

*Продолжаем серию листочков для самостоятельной подготовки к региональному этапу. По каждой теме вам будет предложено решить от 8 до 15 задач. В конце каждой подборки будут ответы, указания или подсказки.*

*Лучший способ качественно подготовиться к олимпиадам и глубоко разобраться в темах, это решать тематические подборки. А вот проверять Ваши знания я рекомендую на заданиях прошедших олимпиад.*

## Часть I

# 2.1 Кульминации Солнца, Луны и планет

## Разминка

1. Определите на какой широте Солнце поднимается выше в момент верхней кульминации 23 сентября. В Сингапуре ( $1^{\circ}17'$  с.ш.) или в Кито ( $0^{\circ}13'$  ю.ш.)?

2. Высота звезды в нижней кульминации оказалась больше высоты Солнца в верхней кульминации 21 июня на  $17^{\circ}$ . Определите высоту звезды в верхней кульминации, если широта места наблюдения  $\varphi = 76^{\circ}$  с.ш.

## 1 Ключевые задачи

3. В какое время года Луна в полнолуние поднимается выше всего над горизонтом?

4. Определите минимальную высоту верхней и нижней кульминаций Луны на широте  $15^{\circ}$  ю.ш.

5. Солнце и Луна кульминируют на одной высоте, но имеют разное склонение. На каких широтах это возможно? (АР)

6. На экваторе Земли установлен шест, вертикально воткнутый в землю. Найдите, на сколько градусов изменится направление тени, отбрасываемой шестом, за 8 часов наблюдений, если они проводятся в течение светового дня 21 марта. (СПБАО)

7. Звезда Капелла ( $\alpha$  Aur, прямое восхождение  $\alpha = 5^h16^m41^s$ , склонение  $\delta = 45^{\circ}59'53''$ ) кульминирует строго в зените. Какова будет высота Солнца в истинный полдень 21 марта? 22 июня? (ВИ)

8. Гномон (палочка в центре) горизонтальных солнечных часов расположен вертикально. Длина полуденной тени гномона в течение года изменяется на две длины гномона. Определите широту, на которой находятся солнечные часы. (СПБАО)

9. Астроном заметил, что Нептун кульминирует в полночь на том же альмукантарате, что и Солнце в полдень. Определите все возможные широты наблюдений. Наклоном орбиты Нептуна к эклиптике пренебречь. (АР, Астростарт-3)

**10.** Любители астрономии наблюдали планеты и обнаружили, что Юпитер кульминировал в 6 часов вечера по местному времени на высоте  $15^\circ$ , а Марс – в 6 часов утра по местному времени на высоте  $62^\circ$ . В какой сезон года и на какой широте проводились наблюдения?

**11.** В 2003 году Юпитер вступил в противостояние в начале февраля. Как в этом месяце день ото дня изменяется его максимальная высота над горизонтом на широте Москвы?

**12.** Определите широту места наблюдения, если каждые звёздные сутки Солнце наблюдается на горизонте?

## 2 Немного сферической тригонометрии

**13.** Определите, какого числа в Джакарте (столице Индонезии) Солнце кульминирует в зените. ( $\varphi = 6^\circ 10'$  ю.ш.). А в Мачу-Пикчу ( $\varphi = 13^\circ 09' 48''$  ю.ш.) (ВИ)

**14.** Новолуние произошло 1 февраля. Определите в какой день февраля Луна кульминировала выше всего. Предположите, что плоскость орбиты Луны совпадает с эклиптической. Оцените высоту этой кульминации для городе Долгопрудный ( $\varphi = 55^\circ 56'$ ) (ВИ)

**15.** Сатурн в ночь на 23 сентября кульминировал в полночь в некоем городе на высоте  $45^\circ$ . На какой высоте будет кульминировать Сатурн в католическое рождество (25 декабря) и сколько в этот момент покажут часы? Наклоном орбиты Сатурна к эклиптике пренебречь. (АР)

---

## Часть II

## Ответы и решения

**1.** Кито   **2.**  $82^\circ 27'$    **3.** Зимой, в декабре.   **4.**  $46^\circ 18'$  и  $-90^\circ$    **5.**  $[-26.1^\circ; 26.1^\circ] \cup [87.4^\circ; 90^\circ)$    **6.** На  $180^\circ$    **7.**  $44^\circ 7''$ ,  $67^\circ 27' 7''$    **8.**  $\varphi = \pm 44^\circ$    **9.** Это возможно в двух случаях. (1) Склонение Солнца и Нептуна равно  $\delta = 0^\circ$ . В этом случае широта может быть любой. (2) Широта  $\varphi = 0^\circ$    **10.**  $\varphi = 51.5^\circ$ , осень.  $\varphi = -51.5^\circ$ , весна.   **11.** Юпитер находится в созвездиях Рака-Льва, имеет попятное движение и движется по эклиптике в сторону точки летнего солнцестояния. Поэтому его склонение растёт и высота будет максимальной в конце месяца.   **12.** Северный и южный полярные круги. Раз в звёздные сутки кульминирует полюс эклиптики в зените, в этот момент вся эклиптика и Солнце оказывается на горизонте.   **13.** В Джакарте 8 октября и 6 марта. В Мачу-пикчу 27 октября и 17 февраля. Важно понимать, что у вас для каждой широты будет два решения.   **14.** 11 февраля,  $h = 57.5^\circ$ .   **15.**  $h = 44.2^\circ$ ,  $t = 17^h 52^m$