

Практическое занятие № 3

Тема. Решение задач по теме «Системы координат и измерения времени в астрономии».

Цели:

- помочь более успешному усвоению основных определений и понятий, связанных с небесной сферой и системами координат на ней,
- улучшить ориентирование в переходах между системами счета времени.

Ход занятия

В первую очередь учащиеся отвечают на вопросы для самоконтроля, что дает возможность вспомнить теоретический материал по теме и подготовиться к решению расчетных задач.

Для успешного решения задач необходимо придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) внимательно прочитать условие задачи;
- 2) определить, к какому разделу данной темы относится задача;
- 3) выписать все необходимые для решения задачи формулы;
- 4) при необходимости выполнить дополнительные построения.

Вопросы для самоконтроля

1. На каких широтах на Земле плоскость горизонта совпадает с плоскостью эклиптики?
2. Есть ли место на Земле, где вращение небесной сферы происходит вокруг отвесной линии?
3. Где на Земле все светила будут являться восходящими и заходящими?
4. У каких светил можно наблюдать и верхнюю, и нижнюю кульминацию?
5. При каких условиях часовой угол светила равен 0?
6. Дайте определение звездного, истинного солнечного и среднего солнечного времени.
7. Какое время показывают солнечные часы?
8. Разность долгот двух мест равна разности каких времен – солнечных или звездных?
9. Сколько дат одновременно может быть на Земле?
10. Если бы Земля не вращалась вокруг оси, то какие астрономические единицы времени сохранились?

Примеры решения расчетных задач

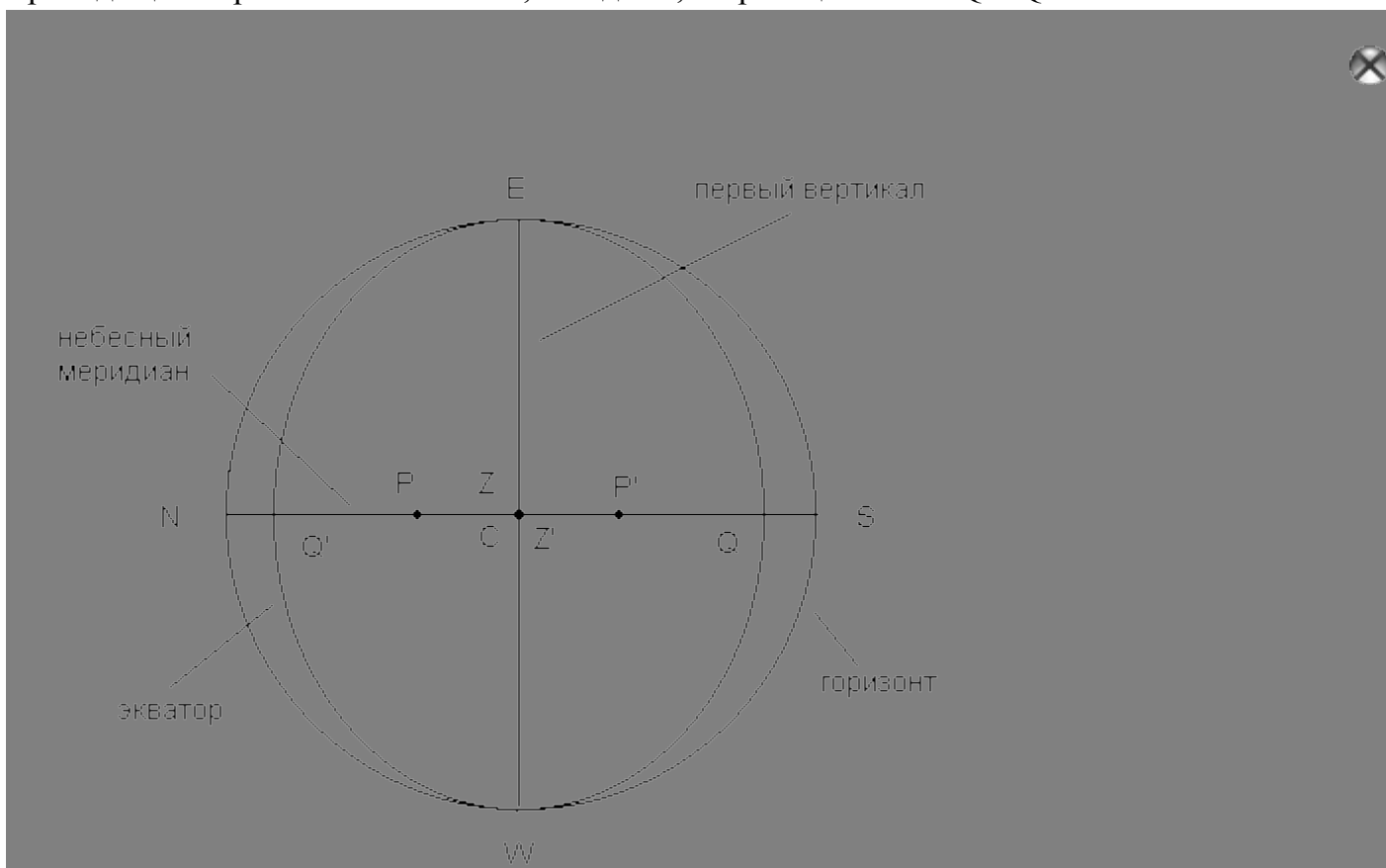
Задача 1. Изобразите на чертеже небесную сферу (основные круги, точки и линии) в проекции на плоскость горизонта.

Решение:

Как известно, проекцией какой-либо точки А на какую-либо плоскость является точка пересечения плоскости и перпендикуляра, опущенного из точки А к плоскости. Проекцией отрезка, перпендикулярного к плоскости, является точка. Проекцией круга, параллельного плоскости, является такой же круг на плоскости, проекцией круга, перпендикулярного к плоскости, является отрезок, а проекцией круга, наклоненного к плоскости, является эллипс, тем более сплюснутый, чем ближе угол наклона к 90° . Таким образом, для того, чтобы начертить проекцию небесной сферы на какую-либо плоскость, надо опустить на эту плоскость перпендикуляры из всех точек небесной сферы.

Последовательность действий следующая. Прежде всего, необходимо начертить круг, лежащий в плоскости проекции, в данном случае это будет горизонт. Затем нанести все точки и линии, лежащие в плоскости горизонта. В данном случае это будет центр небесной сферы С и точки юга S, севера N, востока E и запада W, а также полуденная линия NS. Далее опускаем перпендикуляры на плоскость горизонта из остальных точек небесной сферы и получаем, что

проекцией зенита Z , надира Z' и отвесной линии ZZ' на плоскость горизонта является точка, совпадающая с центром небесной сферы C (см. [рис. 1](#)). Проекцией первого вертикала является отрезок EW , проекция небесного меридиана совпадает с полуденной линией NS . Точки, лежащие на небесном меридиане: полюса P и P' , а также верхняя и нижняя точки экватора Q и Q' , проецируются поэтому на полуденную линию тоже. Экватор является большим кругом небесной сферы, наклоненным к плоскости горизонта, поэтому его проекция – это эллипс, проходящий через точки востока E , запада W , и проекции точек Q и Q' .



Задача 2. К каким светилам на широте Казани ($\varphi = 55^\circ 47'$) относятся Сириус (α Большого Пса, $\delta = -16^\circ 40'$), Капелла (α Возничего, $\delta = +45^\circ 58'$) и Альдебаран (α Тельца, $\delta = +16^\circ 27'$)? Каково значение зенитного расстояния z этих звезд в моменты кульминаций?

Решение:

Светило будет считаться незаходящим, если его высота $h \geq 0^\circ$, невосходящим, если $h \leq 0^\circ$, восходящим и заходящим, если $h \in (-90^\circ; +90^\circ)$. Известно, что высота $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ ($\delta < \varphi$); $h = 90^\circ - \delta + \varphi$ ($\delta > \varphi$) в верхней кульминации и $h = \varphi + \delta - 90^\circ$ в нижней кульминации.

Для Сириуса ($\delta < \varphi$) h в верхней кульминации будет $90^\circ - 55^\circ 47' + (-16^\circ 40') = 90^\circ - 55^\circ 47' - 16^\circ 40' = 17^\circ 33' > 0$, h в нижней кульминации $55^\circ 47' + (-16^\circ 40') - 90^\circ = h = 55^\circ 47' - 16^\circ 40' - 90^\circ = -50^\circ 53' < 0$. Значит, светило восходящее и заходящее. Зенитное расстояние $z = 90^\circ - h$. В момент верхней кульминации $z = 72^\circ 27'$, в момент нижней кульминации $z = 140^\circ 53'$.

- Аналогичные вычисления проводим для Капеллы и Альдебарана:
- Капелла ($\delta < \varphi$): $h_{\text{БК}} = 80^\circ 11'$, $h_{\text{НК}} = 11^\circ 45'$, $z_{\text{БК}} = 9^\circ 49'$, $z_{\text{НК}} = 78^\circ 15'$, $h > 0$ незаходящее светило.
- Альдебаран ($\delta < \varphi$): $h_{\text{БК}} = 50^\circ 40'$, $h_{\text{НК}} = -17^\circ 46'$, $z_{\text{БК}} = 39^\circ 20'$, $z_{\text{НК}} = 107^\circ 46'$, $h_{\text{БК}} > 0$, $h_{\text{НК}} < 0$ восходящее и заходящее светило.

Задача 3. Долгота Новосибирска $\lambda_2 = 5^{\text{h}} 31^{\text{m}}$, долгота Москвы $\lambda_1 = 2^{\text{h}} 30^{\text{m}}$. Новосибирск находится в V часовом поясе.

1) Если днем в Новосибирске часы показывают 12:00, то что показывают в этот момент часы в Москве?

2) Если истинное солнечное время в Новосибирске 12:00, то каково оно в этот момент в Москве?

Решение:

1) Москва находится во втором часовом поясе, Новосибирск – в пятом. Разница во времени между городами составляет $5^h - 2^h = 3^h$. Когда в Новосибирске полдень, в Москве $12^h - 3^h = 9^h$ (9 часов утра).

2) Разность любых двух времен (звездных, истинных солнечных, средних солнечных) равна разности долгот:

$$T_{\lambda 2} - T_{\lambda 1} = \lambda_2 - \lambda_1 = 3^h 01^m.$$

Если истинное солнечное время в Новосибирске 12 часов, то в Москве оно $12^h - 3^h 01^m = 8^h 59^m$.

Ответ: 1) 9 часов утра; 2) $8^h 59^m$.

Задача 4. Когда по поясному времени Казани ($\lambda = 3^h 16^m 29^s$, III часовой пояс) 22 июня произойдет кульминация Солнца, если уравнение времени в этот день равно $+1^m 20^s$?

Решение:

В момент верхней кульминации Солнца истинное солнечное время $T_{\text{и}} = 12^h 00^m$. Местное среднее солнечное время отличается от истинного на величину уравнения времени $T_{\text{м}} = T_{\text{и}} + \eta = 12^h 01^m 20^s$. Для того чтобы найти поясное время, надо знать всемирное $UT = T_{\text{м}} - \lambda = 12^h 01^m 20^s - 3^h 16^m 29^s = 8^h 44^m 51^s$ и прибавить к нему номер пояса в часах $T_{\text{п}} = UT + N^h = 8^h 44^m 51^s + 3^h = 11^h 44^m 51^s$.

Задачи для самостоятельной работы

1. Изобразите на чертеже небесную сферу (основные круги, точки и линии) в проекции на плоскость небесного меридиана.

2. Изобразите на чертеже небесную сферу (основные круги, точки и линии) в проекции на плоскость первого вертикала.

3. К каким светилам на широте Томска ($\varphi = 56^\circ 28'$) относятся Альтаир (α Орла, $\delta = 8^\circ 48'$), Полярная (α Большой Медведицы, $\delta = +89^\circ 09'$) и Ригель (β Ориона, $\delta = -8^\circ 14'$)? Каково значение зенитного расстояния z этих звезд в моменты кульминаций?

4. Долгота Томска $\lambda_2 = 5^h 39^m$, долгота Казани $\lambda_1 = 3^h 16^m$. Томск находится в V часовом поясе.

1) Если днем в Томске часы показывают 13:00, то что показывают в этот момент часы в Казани?

2) Если истинное солнечное время в Томске 13:00, то каково оно в этот момент в Казани?

5. В Орле по часам, идущим по киевскому звездному времени, в $4^h 48^m$ наблюдалась верхняя кульминация Капеллы ($\alpha = 5^h 10^m$). Какова разность долгот Орла и Киева?

6. Когда по поясному времени Томска ($\lambda = 5^h 39^m 45^s$, V часовой пояс) 20 мая произойдет кульминация Солнца? Значение уравнения времени в этот день определить по номограмме (рис. 2.9, гл. 2 пособия).

7. Корабль, покинувший Сан-Франциско утром в среду 12 октября, прибыл во Владивосток ровно через 16 суток. Какого числа месяца и в какой день недели он прибыл?