



# HSC & HRD

= ГСК и ДГР



# НАБЛЮДАЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗВЁЗД:

## ▣ **Небесные координаты**

- 5 систем со сложными формулами перевода
- созвездия как участки неба для ориентирования

## ▣ **Визуальная «яркость»**

- физически – плотность потока энергии ( $\text{Вт/м}^2$ )
- => звёздная величина (Гиппарх, Погсон)

## ▣ **Параллаксы**

- => расстояние до объекта

## ▣ **Цвет**

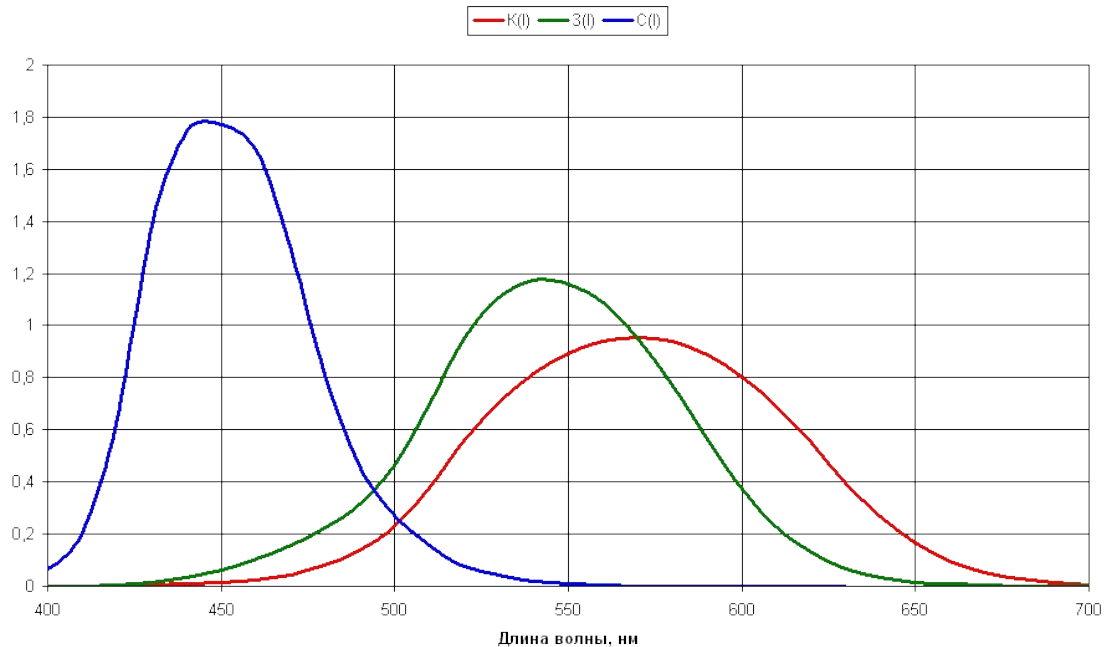
- физически – особенности спектральных распределений
- + особенности восприятия цвета глазом / приборами
- => длина волны максимума излучения
- => спектральные классы



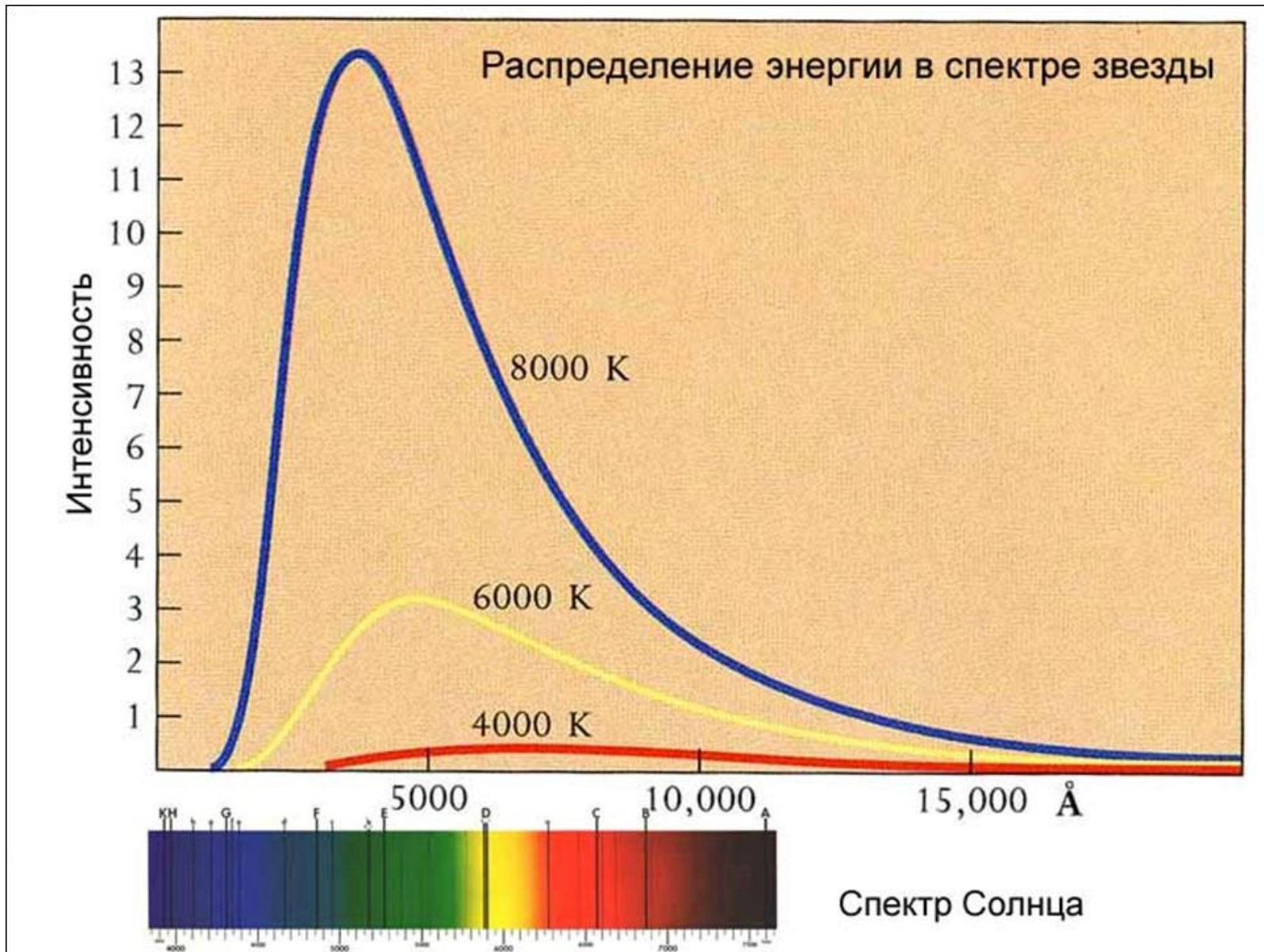
# ПРОБЛЕМЫ С ЦВЕТОМ

- Восприятие цвета субъективно
- Визуально звёзды все белые (почти)
- Визуальный цвет – не непрерывная шкала
- Неравномерное восприятие глазом

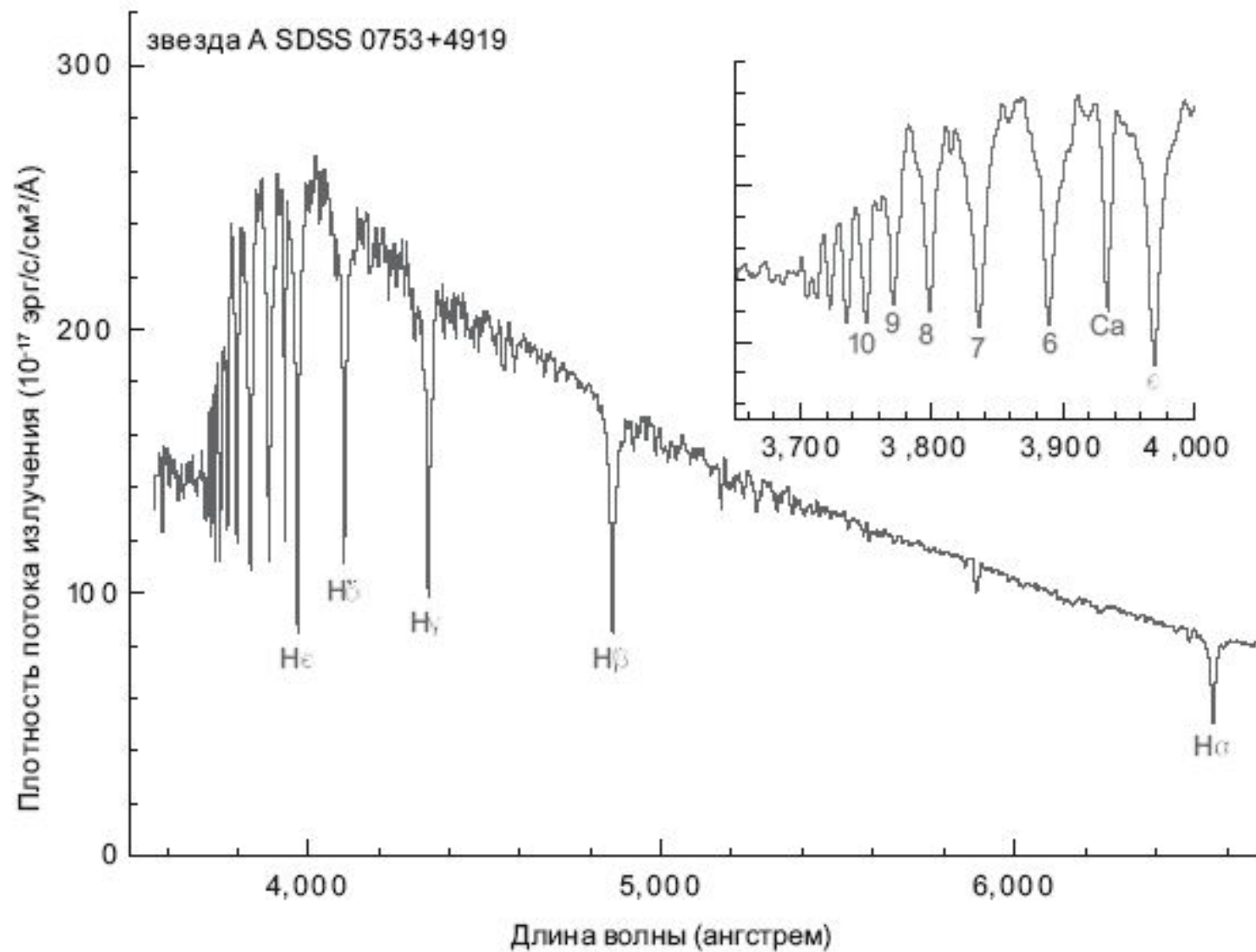
Спектральные характеристики приемников глаза среднего стандартного наблюдателя  
Яркостные коэффициенты  $L_K:L_S:L_C = 1:0,655:0,003$



# СПЕКТР ЗВЕЗДЫ — СТРОЙНАЯ ТЕОРИЯ



# СПЕКТР ЗВЕЗДЫ — СУРОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ



# КАКОГО ЦВЕТА ЗВЁЗДЫ?

▣ Закон Вина:

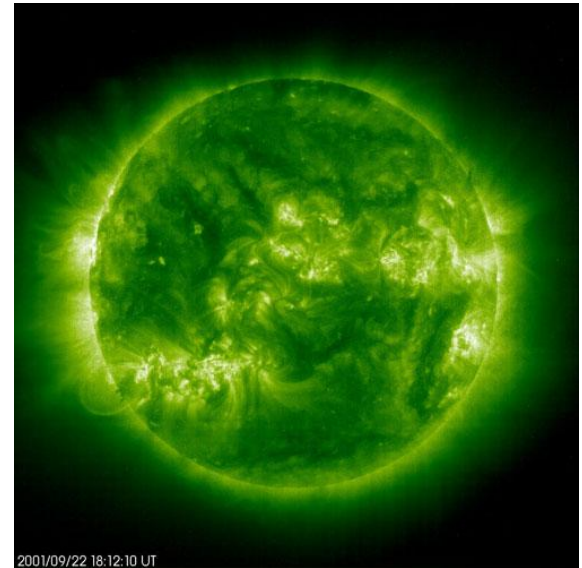
$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

○ Постоянная Вина:

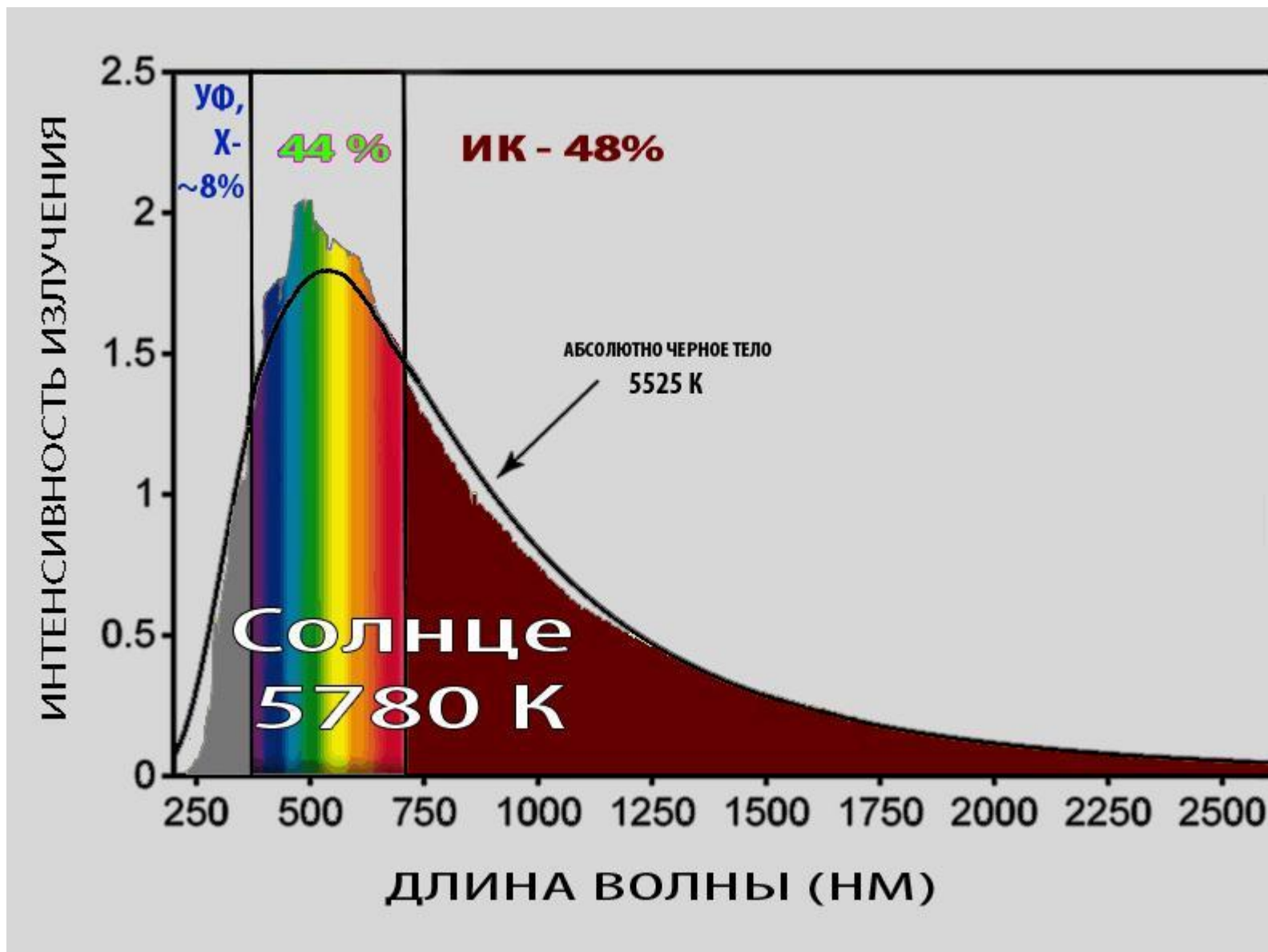
$$b = 2,897 \text{ мм} \cdot \text{К}$$

○ Для Солнца  $T = 5778 \text{ К}$ ,  $\lambda_{max} \approx 500 \text{ нм}$ .

- Солнце у нас **зелёное** 😊



# ЗЕЛЁНОЕ?? оО



# СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ ЗВЁЗД

## □ Основные:

Буква	T, тыс К	R (ГП), R <sub>c</sub>	M (ГП), M <sub>c</sub>	t (ГП), лет
O	30 – 60	15	60	МИЛЛИОНЫ
B	10 – 30	7	18	ДЕСЯТКИ МЛН
A	7,5 – 10	2,1	3,1	1–3 млрд
F	6 – 7,5	1,3	1,7	3–6 млрд
G	5 – 6	1,1	1,1	~ 10 млрд
K	3,5 – 5	0,9	0,8	ДЕСЯТКИ МЛРД
M	2 – 3,5	0,4	0,3	ДЕСЯТКИ МЛРД



# СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ ЗВЁЗД

## □ Дополнительные:

Буква	Название	Особенности
W	Звёзды Вольфа-Райе	$T \sim 70000$ К, эмиссионные линии, рентгеновское излучение
L	Коричневые карлики	$T \sim 1500\text{--}2000$ К, соединения металлов в атмосфере
T	Метановые карлики	$T \sim 700\text{--}1500$ К, молекулярные спектральные линии
Y	Метано-аммиачные карлики	$T < 700$ К
C	Углеродные звёзды	$T \sim 3500\text{--}4500$ К, углерода больше, чем кислорода
S	Циркониевые звёзды	$T \sim 3000$ К, $M \sim 2 M_{\odot}$ , линии оксида циркония, оксида титана
D	Белые карлики	Нет термоядерных источников, $M \sim M_{\odot}$ , $R \sim 0.01 R_{\odot}$

# А ЕЩЁ ПО СВЕТИМОСТИ

## □ Йёркская классификация

- Добавка к спектральным классам

Обозначение	Название	Абс. зв. вел.
O, Ia+	гипергиганты	$-10^m$
I, Ia, Iab, Ib	сверхгиганты	$-5^m \dots -7,5^m$
II, IIa, IIb	яркие гиганты	$-2,2^m$
III, IIIa, IIIab, IIIb	гиганты	$+1,2^m$
IV	субгиганты	$+2,7^m$
V, Va, Vb	ГП	$+4^m$
VI	субкарлики	$+5^m \dots +6^m$
VII	белые карлики	$+13^m \dots +15^m$

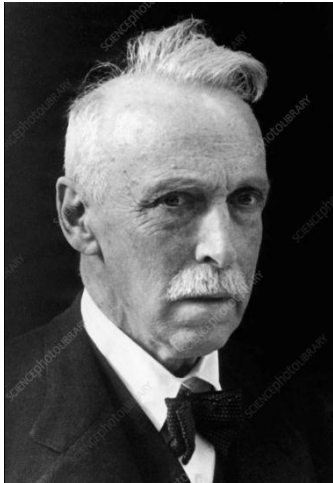


# А ЕЩЁ СУФФИКСЫ

- с
- comp
- con
- e
- em
- ep
- er
- esd
- eq
- ev
- ew
- f
- (f)

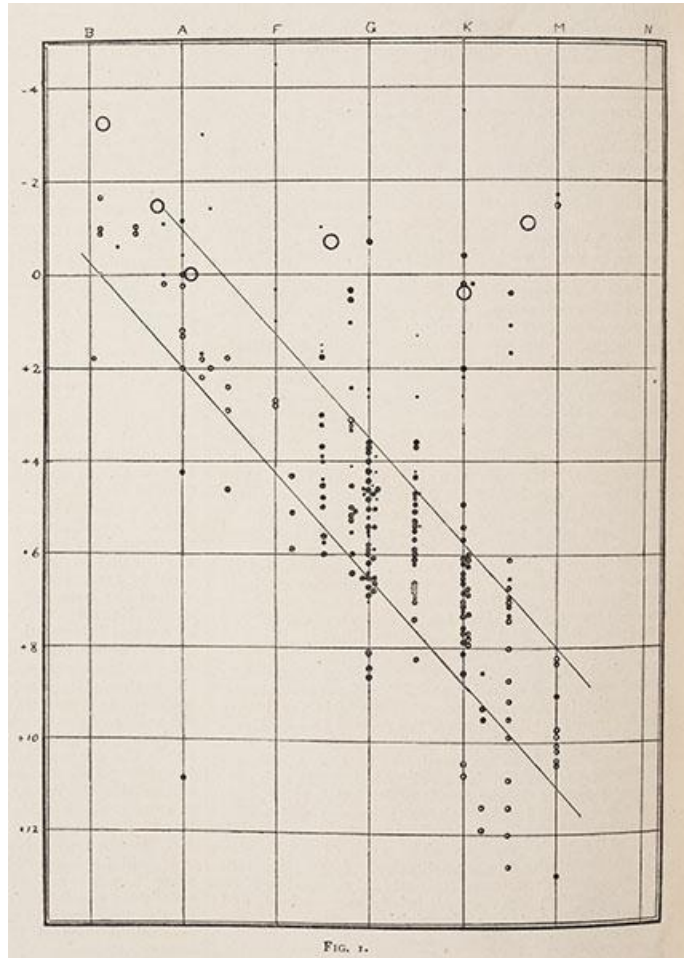


# КТО ВСЕ ЭТИ ЛЮДИ?



Это Герцшпрунг  
(его зовут Эйнар)

Он датчанин,  
он не виноват



А это диаграмма  
(Герцшпрунга-Рассела)



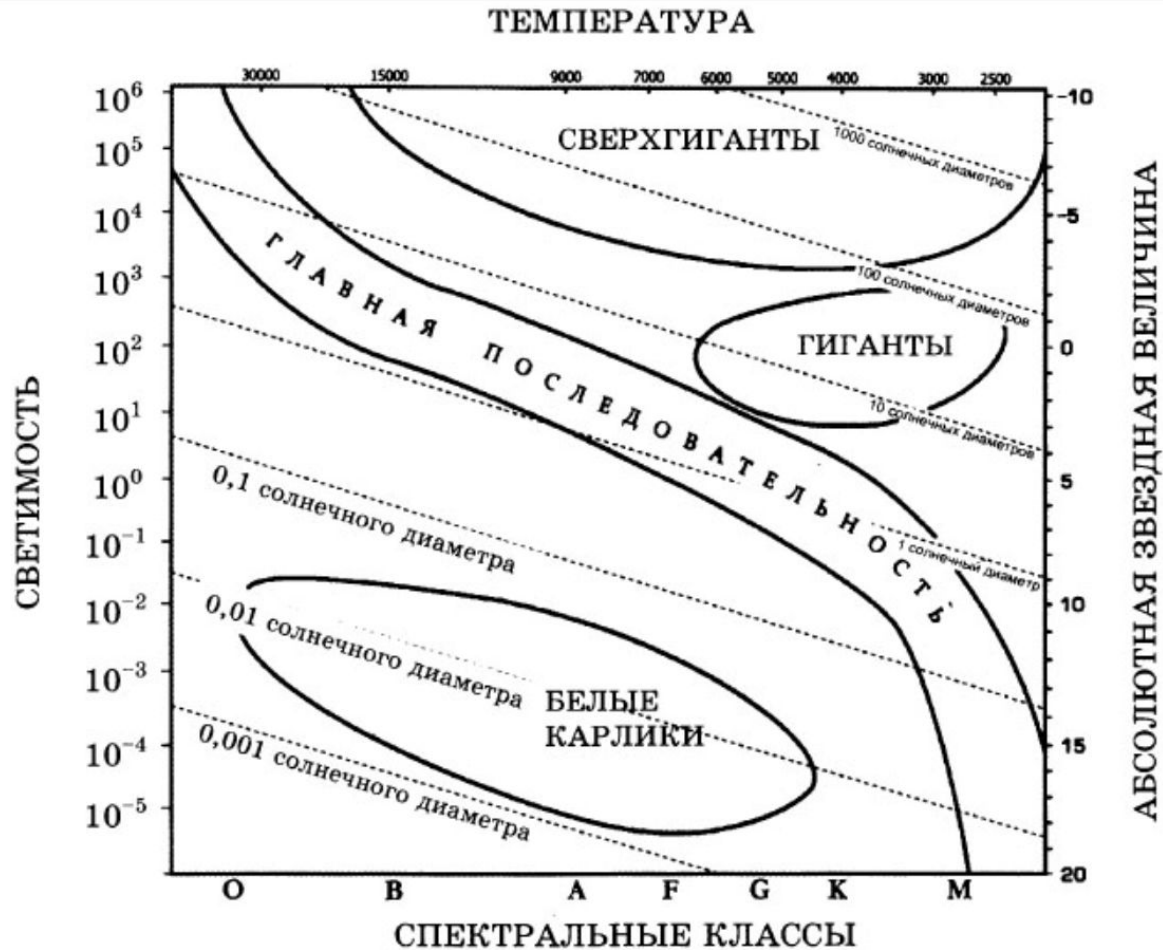
Это Рассел  
(его зовут Генри)

Не Рассел!  
Не Рассел!  
Не Бертран!



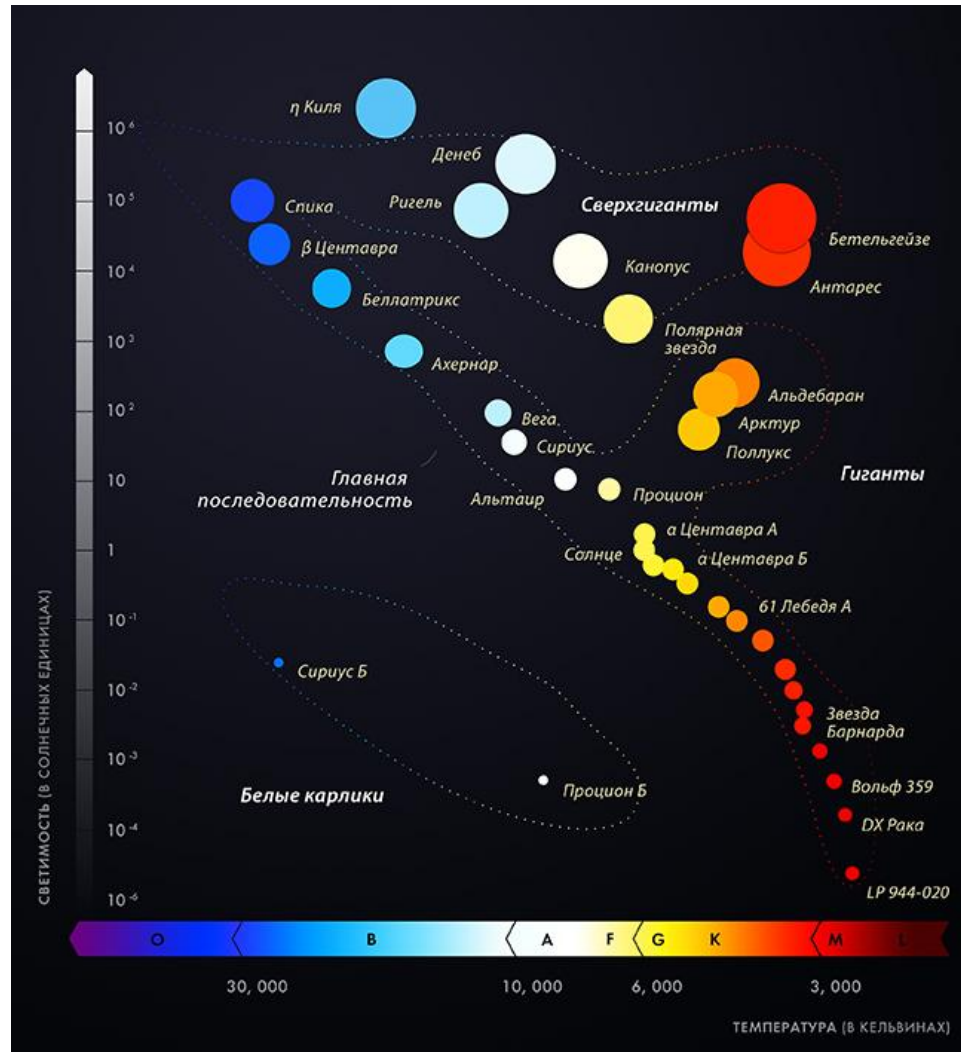
# ВАРИАНТЫ ДИАГРАММЫ

- Как в ЕГЭ (суперупрощённая)



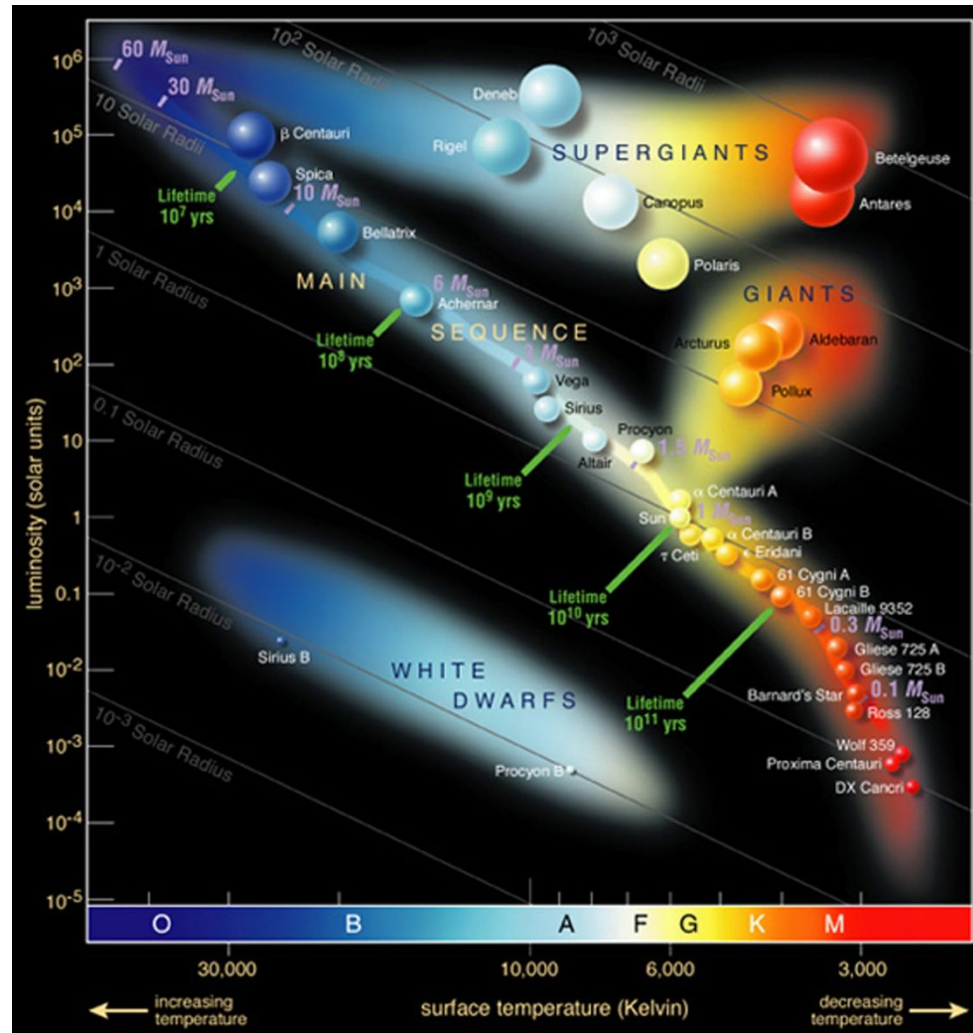
# ВАРИАНТЫ ДИАГРАММЫ

## □ Со звёздочками



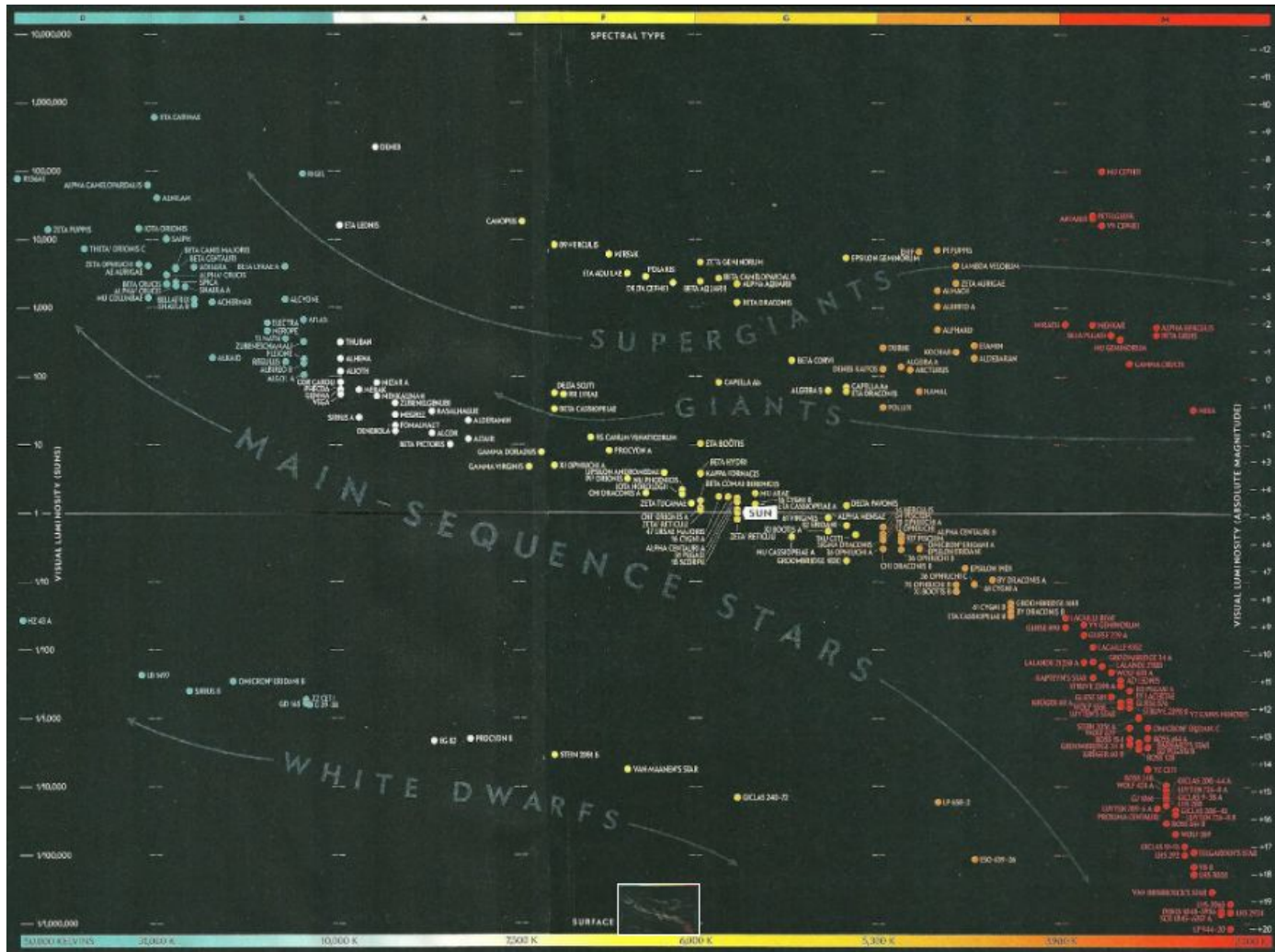
# ВАРИАНТЫ ДИАГРАММЫ

□ Больше звёздочек!



# ВАРИАНТЫ ДИАГРАММЫ

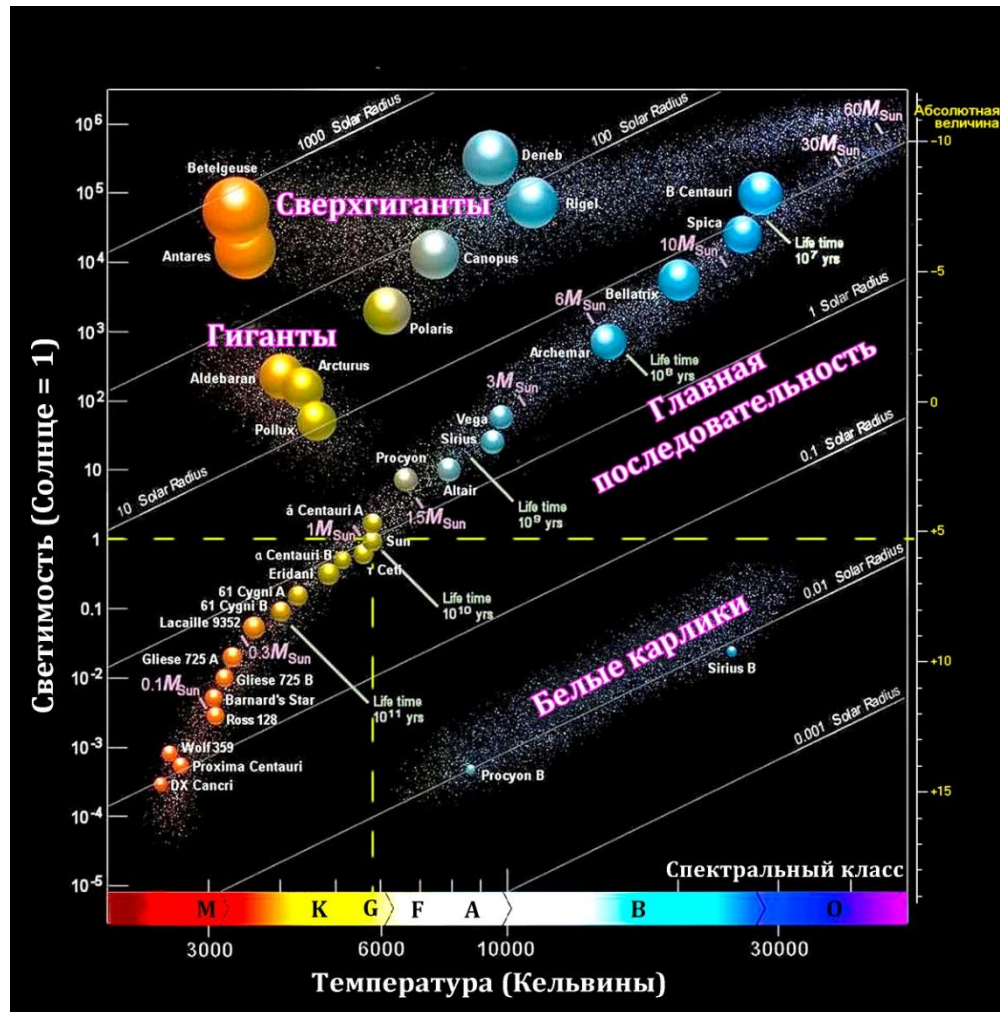
□ Ещё больше звёздочек!

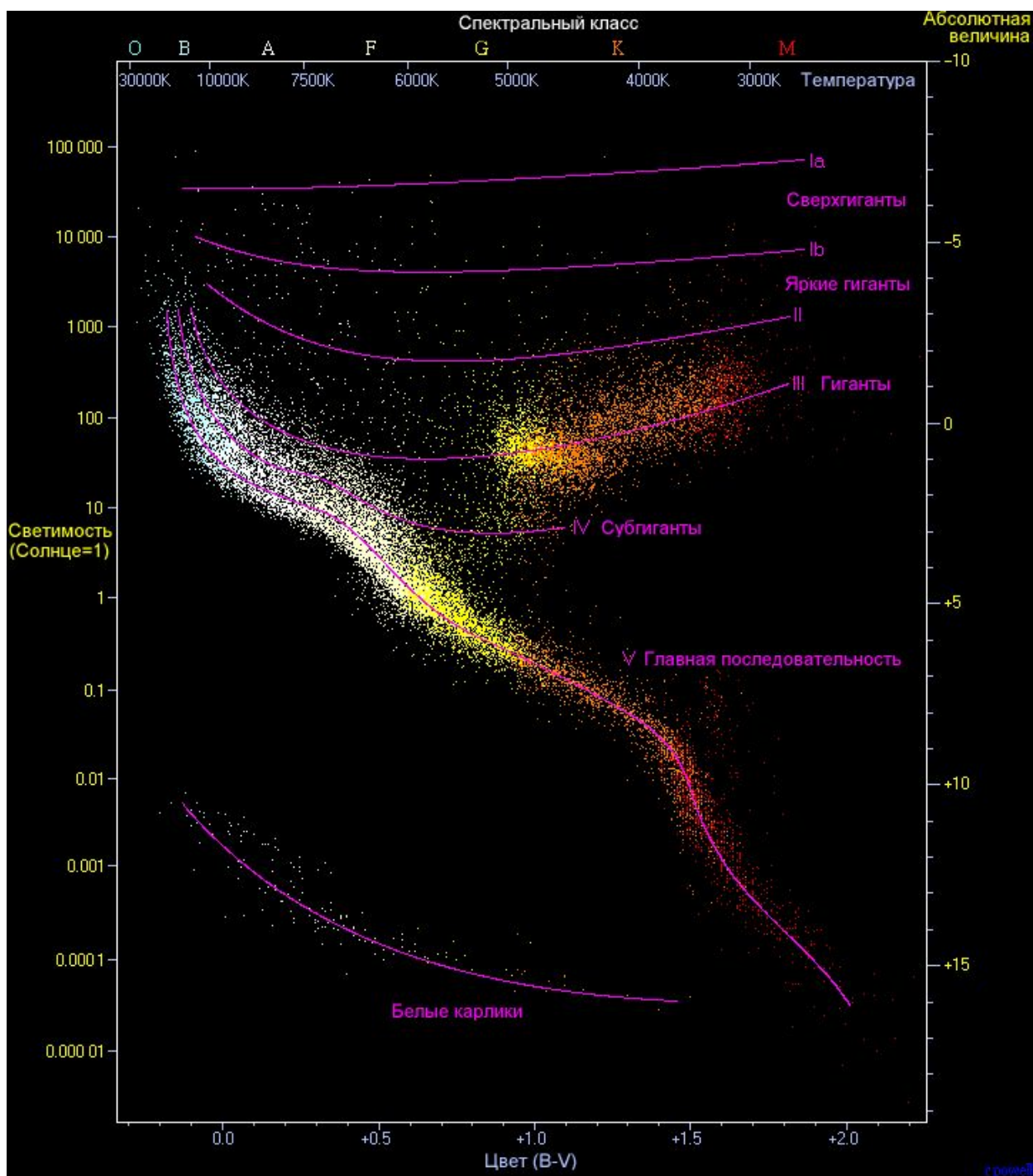




# ВАРИАНТЫ ДИАГРАММЫ

- Странно перевёрнутая





# Что по осям?

## □ Горизонтальная ось:

- Температура (обычно убывающая)
- Спектральные классы: O B F G K M
- Показатель цвета (B–V)

## □ Вертикальная ось:

- Абсолютная звёздная величина (убывающая)
- Светимость в единицах солнечной (log-шкала)



# НА ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

▣ Функция масс:

$$L = M^{3,9}$$

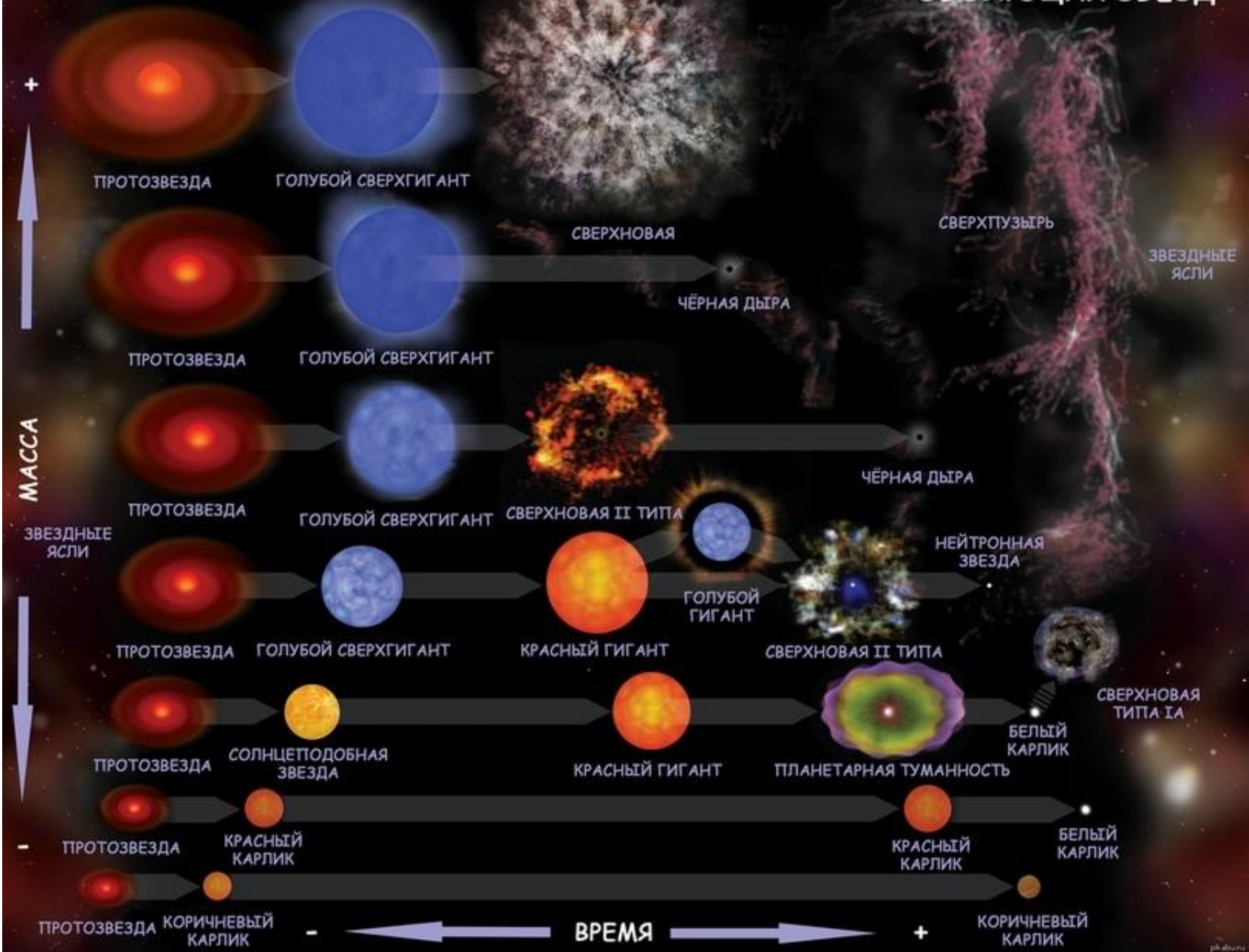
(в светимостях и массах Солнца)

○ Функция времени жизни:

$$\tau = (10^{10} \text{ лет}) \cdot \left( \frac{M_c}{M} \right)^{2,5}$$



# ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД



ПОКА ВАМ ХВАТИТ 😊

