



**XXXIII Санкт-Петербургская
Астрономическая олимпиада**
практический тур, решения

2026
15
марта

5–6 классы

Вам дан снимок (негативный) Луны вместе над мечетью Айя-София в Стамбуле, симметрично окруженной с четырех сторон минаретами. Высота каждого из минаретов (вертикальных башенок вокруг основного сооружения) составляет 60 м.

Оцените расстояние от точки съемки до центра мечети и радиус «барабана» (цилиндрического основания) ее купола. Не забудьте детально описать методику измерений и вычислений.

Какая из фаз Луны наступит первой после момента съемки: новолуние или полнолуние?



Решение:

Прежде чем определить угловой размер минарета, нужно определить угловой масштаб изображения θ . Угловой размер Луны $\alpha \approx 30'$. Это число можно помнить, а можно вычислить, помня данные о Луне: ее линейный диаметр и расстояние до нее.

Весь снимок имеет угловой размер примерно в несколько Лун, то есть несколько же градусов, поэтому можно воспользоваться тем фактом, что все измеряемые углы малы. Тогда измеряемые объекты можно представлять маленькими дугами окружности с радиусом r , равным расстоянию до них. Тогда угловой размер объекта в градусах будет равен

$$\alpha = 360^\circ \cdot \frac{h}{2\pi r} \approx 57^\circ \cdot \frac{h}{r},$$

где h — линейный размер объекта в реальности, $2\pi r$ — полная длина окружности радиуса r . Отметим, что тот, кто умеет пользоваться радианной мерой углов, последнюю формулу может написать сразу, без вывода.

Определим линейный размер Луны на изображении l . Для начала определим центр изображения. Для этого проводим две хорды и их серединные перпендикуляры. Точка пересечения серединных перпендикуляров — это и есть центр диска Луны. Затем измерим линейкой диаметр Луны на изображении. Получим $l/2 = 3$ см. То есть угловой масштаб изображения $\theta = \alpha/l \approx 10'/\text{см}$.

Измерим линейкой высоту ближайшего минарета на изображении l . Получаем $l = 5.2$ см, что соответствует $\alpha = \theta \cdot l = 52'$. Высота минарета $h = 60$ м.

Тогда расстояние до мечети

$$r = \frac{h}{\alpha} = \frac{60 \cdot 57 \cdot 60}{52} \approx 4 \cdot 10^3 \text{ м} = 4 \text{ км}.$$

Заметим, что расстояния до минаретов и до центра мечети немного отличаются, но с той точностью, с которой можно измерить размеры на изображении, это несущественно.

Теперь определим радиус «барабана» R . Его диаметр на изображении $l_0 = 4$ см. Тогда, поскольку минарет и купол находятся примерно на одном расстоянии, радиус «барабана»

$$R = \frac{hl_0}{2l} = \frac{60 \cdot 4}{2 \cdot 5.2} \approx 23 \text{ м}.$$

Остаётся определить, какая из фаз Луны будет первой после момента съемки: новолуние или полнолуние. Заметим, что Стамбул находится в Северном полушарии Земли. Это принципиально важно, так как в Южном полушарии фазы Луны выглядят зеркально отраженными относительно фаз в Северном полушарии. Также Стамбул достаточно далек от экватора, чтобы Луна не «лежала на боку». В северном полушарии для определения фаз Луны можно применять мнемоническое правило: если серп Луны похож на букву «С», то Луна стареющая, а, если с приставленной слева палочкой он похож на букву «Р», то растущая. Изображение негативное, поэтому освещенная часть Луны находится справа и похожа на букву «Р», если приставить палочку. Это говорит о том, что Луна растущая. Следовательно, новолуние уже было и первым после момента съемки наступит полнолуние.



Напоследок приведем оригинал фотографии и заодно заметим, что конкретные расстояния, измеряемые на снимке, могут отличаться от приведенных здесь из-за особенностей печати заданий, однако на получаемые итоговые результаты это никак не влияет.

С.А.Пусаков