

**XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2017-2018 УЧ. ГОД**  
**XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**10 КЛАСС**

**1. «Подвижная карта звёздного неба» (8 баллов).** По подвижной карте звёздного неба определите, верхняя кульминация какой звезды для наблюдателей Калужской области происходит выше звезды  $\beta$  Лиры или звезды  $\beta$  Волопаса? Приблизительно на сколько градусов выше? Какая из этих звёзд будет кульминировать раньше? На сколько раньше. Ответ обоснуйте.

**2. «Три экзопланеты» (8 баллов).** Возле одной из звёзд астрономы обнаружили три планеты. Периоды вращения этих планет много меньше периодов их обращения вокруг звезды. Ось вращения первой планеты перпендикулярна плоскости её орбиты, ось вращения второй планеты наклонена к перпендикуляру к плоскости орбиты на  $30^\circ$ , ось вращения третьей планеты лежит в плоскости орбиты этой планеты. На каких из этих планет наблюдается смена времён года? На каких из этих планет существуют тропические и полярные области и на каких широтах на них проходят линии тропиков и полярных кругов? Ответы обоснуйте.

**3. «Космические перелёты» (8 баллов).** Космический зонд собираются направить к Солнцу. Предполагается осуществить вывод на необходимую орбиту в два этапа. Сначала его выводят на круговую орбиту вокруг Земли так, что плоскость обращения спутника будет совпадать с плоскостью эклиптики (плоскостью орбиты Земли). Затем переход на орбиту вокруг Солнца. Изобразите на рисунке оптимальное направление движения спутника вокруг Земли после завершения первого этапа вывода на околосоляную орбиту. Покажите на этой орбите наиболее удобную (с целью минимизации расходов энергии) для начала второго этапа точку. Ответы обоснуйте.

**4. «Два Робинзона» (8 баллов).** Во время кораблекрушения в индийском океане оба яхтсмена спаслись и каждый из них в итоге выбрался на небольшом необитаемом острове. Оказалось, что высота Полярной звезды над горизонтом для первого «робинзона» больше наблюдаемой высоты вторым «робинзоном» на  $0,3^\circ$ , а момент времени верхней кульминации звезды Вега для первого «робинзона» происходит позже, чем для второго на 1 минуту 36 секунд. Какой из «робинзонов» оказался севернее? Какой из «робинзонов» оказался западнее? Ответы обоснуйте.

**5. «Два Робинзона 2» (8 баллов).** Оцените расстояние между островами «робинзонов» (см задачу «Два робинзона»). Можно учесть, что если два объекта на Земле вблизи экватора соединены дугой в  $1^\circ$ , то расстояние между ними приблизительно равно 110 км.

**6. «Правило Тициуса-Боде» (8 баллов).** Радиусы орбит многих наиболее крупных объектов Солнечной системы можно приблизительно вычислить по формуле Тициуса — Боде:  $a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^{n-2}$  где  $n$  – порядковый номер планеты по мере её удаления от Солнца.

Однако, это эмпирическое правило, не имеющее теоретического обоснования, и по этому правилу для некоторых объектов порядковый номер следует изменять, чтобы орбиты соответствовали реальному положению, например, номер орбиты Меркурия приходится брать равным  $-\infty$ , а радиусы орбит некоторых крупных объектов, например, Нептуна, по нему определить невозможно. Сравнительная таблица реальных и вычисленных по формуле Тициуса-Боде радиусов приведена ниже, однако в ней стёрлись названия некоторых объектов, попытайтесь их восстановить.

Таблица 1.

Небесный объект планета или карликовая планета	Номер орбиты по правилу Тициуса-Боде	Радиус орбиты по правилу Тициуса- Боде (в а.е.)	Радиус орбиты фактический (в а.е.)
Меркурий	$-\infty$	0,4	0,39
	2	0,7	0,72
Земля	3	1	1
Марс	4	1,6	1,52
	5	2,8	2,77
	6	5,2	5,2
Сатурн	7	10,0	9,54
Уран	8	19,6	19,22
	9	38,8	39,5
	10	77,2	67,7

