

УДК: 524.338.6—62

ВСПЫХИВАЮЩИЕ И H_α В ЭМИССИИ ЗВЕЗДЫ В ОБЛАСТИ
ТУМАННОСТИ ОРИОНА

Э. С. ПАРСАМЯН

Поступила 1 июня 1984

Принята к печати 3 июля 1984

Показано, что процент вспыхивающих звезд среди RW-переменных с амплитудой переменности $A > 1^m$ около 40%, а среди переменных с $A > 2^m$ около 60%, откуда следует, что чем выше RW-активность, тем выше процент вспыхивающих среди них. Показано, что средняя частота вспышек звезд с RW-активностью не отличается заметно от частоты вспышек остальных вспыхивающих звезд. Среди вспыхивающих звезд около 10% обладают RW-активностью. Формы распределения вспыхивающих и H_α -звезд по величине блеска идентичны. Функция светимости H_α -звезд до $m_{pg} = 18$ является возрастающей.

1. *Вспышечная активность RW-переменных.* Исследования Г. Аро вспыхивающих звезд в области ассоциаций и скоплений [1] привели к выводу о том, что вспыхивающие звезды представляют стадию развития после стадии типа Т Тельца.

Для удобства, следуя В. А. Амбарцумяну [2], переменные ориониды типа будем называть RW-переменными, неправильные изменения их блеска — RW-активностью, а вспышечную активность — UV-активностью.

В. А. Амбарцумян [2] показал, что а) около четверти RW-переменных в ассоциации Ориона претерпевают вспышки; б) UV-активность начинается после развития RW-фазы, возможно незадолго до ее окончания. В той же работе на основе распределения вспыхивающих звезд среди RW-переменных с амплитудой переменности (активности) $A \geq 1^m$ по значениям блеска в максимуме было показано, что наиболее яркие переменные звезды ($< 13^m 0$) не наблюдались во вспышках, и при переходе от переменных звезд, имеющих в максимуме $m = 14$, к более слабым, уменьшается процент вспыхивающих. Таким образом, только часть переменных типа RW Возничего с большой амплитудой в Орионе показывает вспышечную активность.

Если считать, что вспышкающие звезды уже прошли через фазу RW-активности и со временем эта активность падает и исчезает, то можно ожидать, что ее остаточные явления можно еще обнаружить у сравнительно слабых вспышкающих звезд, если изучить их на переменность. Естественно полагать, что эти явления легче обнаружить в ультрафиолетовых лучах, где RW-активность проявляется сильнее всего.

Для изучения этого вопроса из стеклянной коллекции обсерватории Тонанцинтла были отобраны 34 пластинки области Ориона, охватывающие наблюдательный период 1952—1976 гг., из них 27 в лучах U и 7 — в фотографических.

Для поисков остаточной переменности нами были выбраны 10 звезд вне зоны воздействия туманности. Среди них оказались две звезды, уже известные как переменные, среди остальных звезд переменность нам удалось обнаружить у пяти. У вспышкающих звезд № 169, 215, 216 переменность не была обнаружена.

Таблица 1

НОВЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ В ОБЛАСТИ
ТУМАННОСТИ ОРИОНА

ВЗО	№ по Паренаго	m_a	m_{pg}
130	238	16.0—17.5	15.2—16.0
211	1500	16.6—17.3	15.2—16.0
219	1609	15.7—16.7	15.2—15.5
224	1790	15.4—17.2	15.1—16.5
227	2063	15.7—16.7	15.2—15.5

В табл. 1 приводятся данные относительно новых переменных звезд: в первом столбце — номер вспышкающей звезды Ориона (ВЗО) согласно нумерации Г. Аро [1], во втором — номер по каталогу Паренаго [3], в третьем и в четвертом — звездные величины в наблюдаемых максимуме и минимуме блеска в ультрафиолетовых и фотографических лучах соответственно. Как видно из табл. 1, наибольшие колебания блеска наблюдаются в ультрафиолетовых лучах. В случае звезд ВЗО 219 и 227, если бы не было наблюдений в ультрафиолетовых лучах, вряд ли мы могли бы утверждать (из-за малой амплитуды переменности в фотографических лучах), что эти звезды переменные.

Из полученных результатов следует, что в случайной выборке вспышкающих звезд у 70% оказалась RW-активность. Не имея пока оснований распространять этот результат на все вспышкающие звезды в Орионе, можно, тем не менее, заметить, что на самом деле RW-активность среди вспышкающих довольно высокая.

В настоящее время, когда количество известных RW-переменных в области Ориона, у которых наблюдалась вспышечная активность, почти удвоилось, представляет интерес еще раз оценить процент RW-звезд, обладающих вспышечной активностью, среди всех RW-переменных с разной амплитудой активности.

В табл. 2 приведен список RW-звезд, которые показали вспышечную активность. В последовательных столбцах приведены: номер вспышчающей звезды Ориона (ВЗО), название звезды согласно общему каталогу переменных звезд (ОКПЗ), номер по Паренаго [3], фотографическая звездная величина в максимуме и минимуме (для RW-активности), амплитуда вспышек, продолжительность данной вспышки T в минутах и количество известных вспышек звезды.

На рис. 1 приводятся гистограммы распределения процента RW-звезд с UV-активностью среди RW-переменных. Сплошная линия относится к RW-звездам с амплитудой активности $A \geq 1^m$, а пунктирная — к более активным переменным звездам с амплитудой активности $\geq 2^m$. Первая гистограмма (сплошная линия) представляет распределение, аналогичное полученному ранее В. А. Амбарцумяном [2]. Таким образом, новые данные не изменили прежних выводов об уменьшении процента RW-звезд с UV-активностью среди RW-переменных с продвижением к слабым звездам, а также о том, что среди вспышчающих с RW-активностью нет звезд ярче 13^m .

Что касается более активных переменных с амплитудой $\geq 2^m$, то, как видно из рис. 1 (пунктирная линия), RW-звезды с UV-активностью среди RW-переменных наблюдаются лишь в интервале $13 \leq m \leq 15.4$, что, возможно, свидетельствует о том, что более активные RW-переменные, обладающие вспышечной активностью, быстрее выходят из этой фазы, уменьшив RW-активность или становясь чисто вспышчающими звездами.

На основе новых наблюдательных данных можно посчитать, какой именно процент составляют вспышчающие звезды, у которых наблюдалась переменность типа RW-Возничего с амплитудами $\geq 1^m$ и $\geq 2^m$ среди всех звезд с соответствующими RW-активностями. Для этого воспользуемся формулой Амбарцумяна [5]:

$$n_0 \geq \frac{n_1^2}{2n_2}, \quad (1)$$

где n_0 , n_1 и n_2 — число звезд, у которых наблюдались не одна, одна и две вспышки, соответственно. Формула (1) правильна при $\bar{v} = \text{const}$.

Среди звезд с $A \geq 1^m$ числа звезд, у которых наблюдались одна и две вспышки, соответственно равны: $n_1 = 26$, $n_2 = 5$.

Таблица 2

RW-ЗВЕЗДЫ, У КОТОРЫХ ОБНАРУЖЕНА ВСПЫШЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

ВЗО	Звезда	№ по Пареняго	Max—Min	Δt_u	T	K
1	2	3	4	5	6	7
39	IZ	1576	15.2—(17.5	2.0 _{pg}	180	1
42	KK	1614	15.0—16.6	1.0		1
45	YZ	1648	14.5—16.6	0.8 _{pg}		1
51	BW	1669	14.0—16.0	1.0 _{pg}		1
54	V 408	—	16.5—17.8	1.0 _{pg}		1
70		2243	16.7—17.5	1.9 _{pg}		3
				0.7 _{pg}		
				1.0		
72	OT	2246	14.1—17.5	2.7 _{pg}	>120	3
				1.0	>120	
				1.8 _{pg}		
104	PW	2470	14.6—(17.0	2.2 _{pg}	>180	2
				1.5 _{pg}	150	
115	V 593	—	14.8—17.2	0.8 _{pg}		1
130		987	15.2—16.0	4.0		1
144	XX	1530	14.2—16.3	0.9		1
157	NS	2039	15.2—17.6	1.5 _{pg}		2
				1.3 _{pg}		
177		1323	18.1—18.5	8.1	>300	3
				3.6		
				3.2		
191	UZ	1009	15.8—(16.8	2.6	>120	3
				0.8	> 30	
				1.5 _{pg}		
203	SU	1301	14.2—17.4	1.2 _{pg}	> 60	1
206	WW	1341	14.4—15.7	1.5		2
				0.7	> 75	
208	SW	1412	13.4—16.1	0.6		1
211		1500	15.2—16.0	0.8		1
219		1609	15.2—15.5	0.7		3
				0.8		
				2.0		
223	V 355	1764	15.4—16.4	2.5	180	2
				2.0	200	
224		1790	15.1—16.5	1.0		1

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
225	MQ	1878	13.7—15.0	1.7	100	1
227		2063	15.2—15.5	0.7		1
230	OR	2185	13.9—15.0	1.0		1
231	AZ	2368	13.1—16.3	1.5	135	1
246	V 874	—	15.8—17.5	3.0		2
				0.7		
327	V 557	1805	16.6—17.1	5.0		1
328		2186	16.0—16.7	1.6		1
331		—	16.8—17.9	0.5		1
333	CH	2326	14.6—16.5	1.4	> 60	1
334		—	14.9—16.9	2.6		1
337	V 881	—	15.6—16.9	2.5		1
A8	II	1333	14.9—17.5	0.9 ρ_g	25	1
A27	V 365	2295	15.7—16.8	0.8 ρ_g		1
A44		1468	15.1—17.2	0.8 ρ_g	15	1
A641	XY	1565	15.0—17.7	3.2 ρ_g		1
A645	V 400	1625	15.9—(17.0)	2.7 ρ_g		1
A649	V 563	2019	15.4—16.7	4.2 ρ_g		1
A650		2060	14.1—15.5	1.1 ρ_g		1
A688	NO	2000	14.6—17.2	2.2 ρ_g		1
A6129	V 468	1294	15.1—15.8	1.0 ρ_g		1
UPS6	V 422	2072	16.1—17.0	0.8 ρ_g		1

Примечания к таблице 2:

1. Переменность звезд ВЗО 70, 246, 328, 331 установлена нами.
2. ВЗО 45 = YZ Ogi. Есть данные Ливитт [3] о том, что переменная была особенно ярка 3. I. 1903. По-видимому, речь идет о вспышке.
3. ВЗО 72 = OT Ogi. Паренаго [3] отмечает, что значение $m_{pg} = 13.0$ у звезды наблюдалось Вольфом лишь на одной фотографии из 10. Для максимального значения m_{pg} мы берем значение, данное Паренаго по 70 пластинкам, считая, что Вольф наблюдал вспышку звезды.
4. Звезда ВЗО 177. По-видимому, большая амплитуда этой звезды в ОКПЗ должна быть объяснена ее вспышечной активностью. ВЗО 177 скорее всего относится к звездам с низкой RW-активностью [4].
5. ВЗО 206 = WW Ogi. Паренаго [3] сообщает, что среди просмотренных им фотографий обсерватории Маунт Вильсон на одной переменная имеет звездную величину 13.1. Это значение он отбросил при выводе амплитуды переменности. Не приходится сомневаться, что это была вспышка звезды.

Отсюда по формуле (1) имеем $n_0 = 68$ и общее ожидаемое число вспыхивающих звезд $N = \sum_{k=0}^{\infty} n_k$ в этой выборке в данную эпоху ≥ 102 .

Согласно ОКПЗ минимальное число переменных с $A \geq 1^m$ в Орионе равно 250. Следовательно вспыхивающие звезды в этой выборке составляют примерно 40%. Аналогичные расчеты проведем для вспыхивающих звезд с $A \geq 2^m$. В этом случае $n_1 = 13$, $n_2 = 2$, $n_0 = 42$ и $N \geq 58$. Минимальное число переменных с $A \geq 2^m$ равно 90, а процент вспыхивающих в этой выборке уже повысился до 64.

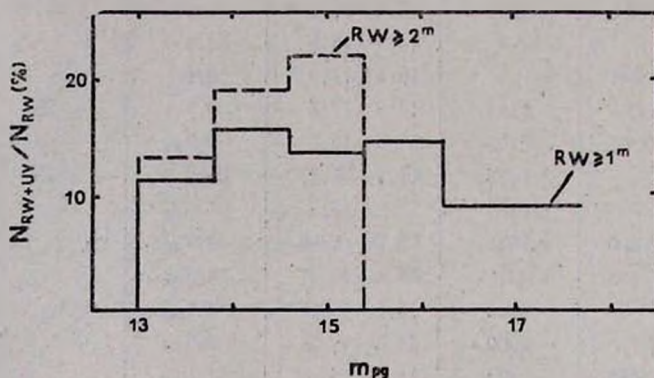


Рис. 1. Распределение процента вспыхивающих звезд с RW-активностью среди RW-переменных. Сплошная линия относится к звездам с амплитудой активности $A \geq 1^m$, а пунктирная к $A \geq 2^m$.

Эти расчеты показывают, что процент RW-звезд с UV-активностью среди всех RW-переменных несколько превышает четверть, как было оценено Амбарцумяном [2]. Более того, он возрастает с увеличением активности. Чем выше RW-активность, тем выше процент вспыхивающих. Общая продолжительность вспышек (T), как это следует из данных табл. 2, несколько больше у вспыхивающих с $A \geq 2^m$, чем с меньшей RW-активностью. Однако не следует забывать, что вычисления, которые относятся к звездам с RW-активностью $\geq 2^m$, основаны на малых числах. Следовательно неопределенность может быть значительной.

Что касается средней частоты вспышек, $\bar{\nu}$, то оказывается, что для звезд с RW-активностью она мало отличается от средней частоты вспышек остальных вспыхивающих звезд Ориона.

Действительно, среди вспыхивающих звезд с RW-активностью количество звезд, вспыхнувших один раз — $n_1 = 32$, два раза — $n_2 = 5$. От-

сюда по формуле Амбарцумяна [5] для средней частоты вспышек звезд с RW-активностью:

$$\overline{\nu t} = \frac{2n_2}{n_1} = 0.31. \quad (2)$$

Для остальных вспыхающих звезд в области Ориона в настоящее время имеем $n_1 = 286$, $n_2 = 53$, откуда

$$\overline{\nu t} = 0.37.$$

Так как общее время наблюдений t одинаково в обоих случаях, то отсюда следует, что средняя частота вспышек звезд с RW-активностью не отличается заметно от средней частоты вспышек остальных вспыхающих звезд.

До сих пор мы рассматривали вспышечную активность RW-переменных. Рассмотрим теперь RW-активность среди вспыхающих звезд. В табл. 3 представлено распределение вспыхающих звезд с RW-активностью среди всех вспыхающих звезд, где N_{UV} — количество вспыхающих звезд, N_{RW+UV} — количество вспыхающих звезд, у которых наблюдалась RW-активность.

Таблица 3

ПРОЦЕНТ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД С RW-АКТИВНОСТЬЮ
СРЕДИ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД

$N \backslash m$	13	13.0—13.7	13.8—14.5	14.6—15.3	15.4—16.1	16.1
N_{UV}	1	3	10	24	34	158
N_{RW+UV}	0	3	8	11	7	2
$\frac{N_{RW+UV}}{N_{UV}}$	0	100 %	80 %	46 %	20 %	1 %

Из результатов табл. 3 следует, что самые яркие вспыхающие звезды являются одновременно RW-переменными, и с продвижением к слабым звездам RW-активность среди вспыхающих звезд падает, уступая место чисто вспышечной активности.

Несомненно, что на результат табл. 3 может повлиять и наблюдательная селекция, т. к. слабые звезды $\geq 16^m$ мало изучены на переменность.

Можно посчитать процент вспыхающих с RW-активностью среди вспыхающих звезд.

Общее количество вспыхающих звезд с RW-активностью можно определить по формуле (1) по следующим наблюдательным данным:

$$n_1 = 28, n_2 = 5, \text{ тогда } n_0 = 78, N = 116.$$

Общее ожидаемое количество вспыхивающих звезд N в Орионе порядка 1500 [6].

Отсюда вытекает, что среди вспыхивающих звезд около 10% составляют звезды, которые сохранили RW-активность. Это скорее всего нижний предел количества вспыхивающих звезд с RW-активностью, что еще раз показывает, что RW-фаза вспыхивающих звезд намного короче UV-фазы.

2. О связи между H_{α} с эмиссией звездами и вспыхивающими звездами. Некоторую ясность в решение вопроса о взаимосвязи между RW-активностью и UV-активностью может внести картина распределения H_{α} -звезд и вспыхивающих звезд по звездной величине в минимуме блеска. С этой целью были выбраны фотографические звездные величины, которые для большинства вспыхивающих и H_{α} -звезд известны.

Были использованы наблюдательные данные из работ [7—14]. Количество использованных вспыхивающих звезд было 300, а H_{α} -звезд — 200. В случае переменных звезд использовалась звездная величина в максимуме блеска. Понятно, что большинство рассмотренных H_{α} -звезд является переменными и приведенные звездные величины относятся лишь к определенному моменту, когда производились наблюдения. Поэтому полученные далее результаты в некотором смысле могли рассматриваться как условные. Однако количество использованных звезд достаточно и в среднем можно считать, что полученное распределение близко к реальному, т. к. количество звезд, находящихся в максимуме блеска и в минимуме, в среднем должно быть уравновешено.

Для сравнения на рис. 2 приводятся распределения вспыхивающих и H_{α} -звезд по фотографической звездной величине. Из этой зависимости N от m_{pg} можно сделать следующие выводы:

1. Вспыхивающие звезды в области туманности Ориона с $\Delta m \geq 0.5$ встречаются начиная с $m_{pg} \approx 13.0$, в то время как H_{α} -звезды уже с $m_{pg} \approx 12$. Возможно, что в некоторых случаях линия H_{α} у звезд с $m_{pg} \approx 12$ является результатом ее вспышечной активности, в то время как вспышки малых амплитуд у этих звезд фотографическим методом трудно наблюдать.

2. Хотя число использованных H_{α} -звезд меньше, чем вспыхивающих, однако из приведенной зависимости видно, что среди ярких звезд до 15^m преобладают H_{α} -звезды, а начиная с 15^m — вспыхивающие.

3. Форма распределения вспыхивающих звезд по величине блеска в целом следует таковой для H_{α} -звезд, указывая этим на связь между звездами с RW и UV-активностями.

4. Функция светимости H_{α} -звезд, по крайней мере до $m_{pg} = 18$, является возрастающей.

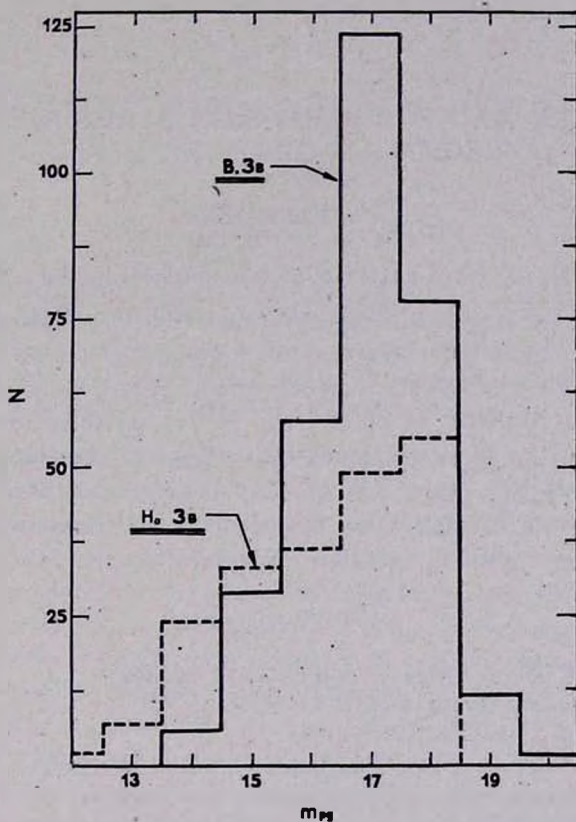


Рис. 2. Распределение вспыхивающих и H_{α} -звезд по фотографической звездной величине.

3. **Заключение.** Анализ вспышечной активности RW-переменных с амплитудой переменности $\geq 1^m$ и $\geq 2^m$ показал, что процент вспыхивающих звезд среди переменных с $A \geq 1^m$ около 40, а среди переменных с $A \geq 2^m$ около 60, откуда следует, что чем выше RW-активность, тем выше процент вспыхивающих среди них. Показано, что, по-видимому, средняя частота вспышек звезд с RW-активностью не отличается заметно от частоты вспышек остальных вспыхивающих звезд.

Среди вспыхивающих звезд около 10% обладают RW-активностью.

Формы распределения вспыхивающих и H_{α} -звезд по величине блеска идентичны. Функция светимости H_{α} -звезд до $m_{pg} = 18$ является возрастающей.

Автор признателен В. А. Амбарцумяну и Л. В. Мирзояну за обсуждение результатов.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

FLARE AND H_{α} IN EMISSION STARS IN THE REGION OF ORION NEBULA

E. S. PARSAMIAN

The analysis of flare activity of RW—variables has shown that the percentage of flare stars among variables with $A \geq 1^m$ is about 40 and among $A \geq 2^m$ about 60, therefore the higher RW—activity, the higher is the percentage of flare stars among them. It has been shown that the average flare frequency of stars with RW— activity does not differ noticeably from the flare frequency of the rest of the flare stars. Among flare stars about 10% have RW-activity. The shapes of distributions of flare and H_{α} stars by magnitude are similar. The luminosity function of H_{α} stars increases up to $m = 18$.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Haro, E. Chavira, *Vistas in Astronomy*, 8, 89, 1965.
2. В. А. Амбарцумян, *Астрофизика*, 6, 31, 1970.
3. П. П. Паренго, *Труды ГАИШ*, 25, 1954.
4. G. Haro, E. Parsamian, *Bol. Obs. Tonantzintla*, 31, 45, 1969.
5. В. А. Амбарцумян, в сб. «Звезды, туманности, галактики», Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1969, стр. 283.
6. Э. С. Парсамян, *Астрофизика*, 16, 677, 1980.
7. R. I. Kiladze, *IBVS*, N 670, 1972.
8. E. Parsamian, E. Chavira, G. Gonzalez, *Bol. Inst. Tonantzintla*, 2, 341, 1978.
9. R. I. Kiladze, R. Sh. Natsvlishvili, *IBVS*, N 1727, 1980.
10. R. Sh. Natsvlishvili, N. D. Melikyan, *IBVS*, N 1726, 1980.
11. L. Rostino L. Pigatto, *Contr. Asiago Obs.*, N 231, 2, 1969.
12. A. D. Andrews, *Bol. Obs. Tonantzintla*, 34, 195, 1970.
13. A. D. Andrews, *Bol. Obs. Tonantzintla*, 38, 161, 1972.
14. E. S. Parsamian, E. Chavira, *Bol. Inst. Tonantzintla*, 3, 69, 1982.