

УДК: 524.31.082

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ КРАСНЫХ КАРЛИКОВ. III. НАБЛЮДЕНИЯ КРАСНЫХ ЗВЕЗД ОКРЕСТНОСТИ СОЛНЦА

Л.В.МИРЗОЯН, В.В.АМБАРЯН, А.Т.ГАРИБДЖАНЫН

Поступила 2 января 1997

20 звезд окрестности Солнца с 52 спектрами являются основой этого списка. 12 из них известны как вспыхивающие звезды типа UV Кита. Остальные звезды ведут себя как вспыхивающие, но не известны как вспыхивающие. Среди 20 звезд много вспыхивающих двойных и тройных. Все они принадлежат населению диска Галактики. Красные карликовые звезды составляют одно из многочисленных населений системы. Вспыхивающие звезды или продолжают вспыхивать, или прекратили вспышечную активность. Приведены три диаграммы, которые показывают удовлетворительные согласия с ожидаемыми. Проведен кластерный анализ, который находится в соответствии с исходным положением и подтверждает сказанное.

1. *Введение.* Наблюдательные данные свидетельствуют, что вспыхивающие звезды в звездных скоплениях и ассоциациях по своим характеристикам существенно не отличаются от вспыхивающих звезд типа UV Кита окрестностей Солнца. Наблюдаемые между ними различия (светимость, связь с диффузной материей и т.д.) можно объяснить как эволюционные изменения, обусловленные различиями в их возрастах.

Вспыхивающие звезды типа UV Кита, после их распада, входят в общее галактическое звездное поле и обогащают его. Это естественное явление обусловлено очень старой генерацией звезд и стало известным после того, как Хербиг [1] выдвинул идею о распаде звезд окрестности Солнца, которые являются распавшимися скоплениями и ассоциациями, имеющими большой возраст.

Исходя из этого, из каталога Глизе и др. [2] были выбраны 20 звезд [3], 12 из которых известны как вспыхивающие звезды, а остальные - либо еще не известны как вспыхивающие, либо они уже прекратили фазу вспышечной активности.

В настоящей статье приводятся спектральные наблюдения вспыхивающих звезд этого списка.

2. *Наблюдения спектров красных карликовых звезд окрестности Солнца.* Спектральные наблюдения 20 звезд из каталога Глизе и др. [2] были выполнены в фокусе Кассегрена на 2.6-м телескопе Бюраканской астрофизической обсерватории Национальной Академии

наук Армении, в 1986-1989 гг.

В настоящей работе приведены результаты измерений 52 спектров 20 красных карликовых звезд окрестности Солнца. Данные об этих наблюдениях представлены в табл.1, где в последовательных столбцах приведены: порядковый номер, название звезды по каталогу Глизе и др. [2] и по каталогу вспыхивающих звезд Гершберга [4], дата наблюдения, видимая звездная величина, спектральный диапазон и количество полученных спектров. Звездочкой отмечены известные вспыхивающие звезды.

Спектры получены универсальным спектрографом "UAGS", с дифракционной решеткой 651/8, с обратной линейной дисперсией 100А/мм, на пленках Kodak 103aO, A500 и A600H с помощью ЭОП-а.

Регистрация спектров была осуществлена на микроденситометре PDS-1010A Бюраканской обсерватории. При сканировании спектров использовались диафрагмы различных размеров, большей частью 50 мкм х 50мкм. Во всех случаях шаг сканирования выбирался в два раза меньше ширины сканирующей щели.

Построение дисперсионных кривых было осуществлено с помощью лампы He-Ne-Ag с наполнением. Фотоэмульсия на восприимчивость была прокалибрована с помощью трубчатого фотометра Бюраканской обсерватории.

Обработка спектров была осуществлена, как и прежде [5], полуавтоматически, с помощью системы обработки спектров AIDA, созданной на персональном компьютере типа PC/AT 286 на базе системы АДА в Бюракане.

3. Спектральные классы и светимости звезд. Спектральные классы и светимости исследованных нами красных карликовых звезд были определены с помощью индексов полос поглощения окиси титана (TiO), введенных Стауффером [6] и Стауффером и Гартманном [7].

Используя интенсивности молекулярных полос TiO и других молекул по методу, предложенному в работе Петтерсена и Хаули [8], были также оценены абсолютные визуальные звездные величины исследуемых звезд. Значения спектральных индексов TiO, спектральных классов и абсолютных звездных величин исследованных звезд приведены в табл.2. Используются индексы D54, D59, D61 и D65.

Четыре звезды (Глизе 268, 278С, 388 и 473AB) нашего списка исследованы также Петтерсеном и Хаули [8]. Согласие между этими определениями удовлетворительное: расхождение спектрального класса меньше одного подкласса, а абсолютной величины не превышает 1^m, в среднем. То же самое можно утверждать о спектральных индексах TiO и полученных с их помощью оценках спектральных классов и абсолютных

Таблица 1

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЛИЖАЙШИХ КРАСНЫХ
КАРЛИКОВ ТИПА UV КИТА ОКРЕСТНОСТИ СОЛНЦА

Звезды		m_v	Дата наблюдения	Спектральный диапазон (А)	Количество спектров
Глизе [2]	Гершберг [4]				
65AB*	UV Cet AB	12.45	06/11/89	5000-7750	2
109*	"	10.58	24/11/88	"	2
268*	Ross 986	11.48	08/11/88	"	2
			30/01/89	4350-7500	2
277A*	Ross 989	10.60	29/01/89	4750-7500	1
			30/01/89	4350-7500	2
277B*	-	11.76	29/01/89	4750-7500	1
			30/01/89	4350-7500	2
278C*	YY Gem	9.07	30/01/89	"	2
308AB	-	11.10	29/01/89	4750-7500	1
		11.20	30/01/89	4350-7500	2
319AB	-	9.70	29/01/89	4750-7500	1
319C	-	11.83	29/01/89	"	1
			30/01/89	4350-7500	2
333.2A	-	12.28	29/01/89	4750-7500	1
			30/01/89	4350-7500	2
333.2B	-	12.70	29/01/89	4750-7500	1
			30/01/89	4350-7500	2
388*	AD Leo	9.43	05/1286	32507350	6
			29/01/89	4750-7500	1
398*	-	12.61	29/01/89	"	1
406*	CN Leo	13.53	29/01/89	"	1
			30/01/89	4350-7500	2
412B*	WX UMa	14.53	30/01/89	"	2
414B	-	10.00	29/01/89	4750-7500	1
			30/01/89	4350-7500	2
414.1A	-	11.40	29/01/89	4750-7500	1
			30/01/89	4350-7500	2
473AB*	Wolf 424AB	13.16	29/01/89	4750-7500	1
			30/01/89	4350-7500	1
896A*	EQ PegA	10.38	08/11/88	5000-7750	1
896B*	EQ PegB	12.40	08/11/88	"	1

Таблица 2

**ЗНАЧЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ ОКИСИ TiO,
ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ПО МЕТОДУ СТАУФФЕРА [6] И СТАУФФЕРА
И ГАРТМАННА [7] ДЛЯ КРАСНЫХ КАРЛИКОВ
ОКРЕСТНОСТИ СОЛНЦА**

Название звезды Глизе [2]	TiO				Sp	M _v
	D54	D59	D61	D65		
65AB*	0.216	0.675	0.307	0.317	M5.5	15.0
109*	0.126	0.534	0.135	0.060	M4	11.1
268*	0.357	0.580	0.176	0.287	M5.5	12.6
277A*	0.217	0.561	0.103	-0.034	M4.5	10.3
277B*	0.299	0.567	0.204	0.136	M5.5	11.5
278C*	0.098	0.438	-0.044	-0.124	M3	8.4
308AB	0.130	0.695	-0.052	-0.166	M5	9.4
319AB	-0.049	0.172	0.101	0.041	M0	9.0
319C	0.179	0.626	0.154	0.140	M5.5	10.9
333.2A	0.227	0.611	0.180	0.128	M5.5	10.7
333.2B	0.254	0.624	0.084	0.152	M5	11.1
388*	0.166	0.580	0.166	-0.074	M5	11.0
398	0.257	0.695	0.138	0.134	M6	11.9
406*	0.068	0.414	-0.142	-0.312	M2.5	16.7
412B*	0.351	0.494	0.216	0.222	M5	16.0
414B	0.157	0.492	0.041	-0.045	M4	9.5
414.1A	0.227	0.518	0.151	0.028	M4.5	10.04
473AB*	0.482	0.620	0.206	0.363	M6	15.0
896A*	0.175	0.627	0.149	0.237	M4	11.5
896B*	0.280	0.637	0.275	0.400	M5	12.0

звездных величин. Они не отличаются значительно по спектральному классу и абсолютной звездной величине.

4. *Распределение известных вспыхивающих и "невспыхивающих" звезд на диаграмме Герцшпрунга-Ресселя.* Имея спектры и абсолютные величины звезд нашего списка мы построили их спектр и светимость - звездная величина диаграмму. Часть, представляющая главную последовательность, естественно, неопределенная. Однако

диаграмма Герцшпрунга-Рессела показывает, что все звезды, независимо от того, известны они как вспыхивающие или нет, занимают почти одинаковое положение на этой диаграмме. Например, 8 звезд не известных как вспыхивающие, располагаются на диаграмме как "вспыхивающие".

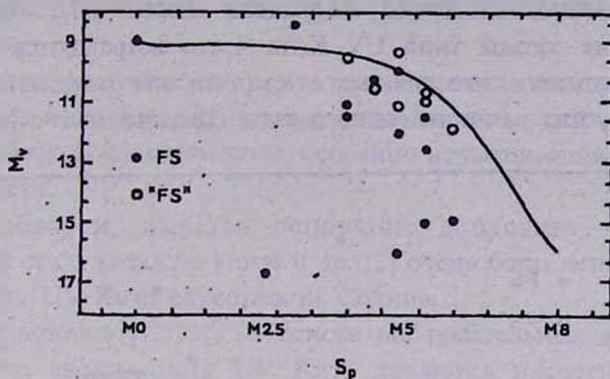


Рис.1. Диаграмма Герцшпрунга-Ресселя для вспыхивающих и "невспыхивающих" звезд окрестности Солнца.

Это дает основание считать, что все они имеют одинаковые параметры. Их сходство вытекает и из рис.2, где спектральные классы и светимости сопоставлены с одним из индексов TiO. Остальные индексы тоже находятся в согласии с другими индексами TiO.

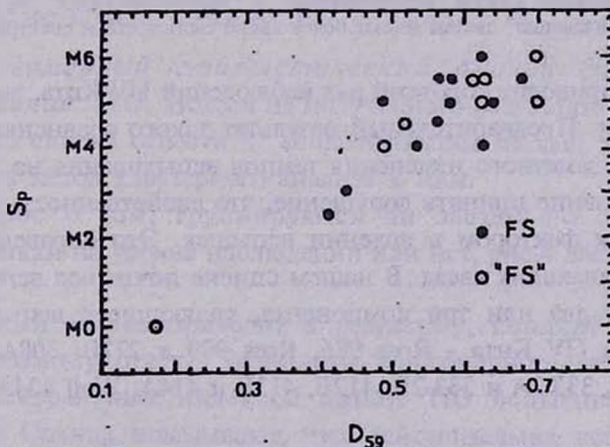


Рис.2 Спектральные классы и абсолютные звездные величины в зависимости от спектрального индекса TiO для вспыхивающих и "невспыхивающих" звезд окрестности Солнца.

Отметим, что известные вспыхивающие звезды имеют, в среднем, более поздние спектральные классы и сравнительно низкие светимости. Например, средняя светимость 12 вспыхивающих звезд равна 12.5, а

средний спектральный класс M4.6, в то время, как у 8 “невспыхивающих” звезд средний спектр M4.4, а светимость 10.4. Все они локализованы в спектральных классах M0-M6. Сравнение спектров и абсолютных величин подтверждает их физическое сходство.

5. *Многочисленность вспыхивающих звезд типа UV Кита среди близлежащих звезд каталога Глизе [2].* Известно, что вспыхивающие звезды типа UV Кита часто встречаются двойными и тройными группами, что связано с тем, что они рождаются вместе. В табл.1 видно, что вспыхивающие звезды связаны друг с другом.

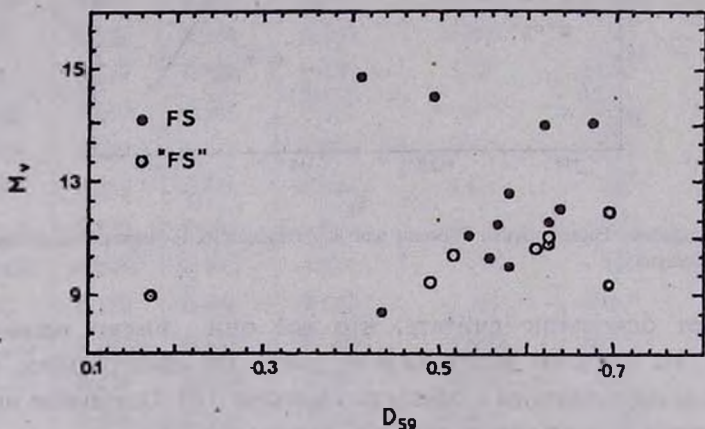


Рис.3 Спектральные классы “вспыхивающих” и “невспыхивающих” звезд идентичные. Однако “невспыхивающие” звезды имеют более яркие светимости и спектральные классы.

Эванс [9] приводит короткий ряд наблюдений UV Кита, выполненный Клодом Лейси. Предварительный результат такого сравнения указывает на отсутствие заметного изменения темпов вспыхивания на этой звезде. Это дает основание принять допущение, что двойственность не является регулирующим фактором в явлении вспышек. Это справедливо и для других вспыхивающих звезд. В нашем списке почти все вспыхивающие звезды имеют два или три компонента, являющиеся вспыхивающими звездами типа UV Кита - Ross 986, Ross 989 и 277B; 308AB, 319AB и 319C; UV Cet, 333.2A и 333.2B; 412B, 413B и 414A, Wolf 424AB; EQPegA, EQPegB.

В исследовании Родоно [9] приводится список 39 двойных и кратных систем, содержащих 97 звезд, почти половина из которых до сих пор показали вспышки.

Наблюдаемые вспышки относятся к этим системам в целом. Между тем, пример самой звезды UV Кита показывает, что вспышечной активностью иногда могут обладать оба компонента двойной системы.

Значительный интерес представляет тот факт, отмеченный Родоно [10], что двойные системы среди вспыхивающих звезд встречаются гораздо чаще, чем среди других звезд. Согласно работе Вули и др. [11], среди близлежащих звезд 35% являются двойными.

Между тем, среди близлежащих вспыхивающих звезд процент двойных систем значительно больше - около 60 [12]. Согласно Эвансу [10] этот процент выше - около 85.

Это является следствием того, что вспыхивающие звезды, родившиеся в ассоциациях и скоплениях после распада системы, оказываются в общем галактическом звездном поле, особенно вспыхивающие звезды низкой светимости.

Таким образом, имеется основание допустить, что каталог близлежащих звезд каталога Глизе и др. [2] очень богат вспыхивающими звездами типа UV Кита окрестности Солнца.

В работе авторов [12,13], на основе наблюдательных данных, было показано, что звезды типа UV Кита являются населением общего галактического звездного поля и распределены в диске Галактики. Это дает основание заключить, что обе разновидности вспыхивающих звезд - вспыхивающие звезды в окрестностях Солнца - UV Кита и вспыхивающие звезды в ассоциациях и скоплениях, составляют единый класс объектов, обладающих общим свойством - вспышечной активностью. Они со временем покидают ассоциации и скопления и входят в общегалактическое звездное поле, причем сначала сравнительно яркие, а затем и более низких светимостей.

6. *Многомерный статистический анализ спектральных индексов линий TiO.* Исходя из полученного результата можно все 20 звезд нашего списка отнести к вспыхивающим звездам типа UV Кита и применить метод кластерного анализа к ним.

На вопрос о том, группируются ли звезды по спектральным характеристикам на уровне наблюдений или нет, рис.4 дает утвердительный ответ.

Кластерный анализ приводит к результату, который соответствует точно ожидаемому ответу. Результаты многомерного статистического анализа спектральных индексов линий TiO вспыхивающих звезд окрестности Солнца показывают, что, действительно, все 20 звезд по своим спектральным характеристикам находятся на положенном месте. Они указывают, что многомерный кластерный статистический анализ поддерживает этот результат.

Многомерный статистический анализ показывает (использованы некоторые полосы TiO), что результаты анализа соответствуют ожидаемому положению. Исходя из этого следует, что окрестность Солнца,

как и диск нашей Галактики, весьма богата вспыхивающими звездами, особенно низкой светимости, причем много звезд двойных и тройных.

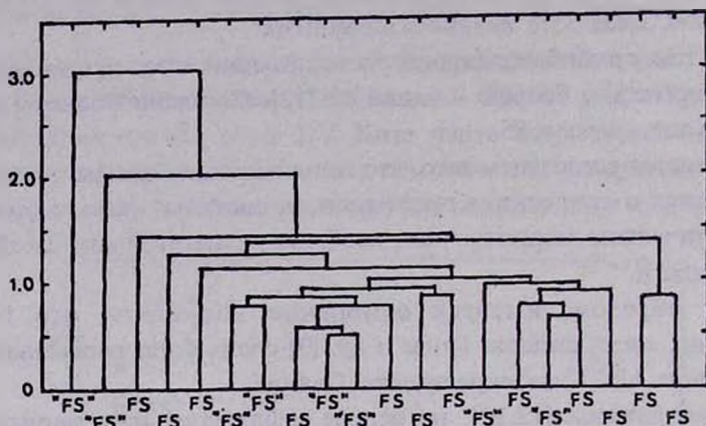


Рис.4 Результаты кластерного анализа для вспыхивающих и "невспыхивающих" звезд по четырем спектральным индексам окиси титана.

Таким образом, многомерный кластерный анализ дает правильный ответ на поставленный нами вопрос. Все "вспыхивающие" и "невспыхивающие" звезды из нашего списка имеют сходные параметры. Однако, во многих случаях трудно ответить на вопрос, который из компонентов вспыхивает [14]. Расстояние компонентов друг от друга составляет несколько секунд дуги. Поэтому точно определить, который из компонентов вспыхивает - не поддается определению. Приходится принимать, что вспыхивание происходит на одном из них, не зная на котором. Не исключается возможность вспыхивания в системе других компонентов. Это означает, что в системе вспыхивают и другие звезды, чаще всего звезды очень низкой светимости.

7. Заключение. 20 "вспыхивающих" и "невспыхивающих" звезд из каталога близлежащих звезд каталога Глизе [2] были наблюдаемы, причем 8 из которых неизвестны как вспыхивающие звезды или уже прекратили свою вспышечную активность. Это дает основание заключить, что эти звезды, по-видимому, являются активными вспыхивающими звездами, имеют идентичные параметры и не отличаются от вспыхивающих звезд типа UV Кита.

Они составляют одно из самых богатых населений диска нашей Галактики и распределены почти равномерно. Вспыхивающие звезды большей частью имеют двойные и тройные компоненты. Они весьма распространены и имеют очень высокий процент вспыхивания, особенно

среди других звезд. Многочисленность вспыхивающих звезд широко известна и согласно Эвансу [9] доходит до 85%.

Таким образом, имеются вспыхивающие звезды, которые неизвестны, но вспыхивают в системах двойных, тройных и большей кратности звезд.

Бюраканская астрофизическая обсерватория, Армения.

SPECTRAL OBSERVATIONS OF RED DWARFS III. OBSERVATIONS OF RED STARS IN VICINITY OF SUN

L.V.MIRZOYAN, V.V.HAMBARIAN, A.T.GARIBJANIAN

20 stars of Solar vicinity with 52 spectra are foundation of this list. 12 of them are noun as flare stars of UV Ceti type. Other stars seems as flare stars, but are not known as flare stars. Among 20 stars are many double and triple stars. Nombreous of them belong to the disk of our Galaxy. Red dwarf stars constitute the numerous population of this system. Three diagrams are bringing which showed a sitisfactory accuracy with expected results. These stars are flaring or stop their flare activity. The cluster analisis show that it is in best agreement with expected distribution.

ЛИТЕРАТУРА

1. *G.H.Herbig*, Symposium On Stellar Evolution, ed. J. Sahade, Astron. Observ. Nat. Univ. La Plata, 1962, p.45.
2. *W.Gliese*, Catalogue of Nearby Stars, Veroffentlichungen des Astronomischen Rechen-Institute, Heidelberg, Nr.22, 1969.
3. *Л.В.Мирзоян*, Астрофизика, 36, 277, 1993.
4. *Р.Е.Гершберг*, Вспыхивающие звезды малых масс, Наука, М., 1978, см. *Н.Л.Шаховская*, Звезды типа UV Ceti солнечной окрестности.
5. *Т.Ю.Магакян, С.В.Зарацян*, Сообщ. Бюраканской обс., 55, 80, 1984.
6. *J.R.Stauffer*, Astron. J., 85, 1341, 1980.
7. *J.R.Stauffer, L.W.Hartmann*, Astrophys., J. Suppl. Ser., 61, 531, 1986.
8. *B.R.Pettersen, S.L.Hawley*, Astron. Astrophys., 217, 187, 1989.
9. *Д.С.Эванс*, Труды Бюраканского симпозиума, под ред. Л.В. Мирзояна,

10. *M.Rodono*, Flare Activity Binary Systems, Catania Obs.Preprint, 1979.
11. *R.Wooley, S.B.Pocock, E.A.Epps, R.Flinn*, Roy.Observ.Bull., No.166, 1971.
12. *Л.В.Мирзоян, В.В.Амбарян, А.Т.Гарибджанян*, Астрофизика, 33, 5, 1990.
13. *Л.В.Мирзоян, В.В.Амбарян, А.Т.Гарибджанян, А.Л.Мирзоян*, Астрофизика, 31, 259, 1989.
14. *G.H.Herbig*, Problems of Physics and Evolution of the Universe, ed. L.V. Mirzoyan, Acad. Sci. Armenian SSR, Yerevan, 1978, p.171.
15. *V.A.Ambartsumian, L.V.Mirzoyan*, New Directions and New Frontiers in Variable Star Research, IAU Colloquium No.15, Veroff, Bamberg, 9, No. 100, 98, 1971.