

## Решение заданий муниципального тура Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2014-2015 уч.г.

*Приводимые решения не обязательно являются единственно верными, учащиеся вправе использовать другой метод или путь решения. Система оценивания (разбалловка) должна соответствовать приведенной в данных материалах и не может изменяться членами жюри (некоторые изменения возможны при использовании учащимся нестандартного подхода к решению задачи).*

### 5-6 классы

**Задание 1.** 4 октября отмечался День Космических войск России. Почему он отмечается именно в этот день?

**Ответ.** 4 октября 1957 г. в СССР был запущен первый в истории Земли искусственный спутник.

**Оценивание.** Правильное указание повода для праздника (запуск первого спутника Земли) – 5 баллов, верное указание года – 1 балл, верное указание страны (допускается указание России, как правопреемницы СССР) – 2 балла.

**Задание 2.** Выберите подходящие друг другу пары из двух списков: 1) звезды: Альдебаран, Бетельгейзе, Мицар, Вега, Денеб, Альтаир, Полярная, Регул; 2) созвездия: Орион, Большая Медведица, Малая Медведица, Телец, Лира, Орел, Лебедь, Лев.

**Ответ.** Альдебаран – Телец, Бетельгейзе – Орион, Мицар – Большая Медведица, Вега – Лира, Денеб – Лебедь, Альтаир – Орел, Полярная – Малая Медведица, Регул – Лев.

**Оценивание.** За каждую пару ставится 1 балл.

**Задание 3.** Почему когда в Северном полушарии Земли лето, в Южном полушарии – зима?

**Ответ.** Это связано с наклоном оси вращения Земли вокруг своей оси к плоскости эклиптики (плоскости орбиты Земли). Ось вращения Земли во время движения Земли по орбите сохраняет свое положение в пространстве. Когда в Северном полушарии лето – Земля повернута к Солнцу таким образом, что солнечные лучи падают под большим углом к поверхности, чем зимой. В это время в Южном полушарии наблюдается обратная картина.

**Оценивание.** За верное объяснение 8 баллов. Объяснение учащегося может быть более кратким.

**Задание 4.** Объясните, почему затмения Солнца происходят не каждый месяц?

**Ответ.** Из-за того, что орбита Луны наклонена к эклиптике.

**Оценивание.** Верный ответ оценивается в 8 баллов. При отсутствии конечного вывода можно в 2-3 балла оценить верный рисунок или логические рассуждения.

**Задание 5.** Расстояние до Веги (ярчайшей звезды Северного полушария неба) около 25 световых лет. Сколько времени будет лететь до нее космический корабль будущего, имеющий скорость в 10 раз меньше чем скорость света?

**Ответ.** 250 лет. Расстояние до Веги дано в световых годах, т.е. свет преодолевает это расстояние за 25 лет. Значит корабль, летящий в 10 раз медленнее, будет лететь в 10 раз дольше.

**Оценивание.** 8 баллов при правильном решении.

## 7-9 классы

**Задание 1.** 4 октября отмечался День Космических войск России. Почему он отмечается именно в этот день?

**Ответ.** 4 октября 1957 г. в СССР был запущен первый в истории Земли искусственный спутник.

**Оценивание.** Правильное указание повода для праздника (запуск первого спутника Земли) – 5 баллов, верное указание года – 1 балл, верное указание страны (допускается указание России, как правопреемницы СССР) – 2 балла.

**Задание 2.** Выберите подходящие друг другу пары из двух списков: 1) звезды: Альдебаран, Бетельгейзе, Мицар, Вега, Денеб, Альтаир, Полярная, Регул; 2) созвездия: Орион, Большая Медведица, Малая Медведица, Телец, Лира, Орел, Лебедь, Лев.

**Ответ.** Альдебаран – Телец, Бетельгейзе – Орион, Мицар – Большая Медведица, Вега – Лира, Денеб – Лебедь, Альтаир – Орел, Полярная – Малая Медведица, Регул – Лев.

**Оценивание.** За каждую пару ставится 1 балл.

**Задание 3.** Когда (с точностью плюс-минус месяц) может наблюдаться покрытие Альдебарана (ярчайшей звезды созвездия Тельца) полной Луной? Ответ объясните.

**Ответ.** Ноябрь-декабрь. Во время полнолуния Солнце находится в противоположной относительно Луны точке небесной сферы. Если при этом Луна находится в созвездии Тельца, то можно рассуждать так: зная последовательность расположения зодиакальных созвездий, определяем, что Солнце будет находиться в созвездиях Скорпиона, Змееносца или Стрельца, т.е. это будет ноябрь-январь. А можно так: в созвездии Тельца Солнце бывает в мае-июне, значит в противоположной точке неба оно будет спустя полгода, т.е. в ноябре-декабре.

**Оценивание.** Верный ответ – 8 баллов. За верный ответ без обоснования – 2 балла. Если нет ответа, но есть верные рассуждения, они оцениваются пропорционально пройденному к ответу пути.

**Задание 4.** Вычислите, сколько времени свет летит от Солнца до Юпитера, если известно, что расстояние между ними примерно равно 5 астрономических единиц?

**Ответ.** Скорость света равна 300000 км/сек, 1 а.е. = 150 млн. км. Значит, свет от Солнца достигнет Юпитера за  $5 \cdot 150 \text{ млн. км} / 300000 \text{ км/сек} = 2500 \text{ сек} = 41.7 \text{ сек}$  (примерно 42 сек).

**Оценивание.** Учащийся может помнить точное значение большой полуоси орбиты Юпитера (5.2 а.е.) и использовать его. Верное решение оценивается в 8 баллов. Если имеется лишь часть решения, то оно оценивается пропорционально. Верный ответ без вычислений оценивается в 2 балла.

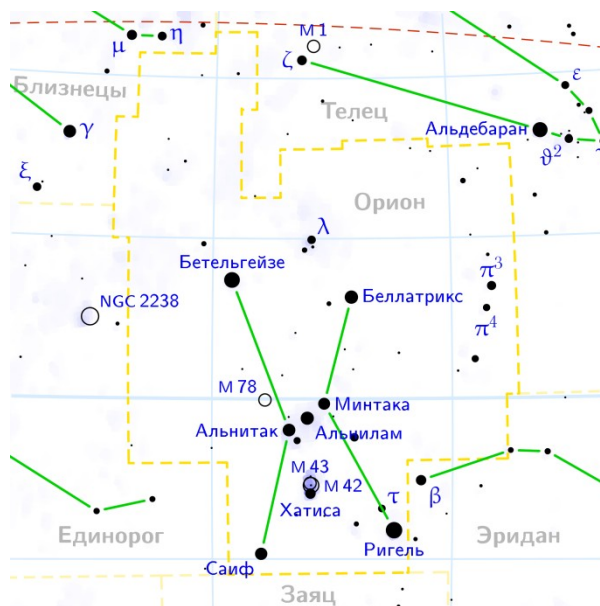
**Задание 5.** Как известно, Луна движется вокруг Земли по вытянутой орбите. Расстояние между ними в апогее бывает на 5.5% больше, а в перигее на 5.5% меньше, чем среднее. Во сколько раз различается видимый с Земли максимальный и минимальный угловой размер Луны?

**Ответ.** Т.к. радиус самой Луны не меняется, то угол, под которым мы видим Луну с Земли будет меняться во столько же раз, во сколько меняется расстояние до нее. Т.е. в  $(1+0.055)/(1-0.055)=1.116$  (примерно 1.12 раза или на 12%).

**Оценивание.** Верное решение оценивается в 8 баллов. Верный ответ без вычислений оценивается в 2 балла.

**Задание 6.** Нарисуйте созвездие Ориона. Укажите расположение известных вам объектов, подпишите названия звезд и объектов. В какое время года можно наблюдать это созвездие вечером?

**Ответ.** В ответе достаточно нарисовать схематичный рисунок расположения основных звезд созвездия (примерно как на рисунке слева). Не обязательно рисовать линии, соединяющие звезды. Для облегчения проверки ниже приведен еще один рисунок с расположением основных объектов созвездия. Знать все эти объекты не требуется. Наблюдать созвездие Ориона вечером удобнее всего зимой (в начале весны).



**Оценивание.** Правильная основная фигура созвездия – 4 балла. 2 балла за указание объектов и звезд созвездия (хотя бы M42 – Туманности Ориона и Бетельгейзе), 2 балла за указание времени наблюдения.

## 10 класс

**Задание 1.** 12 апреля отмечается Всемирный день космонавтики. Почему он отмечается именно в этот день? Дайте развернутый ответ.

**Ответ.** 12 апреля 1961 г. состоялся первый в истории Земли космический полет человека. Космический корабль «Восток» был запущен в СССР, а первым космонавтом стал Юрий Алексеевич Гагарин. Полет продолжался 108 минут, за которые корабль сделал один оборот вокруг Земли.

**Оценивание.** Правильное указание страны (допускается указание России, как правопреемницы СССР) – 3 балла, ФИО космонавта (или только имя и фамилия) – 4 балла, остальные сведения – 1 балл.

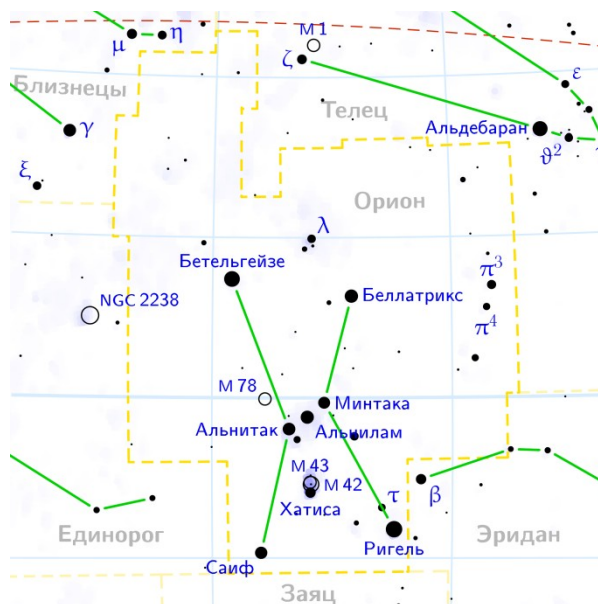
**Задание 2.** Выберите подходящие друг другу пары из двух списков: 1) звезды: Альдебаран, Бетельгейзе, Мицар, Вега, Денеб, Альтаир, Полярная, Регул; 2) созвездия: Орион, Большая Медведица, Малая Медведица, Телец, Лира, Орел, Лебедь, Лев.

**Ответ.** Альдебаран – Телец, Бетельгейзе – Орион, Мицар – Большая Медведица, Вега – Лира, Денеб – Лебедь, Альтаир – Орел, Полярная – Малая Медведица, Регул – Лев.

**Оценивание.** За каждую пару ставится 1 балл.

**Задание 3.** Нарисуйте созвездие Ориона. Укажите расположение известных вам объектов, подпишите названия звезд и объектов. В какое время года можно наблюдать это созвездие вечером?

**Ответ.** В ответе достаточно нарисовать схематичный рисунок расположения основных звезд созвездия (примерно как на рисунке слева). Не обязательно рисовать линии, соединяющие звезды. Для облегчения проверки ниже приведен еще один рисунок с расположением основных объектов созвездия. Знать все эти объекты не требуется. Наблюдать созвездие Ориона вечером удобнее всего зимой (в начале весны).



**Оценивание.** Правильная основная фигура созвездия – 4 балла. 2 балла за указание объектов и звезд созвездия (хотя бы М42 – Туманности Ориона и Бетельгейзе), 2 балла за указание времени наблюдения.

**Задание 4.** В каком месяце может наблюдаться покрытие Альдебарана полной Луной? Может ли на следующий день после этого события наблюдаться покрытие одной из звезд созвездия Льва? Ответ объясните.

**Ответ.** Ноябрь-декабрь (может быть указан январь, но только в дополнение в этом двум месяцам). Нет, не может. Во время полнолуния Солнце находится в противоположной относительно Луны точке небесной сферы. Если при этом Луна находится в созвездии Тельца, то можно рассуждать так: зная последовательность расположения зодиакальных созвездий, определяем, что Солнце будет находиться в созвездиях Скорпиона, Змееносца или Стрельца, т.е. это будет ноябрь-январь. А можно так: в созвездии Тельца Солнце бывает в мае-июне, значит в противоположной точке неба оно будет спустя полгода, т.е. в ноябре-декабре.

Покрытие звезд Льва не может наблюдаться на следующий день, т.к. Луна не успеет за сутки перейти в это созвездие.

**Оценивание.** Ответ по первой части вопроса – 6 баллов, по второй части – 2 балла. За верный ответ без обоснования по каждой части по 1 баллу. Если нет ответа, но есть верные рассуждения, они оцениваются пропорционально пройденному к ответу пути.

**Задание 5.** Как известно, Луна движется вокруг Земли по вытянутой орбите. Расстояние между ними в апогее бывает на 5.5% больше, а в перигее на 5.5% меньше, чем среднее. Во сколько раз различается видимый с Земли максимальный и минимальный угловой размер Луны? Оцените эксцентриситет орбиты Луны.

**Ответ.** Т.к. радиус самой Луны не меняется, то угол, под которым мы видим Луну с Земли будет меняться во столько же раз, во сколько меняется расстояние до нее. Т.е. в  $(1+0.055)/(1-0.055)=1.116$  (примерно 1.12 раза или на 12%). Эксцентриситет орбиты можно оценить, например, исходя из формулы:  $r_a=r_{cp}(1+e)$ , где  $r_a$  – расстояние в апогее орбиты, а  $r_{cp}$  – среднее расстояние (можно использовать формулу для перигея  $r_p=r_{cp}(1-e)$ ).  $e=r_a/r_{cp}-1=1.055-1=0.055$ .

**Оценивание.** Решение каждой из частей оценивается по 4 балла. Верный ответ без вычислений оценивается в 1 балл за каждую часть.

**Задание 6.** Искусственный спутник Луны массой 1 т, вращающийся по очень низкой круговой орбите, постепенно снизился и ударился о вертикально расположенный склон горы. Оцените энергию (в тротиловом эквиваленте), выделившуюся при соударении. Масса Луны  $7.3 \cdot 10^{22}$  кг, радиус Луны 1740 км, при взрыве 1 кг тротила выделяется  $4.2 \cdot 10^6$  Дж, постоянная тяготения  $6.67 \cdot 10^{-11}$  Н\*м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>.

**Ответ.** Т.к. спутник движется по круговой орбите его скорость можно определить из формулы для первой космической скорости  $V^2=GM/R$ .  $V=1673$  м/с. При ударе выделилась кинетическая энергия спутника  $E=mV^2/2=1.4 \cdot 10^9$  Дж или в тротиловом эквиваленте  $1.4 \cdot 10^9/4.2 \cdot 10^6 = 333.3(3)$  или примерно 330 кг.

**Оценивание.** Определение скорости движения спутника (любым способом) 3 балла, определение энергии соударения в Дж (3 балла), определение энергии в тротиловом эквиваленте 2 балла. Последние две части могут быть объединены в решении (ставится 5 баллов). Учащийся может сделать оценку энергии без вычисления скорости – ставится не выше 4 баллов при логичной и правдоподобной оценке. Верный ответ без вычислений оценивается в 1 балл.

## 11 класс

**Задание 1.** 12 апреля отмечается Всемирный день космонавтики. Почему он отмечается именно в этот день? Дайте развернутый ответ.

**Ответ.** 12 апреля 1961 г. состоялся первый в истории Земли космический полет человека. Космический корабль «Восток» был запущен в СССР, а первым космонавтом стал Юрий Алексеевич Гагарин. Полет продолжался 108 минут, за которые корабль сделал один оборот вокруг Земли.

**Оценивание.** Правильное указание страны (допускается указание России, как правопреемницы СССР) – 3 балла, ФИО космонавта (или только имя и фамилия) – 4 балла, остальные сведения – 1 балл.

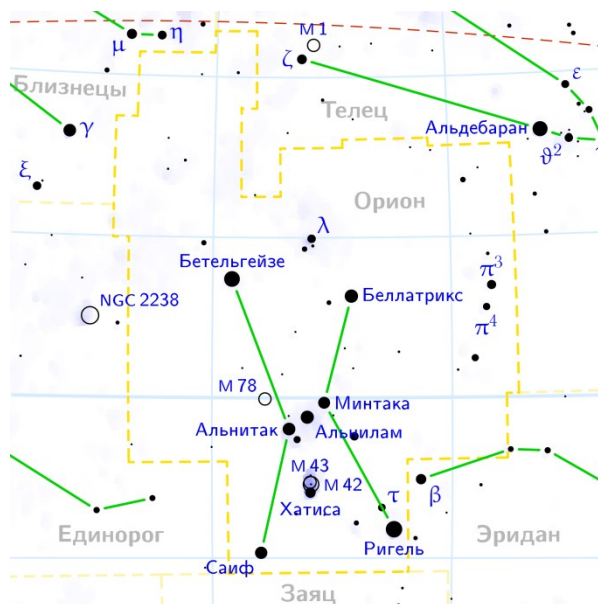
**Задание 2.** Выберите подходящие друг другу пары из двух списков: 1) звезды: Альдебаран, Бетельгейзе, Мицар, Вега, Денеб, Альтаир, Полярная, Регул; 2) созвездия: Орион, Большая Медведица, Малая Медведица, Телец, Лира, Орел, Лебедь, Лев.

**Ответ.** Альдебаран – Телец, Бетельгейзе – Орион, Мицар – Большая Медведица, Вега – Лира, Денеб – Лебедь, Альтаир – Орел, Полярная – Малая Медведица, Регул – Лев.

**Оценивание.** За каждую пару ставится 1 балл.

**Задание 3.** Нарисуйте созвездие Ориона. Укажите расположение известных вам объектов, подпишите названия звезд и объектов. В какое время года можно наблюдать это созвездие вечером?

**Ответ.** В ответе достаточно нарисовать схематичный рисунок расположения основных звезд созвездия (примерно как на рисунке ниже). Не обязательно рисовать линии, соединяющие звезды. Для облегчения проверки ниже приведен еще один рисунок с расположением основных объектов созвездия. Знать все эти объекты не требуется. Наблюдать созвездие Ориона вечером удобнее всего зимой (в начале весны).



**Оценивание.** Правильная основная фигура созвездия – 4 балла. 2 балла за указание объектов и звезд созвездия (хотя бы М42 – Туманности Ориона и Бетельгейзе), 2 балла за указание времени наблюдения.

**Задание 4.** В каком месяце может наблюдаться покрытие Альдебарана полной Луной? Может ли на следующий день после этого события наблюдаться покрытие одной из звезд созвездия Льва? Ответ объясните.

**Ответ.** Ноябрь-декабрь. Нет, не может. Во время полнолуния Солнце находится в противоположной относительно Луны точке небесной сферы. Если при этом Луна находится в созвездии Тельца, то можно рассуждать так: зная последовательность расположения зодиакальных созвездий, определяем, что Солнце будет находиться в созвездиях Скорпиона, Змееносца или Стрельца, т.е. это будет ноябрь-январь. А можно так: в созвездии Тельца Солнце бывает в мае-июне, значит в противоположной точке неба оно будет спустя полгода, т.е. в ноябре-декабре.

Покрытие звезд Льва не может наблюдаться на следующий день, т.к. Луна не успеет за сутки перейти в это созвездие.

**Оценивание.** Ответ по первой части вопроса – 6 баллов, по второй части – 2 балла. За верный ответ без обоснования по каждой части по 1 баллу. Если нет ответа, но есть верные рассуждения, они оцениваются пропорционально пройденному к ответу пути.

**Задание 5.** Как известно, Луна движется вокруг Земли по вытянутой орбите. Расстояние между ними в апогее бывает на 5.5% больше, а в перигее на 5.5% меньше, чем среднее. Во сколько раз различается видимый с Земли максимальный и минимальный угловой размер Луны? Оцените эксцентриситет орбиты Луны.

**Ответ.** Т.к. радиус самой Луны не меняется, то угол, под которым мы видим Луну с Земли будет меняться во столько же раз, во сколько меняется расстояние до нее. Т.е. в  $(1+0.055)/(1-0.055)=1.116$  (примерно 1.12 раза или на 12%). Эксцентриситет орбиты можно оценить, например, исходя из формулы:  $r_a=r_{cp}(1+e)$ , где  $r_a$  – расстояние в апогее орбиты, а  $r_{cp}$  – среднее расстояние (можно использовать формулу для перигея  $r_p=r_{cp}(1-e)$ ).  $e=r_a/r_{cp}-1=1.055-1=0.055$ .

**Оценивание.** Решение каждой из частей оценивается по 4 балла. Верный ответ без вычислений оценивается в 1 балл за каждую часть.

**Задание 6.** Искусственный спутник Луны массой 1 т, вращающийся по очень низкой круговой орбите, постепенно снизился и ударился о вертикально расположенный склон горы. Оцените энергию (в тротиловом эквиваленте), выделившуюся при соударении. Можно ли будет увидеть невооруженным глазом с Земли вспышку света, если предположить, что в световую энергию перешло 10% энергии соударения? Масса Луны  $7.3 \cdot 10^{22}$  кг, радиус Луны 1740 км, расстояние от Земли до Луны 384000 км, при взрыве 1 кг тротила выделяется  $4.2 \cdot 10^9$  Дж.

**Ответ.** Т.к. спутник движется по круговой орбите его скорость можно определить из формулы для первой космической скорости  $V^2=GM/R$ .  $V=1673$  м/с. При ударе выделилась кинетическая энергия спутника  $E=mV^2/2=1.4 \cdot 10^9$  Дж или в тротиловом эквиваленте  $1.4 \cdot 10^9/4.2 \cdot 10^6=333.3(3)$  или примерно 330 кг. Видимость вспышки на Земле можно оценить лишь очень приближенно. Будем считать, что вся световая энергия распределилась равномерно во все стороны (включая поверхность Луны). Тогда на 1 кв. м. на Земле придет энергия, равная  $F=0.1 \cdot E/(4 \cdot 3.14 \cdot D^2)=7.6 \cdot 10^{-11}$  Дж, где  $D$  – расстояние до Луны. Определение возможности наблюдения такого потока может быть сделано разными способами (везде требуется сравнение этой величины с какой-либо известной). Сравним эту энергию с энергией, приходящей от Солнца. Известно, что от Солнца, имеющего  $m_{\text{Солнца}}=-26$  звездную величину, на 1 кв. м. поверхности Земли (без учета атмосферы) приходит 1380 Дж/сек. Энергия, выделившаяся при взрыве, будет наблюдаться практически как мгновенная вспышка. Время реакции глаза на короткую вспышку примерно 0.1 сек. Тогда от Солнца приходит света (за 0.1 сек) в  $1380 \cdot 0.1/7.6 \cdot 10^{-11}=1.82 \cdot 10^{12}$  раз больше, чем от взрыва на Луне. Блеск такой вспышки вычисляется по формуле Погсона:  $m=m_{\text{Солнца}}+2.5 \cdot \lg(1.82 \cdot 10^{12})=4.7$  звездной величины. Т.е. вспышка может быть замечена невооруженным глазом. Однако, учет влияния атмосферы Земли, распределения энергии вспышки по длинам волн и пр., ухудшает эту оценку.

**Оценивание.** Определение скорости движения спутника (любым способом) 2 балла, определение энергии соударения в Дж (2 балла), определение энергии в тротиловом эквиваленте 1 балл. Последние две части могут быть объединены в решении (ставится 3 балла). Учащийся может сделать оценку энергии без вычисления скорости – ставится не выше 4 баллов при логичной и правдоподобной оценке. Оставшиеся 3 балла выставляются за оценку видимости вспышки на Земле. Конкретный ответ (видна или нет) не столь важен (т.к. он находится в зависимости от многих величин), как методологически верный подход к оценке блеска. Верный ответ без вычислений оценивается в 1 балл.