

**XXV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада**
практический тур, решения

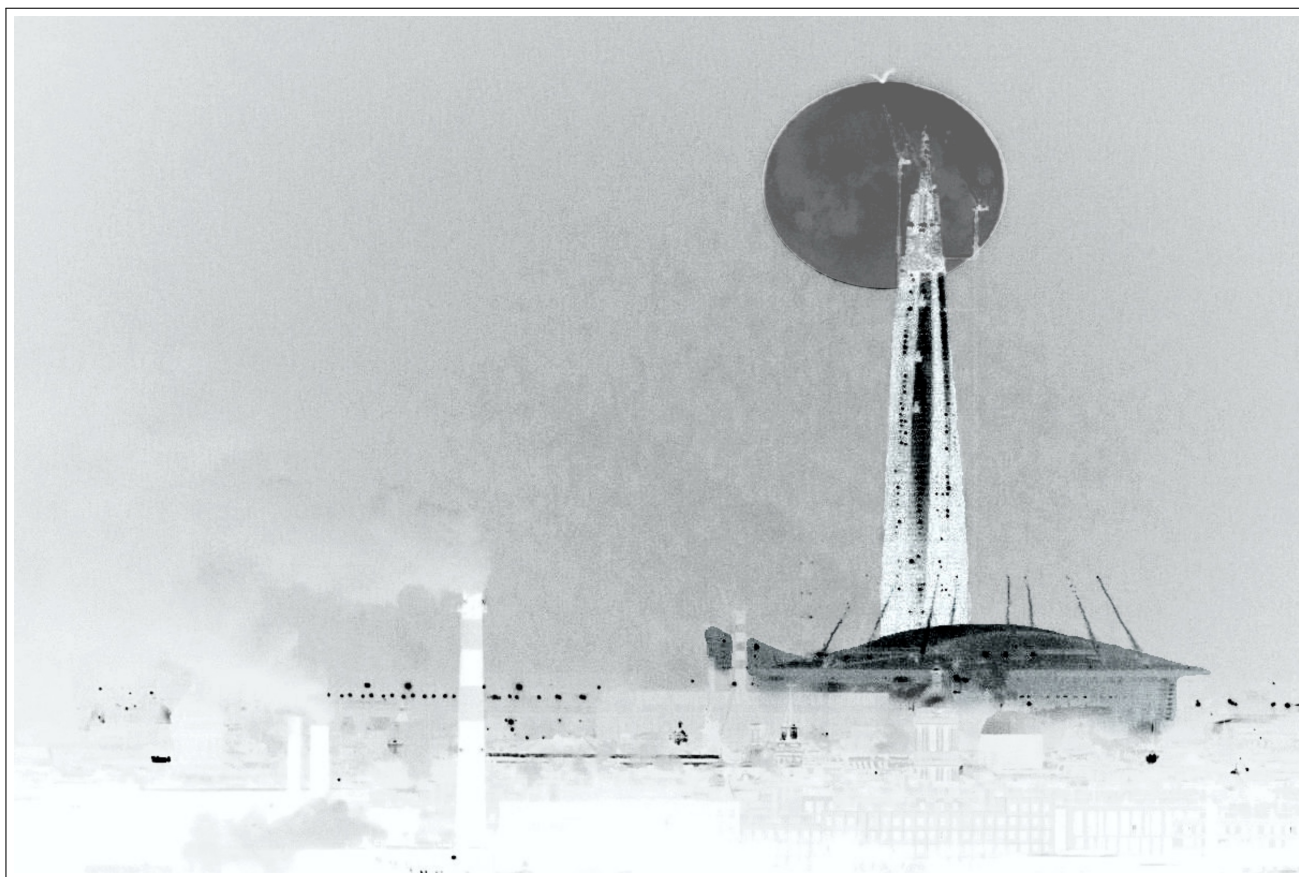
2018
4
марта

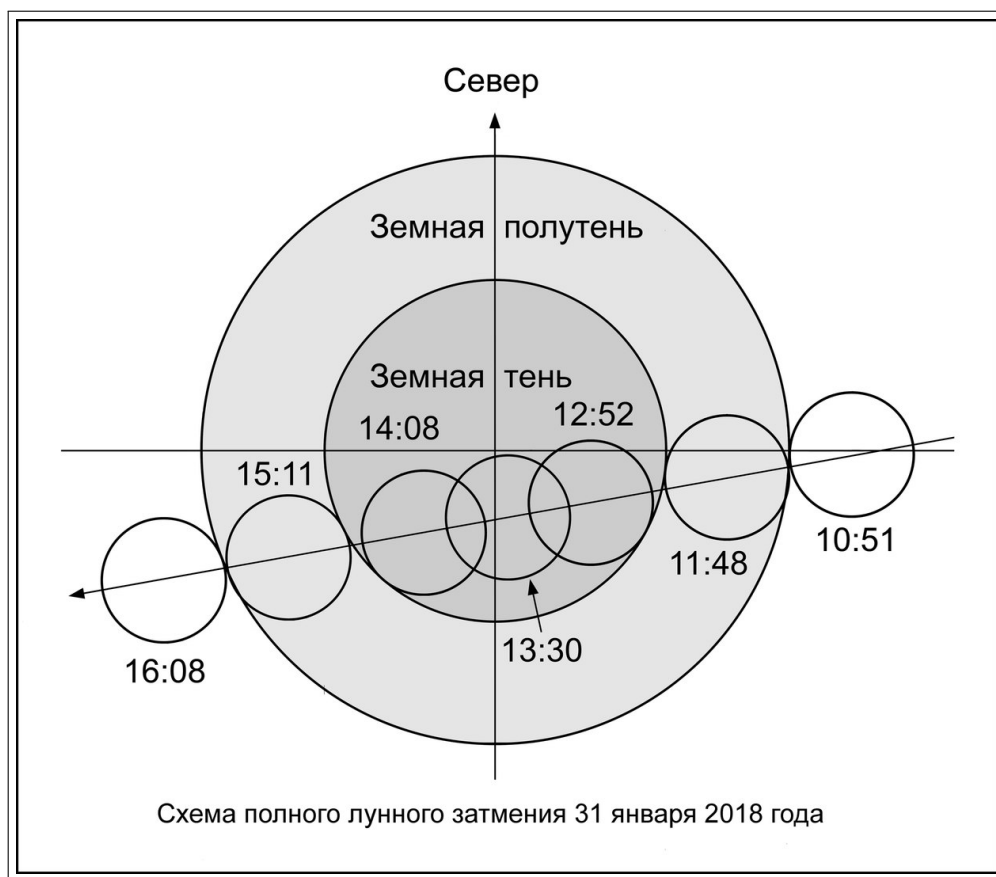
9 класс

Перед Вами негатив фотографии, на которой изображены две достопримечательности Санкт-Петербурга на фоне кроваво-красной Луны: самый высокий небоскреб в России и Европе «Лахта-центр» и стадион «Санкт-Петербург», более известный под неофициальным названием «Зенит-Арена». Во многих СМИ этот снимок был представлен как фотография полного лунного затмения 31 января 2018 года.

- А) Может ли этот снимок на самом деле быть фотографией указанного затмения (в какой-нибудь из фаз)? Объясните свой ответ.
- В) Оцените горизонтальные координаты Луны.
- С) Оцените расстояние от «Лахта-центра» до фотографа, если высота небоскреба составляет 462 м.

На отдельном листе дана схема затмения с указанием основных моментов по Всемирному времени и карта некоторой области города с координатной сеткой («Лахта-центр» и «Зенит-Арена» отмечены звездочками).





Решение:

Начнем решать задачу с конца. Чтобы узнать расстояние до башни «Лахта-центра», необходимо измерить ее угловой размер. Подножие башни закрыто стадионом, положение горизонта

также определяется ненадежно. Условно будем считать, что горизонт проходит на уровне подножия стадиона, и примерно там же находится подножие башни. В таком случае высота башни на фотографии составит 83 мм. Для определения углового масштаба изображения измерим размер диска Луны. Диск заметно «сплюснут» из-за рефракции, поэтому в качестве эталона возьмем горизонтальный диаметр Луны, на длину которого рефракция не влияет. Он равен 32 мм. Зная, что угловой размер Луны составляет $32'$, определим угловой размер башни:

$$\rho = 32' \cdot \frac{83}{32} = 83'.$$

Теперь можно вычислить расстояние до башни:

$$D = \frac{h}{\rho} = \frac{462}{83 \cdot 60/206265} \approx 1.9 \cdot 10^4 \text{ м} = 19 \text{ км}.$$

Аналогично, сравнивая расстояние от центра диска Луны до горизонта с диаметром диска, получаем, что высота Луны над горизонтом составляет около $76'$. Конечно, это видимая высота; если бы не было атмосферной рефракции, Луна была бы почти в 2 раза ниже.

Итак, высоту мы нашли, теперь найдем вторую горизонтальную координату — азимут. Луна, «Лахта-центр» и «Зенит-Арена» расположены практически на одной прямой. Как можно заметить по координатной сетке, карта расположена стандартным образом — «север сверху». На всякий случай убедимся, что масштаб изображения по обеим осям совпадает. Действительно, размер «клеточки» на карте — 35 x 14 мм или $1' \times 0.2'$. Отсюда масштаб изображения по осям $35 \text{ мм} / \cos \varphi / 1' = 70 \text{ мм} / \text{угл.сек}$ вдоль параллели и $14 \text{ мм} / 0.2' = 70 \text{ мм} / \text{угл.сек}$ вдоль меридиана. Здесь $\cos \varphi = \cos 60^\circ = 0.5$ — косинус широты Петербурга.

Определим угол наклона прямой, соединяющей «Лахта-центра» и «Зенит-Арену», к географической параллели. Это можно сделать с помощью прямого измерения угла транспортиром или, например, найти из прямоугольного треугольника. Находим, что этот угол примерно равен 35° . Так как астрономический азимут отсчитывается от точки юга в западную сторону, то искомый азимут Луны составляет $90^\circ + 35^\circ = 125^\circ$.

Остался последний, он же первый, вопрос. Лунное затмение происходит в полнолуние, когда Луна находится в противоположной от Солнца точке на небе. Как можно понять по координатам на карте, долгота Петербурга составляет около 30° в.д., поэтому местное солнечное время опережает Всемирное на 2 часа. Гражданское (оно же московское) с учетом декретного времени ещё на 1 час больше. Это значит, что затмение происходило с 12:51 до 18:08 местного времени (или с 13:51 до 19:08 по московскому). Большая часть затмения пришлась в Петербурге на дневное время, когда Луна находилась под горизонтом, и петербуржцы могли увидеть только заключительные фазы затмения вечером на восходе Луны. На фотографии же Луна запечатлена на северо-западе незадолго до захода. Таким образом, даже если эта фотография и была сделана в указанную дату, то никак не во время затмения.

М.И.Волбуева