

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ
2018-2019 УЧЕБНЫЙ ГОД
ОТВЕТЫ**

9 КЛАСС	
№ задания	Максимальный балл
1.	8
2.	8
3.	8
4.	8
5.	8
6.	8
Итого:	48 баллов

ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ

9 класс

Общие указания: за правильное понимание участником олимпиады сути предоставленного вопроса и выбор пути решения выставляется не менее 4–5 баллов. При отсутствии понимания ситуации и логической связанности решения оценка не может превышать 2–3 балла даже при формально правильном ответе. С другой стороны, арифметические ошибки, приводящие к неверному ответу, не должны быть основанием для снижения оценки более чем на 1–2 балла. Жюри вправе вводить собственные критерии оценивания работ, не противоречащие общим рекомендациям по проверке.

1. Юпитер и бета Скорпиона

Воспользовавшись картой звездного неба из Приложения 2 к заданиям, найдем положение Солнца на эклиптике 24 ноября на ее пересечении с радиусом, соединяющим дату и центр карты. Получим, что Солнце тоже находится в созвездии Скорпиона, и всего в нескольких градусах от места встречи Юпитера со звездой. Поэтому ни из Красноярска, ни из какого другого города или места на Земле это явление наблюдаться не будет.

Ответ: наблюдать это явление невозможно.

Критерии оценивания

Верное определение (или знание) положения Солнца на эклиптике в указанную дату – 4 балла.

Верный вывод о невозможности наблюдать явление – 4 балла.

2. Спика или Регул?

Прямое восхождение на длительность нахождения светил над горизонтом не влияет, а определяет последовательность их восходов (кульминаций, заходов). Насколько долго светило будет находиться над горизонтом, или будет ли оно незаходящим или невосходящим в месте наблюдения, определяется его склонением. В северном полушарии Земли чем дальше от небесного экватора к северному полюсу мира (в сторону увеличения положительных склонений) расположено светило, тем дольше оно будет находиться над горизонтом или вообще будет незаходящим (при $\delta > 90^\circ - \varphi$). Спика удалена в сторону южного полюса мира от небесного экватора (склонение отрицательное: $\delta = -11^\circ 10'$), в то время как Регул находится севернее небесного экватора (склонение положительное: $\delta = +11^\circ 58'$). Красноярск расположен в северном полушарии Земли, поэтому из наших северных широт Регул будет виден дольше, чем Спика.

Ответ: Регул (α Льва) будет дольше находиться над горизонтом в Красноярске, чем Спика (α Девы).

Критерии оценивания

Понимание сущности экваториальных координат – 4 балла.

Указание, что речь в задаче идет о северном полушарии Земли – 1 балл.

Верный вывод о том, какая звезда больше будет дольше находиться над горизонтом в Красноярске с объяснением – 3 балла (без объяснения – 1 балл).

3. Конфигурации кометы Энке

Для внутренних (нижних) планет определяют следующие четыре конфигурации: верхнее соединение (планета находится за Солнцем на одной линии с Солнцем и Землей), нижнее соединение (планета находится между Солнцем и Землей), восточная и западная элонгации (наибольшее угловое удаление планеты от Солнца к востоку или к западу). Для внешних (верхних) планет также определяют четыре конфигурации: соединение (планета находится за Солнцем на одной линии с Солнцем и Землей), противостояние (расположение планеты в противоположной Солнцу точке ее орбиты относительно Земли), восточная и западная квадратуры (расположение планеты на 90° от Солнца к востоку или западу). Соединение внешней планеты иногда называют верхним соединением, т.е. по аналогии с подобной конфигурацией внутренней планеты.

По известному периоду обращения кометы из третьего закона Кеплера можно получить значение большой полуоси ее орбиты (среднего расстояния от Солнца): $a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{3,3^2} = 2,22$ а.е. Поскольку среднее расстояние кометы от Солнца a и период ее обращения T больше земных, то для нее более характерны конфигурации, в которых могут находиться внешние планеты – противостояние, западная и восточная квадратуры и соединение (верхнее соединение).

Определим расстояние кометы от Солнца в перигелии: $q = a \cdot (1 - e) = 2,22 (1 - 0,85) \approx 0,33$ а.е. Таким образом, вблизи перигелия комета располагается внутри орбиты Земли, и в это время для земного наблюдателя возможны некоторые конфигурации, характерные для внутренних планет, например, нижнее соединение. Верхнее соединение по определению соответствует соединению, поэтому отдельно не рассматривается. Что касается элонгаций – наибольших угловых удалений кометы от Солнца, то у этой кометы они могут составлять 180° , а это уже противостояние (по определению), поэтому эти конфигурации не учитываются.

Таким образом, комету Энке можно наблюдать в следующих пяти конфигурациях: противостояние, западная и восточная квадратуры, соединение (верхнее соединение) и нижнее соединение.

Ответ: для внутренних планет – верхнее соединение, нижнее соединение, восточная элонгация, западная элонгация; для внешних планет – соединение (верхнее соединение), противостояние, восточная квадратура, западная квадратура. Комета Энке может наблюдаться в следующих пяти конфигурациях: противостояние, западная и восточная квадратуры, соединение (верхнее соединение) и нижнее соединение.

Критерии оценивания

Знание названий конфигураций для внутренних и внешних планет – 3 балла.

За каждую из пяти указанных возможных конфигураций кометы Энке – по 1 баллу.

Примечание: если участник указал, что для кометы возможны все конфигурации, характерные как для внешних, так и для внутренних планет – суммарная оценка за это задание не должна превышать 6 баллов (комета не может находиться в западной и восточной элонгациях – см. выше).

4. Солнечное затмение 11 августа 2018 года

Фаза солнечного затмения Φ – это доля диаметра диска Солнца, закрытая Луной. Измерим отрезок $L1$, соответствующий диаметру солнечного диска на рисунке (см. рис. 1, для удобства показа дополнительных линий изображение инвертировано): $L1 \approx 5,8$ мм. Измерим еще один отрезок $L2$, соединяющий середину дуги лунного диска и максимально удаленную от нее противоположную часть диска Солнца: $L2 \approx 3,9$ мм. Тогда видимую долю солнечного диска можно определить, как $L2/L1 = 3,9 \text{ мм} / 5,8 \text{ мм} \approx 0,67$. А доля закрытого Луной диска (величина фазы затмения) составит $\Phi = 1 - 0,67 = 0,33$.

Измеренная фаза меньше максимальной для Красноярска, поэтому снимок был получен или до, или после максимума. Определим когда. В северном полушарии Солнце и Луна перемещаются вдоль эклиптики справа – налево (с запада на восток). Луна дви-

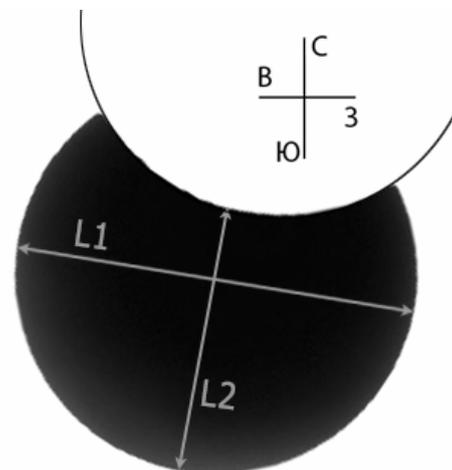


Рис. 1

жется быстрее, поэтому на фоне солнечного диска она тоже перемещается справа – налево (с запада на восток). А максимальная фаза затмения наступает посередине этого пути. В августе эллиптика немного наклонена влево и вниз (см. рис. 2) к небесным параллелям, так как Солнце после летнего солнцестояния движется к осеннему равноденствию (склонение Солнца уменьшается). Из рисунка рис. 2 видно, что снимок был получен незадолго до максимальной фазы (центр Луны еще не дошел до перпендикуляра к эллиптике).

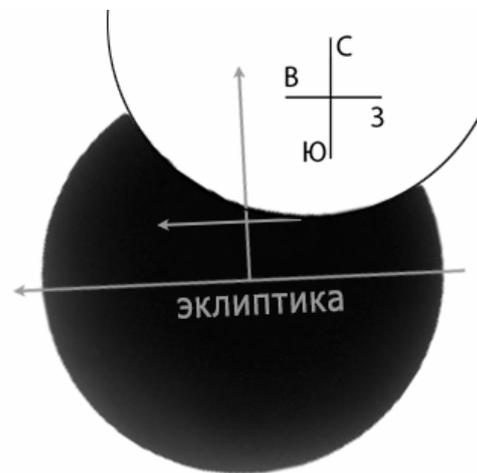


Рис. 2

Теперь определим, можно ли было где-то увидеть более глубокое затмение. Достаточно вспомнить, что Луна находится неподалеку от Земли, поэтому из разных точек видна в разных направлениях (имеет значительный горизонтальный параллакс). Поэтому, чем дальше к северу от Красноярска во время затмения будет располагаться наблюдатель, тем южнее он будет видеть Луну на небе и, соответственно, на солнечном диске. Действительно, для наблюдателей из полярных районов нашей страны максимальная фаза этого затмения достигала 0,73.

Ответ: величина фазы затмения в момент съемки составляла, примерно, 0,33. Снимок был получен незадолго до максимальной фазы затмения. Большую фазу затмения можно было увидеть при перемещении наблюдателя на север от Красноярска.

Критерии оценивания

Понимание, что означает фаза затмения – 1 балл.

Верное вычисление значения фазы затмения – 2 балла.

Определение, что снимок получен до максимальной фазы (с обоснованием) – 2 балла.

Верное определение направления, где наблюдалась большая фаза (с обоснованием) – 3 балла.

5. Следующее затмение Солнца

Разница между всемирным временем и временем в Красноярске составляет +7 часов (+3 часа разница Москвы с Гринвичем и +4 часа разница Красноярска с Москвой). Поэтому максимальная фаза затмения будет наблюдаться в Красноярске в 4 ч 51 мин + 7 ч = 11 ч 51 мин.

Местное среднее солнечное время T_m связано со всемирным временем T_0 и долготой λ , выраженной в часовой мере, следующим соотношением: $T_m = T_0 + \lambda$.

Переведем долготу из градусной в часовую меру угла.

Вначале переведем угловые минуты в доли градуса, учитывая, что $1^\circ = 60'$:

$$52' \cdot 1^\circ / 60' = 0,87^\circ, \text{ таким образом, } 92^\circ 52' = 92,87^\circ.$$

Далее, исходя соотношения $1 \text{ ч} = 15^\circ$, получим: $1 \text{ ч} \cdot 92,87^\circ / 15^\circ = 6,19 \text{ ч}$.

А так как $1 \text{ ч} = 60 \text{ мин}$, то $0,19 \text{ ч} \cdot 60 \text{ мин} / 1 \text{ ч} = 11,4 \text{ мин}$.

Таким образом, $92^\circ 52' \approx 6 \text{ ч } 11 \text{ мин}$, то есть долгота Красноярска, выраженная в часовой мере, составит $\lambda = 6 \text{ ч } 11 \text{ мин в.д.}$

Теперь определим местное среднее солнечное время в момент максимальной фазы затмения:

$$T_m = T_0 + \lambda = 4 \text{ ч } 51 \text{ мин} + 6 \text{ ч } 11 \text{ мин} = 11 \text{ ч } 02 \text{ мин}.$$

Ответ: в 11 ч 51 мин по времени Красноярска можно будет увидеть максимальную фазу солнечного затмения, а местное среднее солнечное время в этот момент составит 11 ч 02 мин.

Критерии оценивания

Знание разницы между всемирным временем и временем в Красноярске – 2 балла.

Верный расчет момента максимальной фазы затмения по времени Красноярска – 1 балл.

Знание соотношения, связывающего местное среднее солнечное время с долготой – 2 балла.

Верный перевод долготы из градусной в часовую меру угла – 2 балла.

Верное вычисление местного среднего солнечного времени – 1 балл.

6. Соединения Юпитера с Сатурном

В моменты соединений все три планеты (Земля, Юпитер и Сатурн) оказываются, примерно, на одной линии. Поскольку период обращения Земли равен 1 году, то достаточно найти синодический период (период повторения одинаковых конфигураций) одной из внешних планет по отношению к другой, воспользовавшись уравнением синодического движения:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{ю}}} - \frac{1}{T_{\text{с}}}, \text{ откуда: } S = \frac{T_{\text{ю}} \cdot T_{\text{с}}}{T_{\text{с}} - T_{\text{ю}}}.$$

Взяв данные о периодах обращения Юпитера и Сатурна из Таблицы 2 «Характеристики орбит планет» Приложения 1 к заданиям и подставив их в полученное выражение, найдем:

$$S = \frac{11,862 \text{ г} \cdot 29,458 \text{ г}}{29,458 \text{ г} - 11,862 \text{ г}} = 19,859 \text{ г} \approx 20 \text{ лет}.$$

Ответ: соединения Юпитера с Сатурном повторяются, примерно, один раз в 20 лет.

Критерии оценивания

Верное применение уравнения синодического движения – 4 балла.

Использование необходимых данных о планетах из приложения или их знание – 2 балла.

Верные вычисления и окончательный ответ – 2 балла.

Задания подготовили:

председатель предметно-методической комиссии регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае по астрономии, кандидат технических наук, доцент С.В. Бутаков;

председатель жюри регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае по астрономии, член Российской Ассоциации учителей астрономии, заслуженный педагог Красноярского края С.Е. Гурьянов.

С замечаниями, пожеланиями, предложениями и вопросами можно обращаться по адресу: butakov@kspu.ru или по тел. 8-904-897-97-60.