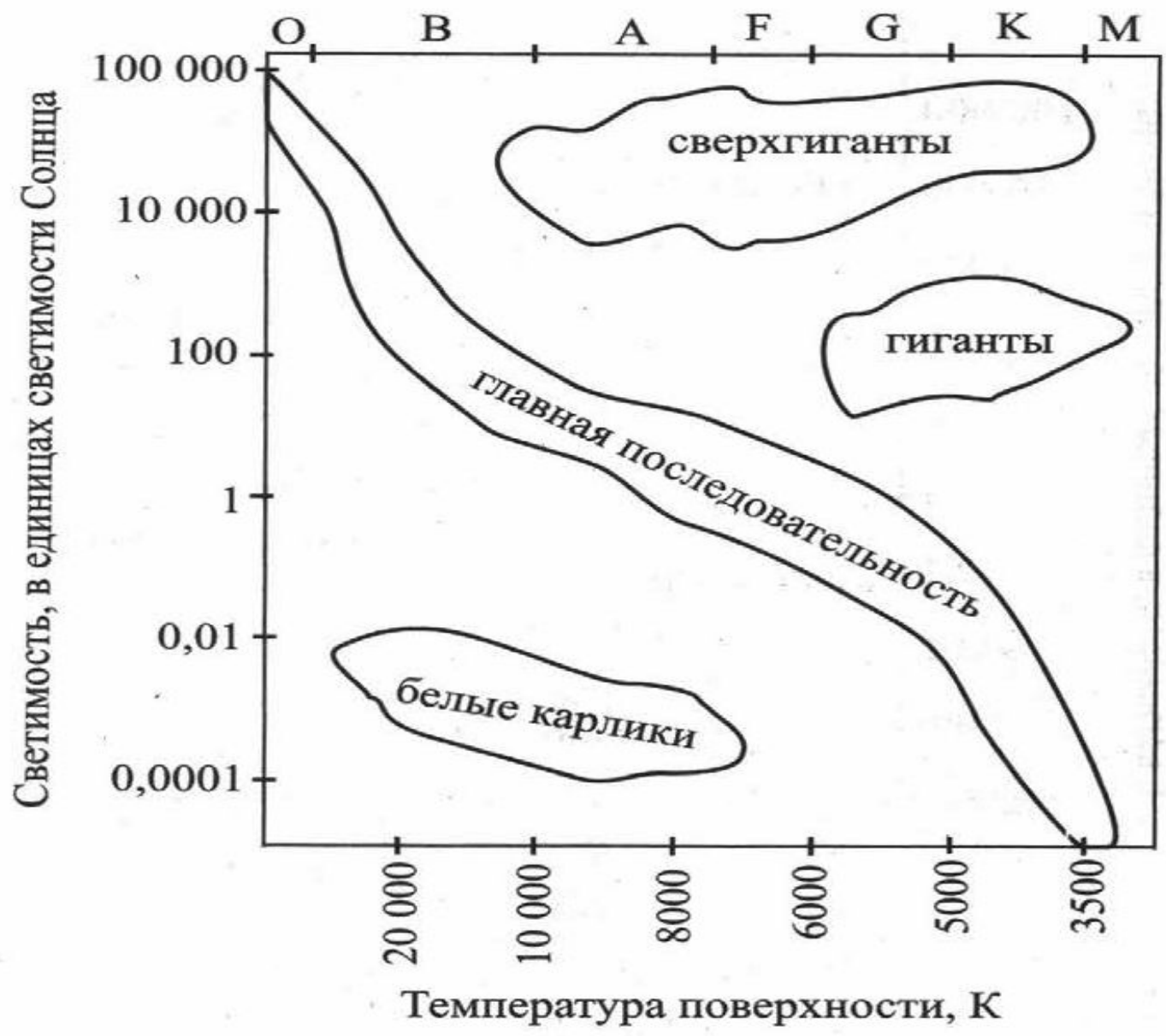


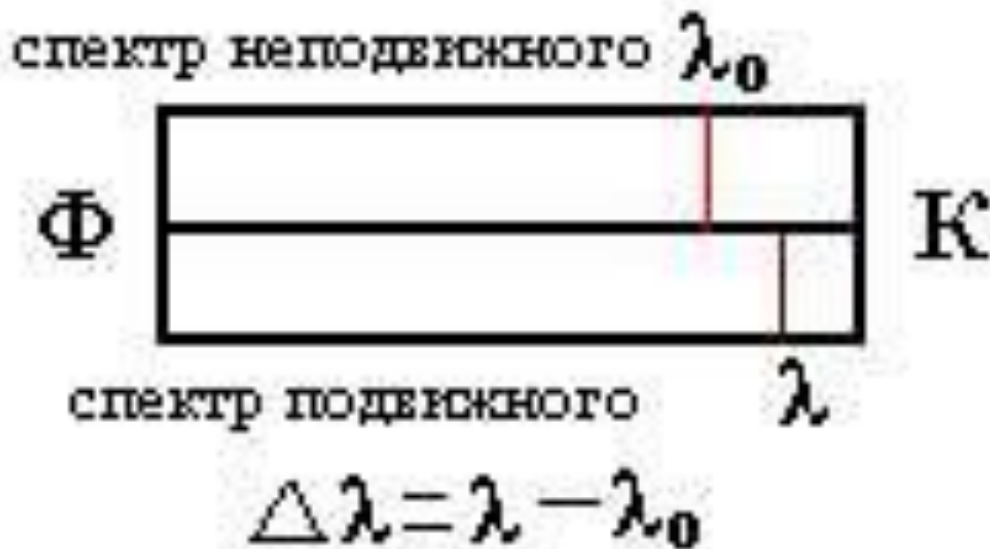
Диаграмма спектр– светимость. (Диаграмма Герцшпрунга–Рассела )





- Звезды главной последовательности – это 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. Они располагаются в нижней части главной последовательности.

Лучевую скорость  $u_r$  определяют по эффекту **Х. Доплера** (Австрия), установившего в 1842г, что длина волны источника изменяется в зависимости от направления движения.  $u_r = \Delta\lambda \cdot c / \lambda_0$ .



Приближение источника - смещается к Фиолетовому (знак "-").  
Удаление источника - смещается к Красному (знак "+").

- В звездах главной последовательности происходит реакции так называемого протон-протонного цикла.  
 $4\text{H} \rightarrow \text{He} + 2e^+ + 2\nu_e + 25,7 \text{ МэВ}$ .
- Красные сверхгиганты и гиганты – это стадия звездной эволюции после исчерпания запасов водорода в центре звезды. Образуется протяженная конвективная оболочка, растет светимость звезды. При этом звезда уходит с главной последовательности вправо. Начинается рост температуры в центре звезды.

У звезд с массой, намного большей, чем у Солнца, другой жизненный цикл. Вместо того чтобы породить планетарную туманность и превратиться в умирающего белого карлика, они взрываются как сверхновые и в конце концов после них остаются нейтронные звезды или черные дыры. Причем происходит это довольно быстро.