

Астрономия

7 ноября 2019

1 Почему $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$?

Напомним, что это работает только в том случае, если угол α выражен в радианах. Известно, что

$$\text{длина дуги} = \text{угол в радианах} \cdot \text{радиус}$$

Рассмотрим первую четверть тригонометрической окружности. Красным цветом выделена дуга, длина которой равна α . Из общих соображений имеем

$$\sin \alpha < \alpha < \operatorname{tg} \alpha$$

(попробуйте мысленно распрямить красную дугу и сравнить её длину с синусом и тангенсом). 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.

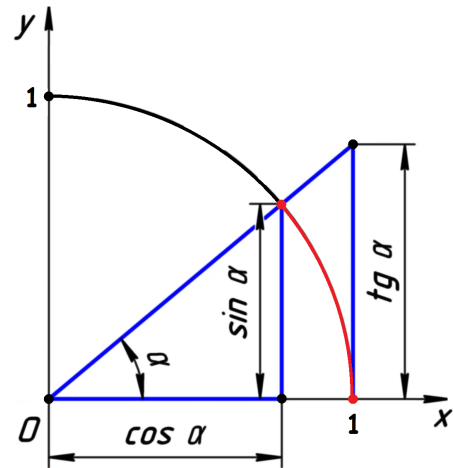


Рис.1. Часть тригонометрической окружности

2 Сферическая система координат

Мы живём в трёхмерном мире, и для определения положения какой-либо точки нам нужны три величины. Если в качестве системы отсчёта использовать *декартову систему координат*, то этими тремя величинами будут абсцисса, ордината и аппликата точки вдоль осей Ox , Oy , Oz соответственно. Однако часто на практике удобнее использовать *сферическую систему координат*, в которой тремя величинами, определяющими положение точки в пространстве, являются

- 1) r - кратчайшее расстояние до начала координат,
- 2) *зенитный* угол θ ,
- 3) *азимутальный* угол φ .

Связь декартовой и сферической систем координат изображена на рисунке справа. В зависимости от задачи, в которой эта система используется, углы θ и φ могут называться по-другому и отсчитываться не от тех направлений, от которых они отсчитываются на рисунке, а на диапазоны их значений могут накладываться различные ограничения. Например, в астрономии обычно используется угол не между радиус-вектором \vec{r} и осью Oz (на рисунке обозначен как θ), а между \vec{r} и плоскостью Oxy (он равен $90^\circ - \theta$).

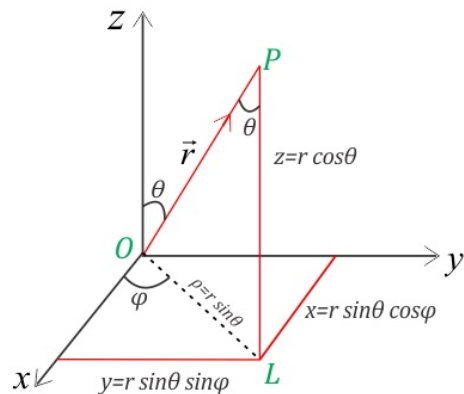


Рис.2. Связь сферической и декартовой систем координат

3 Небесная сфера

В результате огромной удалённости небесных светил человеческий глаз не в состоянии оценить различия в расстояниях до них, и они представляются одинаково удалёнными. С глубокой древности и до перехода от гео- к гелиоцентрической системе мира этот факт ассоциировался с наличием реальной сферы, ограничивающей весь мир и несущей на своей поверхности многочисленные звёзды. С развитием научных знаний такой подход отпал. Однако заложенная в древности геометрия небесной сферы в результате развития и совершенствования получила современный вид, в котором и используется в астрономии и, в частности, в *астрометрии*. Рассмотрим некоторые важные связанные понятия:

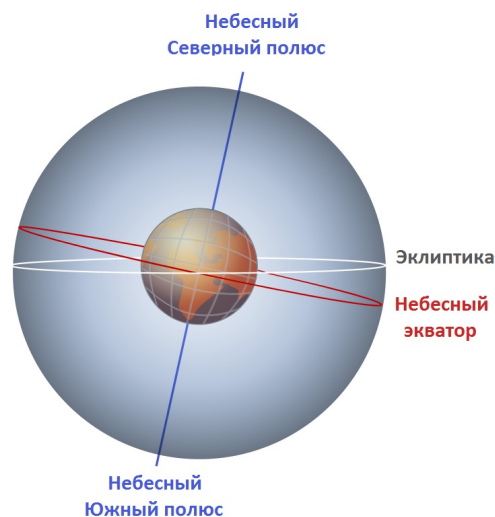


Рис.3. Небесная сфера

- **Ось мира** — воображаемая линия, проходящая через центр мира, вокруг которой происходит вращение небесной сферы (то есть, по сути, это ось вращения земли).
- **Небесный экватор** — *большой круг*¹ небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и проходит через центр небесной сферы.
- **Эклиптика** — большой круг небесной сферы, по которому происходит *видимое годовое движение* Солнца². Плоскость эклиптики пересекается с плоскостью небесного экватора под углом $23^{\circ}26'$ — это связано с тем, что ось вращения земли наклонена относительно перпендикуляра к плоскости эклиптики на тот же угол.
- **Точки весеннего (Υ) и осеннего (Ω) равноденствия** - две точки, в которых эклиптика пересекается с небесным экватором.
- **Точки летнего (φ) и зимнего (\ominus) солнцестояний** - две точки эклиптики, отстоящие от точек равноденствия на 90° и тем самым максимально удалённые от небесного экватора.

Во время своего движения по эклиптике Солнце проходит через 13 созвездий, называемых *зодиакальными*. Символы указанных выше четырёх точек соответствуют зодиакальным созвездиям, в которых находились эти точки во времена древнегреческого астронома Гиппарха (II век до н. э.). В результате так называемого *предварения равноденствий* эти точки сместились и ныне находятся в других созвездиях.

4 Предварение равноденствий

Открытие этого явления приписывается Гиппарху. В результате притяжения Луны и (в меньшей степени) Солнца, а также некоторых других факторов³ ось вращения земли *прецессирует*. В результате этого точки весеннего и осеннего равноденствий смещаются *навстречу* видимому годовому движению Солнца. Это смещение является периодическим, и примерно каждые 26000 лет точки равноденствия возвращаются на прежние места.

¹То есть сечение сферы, проходящее через её центр. *Малый круг* - сечение сферы не через центр.

²Это движение в действительности не совсем равномерное, так как планеты вращаются вокруг Солнца по эллипсам, а не по окружностям. Более подробно видимое движение светил будет рассмотрено позже.

³Неоднородность плотности распределения масс внутри Земли и сплюснутость вдоль оси вращения.