

Для начала попробуем качественно описать все происходящее и почему котопрашна выглядит так.

160
1 из 9

Поскольку в течение суток Солнце находится в разных точках неба (в том числе и над горизонтом), то ~~то~~ яркость неба в течение суток меняется. От яркости неба будет зависеть вид квадратика, полученного приемником. Если небо яркое, то квадратик будет светлым. По мере захода Солнца за горизонт и квадратик постепенно станет темным (постепенно \rightarrow т.к. существует рассеяние света в атмосфере и умерки и по мере захода Солнца небо не станет темным мгновенно). Затем Солнце утром опять войдет и квадратик станет снова светлым.

~~Потому~~ Поэтому длина "темной" полосы за 1 день будет меняться в зависимости от продолжительности ночи. Чем ночь короче, тем и темная полоса будет короче. Поэтому мы наблюдаем, что темная область на котопрашне то "сжимается", то "расширяется" в зависимости от времени года. \rightarrow мы видим, что в конце июня эта темная область наиболее узка \rightarrow \rightarrow в конце июня ночь самая короткая, а конец июня \rightarrow $\delta \rightarrow$ max (LC) \Rightarrow можно сразу сделать вывод, что $\varphi > 0$.

• Давайте рассмотрим длину темной полосы за 1 сутки. Нам сказано, что при освещенности 0.03 лк чувствительность приемника резко падает.

• Найдем какое z_0 соотв. $E = 0.03 \text{ мк.}$

$$\lg E = \lg(0.03) = \lg\left(\frac{3}{100}\right) = \lg 3 - \lg 100 =$$

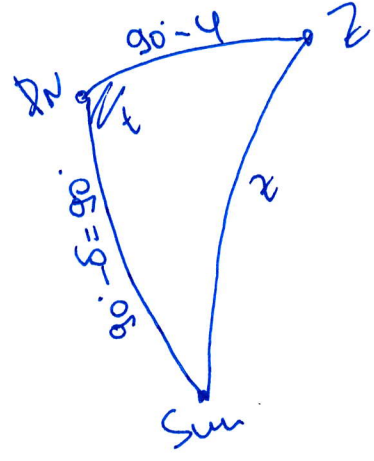
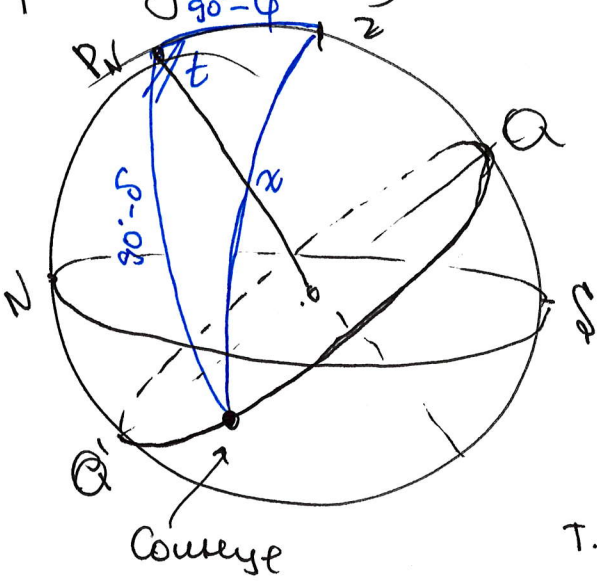
$$= 0.5 - 2 = -1.5$$

160
2 ч 9

Этому значению соотв. $z_0 \approx 101^\circ$. Это довольно поздно, потому что при $z_0 = 101^\circ$ Солнце находится под горизонтом на 6° , ~~и небо~~ град. умерки заклинчиваются и небо заметно тускнеет.

• Таким образом, начало ^{и конец} дневной полосы соответствующим $z_0 = 101^\circ$.

• Рассмотрим длину такой полосы в день равнод. ($\delta = 0^\circ$)



T. cos: $\cos z = \sin \phi \cos 90^\circ + \cos \phi \cdot \sin 90^\circ \cos t$
 $\cos z = \cos \phi \cos t$

~~$\frac{\cos z}{\cos \phi} = \cos t$~~

$\cos \phi = \frac{\cos z}{\cos t}$

Длина дневной полосы по широте в день равнод. будет соотв. $2\gamma - 2t$. По криволинейной можно определить, что в день равнод. (лучь OP) продолжительность дневной полосы:

$t = \frac{6.8 \text{ см}}{5.5 \text{ см}} \cdot 8^\circ \approx 9.9^\circ \approx 9.9 \cdot 15^\circ = 150^\circ$

потому что ось 8° соотв. 5.5 см. (см. график с пометками на стр. 9)

$$\tau = 360^\circ - 2t = 150^\circ$$

$$2t = 210^\circ \rightarrow \underline{t = 105^\circ}$$

$$\frac{160}{3 \text{ ч } 9}$$

$$\cos 105^\circ = -\cos(180^\circ - 105^\circ) = -\cos 75^\circ$$

$$\cos z = \cos(101^\circ) = -\cos(79^\circ)$$

Нарисовав единичную окр-ть на черновике, мы определим косинус этих углов.

$$\cos 79^\circ \approx \frac{1.7}{10} = 0.17$$

$$\cos 75^\circ \approx \frac{2.5}{10} = 0.25$$

$$\cos \varphi = \frac{\cos z}{\cos t} = \frac{-\cos 79^\circ}{-\cos 75^\circ} = \frac{0.17}{0.25} \approx 0.68$$

Также по ед. окр-ти определим, что

см. мск 5
↘ (*)

$$\boxed{\varphi \approx +48^\circ}$$

• Теперь определим оригину

~~время~~ Полночь по сакн. времени всегда наступает в 00ч.

$$T_0 \approx 00^h = T_{\text{иск}} + \frac{\lambda}{15}$$

$$T_{\text{гр}} = T_{\text{иск}} + h \rightarrow T_{\text{иск}} = T_{\text{гр}} - h$$

$$T_0 = T_{\text{гр}} - h + \frac{\lambda}{15}$$

$$\lambda = 15 (T_0 - T_{\text{гр}} + h) = 15 (h - T_{\text{гр}})$$

По календарю мы видим, что полночь всегда наступает в $\frac{0.3 \text{ см}}{5.5 \text{ см}} \cdot 8^h \approx \frac{0.3}{5.4} \cdot 8 \approx 0.4^h$

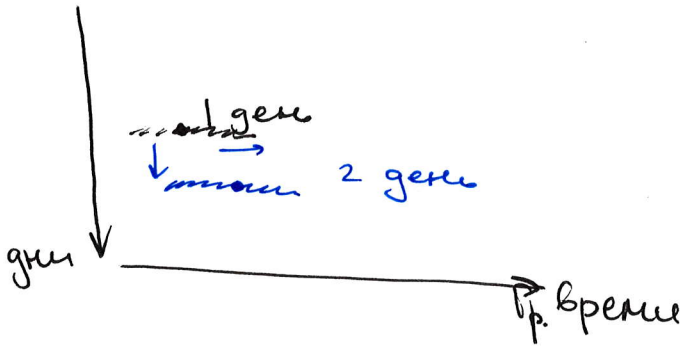
$$\lambda = 15 (1 - 0.4) = 15 \cdot 0.6 = 9^\circ \rightarrow \boxed{\lambda = 9^\circ \text{ в.д}}$$

• Теперь про световые полосы.

Подумай, как они могут возникнуть. Мы видим, что иногда маленький квадратик ночью стал светлым. → ~~на~~ на небе появился яркий объект. Насколько ярким объектом, очевидно, является Луна, которая довольно ярко светит в полночь (-13.6^м) и камера регистрирует яркий свет от нее.

Эту догадку можно подтвердить следующим образом. Мы видим, что светлые мши появляются и каждой месяц (всего их 12 штук, столько же, сколько и месяцев), так же как и Луна обвывает в лркам пополюции - каждой месяц (29.5^d)

За один сутки Луна сдвигается по орбите на $\approx 13'$. Значит, за сутки у нее изменился прямое восхождение. Значит, Луна появилась на небе чуть позже (т.е. $\approx 1'$) по сравнению с предыдущим днем. То есть при сдвиге вниз по вертикальной оси, светлая область внутри темной области также чуть сдвигается вправо по горизонтальной оси.

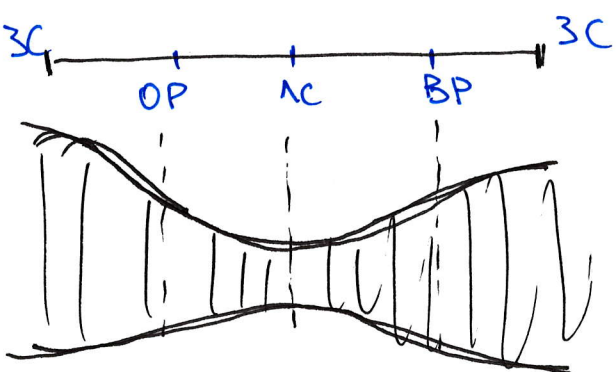


В итоге из-за этого сдвигения по горизонтальной оси приводит к тому, что светлые мши чуть наклонены.

• Про эксцентриситетность:

~~График был бы симметричен относительно горизонтальной оси, если бы на ее концах были дни~~

Темная область была бы симметрична относительно ~~горизонтальной~~ ^{вертик.} оси, если бы она начиналась и заканчивалась ~~днем~~ ^{днем} ~~и~~ ^и ~~векторно~~ ^{равноденствие}. Тогда бы "минимум" ширины ~~был~~ темной области пришелся на $13'$, которое было бы посередине, пополюции от нее располагались бы 2 равноденствия и по краям $33'$.



но, увы, 31 декабря идем на 8 дней южнее ЗС (23.12), поэтому график не симметричен.

160
5 ч 9

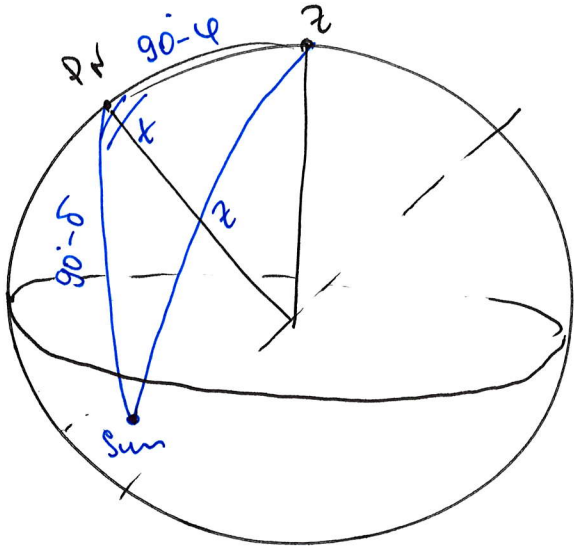
тенистая область самая широкая в дни ЗС, ПК $\delta_0 \rightarrow \min$ (-23.45) и $\varphi > 0$

* Чтобы убедиться в корректности нашей оценки широты, попробуем определить ее по AC. ($\delta = 23.5^\circ$)

Длина полосы в день AC: $\tau = \frac{2.5}{5.5} \cdot 8 \approx 3.6^h = 54'$

$$\tau = 360^\circ - 2t = 54'$$

$$2t = 306' \rightarrow t = 153'$$



$$\cos z = \cos \delta \cos \varphi + \sin \delta \sin \varphi \cos z$$

$$\cos z = \frac{\cos z - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta}$$

~~$$\cos z = \cos \delta \cos \varphi + \sin \delta \sin \varphi \cos z$$~~

$$\sin \delta = \sin(23.5) = 0.39$$

$$\cos \delta = \cos(23.5) = 0.91$$

$$\cos z = \cos(101^\circ) = -\cos 79^\circ = -0.22$$

$$\sin \varphi = \sin 48^\circ = 0.74$$

$$\cos \varphi = \cos 48^\circ = 0.68$$

Поскольку у этого упр-ния довольно много и широты φ , подставим уже полученное ранее $\varphi = 48^\circ$ и проверим, правда ли получаем 153'.

$$\cos z = \frac{-0.22 - 0.74 \cdot 0.39}{0.91 \cdot 0.68} = \frac{-0.22 - 0.2886}{0.6188} = \frac{-0.22 - 0.29}{0.62} =$$

$$= -\frac{0.51}{0.62} \approx -\frac{0.51 \cdot 1.61}{0.62 \cdot 1.61} = -0.51 \cdot 1.61 \approx -0.82$$

$$\arccos(0.82) = 35' \rightarrow \cos z = -\cos 35'$$

$$t = 145'$$

↓
Можно с единичной широтой и рассчитать на всякий случай прикреплен на стр. 7

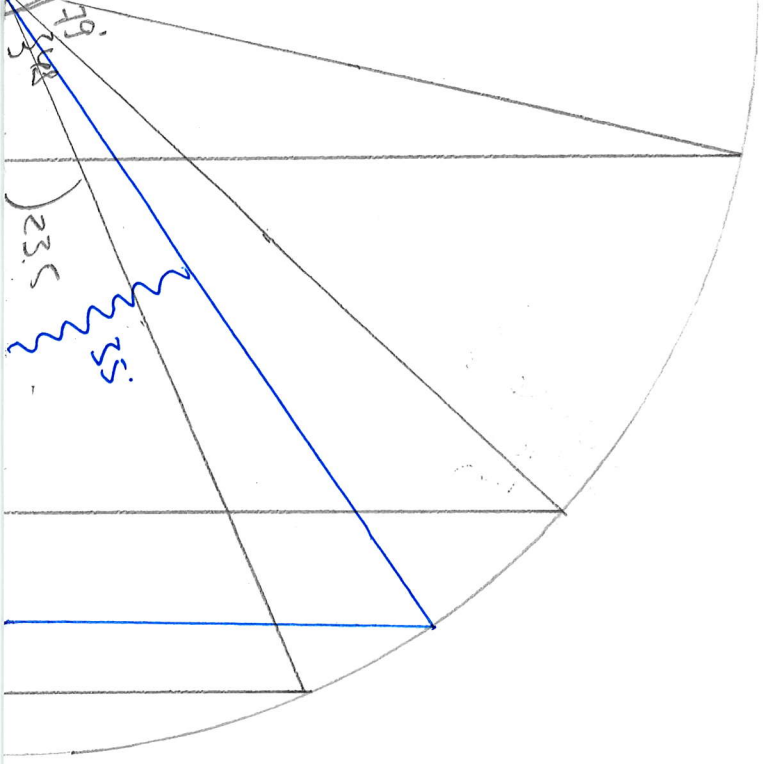
Моя полученная значение, ~~она~~ не
случайно отличается от 153'

(различия вызваны возможными округлениями)

⇒ моя корректно поставила широту и убедилась
в этом.

160
6 ч 9

160
 мс 7 у 9



$$\begin{array}{r} 0,39 \\ + 2,222 \\ \hline 0,2886 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,91 \\ - 0,68 \\ \hline 0,23 \end{array}$$

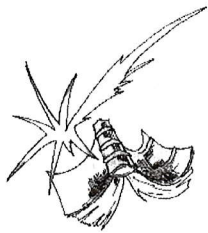
$$\begin{array}{r} 0,22 \\ + 0,29 \\ \hline 0,51 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 100,62 \\ - 62 \\ \hline 380,61 \dots \\ - 372 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,61 \\ - 0,51 \\ \hline 1,10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ - 8000 \\ \hline 20000 \\ - 11800 \\ \hline 8200 \end{array}$$



XXX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2023
12
марта

160

8 из 9

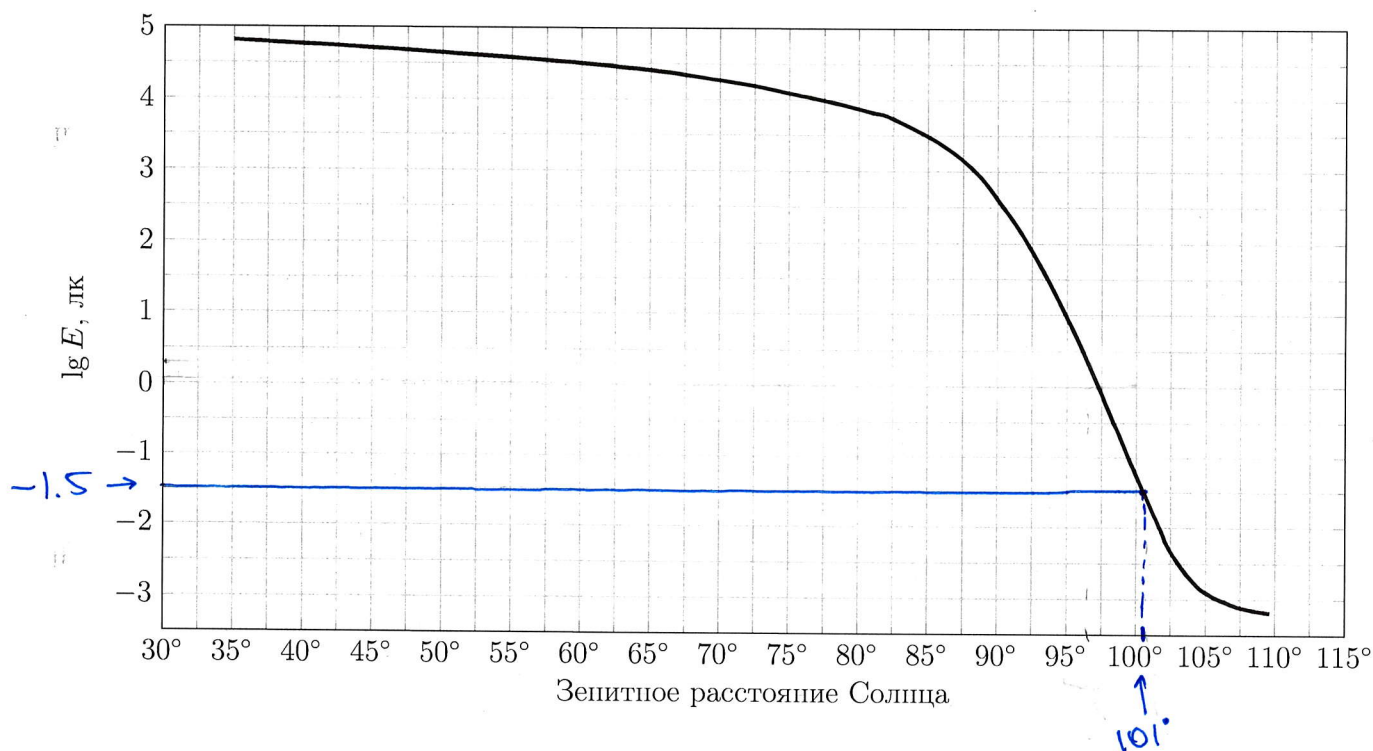
10 класс

Вам дана кеограмма (на отдельном листе), полученная астрономом в течение одного года. По вертикальной оси отложены месяцы, по горизонтальной — гражданское время. Часовой пояс пункта наблюдения UTC+1.

Определите географические координаты пункта наблюдения. Качественно объясните природу светлых наклонных полос: чем они вызваны и почему они наклонные. Качественно объясните несимметричность темной области относительно вертикальной оси.

Кеограмма была получена следующим образом. Каждые 15 секунд в течение года неподвижная камера с объективом «рыбий глаз» (fisheye) делала снимок всего неба. Затем узкая полоска вдоль небесного меридиана вырезалась и сужалась до квадратика. Горизонтальная полоска, полученная из таких квадратиков за сутки, составляет одну строку кеограммы. 365 полосок, расположенных вертикально, составляют полное изображение кеограммы.

Кроме того, вам дан график зависимости освещенности (в люксах) квадратного приемника в зависимости от зенитного расстояния Солнца в ясную погоду. Чувствительность камеры, использованной для создания кеограммы, резко падает при освещенности менее чем 0.03 лк.



Решения задач и результаты олимпиады будут размещены на сайте
<http://school.astro.spbu.ru>

160

g u g

To = 00h

