

УДК: 520.84

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ V1118 Ori в 1989 г.

Э.С.ПАРСАМЯН, К.Г.ГАСПАРЯН
Г.Б.ОГАНЯН, А.С.МЕЛКОНЯН

Поступила 3 февраля 1996

Принята к печати 10 мая 1996

Спектры звезды V1118 Ori, полученные во время фуорообразной вспышки в 1989 г. характерны для классических звезд типа T Tau. Наиболее интенсивными линиями в спектре были эмиссионные Бальмеровские линии водорода и CaII. В спектре, полученном 19 декабря 1989г., наблюдался коротковолновый абсорбционный компонент у линии H_{δ} , смещенный на 500 км/с от пика линии H_{δ} , что свидетельствовало об интенсивном истечении вещества из звезды. Частота фуорообразных вспышек у звезды V1118 Ori в активный период в среднем одна вспышка в три года. Существует некоторая аналогия между медленными вспышками и вспышками EXors (субфуоров).

1. *Введение.* Особый интерес к немногочисленной группе звезд типа T Тельца, которые время от времени испытывают фуорообразные вспышки (outbursts), возник благодаря работе Хербига [1], в которой он предположил, что если существуют вспышки фуоров у звезд типа T Тельца и отсутствуют у звезд главной последовательности, то должны быть звезды, у которых могут наблюдаться вспышки, напоминающие вспышки фуоров, но в слабой форме, т.е. они могут быть недостающим звеном между фуорами и звездами главной последовательности. Первые три звезды, у которых он нашел такие характеристики были EX Lup, VY Tau и UZ Tau. В настоящее время известны еще несколько звезд, которые Хербиг относит к той же группе, получивших название EXors или субфуоров [2,3]: NY Ori, PV Cep, V1118 Ori, V1143 Ori, DR Tau и Anon. К этой группе недавно прибавилась еще одна звезда T Tau S, у которой в инфракрасных лучах наблюдалась вспышка амплитудой в две звездные величины [4,5]. Вспышка началась в 1980г. и, в отличие от остальных звезд этой группы, T Tau S не видна в видимых лучах.

Хартман и др. [6] на основе модели аккреционного диска пришли к выводу о том, что звезды типа T Tau могут подвергаться более скромным вспышкам аккреции, которые можно ассоциировать с явлением субфуоров. Они помещают вспышки субфуоров в конце жизни классических звезд типа T Tau.

В 1982-1983гг. у звезды V1118 Ori впервые наблюдалась фуорообразная вспышка [7].

В 1988г. произошла вторая вспышка V1118 Ori [8]. Из приведенной

в [8] кривой блеска, следует, что звезда находилась в максимуме (с колебаниями блеска) по крайней мере с октября 1988г. по январь 1990г., после чего в течение 6-7 месяцев продолжалось затухание вспышки. Вся вспышка длилась с октября 1988г. до, примерно, августа 1990г.

Третья вспышка наблюдалась с ноября 1992г. до почти марта 1995г. [9]. Таким образом, звезда V1118 Opi, начиная с 1982-1983гг. вступила в активный период, который по аналогии с VY Tau, DR Tau может длиться десятки лет. Во время вспышки 1982г. спектральные наблюдения, насколько нам известно, не проводились.

Новые данные о повышении блеска V1118 Opi в 1939, 1956 и 1961гг. обнаружены недавно на основе просмотра пластинок из архива обсерватории Зоннеберг [10].

Настоящие спектральные наблюдения были проведены нами в период, когда звезда находилась в максимуме блеска в 1989г.

2. Наблюдательный материал. Спектральные наблюдения звезды V1118 Opi проводились на 6м телескопе Специальной астрофизической обсерватории АН России и на 2.6м телескопе Бюраканской астрофизической обсерватории. Наблюдения в САО проводились на планетном спектрографе (СП-124) со сканером в фокусе Нессмита в диапазоне длин волн $\lambda\lambda$ 3800-7000 с дисперсией 1.8 А/канал, разрешающей силой $\sim 4\text{A}$. Звезда наблюдалась 11.01., 19.12. 1989г. Наблюдения на 2.6м телескопе проводились в фокусе Кассегрена на спектрографе UAGS с обратной дисперсией 101 А/мм, разрешающей силой $\sim 4\text{A}$. Спектры были получены 6.01, 1.02. и 8.12.1989г.

3. Результаты наблюдений. Согласно кривой блеска звезды в наблюдаемый период, с января 1989г. по январь 1990г. звезда все еще находилась в максимуме блеска [8]. Спектральные наблюдения V1118 Opi показали, что в период флуорообразной вспышки спектр звезды эмиссионный, как у классических звезд типа T Tauri. На рис. 1 приводится спектр звезды, полученный 11.01.89г., а на рис. 2 а, б - спектры звезды V1118 Opi в коротковолновом и длинноволновом диапазоне частот, полученные 19.12.89г. В табл. 1 приводятся отождествленные эмиссионные линии, наблюдавшиеся в звезде V1118 Opi (большинство из них бленды). Для отождествления линий были использованы таблицы эмиссионных линий из работ [11-13]. Линия H_γ на спектре от 19 декабря была в поглощении.

Многие из этих линий наблюдаются у звезд VY Tau и V1143 Opi [11,14]. В табл. 2 приводятся эквивалентные ширины некоторых эмиссионных линий. Значения Бальмеровского декремента в разные дни наблюдений приведены в табл. 3.

4. *Обсуждение результатов.* Переменность блеска звезды V1118 Ori впервые была обнаружена Розино и Чианом в инфракрасных лучах [15]. На основе анализа многолетних фотографических наблюдательных данных, определены пределы изменения блеска звезды в *UBVR* в минимуме [8]:

<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>
≥ 18.8	$17.6+18.2$	$16.3+17.3$	$15.2+15.8$

Настоящая вспышка началась несколько раньше октября 1988г. Время подъема блеска звезды неизвестно. Вспышка продолжалась до, примерно августа 1990 г. Амплитуды вспышки в *UBVR* были [8]:

$$\Delta U \geq 5.8 \quad \Delta B \approx 4.4 \quad \Delta V \approx 4.0 \quad \Delta R \approx 2.6$$

Согласно кривой блеска звезды в наблюдаемый период, с января 1989 г. по январь 1990 г. звезда все еще находилась в максимуме блеска [8].

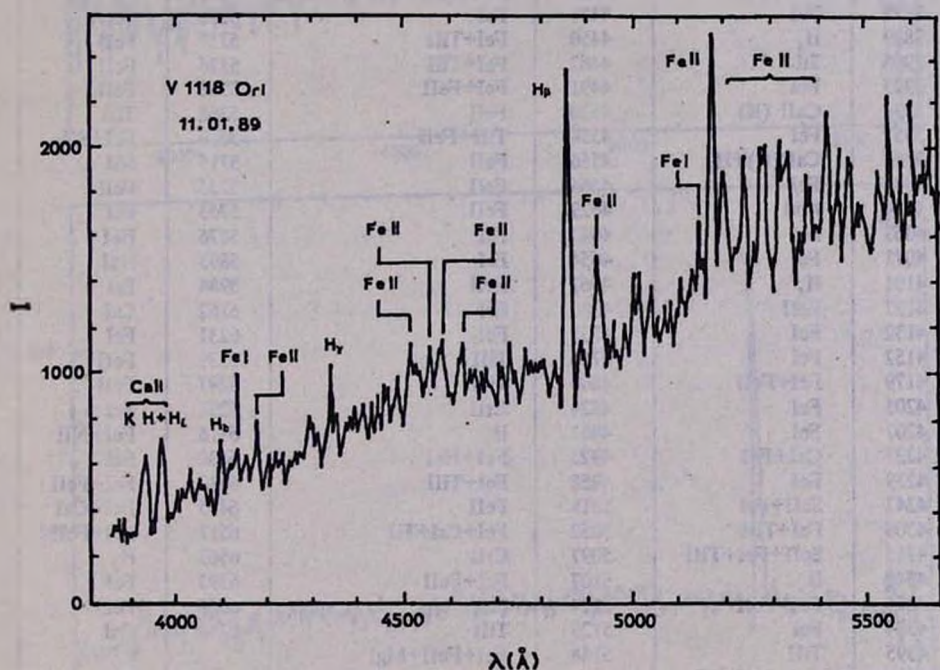


Рис. 1. Спектр звезды V1118 Ori в коротковолновом диапазоне частот, снятый 11.01.89г.

Спектр звезды богат как линиями низко возбужденных нейтральных металлов FeI, TiI, NiI, так и ионизованных FeII, TiII, CrII и др. Наиболее интенсивными являются линии Бальмеровской серии водорода и CaII, в целом спектр во время вспышки похож на спектр классических звезд типа Т Тау. В спектре звезды от 19 декабря, когда звезда все еще была

в максимуме блеска ($U-B=-0.45$, $B-V=0.52$, $V=13.19$ [8]), у линии H_α наблюдался коротковолновый абсорбционный компонент, смещенный на -500 км/с, свидетельствующий об интенсивном истечении материи из звезды. Малое разрешение спектров не позволяет сделать какой-либо вывод о других линиях. На этом же спектре уже появились линии поглощения некоторых металлов FeI, FeII, CrI, CrII, TiII, а также полосы поглощения.

Таблица 1

**ОТОЖДЕСТВЛЕННЫЕ ЭМИССИОННЫЕ ЛИНИИ,
НАБЛЮДАВШИЕСЯ В V1118 Ori
(11.01.1989г. и 19.12.1989г.)**

λ	Элементы	λ	Элементы	λ	Элементы
3832	MgI	4400	TiII+ScII	5195	FeI
3856	SIII+FeI	4416	FeI+FeII+ScII	5202	FeII
3878	FeI	4431	FeI	5276	FeII
3889	H ₁	4450	FeI+TiII	5317	FeII
3905	SiI	4467	FeI+TiII	5326	FeII
3923	FeI	4491	FeI+FeII	5338	FeII
3934	CaII (K)	4520	FeII	5368	TiII
3957	FeI	4534	TiII+FeII	5616	FeI+SII
3968	CaII(H)+H ₁	4556	FeII	5715	NiII
4005	FeI	4584	FeII	5735	FeII
4034	MnI	4629	FeII	5763	FeI
4063	FeI	4647	FeI	5876	HeI
4071	FeI	4654	FeI	5893	NaI
4101	H ₁	4667	FeII	5984	FeI
4123	FeII	4680	FeI	6162	CaI
4132	FeI	4731	FeI	6231	FeI
4152	FeI	4780	TiII	6239	FeII
4179	FeI+FeII	4805	TiII	6247	FeII
4201	FeI	4824	CrII	6298	FeI
4207	FeI	4861	H ₁	6316	FeI+NiII
4227	CaI+FeI	4923	FeI+HeI	6400	FeI
4239	FeI	4958	FeI+TiII	6432	FeI+FeII
4247	ScII+FeI	5018	FeII	6495	FeI+CaI
4308	FeI+TiII	5052	FeI+CrI+TiI	6517	FeI+FeII
4315	ScII+FeI+TiII	5097	CrII	6563	H ₁
4340	H ₁	5107	FeI+FeII	6593	FeI
4355	FeI+FeII	5124	FeI	6663	FeI
4384	FeI	5129	TiII	6718	CaI
4395	TiII	5168	FeI+FeII+MgI		

Как было отмечено нами ранее, истечение вещества, характерное для многих звезд типа Т Тау, во время вспышки субфлуором во много раз повышает свою интенсивность, возможно при той же скорости истечения. Это явление приводит к образованию квазистационарной околосредней оболочки, которая в течение 1.5-2 лет рассеивается из-за уменьшения интенсивности истечения [3]. Так, спектральные исследования четырех звезд UZ Тау Е, EX Lup, VY Тау и DR Тау из группы субфлуором, проведенные Мундтом [16] показали, что

только у двух из них, DR Tau и UZ Tau E, были обнаружены прямые свидетельства относительно истечения вещества (потери массы). Это очевидно было связано с тем, что в период наблюдений эти звезды были в спокойном состоянии. У звезды VY Tau в максимуме блеска в 1970г. Хербиг наблюдал коротковолновый абсорбционный компонент у линии CaII, смещенный на -448 км/с, в то же время у линии H_α он отсутствовал [2].

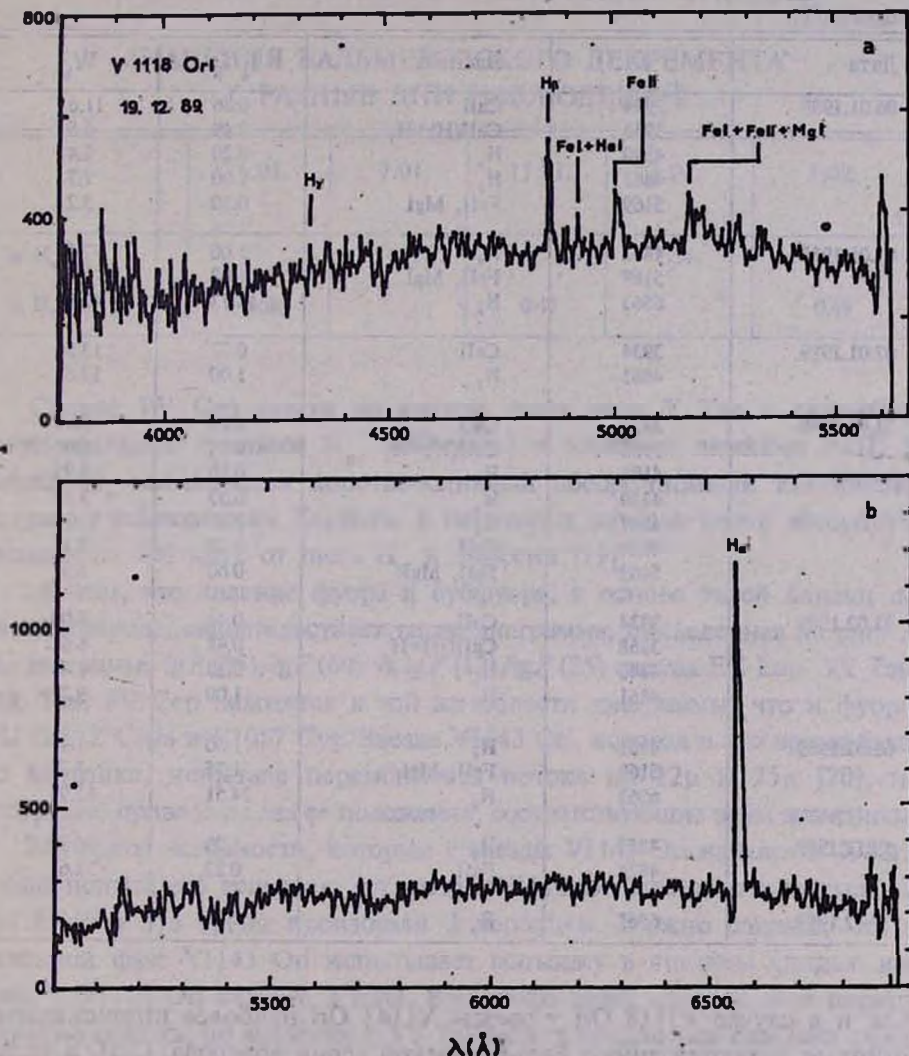


Рис. 2. а, б. Спектры звезды V1118 Ori в коротковолновом и длинноволновом диапазоне частот, снятые 19.12.89г.

Спектр V1118 Ori по своим характеристикам больше всего похож на спектр V1143 Ori [14]. Если учесть, что оба они вступили в свою активную

фазу почти одновременно и в минимуме блеска V1143 Oгi спектрального типа M2 [14], а V1118 Oгi по своим фотометрическим данным ($18.2 \leq B \leq 17.6$ [8]) в минимуме блеска должна быть типа $\geq M2-M3$, то можно ожидать некоторос подобие в их спектральных характеристиках.

Таблица 2

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ НЕКОТОРЫХ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ

Дата	λ	Элемент	I_{λ}/I_p	W_{λ}
06.01.1989	3934	CaII	0.86	11.6
	3968	CaII(H)+H ₂	0.49	6.6
	4340	H ₂	0.20	2.4
	4861	H ₂	1.00	7.7
	5169	FeII, MgI	0.80	5.2
07.01.1989	4862	H ₂	1.00	7.5
	5169	FeII, MgI	1.08	7.0
	6563	H ₂	18.73	47.0
07.01.1989	3934	CaII	0.77	13.50
	4861	H ₂	1.00	13.61
11.01.1989	3934	CaII	0.23	9.71
	3968	CaII(H)+H ₂	0.34	15.07
	4101	H ₂	0.10	2.95
	4340	H ₂	0.33	7.52
	4861	H ₂	1.00	13.79
	4924	FeII	0.38	5.13
	5169	FeII, MgI	0.60	5.91
01.02.1989	3934	CaII	0.44	6.09
	3968	CaII(H)+H ₂	0.48	6.61
	4340	H ₂	0.33	4.49
	4861	H ₂	1.00	9.71
01.02.1989	4861	H ₂	1.00	4.47
	5169	FeII, MgI	1.75	7.20
	6563	H ₂	34.51	63.97
19.12.1989	4861	H ₂	1.00	6.96
	4924	FeII	0.23	1.63
19.12.1989	6563	H ₂		40.50

Как и в случае V1118 Oгi у звезды V1143 Oгi наиболее интенсивными линиями являются линии Бальмеровской серии водорода, CaII, а также линии нейтральных и ионизированных металлов, V1143 Oгi также является звездой типа Т Тау [14]. Большинство линий, наблюдаемых в V1118 Oгi наблюдаются и у VY Тау, но с меньшей интенсивностью. Как отмечает Хербиг, в спектре VY Тау во время вспышки доминируют низко возбужденные линии металлов, в частности FeI, в то время как FeII

слабы, а Бальмеровские эмиссионные линии незаметны, что отличает VY Tau от обычных звезд типа T Tau [2].

Спектральные характеристики DR Tau, как и кривая блеска, значительно отличаются от остальных звезд того же типа. Если по своим спектральным характеристикам DR Tau во время вспышки имеет спектральные характеристики пекулярной звезды типа T Tau, то по форме кривой блеска это скорее всего фуор [16-18].

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЯ БАЛЬМЕРОВСКОГО ДЕКРЕМЕНТА В РАЗНЫЕ ДНИ НАБЛЮДЕНИЙ

	6.01.	7.01.	11.01.	1.02.	1.02.
$\lg H_\alpha/H_\gamma$		1.27		1.54	
$\lg H_\beta/H_\gamma$	0.68		0.47		0.48

Спектр PV Сер похож на спектр звезд типа T Tau с сильными эмиссионными линиями H_α , [OI], [SII] и многими линиями FeII. У линии H_α наблюдается коротковолновый абсорбционный компонент: согласно наблюдениям Хербига, в некоторых случаях центр абсорбции смещен на 400 км/с от пика H_α в эмиссии [19].

О том, что явление фуора и субфуора, в основе своей близки по своей природе, свидетельствует также диаграмма, приведенная на рис. 3. На диаграмме $\lg F(25)/\lg F(60)$ vs $\lg F(12)/\lg F(25)$ звезды EX Lup, VY Tau, DR Tau, PV Сер находятся в той же области диаграммы, что и фуоры FU Ori, Z CMa и V1057 Cyg. Звезда V1143 Ori, которая в это время была во вспышке, испытала переменность потока на 12μ и 25μ [20], на диаграмме приведены два ее положения, соответствующие этим значениям.

За период активности, который у звезды V1143 Ori начался в 1982г., звезда испытала 5 вспышек, а у звезды V1118 Ori активность началась в 1983г. и за это время произошли 3 вспышки. Можно считать, что в активной фазе V1143 Ori испытывает вспышку в среднем каждые два года, а V1118 Ori каждые 3 года. Как долго будет длиться этот период - трудно сказать, по аналогии с VY Tau может продлиться еще несколько лет. Как видим, частота вспышек у V1143 Ori несколько выше, чем у V1118 Ori и в обоих случаях меньше, чем у VY Tau. Возможно, как и в случае VY Tau, можно допустить, что в последующих периодах активности частота вспышек увеличиться.

Как известно, звезды типа T Tau испытывают не только крупномасштабные вспышки типа фуоров и субфуоров, но и быстрые вспышки,

наблюдающиеся у карликовых звезд в звездных агрегатах и в окрестности Солнца. У звезд V1118 Ori, V1143 Ori и VY Tau также были обнаружены быстрые вспышки, характерные для звезд Т Тау и карликовых звезд типа К-М [8,21,22]. Кроме того, у VY Tau обнаружена 5.37-дневная

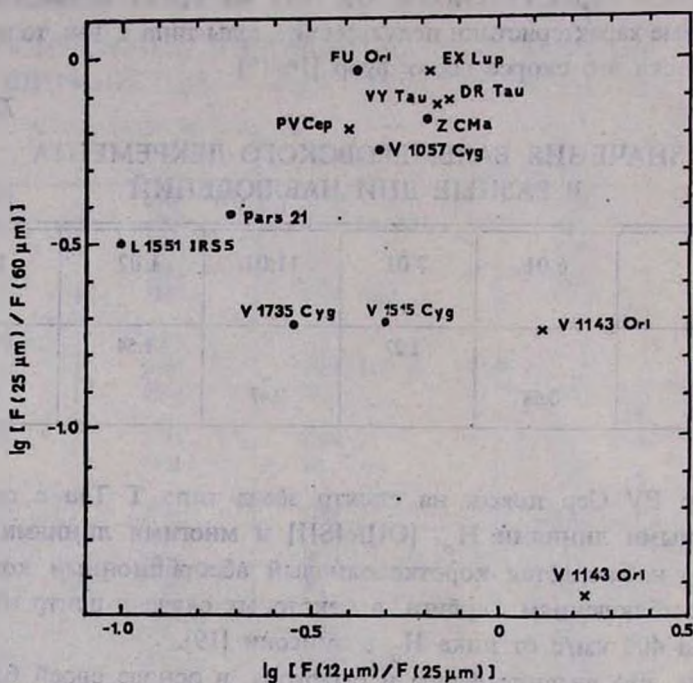


Рис. 3. Зависимость $\lg F(25)/\lg F(60)$ от $\lg F(12)/\lg F(25)$ для некоторых нестационарных звезд. Точки - фуоры, крестики - субфуоры (Ехотз) (объяснение в тексте).

периодичность [23], а у DR Tau 5-10-дневная периодичность [24], характерные для многих вспыхивающих звезд, как свидетельство присутствия пятен на их поверхности. У обычных вспыхивающих звезд встречаются редкие, так называемые медленные вспышки, кривая блеска которых напоминает кривые блеска фуоров и субфуоров, но в короткой шкале времени. Есть три обстоятельства, роднящие субфуоры и медленные вспышки [25-27]:

1) Форма кривой блеска; 2) наблюдавшийся ультрафиолетовый экссесс во время вспышки; 3) эмиссионный спектр, характерный для звезд типа Т Тау.

У наиболее яркой представительницы звезд, испытывающих медленные вспышки, у вспыхивающей звезды Ориона №177 [25] вспышка продолжалась более 19 часов. У звезды 177 в минимуме блеска наблюдается слабая H_α в эмиссии [28], ее можно считать звездой типа WTTS (звезда типа Т Тау с слабыми эмиссионными линиями). Изменения подобного

рода, но с продолжительностью уже несколько дней, наблюдались у звезд SU Ori, AY Ori и PC 453 [29]. Звезда SU Ori к тому же известна как обычная вспыхивающая звезда. Не исключено, что наблюдающаяся у этих звезд активность является промежуточной между медленными вспышками и явлением субфуоров. Как было отмечено ранее Алпенцеллером [30], нет данных о том, что классические вспыхивающие звезды имеют холодные околозвездные диски или аккрецию масс. Согласно Алпенцеллеру, в отличие от звезд Т Тау, вспыхивающие без характеристик Т Тау это те, у которых разрушились аккреционные диски. Дальнейшее исследование этих явлений возможно ответит на вопрос - существует ли связь между этими явлениями.

5. *Заключение.* Спектры звезды V1118 Ori, полученные во время фуорообразной вспышки в 1989г. характерны для классических звезд типа Т Тау. Наиболее интенсивными линиями в спектре являются эмиссионные Бальмеровские линии водорода и CaII. 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. Частота фуорообразных вспышек у звезды V1118 Ori в активный период приблизительно одна вспышка в три года. Возможно, что в дальнейшем частота вспышек повысится. Существует некоторая аналогия между медленными вспышками и вспышками субфуоров.

Авторы приносят благодарность сотрудникам Специальной астрофизической обсерватории АН России за помощь при наблюдениях.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория, Армения

SPECTRAL OBSERVATIONS OF V1118 Ori IN 1989

E.S.PARSAMIAN, L.G.GASPARIAN,
G.B.OGANIAN, A.S.MELKONIAN

Spectra of the star V1118 Ori during the fuor-like outburst in 1989 are characterized as classical T Tauri stars. The most prominent lines in the spectra are Balmer emission lines of hydrogen and CaII. In the spectrum of 19 December 1989 the H_{α} line was accompanied by an absorption component at -500km/s, as evidence of intense outflow of the matter from the star. The outburst frequency for the star V1118 Ori in its active period is approximately one outburst every three years. There is some analogy between slow flares and outbursts of EXors (subfuors).

ЛИТЕРАТУРА

1. *G.H.Herbig*, *Astrophys.J.*, 217, 693, 1977.
2. *G.H.Herbig*, *Low Mass Star Formation and Pre-Main Sequence Objects*, ed.B.Reipurth, München, 1990, p. 23.
3. *Э.С.Парсямян, К.Г.Гаспарян*, *Астрофизика*, 27, 447, 1987.
4. *A.M.Ghez, G.Neugebauer, P.W.Gorham, C.A.Haniff, S.R.Kulkarni, K.Matthews, C.Koresko, S.Beckwith*, *Astron.J.*, 102, 2066, 1991.
5. *M.Simon, A.J.Longmore, M.A.Shure, A.Smillie*, *Astrophys.J.*, 456, L41, 1996.
6. *L.Hartmann, S.Kenyon, P.Hartigan*, *Protostars and Planets III*, eds. E.H.Levy, J.I.Lunine, The Univ. of Arizona Press, 1993, p. 497.
7. *M.Shanal*, *International Astronomical Union Circular No 3924*, 1984.
8. *Э.С.Парсямян, М.А.Ибрагимов, Г.Б.Оганян, К.Г.Гаспарян*, *Астрофизика*, 36, 23, 1993.
9. *J.G.Garcia, A.Mampasso, E.Parsamian*, *Inf.Bull.Var.Stars*, N4268, 1995.
10. *C.Paul, P.Kroll, T.Lehmann*, *Flares and Flashes*, *Proceedings of IAU Colloquium N 151*, Sonneberg, Germany, eds. J.Greiner et al., 1995, p. 229.
11. *G.H.Herbig*, *Astrophys.J.*, 360, 639, 1990.
12. *I.Appenzeller, I.Jankovich, R.Letter*, *Astron.Astrophys.J.Suppl.Scr.*, 64, 65, 1986.
13. *C.E.Moore*, *A Multiplct Table of Astrophysical Interest*, Princeton Univ.Obs., 1995.
14. *М.Пеймберт, Э.С.Парсямян, К.Г.Гаспарян, А.С.Мелконян, Г.Б.Оганян*, *Астрофизика*, 35, 181, 1991.
15. *L.Rosino, A.Cian*, *Asiago Contr.* N125, 3, 1962.
16. *R.Mundt*, *Astrophys.J.*, 280, 749, 1984.
17. *I.Appenzeller, A.Reitermann, O.Stahl*, *Publ.Astron.Soc.Pac.*, 100, 815, 1988.
18. *J.Krautter, U.Bastian*, *Astron.Astrophys. (Lett.)*, 88, L6, 1980.
19. *M.Cohen, L.V.Kuhl, E.A.Harlan, H.Spinrad*, *Astrophys.J.*, 245, 920, 1981.
20. *W.B.Weaver, G.Jones*, *Astrophys.J.Suppl.S.*, 78, 239, 1992.
21. *Э.С.Парсямян, К.Г.Гаспарян, Г.Б.Оганян, Э.Чавира*, *Астрофизика*, 34, 175, 1991.
22. *A.S.Hojaev*, *Flare Stars in Star Clusters, Associations and the Solar Vicinity*, *IAU Symp. N137*, eds. L.V.Mirzoyan et.al., 1990, p. 81.
23. *K.N.Grankin, М.А.Ибрагимов, S.Ju.Melnikov, V.S.Shevchenko, S.D.Yakubov*, *Inf.Bull.Var.Stars*, N3658, 1991.
24. *S.J.Kenyon, L.Hartmann, R.Hewett, L.Carrasco*, et al., *Astron.J.*, 107, 2153, 1994.
25. *G.Haro, E.Parsamian*, *Bol.Obs.Tonantzintla*, 31, 45, 1969.
26. *Э.С.Парсямян*, *Астрофизика*, 16, 231, 1980.
27. *Э.С.Парсямян, Г.Б.Оганян*, *Астрофизика*, 33, 243, 1990.
28. *E.S.Parsamian, E.Chavira*, *Bol.Inst.Tonantzintla*, 3, 69, 1980.
29. *Э.С.Парсямян*, *Сообщ. Бюракан.обс.*, 63, 92, 1992.
30. *I.Appenzeller*, *Flare Stars in Star Clusters, Associations and the Solar Vicinity*, *IAU Symp. N137*, eds. L.V.Mirzoyan et.al., 1990, p. 239.