

① Явление атмосферной рефракции изменяет вертикальную составляющую Луны, оставляя неизменной горизонтальную составляющую.

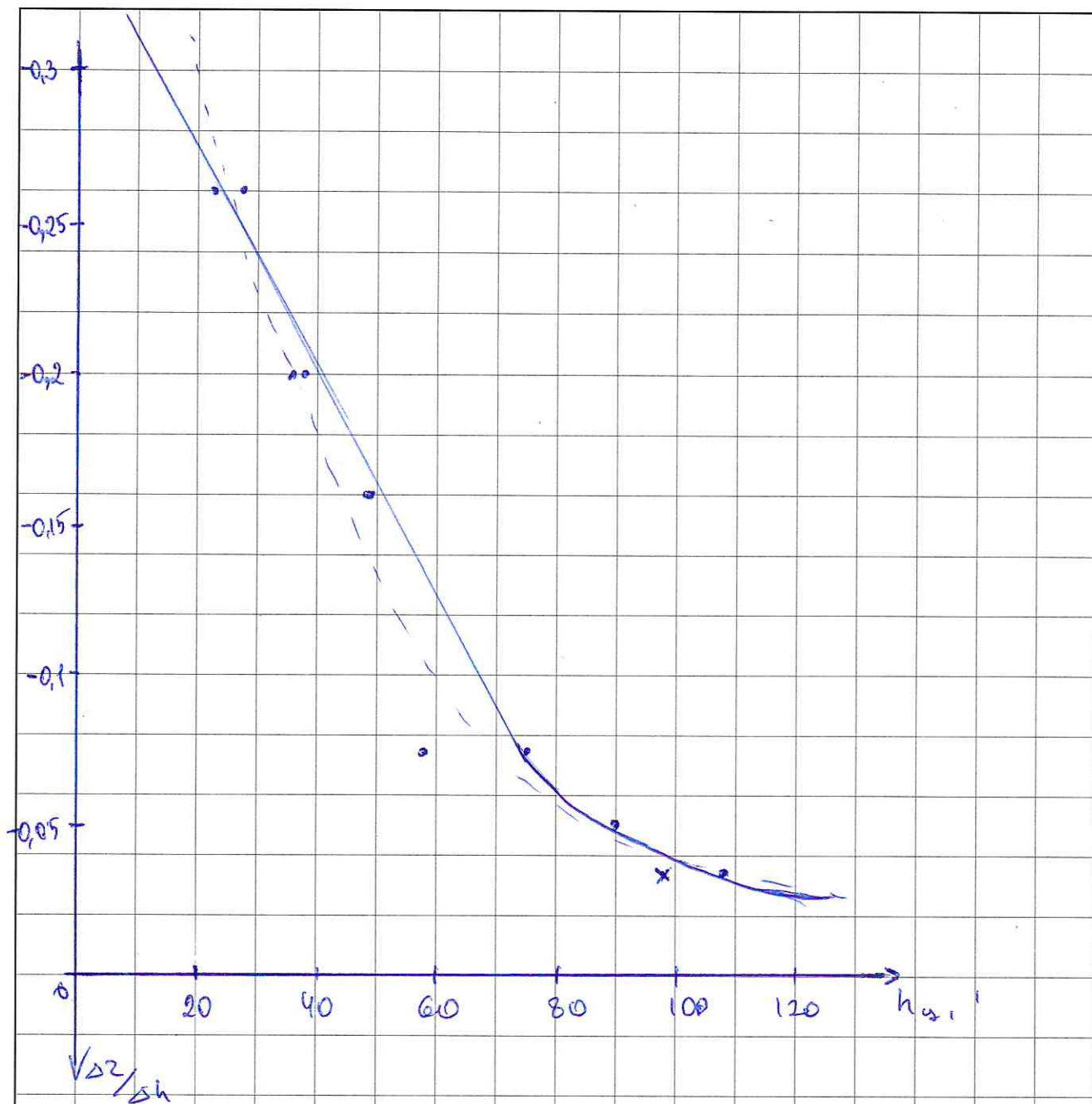
② Из горизонтальных размеров Луны найдем масштаб и нанесем шкалу высот на рисунок. Несколько раз измерив Луну по горизонтали в диаметре, я получил $\ell = 29$ мм. Т.к. угол зрения Луны варьируется в зависимости от ее положения в пространстве в диапазоне $\sim [29', 32']$, то будем считать, что 1 мм на рисунке соответствует $1'$ (то есть в дальнейшем решении считаем, что $\rho_\ell = 29'$).

③ Пусть так как величина рефракции зависит от высоты, то введем функцию, показывающую рефракцию $\chi(h)$. Заметим, что видимый размер Луны:

$$h_v - h_n = \rho_\ell + \chi(h_v) - \chi(h_n),$$

где h_v — высота верхнего края, h_n — нижнего края.

~~Поскольку формула содержит 2 введенные функции $\chi(h)$ — значение которых неизвестно, поэтому т.к. $\chi(h)$ — непрерывная монотонная будем считать, что $\chi(h_v) - \chi(h_n) = -\chi(h_z)$, где h_z — высота (вышина) центра лунного диска. Тем больше h , тем более точная $\chi(h)$.~~



Из графика видно, что $\frac{dz}{dh}$ — ~~прямая~~ ~~линейная~~ функция ~~и~~ можно аппроксимировать ~~до~~ ~~прямой~~ на участке $h < 1$.

Поскольку $z(0) = 30'$, то

$$z(h) = z(0) + \int_0^h \frac{dz}{dh} dh \quad \text{для любого } h$$

~~$$z(h) = z(0) + \frac{kh^2}{2} \quad \text{для } h < 1$$~~

Найдём $z(h)$ для $h < 1^\circ$
уравнение прямой:

$$\frac{\Delta z}{\Delta h} = kh + b$$

$$k = 0.004 \frac{1}{1}, b = -0.36$$

$$z(h) = z(0) + \int_0^h (kh + b) dh = z(0) + \frac{kh^2}{2} + bh$$

$$\text{Для } h = 1^\circ \quad z(h) = 30' + \frac{0.004 \cdot 60^2}{2} + (-0.36) \cdot 60 = 18.6'$$

Для того чтобы данные почитали
воспользуемся почитаниями z при
разных h .

Теперь построим график $z(h)$
(на след. стр.)

$$z(30') = 21'$$

$$z(40') = 18.8'$$

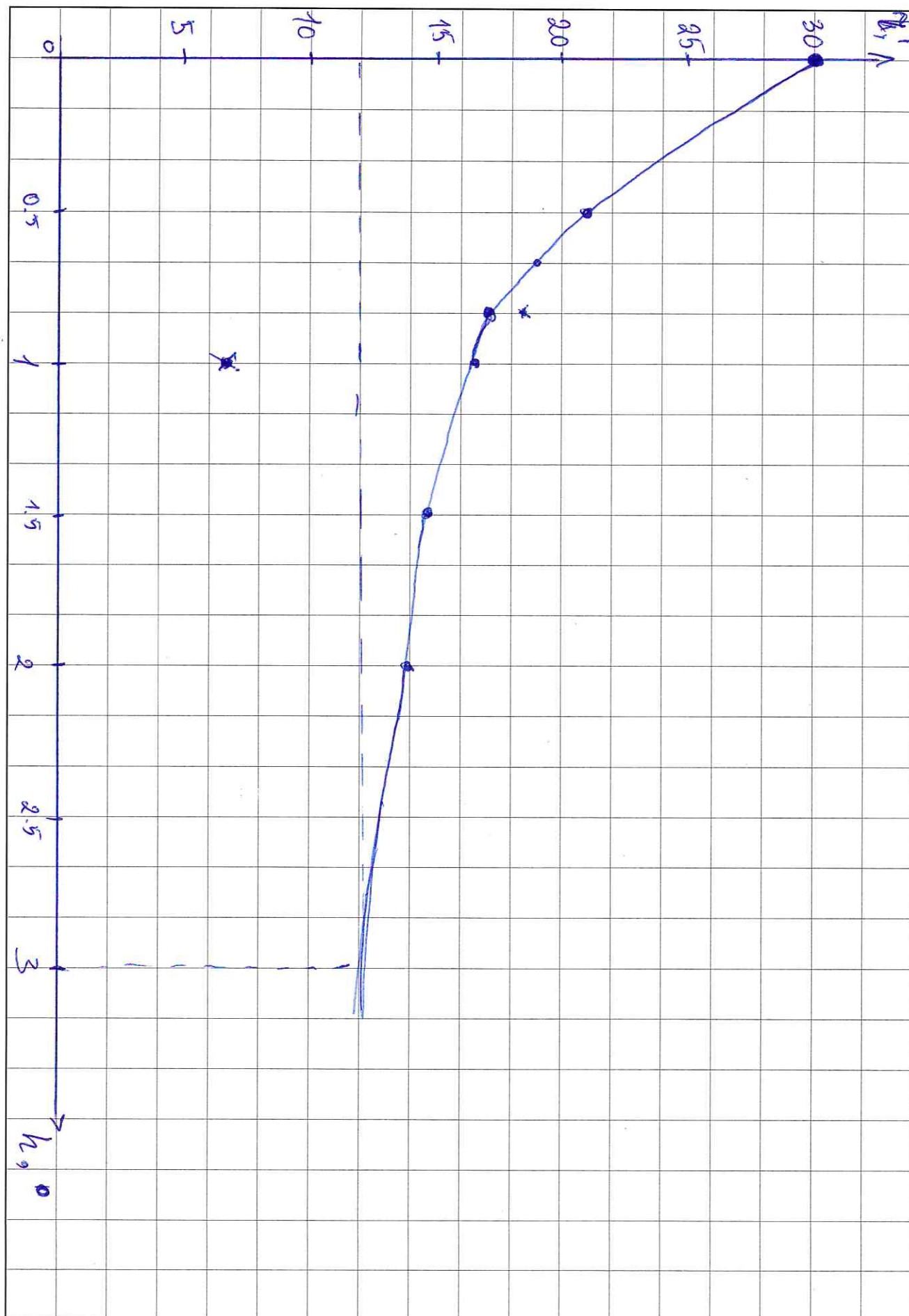
$$z(50') = 17'$$

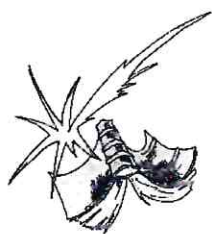
$$z(90') \approx 16.6' - 2.0' \approx 14.6'$$

$$z(120') \approx 14', \text{ таким образом}$$

$$z(3^\circ) = z(180') \approx 12'$$

Ответ: $12'$





401-107

**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.

