

✓1

Диаметр зрачка глаза ~ 6 мм в темноте.  
 Глаз и 6см телескоп получают в  $(\frac{60}{6})^2 = 100$  раз  
 разное кол-во света. Сверхновая находится  
 на примерно одинаковом расстоянии от Зе-  
 ми всё время. Значит, с 4 февраля 1988 по  
 21 апреля 1989 её светимость упала в 100 раз  
 по сравнению с прежними.

$m_0$	$m_1$	$m_2$
15 мая 1987	4 февраля 1988	21 апреля 1989
365 - (15 + 30 + 31 + 24) = 265 дней		366 + 24 + 31 + 21 = 442 дня

Выведем  $m(t)$ :

~~$L = L_0 e^{-\frac{t}{t_0}}$~~   $L = L_0 e^{-\frac{t}{t_0}}$

$$m_1 - m_2 = -2,5 \log \frac{L_1}{L_2} = -2,5 \log e^{-\frac{t_1}{t_0} + \frac{t_2}{t_0}} = -2,5 \log e^{\frac{t_2 - t_1}{t_0}} = 2,5 \frac{t_2 - t_1}{t_0} \log e$$

$$m_2 - m_1 = 2,5 \frac{t_2 - t_1}{t_0} \log e \approx 1,08 \frac{t_2 - t_1}{t_0}$$

Вычислим изменение звездной величины с фев. 1988 по 21 апр. 1989 по предельной зв. величине, видимой глазом и телескопом

$$m_2 - m_1 = \cancel{2,5 \log} 5 \log 60 - 5 \log 6 = 5 \log \frac{60}{6} = 5$$

$$5 = 1,08 \frac{442 \text{ д.}}{t_0}$$

~~Теперь вычислим  $m_0$~~

~~$$m_0 - m_0 = 1,08 \frac{265 \text{ д.}}{t_0}$$~~

Делим

$$\frac{m_1 - m_0}{5} = \frac{265}{442}$$

~~$$m_0 = m_1 = \frac{265}{5 \cdot 442}$$~~

~~Теперь еще раз~~

~~$$m_2 - m_0 = 1,08 \cdot \frac{265 + 442}{t_0}$$~~

~~$$\frac{m_2 - m_0}{5} = \frac{265 + 442}{442} = 1 + \frac{265}{442} \quad m_0 = m_2 - \left(5 \cdot \frac{265}{442}\right)$$~~

Теперь вычислим  $m_0$

$$m_1 - m_0 = 1,08 \cdot \frac{265g}{t_0}$$

~~$$m_2 - m_0 = 1,08 \cdot \frac{265g + 442g}{t_0}$$~~

Делим

$$\frac{m_1 - m_0}{m_2 - m_0} = \frac{265}{265 + 442}$$

$$\frac{m_1 - m_0}{5} = \frac{265}{442}$$

~~$$m_2 - m_0 = \left(1 + \frac{442}{265}\right) (m_1 - m_0)$$~~

$$m_0 = m_1 - 5 \cdot \frac{265}{442} = 6 - 5 \cdot \frac{265}{442} \approx 6 - 5 \cdot 0,6 = 3^m$$

( $m_1 = 6^m$ , как известно)

$\sqrt{2}$

Если абберационное смещение постоянно, то звезда идет в поясе местной эклиптики. Запишем парамагнетическое смещение:

$$\pi'' = \frac{v_{\text{пл. а. в.}}}{L_{\text{пл}}}$$

При этом орбита не может быть эллиптической, иначе абберационное смещение не было бы постоянным.

$$\theta_{\text{аб}} = \frac{v}{c} = 20'' \cdot \frac{v_{\text{в. земных}}}{c} \quad (\text{для Земли абберация } 20'')$$

$$v_{\text{в. земных}} = \sqrt{\frac{M_{\text{сол.}}}{r_{\text{пл. а. в.}}}} = \sqrt{\frac{1}{r_{\text{пл. а. в.}}}}$$

~~$$5 \cdot \frac{v_{\text{пл.}}}{2,2} = \sqrt{\frac{2}{r_{\text{пл.}}}} \cdot 20'' \Rightarrow v_{\text{пл.}}^{1,5} = \sqrt{2} \cdot \frac{2 \cdot 20}{5} = \sqrt{2} \cdot 0,44 \cdot \frac{20}{2,2} = \sqrt{2} \cdot 8,8$$~~

~~$$r_{\text{пл}} = \sqrt{(12 \cdot 0,88)^2}$$~~

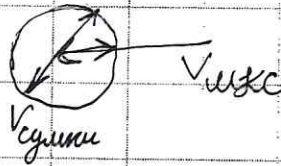
$$20 \cdot \sqrt{\frac{2}{r_{\text{пл}}}} = 1/5 \cdot \frac{v_{\text{пл}}}{2,2}$$

$$r_{\text{пл}}^{1,5} = 20 \sqrt{2} \cdot 5 \cdot 2,2 = 22 \sqrt{2} \cdot 10 = 220 \sqrt{2} \approx 220,4 \approx 310$$

$$r_{\text{пл}} \approx 45 \text{ а.е. (Действительно, } 45 \cdot \sqrt{45} \approx 44,7 \approx 310)$$

N3

Минимальная скорость — в направлении про-  
тив движения МКС, потому что тогда  
|ΔE| полной энергии спутника будет максимальной.



Скорость МКС  $\sim 7,8 \text{ км/с}$ , расстояние до Земли  
 $6370 + 420 = 6800 \text{ км}$ , период обращения  $\sim 92$  минуты  
(да, я любитель космонавтики)

Пусть  $T_1 = 92$  мин,  $T_2 = (92 - 3)$  мин,  $a_1 = 6800 \text{ км}$ ,  $a_2 = ?$

$$\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$$

$$a_2 = a_1 \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{2/3} = a_1 \cdot \left(1 - \frac{3}{92}\right)^{2/3} \approx a_1 \cdot \left(1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{92}\right) = a_1 \cdot \left(1 - \frac{1}{46}\right) = \frac{45}{46} a_1$$

Полная энергия тела на орбите  $\Pi + K = -\frac{GMm}{2a} \sim -\frac{\mu}{2a}$

В момент потери спутника потенциальные энергии

МКС и спутника были равны.

$$\frac{\Pi + K_2}{\Pi + K_1} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{46}{45} = \frac{1 + K_2/\Pi}{1 + K_1/\Pi}$$

$$K_2 = \left( \frac{46}{45} \left( 1 + \frac{K_1}{\Pi} \right) - 1 \right) \Pi = \frac{V_2^2}{2} \cdot m$$

По  $V_2 \approx V_1$ , поэтому можем воспользоваться приближением

$$\frac{V_2^2}{2} - \frac{V_1^2}{2} = \frac{46}{45} (\Pi + K_1) - \Pi - K_1 = \frac{46}{45} K_1 + \frac{1}{45} \Pi - K_1 = \frac{K_1 + \Pi}{45} =$$

$$= \frac{(V_1 + V_2)(V_2 - V_1)}{2} \approx \frac{2V_1 \Delta V}{2} = V_1 \Delta V$$

По по следствию из теоремы Виетта

$$K_1 + \Pi = K_1 - 2K_1 = -K_1 = -\frac{V_1^2}{2}$$

$$-\frac{V_1^2/2}{45} = V_1 \Delta V$$

$$\Delta V = -\frac{V_1}{90} \approx -7,8 \text{ км/с} \cdot \frac{1,1}{100} \approx -86 \text{ м/с}$$

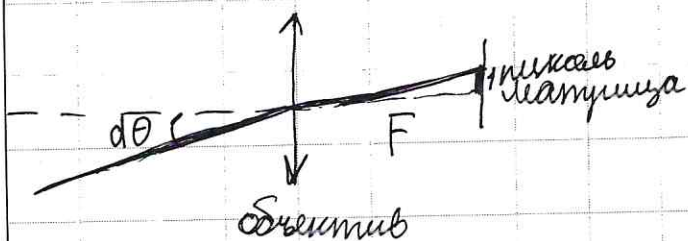
и Врут

~~узнаю~~ эти журналисты, еі бы тогда сильно толкнуло и выбросило в космос далеко

√4

Чтобы увидеть что-то, будем считать, что, чтобы на каждый пиксель упало хотя бы (условно) 1 фотон.

Коммерс та же, фокус тот же и т.д.



Размер области  $d\theta$ , падающей на один единственный пиксель, пропорционален его размеру. Значит, нас интересует кол-во энергии, приходящее с единицы угловой площади.

Будем считать галактику и туманность однородными (простыми)

$$\frac{E_{M51}}{E_{NGC7000}} = 10^{0,4(4^m - 8^m)} = 10^{-1,6}$$

$E_{NGC7000}$

$$\frac{E_{M51}/(13' \cdot 12')}{E_{NGC7000}/(120' \cdot 100')} = \frac{1}{10^{1,6}} \cdot \frac{12000}{156} \approx \frac{12000}{10 \cdot 3,5 \cdot 150} = \frac{1200}{15 \cdot 3,5} \approx \frac{1200}{52,5} \approx 23$$

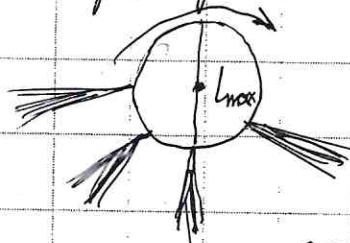
То есть от Галактики Водоворот приходит в  $\sim 2,3$  больше света на пиксель. Тогда выдерживать Северную Америку придется в  $\sim 2,3$  раза больше или сложить  $20 \cdot 2,3 \approx 50$  кадров

№5

Дадим первую оценку. Что бы там ни происходило, что за юбки инопланетяне там бы не устраивали, они ограничены скоростью света (по крайней мере мы так думаем).

Туда-сюда, это что-то должно вернуться в прежнее состояние за  $T = 22$  мин, и  $l_{\max} = \frac{22}{2}$  световые минуты  $= \frac{11}{8,3}$  а.е.  $\approx 1,3$  а.е. (от Солнца до Земли в 20с световых)

Возможно, что там происходит что-то такое: электроны или другие заряженные частицы <sup>вращаются</sup> вращаются, и их синхротронное излучение достигает нас:



В таком случае  $\frac{\pi l_{\max}}{T} = c$ ,  $l_{\max} \approx \frac{22 \text{ св. минуты}}{\pi} \approx 0,84$  а.е. И скорее всего, там что-то действительно вращается. А если это, например, нейтронная звезда, светящая конусом на газ и вращающаяся перпендикулярно ему, то оценка больше в 2 раза, но такое вряд ли. Поэтому оценка порядка  $\sim 1$  а.е.