

## Тема: Расстояние до звезд

Капелла, 42,2 св.лет

Нат, 131 св.лет

Бетельгейзе, 427,5 св.лет

Беллатрикс, 243,0 св.лет

Альдебаран, 65,1 св.лет

Саиф, 721,6 св.лет

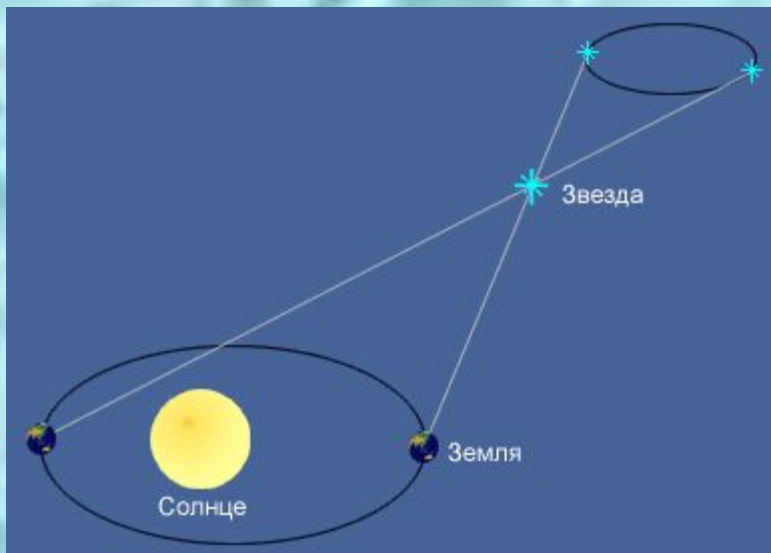
Ригель, 772,9 св.лет

Воронецкий Никита

# Аберрация



Млечный путь в районе Южного Креста.



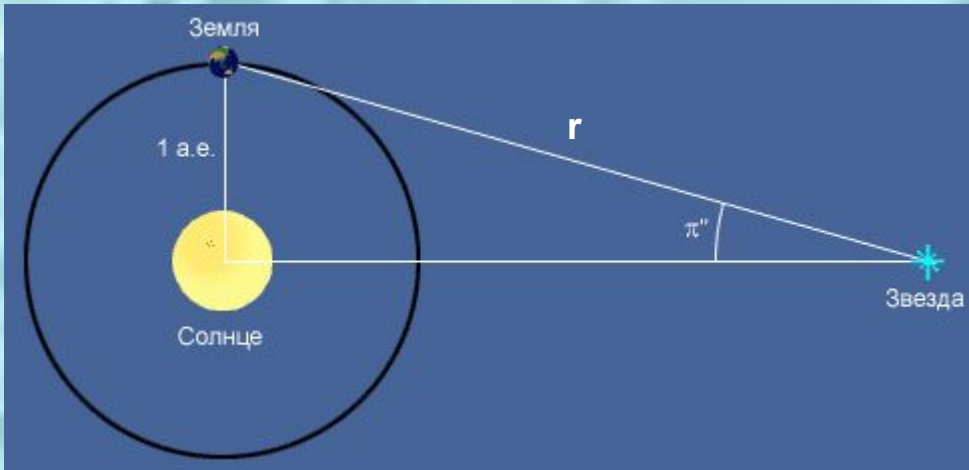
В 1610г **Г. Галилей**, разглядев в Млечном Пути множество звезд, говорит, что они находятся на разном расстоянии от Земли.

В 1727г **Дж. Брайлей** (1693-1762, Англия), производя измерения координат  $\gamma$  Дракона с 14 декабря 1725г по 14 декабря 1726г определяет, что звезда описала эллипс с большой полуосью 20,4". Еще в течение года проверил на других звездах  вывод тот же,  **все звезды в течение года описывают на небе эллипсы**, - что доказывает годовое движение Земли вокруг Солнца [открыл аберрацию, 1726г].

Это была первая в мире попытка определения параллакса звезды и впервые в качестве базиса использовал **R** земной орбиты = 146,9 млн.км = **1 а.е.**

При этом приходится измерять ничтожно малые смещения звезд при их наблюдении с разных точек земной орбиты, т.е в разное время года.

# Параллакс



Для определения расстояния до сравнительно близких звезд применяется **метод параллаксов** (ближе 300пк), известный более 2000 лет назад, а впервые успешно применен в 1837г.

Впервые параллакс звезды был измерен к 8 февраля 1837г русским астрономом **Василий Яковлевич Струве (1793-1864)**. Это была **Вега (α Лиры)**.

После 17 измерений он определил ее параллакс в 0,125".



Из  $\Delta$  видно, что  **$r = a/\sin\pi$**

Так как для звезд угол  $\pi$  очень мал ( $< 1''$ ), то переходим к радианной мере, учитывая что **1 рад = 206265''**,

тогда  **$r = 206265'' a/\pi = 206265''/\pi$**  а.е.

**Расстояние до звезды, которое соответствует параллаксу = 1'' называют парсеком, тогда  $r = 1/\pi$ .**

# Единицы расстояния

$$r = \frac{206\,265''}{\pi} \text{ а.е.}$$

Расстояние до звезд можно определить как в километрах и астрономических единицах, так и в парсеках и световых годах.

Из формулы видно, что:

$$1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} \approx 3,08 \cdot 10^{13} \text{ км}$$

$$1 \text{ св.год} = 3 \cdot 10^5 \text{ км/с} \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} \approx 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км}$$

$$\text{тогда } 1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св.год}$$

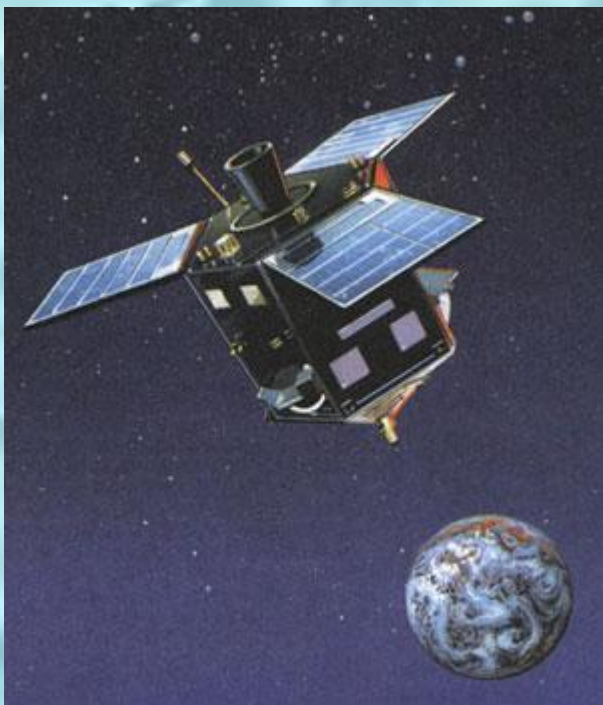
$$1 \text{ кпк (килопарсек)} = 10^3 \text{ пк} \quad 1 \text{ Мпк (мегапарсек)} = 10^6 \text{ пк}$$

Параллакс даже самых близких звезд меньше  $1''$ , то есть нет звезд к нам ближе 1 парсека.

Расстояние до ближайших к нам звезд:

Солнце	8,3 св.мин	Сириус А	8,58 св.г
Проксима Центавра	4,22 св.г	Сириус В	8,58 св.г
Толиман $\alpha$ -Центавра А	4,36 св.г	Лейтен 726-8 А	8,72 св.г
$\alpha$ -Центавра В	4,36 св.г	Лейтен 726-8 В	8,72 св.г
Звезда Бернарда	5,96 св.г	Росс 154	9,68 св.г
Вольф 359	7,78 св.г	Росс 248	10,32 св.г
Лаланд 21185	8,29 св.г		

# Определение параллаксов КА



Астрономический спутник «Гиппарх» (HIPPARCOS, ЕКА), запуск 8.08.1989г. На борту имел 29 см рефлектор с фокусным расстоянием 140 см. КА работая на орбите 37 месяцев. Для обзора всего неба аппарат вращался вокруг своей оси с периодом  $2^{\text{h}} 05^{\text{m}}$ , а ось вращения имела прецессионное движение с периодом 57 суток и амплитудой  $43^{\circ}$ . До 1993г с точностью до  $0,001''$  определил параллаксы 118 218 звезд до  $12,4^{\text{m}}$ , находящихся от нас на расстоянии до 1000 пк.

По результатам его работы напечатан в июле 1997 году каталог **Hipparcos** (Перриман и др., 1997) являющимся одним из наиболее точных [на уровне 1 mas (milli arc second)], массовых каталогов положений, собственных движений и параллаксов 118 218 звезд. Кроме того составлен каталог **Tycho**, содержащий уже 1 058 332 звезд, с точностью измерения тех же параметров до 25 mas.

**Gaia** — космический телескоп Европейского космического агентства, преемник проекта Hipparcos. Предположительно будет выведен на орбиту в 2011г. Главная задача телескопа — составить подробную карту распределения звёзд нашей Галактики.

# Звездная величина - блеск



Гиппарх Родосский (190-125г, Др.Греция) в 134г до НЭ впервые ввел понятие звездной величины [magnitude - величина (лат), обозначается  $m$ ]. Считая, что чем ярче звёзды, тем они имеют больший размер. Берёт Вега ( $\alpha$  Лиры) за  $1^m$ , а еле видимые за  $6^m$ .

К 125г до НЭ составил звёздный каталог из 1008 звёзд 48 созвездий.

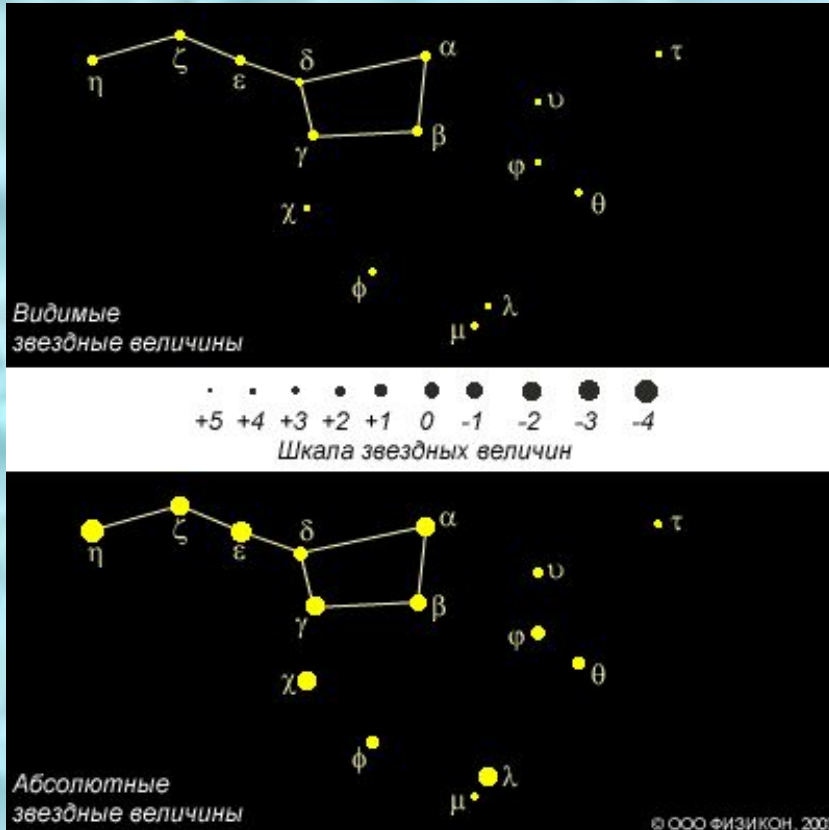
Невооруженным глазом на небе можно насчитать около 6000 звезд.

С помощью телескопов – миллиарды звезд. В 1603г Иоганн БАЙЕР (1572-1625, Германия) впервые обозначает звезды буквами греческого алфавита в порядке убывания их блеска.

Позже установили, что звездная величина характеризуется не размерами, а **БЛЕСКОМ (яркость) - освещенность, создаваемая звездой на Земле**. Шкалу Гиппарха сохранили.

Причем выяснилось, что **звезды  $1^m$  в 100 раз ярче звезды  $6^m$ .**

Обозначив  $X$  - разность в блеске на одну звездную величину, тогда  $X^{6-1}=100 \rightarrow X^5=100$ , отсюда  **$\lg X=0,4$** , или  **$X=2,512$ .**



# Визуальный способ



На окраинах ММО, молодое звездное скопление NGC 602. Фото телескопа Хаббл

через блеск (яркость) звезд и звездные величины.

Пусть 1-я звезда имеет  $m_1$  и  $I_1$ , а 2-я звезда  $m_2$ ,  $I_2$ . Тогда, как установил в 1856г Н.Р. Погсон (1829-1891, Англия)

$$\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}$$

Блеск звезд и звездная величина бывает разная, даже отрицательная. Так самая яркая звезда неба Сириус имеет  $m = -1,46^m$ , Солнце  $m = -26,58^m$

Но видимая звездная величина ничего не говорит о светимости звезд находящихся на разном расстоянии от нас. Для характеристики светимости (мощности излучения) применяют понятие **абсолютной звездной величины (M) - видимой звездной величины звезды с расстояния в 10 пк.**

Так наше Солнце имея  $m = -26,58^m$ , с 10 пк выглядело бы как звезда  $M = 4,84^m$ .

Тогда формула Погсона примет вид  $I/I_0 = 2,512^{M-m}$

Т.к. освещенность обратно пропорциональна квадрату расстояния  $I/I_0 = r_0^2/r^2$   
то получим  $10^2/r^2 = 2,512^{M-m}$ , или логарифмируя получим:

$$M = m + 5 - 5 \cdot \lg R$$