Урок 22

Тема: Расстояние до звезд

Вечернее звездное небо. Появляется молодой месяц, апрель 2006г.

Аберрация

Млечный путь в районе Южного Креста.

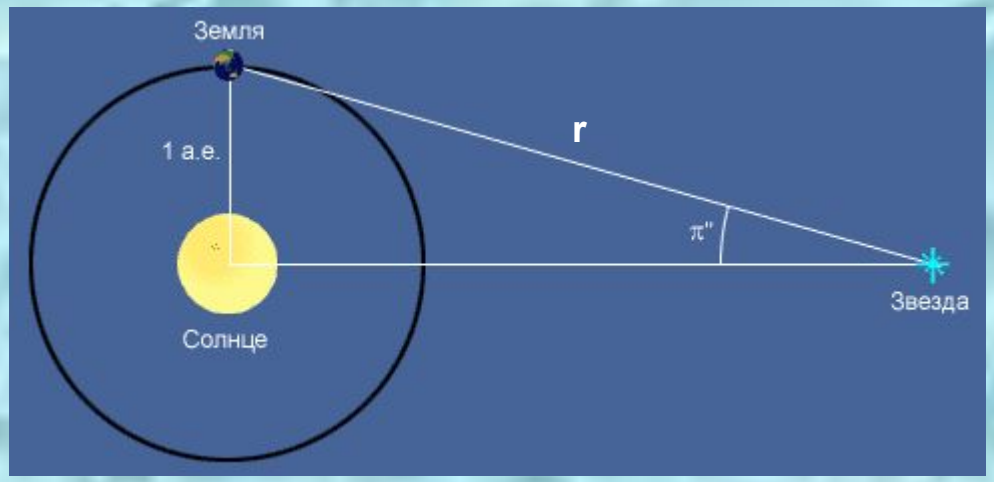
В 1610г **Г. Галилей**, разглядев в Млечном Пути множество звезд, говорит, что они находятся на разном расстояние от Земли.

В 1727г **Дж. Брадлей** (1693-1762, Англия), производя измерения координат γ 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 годичное 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 Δ видно, что $r = a/\sin\pi$

Так как для звезд угол π 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:

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

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

тогда **1 пк ≈ 3,26 св.год**

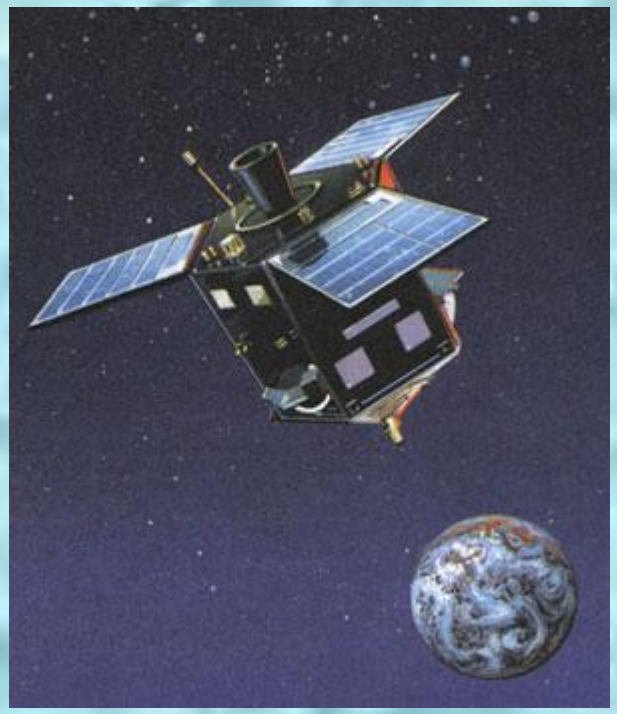
1кпк (килопарсек) = **10^3пк** **1Мпк** (мегапарсек) = **10^6пк**

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 ***а***-Центавра А	4,36 св.г	Лейтен 726-8 А	8,72 св.г
а-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 $2^h\ 05^m$, а ось вращения имела прецессионное движение с периодом 57 суток и амплитудой 43°. До 1993г с точностью до 0,001" определил параллаксы 118 218 звезд до $12{,}4^m$, находящихся от нас на расстоянии до 1000 пк.

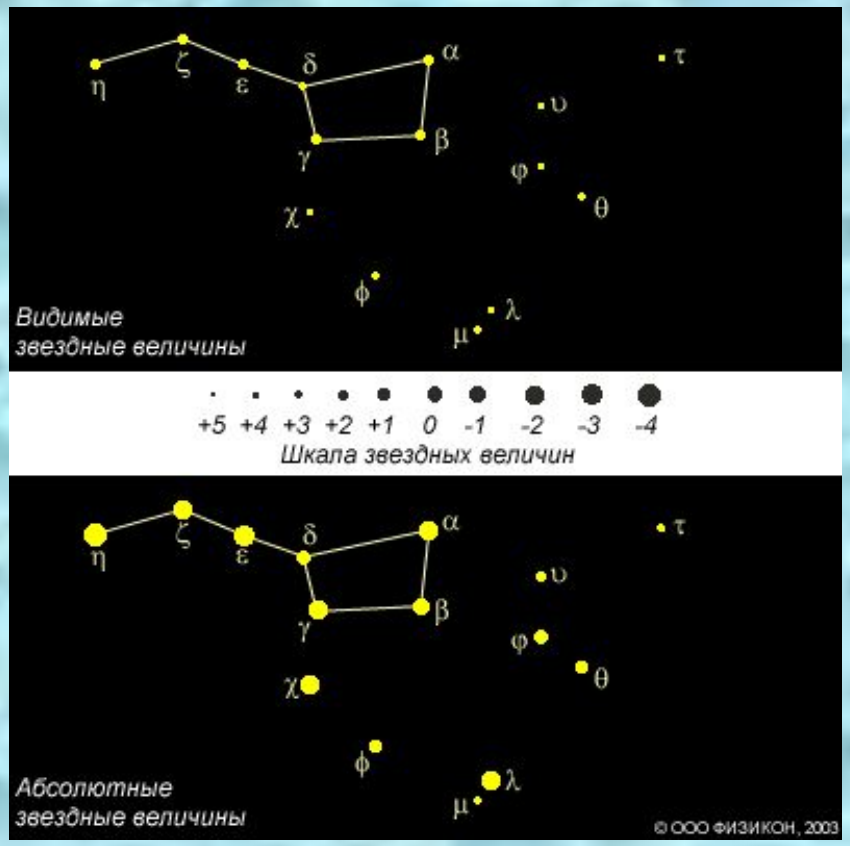
По результатам его работы напечатан в июле 1997 году каталог **Hipparcos** (Перриман и др., 1997) являющимся одним из наиболее точных [на уровне 1 mas (milli arc second)], массовых каталогов положений, собственных движений и параллаксов 118 218 звезд. Кроме того составлен каталог ***Tycho***, содержащий 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 Вегу (α 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 $X^{6-1}=100 \rightarrow \mathbf{X^5=100}$, отсюда **lgX=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 (М)** - ***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:

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