

ЗАДАНИЯ И ОТВЕТЫ ВТОРОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЭТАПА 74^й МОСКОВСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

Задачи 1–8 – 5 класс и младше

Задачи 1–12 – 6–7 классы

Задачи 1–16 – 8–9 классы

Задачи 1–20 – 10–11 классы

1. Выберите четыре самых ярких звезды, которые запечатлены на фотографии.

- 1) Бетельгейзе
- 2) Арктур
- 3) Альдебаран
- 4) Процион
- 5) Минтака
- 6) Поллукс
- 7) Альфа Центавра
- 8) Полярная
- 9) Ригель
- 10) Вега
- 11) Сириус
- 12) Канопус
- 13) Беллатрикс
- 14) Солнце

Правильный ответ: 1, 4, 9, 11

По 0.5 балла за каждый правильный ответ. Без штрафов. Если ответов больше, чем четыре, то ставится 0 баллов. **Максимум за задачу – 2 балла.**



2. В какой стране можно наблюдать созвездие Девы целиком хотя бы один раз в году? Укажите все возможные варианты.

- 1) Россия
- 2) США
- 3) Китай
- 4) Индия
- 5) Бразилия
- 6) Австралия

Правильный ответ: 1, 2, 3, 4, 5, 6 (2 балла). Если указано 3–5 стран (не важно, каких), – то 1 балл. Если 0–2 страны, – 0 баллов.

Пояснение. Созвездие Девы – экваториальное. Его видно целиком почти со всей поверхности Земли, исключая Арктику и Антарктику. Все указанные страны расположены ближе к экватору.

3. Какова средняя продолжительность солнечных суток на Луне?

- 1) 23 часа 56 минут
- 2) 24 часа
- 3) 27 дней 7 часов 43 минуты
- 4) 29 дней 12 часов 44 минуты
- 5) 365 дней 5 часов 48 минут
- 6) На Луне нет смены дня и ночи, так как освещается только видимая сторона Луны, а обратная сторона Луны не освещается Солнцем.

Правильный ответ: 4 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. За солнечные сутки Солнце на небе Луны должно вернуться в исходное положение. А значит, освещение лунного диска также должно стать исходным. Значит, солнечные сутки должны совпадать с периодом смены лунных фаз (синодическим месяцем).

4. Что такое Крабовидная туманность? Укажите все верные ответы.

- 1) планетарная туманность, взорвавшаяся в 1054 году
- 2) первый объект из каталога Мессье
- 3) остаток сверхновой
- 4) галактика из скопления галактик в Тельце

Правильный ответ: 2, 3. По 1 баллу за каждый правильный ответ. За каждый неверный ответ по минус 1 баллу. В случае отрицательной суммы ставится 0 баллов за задачу. **Максимум за задачу – 2 балла.**

5. Для 5–7 классов: Перед Вами фотография покрытия Сатурна Луной. Это начало покрытия или его конец (открытие)?

- 1) начало
- 2) конец

Правильный ответ: 1 (2 балла)

Пояснение. По виду Луны можно понять, что изображение прямое, т. е. север находится сверху, а восток слева. Луна среди звёзд движется с запада на восток, т. е. влево. Значит, покрытие только началось.

Для 8–11 классов: Перед Вами фотография покрытия Сатурна Луной. Оцените максимально возможное время длительности покрытия от момента, когда Сатурн закроется Луной, до момента его появления из-за Луны.

74^{ая} Московская астрономическая олимпиада. Второй дистанционный этап

- 1) 1 секунда
- 2) 1 минута
- 3) 10 минут
- 4) 1 час
- 5) 6 часов
- 6) 1 день
- 7) так не бывает, это фейк

Правильный ответ: 4 (2 балла). За ответ «3» – 1 балл. В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Скорость движения Луны среди звёзд примерно 13° в день или 0.55° в час. Угловой диаметр Луны около 0.5° . Значит, максимально возможное время покрытия составляет примерно 1 час. В реальности это будет несколько меньшая величина. Определить точное направление движения Луны относительно Сатурна по одной фотографии невозможно.



6. Для 5–7 классов: В каком месяце Луна в полнолуние поднимается выше всего над горизонтом в Сиднее?

- 1) январь
- 2) март
- 3) май
- 4) июнь
- 5) сентябрь
- 6) декабрь

Правильный ответ: 4 (2 балла). За ответ «6» – 1 балл. В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Полная Луна и Солнце находятся в противоположных частях небесной сферы. Чтобы Луна была на максимальной высоте, Солнце должно быть на минимальной. Поскольку Сидней находится в Южном полушарии, то это происходит в июне.

Для 8–11 классов: В каком месяце Луна в первой четверти поднимается выше всего над горизонтом в Сиднее?

- 1) январь
- 2) март
- 3) май
- 4) июнь
- 5) сентябрь
- 6) декабрь

Правильный ответ: 5 (2 балла). За ответ «2» – 1 балл. В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Луна в первой четверти находится на 90° восточнее Солнца. Значит Солнце окажется на месте Луны на максимальной высоте через три месяца. Максимально высоко Солнце поднимается в южном полушарии в декабре. Значит искомый месяц будет сентябрь.

7. Сколько километров в год пролетит Солнечная система по направлению к аперксу своего движения при скорости 20 км/с? Ответ выразите в миллионах километров.

Правильный ответ: 631 или 632 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов. Для 8–11 кл.: 2 балла за «631» или «632» и по 1 баллу за «628», «629» и «630».

Пояснение. 1) $365.2422 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 20 \text{ км/с} \approx 631 \text{ млн. км.}$

2) $\pi \cdot 10^7 \text{ с} \cdot 20 \text{ км/с} \approx 628 \cdot 10^6 \text{ км.}$

Во втором случае использовано известное мнемоническое правило, что число секунд в году примерно равно $\pi \cdot 10^7$.

Дополнение. Поскольку в условии действительно прямо не сказано, что необходимо округлить до целых, то решено засчитывать нецелые ответы следующим образом:

Ответы в диапазоне 631.1 – 631.2, которые получаются при использовании продолжительности года 365.24 – 365.25 суток, оцениваются в **2 балла**.

Ответы 630.72 (630.7, 630.8), возникающие при продолжительности года 365 дней, 631.584 (365.5 дней) и 632.448 (366 дней) оцениваются **1 баллом**.

8. Скорость света впервые вычислили в 1676 году по запаздыванию затмений спутников Юпитера. Определите минимальное количество времени, необходимое свету для прохождения пути от Юпитера до Земли. Известно, что Юпитер находится в 5 раз дальше от Солнца, чем Земля. А также, что свет идёт от Солнца до Земли 500 секунд. Ответ запишите в секундах.

Правильный ответ: 2000 (2 балла). Варианты «2500» оцениваются в 1 балл. В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Минимальное расстояние от Юпитера до Земли равно $5 - 1 = 4$ расстояния от Земли до Солнца. Искомое время равно $4 \cdot 500 \text{ с} = 2000 \text{ с}$.

9. Шарль Мессье был «ловцом комет». В 1758 году он ошибочно признал туманный объект в созвездии Тельца за комету. В последующем он создал целый каталог туманных объектов, чтобы они не мешали искать кометы. Как Вы думаете, объектов какого типа из этого каталога было больше всего найдено в созвездии Большая Медведица, всем нам хорошо известном?

- 1) планетарных туманностей
- 2) шаровых скоплений
- 3) рассеянных скоплений
- 4) галактик

Правильный ответ: 4 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Галактики есть по всему небу, но поглощение в галактическом диске мешает их наблюдению на фоне Млечного Пути, который через созвездие Большой Медведицы не проходит. Планетарные туманности и рассеянные скопления – «молодые» объекты, которые находятся в диске нашей галактики, т. е. видны в основном вблизи Млечного Пути. Шаровые скопления видны в основном в окрестностях центра Галактики, который расположен в другой части неба.

74^{ая} Московская астрономическая олимпиада. Второй дистанционный этап

10. Определите координаты точки на Земле, которая диаметрально противоположна точке с координатами 30° в.д., 30° с.ш.

- 1) 30° з.д., 30° ю.ш.
- 2) 120° в.д., 60° ю.ш.
- 3) 150° з.д., 30° с.ш.
- 4) 150° з.д., 30° ю.ш.
- 5) 30° з.д., 60° ю.ш.
- 6) 30° в.д., 60° с.ш.
- 7) 30° в.д., 30° ю.ш.

Правильный ответ: 4 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов.

11. У какой планеты самый большой горизонтальный параллакс при наблюдении с Земли?

- 1) Меркурий
- 2) Венера
- 3) Марс
- 4) Юпитер
- 5) Сатурн
- 6) Уран
- 7) Нептун

Правильный ответ: 2 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Горизонтальный параллакс тем больше, чем ближе к Земле может подходить планета. Ближе всех к Земле подходит Венера.

12. Для наблюдателя на Марсе годичный параллакс звезды равен 25 миллисекунд дуги. Определите, чему будет равен годичный параллакс этой звезды для наблюдателя на спутнике Юпитера Каллисто. Орбиты планет считать круговыми. Радиус орбиты Марса 1.52 а.е., Юпитера – 5.2 а.е. Ответ запишите в миллисекундах, округлив до целых.

Правильный ответ: 86 – 2 балла. За ответ «85» – 1 балл.

Пояснение. Годичный параллакс прямо пропорционален радиусу орбиты планеты, с которой производятся наблюдения. Искомый ответ: $25 \cdot 5.2 / 1.52 \approx 85.53 \approx 86$.

13. Какие химические элементы получили свои названия от имён небесных тел?

- | | |
|------------|-------------|
| 1) Водород | 6) Железо |
| 2) Гелий | 7) Церий |
| 3) Литий | 8) Плутоний |
| 4) Селен | 9) Палладий |
| 5) Кремний | 10) Цезий |

Правильный ответ: гелий от Гелиоса – Солнца, селен от Селены – Луны, плутоний и церий от карликовых планет Плутон и Церера, палладий от крупного астероида Паллада. За каждый правильный ответ по 0.4 балла. За каждый неправильный ответ по минус 0.4 балла. В случае отрицательной суммы ставится 0 баллов за задачу. **Максимум за задачу – 2 балла.**

14. На какие из координат на небесной сфере не влияет рефракция для наблюдателя в Москве? Выберите все возможные варианты ответа.

- 1) часовой угол
- 2) склонение
- 3) прямое восхождение
- 4) высота
- 5) азимут
- 6) эклиптическая долгота
- 7) эклиптическая широта

Правильный ответ: 5 (2 балла). За каждый неправильный ответ – минус 1 балл. В случае отрицательной суммы ставится 0 баллов за задачу.

Пояснение. Рефракция смещает объект вдоль круга высоты. Значит, она не меняет только те координаты, которые измеряются перпендикулярно высоте, а это только азимут.

15. Синодический период объекта Солнечной системы равен 1 году. Найдите сидерический период. Запишите ответ в годах с точностью до первого знака после запятой.

Правильный ответ: 0.5 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Для внешних объектов или объектов, движущихся ретроградно, решений нет. Для внутренних записываем уравнение синодического движения:

$$\frac{1}{1} = \frac{1}{T} - \frac{1}{1} \Rightarrow T = \frac{1}{2}.$$

16. Где на Земле можно наблюдать солнечное затмение в полночь? Отметьте все возможные варианты. Наблюдатель находится на уровне моря, рефракцию не учитывать, ненулевыми размерами Солнца и Луны пренебречь.

- 1) нигде
- 2) везде
- 3) на Северном полюсе
- 4) между Северным полюсом и Северным полярным кругом
- 5) на Северном полярном круге
- 6) между Северным полярным кругом и тропиком Рака
- 7) между тропиками
- 8) на экваторе
- 9) между Южным полярным кругом и тропиком Козерога
- 10) на Южном полярном круге
- 11) между Южным полюсом и Южным полярным кругом
- 12) на Южном полюсе

Правильный ответ: 3, 4, 5, 10, 11, 12. За каждый правильный ответ по 0.4 балла. Если среди ответов есть 1 или 2, за задачу ставится 0 баллов. За каждый неправильный ответ (6, 7, 8, 9) – по минус 0.6 балла. В случае отрицательной суммы ставится 0 баллов за задачу. **Максимум за задачу – 2.4 балла.**

Пояснение. Перечислены все регионы, где возможны полярные дни, т. е. можно наблюдать солнце в полночь.

17. Какая из планет Солнечной системы поднимается выше всего над плоскостью эклиптики?

Ответ	Планета	Большая полуось, а.е.	Эксцентриситет	Угол наклона орбиты, градусы
1)	Меркурий	0,38	0,206	7,00
2)	Венера	0,72	0,001	3,39
3)	Земля	1,00	0,016	0,00
4)	Марс	1,52	0,094	1,85
5)	Юпитер	5,2	0,048	1,31
6)	Сатурн	9,6	0,056	2,49
7)	Уран	19,2	0,046	0,77

Правильный ответ: 6 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов.

Пояснение. Расстояние до плоскости эклиптики можно получить из формулы:
 $l = a(1+e) \sin i$.

18. Какие из перечисленных объектов можно наблюдать в бинокль 10x50? Выберите все возможные варианты ответа.

- 1) Юпитер
- 2) Церера
- 3) Харон
- 4) Шаровое скопление М13
- 5) Макемаке
- 6) Плеяды
- 7) Пульсар
- 8) Галактика Треугольника М33
- 9) Ио
- 10) Туманность Андромеды
- 11) Квазар
- 12) Газовая туманность М42

Правильный ответ: 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12. За каждый правильный ответ – по 0.3 балла. За каждый неправильный ответ по минус 0.4 балла. В случае отрицательной суммы ставится 0 баллов за задачу. Если отмечены все ответы, то суммарная оценка 0 баллов. **Максимум за задачу – 2.4 балла.**

Пояснение. В бинокль, конечно же, видны все объекты, которые видны глазом: Юпитер, Плеяды, Туманность Андромеды и туманность М42 в созвездии Ориона. Также станут доступными все объекты ярче 10.5 звёздной величины. А именно, Церера, Ио, Галактика Треугольника М33 и шаровое скопление М13.

Останутся невидимыми Харон, Макемаке – эти объекты Солнечной системы слишком далеко, Квазар и Пульсар – объекты этих классов также не видны в бинокль.

19. Какой объект из списка является самым старым?

- 1) Альдебаран
- 2) Ригель
- 3) Рассеянное скопление Плеяды
- 4) Шаровое скопление в Пегасе М15
- 5) Туманность Кольцо в Лире
- 6) Крабовидная туманность М1

Правильный ответ: 4 (2 балла). В иных случаях – 0 баллов.

20. Найдите абсолютную звёздную величину Алиота (ϵ Большой Медведицы), если видимая звёздная величина 1.76^m, а расстояние до звезды 25 пк. Ответ запишите с точностью до первого знака после запятой. Межзвёздное поглощение не учитывать.

74^{ая} Московская астрономическая олимпиада. Второй дистанционный этап

Правильный ответ: -0.2^m (важно со знаком минус) – 2 балла. Если ответ без знака минус или « -0.23 », ставится 1 балл.

Пояснение. $M = m + 5 - 5 \lg r = 1,76 + 5 - 5 \lg 25 \approx -0.2297 \approx -0.2$.