

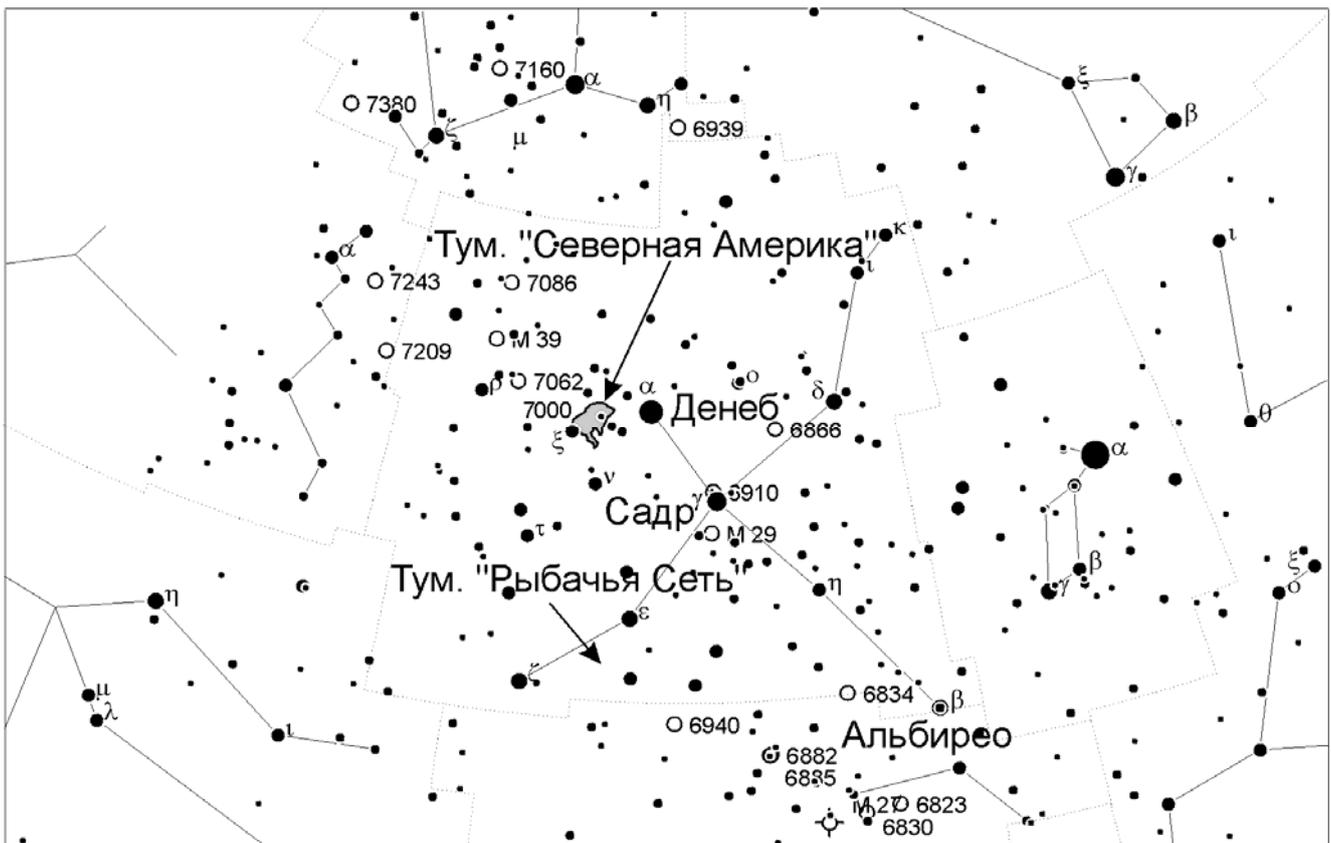
III (региональный) этап

Задания с решениями

9 класс

1. **Условие.** Нарисуйте созвездие Лебедя. Укажите известные вам объекты этого созвездия, подпишите названия известных вам звезд и объектов. Когда их удобнее наблюдать в средних широтах?

Решение. Карта созвездия Лебедя приведена на рисунке.



В созвездии Лебедя можно выделить яркие звезды Денеб (α Лебедя) и Садр (γ Лебедя), одну из красивейших двойных звезд Альбирео (β Лебедя), рассеянные звездные скопления M29 и M39, туманности Северная Америка и Рыбачья Сеть.

2. **Условие.** Определите ширину (в км) полосы вдоль Северного полярного круга, в которой бывает полярный день, но не бывает полярной ночи.

Границы наступления полярного дня и полярной ночи различаются из-за явления атмосферной рефракции, составляющей у горизонта $35'$ (обозначим эту величину как R) и конечного видимого радиуса Солнца r , равного $16'$. Оба эффекта вместе приводят к тому, что верхний край Солнца появляется над горизонтом уже тогда, когда истинная глубина его центра составляет $R + r = 51'$. Если обозначить широту Северного полярного круга через φ , то мы видим, что полярный день в момент летнего солнцестояния может наблюдаться и к югу от него, на широте

$$\varphi_1 = \varphi - (R + r),$$

а вот полярная ночь будет наблюдаться только севернее, на широте

$$\varphi_2 = \varphi + (R + r).$$

В результате, вокруг полярного круга имеется полоса шириной $2(R + r)$ по широте, где бывает полярный день, но не бывает полярной ночи. Ширина этой полосы составляет $1^\circ 42'$. Если учесть, что длина 1° вдоль меридиана на Земле равна около 111 км, ширина данной полосы равна 189 км.

3. **Условие.** Известно, что сутки на Земле увеличиваются на 2 мс за 100 лет. Как далеко от нас отстоит та эпоха, в которой юлианский календарь был максимально точен (год юлианского календаря близок к тропическому году)? В 1900 году продолжительность тропического года была равна 31556926 секунд или 365.242199 суток.

Решение. Продолжительность года юлианского календаря равна 365.25 суток. В 1900 году продолжительность тропического года была на 0.007801 суток меньше. Поскольку продолжительность суток непрерывно увеличивается, то в году их становится меньше, а значит, юлианский календарь был справедлив в прошлом. Определим, как давно.

Разнице в 0.007801 суток соответствует примерно 674 секунды 1900 года (так называемая эфемеридная секунда). Это время должно «набежать» за $674 \cdot 100 / 0.002 = 33.7$ миллионов лет. Это примерно соответствует времени появления на нашей планете первых человекообразных обезьян (середина олигоцена, палеоген, кайнозой).

4. **Условие.** Один оборот вокруг своей оси Земля делает почти за 24 часа. Оцените, с какой максимальной и минимальной скоростью может изменяться азимут звезд в средних широтах? В каких областях небесной сферы эта скорость достигается?

Решение. Находясь в умеренных северных широтах, мы можем наблюдать Северный полюс Мира, находящийся неподалеку от Полярной звезды. Его положение на небе (а значит, и азимут) остается неизменным во времени. Напротив, светила со склонением, равным широте места (и не равным 90° , так как широты умеренные) в момент своей верхней кульминации проходят через зенит, мгновенно изменяя свой азимут с -90° до $+90^\circ$. Поэтому минимальная скорость изменения азимута равна нулю, максимальная – неограниченно большая.

5. **Условие.** Высадившись на экватор Луны, космонавты наблюдают восход Земли над горизонтом. На какую максимально возможную высоту может подняться Земля в этом районе Луны?

Решение. Казалось бы, Луна всегда повернута к Земле одной стороной, и Земля при наблюдении из фиксированной точки Луны может либо всегда находиться на небе, либо никогда не появляться над горизонтом. Однако, из-за неравномерности движения Луны по орбите и наклона орбиты Луны к плоскости эклиптики появляются либрации («покачивания») Луны по долготе и широте. Для наблюдателя на Луне это будет соответствовать изменению положения Земли на небе. При наблюдении с экватора вблизи границы видимого полушария Луны либрация по широте будет смещать Землю в горизонтальном направлении, не приводя к ее восходам и заходам и не изменяя ее высоту над горизонтом. Однако либрация по долготе будет смещать Землю в вертикальном направлении. Максимальная амплитуда либрации Луны по долготе составляет $\pm 8^\circ$. Если предположить, что восход Земли наблюдался вблизи ее самого низкого положения на небе в данном районе Луны, то Земля примерно через половину орбитального периода поднимется на 16° над горизонтом.

6. **Условие.** В момент прохождения Венерой нижнего соединения наблюдатели на Земле средствами радиолокации построили карту видимого Венеры. В следующее нижнее соединение радиоастрономы снова проводят сеанс радиолокации. На какой угол повернулась картографированная поверхность (любая отмеченная точка на поверхности Венеры) по отношению к зафиксированному в предыдущее соединение положению?

Сколько должно пройти нижних соединений, чтобы таким образом построить полную карту Венеры? Венера совершает один оборот вокруг Солнца за 224.70 суток, а вокруг оси – за 243.02 суток.

Решение. Синодический период Венеры равен

$$S = \frac{T \cdot T_0}{T_0 - T} = \frac{224.7 \cdot 365.26}{365.26 - 224.7} = 583.91 \text{ дней},$$

где T и T_0 – периоды обращения вокруг Солнца Венеры и Земли соответственно. Величину солнечных суток на Венере можно вычислить из соотношения:

$$s = \frac{T \cdot P}{T + P} = \frac{224.70 \cdot 243.02}{224.70 + 243.02} = 116.75 \text{ дней},$$

где P – период вращения Венеры вокруг оси. Отсюда получаем, что за период между двумя прохождениями нижнего соединения, то есть один синодический период на Венере проходит ровно

$$n = \frac{S}{s} = 5$$

солнечных суток, т.е. Венера каждое нижнее соединение располагается к Земле одной стороной (астрономы говорят, что осевое вращение Венеры находится в резонансе с синодическим периодом Венеры по отношению к Земле). Значит, радиолокацией только в нижнем соединении можно построить карту только одного полушария Венеры, а полную карту поверхности построить нельзя.