

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**  
**2024–2025 УЧЕБНЫЙ ГОД**  
**ОТВЕТЫ**

<b>9 КЛАСС</b>	
№ задания	Максимальный балл
1.	10
2.	10
3.	10
4.	10
5.	10
Итого:	50 баллов

**ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ**

**9 класс**

*Общие указания:* за правильное понимание участником олимпиады сути предоставленного вопроса и выбор пути решения выставляется не менее 5–7 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. Интернет-заголовки**

*Задание*

Определите, какие из приведенных ниже утверждений, взятых из заголовков интернет-статей, неверны с астрономической точки зрения. Объясните, почему вы так считаете.

- а) «Мощная вспышка на Солнце нарушила радиосвязь на Земле».
- б) «Луна пройдет перед Марсом и закроет его от наблюдателей на Земле».
- в) «Открыта новая плотная экзопланета к югу от Сатурна».
- г) «Пятна на Солнце превышают Землю по размеру».
- д) «Жители Красноярского края смогут увидеть Метеоритный ливень».
- е) «В Солнечной системе открыта новая мини-планета».
- ж) «Луна вращается вокруг своей оси».
- з) «Кольца Сатурна исчезнут в 2025 году».
- и) «Земля проходит точку апогея – наименьшего расстояния до Солнца».
- к) «Только жители европейской части России смогут увидеть необычайно большую Луну».

*Решение*

а) «Мощная вспышка на Солнце нарушила радиосвязь на Земле» – верное утверждение, так как жесткое ультрафиолетовое и рентгеновское излучение солнечных вспышек ионизирует верхние слои земной атмосферы, нарушая прохождение радиоволн. Кроме того, облака заряженных частиц, выброшенные при вспышке, достигнув Земли, могут вызвать магнитную бурю и возмущения в ионосфере, также нарушая радиосвязь.

б) «Луна пройдет перед Марсом и закроет его от наблюдателей на Земле» – верное утверждение, так как Луна находится к Земле ближе, чем Марс, при этом оба тела движутся вблизи плоскости эклиптики, то Луна иногда может закрывать собой Марс.

в) «Открыта новая плотная экзопланета к югу от Сатурна» – неверное утверждение, так как экзопланеты обращаются вокруг других звезд, к которым планета Сатурн нашей Солнечной системы никакого отношения не имеет. Если рассматривать это утверждение как позицию экзопланеты на небесной сфере относительно Сатурна, то это утверждение тоже неверное, так как направление на юг является

привязкой к горизонтальной системе координат, которая меняется в течении суток вследствие вращения небесной сферы.

г) «Пятна на Солнце превышают Землю по размеру» – верное утверждение, действительно, крупные солнечные пятна могут в несколько раз превышать размер Земли.

д) «Жители Красноярского края смогут увидеть Метеоритный ливень» – неверное утверждение, так как метеорит – это космическое тело, которое не сгорело в атмосфере и достигло поверхности планеты. Падение метеорита – редкое явление, тем более «ливня» из камней. В заголовке речь идет о метеорном потоке или, как его еще называют, – метеорном дожде, когда множество космических пылинок, летящих параллельным курсом, влетают в земную атмосферу и полностью в ней сгорают, вызывая эффект «звездопада».

е) «В Солнечной системе открыта новая мини-планета» – неверное утверждение, так как такого класса небесных тел как мини-планета не существует. Есть такие классы как планета, карликовая планета, малая планета (астероид), экзопланета.

ж) «Луна вращается вокруг своей оси» – верное утверждение, действительно, Луна вращается вокруг оси, причем это вращение и орбитальное обращение Луны вокруг Земли синхронизованы, т.е. период осевого вращения равен орбитальному. Это приводит к тому, что Луна обращена к Земле всегда одной стороной.

з) «Кольца Сатурна исчезнут в 2025 году» верное утверждение, действительно, существует такое явление, как «исчезновение колец Сатурна», вызванное тем, что кольца очень тонкие и когда они обращены ребром к земному наблюдателю, то в телескоп их увидеть невозможно.

и) «Земля проходит точку апогелия – наименьшего расстояния до Солнца» – неверное утверждение, так как понятия «точка апогелия» не существует, а есть точка афелия и это, наоборот, наиболее удаленная от Солнца точка эллиптической орбиты планеты. А наименьшее расстояние от Солнца называется перигелий.

к) «Только жители европейской части России смогут увидеть необычайно большую Луну» – неверное утверждение. Конечно, Луна, обращаясь вокруг Земли по эллиптической орбите, в течение месяца становится то дальше и выглядит немного меньше на небе, то ближе и выглядит немного больше среднего углового размера. Но это могут наблюдать все жители Земли, а не только жители европейской части России.

*Ответ:* неверные утверждения: в), д), е), и), к), объяснения см. в решении.

*Критерии оценивания*

За каждое правильно указанное неверное утверждение – 1 балл, за правильное объяснение – 1 балл. Оценка за задание не должна превышать 10 баллов.

*Примечание:* объяснять верные утверждения от участников не требуется.

## 2. Анкаа

*Задание*

Самой яркой звездой созвездия Феникса ( $\alpha$  Феникса) является оранжевая звезда Анкаа ( $\alpha = 0$  ч 26 мин,  $\delta = -42^\circ 18'$ ). Какова максимальная высота этой звезды для наблюдателя из Красноярска ( $\varphi = 56^\circ 03'$  с.ш.)? Будет ли она видна из Красноярска? Атмосферную рефракцию не учитывать.

*Решение*

Используя соотношение  $h_{\max} = \delta + (90^\circ - \varphi)$ , связывающее высоту светила в верхней кульминации  $h$ , склонение светила  $\delta$  и широту  $\varphi$  места наблюдения, определим максимальную высоту Анкаа в Красноярске:

$$h_{\max} = -42^\circ 18' + (90^\circ - 56^\circ 03') = -42^\circ 18' + 33^\circ 57' = -8^\circ 21'.$$

Так как максимальная высота отрицательная, значит звезда находится ниже горизонта, поэтому для наблюдателя из Красноярска она видна не будет.

Прямое восхождение для решения этой задачи не требуется.

*Примечание:* другие варианты решения подобных задач см. в решении задания № 2 в 10 или 11 классах.

*Ответ:* максимальная высота:  $-8^\circ 21'$ ; Анкаа для наблюдателя из Красноярска видна не будет.

*Критерии оценивания*

Знание выражения для высоты светила в верхней кульминации – 3 балла.

Верное вычисление максимальной высоты – 3 балла.

Понимание, что означает отрицательная высота – 2 балла.

Окончательный верный вывод о невидимости Анкаа из Красноярска – 2 балла.

### 3. Точка Лагранжа

#### Задание

Крупнейший космический телескоп «Джеймс Уэбб» (англ. JamesWebbSpaceTelescope, JWST) находится вблизи, так называемой, точки Лагранжа L2, которая расположена на линии Солнце–Земля за Землей на расстоянии 1,5 млн км от нее. В таких точках тело может оставаться неподвижным относительно Солнца и Земли. Определите, находится ли космический телескоп в тени Земли или в ее полутени.

#### Решение

Космический телескоп будет находиться в тени Земли, если диск Земли полностью закрывает диск Солнца.

Найдем угловые размеры Земли и Солнца при наблюдении из точки Лагранжа.

Если принять угловой размер Земли за  $\alpha$ , ее радиус за  $R$ , а расстояние до неё от точки Лагранжа за  $D$ , то, исходя из Рис. 1,  $\sin(\alpha/2) = R/D$ . Или  $\alpha = 2 \cdot \arcsin(R/D)$ .

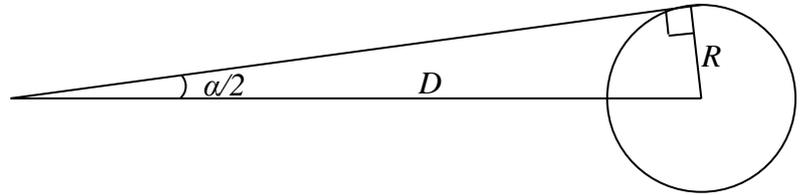


Рис. 1

Взяв из разрешенных к использованию справочных данных (Приложение 1 к заданиям) наименьший радиус Земли – полярный, а из условия – расстояние от Земли до точки Лагранжа, получим:

$$\alpha_z = 2 \cdot \arcsin(6357 \text{ км} / 1500000 \text{ км}) = 0,49^\circ.$$

Теперь, аналогично, определим угловой размер Солнца при наблюдении из точки Лагранжа, взяв необходимые значения из разрешенных к использованию справочных данных:

$$\alpha_c = 2 \cdot \arcsin(695000 \text{ км} / (1,496 \cdot 10^8 \text{ км} + 1,5 \cdot 10^6 \text{ км})) = 0,53^\circ.$$

Таким образом, диск Земли полностью не перекрывает диск Солнца при наблюдении из точки Лагранжа и космический аппарат, расположенный вблизи этой точки, будет находиться в полутени Земли, а не в ее тени.

*Примечание:* в данном расчете не учитывалась эллиптичность орбиты Земли, но даже если учесть этот фактор, все равно получится, что точка Лагранжа находится в земной полутени.

*Ответ:* космический телескоп, расположенный вблизи точки Лагранжа, будет находиться в полутени Земли, а не в ее тени.

#### Критерии оценивания

Понимание, что такое тень и полутень – 2 балла.

Вычисление углового размера диска Земли – 3 балла.

Использование при вычислении углового размера диска Земли ее полярного радиуса – 1 балл.

Вычисление углового размера диска Солнца – 3 балла.

Окончательный верный вывод – 1 балл.

### 4. Луна и Юпитер

#### Задание

Какая конфигурация у Юпитера, если он наблюдается рядом с Луной, которая находится в фазе первой четверти? Объясните, почему вы так считаете. На каком расстоянии от Земли в этот момент находится Юпитер?

#### Решение

Так как Луна находится в фазе первой четверти, то она располагается на угловом удалении  $90^\circ$  от Солнца к востоку. Юпитер расположен рядом с Луной, значит, он тоже находится на угловом удалении  $90^\circ$  от Солнца к востоку, а такая конфигурация внешней планеты называется восточной квадратурой.

На Рис. 2 показана эта конфигурация Юпитера с обозначением расстояний между Солнцем и планетами, взятых из разрешенных к использованию справочных данных (Приложение 1 к заданиям).

В прямоугольном треугольнике по теореме Пифагора найдем расстояние  $r$  между Землей и Юпитером в этот момент:  $r = \sqrt{5,2^2 - 1^2} = 5,1 \text{ а. е.}$

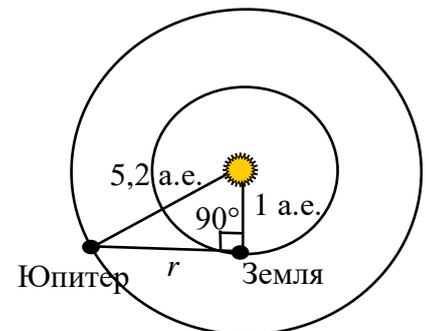


Рис. 2

*Ответ:* восточная квадратура, Юпитер находится на расстоянии 5,1 а.е. от Земли.

*Критерии оценивания*

Знание и понимание фаз Луны – 2 балла.

Знание и понимание конфигураций – 2 балла.

Указание, что квадратура восточная – 2 балла.

Верное вычисление расстояния – 4 балла.

## 5. Гагарин

*Задание*

Противостояния астероида Гагарин из главного пояса астероидов происходят через каждые 486 земных суток. Чему равен его звездный период обращения вокруг Солнца, выраженный в годах? Во сколько раз его среднее расстояние от Солнца отличается от земного?

*Решение*

Промежуток времени между последовательными одноименными конфигурациями планеты (в данном случае, противостояниями) называется синодическим периодом  $S$ . Значит, в условии задачи дан синодический период  $S$ , исходя из которого, нужно найти звездный (сидерический) период обращения астероида  $T$ .

Астероид по условию задачи расположен в главном поясе астероидов и является внешним относительно Земли. Поэтому воспользуемся формулой, связывающей синодический и сидерический периоды

обращения внешней планеты:  $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}$ , где  $T_{\oplus}$  – сидерический период обращения Земли (звездный год), равный 365,26 средних солнечных суток или 1 год.

Выразим звездный (сидерический) период обращения астероида, приведя к общему знаменателю:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{S}, \text{ отсюда } T = \frac{T_{\oplus} \cdot S}{S - T_{\oplus}}.$$

Подставив известные значения и учитывая, что  $486 \text{ сут} / 365,26 \text{ сут} = 1,33 \text{ г.}$ , получим:

$$T = \frac{1 \text{ г.} \cdot 1,33 \text{ г.}}{0,33 \text{ г.}} = 4,03 \text{ г.} \approx 4 \text{ года.}$$

Теперь воспользуемся упрощенной записью III закона Кеплера:  $r = \sqrt[3]{T^2}$ , где  $r$  – радиус круговой орбиты планеты или среднее расстояние планеты от Солнца (большая полуось) для эллиптической орбиты, выраженные в астрономических единицах, а  $T$  – звездный (сидерический) период обращения планеты, выраженный в годах.

Тогда  $r = \sqrt[3]{(4 \text{ г.})^2} = 2,5 \text{ а.е.}$ , т.е. в 2,5 раза больше земного, так как по определению астрономической единицы среднее расстояние Земли от Солнца составляет 1 а.е.

*Ответ:* звездный период астероида равен примерно 4 года, а его среднее расстояние от Солнца в 2,5 раза больше земного.

*Критерии оценивания*

Понимание, что промежуток времени между двумя последовательными противостояниями является синодическим периодом, который дан в условии задачи – 2 балла.

Понимание, что главный пояс астероидов внешний, относительно орбиты Земли, и в решении нужно использовать формулу для внешних планет – 2 балла.

Приведение окончательной формулы для вычисления звездного периода к общему знаменателю – 1 балл.

Знание, что звездный год равен 365,26 средних солнечных суток – 2 балла (при использовании целого значения величины звездного года (365 сут) эти баллы не выставляются, а при использовании величины юлианского или григорианского года – 365,25 сут или 365,24 сут, соответственно, выставляется 1 балл).

Правильные вычисления и окончательный ответ – 1 балл.

Использование III закона Кеплера и верное вычисление среднего расстояния астероида от Солнца – 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](mailto:butakov@kspu.ru) или по тел. 8-904-897-97-60.