HSC & HRD

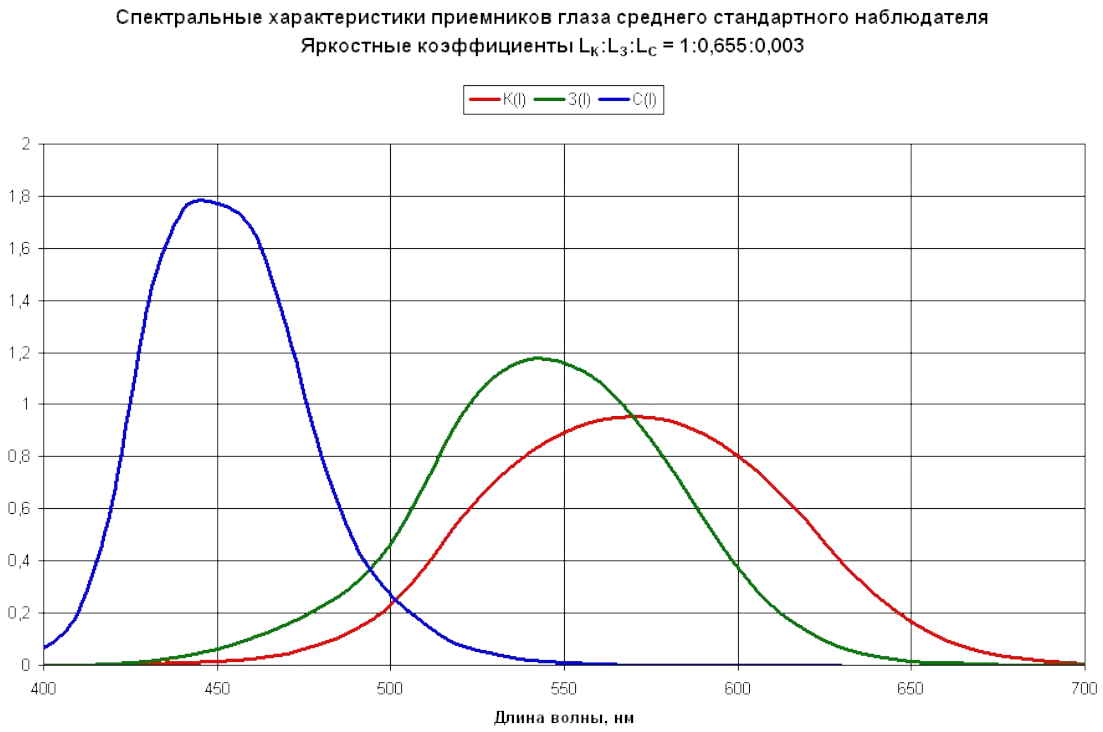
= ГСК и ДГР

Наблюдаемые параметры звёзд:

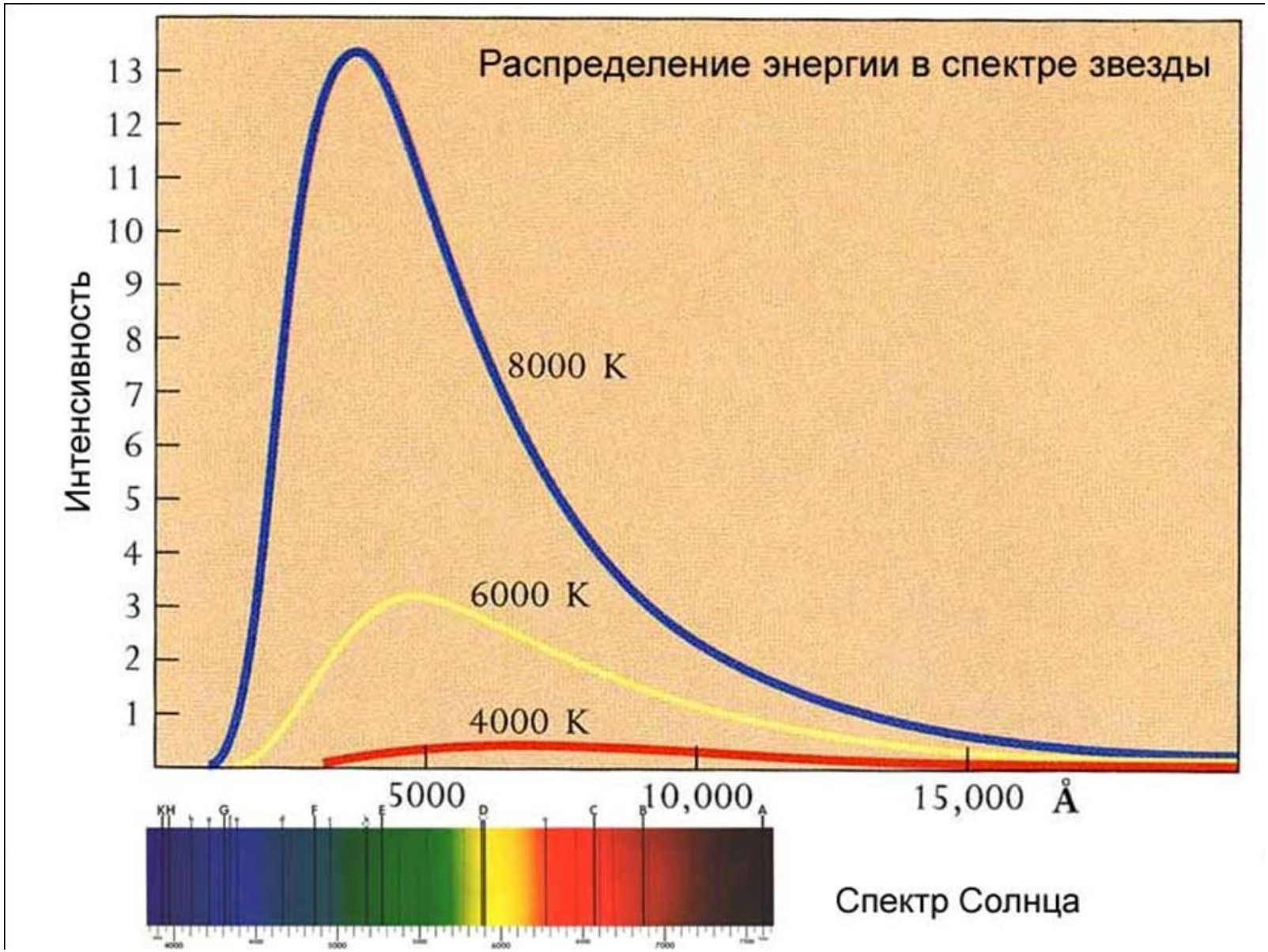
- **Небесные координаты**
  - 5 систем со сложными формулами перевода
  - созвездия как участки неба для ориентирования
- **Визуальная «яркость»**
  - физически – плотность потока энергии (Вт/м^2)
  - => звёздная величина (Гиппарх, Погсон)
- **Параллаксы**
  - => расстояние до объекта
- **Цвет**
  - физически – особенности спектральных распределений
  - + особенности восприятия цвета глазом / приборами
  - => длина волны максимума излучения
  - => спектральные классы

Проблемы с цветом

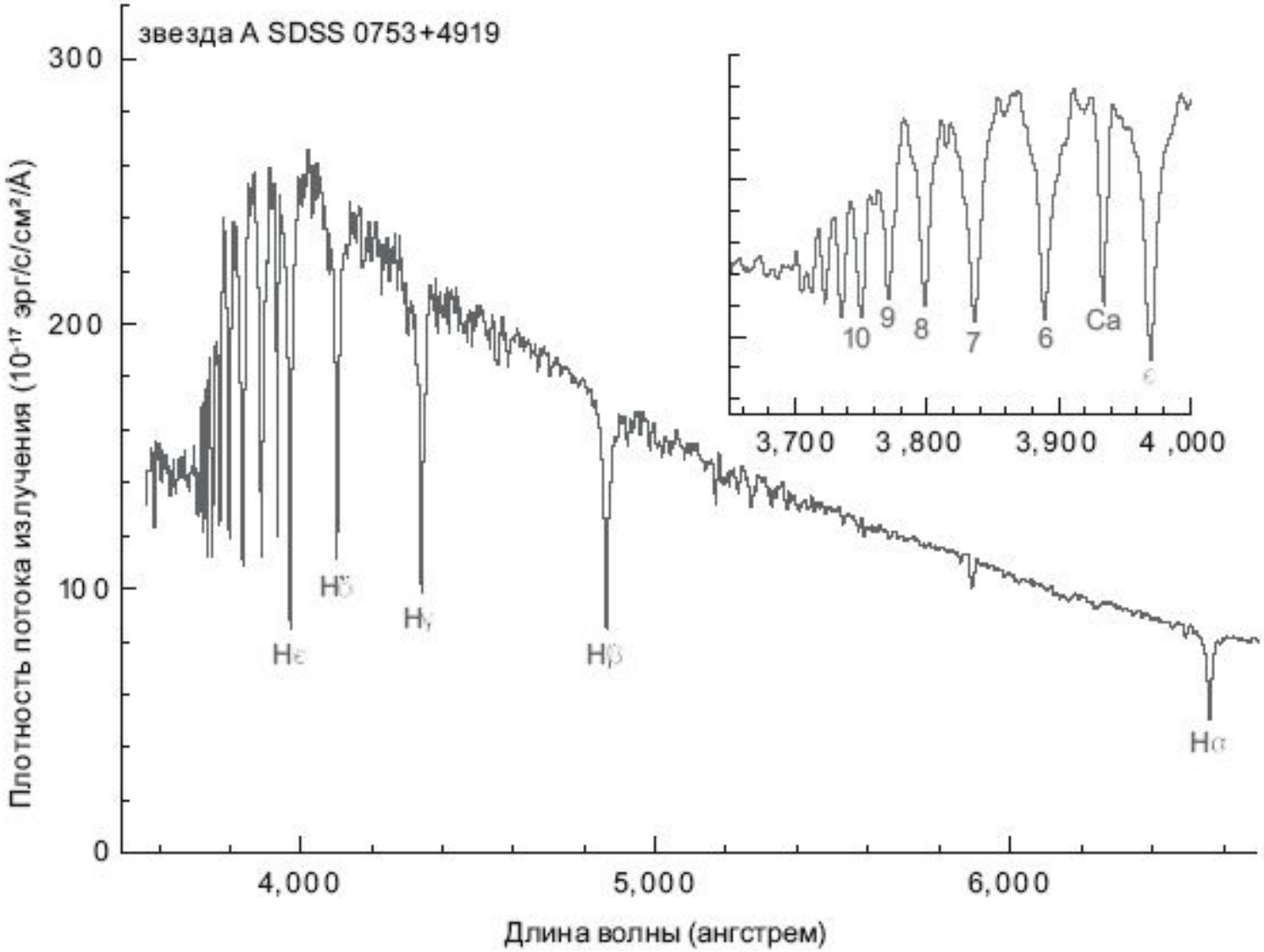
- Восприятие цвета субъективно
- Визуально звёзды все белые (почти)
- Визуальный цвет – не непрерывная шкала
- Неравномерное восприятие глазом



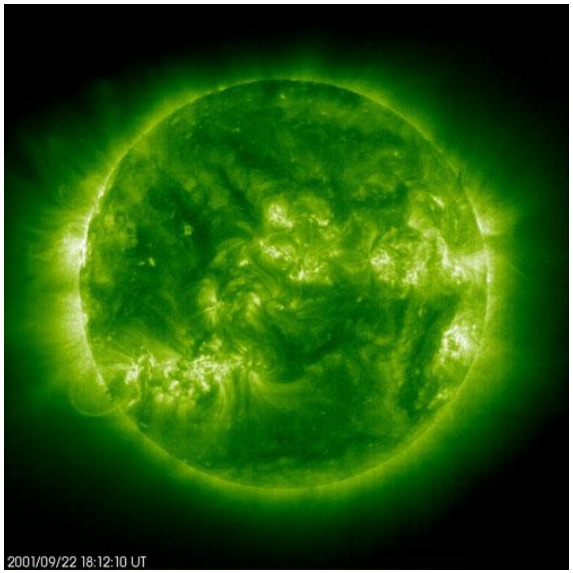
Спектр звезды – стройная теория



Спектр звезды – суровая реальность



Какого цвета звёзды?



- Закон Вина:

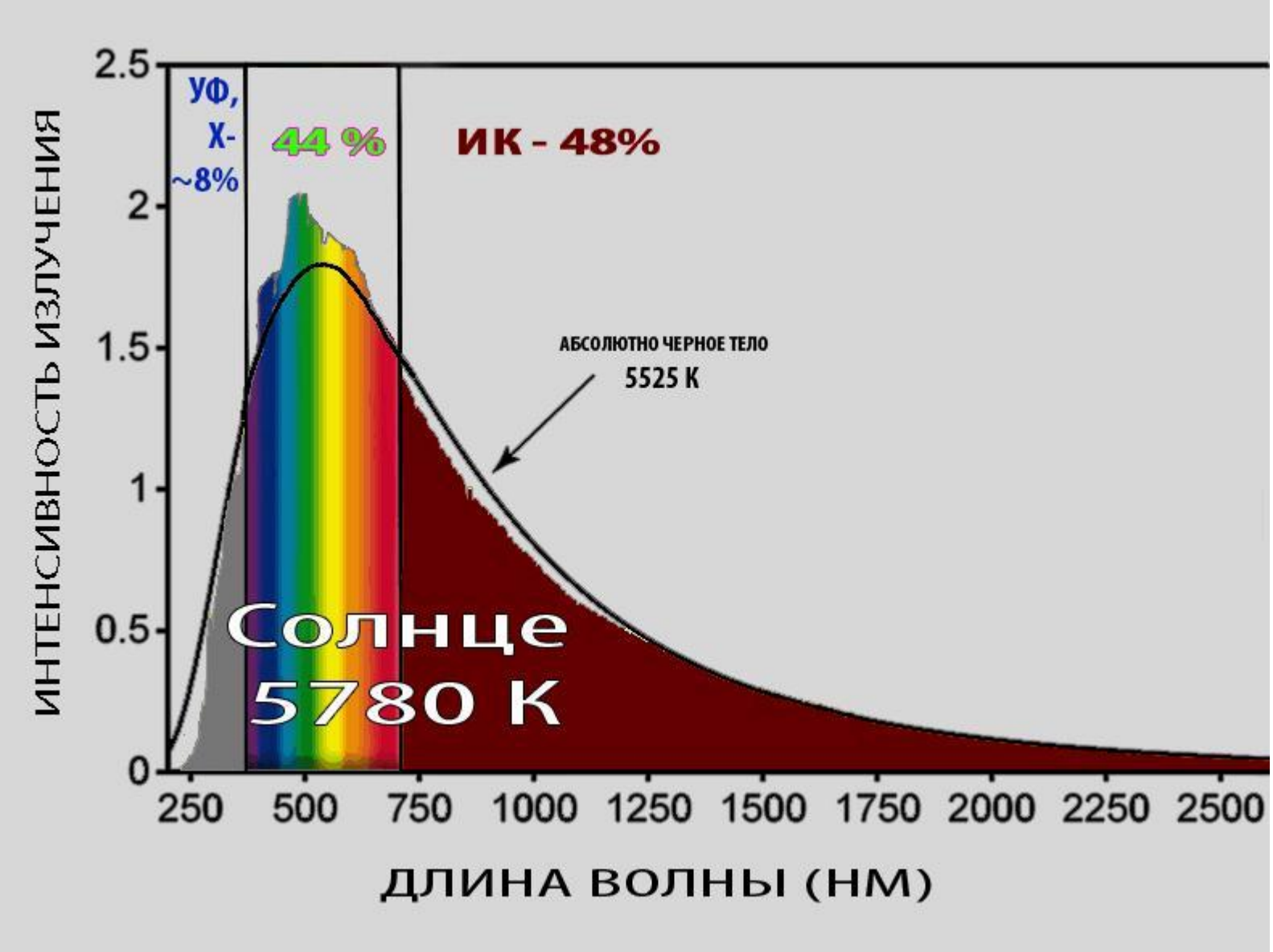
$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

- Постоянная Вина:

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

- Для Солнца T = 5778 К, $\lambda_{max} \approx 500$ нм.
  - Солнце у нас **зелёное** ☺

Зелёное?? оО


УФ,
X-
~8%
44 %
ИК - 48%
АБСОЛЮТНО ЧЕРНОЕ ТЕЛО
5525 К
Солнце
5780 К
ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ
2.5
2
1.5
1
0.5
0
250
500
750
1000
1250
1500
1750
2000
2250
2500
ДЛИНА ВОЛНЫ (НМ)

Спектральные классы звёзд

- Основные:

Буква	T, тыс К	R (ГП), Rc	M (ГП), Mc	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 ~ 70000 K, эмиссионные линии, рентгеновское излучение
L	Коричневые карлики	T ~ 1500–2000 K, соединения металлов в атмосфере
T	Метановые карлики	T ~ 700–1500 K, молекулярные спектральные линии
Y	Метано-аммиачные карлики	T < 700 K
C	Углеродные звёзды	T ~ 3500–4500 K, углерода больше, чем кислорода
S	Циркониевые звёзды	T ~ 3000 K, M ~ 2 Mc, линии оксида циркония, оксида титана
D	Белые карлики	Нет термоядерных источников, M ~ Mc, R ~ 0.01 Rc

А ещё по светимости

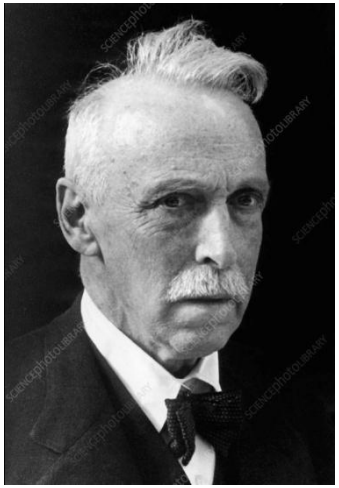
- Йёркская классификация
  - Добавка к спектральным классам

Обозначение	Название	Абс. зв. вел.
O, Ia+	гипергиганты	-10^m
I, Ia, Iab, Ib	сверхгиганты	-5^m .. $-7{,}5^m$
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	$+5^m$ .. $+6^m$
VII	белые карлики	$+13^m$ .. $+15^m$

А ещё суффиксы

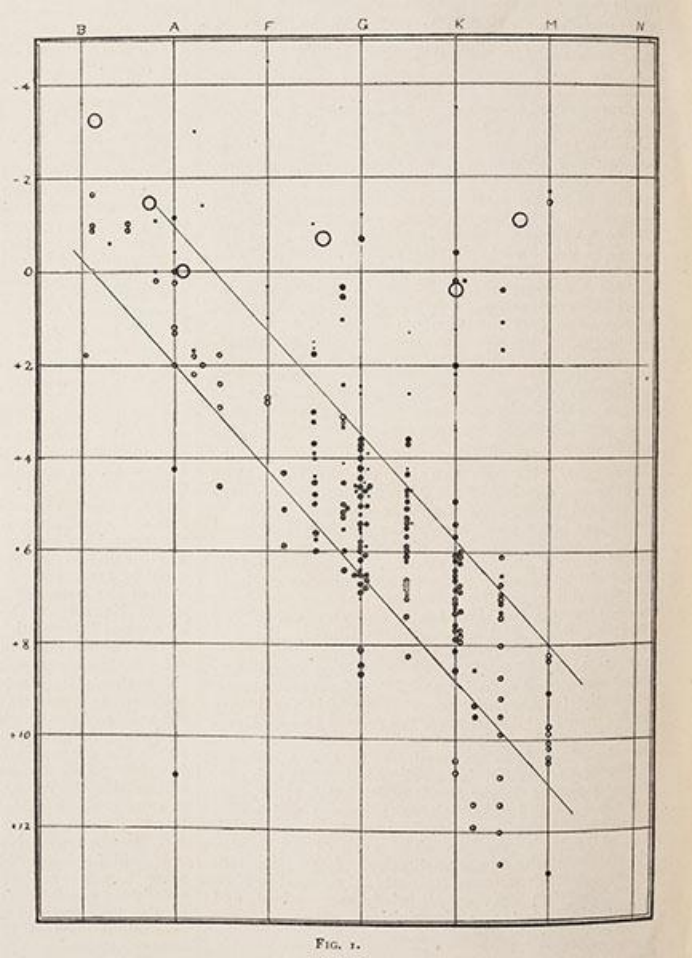
- c
- comp
- con
- e
- em
- ep
- er
- esd
- eq
- ev
- ew
- f
- (f)

Кто все эти люди?



Это Герцшпрунг
(его зовут Эйнар)

Он датчанин,
он не виноват



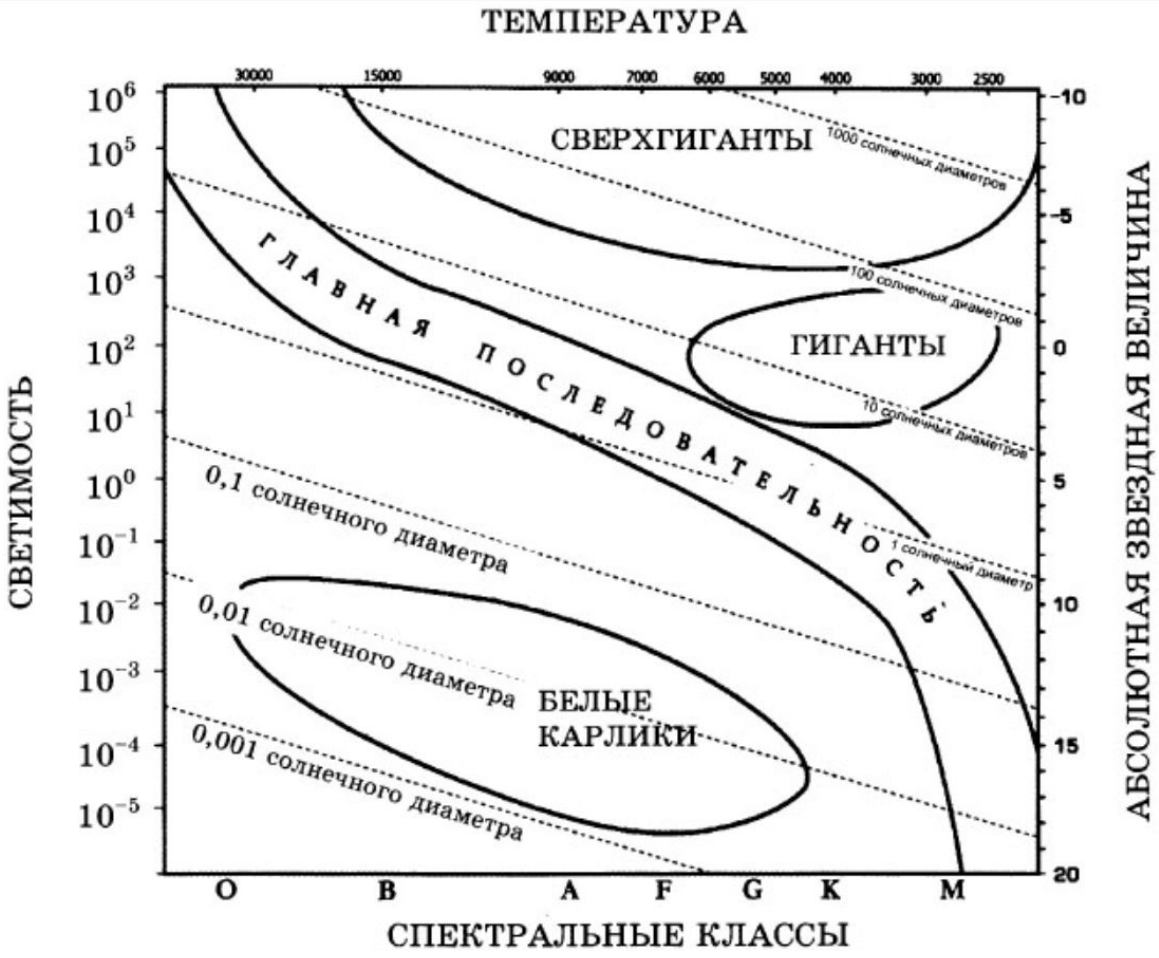
А это диаграмма
(Герцшпрунга-Рассела)

Это Рассел
(его зовут Генри)

Не Рессел!
Не Руссел!
Не Бертран!

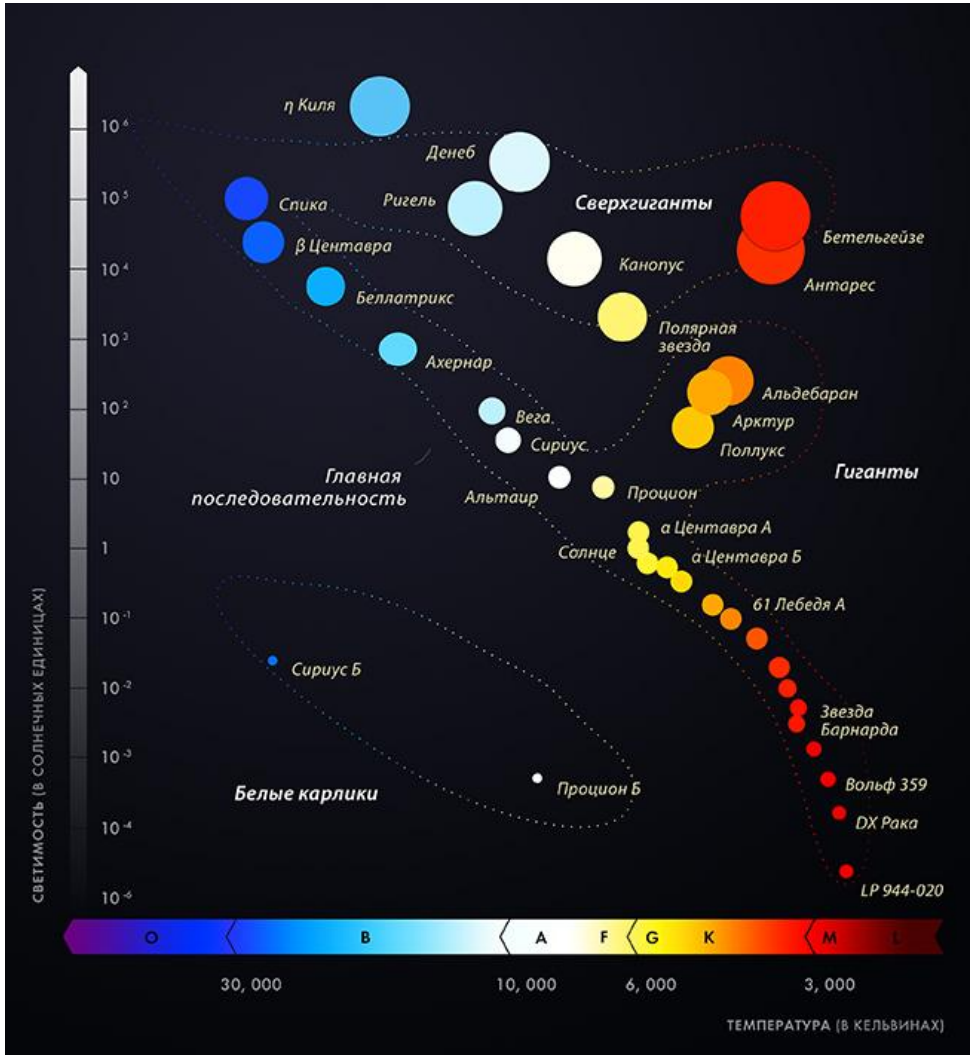
Варианты диаграммы

- Как в ЕГЭ (суперупрощённая)



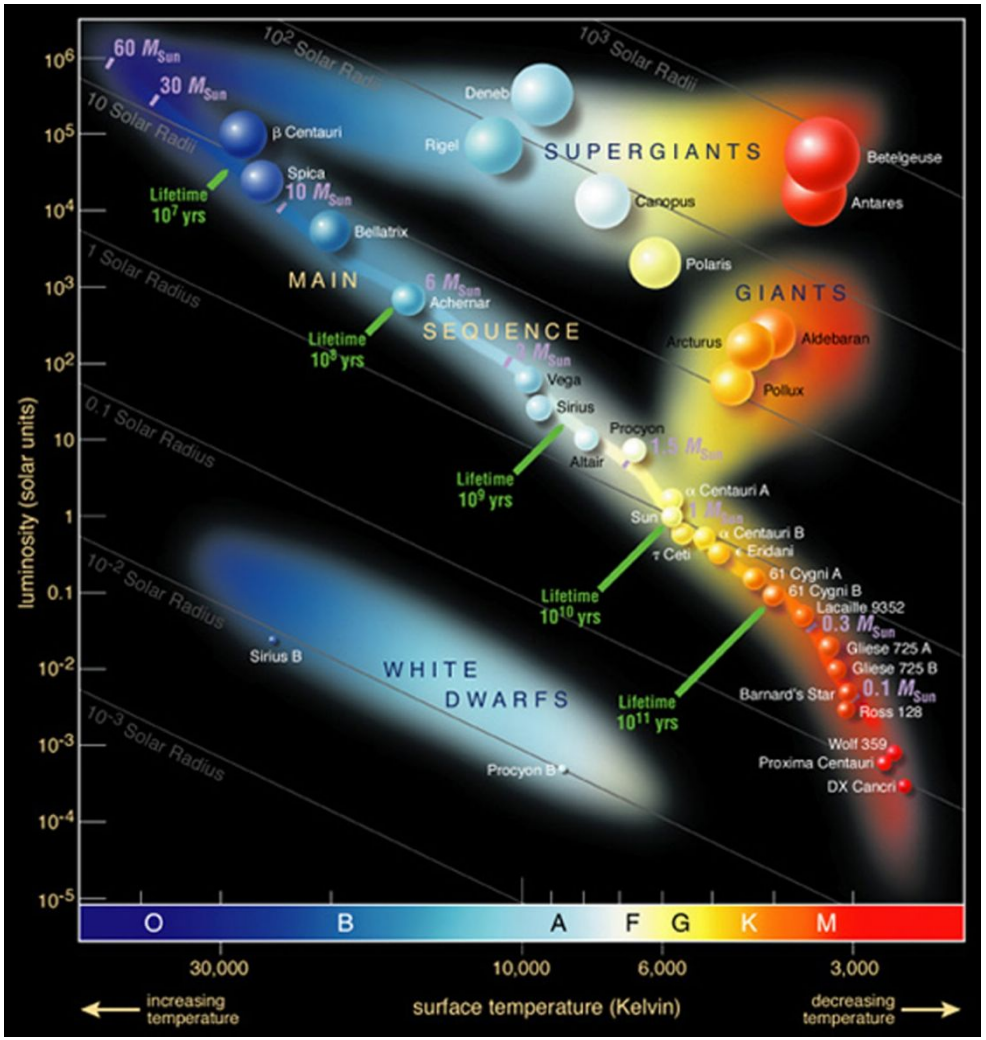
Варианты диаграммы

- Со звёздочками



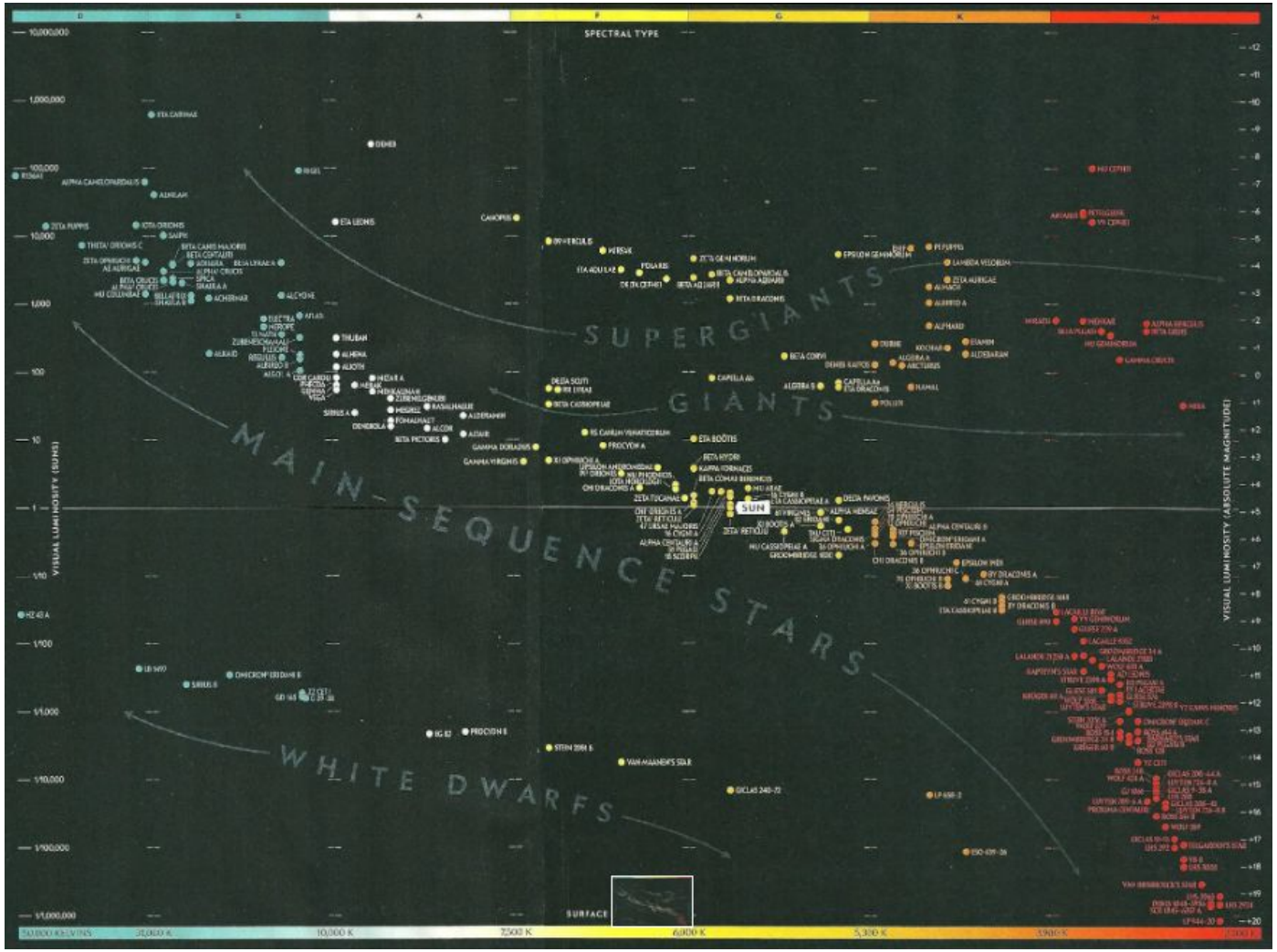
Варианты диаграммы

- Больше звёздочек!



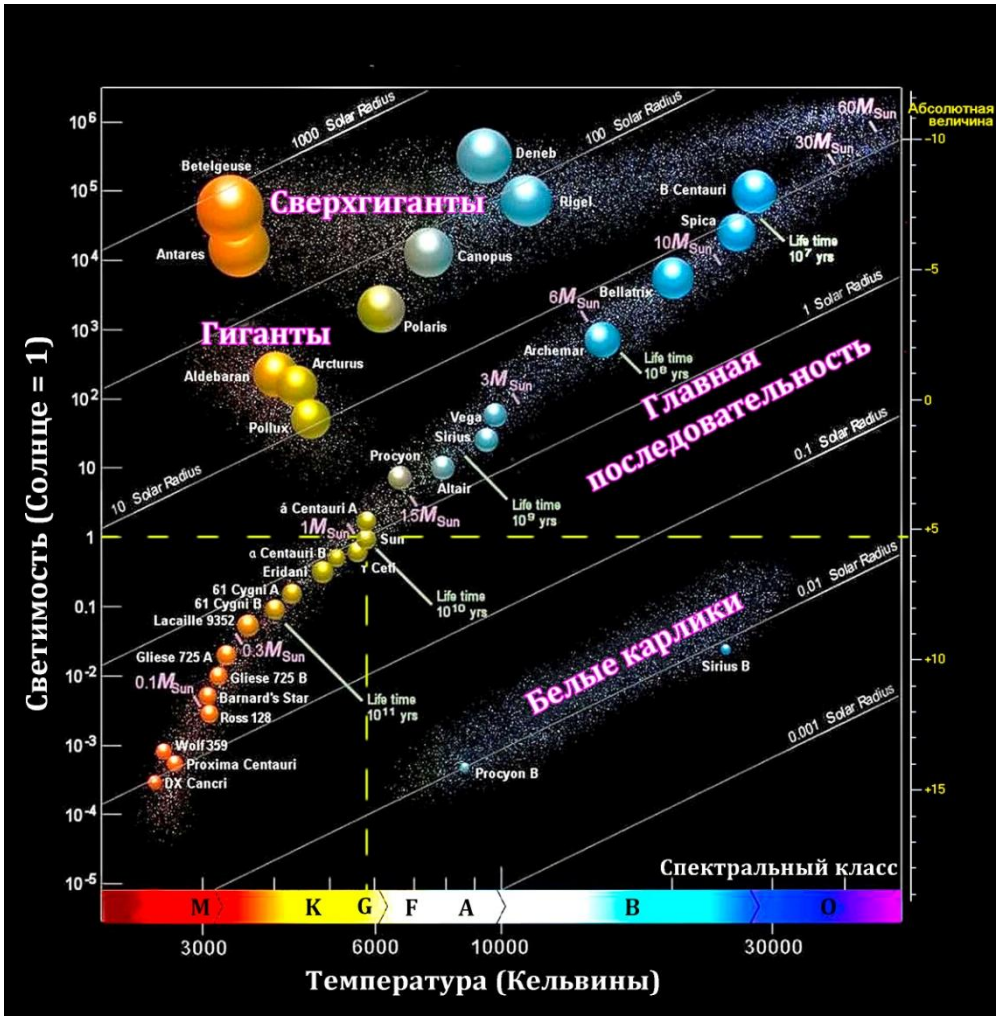
Варианты диаграммы

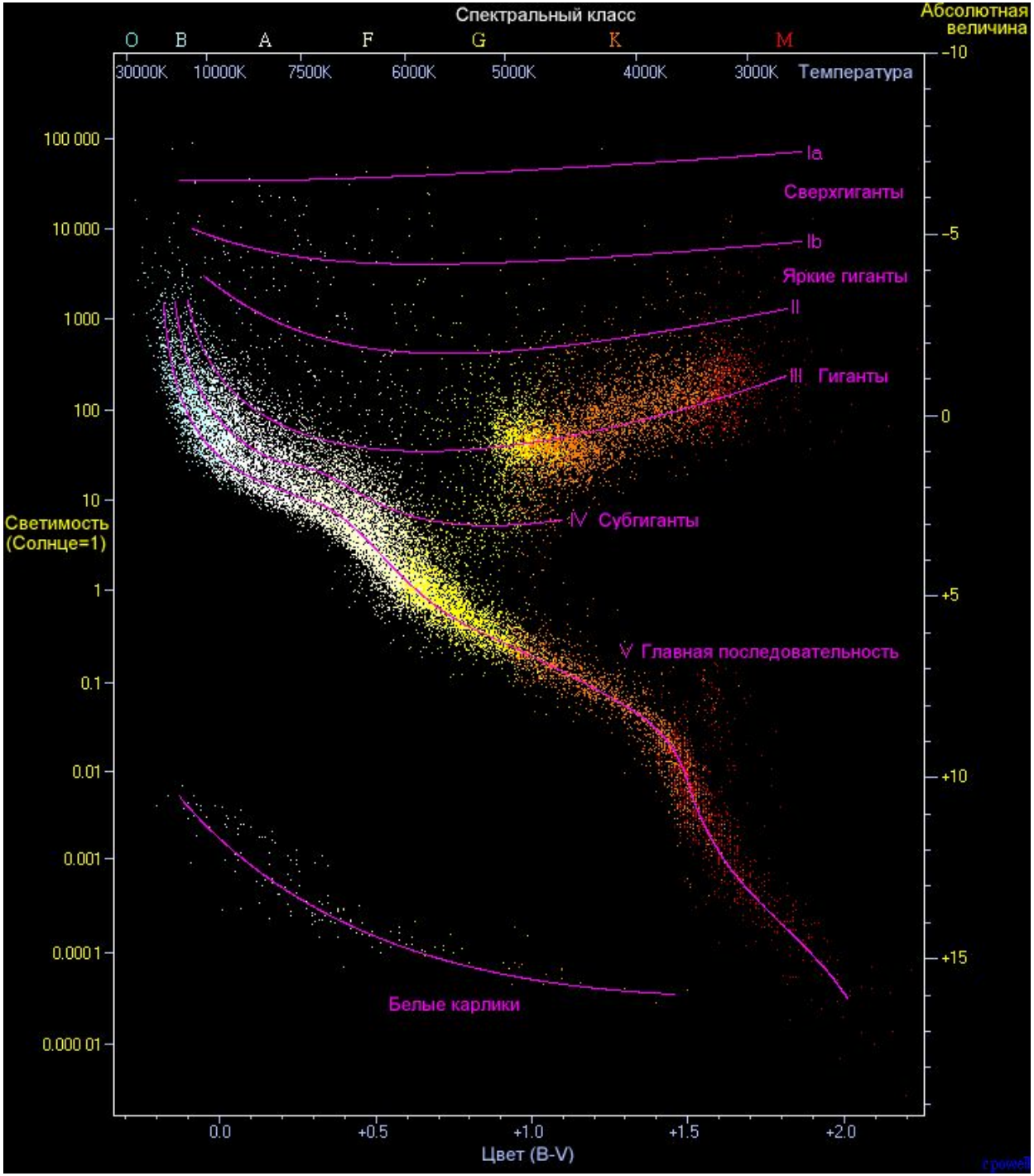
- Ещё больше звёздочек!



Варианты диаграммы

- Странно перевёрнутая




Спектральный класс
O B A F G K M
30000K 10000K 7500K 6000K 5000K 4000K 3000K Температура
Абсолютная величина
-10 -5 0 +5 +10 +15
100 000 10 000 1000 100 10 1 0.1 0.01 0.001 0.0001 0.000 01
Светимость (Солнце=1)
Ia
Сверхгиганты
Ib
Яркие гиганты
II
III Гиганты
IV Субгиганты
V Главная последовательность
Белые карлики
0.0 +0.5 +1.0 +1.5 +2.0
Цвет (B-V)

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

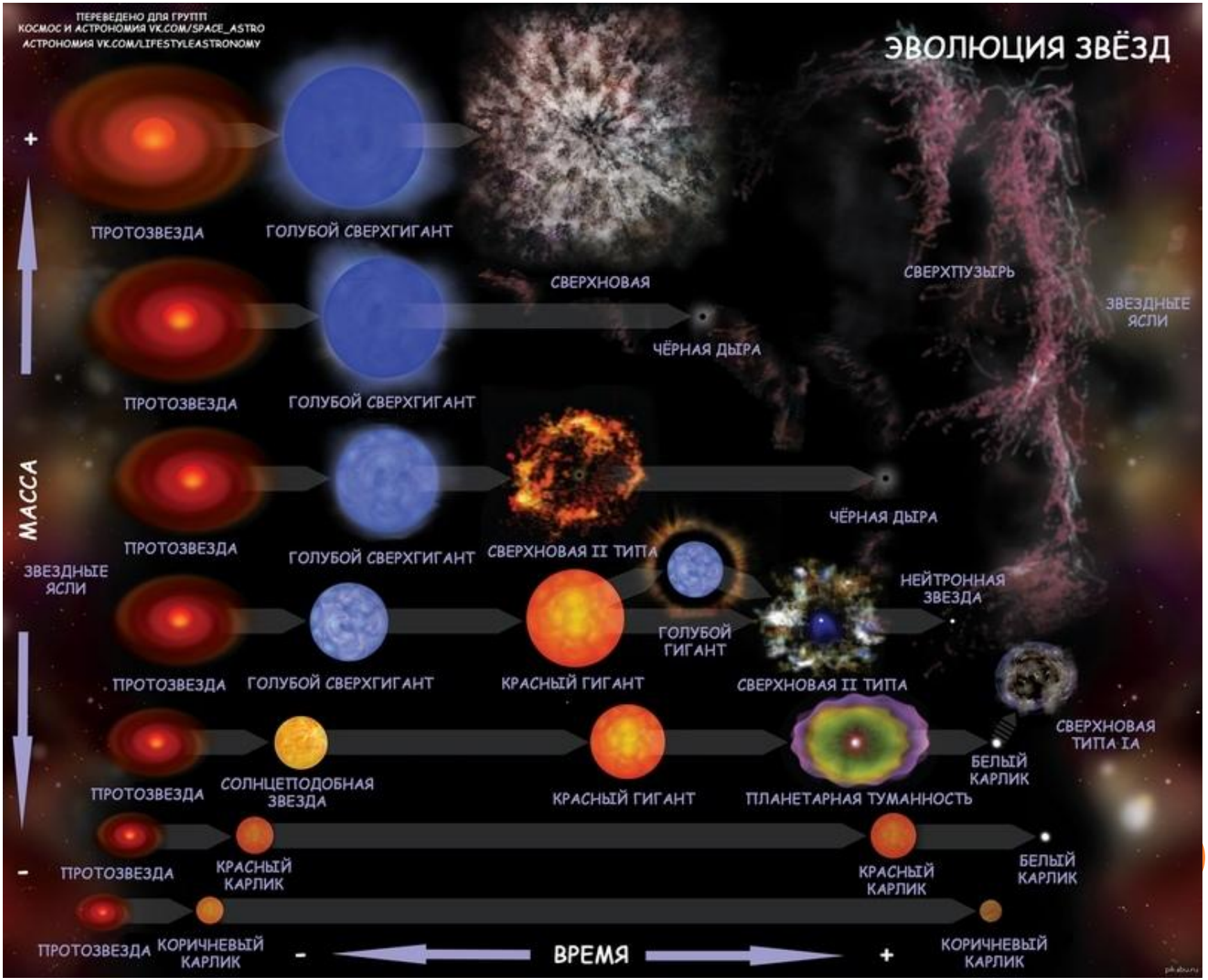
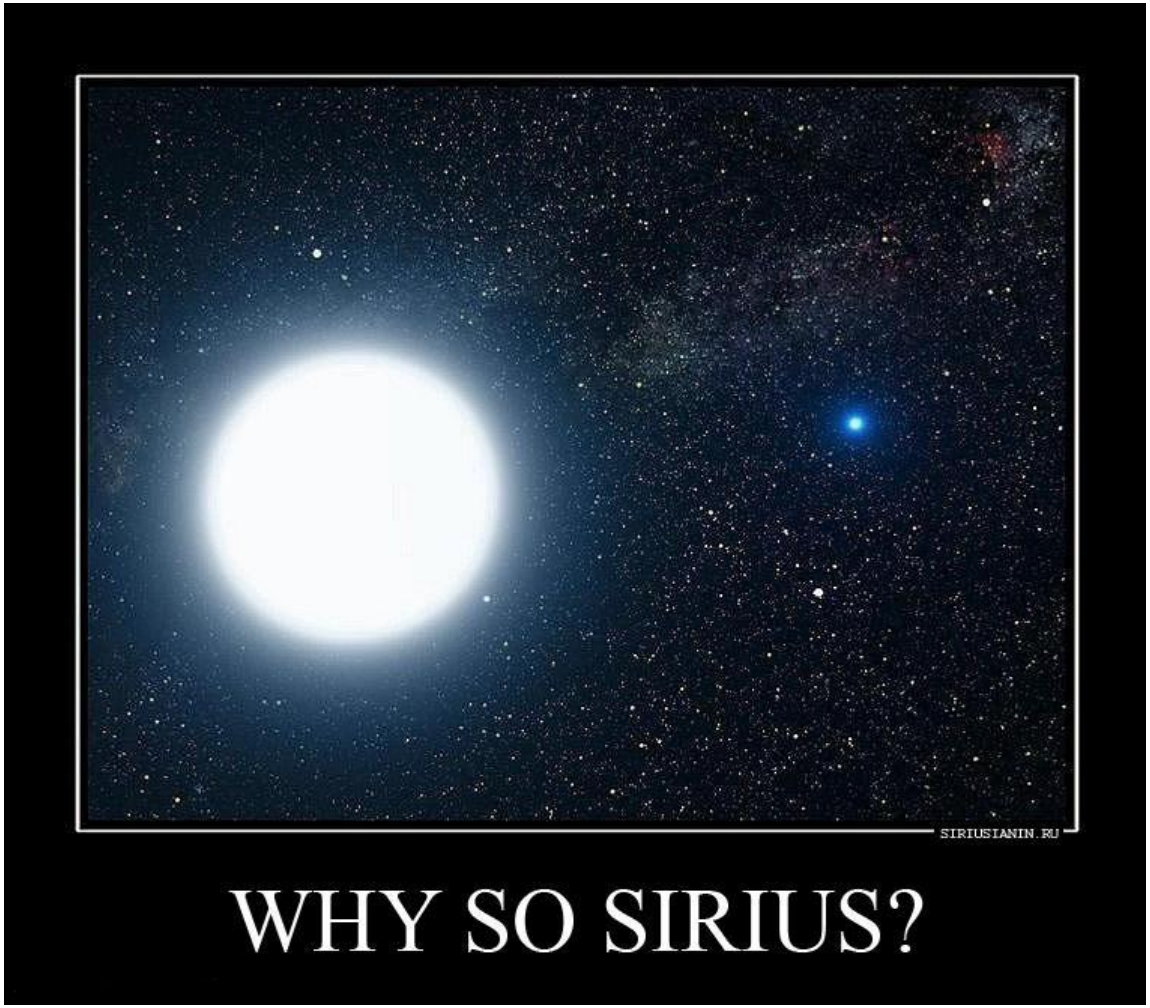
- Функция масс:

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

(в светимостях и массах Солнца)

- Функция времени жизни:

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


ПЕРЕВЕДЕНО ДЛЯ ГРУППЫ
КОСМОС И АСТРОНОМИЯ VK.COM/SPACE_ASTRO
АСТРОНОМИЯ VK.COM/LIFESTYLEASTRONOMY
ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД
+
ПРОТОЗВЕЗДА
ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ
СВЕРХНОВАЯ
СВЕРХПУЗЫРЬ
ЗВЕЗДНЫЕ ЯСЛИ
ЧЁРНАЯ ДЫРА
ПРОТОЗВЕЗДА
ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ
МАССА
ЧЁРНАЯ ДЫРА
ПРОТОЗВЕЗДА
ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ
СВЕРХНОВАЯ II ТИПА
ЗВЕЗДНЫЕ ЯСЛИ
НЕЙТРОННАЯ ЗВЕЗДА
ГОЛУБОЙ ГИГАНТ
ПРОТОЗВЕЗДА
ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ
КРАСНЫЙ ГИГАНТ
СВЕРХНОВАЯ II ТИПА
СВЕРХНОВАЯ ТИПА IA
БЕЛЫЙ КАРЛИК
ПРОТОЗВЕЗДА
СОЛНЦЕПОДОБНАЯ ЗВЕЗДА
КРАСНЫЙ ГИГАНТ
ПЛАНЕТАРНАЯ ТУМАННОСТЬ
-
ПРОТОЗВЕЗДА
КРАСНЫЙ КАРЛИК
КРАСНЫЙ КАРЛИК
БЕЛЫЙ КАРЛИК
ПРОТОЗВЕЗДА
КОРИЧНЕВЫЙ КАРЛИК
-
ВРЕМЯ
+
КОРИЧНЕВЫЙ КАРЛИК

Пока вам хватит ☺️