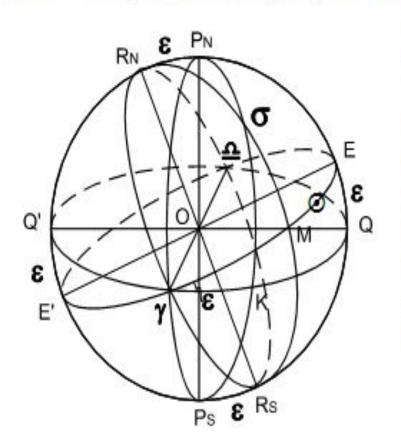
Геодезическая астрономия

Лекция №3. Системы координат

Понятие об эклиптике

В первом приближении орбита Земли может быть принята за плоскую кризую - эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце. Плоскость эллипса,



принимаемого за орбиту Земли, называется плоскостью эклиптики.

В сферической астрономии принято говорить о видимом годичном движении Солнца. Большой круг ЕуЕ' Ф, по которому происходит видимое движение Солнца в течение года, называется эклиптикой. Плоскость эклиптики наклонена к плоскости небесного экватора на угол, примерно равный 23.5 °. На рис. 4 показаны:

у – точка весеннего равноденствия;

— точка осеннего равноденствия;

E — точка летнего солнцестояния; E' — точка зимнего солнцестояния; $R_N R_S$ — ось эклиптики; R_N — северный полюс эклиптики; R_S — южный полюс эклиптики; R_S — наклон эклиптики к экватору.

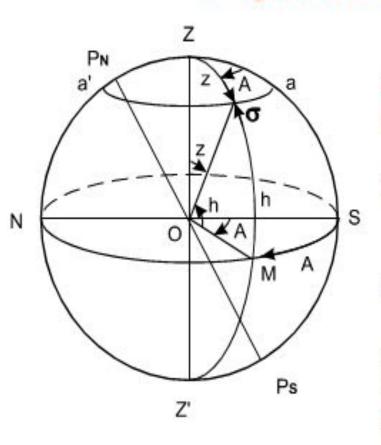
Системы сферических координат

Для определения сферической системы координат на сфере выбирают два взаимно перпендикулярных больших круга, один из которых называют основным, а другой - начальным кругом системы.

- •В геодезической астрономии используются следующие системы сферических координат:
- •1) горизонтальная система координат;
- •2) первая и вторая экваториальные системы координат;
- •3) географическая система координат.

Название систем обычно соответствует названию больших кругов, принятых за основной.

Горизонтальная система координат



Основной круг в этой системе астрономический горизонт SMN. Его геометрические полюса - Z (зенит) и Z' (надир).

Начальный круг системы - небесный меридиан ZSZ'N.

Начальная точка системы - точка юга S. Определяющий круг системы - вертикал ZσZ'.

Первая координата горизонтальной системы — высота h, угол между плоскостью горизонта и направлением на светило $\angle MO\sigma$, или дуга вертикала от горизонта до светила $\cup M\sigma$. Высота отсчитывается от горизонта и может принимать значения $-90^{\circ} \le h \le 90^{\circ}$.

Иногда вместо высоты h используется зенитное расстояние - угол между отвесной линией и направлением на светило $\angle ZOs$. $z = 90^{0} - h$. Зенитное расстояние светила отсчитывается от зенита и может принимать значения $0^{0} \le z \le 180^{0}$.

Вторая координата горизонтальной системы — азимут — двугранный угол SZZ's между плоскостью небесного меридиана (начального круга) и плоскостью вертикала светила, обозначаемый буквой А:

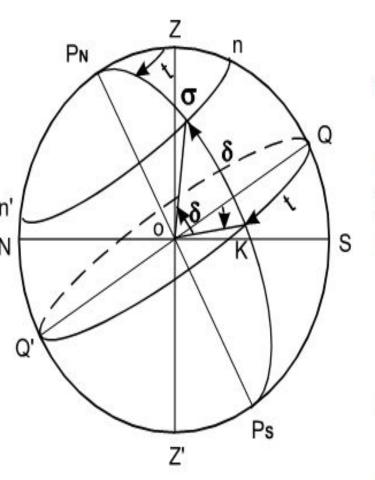
A = двугр.угол SZZ's $= \angle SOM = \cup SM = cф.угол SZM.$

В астрономии азимуты отсчитываются от точки юга S по ходу часовой стрелки в пределах $0^0 \le A \le 360^0$.

Вследствие суточного вращения небесной сферы горизонтальные координаты светила меняются в течение суток. Поэтому, фиксируя положение светил в этой системе координат, нужно отмечать момент времени, к которому относятся координаты h, z, A.

В горизонтальной системе координат ориентируются геодезические инструменты и выполняются измерения.

Первая экваториальная система координат



Первая экваториальная система координат показана на рис. 6.

Основной круг первой экваториальной системы координат есть небесный экватор Q'KQ. Геометрические полюса небесного экватора северный и южный полюсы мира, P_N и P_S .

Начальный круг системы - небесный меридиан $P_NQ'P_SQ$.

Начальная точка системы – верхняя точка экватора Q.

Определяющий круг системы — круг склонения $P_N \sigma P_S$.

Первая координата первой экваториальной системы - склонение светила δ, угол между плоскостью небесного экватора и направлением на светило ∠КОσ, или дуга круга склонения ∪Кσ. Склонение отсчитывается от экватора к полюсам и может принимать значения

$$-90^{\circ} \le \delta \le 90^{\circ}$$
.

Иногда используется величина $\Delta = 90^{\circ}$ - δ , где $0^{\circ} \le \Delta \le 180^{\circ}$, называемая полярным расстоянием.

Склонение не зависит ни от суточного вращения Земли, ни от географических координат пункта наблюдения ф, λ .

Вторая координата первой экваториальной системы — часовой угол светила t — двугранный угол между плоскостями небесного меридиана и круга склонения светила, или сферический угол при северном полюсе мира:

$$t = дв. угол QP_NP_S\sigma = cф. угол QP_N\sigma = \bigcirc QK = \angle QOK.$$

Часовой угол отсчитывается от верхней точки экватора Q в направлении суточного вращения небесной сферы от 0^0 до 360^0 , $0^0 \le t \le 360^0$.

Часовой угол часто выражают в часовой мере, $0^h \le t \le 24^h$.

Градусы и часы связаны соотношениями:

$$360^{\circ} = 24^{\circ}$$
, $15^{\circ} = 1^{\circ}$, $15' = 1^{\circ}$, $15'' = 1^{\circ}$.

Вследствие видимого суточного движения небесной сферы часовые углы светил постоянно изменяются. Часовой угол t отсчитывается от небесного меридиана, положение которого определяется направлением отвеса (ZZ') в данном пункте и, следовательно, зависит от географических координат пункта наблюдения на Земле.

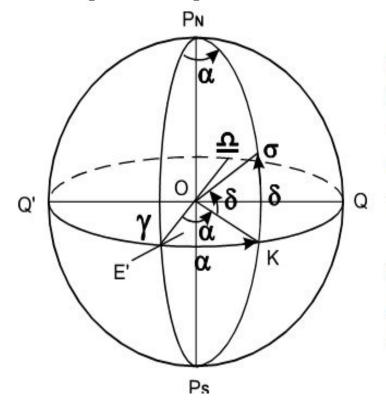
Вторая экваториальная система координат

Основной круг второй экваториальной системы - небесный экватор $Q\gamma Q'$. Начальный круг системы - круг склонений точки весеннего равноденствия $P_N\gamma P_S$, называемый колюром равноденствий.

Начальная точка системы – точка весеннего равноденствия у.

Определяющий круг системы – круг склонения $P_N \sigma P_S$.

Первая координата - склонение светила δ.

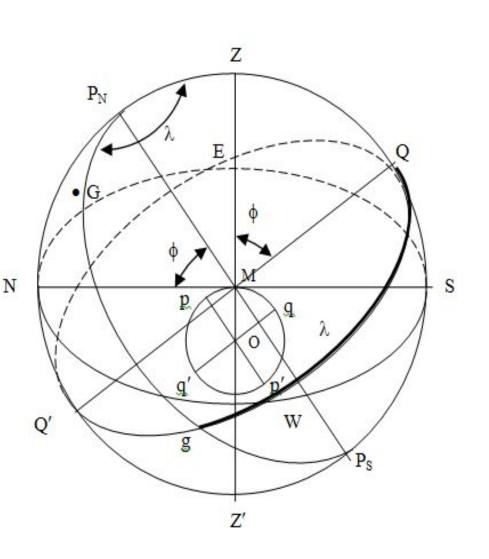


Прямое восхождение α выражается в часовой мере и отсчитывается от точки γ против хода часовой стрелки в направлении, противоположном видимому суточному движению светил, $0^h < \alpha < 24^h$.

Во второй экваториальной системе координаты а и d не зависят от суточного вращения светил. Так как эта система не связана ни с горизонтом, ни с меридианом, то а и d не зависят от положения точки наблюдения на Земле, то есть от географических координат f и l.

При выполнении астрономо-геодезических работ координаты светил а и d должны быть известны. Они используются при обработке результатов наблюдений, а также для вычисления таблиц координат A и h, называемых эфемеридами, с помощью которых можно отыскать астрономическим теодолитом светило в любой заданный момент времени. Экваториальные координаты светил а и d определяются из специальных наблюдений на астрономических обсерваториях и публикуются в звездных каталогах.

Географическая система координат



Если спроектировать точку М земной поверхности на небесную сферу по направлению отвесной линии ZZ' (рис.8), то сферические координаты зенита Z этой точки называются географическими координатами: географической широтой ф и географической долготой λ.

В географической системе координат задается положение пунктов на поверхности Земли. Географические координаты могут быть астрономическими, геодезическими и геоцентрическими. Методами геодезической астрономии определяют астрономические координаты.

- Основной круг астрономической географической системы земной экватор.
- Плоскость астрономического меридиана, проходящего через произвольную точку земной поверхности, содержит отвесную линию в данной точке и параллельна оси вращения Земли.
- Начальный меридиан начальный круг системы координат проходит через Гринвичскую обсерваторию (согласно международному соглашению 1883г).
- **Начальная точка** астрономической географической системы координат точка пересечения начального меридиана с плоскостью экватора.
- В геодезической астрономии определяются астрономические широта и долгота, f и l, а также астрономический азимут направления A.

- **Астрономическая широта** f есть угол между плоскостью экватора и отвесной линией в данной точке. Широта отсчитывается от экватора к северному полюсу от 0^0 до $+90^0$ и к южному полюсу от 0^0 до -90^0 .
- Астрономическая долгота 1 двугранный угол между плоскостями начального и текущего астрономических меридианов. Долгота отсчитывается от гринвичского меридиана к востоку (1_E восточная долгота) и к западу (1_W западная долгота) от 0^0 до 180^0 или, в часовой мере, от 0 до 12 часов (12^h). Иногда долготу считают в одну сторону от 0 до 360^0 или, в часовой мере, от 0 до 24 часов.
- **Астрономический азимут направления** А двугранный угол между плоскостью астрономического меридиана и плоскостью, проходящей через отвесную линию и точку, на которую измеряется направление.