

Геодезическая астрономия



Азимутальные способы
астрономических определений

Измерение горизонтальных направлений на светила

- В азимутальных способах измеренными величинами являются горизонтальные направления на светила и на местный предмет. В этом случае в зависимости от применяемой методики наблюдения в качестве измеренной величины можно также считать горизонтальный угол Q между вертикалом светила и вертикалом предмета.
- На рис. 1 горизонтальный круг прибора совмещен с плоскостью астрономического горизонта, а центр круга – с проекцией зенита Z . Полуденная линия NS представляет собой след сечения плоскости меридиана с плоскостью горизонта.

Измерение горизонтальных направлений на светилах

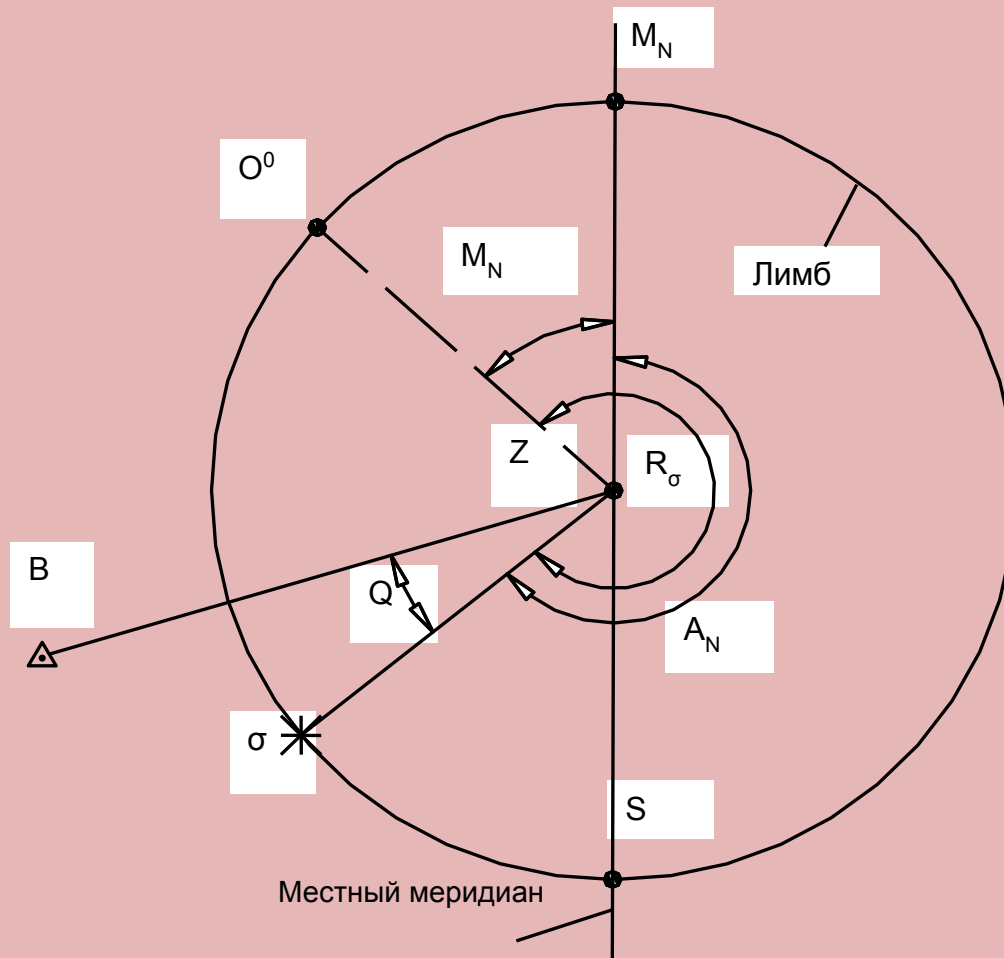


Рис. 1. Рабочая схема

Измерение горизонтальных направлений на светила

При данной ориентировке имеем:

- O^0 – нулевой диаметр лимба;
- R_σ – направление на светило (угол между нулевым диаметром лимба и направлением на звезду);
- M_N – место севера – отсчет на лимбе, соответствующий направлению на север;
- A_N – азимут светила от точки севера;
- Q – горизонтальный угол между светилом σ и местным предметом.

Измерение горизонтальных направлений на светила

Из рис. 1. видно, что азимут светила определяется формулой

$$A_N = R_\sigma - M_N \quad (1.74)$$

Азимут направления на местный предмет можно представить в виде

$$a_N = A_N + Q \quad \text{или} \quad , \quad a_{\text{Вн}} = R_{.N} - M \quad (1.75)$$

где $R_{з.н}$ – горизонтальное направление на местный предмет В. Поскольку с течением времени азимуты светил постоянно изменяются из-за видимого суточного движения небесной сферы, то при измерении горизонтальных направлений необходимо брать отсчеты по хронометру в определенной системе счета времени.

Измерение горизонтальных направлений на светила

Вследствие этого, процесс визирования на светило связан с отсчетами показаний хронометра в момент наведения вертикальной нити на светило или в моменты прохождения светила через вертикальные нити неподвижной по азимуту трубы теодолита.

Визирование путем наведения вертикальной нити на светило под счет ударов хронометра целесообразно применять только для наблюдений близ полюсных звезд, где изменения азимута светила происходит медленно [12].

Визирование путем наблюдения моментов прохождения светила через вертикальные нити неподвижной трубы теодолита применяют в случаях, когда азимут наблюдаемого светила изменяется достаточно быстро.

Измерение горизонтальных направлений на светила

Кроме того, горизонтальные направления на светила выполняются не вблизи горизонта, а на разных зенитных расстояниях, поэтому необходимо учитывать с особой тщательностью поправки за наклон горизонтальной оси вращения трубы теодолита; за влияние коллимационной ошибки; за неправильную форму цапф оси вращения трубы и др.

Теоретические основы азимутальных способов астрономических определений

Основное уравнение в азимутальных способах, связывающее азимут направления на светило A с широтой φ и поправкой хронометра U , имеет вид

$$\operatorname{ctg} A = \sin \varphi \cdot \operatorname{ctg} t - \frac{\cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta}{\sin t}$$

где $t = T_H + U - \alpha$; φ – широта места наблюдения; A – азимут направления на звезду; α , δ – координаты светила σ ; U – поправка часов; T_H – показание звездного хронометра, где $T_H + U$ – местное звездное время.

Теоретические основы азимутальных способов астрономических определений

Существуют как совместные методы определения ϕ , U , A , так и отдельные методы.

При постановке общей задачи все три искомых элемента предполагаются неизвестными; на выбор звезд для совместного определения указанных элементов не накладываются какие-либо ограничивающие условия, кроме их удовлетворительной видимости. Условия наивыгоднейшего выбора светил при совместном или отдельном определении искомых величин определяются в результате решения общей задачи.

Теоретические основы азимутальных способов астрономических определений

Рассмотрим **сущность основных азимутальных способов.**

1. Определение астрономического азимута по измеренному горизонтальному углу между Полярной и местным предметом

Данный способ можно рассматривать как обычный способ определения азимута из многократных наблюдений одного и того же светила.

Как известно, для горизонтального угла между светилом и местным предметом можно составить уравнение

$$V = \Delta a' + bx + cy + l \qquad P_i = \sin^2 Z$$

с весом

Теоретические основы азимутальных способов астрономических определений

Однако, в отличие от других светил Полярная звезда незначительно изменяет свое видимое положение, поскольку находится рядом с полюсом Мира, поэтому при многократном измерении горизонтальных углов Q_i коэффициенты $b = \sin A \operatorname{ctg} Z$ и $c = \cos A \operatorname{ctg} Z$ будут примерно одинаковыми. А это приводит к плохой обусловленности системы уравнений поправок, т. е. такая система, как известно, неразрешима.

Поэтому при наблюдениях полагают ϕ и λ известными (т. е. $x = y = 0$, $\Delta a' = \Delta a$), а неизвестным является только поправка Δa . Таким образом, из наблюдения Полярной звезды определяют только азимут

$$a = a_0 + \Delta a. \quad (1.83)$$

Теоретические основы азимутальных способов астрономических определений

В этом случае уравнение поправок будет иметь вид

$$V = \Delta a + l \text{ с весом } P_i = \sin^2 Z, \quad (1.84)$$

где $l = (a_0 - A_N) - Q$; в данной формуле Q' – измеренный горизонтальный угол; $Q = a_0 - A_N$ – горизонтальный угол, который вычисляется по формуле

$$(1.85) \quad \operatorname{tg} A_N = \frac{m \cdot \sin t}{n \cdot \cos t - 1}$$

где $t = S - a$ (S – местное звездное время точки наблюдений);
 $m = \operatorname{ctg} \delta \operatorname{sec} \phi$; $n = \operatorname{ctg} \delta \cdot \operatorname{tg} \phi$.

Уравненное значение астрономического азимута будет с весом P , где n – количество измеренных углов.

Теоретические основы азимутальных способов астрономических определений

Достоинства способа:

- Полярная звезда является незаходящей звездой, поэтому ее можно наблюдать как ночью, так и днем.
- Способ прост в наблюдениях и вычислениях.
- Погрешности определения времени и широты не оказывают существенного влияния на точность определения азимута.
- В этом способе *недостатком* является то, что наибольшее влияние на точность окончательных результатов влияют инструментальные ошибки.