

Дим - 16

Оценим угловой масштаб фото.

Диаметр Луны при полной фазе на фото 2 мм. Угловой диаметр Луны $\approx 30' = 0,5^\circ$

Угловой масштаб $\frac{0,5^\circ}{2 \text{ мм}} = \frac{0,5^\circ}{0,2 \text{ см}} = 2,5^\circ / \text{см}$,

т.е. в 1 см - $2,5^\circ$

Но это приблизительно, потому что большая погрешность измерения.

Для более точного определения масштаба оценим длительность всего солнечного затмения.

Угловая скорость Луны относительно Солнца:

$$\frac{360^\circ}{29,5 \text{ сут}} \approx \frac{360^\circ}{30 \text{ сут}} = 12^\circ / \text{сут} = 0,5^\circ / \text{час} = 30' / \text{час}$$

За время затмения Луна проходит 2 диска Солнца, то есть примерно 1° . Время затмения равно:

$$\frac{1^\circ}{0,5^\circ / \text{час}} = 2 \text{ часа}$$

Определим на фото момент начала затмения - Т.А

До полной фазы (Т.В) - 7 см, и это соответствует половине полученного времени, т.е. 1 часу

Угловая скорость точечного движения в южной

$$\omega_1 = \omega_0 \cdot \cos \delta_0, \text{ где } \omega_0 = 15^\circ / \text{час}$$

Склонение Солнца

$$\delta_0 = \varepsilon \cdot \sin(90 + N)$$

N - число дней от дня летнего солнцестояния (2 июля - N = 10)

$$\varepsilon = 23,4^\circ$$

$$\delta_0 = 23,4^\circ \cdot \sin 100^\circ = 23,4^\circ \cdot \sin(180 - 100) = 23,4^\circ \cdot \sin 80^\circ$$

$\sin 80^\circ$ чуть меньше 1, поэтому можно считать, что $\delta_0 \approx 23^\circ$

$$\cos \delta_0 = \cos 23^\circ \approx 0,93 \text{ (находим по графику)}$$

$$\omega_1 = 15 \cdot 0,93 \approx 14^\circ / \text{час}$$

За 1 час от момента начала затмения до полной фазы Солнце пройдет 14° , что соответствует расстоянию АВ на фото, т.е. 7 см

Значит, угловой масштаб фото $\frac{14^\circ}{7 \text{ см}} = 2^\circ / \text{см}$

Дим - 16

Определим время пересечения Солнцем истинного горизонта, который выше видимого на $35' \approx 0,6^\circ$ (из-за рефракции)

На фото это $\frac{0,6}{2} = 0,3$ см

Проведём эту линию на фото.

Теперь проведём линию вдоль которой Солнце движется к горизонту. Угол между перпендикуляром к горизонту и этой линией равен модулю широты

$$|\varphi| = 36^\circ$$

Поскольку Солнце идёт к закату с северной части неба, то широта южная.

Определим по рисунку расстояние BC, которое соответствует промежутку времени от момента полной фазы затмения до захода Солнца (пересечение с истинным горизонтом)

$BC = 4$ см, угловое перемещение Солнца 14° , время 1 час

Значит, по всемирному времени заход Солнца будет $20ч 40 мин + 1ч = 21ч 40 мин$

2 июня уравнение времени близко к нулю, поэтому среднее и истинное всемирное время равны.

Для времени восхода Солнца (среднее время):

$$\cos T = \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta_0$$

$$\varphi = -36^\circ, \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(-36^\circ) = -\operatorname{tg} 36^\circ = -0,7 \text{ (по графику)}$$

$$\delta_0 = 23^\circ; \operatorname{tg} \delta_0 = \operatorname{tg}(23^\circ) \approx \frac{23}{57,3} \approx 0,4$$

$$\cos T = -0,7 \cdot 0,4 = -0,28$$

Определяем T по графику. $T = 105^\circ = \frac{105}{15} = 7ч$

Среднее время захода Солнца:

$$T_1 = 24ч - T = 24ч - 7ч = 17ч$$

Среднее время отличается от всемирного на долготу:

$$T = T_0 + \lambda$$

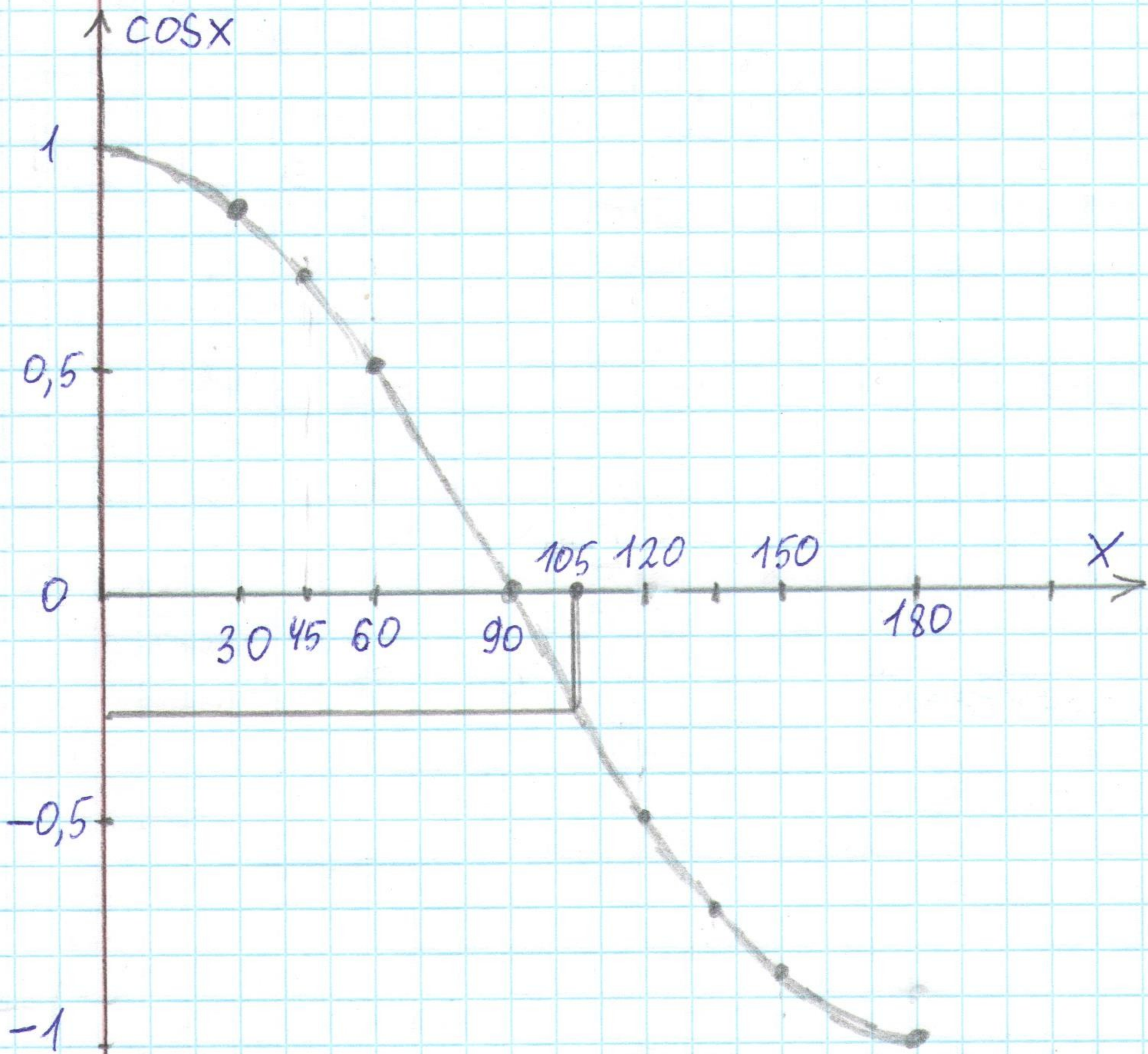
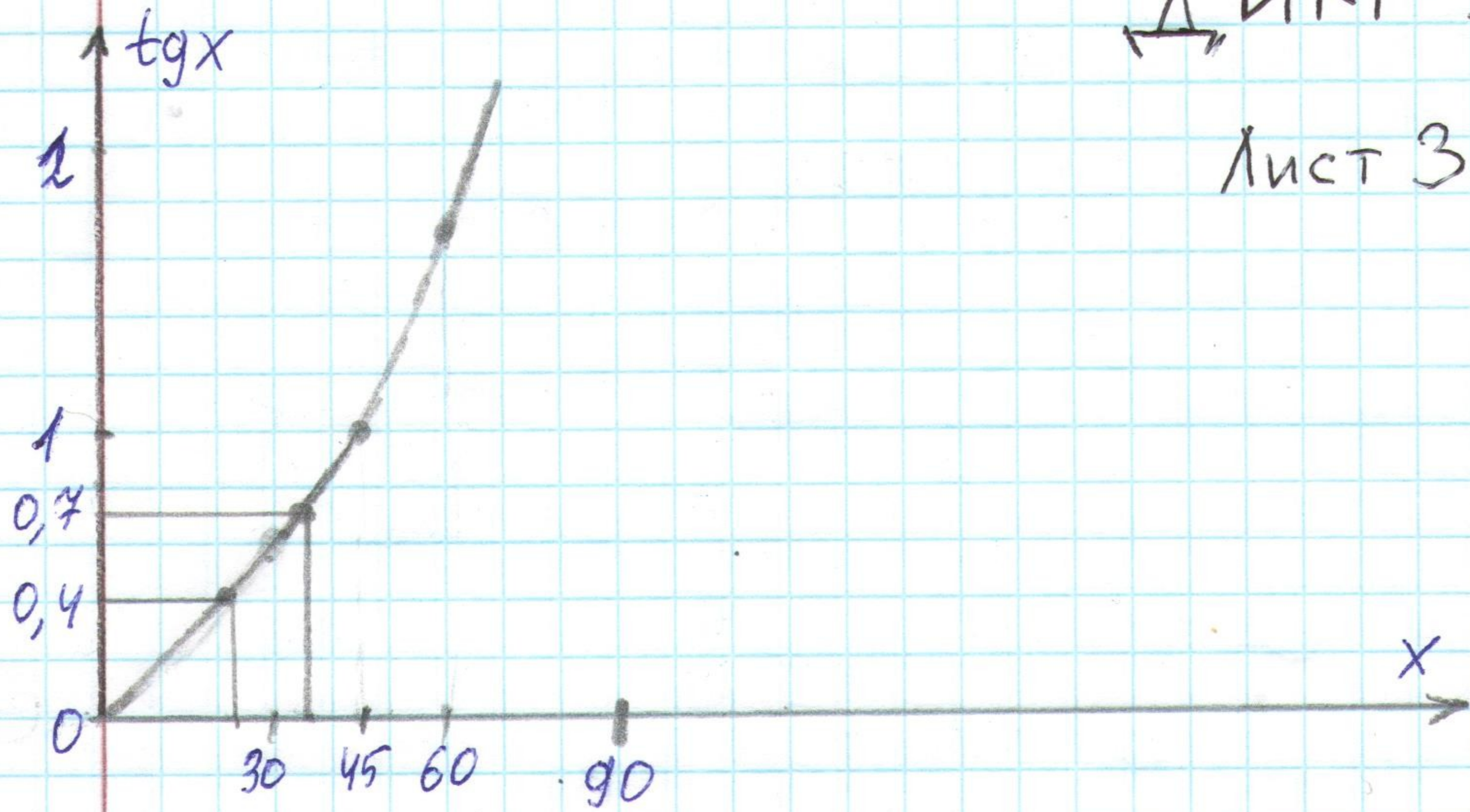
Долгота равна разности среднего и всемирного времени:

$$\lambda = 17ч - 21ч 40 мин = -4ч 40 мин = -\left(60 + \frac{40}{4}\right)^\circ = -70^\circ$$

Ответ: координаты места наблюдения 36° южной широты, 70° западной долготы.

ДИМ-16

Лист 3



Дим - 16

Лист 4



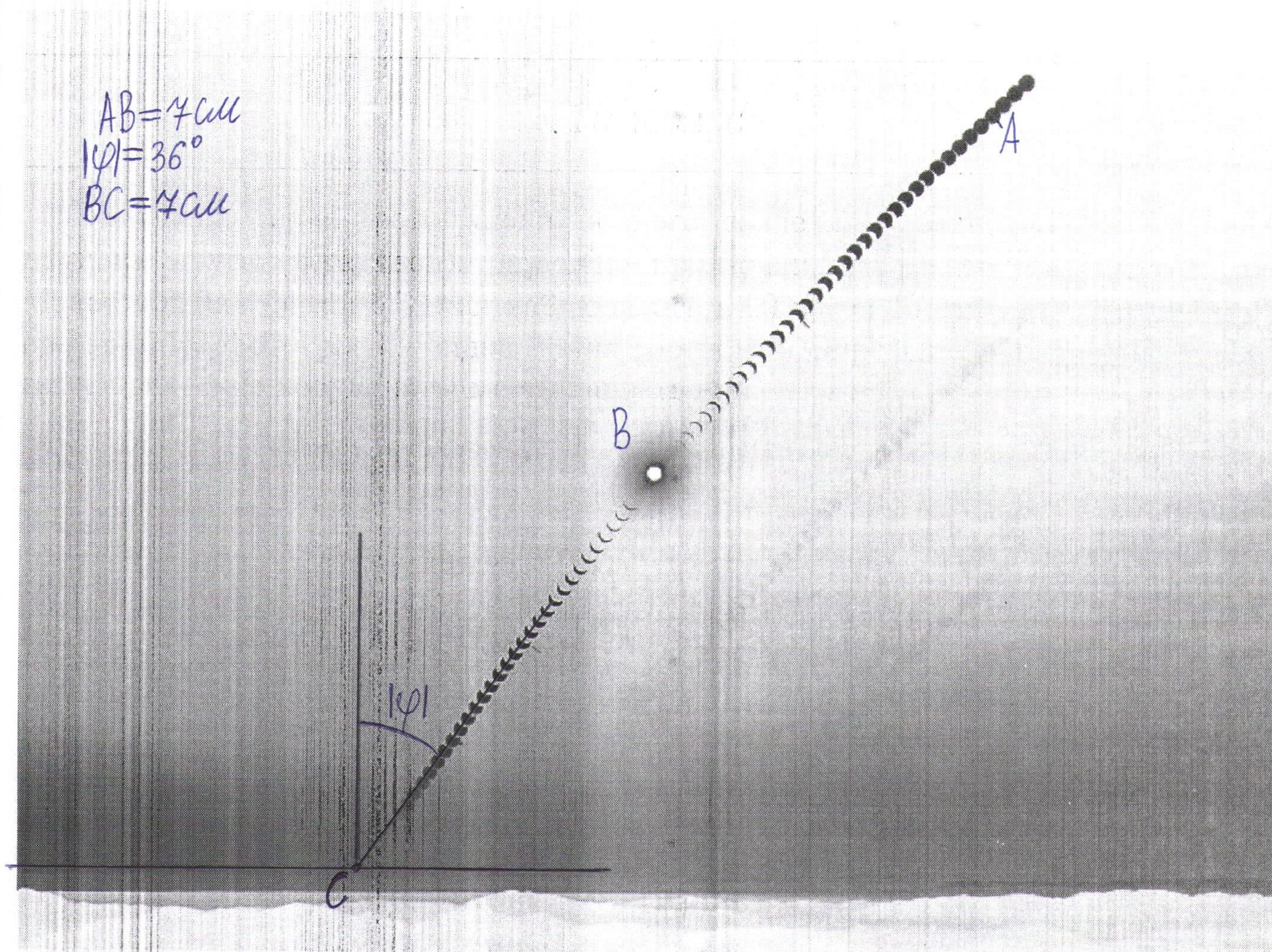
XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2020

1
марта

10 класс

Вам дана серия фотографий полного солнечного затмения, наложенных друг на друга (негативов). Затмение произошло на закате Солнца 2 июля. Максимальная фаза затмения наблюдалась в 20 часов 40 минут по Всемирному времени. На фотографии видна линия горизонта. Определите как можно точнее географические координаты места наблюдения.



Решения задач и результаты олимпиады смотрите на сайте

<http://school.astro.spbu.ru>