

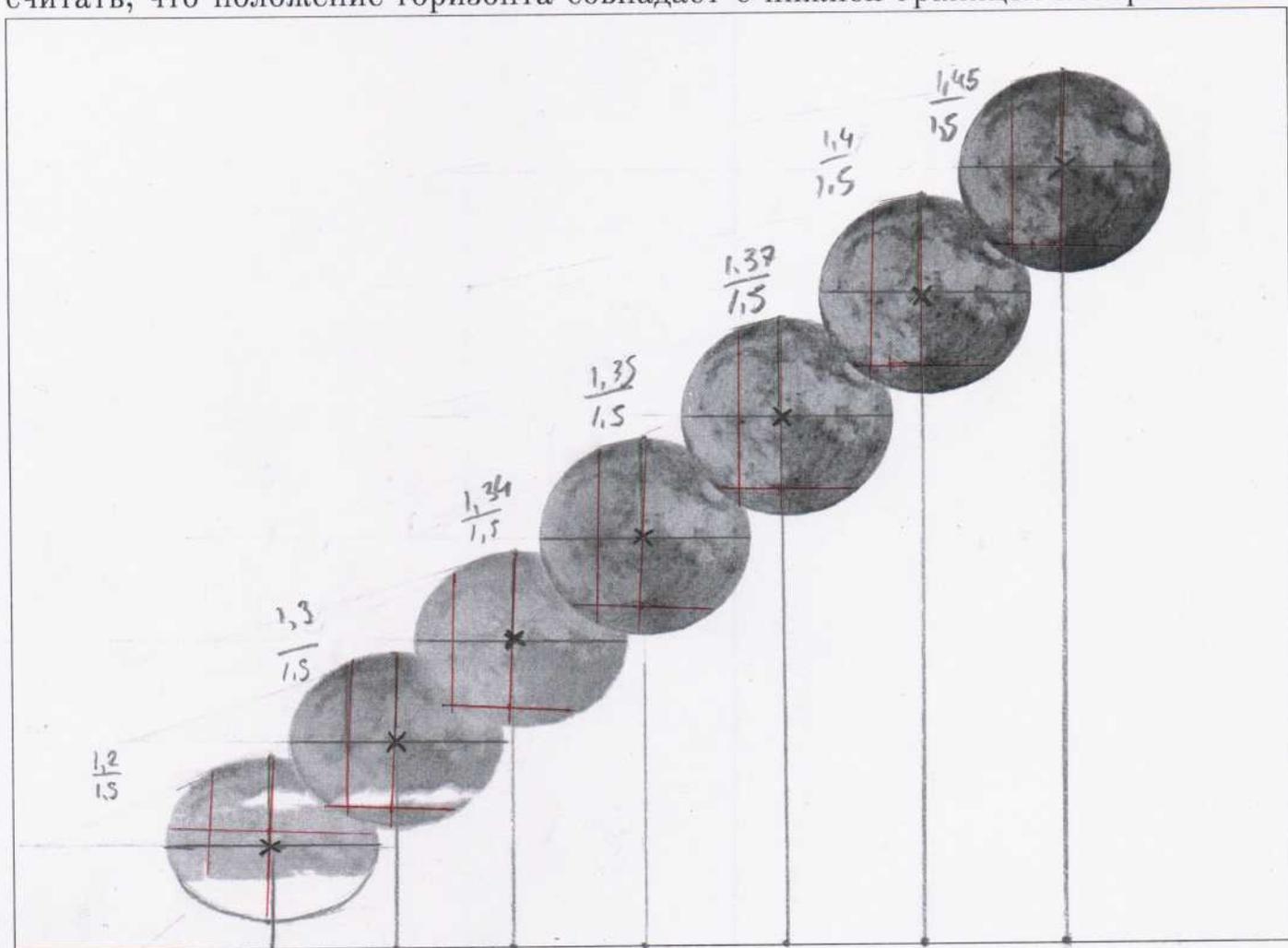


**XXXII Санкт-Петербургская
Астрономическая олимпиада**
практический тур

2025
2
марта

10 класс

Вам даны наложенные на один снимок изображения Луны недалеко от горизонта, полученные во время ее восхода (нижние изображения частично перекрыты зданиями и облаками). Считая рефракцию на горизонте при имеющихся атмосферных условиях равной $30'$, постройте зависимость угла рефракции от высоты для малых высот в виде таблицы или графика, а также оцените величину угла рефракции на высоте, равной 3° . Можно считать, что положение горизонта совпадает с нижней границей изображения.



Задача №1

Для начала найдём масштаб изображения, как известно, угловой диаметр Луны примерно равен $30'$, а на изображении ≈ 3 см, откуда мы получаем $1 \text{ см} = 10'$.

Далее, будем определять высоту центра Луны над горизонтом. Пронумеровав их слева направо (1-7) получим значения: (Также стоит упомянуть метод нахождения центра окружности - проведём две произвольные хорды по прямому углу, а после проведём серединный перпендикуляр к одной из них, его центр будет являться центром окружности)

1. 1,5 см \rightarrow 15' 4. 6,0 см \rightarrow 60' 7. 11,3 см \rightarrow 113'

2. 3,0 см \rightarrow 30' 5. 7,7 см \rightarrow 77'

3. 4,5 см \rightarrow 45' 6. 9,5 см \rightarrow 95' Переведём в гра-

дусную меру ($1^\circ = 60'$)

1. $0,25^\circ$ 3. $0,75^\circ$ 5. $1,283^\circ$ 7. $1,85^\circ$

2. $0,5^\circ$ 4. 1° 6. $1,58^\circ$

Можно заметить, что чем ниже Луна, тем более эллиптически она выглядит, что обусловлено атмосферной рефракцией. Поднявшись в положение 7, она ~~становится~~ ^{поперечность $\approx 1 \text{ мм}$} становится (визуально) окружностью. Очевидно, что эксцентриситет Луны в данный момент времени будет как-либо пропорционален углу рефракции.

Из нескольких иных соображений, рассмотрим следующую идею, где M - видимая Луна, а B - малая контуре - истинная, Θ - наблюдатель.

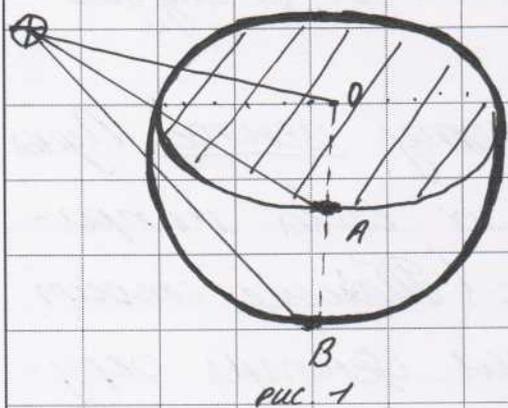
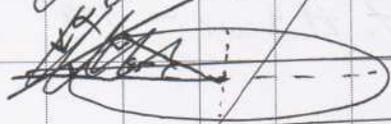


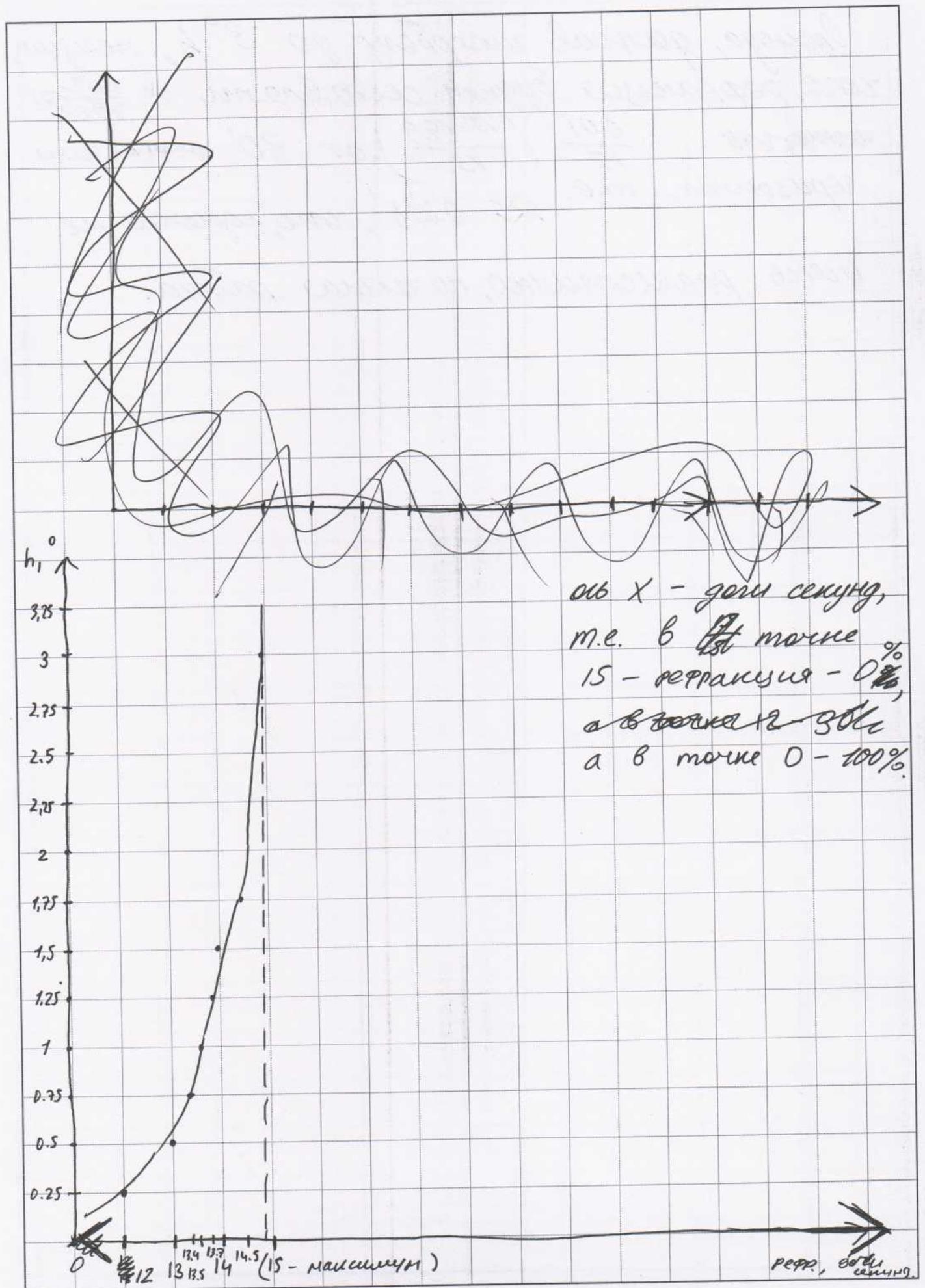
рис. 1

Угол ΘAB соответствует углу рефракции, а O - центр как истинной, так и видимой Луны. Тогда, измерив угол $O\Theta A$, мы сможем почитать угол рефракции Луны, т.к. $OB = const. (= 15')$, т.е.

угол, отклоняемый то, насколько сматой она выглядит. ~~Тогда, измерив угол ΘAB , мы сможем почитать угол рефракции Луны, т.к. $OB = const. (= 15')$, т.е.~~



Тогда, измерив разницу между большой и малой поперечью наблюдаемой Луны и расстоянием от её угловно верхней точки до центра, получим изменение угла рефракции, уловившим что при отклонении $\sim \frac{1,2}{1,5}$ (такое отклонение на Луне №1) рефракция = $30'$, а при $\frac{1}{1} = 0'$. Тогда зависимость будет выглядеть следующим образом (см. лист 3)



Отсюда, достроив гиперболу до 3° h, получим, что рефракция будет составлять $\approx \frac{14.9}{15}$ от $30'$ рефракции горизонта, т.е. $\approx 0.108'$, что, конечно не очень реалистично, но чистая работа.