

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Р. М. Авакян, Г. С. Саакян, Д. М. Седракян, Ученые записки ЕГУ (в печати).
2. Д. М. Седракян, Э. В. Чубарян, Астрофизика, 4, 239, 1968.
3. Д. М. Седракян, Э. В. Чубарян, Астрофизика, 4, 481, 1968.
4. Г. Г. Арутюнян, Д. М. Седракян, Э. В. Чубарян, Астрон. ж., 48, 496, 1971.
5. В. В. Паполян, Д. М. Седракян, Э. В. Чубарян, Астрон. ж., 48, 1195, 1971.
6. Д. М. Седракян, Докторская диссертация, ЕГУ, 1972.

О ВОЗМОЖНОСТИ ВСПЫШКИ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ

В Nature опубликована заметка Вернера и др. [1] о зарегистрированной ими вспышке одной голубой переменной — G 44-32, которая зачислена в список белых карликов [2]. Амплитуда повышения яркости во время этой вспышки (7.II.1970) оказалась равной $0^m 61$ в В-лучах. Продолжительность вспышки, судя по приведенной в статье [1] световой кривой, порядка одной минуты. Сама световая кривая имеет форму, типичную для вспышки холодных карликовых звезд.

Вспышка, как правило, свойственна молодым карликовым звездам поздних типов, эффективная температура которых порядка 3000°K . Если отвлечься от допущения, довольно тривиального, что упомянутая вспышка звезды G 44-32 может быть вызвана ее невидимым красным спутником-карликом, то сам факт вспышки карликовой звезды раннего типа должен представить определенный интерес.

Согласно ранее развитым представлениям [3, 4], вспышка карликовых звезд спектрального типа К-М вызвана появлением в наружных областях звезды так называемых быстрых электронов, энергия которых порядка $1-2 \text{ Мэв}$. Неупругие взаимодействия этих электронов с исходящими из фотосферы звезды инфракрасными фотонами (обратный комптон-эффект) приводят к быстрому и резкому усилению коротковолновой области спектра звезды. Разработанная на основе этого представления („гипотеза быстрых электронов“) количественная теория [3, 4] позволяет найти все основные параметры вспышки, в том числе показатели цвета и амплитуды вспышек в U, В и V лучах в зависимости от полного количества появившихся во время вспышки быстрых электронов или от τ — эффективной оптической толщины слоя или облака из быстрых электронов на процессы томсоновского рассеяния. При этом подавляющее количество зарегистрированных вспышек у объектов типа UV Cet оказалось соответствующим значению τ порядка $0.001 + 0.0001$.

Однако при больших значениях τ — порядка и больше 0.01 сказывается роль *нетеплового бремсстралунга* быстрых электронов; амплитуда вспышки, например, UV Cet при $\tau = 0.01$, в этом случае может составить 5^m в U-лучах.

Наиболее примечательным является то, что в принципе, нетепловой бремсстралунг допускает возможность вспышки у высокотемпературных звезд и, в частности, белых карликов. Распределение энергии в спектре звезды в момент вспышки, вызванной нетепловым бремсстралунгом, дается выражением [5]

$$I_{\lambda}(\tau, \mu, T) = B_{\lambda}(T) D_{\lambda}(\tau, \mu, T), \quad (1)$$

где $B_{\lambda}(T)$ есть функция Планка и

$$D_{\lambda}(\tau, \mu, T) = 1 + 4.8 \cdot 10^{40} \frac{\tau^2}{R_*} \lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right) \mu^2 F(\lambda, \mu), \quad (2)$$

R_* — радиус звезды, μ — безразмерная энергия быстрого электрона ($\mu = E/mc^2$), а функция $F(\lambda, \mu)$ дается Джозефом и Рорлихом [5, 6]

$$F(\lambda, \mu) = \omega^2 \left[\frac{4}{3} \left(L_p \frac{2\mu}{\omega} - \frac{3}{2} \right) - \frac{1}{9} \right], \quad (3)$$

где ω есть безразмерная энергия фотона:

$$\omega = \frac{1}{\mu} \frac{h}{mc} \frac{1}{\lambda}. \quad (4)$$

Пользуясь (1), можно найти обычным способом теоретические амплитуды вспышки в U, B и V лучах — ΔU , ΔB и ΔV , в зависимости от τ и при заданной эффективной температуре излучения фотосферы белого карлика T . Результаты вычислений для ряда значений T и τ представлены в табл. 1.

Характерной особенностью всех без исключения зарегистрированных вспышек холодных карликов является строгое соблюдение неравенства

$$\Delta U > \Delta B > \Delta V. \quad (5)$$

Теория вспышек холодных карликов, основанная на гипотезе быстрых электронов, также приводит к неравенству (5) независимо от того, вызвана ли вспышка обратным Комптон-эффектом [4] или нетепловым бремсстралунгом [5].

Иная картина наблюдается в случае применения гипотезы быстрых электронов в отношении белых карликов. Оказывается, в этом

случае: а) обратный Комптон-эффект не может вызвать вспышку белого карлика [4]; б) вспышка белого карлика возможна только путем нетеплового бремсстралунга быстрых электронов. Однако заметного эффекта можно добиться, как следует из табл. 1, при очень больших значениях τ — порядка 0.1.

Таблица 1

АМПЛИТУДЫ ВСПЫШЕК ΔU , ΔB и ΔV БЕЛОГО КАРЛИКА ($R_* = 0.01 R_\odot$)
ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ФОТОСФЕРЫ $10\,000^\circ$, $15\,000^\circ$ И $20\,000^\circ$
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ τ

T	$10\,000^\circ$				$15\,000^\circ$				$20\,000^\circ$			
τ	0.2	0.1	0.03	0.01	0.2	0.1	0.03	0.01	0.2	0.1	0.03	0.01
ΔU	2.42	1.22	0.187	0.022	1.19	0.43	0.048	0.006	0.71	0.22	0.022	0.002
ΔB	2.26	1.10	0.160	0.019	1.25	0.47	0.052	0.006	0.82	0.27	0.027	0.003
ΔV	2.25	1.09	0.159	0.021	1.38	0.54	0.060	0.006	0.99	0.34	0.036	0.004

Далее, в случае белых карликов амплитуды вспышек практически должны быть одинаковыми во всех лучах (табл. 1), независимо от мощности вспышки, т. е. от величины τ . Соблюдение условия

$$\Delta U \approx \Delta B \approx \Delta V \quad (6)$$

следует считать характерной особенностью вспышек белых карликов, когда вспышка вызвана нетепловым бремсстралунгом. Резко выраженная количественная разница между характерами вспышек красных карликов, с одной стороны, и белых карликов, с другой, иллюстрируется рис. 1, где изображена графическая зависимость теоретических амплитуд вспышек от спектрального диапазона наблюдений (U , B и V) для красного карлика [5] типа $UV\,Cet$ ($T = 2800^\circ K$, $R_* = 0.5 \cdot 10^{10}$ см) и для белого карлика ($T = 10000^\circ$, $\tau = 0.01$, $R_* = 7 \cdot 10^8$ см, см. табл. 1). В обоих случаях рассматривается вспышка, вызванная только нетепловым бремсстралунгом моноэнергетических электронов с $\mu^2 = 10$ и при $\tau = 0.1$.

Неравенство (5) приводит к тому, что во время вспышки холодный карлик резко меняет свой цвет: он становится синее. В противоположность этому вспышка белых карликов, как следует из соотношения (6), не должна сопровождаться сколько-нибудь заметными изменениями их цветов.

Сопоставляя наблюдаемую амплитуду вспышки G 44-32 с данными табл. 1, найдем, что величине $\Delta B = 0^m.61$ соответствует значение τ порядка 0.1 (точнее, 0.063, 0.12 и 0.16 при $T = 10\,000^\circ$, $15\,000^\circ$ и

20 000° соответственно). При $\tau = 0.1$ мы имеем дело с исключительно мощной вспышкой; в этом случае амплитуда вспышки красного карлика будет 10^m в U-лучах, чего никогда не было наблюдеено. Приходится признать, поэтому, что зафиксированная Вернером и др. [1]

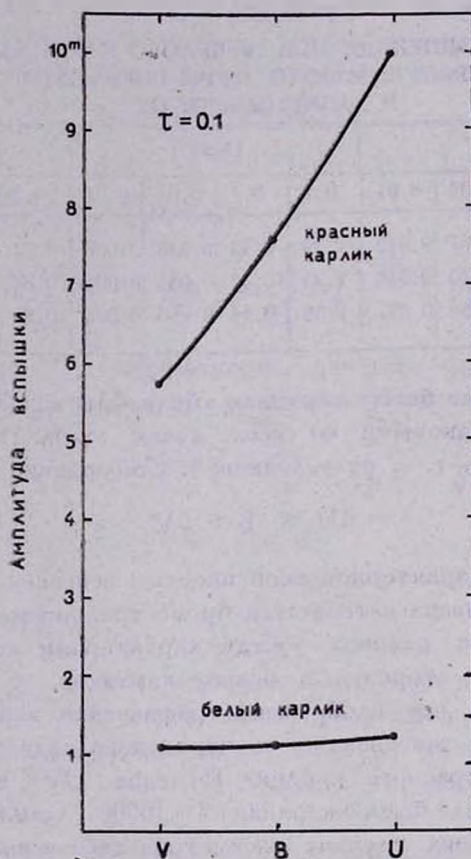


Рис. 1. Теоретические амплитуды при вспышке красного карлика ($T=2800^\circ\text{K}$, $R=0.08 \cdot R_\odot=0.5 \cdot 10^{10}$ см) и белого карлика ($T=10000^\circ\text{K}$, $R=0.01 R_\odot=7 \cdot 10^8$ см) в U, B и V лучах. Вспышка вызвана нетепловым тормозным излучением быстрых электронов с энергией $1.5 \cdot 10^6$ эв. В обоих случаях $\tau=0.1$.

вспышка G 44-32 действительно является очень мощной и есть событие крайне редкое. По нашей оценке, полная энергия, освобожденная во время этой вспышки в форме кинетической энергии быстрых электронов, должна быть порядка $2 \cdot 10^{36}$ эрг.

Из изложенного следует крайняя целесообразность проведения регулярных наблюдений вспышек белых карликов. Особое предпочтение при этом следует отдать синхронным наблюдениям в U, В и V лучах.

The flare possibilities of white Dwarfs. It is shown that the non-thermal bremsstrahlung of fast electrons may be the cause of the flare of a white dwarf. The general physical parameters of such a flare are derived with the comparison of observations [1].

21 июля 1971

Филиал Бюраканской астрофизической
обсерватории по космическим исследованиям
АН Арм.ССР

Г. А. ГУРЗАДЯН

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. B. Warner, G. W. van Citters, R. E. Nather, *Nature*, 226, 67, 1970.
2. G. Eggen, J. L. Greenstein, *Ap. J.*, 141, 83, 1965.
3. Г. А. Гурзаян, *Астрофизика*, 1, 319, 1965; 2, 217, 1966.
4. Г. А. Гурзаян, *Вспыхивающие звезды*, Монография (в печати, „Наука“, М.), 1973.
5. Г. А. Гурзаян, *Astron. and Astrophys.*, 20, 145, 1972.
6. J. Joseph, F. Rorlich, *Rev. Mod. Phys.*, 30, 354, 1958.