

УДК: 524.338.5

ВСПЫШКИ ОРИОНОВЫХ ПЕРЕМЕННЫХ В АССОЦИАЦИИ ТЕЛЕЦ ТЗ

А. С. ХОДЖАЕВ

Поступила 15 июня 1987

Принята к печати 20 июля 1987

В процессе исследования области темных облаков Тельца однородным фотографическим мультякспозиционным методом на широкоугольных телескопах системы Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм.ССР открыто 13 новых вспыхивающих звезд, оказавшихся неправильными переменными орионова населения. Примерно за 750 часов эффективного наблюдательного времени обнаружено 17 вспышек на этих звездах. Результаты анализа сложных кривых блеска вспышек этих звезд свидетельствуют о многообразии и кратности этих явлений, о различной динамике процессов энерговыделения во время вспышек. Существование вспыхивающих звезд, показывающих одновременно свойства звезд типа Т Тельца и UV Кита, указывает на близкую родственную связь этих типов молодых нестационарных звезд. Популяция вспыхивающих звезд в области темных облаков Тельца, по всей видимости, так же молода, как и аналогичные группы звезд в Орионе и Единороге.

Первым на вспышечные явления у звезд типа Т Тельца обратил внимание еще Джой [1, 2]. Несколько позже в процессе поисковых фотографических наблюдений в области ассоциаций Ориона Аро [3] зафиксировал вспышки у звезд, отмеченных ранее как активные переменные типа Т Тельца. Позже в результате длительных комплексных наблюдений были обнаружены вспышки у переменных типа Т Тельца не только в Орионе, но и в Единороге (NGC 2264) и некоторых других Т-ассоциациях (см., например, [4]).

В Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм.ССР нами были проведены обширные фотографические наблюдения области темных облаков Тельца в районе Т-ассоциации Телец ТЗ на широкоугольных телескопах системы Шмидта методом дискретных экспозиций. В результате исследования области темных облаков Тельца было обнаружено значительное число вспыхивающих звезд, неизвестных ранее как переменные звезды [5—7]. Помимо этого, нами также были открыты 13 вспыхивающих звезд, оказавшихся при отождествлении известными неправильными переменными орионовогo населения и, по имеющимся данным, принадлежащих

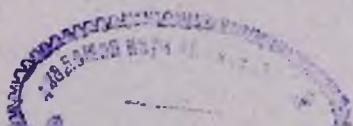


Таблица 1

ВСПЫХИВАЮЩИЕ ОРИОНОВЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ АССОЦИАЦИИ ТЕЛЕЦ ТЗ

№ п/п	Бюрак. №	Отождествление	α_{1950}	δ_{1950}	m_{pg}	Δm_{pg}	Дата	UT _{max}	Телескоп	Длительность вспышки	Тип по ОКПЗ	Спектр. класс*
1	80	FY Tau	4 ^h 29 ^m 2	24° 15'	16.7B	1.5B	29.01.81	19 ^h 04 ^m	21"	60 ^m	Ins	
2	81	V 590 Tau	4 40.6	26 19	16.8	1.0	04.03.81	16 45	21	30	Is	
3	82	HRC 69 [9]	4 39.1	25 18	16.1	1.2	25.03.81	18 02	21	40	InbsT:**	K7-M0
4	83	HV Tau	4 35.4	26 05	17.1	1.4	02.10.81	23 13	21	50	In	
5	84	HP Tau	4 32.9	22 46	15.5	0.7	12.02.82	16 15	21	40	In	K3
6	85	G1 Tau	4 30.5	24 16	15.4	1.7	13.11.82	02 14	40	35	InbT	K7***
7	86	FZ Tau	4 29.3	24 15	15.7	1.2	02.02.83	16 33	21	50	Ins	
8	87	C1 Tau	4 30.9	22 44	15.2	2.3	03.02.83	18 13	21	90	InT	K7
9	88	СПЗ 1099 [10]	4 39.9	25 11	14.5	1.3	04.02.83	16 10	21	170	In	
10	89	HQ Tau	4 32.8	22 44	14.6U	1.6U	05.11.83	18 57	40	20	Ins	
11	90	VY Tau	4 36.3	22 42	16.4U	1.5U	05.11.83	19 42	40	60	IsT	M0
12	91	DP Tau	4 39.6	25 10	16.1U	1.0U	05.11.83	21 07	40	30	Inbs	M0.5
13	92	GN Tau	4 36.1	25 41	17.3	1.4	24.01.84	18 00	21	20	Ins	

* — Спектральный класс заимствован из работы Ковна и Кун [11]; ** — наше определение типа переменности; *** — по ОКПЗ [8] спектральный класс K5 (e).

к ассоциации Телес ТЗ. У этих орионовых переменных было зарегистрировано на имеющемся в нашем распоряжении материале 17 вспышек. Они не вошли в списки, представленные в работах [5—7], куда были включены вспыхивающие звезды этой области, у которых при обнаружении вспышек не были известны признаки неправильной переменности. Однако, безусловно, все 13 неправильных переменных, у которых нами зафиксированы вспышки, являются еще и вспыхивающими звездами и должны входить в списки вспыхивающих звезд области. Для устранения некоторого пробела, т. е. для полноты списков [5—7], ниже мы публикуем данные об этих вспыхивающих орионовых переменных и о вспышках, зарегистрированных у этих звезд (табл. 1 и 2).

В последовательных столбцах табл. 1 представлены: порядковый номер, номер вспыхивающей звезды по Бюраканскому списку, отождествление звезды (название звезды приведено согласно Общему каталогу переменных звезд (ОКПЗ) [8], кроме случаев, отмеченных особо), экваториальные координаты (1950.0), средний фотографический блеск звезды до и после вспышки, амплитуда вспышки, дата регистрации вспышки, момент максимального значения по гринвическому времени, использованный телескоп, длительность всей вспышки (в мин), тип переменной по ОКПЗ и спектральный класс звезды.

Таблица 2

ПОВТОРНЫЕ ВСПЫШКИ ОРИОНОВЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

№ п/п	Бюракан. №	Название звезды	m_{pg}	Δm_{pg}	Дата	UT _{max}	Телескоп	№ вспышки	Длительность
1	80	FY Tau	16.8	2.1	12.02.82	17 ^h 08 ^m — —17 32	21"	2	215 ^m
2	80	FY Tau	17.1	1.6	12.11.82	22 32 — —23 41	40	3	100
3	90	VY Tau	16.4U	1.1U	09.12.83	18 40	40	2	50
4	82	HRC 69	16.3	0.7	11.12.83	22 48	40	2	15

В табл. 2 приведены данные о повторных вспышках на указанных звездах: порядковый номер, номер по Бюраканскому списку, название звезды, средний вневысшечный блеск звезды в фотографических лучах, амплитуда вспышки, дата и гринвическое время максимального значения блеска, использованный телескоп, порядковый номер зарегистрированной нами вспышки у данной звезды и длительность всей вспышки в минутах.

Быстрая орионовая переменная FY Tau, находящаяся в области с весьма высоким поглощением и входящая в визуально-двойную систему с компонентом FZ Tau — также быстрой орионовой переменной, показала за время наших наблюдений три типичные вспышки, отличающиеся от характерной нерегулярной переменности орионовых звезд. Первая вспышка

(табл. 1, № 1) была классической «быстрой» вспышкой согласно классификации, предложенной Аро [12] (рис. 1а): время возгорания не превышало 20 мин. Вторая вспышка (табл. 2, № 1) имела продолжительное возгорание (не менее 50 мин), почти получасовое пребывание звезды в состоянии с максимальными значениями блеска без заметных сильных колебаний их в этот промежуток времени и плавный спад (рис. 1б). Эта вспышка, по-видимому, являлась «медленной» по классификации Аро [12].

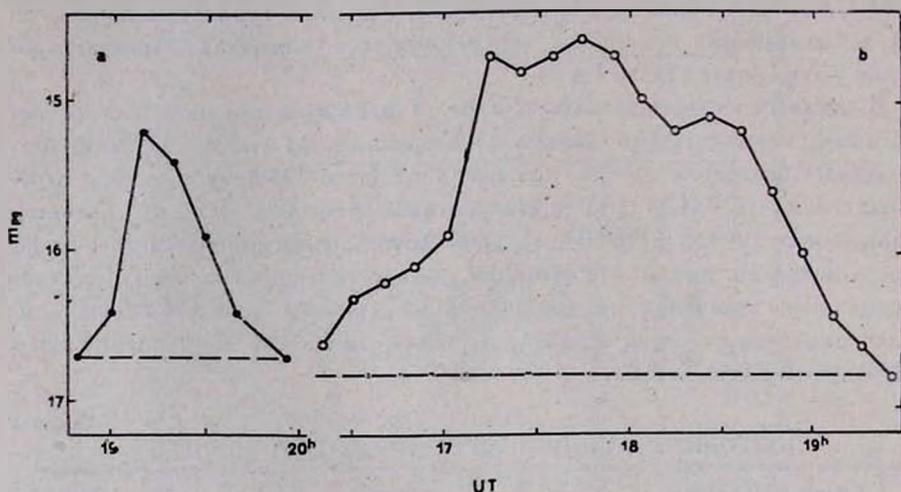


Рис. 1. Кривые блеска вспышек звезды FU Тау: а) 29.01.81. Пунктирная линия здесь и на других рисунках указывает на средний внесвспышечный уровень блеска звезды в период наблюдений. б) 12.02.82.

Третья вспышка (табл. 2, № 2) носила, на первый взгляд, весьма peculiarный характер (рис. 2а). После достаточно быстрого возгорания (около 10 мин) звезда более часа находилась в стадии повышенного блеска. В этой стадии блеск звезды испытывал быстрые колебания с амплитудой изменений от $0^m.4$ до $1^m.1$. Угасание вспышки протекало довольно быстро — примерно за 20 мин. Следует отметить, что все три указанные вспышки имели место в фазе минимального блеска звезды. Добавим также, что звезда FU Тау в период наших наблюдений была очень активной, меняя свой средний блеск в длинной шкале времени от сезона к сезону, от месяца к месяцу и даже от суток к суткам. Спектроскопические наблюдения, проведенные нами с предобъективной призмой на метровом телескопе Шмидта Бюраканской обсерватории, показали в этот период наличие сильной эмиссии в линии H_{α} , причем интенсивность этой линии, по всей видимости, также менялась.

Переменность звезды HRC 69 была открыта нами [10] на основе нашего фотографического материала, плотно охватывающего длительный интервал времени [13]. Как показал анализ, изменения блеска HRC 69 но-

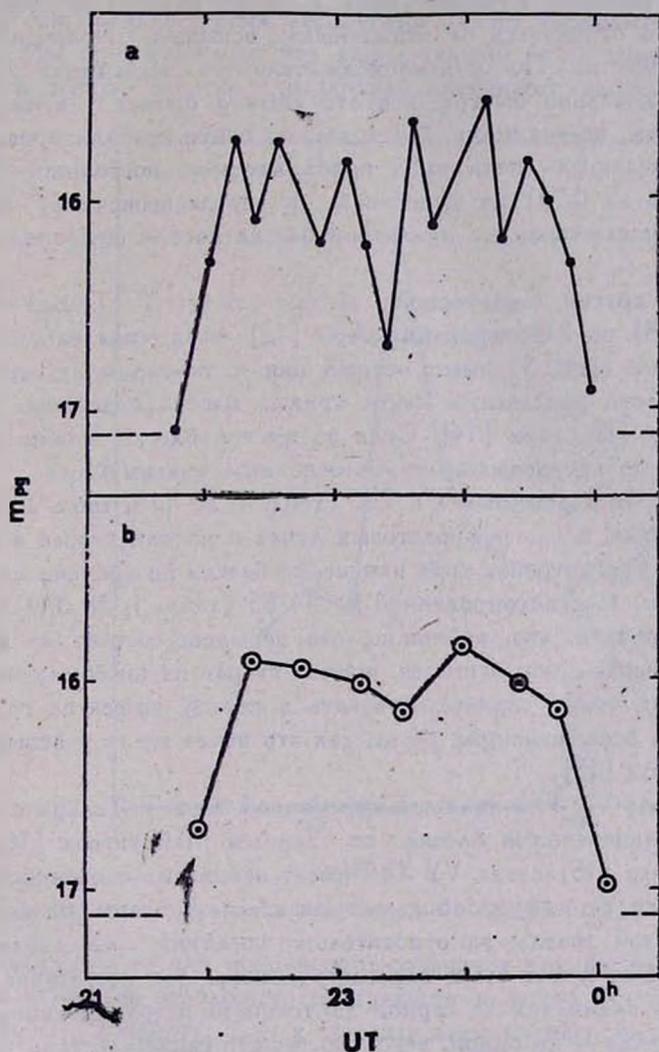


Рис. 2. Кривая блеска вспышки звезды FY Tau 12.11.82. а) наблюдаемая; б) усредненная.

сят, как правило, неправильный характер. Звезда входит в список H_{α} -эмиссионных звезд Ликской обсерватории под № 332 [11]. Обе зарегистрированные вспышки этой звезды (табл. 1, № 3 и табл. 2, № 4) имели место в период минимальной активности звезды и были быстротечны по характеру.

Звезда типа Т Тельца GI Тау, находящаяся на фоне очень сильного поглощения молекулярного облака и составляющая визуально-двойную систему вместе с переменной GK Тау, с которой связана также кометарной туманностью, показала вспышку (табл. 1, № 6), которая по своему характеру несколько отличалась от «типичных» вспышек. Поярчение звезды происходило быстро. После непродолжительного максимума затухание шло вначале довольно быстро, как это обычно бывает у вспыхивающих звезд. Но затем, по-видимому, блеск звезды почти стабилизировался и на пластинках следующей ночи имел приблизительно постоянное, повышенное (примерно на $0.^m9$) по отношению к предвспышечному состоянию, значение. Не исключено, что изменения блеска носили фуороподобный характер.

Вспышка другой характерной звезды типа Т Тельца — CI Тау (табл. 1, № 8) по классификации Аро [12] была «медленной». Кривая блеска вспышки (рис. 3) имеет острый пик и, по-видимому, относится к III типу согласно разделению форм кривых блеска медленных вспышек, предложенному Парсамьян [14]. Судя по кривой блеска, можно предположить небольшую предвспышку перед основным максимумом.

Обе вспышки переменной VY Тау (табл. 1, № 11 и табл. 2, № 3) были зафиксированы в ультрафиолетовых лучах и носили скорее всего быстрый характер. Рассмотрение хода изменения блеска по времени для вспышки этой звезды, зарегистрированной 05. 11. 83 (табл. 1, № 11) дает основание предположить, что, возможно, эта вспышка состоит из двух, следующих друг после друга, вспышек, причем вторая из них была менее мощной. Этот факт может свидетельствовать в пользу эффектов группирования вспышек у вспыхивающих звезд, как это имеет место у вспыхивающей звезды UV Кита [15].

Сама звезда VY Тау является переменной типа Т Тельца с достаточно сильными изменениями блеска по данным Майнунгера [16, 17]. По мнению Хербига [18] звезда VY Тау имеет некоторые особенности, позволяющие отнести ее к фуорообразным звездам. Добавим также, что тот факт, что у этой звезды за относительно короткий срок наблюдений в ультрафиолетовых лучах были зарегистрированы две достаточно сильные вспышки, в то время как за период длительного патрулирования в фотографических лучах — ни одной, вероятно, может свидетельствовать в пользу весьма больших ультрафиолетовых показателей цвета ее вспышек (примерно до $-1.^m5$). Нельзя также упускать из виду возможность влияния эффектов группирования вспышек для данной звезды в длинной шкале времени, в результате которых две наблюдаемые вспышки разнятся по моментам их регистрации примерно на месяц.

Рассмотрим подробнее «пекулярную» третью вспышку FY Тау (рис. 2а). Как видно из табл. 2, данная вспышка наблюдалась в фотогра-

фических лучах на метровом телескопе системы Шмидта. Поясним, что при фотографических наблюдениях в Pg -лучах на метровом телескопе экспозиция каждого изображения длилась пять минут; в остальных же случаях, как правило, время экспозиции одного изображения в два раза больше. Мы предположили, что явное отличие этой вспышки от других связано в первую очередь с различием временного разрешения наблюде-

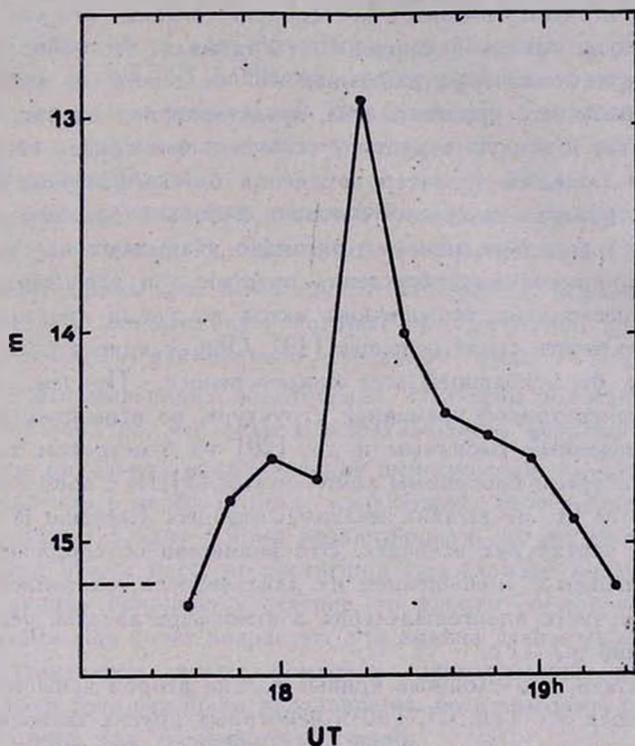


Рис. 3. Кривая блеска вспышки звезды CI Tau 03.02.83.

ний. В связи с этим для корректного сравнения кривых блеска указанных вспышек возникает необходимость привести масштаб точек по оси времени к единому стандарту, т. е. к единому времени экспозиции для каждой точки на графике кривой блеска. Ввиду того, что время одной экспозиции единичного изображения при наблюдении двух других вспышек звезды γ Тау ровно в два раза превышает время единичной экспозиции для третьей вспышки, а промежуток времени между экспозициями пренебрежимо мал, можно пятиминутные наблюдения третьей вспышки привести к десятиминутному виду методом усреднения. Иными словами, представить кривую блеска указанной вспышки в случае, если бы наблюдения велись

десятиминутными временами экспозиции. С учетом свойств фотографических материалов, по накоплению почернения в изображении со временем можно в качестве блеска звезды при десятиминутных экспозициях брать среднее значение блеска двух изображений этой звезды с пятиминутными экспозициями.

Вид кривой блеска вспышки FУ Тау (12. 11. 82) при десятиминутных экспозициях представлен на рис. 2b. Видно, что кривая блеска стала более сглаженной и очень похожа на кривую блеска второй вспышки (12. 02. 82) этой же звезды (см. рис. 1b). Учитывая, что точность определения блеска при фотометрии пластинок 40" телескопа не хуже, чем на 21", можно считать, что кривая блеска, представленная на рис. 2a, лучше отражает развитие и тонкую структуру вспышки, чем кривая на рис. 2b.

Быстрый и сложный характер изменения блеска вспышки (рис. 2a), многопиковая структура ее кривой блеска и довольно большие диапазоны изменений блеска во время вспышки очевидно указывают на сложность и многообразие процессов высвобождения энергии при вспышках, а также на наложение нескольких вспышечных актов во время энерговыделения, т. е. на многократность самих вспышек [19]. Общая кривая блеска вспышки является как бы огибающей всех микровспышек. Причем, интересно отметить, что поиск тонкой временной структуры во вспышках звезд типа UV Кита, проведенный Бескиным и др. [20] на 6-метровом телескопе с помощью аппаратуры и программы комплекса МАНИЯ с временным разрешением 10^{-6} — 10^{-2} с, не выявил мелкомасштабных (меньше 0.5 с) изменений в тонких структурах вспышек. Это возможно обусловлено тем, что число микровспышек с уменьшением их длительности, связанной с глубиной зоны вспышечного энерговыделения в атмосфере звезды, резко падает где-то со значений 0.5—1 с.

Можно считать, что сложные кривые блеска второй вспышки FУ Тау (рис. 1b), вспышек VУ Тау, C1, Тау и некоторых других также обусловлены серией этих вспышек. Следует отметить, что наряду с такими сложными кривыми блеска вспышек, как у звезд HP Тау, FZ Тау, HQ Тау, GN Тау и др., наблюдались относительно простые, одиночные по внешнему виду вспышки. Это еще раз указывает на разнообразие в морфологии и динамике вспышек. Разнообразна и длительность наблюдаемых вспышек неправильных переменных звезд — от 15 мин до примерно трех с половиной часов.

Открытие вспыхивающих звезд, оказавшихся переменными орионова населения области темных облаков Тельца, имеет также и важное космогоническое значение. Как известно, неправильная переменность — признак, присущий ранним стадиям эволюции звезд малых масс. Отсюда следует, что указанные вспыхивающие звезды весьма молоды.

На связь звезд типа Т Тельца и вспыхивающих звезд указывали еще В. А. Амбарцумян [21] и Г. Аро [22]. Анализ данных по вспышкам с амплитудой не менее одной звездной величины в ассоциации Ориона привел Амбарцумяна [23] к выводу о том, что лишь около 1/4 указанных переменных в этой системе способны показывать доступные для фотографических регистраций вспышки, и что вспышечная фаза в эволюции звезд начинается, вероятнее всего, незадолго до завершения фазы неправильной переменности.

Примерно пятая часть всех известных неправильных переменных области ассоциации Телец ТЗ показали фотографически регистрируемые вспышки за время наших наблюдений. Это сравнимо с аналогичными данными для Ориона, что, по всей видимости, свидетельствует об эволюционном сходстве этих ассоциаций.

Большинство вышеуказанных переменных имели в своих спектрах интенсивную эмиссию в линии H_{α} . Известно, что к орионовым неправильным переменным тесно примыкают эмиссионные H_{α} -звезды, переменность блеска которых пока не обнаружена и которые при детальной щелевой спектроскопии оказываются, как правило, звездами типа Т Тельца. Оказалось, что доля вспыхивающих звезд среди H_{α} -звезд области составляет примерно 25%. Понятно, что если к вспыхивающим неправильным переменным области прибавить вспыхивающие эмиссионные H_{α} -звезды, не отмеченные до сих пор в нерегулярных изменениях своего блеска [24], но безусловно входящие в одну с ними эволюционную группу молодых нестационарных звезд малых масс, не достигших еще главной последовательности и составляющих орионово население, то процент орионовых переменных со вспышками еще более возрастет. Эта оценка станет еще выше, если учесть те вспыхивающие звезды, признаки неправильной переменности между вспышками которых были заподозрены, но их амплитуда изменений блеска недостаточна для уверенного суждения.

Таким образом, обнаружение вспышек неправильных переменных, среди которых высока доля звезд типа Т Тельца, фуорообразных вспышек и вспыхивающих звезд с признаками неправильной переменности, а также принадлежащих к орионову населению, по-видимому, является сильным аргументом в пользу непосредственной связи между стадией эволюции звезд типа Т Тельца и стадией вспыхивающих звезд, а также свидетельствует о родственной связи всех вышеперечисленных звезд и о непосредственном взаимном перекрытии эволюционных стадий вспыхивающих звезд и звезд типа Т Тельца.

В заключение автору приятно выразить искреннюю благодарность академику В. А. Амбарцумяну и члену-корреспонденту АН Арм.ССР

Л. В. Мирзояну за постоянное внимание, советы и полезные обсуждения настоящей работы.

Астрономический институт
АН Узб.ССР

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

FLARES OF ORION POPULATION VARIABLES IN THE ASSOCIATION TAURUS T3

A. S. HOJAEV

Thirteen new flare stars, proved to be irregular variables of Orion Population, were discovered from a study of the Taurus Dark Cloud region by the homogeneous photographic multiexpose method on the wide angle Schmidt telescopes of the Byurakan Astrophysical Observatory. Seventeen flares on these stars were detected for about 750 hours of the effective observing time. The analysis of the complicated light curves of these flares shows a great variety and multiplicity of this phenomenon and various dynamics of flare energy release processes. The existence of flare stars with some properties typical for both of the T Tauri and UV Ceti stars simultaneously indicates an intimate relation between the above mentioned types of young nonstable stars. The population of flare stars in the Taurus Dark Cloud region is apparently as young as in Orion and Monoceros.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Joy, *Astrophys. J.*, 102, 168, 1945.
2. A. Joy, *Astrophys. J.*, 110, 424, 1949.
3. G. Haro, E. Chavira, *Bol. Observ. Tonantzintla*, No. 12, 3, 1955.
4. L. V. Mirzoyan, *Vistas Astron.*, 27, 77, 1984.
5. A. S. Hojaev, *Commis. 27 IAU IBVS*, No. 2412, 1983.
6. A. S. Hojaev, *Commis. 27 IAU IBVS*, No. 2635, 1984.
7. A. S. Hojaev, *Commis. 27 IAU IBVS*, No. 2636, 1984.
8. Б. В. Кукаркин и др., *Общий каталог переменных звезд*, Наука, М., 1969.
9. G. H. Herbig, N. K. Rao, *Astrophys. J.*, 174, 401, 1972.
10. П. Н. Холопов, *Перемен. звезды*, 8, 83, 1951.
11. M. Cohen, L. V. Kuhi, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 41, 743, 1979.
12. G. Haro, *Stars and Stellar Systems*, Univ. of Chicago Press, 7, 141, 1968.
13. А. С. Ходжаев, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 1987 (в печати).
14. Э. С. Парсамян, *Астрофизика*, 16, 231, 1980.
15. Н. Н. Кулячков, Н. Д. Меликян, Л. В. Мирзоян, В. С. Шевченко, *Астрофизика*, 15, 605, 1979.

16. *L. Meinunger*, Mitt. Veränderl. Sterne, В. 5, No. 9, 173, 1971.
17. *L. Meinunger*, Mitt. Veränderl. Sterne, В. 8, No. 8, 128, 1980.
18. *G. H. Herbig*, Astrophys. J., 217, 693, 1977.
19. *Л. В. Мирзоян*, в сб. «Вспыхивающие звезды, фюоры и объекты Хербига—Аро», ред. Л. В. Мирзоян, АН Арм.ССР, Ереван, 1980, стр. 45.
20. *Г. М. Бескин, С. И. Неизвестный, В. Л. Плахотниченко, Л. А. Пустильник, С. А. Чех, В. Ф. Шварцман, Р. Е. Гершберг*, в сб. «Вспыхивающие звезды и родственные объекты», ред. Л. В. Мирзоян, АН Арм.ССР, Ереван, 1986, стр. 60.
21. *В. А. Амбарцумян*, Сообщ. Бюракан. обсерв., 13, 3, 1954.
22. *G. Haro*, The Galaxy and the Magellanic Clouds, IAU Symp. No. 20, Canberra, 30, 1964.
23. *В. А. Амбарцумян*, Астрофизика, 6, 31, 1970.
24. *Э. С. Парсмян, А. С. Ходжаса*, Астрофизика, 23, 203, 1985.