

Астрономия - III.2

2 ноября 2020

1 Годи́чный звёздный параллакс

С развитием гелиоцентрической системы у астрономов возникло понимание, что из-за обращения Земли вокруг Солнца далёкие объекты, например, близкие звёзды *на фоне других звёзд* (наличие удалённого фона существенно) должны смещаться из-за изменения направления луча зрения на них с Земли. Годи́чный звёздный параллакс - это наибольшее в течение года отклонение звезды от её среднего положения; по сути, это угол α , под которым со звезды, удалённой на расстояние r , виден радиус земной орбиты - (1 а.е.). Следует понимать, что для любой далёкой звезды такой угол будет очень маленьким. Обычно их выражают в угловых секундах ($''$). Напомним, что

$$180^\circ = \pi \text{ радиан}, 1^\circ = 60' = 3600''.$$

Из курса математики известно, что при малых углах $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$ (α обязательно должен быть выражен в радианах!). Таким образом, на картинке справа в прямоугольном треугольнике с вершинами Солнце - Земля - близкая звезда:

$$\sin \alpha = \frac{1 \text{ а.е.}}{r} \Rightarrow r = \frac{1 \text{ а.е.}}{\sin \alpha} \approx \frac{1 \text{ а.е.}}{\alpha}.$$

Поскольку расстояния до звёзд много больше расстояния между Солнцем и Землёй, в этом треугольнике гипотенуза практически равна катету, что обеспечивает малость угла α для любой звезды. Тихо Браге первым попытался измерить параллактическое смещение звёзд невооружённым глазом и тем самым проверить теорию Коперника, однако он не знал, что точности измерений углов около $1'$, определяемой свойствами глаза, в принципе недостаточно для таких измерений. Только спустя почти три столетия астрономические приборы были усовершенствованы настолько, чтобы можно было увидеть параллаксы звёзд.

В астрономии за единицу расстояний до звёзд принята величина 1 парсек (пк) - это расстояние, с которого земная орбита видна под углом в одну секунду. Таким образом,

$$1 \text{ пк} = \frac{1 \text{ а.е.}}{1''} = \frac{1 \text{ а.е.}}{\left(\frac{1^\circ}{3600}\right)} = \frac{1 \text{ а.е.}}{\frac{1}{3600} \left(\frac{\pi}{180} \text{ рад}\right)} = \frac{180 \cdot 3600}{\pi} \text{ а.е.} \approx 206265 \text{ а.е.} \approx 3 \cdot 10^{16} \text{ м}$$

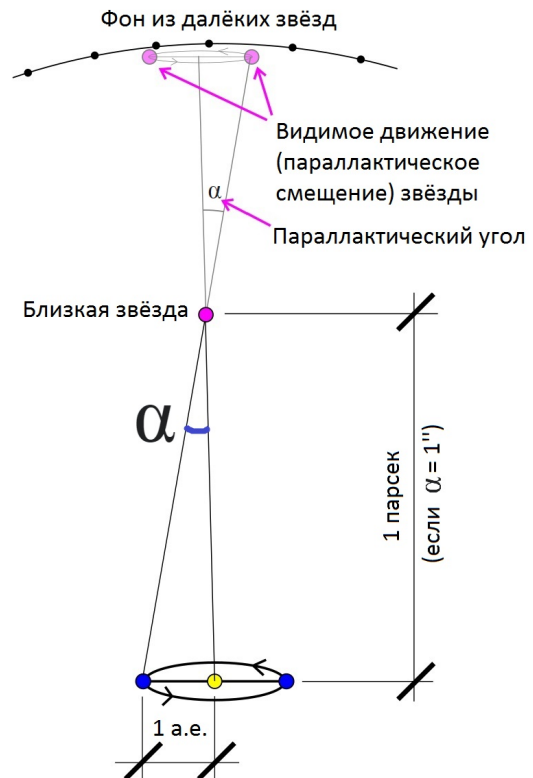


Рис.1. Звёздный параллакс.

Параллакс α Центавра¹, ближайшей к нам звезды (если точнее, тройной звезды, ближайшая в которой - Проксима Центавра), равен $\pi = 0.77''$. Тогда расстояние до неё равно

$$r = \frac{1 \text{ а.е.}}{0.77''} = 1.3 \text{ пк} \approx 4.24 \text{ св.г.}$$

2 Почему $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$?

Напомним, что это работает только в том случае, если угол α выражен в радианах. Рассмотрим первую четверть тригонометрической окружности. Вспомните, что

длина дуги = угол в радианах \cdot радиус.

Красным цветом выделена дуга, длина которой равна α . Попробуем мысленно распрямить красную дугу и сравнить её длину с синусом и тангенсом:

$$\sin \alpha < \alpha < \text{tg } \alpha.$$

Если уменьшать угол α , то значения синуса и тангенса будут всё ближе друг к другу, а значит, и к значению длины "зажатой" между ними дуги.

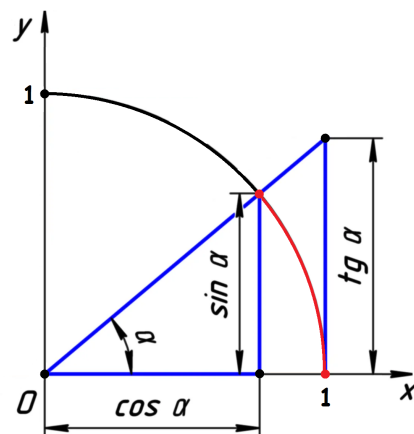


Рис.2. Часть тригонометрической окружности

3 Немного о наблюдениях звёздного неба

При хороших погодных условиях (в безоблачную и безлунную ночь) на ночном небе видно до 1500-3000 звёзд². Тысячи лет назад люди придумали мысленно соединять наиболее яркие звёзды в разнообразные фигуры - *со-звездия*, причём разные народы и цивилизации делали это по-своему. Как правило, их называли именами персонажей древних мифов и легенд, животных или предметов. В настоящее время небо условно разделено на 88 участков, имеющих строго определённые границы, которые и называются созвездиями³. Принадлежность звёзд к тому или иному созвездию определяется лишь тем, что наблюдатель, находящийся на Земле, видит эти звёзды по соседству, но на самом деле в пространстве звёзды находятся на огромном расстоянии друг от друга.



Рис.3. Схема взаимного расположения основных созвездий и ярких звёзд Северного полушария

¹ α – это обозначение звезды, а не угла.

²На самом деле в два раза больше, но половина звёзд всегда будет скрыта земной поверхностью.

³Причём к данному созвездию относятся все звёзды, находящиеся внутри его границ. Например, к созвездию Большой Медведицы относятся не только звёзды известного «ковша», но и много слабых звёзд.