

Практическая работа №6

Изучение систем счета времени

Цель работы: изучение различных систем счета времени.

Средства обучения: методические рекомендации по выполнению практических работ, калькулятор, модель небесной сферы, астрономический календарь (постоянная и переменная части), подвижная звездная карта.

Место проведения: учебная аудитория.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

Краткие теоретические сведения

Измерение времени основано на наблюдениях суточного вращения небесного свода и годичного движения Солнца, т.е. на вращении Земли вокруг оси и на обращении Земли вокруг Солнца.

Вращение Земли вокруг оси происходит почти равномерно, с периодом, равным периоду вращения небесного свода. Поэтому по углу поворота Земли от некоторого начального положения можно судить о протекшем времени. За начальное положение Земли принимается момент прохождения плоскости земного меридиана места наблюдения через избранную точку на небе, или, что одно и то же, момент верхней кульминации этой точки на данном меридиане.

Продолжительность основной единицы времени, называемой сутками, зависит от избранной точки на небе. В астрономии за такие точки принимаются:

- точка весеннего равноденствия (звездное время),
- центр видимого диска Солнца (истинное Солнце, истинное солнечное время),
- среднее Солнце — фиктивная точка, положение которой на небе может быть вычислено теоретически для любого момента времени (среднее солнечное время).

Для измерения длинных промежутков времени служит тропический год, основанный на движении Земли вокруг Солнца.

Тропический год — промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра истинного Солнца через точку весеннего равноденствия. Содержит 365,2422 средних солнечных суток.

Из-за медленного движения точки весеннего равноденствия навстречу Солнцу, вызванного прецессией, относительно звезд Солнце оказывается в той же точке неба через промежуток времени на 20 мин. 24 с. больший, чем тропический год. Он называется звездным годом и содержит 365,2564 средних солнечных суток.

Звездное время. Промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями точки весеннего равноденствия на одном и том же географическом меридиане называется звездными сутками.

За начало звездных суток на данном меридиане принимают момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия.

Время, протекшее от верхней кульминации точки до любого другого ее положения, выраженное в долях звездных суток, называется звездным временем S .

Угол, на который Земля повернется от момента верхней кульминации точки весеннего равноденствия до какого-нибудь другого момента, равен часовому углу точки в этот момент. $S = t$.

Практически для установления начала звездных суток или звездного времени в какой-то момент надо измерить часовой угол t какого-либо светила M , прямое восхождение которого известно. Тогда звездное время:

$$S = \alpha + t,$$

$$\text{где } t = (Q_m, \alpha = (m, \text{ а } t = (Q = S.$$

Звездное время в любой момент равно прямому восхождению какоголибо светила плюс его часовой угол. В момент верхней кульминации светила его часовой угол $t = 0$, тогда $S = \alpha$.

Звездное время для наблюдателей, находящихся на разных меридианах, будет разным. Разность звездного времени в двух пунктах земной поверхности в один и тот же физический момент равна разности географических долгот этих пунктов.

$$S_2 - S_1 = \lambda_2 - \lambda_1.$$

Истинное солнечное время. Промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями Солнца (центра солнечного диска) на одном и том же географическом меридиане называется истинными солнечными сутками. За начало истинных солнечных суток на данном меридиане принимают момент нижней кульминации Солнца (истинная полночь).

Время, протекшее от нижней кульминации Солнца до любого другого его положения, выраженное в долях истинных солнечных суток называется истинным солнечным временем T_c .

Истинное солнечное время T_c на данном меридиане в любой момент:

$$T_c = t_c + 12^h,$$

где t_c – часовой угол Солнца.

Истинные солнечные сутки имеют различную продолжительность, так как:

1. Солнце движется не по небесному экватору, а по эклиптике, наклоненной к экватору под углом $23^\circ 26'$.
2. Движение Солнца по эклиптике неравномерно.

Среднее солнечное время. Чтобы получить сутки постоянной продолжительности и в то же время связанные с движением Солнца, в астрономии введены понятия двух фиктивных точек — среднего эклиптического и среднего экваториального Солнца.

Среднее эклиптическое Солнце равномерно движется по эклиптике со средней скоростью Солнца.

Среднее экваториальное Солнце равномерно движется по экватору с постоянной скоростью среднего эклиптического Солнца и одновременно с ним проходит точку весеннего равноденствия.

Промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями среднего экваториального Солнца на одном и том же географическом меридиане называется средними солнечными сутками.

Продолжительность средних солнечных суток равна среднему значению продолжительности истинных солнечных суток за год.

За начало средних солнечных суток на данном меридиане принимают момент нижней кульминации среднего экваториального Солнца (средняя полночь).

Время, протекшее от нижней кульминации среднего экваториального Солнца до любого другого его положения, выраженное в долях средних солнечных суток, называется средним солнечным временем T_m .

Среднее солнечное время T_m на данном меридиане в любой момент:

$$T_m = t_m + 12^h,$$

где t_m – часовой угол Солнца.

Разность между средним и истинным солнечным временем в один и тот же момент называется уравнением времени η .

$$\eta = T_m - T_c = t_m - t_c = \alpha_c - \alpha_m,$$

где t – часовой угол, а α — прямое восхождение. Отсюда следует

$$T_m = T_c + \eta = t_c + 12^h + \eta.$$

Уравнение времени обращается в нуль около 15 апреля, 14 июля, 1 сентября и 24 декабря, и четыре раза в году принимает экстремальные значения, из них наиболее значительные около 11 февраля ($\eta = +14^m$) и 2 ноября ($\eta = -16^m$).

Уравнение времени публикуется в астрономических календарях - ежегодниках ВАГО для каждой средней полуночи на меридиане Гринвича. Если в календаре дан момент верхней кульминации центра истинного Солнца, то имея в виду, что этот момент дан по среднему времени, и что в данный момент истинное солнечное время равно 12^h , получим уравнение:

$$\eta = T_m - 12^h.$$

Всемирное время. Местное среднее солнечное время гринвичского меридиана называется всемирным, или мировым временем T_0 .

Местное среднее солнечное время любого пункта на Земле определяется:

$$T_m = T_0 + \lambda^h,$$

где λ^h – долгота данного пункта, выраженная в часовой мере (h).

Поясное время. Местных систем счета времени бесчисленное множество, как и меридианов.

В 1884 году была предложена поясная система счета среднего времени. Счет времени ведется только на 24 основных географических меридианах, расположенных друг от друга по долготе точно через 15° , приблизительно посередине каждого часового пояса. За основной меридиан нулевого пояса принят Гринвичский.

Местное среднее солнечное время основного меридиана какого-либо часового пояса называется поясным временем T_n . Связь поясного времени с местным и всемирным выражается следующим образом:

$$T_m - T_n = \lambda^h - n^h,$$

$$T_n = T_0 + n^h$$

где n^h – число целых часов, равное номеру часового пояса (долгота основного меридиана часового пояса).

Декретное время. В целях более рационального распределения электроэнергии, идущей на освещение предприятий и жилых домов, в

летнее время вводят летнее время. В СССР 16.07.1930г. декретом правительства стрелки часов перевели на 1 час вперед против поясного времени.

Задания для аудиторной работы

1. На модели небесной сферы показать взаимосвязь прямого восхождения и часового угла светила со звездным временем.
2. Найти звездное время в момент захода точки весеннего равноденствия.
3. Определить звездное время в Екатеринбурге и Минске, если в Бишкеке звездное время равно $2^{\text{h}}40^{\text{m}}25^{\text{s}}$.

Задания для самостоятельной работы

Вариант 1

Часть А

Найти звездное время в момент захода точки весеннего равноденствия.

Часть В

1. По подвижной карте звездного неба определить для тех же дней приближенное значение среднего времени в момент 18^{h} звездного времени.
2. Определить, с точностью до 1 минуты, момент верхней кульминации Солнца по звездному, истинному солнечному, среднему местному, поясному времени в Берлине 2 ноября. ($\lambda = 13^{\circ}25'$).

Часть С

В момент верхней кульминации звезды Ригель ($\alpha = 5^{\text{h}}13^{\text{m}}$) в некотором географическом пункте часы, идущие точно по звездному гринвичскому времени, показывают $15^{\text{h}}9^{\text{m}}$. Определить долготу данного пункта.

Вариант 2

Часть А

Найти звездное время в момент захода точки осеннего равноденствия.

Часть В

1. По подвижной карте звездного неба определить приближенное значение звездного времени в среднюю полночь и средний полдень 25 февраля, 25 мая, 25 августа и 25 ноября
2. Определить, с точностью до 1 минуты, момент верхней кульминации Солнца по звездному, истинному солнечному, среднему

местному, поясному, декретному времени в Берлине 2 ноября. ($\lambda = 13^\circ 25'$).

Часть С

В момент кульминации звезды Ригель ($\alpha = 5^h 13^m$) часы, идущие точно по звездному гринвичскому времени, показывают $15^h 9^m$; определить долготу данного места.