

учебные материалы по дисциплине

АСТРОНОМИЯ

Автор: Дмитроченков А.Е.

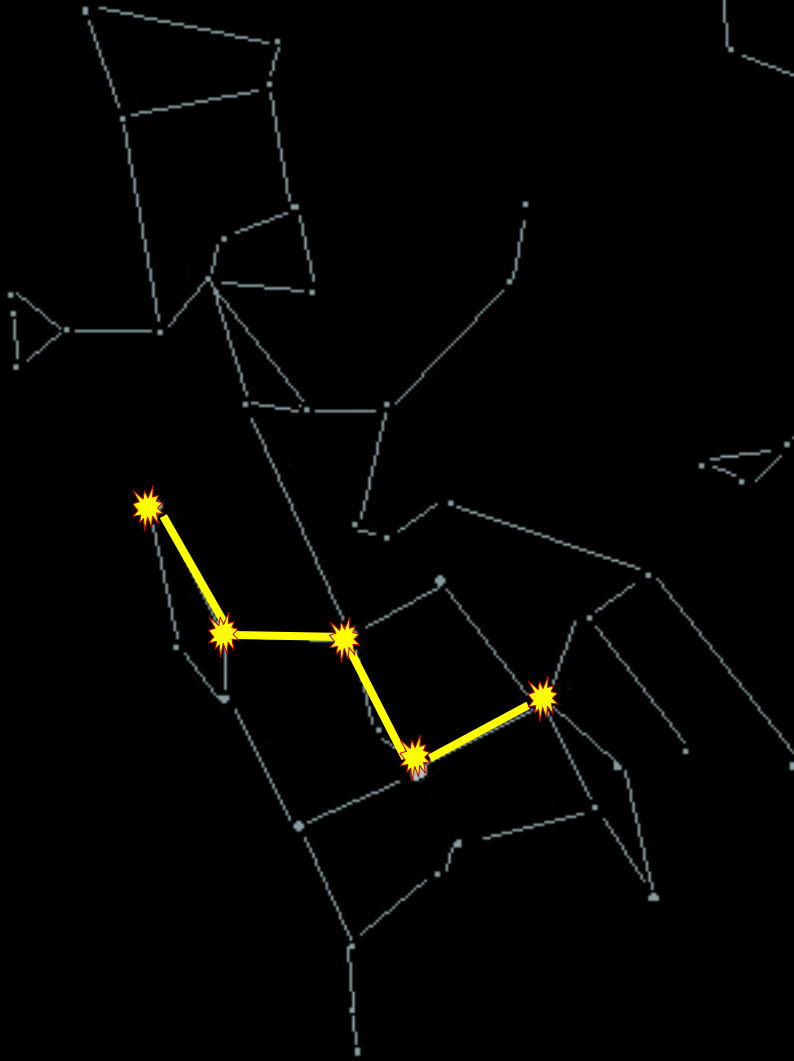
БРЯНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧИЛИЩЕ ОЛИМПИЙСКОГО РЕЗЕРВА 2022 г.

ЗВЁЗДЫ, ГАЛАКТИКА, ВСЕЛЕННАЯ

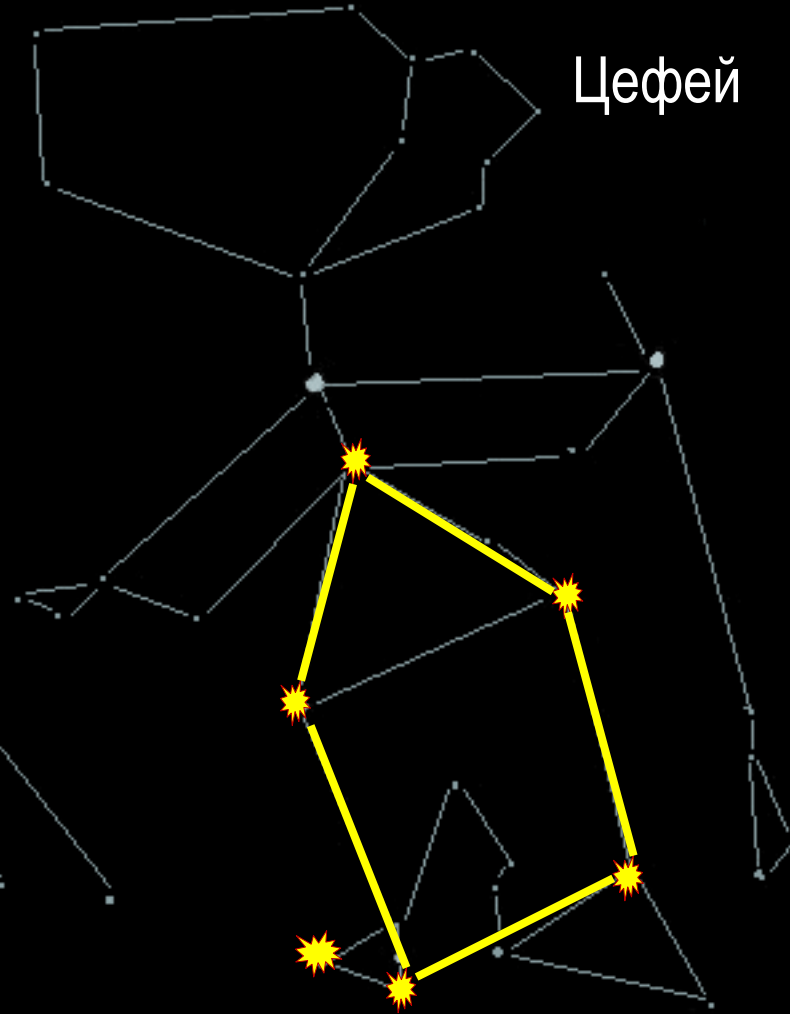
Тема 9. Звёзды и межзвёздные расстояния

1. *Разнообразие звезд во Вселенной*
 - *переменные звезды*
 - *нейтронные звезды – пульсары*
 - *звезды – магнетары*
 - *чёрные дыры*
2. *Межзвёздные расстояния. Звёздный параллакс*

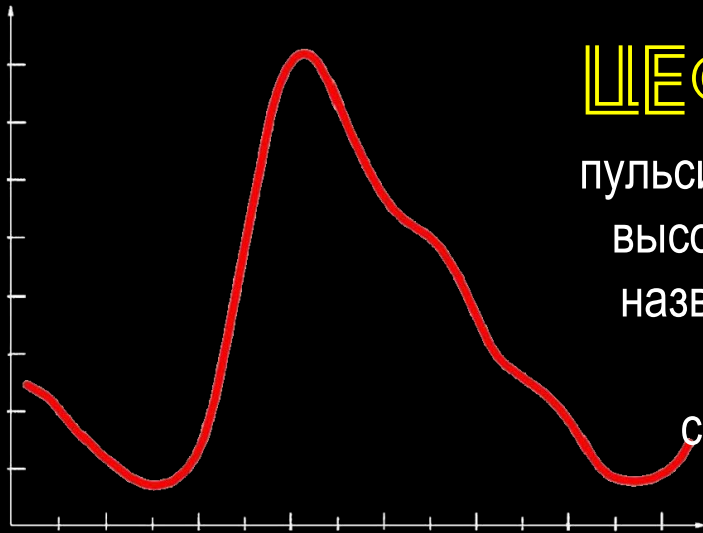
Кассиопея



Цефей



ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ЗВЁЗДЫ - ЦЕФЕИДЫ



ЦЕФЕИДЫ –
пульсирующие звезды
высокой светимости,
названные по имени
одной из звезд в
созвездии Цефея

δ Цефея изменяет
свою светимость на
несколько порядков
каждые 5 суток
(пульсирует)



Причина пульсации – попеременное сжатие и расширение внешних слоев звезды: при сжатии звезда нагревается и становится ярче, при расширении ее светимость уменьшается



НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ - ПУЛЬСАРЫ

Пульсаром называют очень быстро вращающуюся нейтронную звезду, выбрасывающую в пространство мощнейшие пучки электромагнитного излучения и гамма-лучи огромной силы



Нейтронная звезда образуется в результате сжатия массивной звезды в процессе эволюции. Диаметры таких нейтронных звезд всего 20—30 км.

Плотность вещества ядра такой звезды сопоставима с плотностью атомов. Для сравнения: чайная ложка вещества нейтронной звезды «весила» бы как гора Эверест.

Нейтронные звезды бешено вращаются, совершая около 500 оборотов за 1 секунду, порождая мощное магнитное поле, напряженностью в миллионы гауссов

НЕЙТРОННЫЕ ЗВЁЗДЫ - ПУЛЬСАРЫ



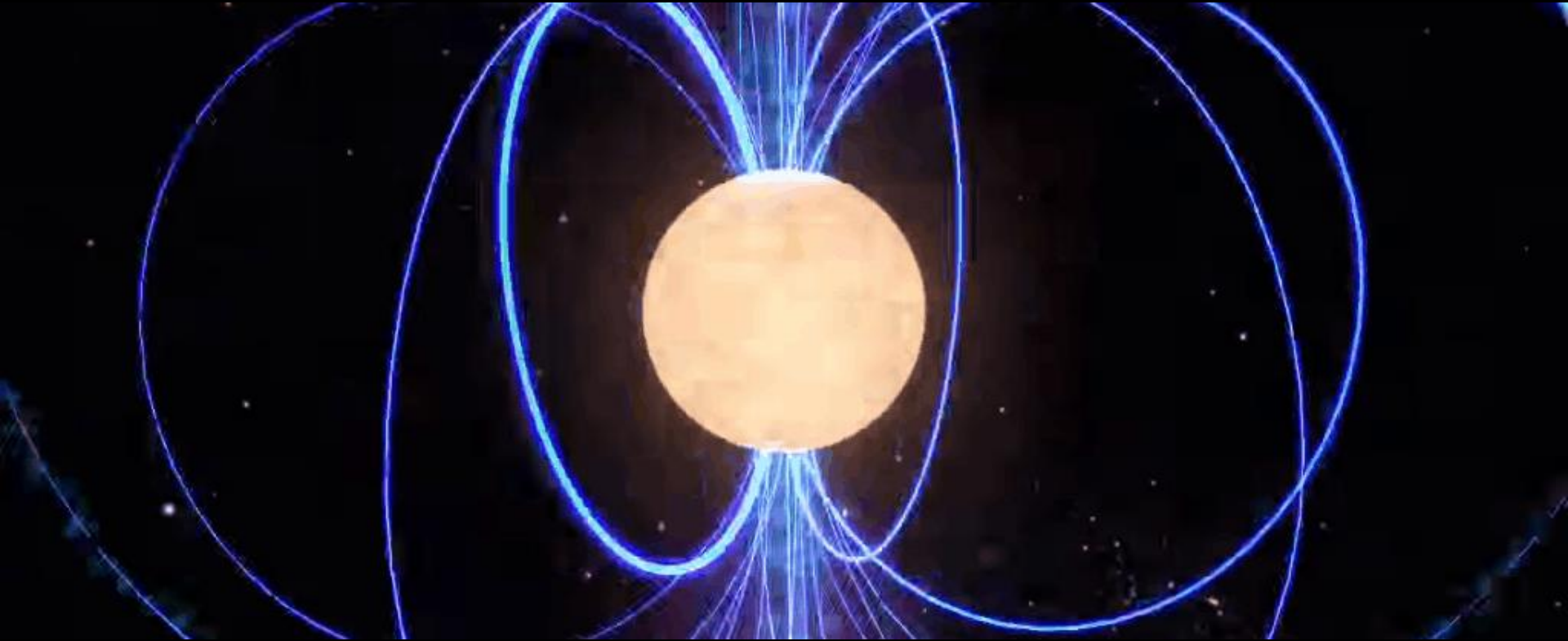
НЕЙТРОННЫЕ ЗВЁЗДЫ - МАГНЕТАРЫ

A glowing blue neutron star is the central focus, surrounded by intricate, swirling magnetic field lines that create a complex, almost ethereal structure. The background is a dark, starry space.

Магнетар - нейтронная звезда, обладающая исключительно сильным магнитным полем. Диаметр звезды 20—30 км, однако масса превышает массу Солнца.

В нашей галактике существует до 30 миллионов магнетаров

НЕЙТРОННЫЕ ЗВЁЗДЫ - МАГНЕТАРЫ



ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ

Чёрная дыра - область пространства-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света

Граница этой области называется **горизонтом событий**

Теоретическая возможность существования таких областей пространства-времени следует из уравнений Эйнштейна

Вопрос о реальном существовании чёрных дыр тесно связан с тем, насколько верна теория гравитации, из которой следует их существование

ЗВЁЗДЫ И МЕЖЗВЁЗДНЫЕ РАССТОЯНИЯ

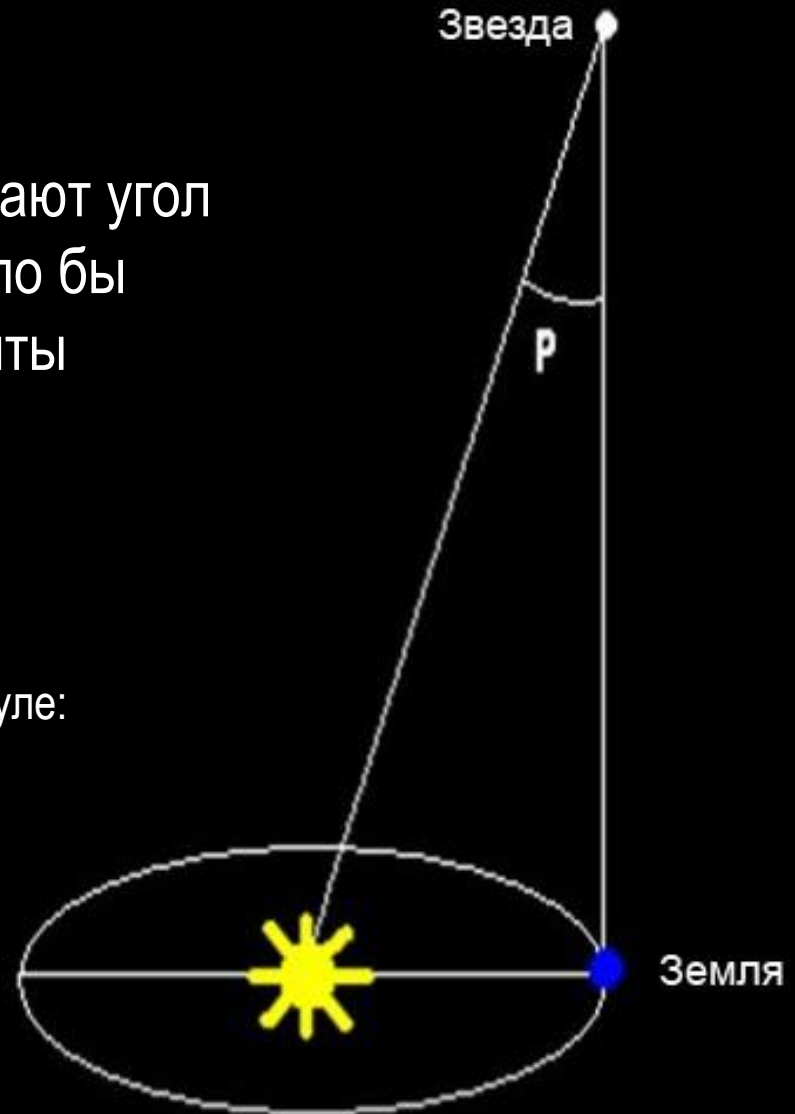
ПАРАЛЛАКС

Годичным **параллаксом** звезды называют угол (p), под которым со звезды можно было бы видеть большую полуось земной орбиты (равную 1 а. е.), перпендикулярную направлению на звезду

Расстояние до звезды рассчитывают по формуле:

$$D = \alpha / \sin p$$

где α — большая полуось земной орбиты



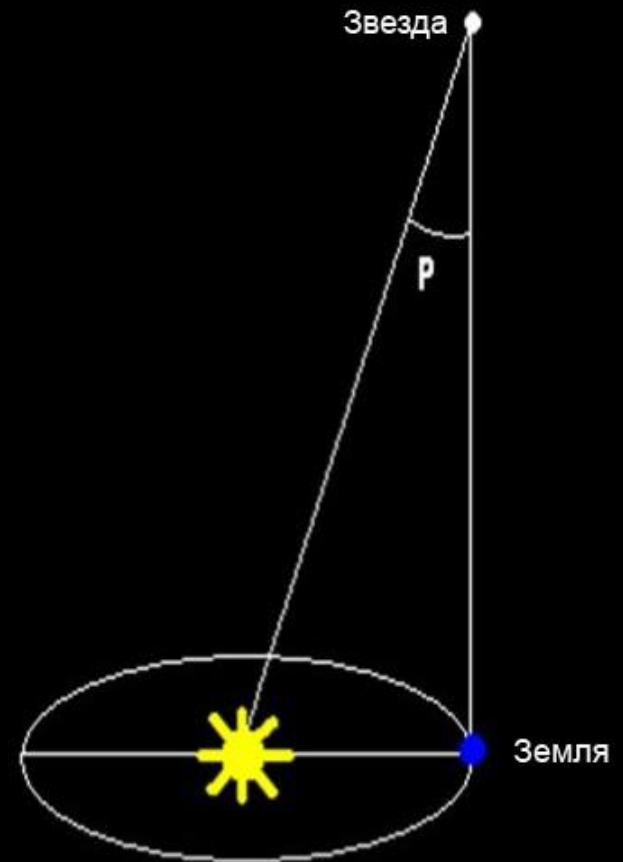
ЗВЁЗДЫ И МЕЖЗВЁЗДНЫЕ РАССТОЯНИЯ

Заменяя синус угла величиной самого угла, выраженной в радианной мере (206 265"), и приняв $\alpha = 1$ а. е., получим следующую формулу для вычисления расстояния до звезды в астрономических единицах:

$$D = \frac{206\,265''}{p}$$

Расстояние до ближайшей звезды (α Центавра), параллакс которой $p = 0,75''$ составляет:

$$D = 206\,265'' / 0,75'' = 275\,020 \text{ а.е.}$$



ЗВЁЗДЫ И МЕЖЗВЁЗДНЫЕ РАССТОЯНИЯ

Поскольку такие огромные расстояния неудобно обозначать длинными цифрами, были введены единицы измерения космических расстояний – **парсек** (пк) и **световой год** (сг)

Парсек — это такое расстояние, на котором параллакс звезды равен 1" (сокращение от: «параллакс» + «секунда»)

Таким образом, $1 \text{ пк} = 206\,265 * 1 = 206\,265 \text{ а.е}$

1 пк = 3,26 сг

1 а.е = 0,005 пк

Ø облака Оорта = 0,62 пк

ближайшая звезда = 1,3 пк

до центра Галактики ~ 8 Кпк

туманность Андромеды = 0,77 Мпк

видимая Вселенная ~ 14 Гпк

СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ

Наблюдая звезды, можно заметить, что они имеют различный цвет.

Звезды делят на **спектральные классы**, которые обозначены латинскими буквами и расположены в порядке, соответствующем убыванию температуры:

O - голубые
A - белые
G - желтые
K - оранжевые
M - красные

Каждый из классов имеет деление на 10 пунктов:
O1, O2, O3, O4 O10
A1, A2, A3, A4 A10
...

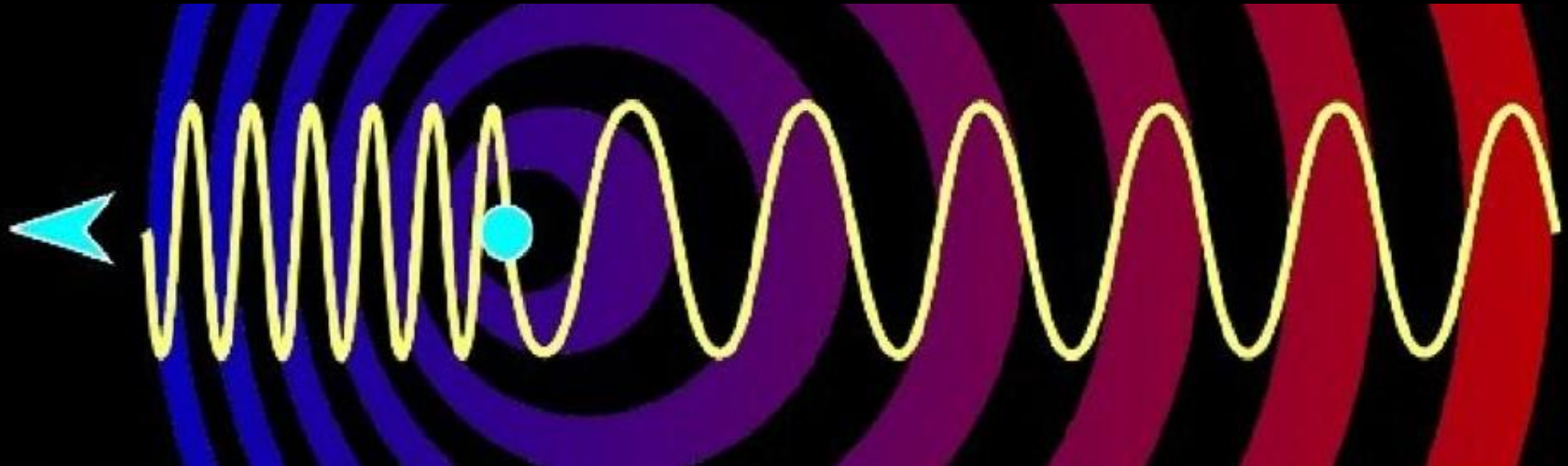


ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА

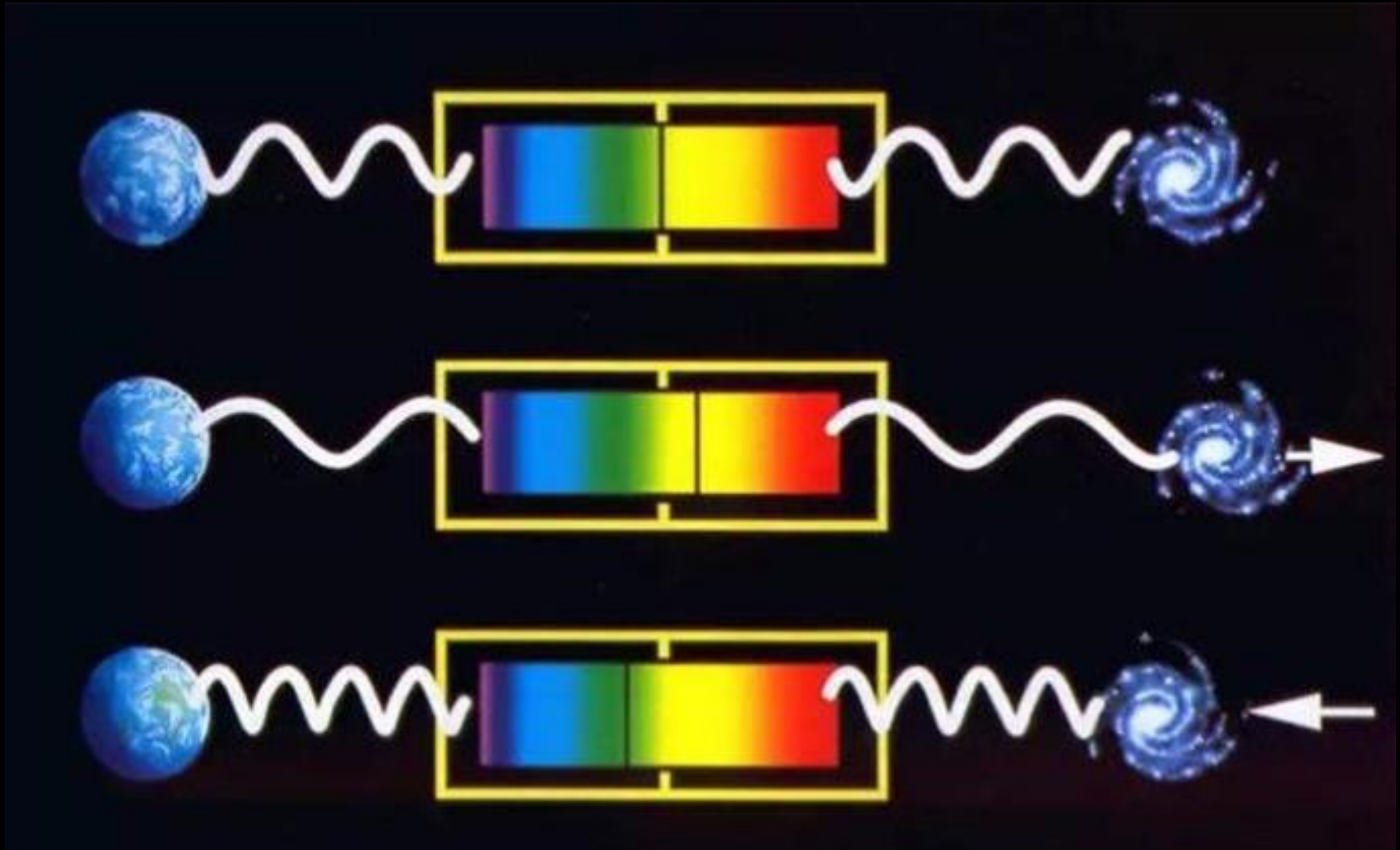
Если источник излучения приближается к наблюдателю, то спектральные линии поглощения смещаются к **синему краю** (длина волны уменьшается)

Если же источник излучения удаляется от наблюдателя, то видимый наблюдателем спектр поглощения смещается в **красную сторону** (длина волны увеличивается)

Это явление получило название эффекта Доплера

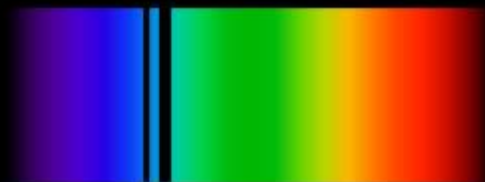


ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА



ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА

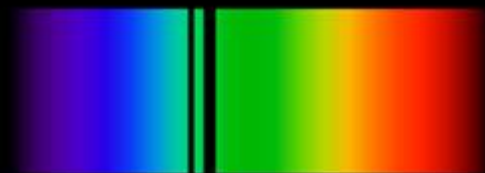
65 млн. св. лет



Скопление галактик в Деве



300 млн. св. лет



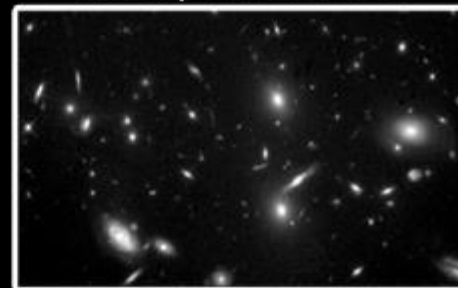
Скопление галактик в Персее



4 млрд. св. лет



Кластер CL 0939+4713



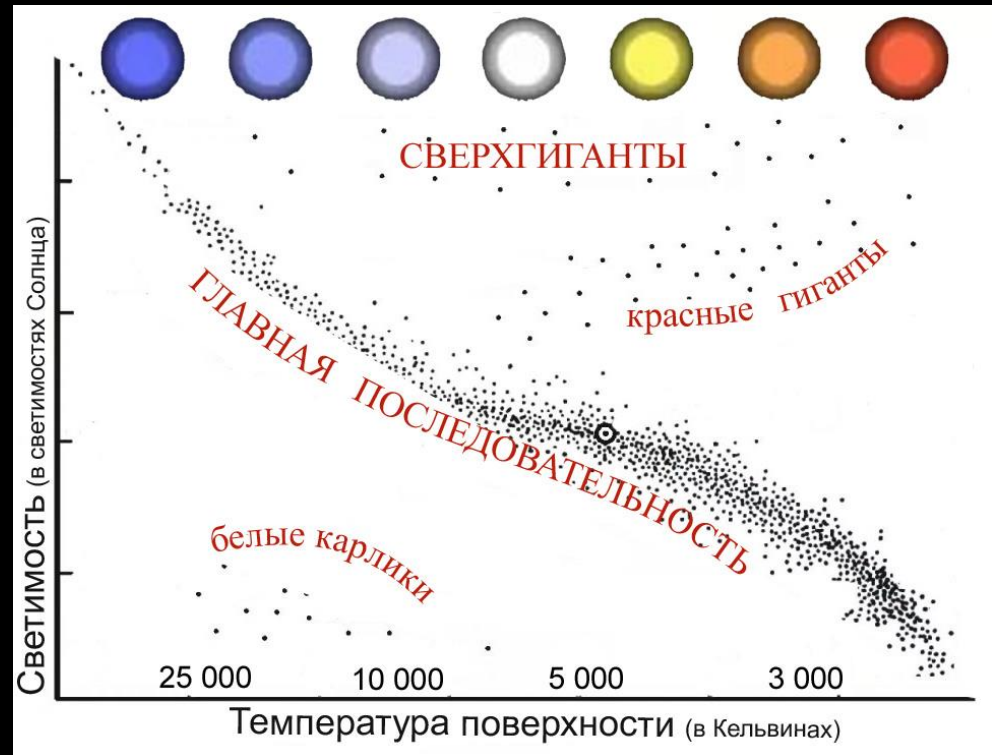
ИК-диапазон

ДИАГРАММА ЦВЕТ-СВЕТИМОСТЬ

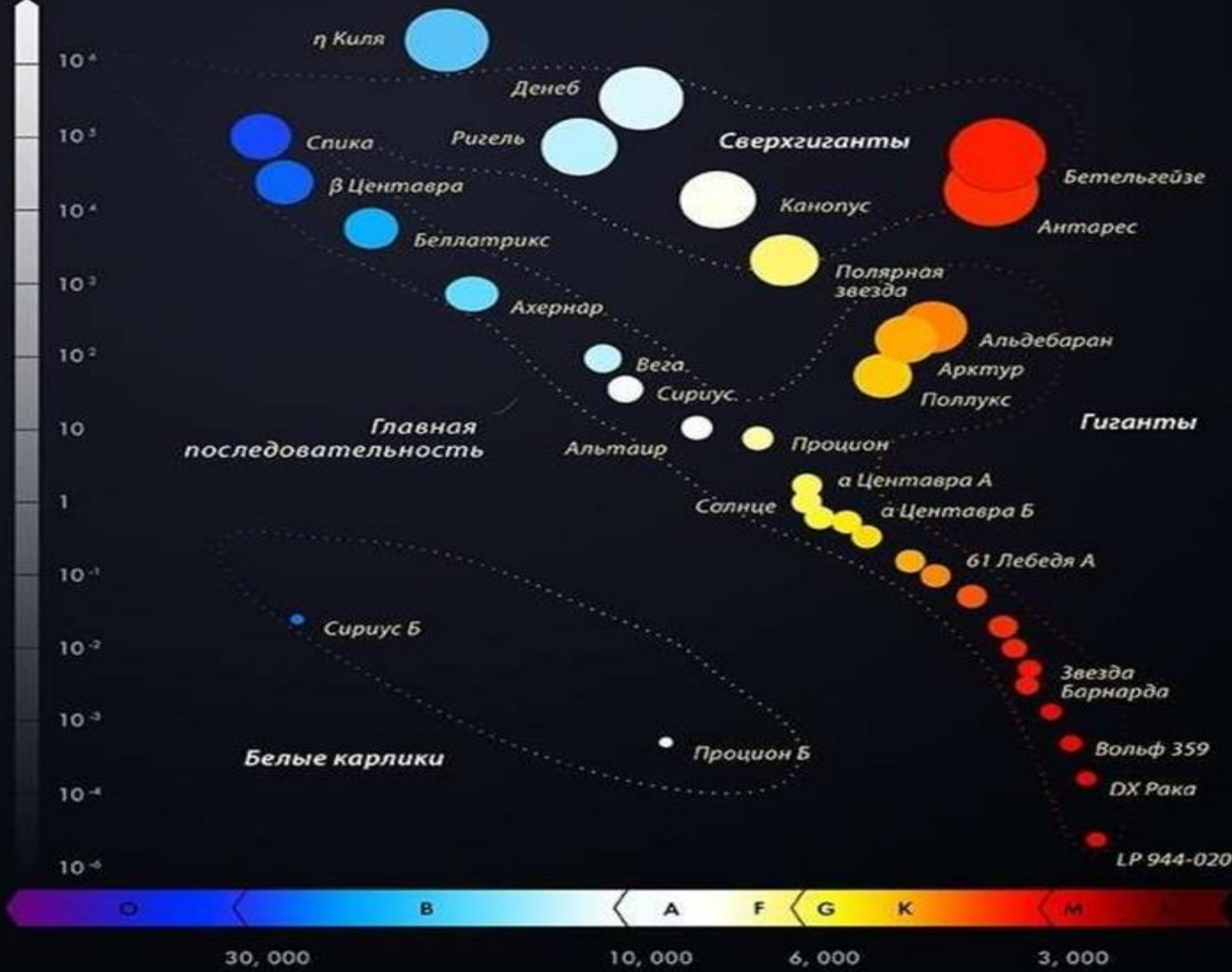
Существует четкая закономерность **цвета, температуры и размера звезд**. Если по горизонтальной оси отложить температуру звезд, а по вертикальной — их светимость, то каждой звезде будет соответствовать определенная точка на диаграмме

Выяснилось, что все звёзды образуют несколько групп (последовательностей)

- звёзды **главной последовательности** (~90% всех звёзд)
- последовательность **«белых карликов»**
- последовательность **«гигантов и сверхгигантов»**



СВЕТИМОСТЬ (В СОЛНЕЧНЫХ ЕДИНИЦАХ)



ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ



Учебник

Автор: **Е.П.Левитан**

§ 22-27 стр. 135 - 161

1. *Какие основные виды звезд различают?*
2. *Что из себя представляет диаграмма Герцшпрунга-Рассела?*
3. *Какие звезды называют «цефеидами»?*
4. *В чем отличие нейтронных звезд от звезд типа Солнца?*
5. *Что собой представляют такие звезды, как: Новая, Сверхновая?*
6. *Что такое пульсар? Какова его природа?*
7. *Что собой представляют звезды – магнетары?*
8. *Дайте представление о понятии «черная дыра». Что такое «горизонт событий», почему нельзя заглянуть за него?*
9. *Что такое годичный параллакс звезды?*
10. *Что вы можете рассказать о спектральных классах звезд?*