

## Задания и ответы первого дистанционного этапа

### 73<sup>й</sup> Московской астрономической олимпиады

*Общие критерии:*

*Правильный ответ – 1 балл.*

*Неправильный ответ – 0 баллов.*

*Задачи 1-8 – 5 класс и младше*

*Задачи 1-12 – 6-7 класс*

*Задачи 1-16 – 8-9 класс*

*Задачи 1-20 – 10-11 класс*

*Даты этапа: 01.12.18 – 9.12.18*

**1.** Эта планета никогда не бывает видна на небе Москвы (невооружённым глазом, в бинокль или телескоп) в полночь:

1. Юпитер
2. Марс
3. Меркурий
4. Сатурн
5. Нептун

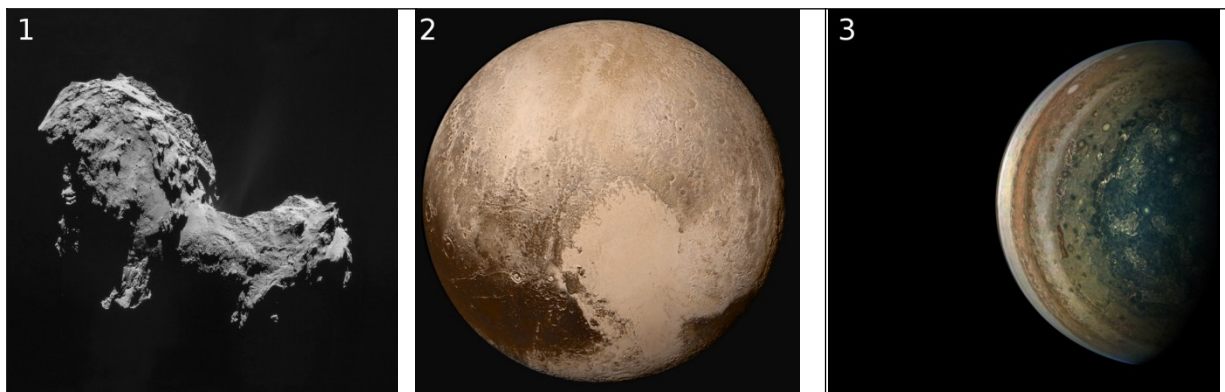
Выберите одну или несколько планет.

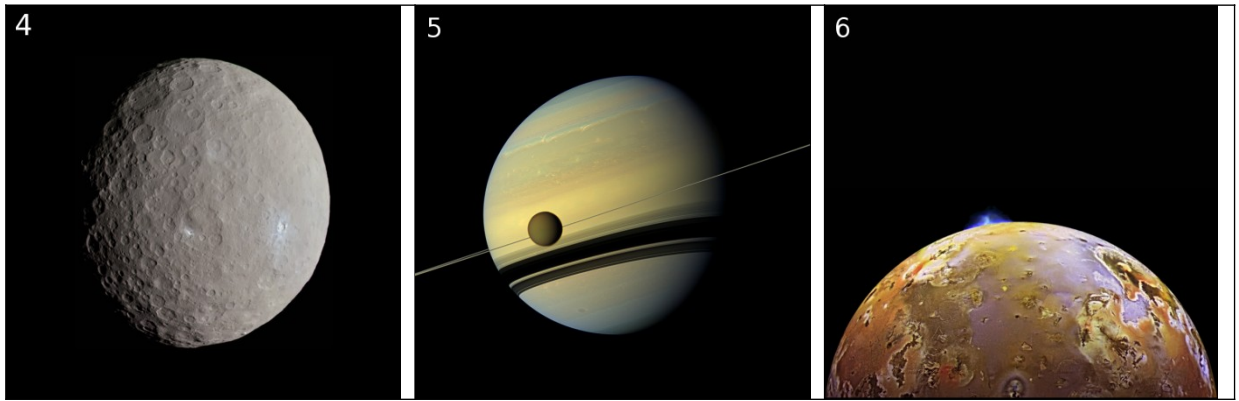
**Ответ:** 3

**Пояснение:** Меркурий всегда расположен на небе близко к Солнцу. Поэтому даже в самые короткие ночи в полночь он всегда находится под горизонтом. Остальные планеты внешние и могут находиться на большом расстоянии от Солнца, т.е. вполне могут быть видны на небе в полночь.

**2.** Перед вами фотографии объектов Солнечной системы. Сопоставьте каждому объекту название космического аппарата, проводившего исследования данного объекта во втором десятилетии XXI века.

*Для 5-7 классов.*





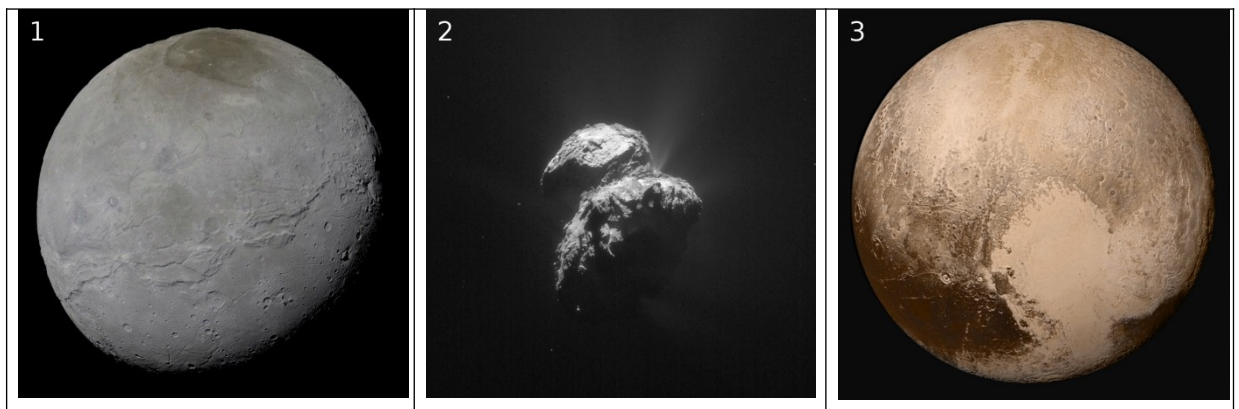
*Названия космических аппаратов в выпадающем списке для каждого изображения.*

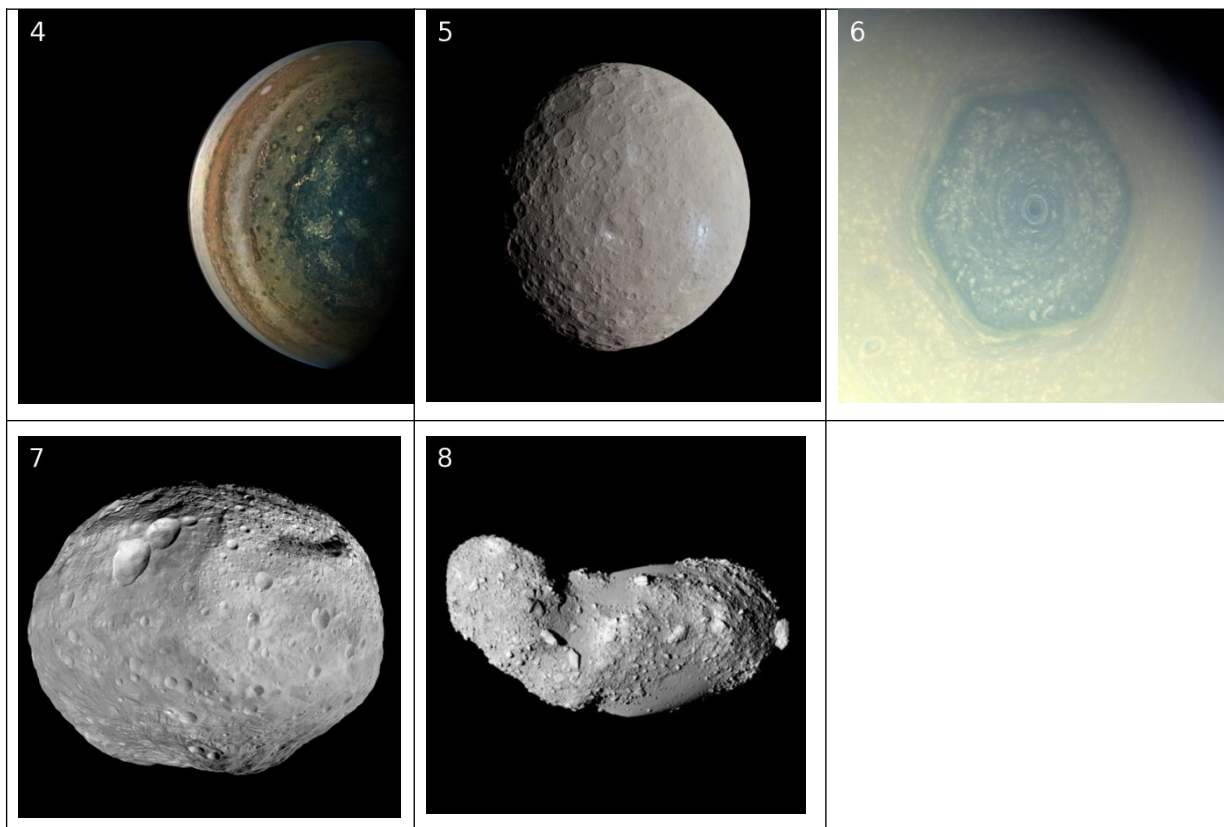
- А. «Новые горизонты» (англ. New Horizons)
- В. «Розетта» (англ. Rosetta)
- С. «Рассвет» (англ. Dawn)
- Д. «Юнона» (англ. Juno)
- Е. «Кассини» (англ. Cassini)

**Ответ:** 1 - В, 2 - А, 3 - Д, 4 - С, 5 - Е, 6 - Д

**Пояснение:** У Кометы Чурюмова-Герасименко (1), Плутона (2), Цереры (4) за всю историю освоения космоса работали только эти аппараты. Сатурн (5) в последние годы исследовал только аппарат «Кассини». Предыдущее посещение Сатурна «Вояджерами» произошло ещё в 80-х годах XX в. Точно так же «Кассини» и «Новые горизонты» пролетели мимо Юпитера в нулевые, а после них Юпитер и его спутники (Ио (6)) исследуется аппаратом «Юнона».

*Для 8-11 классов.*





Названия космических аппаратов в выпадающем списке для каждого изображения.

- A. «Новые горизонты» (англ. New Horizons)
- B. «Хаябуса» (яп. はやぶさ)
- C. «Розетта» (англ. Rosetta)
- D. «Рассвет» (англ. Dawn)
- E. «Юнона» (англ. Juno)
- F. «Кассини» (англ. Cassini)

**Ответ:** 1 – А, 2 – С, 3 – А, 4 – Е, 5 – D, 6 – F, 7 – D, 8 – В

**Пояснение:** У Кометы Чурюмова-Герасименко (2), Плутона (3) и Харона (1), Цереры (5) и Весты (7), Итокавы (8) за всю историю освоения космоса работали только эти аппараты. Сатурн (6) в последние годы исследовал только аппарат «Кассини». Предыдущее посещение Сатурна «Вояджерами» произошло ещё в 80-х годах XX в. Точно так же «Кассини» и «Новые горизонты» пролетели мимо Юпитера в нулевые, а после них Юпитер исследуется аппаратом «Юнона».

**3.** Среди перечисленных космических объектов укажите те, которые светят в основном отражённым светом:

- 1) Звёзды
- 2) Планеты
- 3) Кометы
- 4) Галактики
- 5) Астероиды
- 6) Метеоры
- 7) Млечный путь
- 8) Шаровые звёздные скопления
- 9) Рассеянные звёздные скопления

**Ответ:** 2,3,5 (в любом порядке)

**Пояснение:** Планеты, кометы и астероиды не имеют значительных внутренних источников энергии, вследствие чего их излучение в основном состоит из отражённого света Солнца. Звёзды и, следовательно, их группы (Галактика, Млечный путь, звёздные скопления) светят самостоятельно за счёт термоядерных реакций их в недрах. Метеоры излучают за счёт их нагрева при быстром движении сквозь земную атмосферу.

4. 27 июля 2018 года около полуночи состоялось полное лунное затмение. Во время этого затмения вблизи лунного диска на небе наблюдался яркий Марс. В какой конфигурации с Солнцем находился Марс?

- 1) Соединение
- 2) Противостояние
- 3) Восточная квадратура
- 4) Западная квадратура
- 5) Восточная элонгация
- 6) Западная элонгация

**Ответ:** 2

**Пояснение:** Лунное затмение происходит тогда, когда Луна попадает в тень Земли, которая для земного наблюдателя находится в противоположной Солнцу стороне. Значит, Марс также напротив Солнца, т.е. в противостоянии.

5. 27 июля 2018 года около полуночи состоялось полное лунное затмение. Во время этого затмения вблизи лунного диска на небе наблюдался яркий Марс. В каком направлении наблюдались Марс и Луна в Москве в полночь?

- 1) У западного горизонта
- 2) У восточного горизонта
- 3) В зените
- 4) У южного горизонта
- 5) У северного горизонта

**Ответ:** 4

**Пояснение:** Около полуночи Солнце находится под северным горизонтом. Значит, Луна и Марс должны быть с противоположной стороны у южного горизонта.

6. 27 июля 2018 года около полуночи состоялось полное лунное затмение. Во время этого затмения вблизи лунного диска на небе наблюдался яркий Марс. В какой созвездии находился Марс?

- 1) Рыбы
- 2) Змееносец
- 3) Большая Медведица
- 4) Стрела
- 5) Козерог
- 6) Рак

**Ответ:** 5

**Пояснение:** В конце июля Солнце находится в созвездии Рака. Марс находится в противоположной точке неба, т.е. в Козероге. Иначе, Марс находится в той созвездии, где Солнце бывает в конце января, т.е. в Козероге.

7. Среди перечисленных явлений выберите те, которые происходят из-за того, что земная ось не перпендикулярна плоскости земной орбиты (эклиптики):

- 1) Смена дня и ночи на Земле
- 2) Смена времён года на Земле
- 3) Смена фаз Луны
- 4) Полярные дни и полярные ночи в северных и южных регионах на Земле
- 5) Полярные сияния
- 6) Солнечные затмения
- 7) Изменение полуденной высоты Солнца над горизонтом в данной точке наблюдения в течение года
- 8) Приливы и отливы

**Ответ:** 2,4,7 (в любом порядке)

**Пояснение:** Все остальные явления существовали бы и при совпадении плоскости экватора и эклиптики.

8. 9 декабря 2018 года Солнце взойдёт точно в 8 часов 49 минут, а сядет точно в 15 часов 55 минут по московскому времени. 1 декабря 2018 года Солнце вошло точно в 8 часов 37 минут, а село точно в 16 часов 00 минут. На сколько секунд уменьшилась продолжительность светового дня за время проведения первого дистанционного тура Московской астрономической олимпиады?

**Ответ:** 1020

**Пояснение:**

- 1)  $15ч55мин - 8ч49мин = 7ч6мин.$
- 2)  $16ч00мин - 8ч37мин = 7ч23мин.$
- 3)  $7ч23мин - 7ч6мин = 17 минут = 1020 с.$

9. Наблюдатель движется по Земле от экватора к Северному полюсу. Выберите верное утверждение:

- 1) Полярная звезда будет каждый день заходить за горизонт на западе и всходить на востоке.
- 2) Полярная звезда будет оставаться на небе в том же месте.
- 3) Полярная звезда будет опускаться всё ближе к горизонту.
- 4) Полярная звезда будет подниматься всё выше над горизонтом.
- 5) Полярная звезда будет двигаться по окружности, центр которой будет оставаться на неизменной высоте над горизонтом.

**Ответ:** 4

**Пояснение:** Наблюдатель на экваторе видит Полярную звезду на горизонте. По мере движения к северу, т.е. в направлении на Полярную звезду, звезда будет подниматься вверх. Если наблюдатель достигнет полюса, то будет видеть Полярную над головой. Положение Полярной звезды не совпадает в точности с Полюсом мира, поэтому она будет совершать суточные движения по небольшой окружности, но центр этой окружности будет подниматься всё выше над горизонтом по мере приближения к Северному полюсу.

**10.** В каких созвездиях находятся следующие астрономические объекты (напишите названия созвездий в том же порядке, что и объекты)?

- 1) Полярная звезда
- 2) Красный сверхгигант Бетельгейзе
- 3) Ближайшая к Солнцу звезда
- 4) Ближайшая к галактике Млечный путь спиральная галактика
- 5) Туманность Конская голова
- 6) Рассеянное звёздное скопление Плеяды

Названия всех 88 созвездий *в выпадающем списке для каждого пункта.*

**Ответ:** Малая Медведица, Орион, Центавр (вариант написания: Кентавр), Андромеда, Орион, Телец (упорядоченный список)

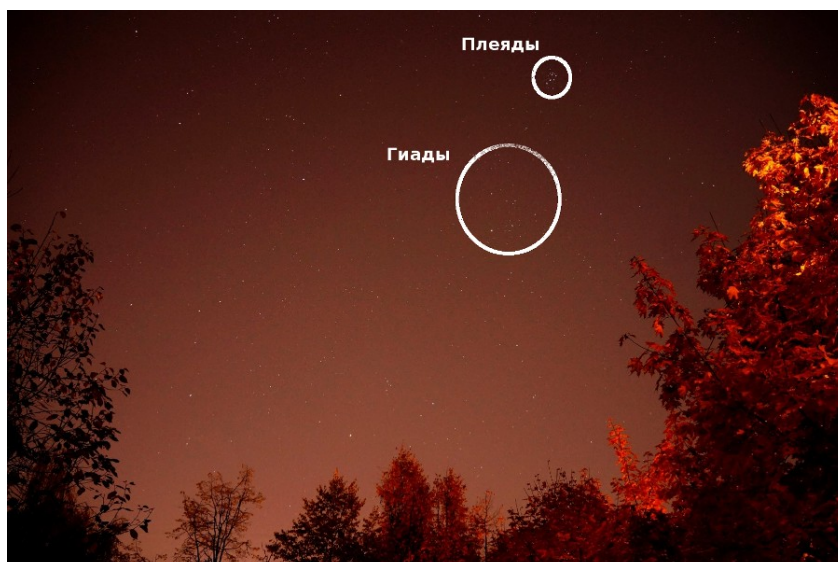
**11.** В 2018 году в Москве выдалась ясная, безоблачная осень. Появилась даже возможность делать ночные фотографии звёздного неба. Какие звёздные скопления удалось запечатлеть фотографу?

- 1) Дикая утка
- 2) Плеяды
- 3)  $\eta$  и  $\chi$  Персея
- 4) Гиады
- 5) Ясли
- 6) Трапеция Ориона



**Ответ:** 2, 4 (в любом порядке)

**Пояснение:**



**12.** Хулиган Санёк раздобыл очень мощную лазерную указку и стал светить ей куда попало. Очередным взмахом руки он провёл лазерным лучом строго по диаметру лунного диска. С какой средней скоростью двигался «зайчик» от лазера по поверхности Луны, если для того, чтобы пересечь её, ему потребовалось 0,5 с? Диаметр Луны считайте равным 3500 км. Ответ запишите в км/с с округлением до тысяч.

**Ответ:** 11000

**Пояснение:** Длина пути, пройденного «зайчиком», составляет  $\pi D/2 \approx 5500$  км. Если это расстояние пройдено за  $\frac{1}{2}$  секунды, то скорость составит 11000 км/с.

**13.** Какие из перечисленных астрономических приборов не будут эффективно работать на поверхности Земли, а нуждаются в выводе на орбиту (перечислите все правильные ответы)?

1. Гамма-телескопы
2. Радио-телескопы
3. Рентгеновские телескопы
4. Оптические телескопы

**Ответ:** 1,3 (в любом порядке)

**Пояснение:** Излучение более коротковолновое, чем оптическое, поглощается земной атмосферой.

14. Какое угловое расстояние разделяет центр лунного диска и Марс на этой фотографии? Ответ дайте в градусах с округлением до целых.



**Ответ:** 7. Допустимые ответы 6, 7, 8.

**Пояснение:** В качестве линейки удобно использовать угловой диаметр Луны. Он равен  $0,5^\circ$ .

15. Геостационарный спутник имеет размер 4 метра. Какой угловой размер имеет этот спутник для наблюдателя на Земле, если он видит его в зените? Ответ выразите в миллисекундах дуги, округлив до целых.

**Ответ:** 23

**Пояснение:** Радиус геостационарной орбиты равен примерно 42200 км, а её высота над поверхностью Земли меньше на радиус Земли, т.е. примерно 35800 км. Отсюда угловой размер спутника равен  $\frac{4}{3,58 \times 10^7} \text{ рад} \approx 10^{-7} \text{ рад} \approx 0,023''$ .

16. Выберите из списка те города, в которых возможно наблюдать Луну в зените:

- |             |             |                   |
|-------------|-------------|-------------------|
| 1) Мурманск | 4) Сингапур | 7) Мехико         |
| 2) Москва   | 5) Мельбурн | 8) Рио-де-Жанейро |
| 3) Ташкент  | 6) Майами   | 9) Буэнос-Айрес   |

**Ответ:** 4, 6, 7, 8 (в любом порядке)



**Пояснение:** Для того чтобы наблюдать Луну в зените, необходимо, чтобы широта этого места была по модулю меньше, чем максимально возможное склонение Луны. Орбита Луны наклонена к эклиптике на  $5,1^\circ$ . Значит, модуль широты места не должен превышать  $28,6^\circ$ .

**17.** Вычислите, чему равно ускорение свободного падения на планете, средняя плотность которой в 3 раза больше, чем у Земли, а радиус – в 4 раза меньше? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$  с точностью до десятых.

**Ответ:** 7,5 (верным засчитывается ответ 7,3, 7,4 и 7,5)

**Пояснение:** Ускорение свободного падения на поверхности планеты

$g \propto \frac{M}{R^2} \propto \rho R$ , где  $M$ ,  $R$  и  $\rho$  – масса, радиус и плотность планеты. Отсюда

ускорение свободного падения на другой планете есть  $g = g_0 \frac{\rho}{\rho_0} \frac{R}{R_0} = \frac{10 \cdot 3}{4} = 7,5$ .

**18.** Галактика Бode M81 находится в направлении созвездия Большая Медведица на расстоянии 12 млн св. лет. Галактика Андромеды M31 находится в направлении созвездия Андромеда на расстоянии 2,5 млн св. лет. Угловое расстояние между этими галактиками на небе около  $60^\circ$ . Найдите расстояние между галактиками M31 и M81 (расстояние укажите в млн св. лет, округлив до целых).

**Ответ:** 11

Пояснение: Расстояние можно вычислить с помощью теоремы косинусов для плоского треугольника:  $l = \sqrt{12^2 + 2,5^2 - 2 \cdot 12 \cdot 2,5 \cos 60^\circ} \approx 11$

**19.** В центре солнечного диска наблюдается пятно. Через сколько дней за счёт вращения Солнца вокруг своей оси поперечный угловой размер пятна уменьшится в два раза? Ответ округлите до целого числа дней.

**Ответ:** 4

**Пояснение:** Период осевого вращения видимых слоёв Солнца на экваторе составляет около 25 суток. Для того чтобы поперечный размер пятна стал вдвое меньше, само пятно должно повернуться на  $60^\circ$ . Это произойдёт за

$\frac{60}{360} 25 \approx 4$  (суток).

**20.** Блеск звезды  $\alpha^1$  Козерога равен  $4,3^m$ , а параллакс  $0,0037''$ . Блеск звезды  $\alpha^2$  Козерога равен  $3,4^m$ , а параллакс  $0,033''$ . Во сколько светимость одной звезды больше, чем светимость другой? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 35

**Пояснение:** Из формулы Погсона получаем  $10^{-0,4(m_1 - m_2)} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{L_1}{L_2} \frac{R_2^2}{R_1^2} = \frac{L_1}{L_2} \frac{\pi_1^2}{\pi_2^2}$ . Здесь

$m$  – звёздная величина звезды,  $E$  – освещённость, создаваемая звездой,  $L$  – её светимость,  $R$  – расстояние до звезды,  $\pi$  – её параллакс. Тогда,

$\frac{L_1}{L_2} = \frac{\pi_2^2}{\pi_1^2} 10^{0,4(m_2 - m_1)} \approx 35$ .