

**XXIX РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ**  
**XXIX ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ и КОСМОНАВИКЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**2020-2021 УЧ. ГОД МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**11 КЛАСС**

**1. Подвижная карта звёздного неба (8 баллов).** По подвижной карте звёздного неба определите положения созвездий и координаты светил; 1) созвездие, которое будет в зените 20 января Калуге в 21-00 среднего солнечного времени, 2) созвездие, которое в этот момент заходило за горизонт, 3) звезду, которая была вблизи верхней кульминации в этот момент, 4) координаты (склонение и прямое восхождение) звезды  $\beta$  Козерога, 5) координаты (склонение и прямое восхождение) Солнца 20 октября. Поясните, как Вы смогли это определить.

**1. Подвижная карта звёздного неба *Ответы.*** 1) Лебедь. В зените на данной широте местности бывают созвездия, которые занимают участки неба со склонением, равным широте местности. В Калуге широта местности приблизительно  $54,5^\circ$ . Положение окружности с таким склонением можно приблизительно определить по карте, ориентируясь на окружности  $60^\circ$  и  $30^\circ$ . Когда созвездие находится в зените, оно пересекает небесный меридиан на участке к югу от северного полюса мира. Искомое созвездие находим, располагая накладной круг, совмещая 12-00 с 20 января, и выясняя, какое созвездие включает в себя точку пересечения линии Полярная – ЮГ и окружности со склонением  $54,5$ . 2) Волопас, Волосы Вероники, Весы – эти созвездия располагаются возле точки 3 (запад) и частично уже закрыты накладным кругом. 3)  $\alpha$  Орла (Альтаир), эта звезда при таком положении накладного круга оказывается на линии Полярная – Юг. 4) прямое восхождение  $20^h 10^m$ , склонение  $-15^\circ$ . Прямое восхождение находим, проведя линию от Полярной через эту звезду до пересечения с кругом прямых восхождений. Склонение находим определяя положение звезды относительно окружностей со склонением  $0^\circ$  и  $-30^\circ$ . 5) прямое восхождение  $19^h 55^m$ , склонение  $-17^\circ$ . Положение Солнца 20 января находим по точке пересечения линии эклиптики с прямой, соединяющей Северный полюс мира с датой 20 января на внешней окружности, далее координаты определяем аналогично пункту 4).

**1. Подвижная карта звёздного неба. *Критерии оценки.*** Ни один ответ без пояснения не считать правильным и не ставить за него баллы! За ответы 1), 4), 5) ставить по 2 балла в случае. При этом, если склонение от приведённого здесь отличается не более, чем на  $5^\circ$  считать ответ правильным, если от 5 до  $10^\circ$ , то снижать на 1 балл, если прямое восхождение отличается от приведённых не более 10 минут, то оценку не снижать, если прямое восхождение отличается более, чем на 10 мин, но не более 20 мин. то оценку снизить на 1 балл.

**2. Фантастический прыжок.** Звездолёт совершил прыжок в гиперпространстве и оказался на расстоянии 7 пк от Земли в точке с координатами  $\alpha = 18^h 40^m$ .  $\delta = +37^\circ 10'$ . Каким приблизительно стало расстояние (в парсеках) от него до Солнца, Веги и Сириуса А.

Звезда	Параллакс	Абсолютная звёздная величина	Прямое восхождение	Склонение
Солнце	8,8''	4,83 <sup>m</sup>	-	-
Вега	0,13''	0,14 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	+38°47'
Сириус А	0,38''	1,47 <sup>m</sup>	06 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	-16°43'

**2. Фантастический прыжок. *Возможное решение:***

1. Расстояние до Солнца стало 7 пк.
2. Расстояние до Веги было  $1/0,13'' = 8$  пк,
3. Расстояние Сириуса А было  $1/0,38'' = 3$  пк,
4. Можно заметить, что звездолёт полетел в направлении Веги, т.к. экваториальные координаты Веги и точки наблюдения звездолёта близки
5. Поэтому расстояние до неё стало 1 пк.
6. Можно заметить, что звездолёт удалялся от Сириуса А почти в противоположную сторону.
7. Поэтому расстояние до него стало приблизительно 10 пк (или точнее 9 пк, если учесть не совсем противоположность смещения).

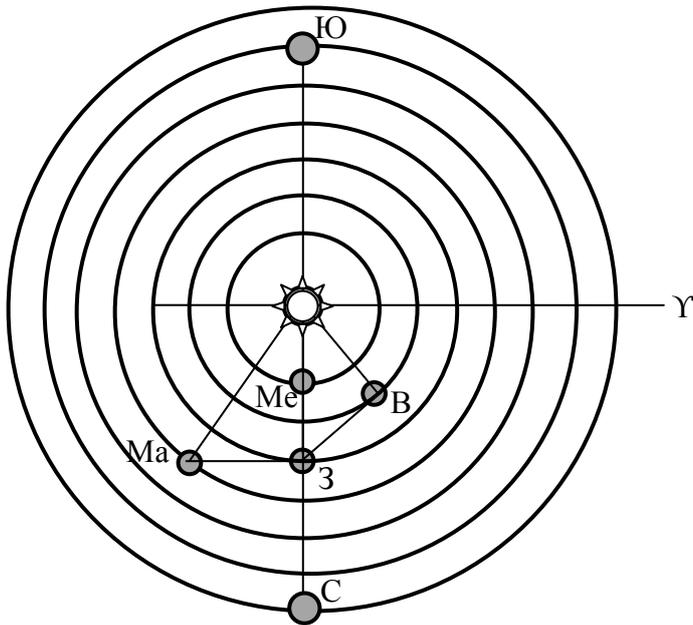
**2. Фантастический прыжок *Критерии оценки:***

за пункты 1-5 и 7 ставить по 1 баллу

за пункт 6 ставить 2 балла, если было обоснование и 1 балл, если не было обоснования)

**3. Конфигурации** (8 баллов). Изобразите без соблюдения масштаба положения Земли и других указанных планет 22 июня, если в этот момент Венера была в западной элонгации, Сатурн – в противостоянии, Марс – в восточной квадратуре, Меркурий – в нижнем соединении, Юпитер – в соединении.

**3. Конфигурации** *Возможное решение.*



**3. Конфигурации** *Критерии оценки.*

За правильное положение Земли относительно точки весеннего равноденствия ставить 1 балл

За правильное положение Меркурия, Юпитера и Сатурна относительно Земли и Солнца ставить по 1 баллу

За правильное положение Марса и Венеры ставить по 2 балла, а если перепутаны восточная и западная квадратуры или элонгации, то ставить только по 1 баллу

**4. Долгота светил** (8 баллов). *Теоретические сведения:* Гелиоцентрической долготой называют угол между направлениями от Солнца на точку весеннего равноденствия и от Солнца на планету (проекцию планеты на эклиптику), измеряемый в направлении против часовой стрелки. *Задание:* Определите гелиоцентрическую долготу Земли и планет в положениях, указанных в задаче 3 «Конфигурации». Учтите, что расстояние от Сатурна до Солнца – 9,6 а.е., от Меркурия – 0,39 а.е., Венеры – 0,72 а.е., Марса – 1,5 а.е., Юпитера – 5,2 а.е.

**4. Долгота светил. Ответы.** Долгота Земли  $270^\circ$ , долгота Сатурна  $270^\circ$ , долгота Меркурия  $270^\circ$ , долгота Юпитера  $90^\circ$ , долгота Венеры  $270^\circ + \arccos 0,72 = 270^\circ + 44^\circ = 314^\circ$ , долгота Марса  $270^\circ - \arccos \frac{1}{1,5} = 270^\circ - 48^\circ = 222^\circ$

**4. Долгота светил. Критерии оценки.** Если правильно найдена долгота Земли, Юпитера, Меркурия и Сатурна, то добавлять по 1 баллу. Если правильно найдена долгота Венеры и Марса, то добавлять по 2 балла. Если положение Земли относительно точки весеннего равноденствия определено ошибочно, то все баллы снижать в 2 раза, а суммарный результат округлить до целого с избытком. Если долготу измеряли в направлении по часовой стрелке, то все баллы снижать в 2 раза, а суммарный результат округлить до целого с избытком.

**5. Комета** (8 баллов). Летом 2020 года можно было наблюдать комету «NEOWISE», движущуюся по сильно вытянутой эллиптической орбите. В перигелии NEOWISE находилась на расстоянии 0,29 а.е. от Солнца. Период её обращения составляет около 7000 лет. Чему равна большая полуось орбиты этой кометы? На какое максимальное расстояние удаляется эта комета от Солнца?



**5. Комета. Решение.** Согласно третьему закону Кеплера большую полуось орбиты кометы можно найти по формуле  $a = \sqrt[3]{T^2} = 365,93$  а. е.

Максимальное расстояние от Солнца равно  $Q = 2a - q = 2 \cdot 365,93 - 0,29 = 732$  (а. е.)

### 5. Комета. Критерии оценки.

Использование формулы третьего закона Кеплера	2 балла.
Вычисление большой полуоси	2 балла
Учёт взаимосвязи перигелийных и афелийных расстояний	2 балла
Вычисление афелийного расстояния	2 балла

**6. Блеск (8 баллов) Теоретические сведения:** Блеск звёзд измеряют в звёздных величинах. Чем меньше звёздная величина звезды, тем она ярче. Если яркость одной звезды **больше** другой приблизительно в 2,5 раза, то видимая звёздная величина первой звезды **меньше** видимой звёздной величины второй на одну звёздную величину. Например, если видимая звёздная величина звезды А равна 3,4 и она приблизительно в 6,25 раз ярче звезды В, то видимая звёздная величина звезды В равна 5,4 ( $3,4+2=5,4$ , т.к.  $6,25=2,5^2$ ). **Задание:** Видимая звёздная величина (блеск) звезды Альтаир составляет 0,77 звёздных величин. Какому созвездию принадлежит эта звезда? (2 балла). Во сколько раз изменится яркость этой звезды, если её наблюдать с расстояния в 15,6 раз меньшего, чем сейчас? (3 балла) Какой (приблизительно) в этом случае будет видимая звёздная величина Альтаира? (3 балла).

**6. Блеск Решение.** Альтаир – самая яркая звезда из созвездия Орла. При приближении в 15,6 раза яркость увеличится в  $15,6^2 \approx 2,5^6$ . Значит, видимая звёздная величина Альтаира уменьшится на 6, т.е. будет равна  $-5,23$  звёздных величин (минус 5,23, приблизительно минус 5)

### 6. Блеск Критерии оценки.

Указание на принадлежность к созвездию Орла	2 балла
Вывод, что яркость увеличится	1 балл
Вывод, что яркость увеличится в $15,6^2$ раз	2 балла
Учёт связи изменения яркости с изменением звёздной величины	1 балл
Вычисление новой звёздной величины	2 балла