

УДК: 524.338.6

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СУБФУОРОВ (EXORS) I. V1118 Ori

ЭЛЬМА С.ПАРСАМЯН¹, РАУЛЬ МУХИКА², ЛУИС КОРРАЛ²,

Поступила 31 мая 2002

Спектральные наблюдения звезды V1118 Ori во время выброса 1992-94гг. показали, что, как и во время выброса 1989г., спектр похож на спектр звезд типа Т Тельца с сильными линиями водорода и CaII, а также линиями FeI, FeII, HeI, NaI средней интенсивности.

1. *Введение.* Звезда V1118 Ori находится в области ассоциации Ориона, первое ее фуорообразное повышение блеска (выброс) в 1982-84гг. было зарегистрировано Шаналом [1]. За последующие годы у звезды наблюдались несколько выбросов, таким образом звезда вступила в свою активную фазу, характерную для небольшой группы звезд, именуемых эксорами (Exors) или субфуорами [2,3]. Дальнейшие выбросы звезды наблюдались в 1988-1990гг., 1992-1994гг., 1996-1998гг. [4-6].

Поиски активности звезды V1118 Ori за период, охватывающий 30 лет, на пластинках обсерватории Тонантингла (INAOE), позволили обнаружить у нее как быстрые вспышки, характерные для карликовых звезд ассоциации Ориона, так и более медленные изменения, возможно связанные с фуорообразной активностью. В работе [4] приводятся 6 таких свидетельств, относящихся к 1953, 1960, 1967, 1977, 1981гг. В результате просмотра старых пластинок из архива Зоннебергской обсерватории были обнаружены повышения блеска звезды в 1939, 1956 и 1961 годах, но о характере повышения блеска авторы не сообщают [7]. В частности, согласно данным наблюдений в Зоннебергской обсерватории, 5.02.56г., $m_v \sim 14.0$, а 28.02.56г., согласно наблюдениям в обсерватории Тонантингла, звезда находилась в минимуме блеска. Если бы это был выброс, то так быстро блеск звезды не достиг бы минимального значения. Скорее всего, 5.02.56г. наблюдалась быстрая вспышка. Кроме известных субфуоров из списка Хербига [8], стал известен еще один кандидат в субфуоры- SVS 13 - источник возбуждения объектов Хербига-Аро 7-11 [9]. Вопрос о том, является ли звезда T Tau S - субфуором, пока еще остается открытым [10,11].

В настоящее время нам известны всего две вспышки V1118 Ori, во время которых были проведены спектральные наблюдения, это в 1989г. [12,13] и в 1992-94гг., обсуждаемые в настоящей статье. Наблюдения были проведены на разных телескопах, с разными параметрами приемной

аппаратуры. Объединив эти данные, можно составить представление о спектре выброса в диапазоне длин волн $\lambda\lambda$ 3800 - 9000 Å.

2. *Наблюдательный материал.* Спектральные наблюдения были проведены одним из авторов (Э.П.) на 2.12-м телескопе обсерватории G.Nago в Кананеа (Мексика) со спектрографом LFOSC (The Landessternwarte Faint Object Spectrograph and Camera) в фокусе Кассегрена, позволяющим получить "синюю" спектральную область около $\lambda\lambda$ 4000 - 7200 Å с дисперсией примерно 5.5 Å/pixel и "красную" $\lambda\lambda$ 4200 - 9000 Å с дисперсией 8.2 Å/pixel. Разрешающая сила системы примерно 15 Å. Использован детектор Tompson 376x584 CCD. Ширина использованной щели равнялась 3", а высота - 360". Наблюдательный материал был обработан с использованием пакета программ IRAF. В некоторых случаях спектр неба и туманности Ориона сохранился.

В табл.1 приведены даты наблюдений, спектральная область, длительность экспозиций и количество использованных спектров.

Таблица 1

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

Дата	Спектр. обл. (Å)	Эксп. (мин)	Колич. спектров
30.XI.1992	4000-9000	50	1
02.XII.1992	4000-9000	60	1
22.II.1993	4000-7200	60	1
27.XII.1994	4000-9000	20	1
27.XII.1994	4000-7200	40	1

3. *Результаты наблюдений и обсуждение.* Не имея спектра V1118 Ori вне вспышки, судя по ее фотометрическим данным и считая ее членом ассоциации Ориона, основанием чему служат такие ее характеристики в минимуме блеска, как вспышечная активность (flare), переменность, звезду можно отнести к спектральному классу M2-M3. Однако следует отметить, что кратковременные вспышки по своему виду несколько отличались от многочисленных быстрых вспышек, обнаруженных в ассоциации Ориона, возможно поэтому они не были обнаружены ранее [4].

Во время вспышки субфуроры характеризуются избыточным ультрафиолетовым излучением и на диаграмме $U-B$, $B-V$ находятся в области, характерной для звезд типа Тельца с сильным ультрафиолетовым избытком [4]. Показатели цвета $U-B$ и $B-V$ звезды V1118 Ori во время вспышки 19.10.1983г. равны были -0.84 и 0.99 [3], а во время вспышки 1989г. изменялись, достигая значений -0.94 и 0.64 соответственно. Фотозлектрические наблюдения V1118 Ori, проведенные в ноябре-декабре 1989г., дают единственную до настоящего времени информацию о поведении звезды, все еще находящейся в максимуме, но уже перед

спадом в *UBVR* цвете. Согласно [4], если показатели цвета *B-V*, *V-R* сохраняли в течение наблюдаемого периода малые колебания блеска, но в среднем сохраняли постоянство с изменением *V*, то *U-B* в это же время демонстрировало посинение с ослаблением звезды.

Фотометрические наблюдения звезды V1118 Ori во время вспышки, рассматриваемой в статье, начиная с января 1993г., проводились в Испании [5]. Первое наблюдение в лучах *V* показало, что блеск звезды $V=14^m.7$, все последующие наблюдения показали, что блеск звезды с колебаниями оставался в пределах 15-16.5 звездной величины до марта 1994г., после чего наблюдения были прерваны. Эти данные свидетельствуют о том, что максимум выброса имел место раньше и наблюдения относятся к постмаксимальному периоду (рис.1, [5]).

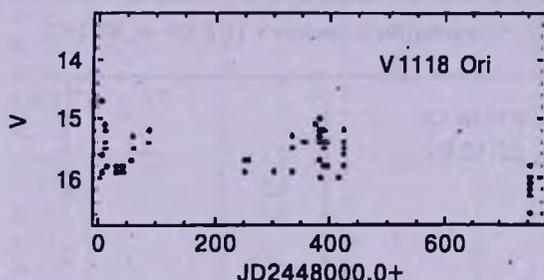


Рис.1. Кривая блеска звезды V1118 Ori во время выброса 1992-94г. [5].

В табл.2 приведены амплитуды выбросов, происшедших за период 1982-1998гг. [3-6].

Таблица 2

АМПЛИТУДЫ ВЫБРОСОВ

Период	ΔU	ΔB	ΔV	ΔR
1982-84	≥ 4	3.6	3.2 (3.8)	2.6
1988-90	≥ 5.8	4.4	4.0	2.6
1992-94			≥ 2	
1996-98			>3	

В минимуме блеска пределы изменения V1118 Ori следующие [4]:

<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>
>18.8	17.6-18.2	16.3-17.4	15.2-15.8

Спектральные наблюдения звезды V1118 Ori начаты были 30 ноября 1992г., когда у звезды уже произошел выброс и, возможно, наши наблюдения относились к постмаксимальному периоду. Этим, по-видимому, объясняется относительно маленькая амплитуда выброса 1992-94гг. по сравнению с прежними выбросами (табл.2). На рис.2-4 приведены записи спектров звезды в период выброса.

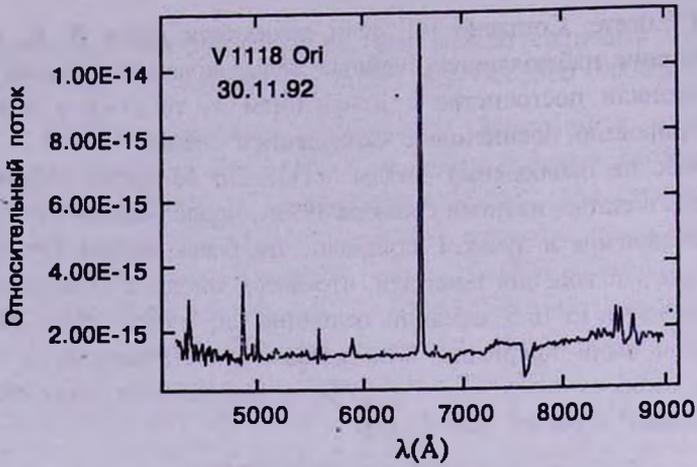


Рис.2. Спектрограмма звезды V 1118 Ori за 30.11.92г.

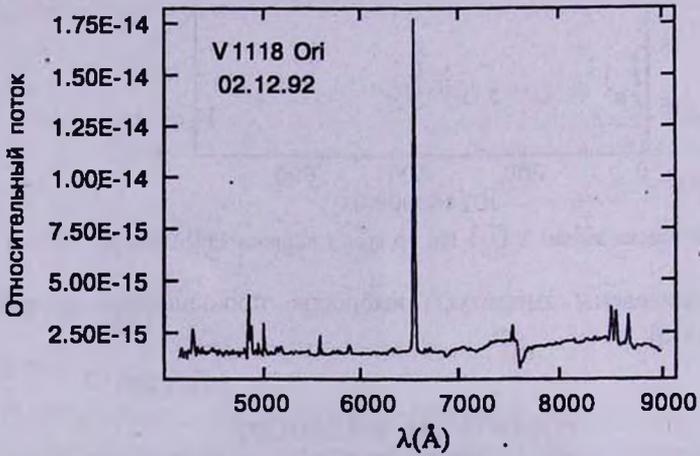


Рис.3. Спектрограмма звезды V 1118 Ori за 02.12.92г.

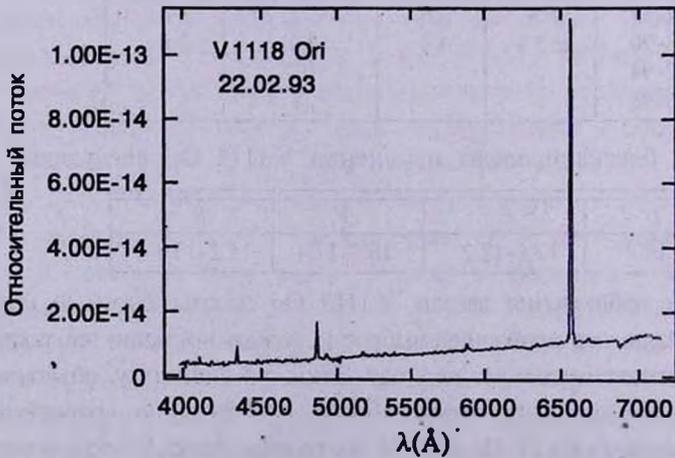


Рис.4. Спектрограмма звезды V 1118 Ori за 22.02.93г.

Результаты спектральных наблюдений приведены в табл.3, где дан список некоторых отождествленных эмиссионных линий, наблюдавшихся в звезде V 1118 Ori (многие из них бленды). При отождествлении линий были использованы таблицы эмиссионных линий из следующих источников [14-16]. Как следует из рис.2-4 и табл.3, в течение наблюдаемых ночей происходят изменения интенсивностей излучений как в линиях, так и в непрерывном спектре. Особенно заметны изменения в бальмеровских линиях водорода.

Таблица 3

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ V 1118 Ori

λ	30.XI	02.XII	22.II	Элементы
4101			5.4	H δ
4132				FeI
4184			5.2	FeII+FeI
4308	4.7			FeI+?TiII
4326				FeI+ScII
4340	20.6	13.8	13.2	H γ
4379		2.0		FeI
4420		1.9		FeI
4471			3.6	HeI
4680				FeI
4713				HeI
4861	41.5	28.7	21.4	H β
4924		4.5	4.1	FeII
5018				FeII
5137		5.1		FeII
5172	5.8	5.3	2.9	MgI+FeII
5234			1.0	FeII
5276			2.0	FeII
5326			3.4	FeII
5875		6.6	3.4	HeI
5896	11.1	4.2	0.8	NaI
6344		4.3		FeI
6563	218.8	212.7	97.5	H α
6678		2.0		FeI
6683	2.6		1.7	FeI
6717	6.0	3.0		CaI
8498	12.8	16.5		CaII
8542	13.5	16.5		CaII
8662	10.8	14.0		CaII

Как и во время выброса 1989г. [12-13], спектр V 1118 Ori характеризуется интенсивными эмиссионными линиями бальмеровской серии водорода, низко возбужденными линиями нейтральных и ионизованных металлов: HeI, FeI, FeII, CaI, CaII, NaI, MgI. Наблюдается также интенсивный инфракрасный триплет вокруг 8500Å CaII, по интенсивности уступающий лишь линиям водорода. На этих же спектрах можно заметить слабые

фотосферные абсорбционные линии.

В табл.4 приведены относительные потоки бальмеровских линий водорода в наблюдаемые дни.

Таблица 4

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОТОКИ БАЛЬМЕРОВСКИХ ЛИНИЙ
ВО ВРЕМЯ ВЫБРОСА

Дата	H α /H β	H γ /H β	H δ /H β
30.XI.1992	5.8	0.5	
02.XII.1992	8.2	0.5	
22.II.1993	11.8	0.4	0.2

В спектре, полученном 19 декабря 1989г., наблюдался коротковолновый абсорбционный компонент у линии H α , смещенный на 500 км/с от пика линии H α , что свидетельствовало об интенсивном истечении вещества из звезды [13]. К сожалению, использованное низкое разрешение не позволило провести такие же измерения и в данном случае. Интересно напомнить, что у звезды EX Lup, испытавшей очередной флуорообразный выброс в 1994г. [7], в спектре наблюдались обратные P Cug профили со средней скоростью смещения абсорбционного компонента +240 км/с, доходящей позднее до 360 км/с. Такое явление у этой звезды впервые было обнаружено Хербигом [17]. Обратный P Cug эффект наблюдался и у другого субфуора, DR Tau [18].

В отличие от классических звезд типа T Тельца, которые обычно имеют характерный эмиссионный спектр, субфуоры демонстрируют такой спектр лишь во время выброса или же ослабевший в промежутках между выбросами, в так называемый "активный" период, как, например, в случае V 1143 Ori, для которого известен спектр в минимуме блеска [19]. Об этом свидетельствует и тот факт, что звезда V 1118 Ori не попала в каталог H α эмиссионных звезд области туманности Ориона [20], как и другой субфуор V 1143 Ori, т.к. у нее, кроме одного случая, когда наблюдалась слабая H α в течение нескольких дней, за 150 часов спектральных наблюдений с объективной призмой, охватывающих период около 30 лет, линия H α не наблюдалась [4]. Это означает, что в минимуме блеска в спектре звезды эмиссионная линия H α или очень слабая, или же отсутствует. Переменность линии H α наблюдалась у большинства звезд в области туманности Ориона [20].

4. *Заключение.* Проведены спектральные наблюдения звезды V 1118 Ori во время выброса 1992-94гг. Согласно самым ранним спектральным наблюдениям 30.XI.1992г. звезда уже была в активной фазе ($V \leq 14$). При дальнейших наблюдениях блеск звезды несколько ослабел. Спектр

звезды во время выброса, как и при наблюдениях в 1989г. [13], характерен для звезд типа Т Тельца. Кроме сильных эмиссионных бальмеровских линий водорода, ионизованного CaII (H и K CaII, инфракрасный триплет), нейтрального гелия, наблюдаются характерные для звезд типа Т Тельца флюоресцентные линии FeI, FeII, NaI. Приводятся результаты измерений некоторых эмиссионных линий и их отождествления. Изменения в течение выброса происходят как в линиях, так и в непрерывном спектре звезды.

Тот факт, что среди всех известных переменных звезд, в том числе и звезд типа Т Тельца и вспыхивающих, известны порядка 10 субфуоров, говорит о том, что это явление редкое и кратковременное в жизни звезды. О редкости свидетельствует и явление фуора в жизни звезд типа Т Тельца. Насколько эти явления близки по своей природе, покажут дальнейшие наблюдения субфуоров как во время вспышки, так и в минимуме блеска. Как было показано в работе [21], есть основание считать, что эти явления, возможно, близки по своей природе. Теоретические подходы к решению проблем, связанных с эволюцией звезд типа Т Тельца, еще раз подчеркивают сложность проблемы [22].

Один из авторов (Э.С.П.) приносит благодарность всем ночным ассистентам обсерватории Г.Аро в Кананеа за помощь при наблюдениях.

¹ Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения, e-mail: elma@sci.am

² Национальный институт астрофизики, оптики и электроники (INAOE), Мексика

SPECTRAL OBSERVATIONS OF SUBFUORS (EXORS) I. V1118 Ori

ELMA S.PARSAMIAN¹, RAUL MULICA², LUIS CORRAL²

Observations of the star V 1118 Ori during the outburst in 1992-94 show that as during the outburst in 1989, spectra is similar to the spectra of T Tau stars with strong lines of hydrogen, CaII and moderate FeI, FeII, HeI, NaI as well.

Key words: *stars: flare-individual: V1118 Ori*

ЛИТЕРАТУРА

1. *M.Shanal*, Intern. Astronomical Union Circular, №3924, 1984.
2. *G.H.Herbig*, Low Mass Star Formation and Pre-Main Sequence Objects, ed. V.Reipurth, München, 1989, p.233.
3. *Э.С.Парсамян, К.Г.Гаспарян*, *Астрофизика*, 27, 447, 1987.
4. *Э.С.Парсамян, М.А.Ибрагимов, Г.Б.Оганян, К.Г.Гаспарян*, *Астрофизика*, 36, 23, 1993.
5. *Jose Garcia Garcia, Antonio Mampaso, Elma S.Parsamian*, Inf. Bull. Var. Star, №4268, Konkoly, 1995.
6. *Jose Garcia Garcia, Elma S.Parsamian*, Inf. Bull. Var. Star, №4925, Konkoly, 2000.
7. *C.Paul, P.Kroll, T.Lehmann*, Flares and Flashes, Proceedings of IAU Colloquium N151, Sonneberg, Germany, eds. Greiner et al., 1995, p.229.
8. *G.H.Herbig*, *Astrophys. J.*, 217, 693, 1971.
9. *J.Eislöffel, E.Günter, F.V.Hessman, R.Mundt, R.Poetzel*, *Astrophys. J.*, 383, L19, 1991.
10. *A.M.Ghez, G.Neugebauer, P.W.Gorham et al.*, *Astron. J.*, 102, 2066, 1991.
11. *M.Simon, A.J.Llongmore, M.A.Shure, A.Smillie*, *Astrophys. J.*, 456, L41, 1996.
12. *L.G.Gasparian, A.S.Melkonian, G.H.Ohanian, E.S.Parsamian*, Flare Stars in Star Clusters, Associations and Solar Vicinity, 253, eds. L.V.Mirzoyan et al., 1990.
13. *Э.С.Парсамян, К.Г.Гаспарян, Г.Б.Оганян, А.С.Мелконян*, *Астрофизика*, 39, 365, 1996.
14. *G.H.Herbig*, *Astrophys. J.*, 360, 639, 1990.
15. *I.Appenzeller, I.Jankovich, R.Letter*, *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.*, 64, 65, 1986.
16. *C.E.Moore*, A Multiplet Table of Astrophysical Interest, Princeton Univ. Observ., 1995.
17. *G.H.Herbig*, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 62, 211, 1950.
18. *R.Mundt*, *Astrophys. J.*, 280, 749, 1984.
19. *М.Пеймберт, Э.С.Парсамян, К.Г.Гаспарян и др.*, *Астрофизика*, 35, 181, 1991.
20. *Elma S.Parsamian, Enrique Chavira*, *Bol. Inst. Tonantzintla*, 69, 3, 1982.
21. *Э.С.Парсамян, К.Г.Гаспарян*, *Астрофизика*, 27, 447, 1987.
22. *L.Hartmann*, Pre-Main-Sequence Evolution of Low-Mass Stars, The 11th Cool Stars, Stellar Systems and Sun, ASP Conference, eds. R.J.Garcia Lopez et al., 223, 3, 2001.