

УДК 524.33

АНАЛИЗ КРИВЫХ БЛЕСКА ФУОРА V 1057 CyG

Е. Н. КОПАЦКАЯ

Поступила 22 апреля 1983

Принята к печати 4 декабря 1983

По наблюдениям, выполненным автором и собранным из литературы, построены сводные кривые блеска фуора V 1057 Cyg в полосах *UBVR* вплоть до 1982 г. Определены околосреднее покраснение, радиус и температура звезды до и после вспышки. Во время вспышки звезда увеличила радиус с $3.5 R_{\odot}$ до $17 R_{\odot}$, температуру с 4600 К до 9000 К и сбросила пылевую оболочку, остающуюся в дальнейшем неизменной. После вспышки до настоящего времени звезда остывает, не меняя радиуса, а различные признаки пекулярности постепенно ослабевают. Наблюдаемый трек фуора на диаграмме цвет — величина показывает тенденцию смещения звезды в область желтых гигантов.

1. *Введение.* Важность наблюдательного изучения фуоров как объектов, находящихся в стадии быстрых эволюционных изменений, впервые была подчеркнута В. А. Амбарцумяном [1]. Характерные особенности этих звезд суммированы в обзорных работах [2, 3]. Центральным в проблеме фуора является вопрос: как происходит вспышка и каково ее влияние на дальнейшую судьбу звезды? Основные гипотезы, предложенные для объяснения явления фуора, подробно изложены в монографии Л. В. Мирзояна [4]. В зависимости от принятого механизма вспышки, а также на основании чисто внешнего сходства с возможными постфуорами авторы делают предположения о послевспышечном поведении фуора. По роли вспышки в эволюции звезды существующие гипотезы можно подразделить на три группы:

1) Поярчание звезды чисто кажущееся, обусловленное быстрой диссипацией вкранирующей околосредней пылевой оболочки [5]. Звезда и до вспышки уже была ярким гигантом А и, по-видимому, останется такой. Эта интерпретация неоднократно подвергалась критике [2, 4, 6], но все еще продолжает рассматриваться из-за своей простоты.

2) Поскольку в качестве фуора вспыхивает звезда типа Т Тау, не исключено, что вспышка — всего лишь некоторая разновидность вспышечной активности таких звезд, и она может повторяться неоднократно с последующим возвратом звезды в исходное состояние. Оценки, выполненные в

работах [2, 7], в контексте контракционной гипотезы образования звезд показали, что по энергетике такая рекуррентность вполне возможна.

3) Вспышка представляет собой результат эволюционного перехода звезды на новый, более высокий уровень светимости. Например, Грасдален [6] считает, что во время вспышки происходит реальная перестройка звезды. Придерживаясь контракционной гипотезы, он предполагает, что вспышка есть переход с гидродинамического трека сжатия на трек лучистого равновесия, двигаясь вдоль которого фуор довольно скоро станет ранней В-звездой.

Гипотеза Амбарцумяна [1], предлагающая оригинальный механизм вспышки, связанный с конверсией корпускулярного излучения плотной дозвездной материи в электромагнитное оптическое излучение, также признает эволюционное значение вспышки фуора, но с переходом к А—сверхгигантам типа Р Суг. Хотя эта гипотеза не столь категорична в оценке дальнейшего поведения звезды как [6], она должна быть отнесена к третьей группе.

Таким образом, имеющиеся гипотезы предполагают самые разнообразные постфуорные стадии. Ясность могут внести только прямые наблюдения изменений фуора после вспышки, и такую возможность открывает V 1057 Суг отличающаяся от двух других классических фуоров, FU Ori и V 1515 Суг, значительным (на 2^m в V за 13 лет) падением блеска после вспышки 1969—70 гг.

В этой статье по всем имеющимся наблюдениям построены и анализируются кривые блеска V 1057 Суг в полосах UBVR. Выясняется роль основных факторов, влияющих на фотометрическое поведение звезды: околозвездного поглощения, радиуса звезды и ее поверхностной температуры, а также, с целью определения вероятных характеристик постфуоров, прослеживаются изменения со временем нерегулярной быстрой переменности блеска и инфракрасных избытков, характерных для звезд типа Т Тау и в какой-то мере сохраняющихся и после вспышки фуора. Найденные тенденции и темпы изменений различных характеристик звезды позволяют путем экстраполяций сделать некоторые выводы о возможной постфуорной стадии и указать, какие именно наблюдения прежде всего желательны в будущем.

2. Наблюдения. За 9 лет, с 1974 г. по 1982 г., на 48-см рефлекторе Бюраканской станции АО ЛГУ нами было получено около 160 фотоэлектрических оценок блеска V 1057 Суг в каждой из четырех полос UBVR. Звезда сравнения BD + 42° 3914, ее величины UBVR взяты из [8], а величина $R = 7^m 57$ определялась нами привязкой к звездам 55 Суг и 57 Суг. Наблюдения, редуцированные к стандартной системе и усредненные по временному интервалу в 50 дней, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средний J. D.	V	U-B	B-V	V-R	n
1	2	3	4	5	6
2442239.7	10 ^m .31	+1 ^m .00	+1 ^m .46	+1 ^m .34	4
257.5	10.32	+0.87	+1.46	+1.30	1
316.4	10.40	+0.99	+1.45	+1.38	3
398.2	10.45		+1.49		1
492.6	10.47	+0.71	+1.56	+1.37	1
583.5	10.41	+1.13	+1.55	+1.39	1
627.4	10.49	+1.05	+1.51	+1.43	1
669.1	10.53	+1.01	+1.57	+1.44	3
704.3	10.48	+0.94	+1.53	+1.41	2
985.4	10.52	+0.91	+1.55	+1.42	3
3023.4	10.59	+1.10	+1.57	+1.42	3
080.5	10.64	+1.38	+1.59	+1.45	4
226.6	10.71	+1.11	+1.61	+1.44	1
321.0	10.74	+1.23	+1.59	+1.96	2
373.6	10.78	+1.16	+1.70	+1.44	4
413.8	10.76	+1.11	+1.70	+1.90	2
631.2	10.85	+1.35	+1.60	+1.95	4
678.8	10.85	+1.18	+1.63	+1.46	6
724.6	10.89	+1.10	+1.61	+1.47	10
775.2	10.89	+1.04	+1.65	+1.47	26
817.7	10.93	+1.12	+1.62	+1.49	2
4081.5	10.96	+1.25	+1.63	+1.47	4
122.6	11.02	+1.08	+1.65	+1.46	20
178.9	11.10	+0.99	+1.67	+1.49	3
203.2	11.00	+1.04	+1.65	+1.45	1
386.5	11.14	+1.19	+1.71	+1.52	2
420.6	11.20	+1.10	+1.72	+1.51	6
479.3	11.22	+1.18	+1.70	+1.51	15
521.6	11.23	+1.14	+1.71	+1.52	4
737.5	11.24	+1.21	+1.72	+1.52	1
758.5	11.30	+1.25	+1.74	+1.55	2
833.7	11.34	+1.31	+1.71	+1.54	3
862.8	11.40	+1.23	+1.70	+1.53	2
5141.8	11.42	+1.28	+1.75	+1.52	3
182.5	11.43	+1.26	+1.76	+1.53	3

На том же телескопе сделано более 80 наблюдений поляризации в широком желто-красном фильтре с $\lambda_{\text{эфф}} = 0.63$ мкм и $\lambda = 0.188$ мкм. Эти наблюдения показали постоянство поляризации и подтвердили вывод работы [9] о ее чисто межзвездном происхождении. Среднее значение $p = 1.75 \pm \pm 0.04\%$, $\theta = 70^\circ \pm 1^\circ$.

3. *Сводные кривые блеска.* Кривые блеска V 1057 Cyg строились Хербигом [2] в полосе В и Колотиловым [10] в V и NK-полосах JHKLMN. В полосе V Колотилов использовал только фотоэлектрические наблюдения за 1971—78 гг. Хербиг построил кривую блеска от начала вспышки до 1976 г., сведя вместе фотографические и фотоэлектрические наблюдения в фильтре В. Ширина полосы разброса точек на его кривой составляет 0^m7 , что говорит либо о значительной нерегулярной переменности, сохранившейся у звезды и после вспышки, либо о наличии систематических ошибок между разными рядами наблюдений, что не редкость в фотографической фотометрии.

Для построения сводных кривых блеска кроме работ, приведенных в списке ссылок у Хербига [2], использовались работы [11—18]. В основу были положены наши наблюдения, поскольку они представляют собой однородные ряды, заполняющие самый длинный временной интервал. К ним по перекрывающимся участкам кривой редуцировались фотоэлектрические и фотографические наблюдения других авторов. С 1974 г. преобладают фотоэлектрические наблюдения, они хорошо согласуются с нашими. До 1974 г. большинство составили фотографические наблюдения, потребовавшие значительных редуциций, как правило, в виде нуль-пунктного сдвига.

В полосе U редуциции не делались, поскольку в пределах значительного разброса данных систематических расхождений между разными наблюдениями не найдено.

Ширина полосы разброса точек на кривых блеска теперь оказывается 0^m10 — 0^m15 в фильтрах V и R, 0^m20 в B и возрастает до 0^m5 и больше в U, но в U звезда относительно слаба и наблюдается с большей ошибкой. Именно в таких пределах у V 1057 Cyg может наблюдаться нерегулярная переменность. Таким образом, после приведения наблюдений в единую систему разброс точек в полосе B уменьшился по сравнению с [2] больше, чем в три раза. До вспышки блеск нерегулярно менялся на $\sim 1^m$ [19]. Следовательно, в результате вспышки типичная для звезды типа Т Тау нерегулярная переменность сильно уменьшилась, и нет никаких признаков ее восстановления по мере ослабления блеска флуора.

Главной чертой световых кривых V 1057 Cyg после вспышки является монотонное уменьшение блеска, показанное на рис. 1, где изображены кривые блеска в разных цветовых полосах, представляющие данные всех наблюдателей, усредненные по интервалам 50 дней. Фотографические наблю-

дения усреднялись с весом 0.5. В каждой цветовой полосе весь период наблюдений после вспышки разделяется на три интервала: от момента максимума до JD 2442480, от JD 2442600 до 1982 г., где средние точки хорошо представляются прямыми, демонстрирующими равномерное уменьшение

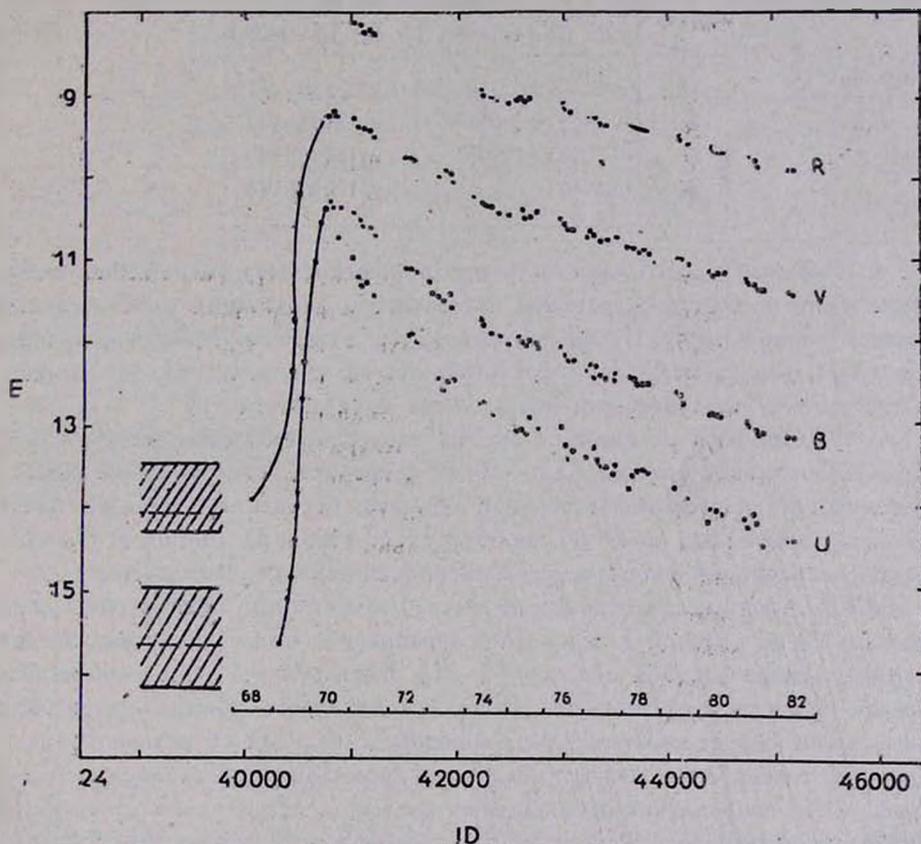


Рис. 1. Сглаженные кривые блеска V 1057 Cyg. Заштрихованные площади указывают интервалы изменений блеска звезды до вспышки.

блеска, и промежуточный интервал в 120 дней, когда произошел перелом на световых кривых и блеск звезды слегка возрос. Скорости падения блеска в зв. вел./год во всех полосах до и после перелома, случившегося в 1975 г., приводятся в табл. 2. Падение блеска после 1975 г. замедлилось приблизительно в два раза. Из сравнения приведенных скоростей видно, что по мере ослабления блеска звезда краснеет.

Кривые блеска в полосах U и R построены впервые, а в B и V отличаются от прежних тем, что используют гораздо большее число наблюдений,

приведенных в единую систему, охватывают больший промежуток времени и позволяют поэтому полнее представить картину изменений блеска и цвета V 1057 Cyg.

Таблица 2

Фильтр	Интервал времени	
	До JD 2442480	От JD 2442600
<i>U</i>	0.474±0.110	0.204±0.031
<i>B</i>	0.362±0.031	0.173±0.017
<i>V</i>	0.283±0.025	0.136±0.010
<i>R</i>	0.221:	0.112±0.016

4. Избытки цвета. Существует предположение, что уменьшение светимости фуора является следствием постепенного нарастания околосредной пылевой оболочки [5]. Чтобы его проверить, нужно определить покраснение фуора, убрать межзвездную составляющую и проследить, как меняется со временем околосредное покраснение, если оно есть.

С 1970 по 1978 гг. имеются оценки спектрального класса V 1057 Cyg [2, 20]. Сравнивая средние цвета $B-V$ и средний спектральный класс, оцененный по классической голубой области, определяем избытки цвета E_{B-V} за каждый год по 1978 г. включительно (табл. 3). Видно, что наблюдаемое покраснение фуора оставалось практически неизменным.

V 1057 Cyg имеет пекулярный спектр, в частности, оценки спектрального класса по красной и ближней инфракрасной области систематически позднее, чем по голубой области [2, 21]. Если это реальная особенность звезды, тогда распределение энергии в красной части спектра может быть аномальным (более красным) по сравнению с голубой областью. В таком случае не совсем ясно, что принимать за нормальные цвета звезды и как производить исправление наблюдаемых цветов за покраснение. Цвет $U-B$ также может быть искажен, если фуор имеет ультрафиолетовый избыток подобно звездам типа Т Тау. Для проверки находим исправленные за покраснение по стандартному закону цвета фуора $(U-B)_0$, $(V-R)_0$, $(R-I)_0$. В пределах ошибок они оказываются нормальными, соответствующими спектральному классу, определенному по голубой области. Этот факт дает возможность проверить, менялся ли избыток E_{B-V} после 1978 г., используя цвет $R-I$, который наблюдался в 1971 г. и в 1982 г. На двуцветной диаграмме $(B-V) \div (R-I)$ две наблюдаемые в разные годы точки лежат на прямой, параллельной линии нормальных цветов. Это означает, что вызванный покраснением сдвиг точек все это время оставался постоянным. В 1982 г. оцененное из $BVRI$ -фотометрии $E_{B-V} = 0.99$ (табл. 3). Следовательно, с 1970 г. по 1982 г. наблюдаемое покраснение $E_{B-V} =$

$= 1^m07 \pm 0^m03$ и соответствующее ему поглощение $A = 3^m53$ (при $A = 3^m3$) практически оставались неизменными.

Все ли это поглощение межзвездное, или у V 1057 Cyg есть и околозвездное поглощение? На этот вопрос можно ответить, независимо оценив межзвездное поглощение, например, по наблюдаемой межзвездной поляризации.

Таблица 3

Год	V	U-B	B-V	V-R	Средний λ_p	E_{B-V}	M_V	$R(R_{\odot})$	$T_{эфф}$ (K)
До всп.	14^m26		$\sim 1^m42$		K0IV-V	$0^m75 \div 0.62$	3^m06	3.5	4600
Всп.	9.21		1.13				-3.12	16.9	
1970	9.23		1.15		A0	1.17	-3.10	17.3	8900
1971	9.49	0^m72	1.16	1^m26	A3 П	1.10	-2.84	15.6	8000
1972	9.79	0.83	1.35		F0	1.10	-2.54	18.1	7300
1973	10.00	1.04	1.98		F2	1.22	-2.33	20.1	7000
1974	10.35	0.97	1.47	1.35	F5	1.09	-1.98	16.8	6400
1975	10.46	1.03	1.55	1.40	F6	1.09	-1.87	18.1	6300
1976	10.62	1.14	1.59	1.46	F8	1.01	-1.71	17.9	6000
1977	10.74	1.10	1.64	1.42	G0	0.92	-1.59	18.3	6000
1978	10.89	1.11	1.62	1.47	F8*	1.04	-1.44	16.4	5720
1979	11.02	1.11	1.65	1.46			-1.31	16.3	5600
1980	11.20	1.20	1.70	1.50			-1.13	16.2	5400
1981	11.35	1.10	1.75	1.55			-0.98	16.3	5200
1982	11.44	1.21	1.76	1.52		0.99	-0.90	16.0	5100

* Спектр получен на 6-м телескопе Т. Е. Дервиз.

По данным каталога Холла [22] межзвездная поляризация в окрестности V 1057 Cyg сильно изменяется по величине и направлению и не показывает четкой зависимости от расстояния. Однако для звезд, близких к фуору по модулю расстояния, а таких оказалось девять, обнаруживается хорошая линейная зависимость pA_V от угла θ (рис. 2), которая для приведенного выше наблюдаемого у фуора $\theta = 70^\circ$ дает $p/A_V = 0.73$, $A_V = 2^m40$ и $E_{B-V} = 0^m73 \pm 0^m04$.

Это значение E_{B-V} на 0^m34 меньше, чем найденное выше покраснение V 1057 Cyg после вспышки. Вероятнее всего, это дополнительное покраснение возникает в пылевой околозвездной оболочке. Существование газовой оболочки надежно установлено спектральными наблюдениями [2, 23], поэтому наличие еще и пылевого компонента не столь неожиданно.

Так как полное покраснение V 1057 Cyg после вспышки не меняется, а его межзвездная составляющая постоянна по своей природе, то и дополнительное околозвездное покраснение также оставалось неизменным после вспышки. Но было ли оно таким же и до вспышки?

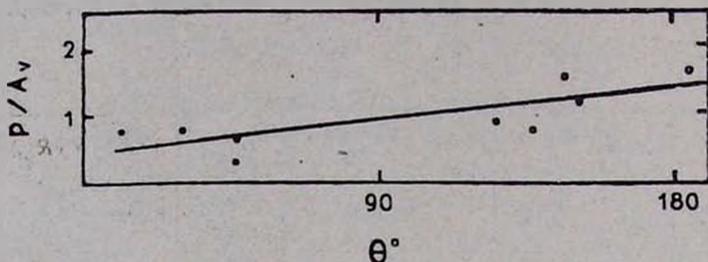


Рис. 2. Зависимость r/A_V от угла θ для звезд с модулями расстояния от 8^m до 10^m в окрестности V 1057 Cyg.

Спектральный класс до вспышки определен как K0 [2], и имеются фотографические наблюдения [18, 24], по которым можно определить средний цвет $m_{pg} - m_{pv}$. Редукции к системе B, V для слабого уровня блеска звезды не известны, но применение поправок, найденных для высокого уровня блеска, существенно уменьшает расхождение между рядами разных наблюдателей, поэтому эти поправки были использованы, и получено $B - V = 1^m42 \pm 0^m15$. Точность определения цвета лимитируется переменностью звезды и малым количеством наблюдений m_{pv} . Зная цвет и спектр, получаем $E_{B-V} = 0^m62 \pm 0^m15$, что хорошо согласуется с оценкой межзвездного покраснения по поляризации.

Таким образом, до вспышки V 1075 Cyg, вероятно, не имела околозвездного покраснения; во время вспышки или после нее образовалась пылевая околозвездная оболочка, остающаяся неизменной вплоть до 1982 г.

Полученный результат опровергает гипотетическое объяснение вспышки фуора диссипацией околозвездного пылевого облака [5] и показывает, что истинная амплитуда вспышки в 2.5 раза больше наблюдаемой и составляет $\Delta M_{bol} \approx \Delta M_V = 6^m18$.

5. Радиус, температура и масса. Теперь звездную величину и цвета можно корректно исправить за поглощение и использовать для определения радиуса R звезды в разные моменты по методу поверхностной яркости Весселинга [25], основанном на том, что излучательная способность единицы поверхности звезды определяется главным образом ее температурой, логарифм которой почти линейно связан с показателем цвета. Соответствующие формулы взяты из [26]. Оценки радиуса V 1057 Cyg таким способом проводились ранее Жербягом [2]. Наши определения R приводятся

в табл. 3. Принимался модуль расстояния $8^m 8$, найденный Грасдаленом [6]; судя по тому, что абсолютные величины, полученные с этим расстоянием, хорошо соответствуют наблюдаемому классу светимости, это определение неплохое. Возможные ошибки в расстоянии на относительные изменения радиуса не влияют.

Во время вспышки радиус возрос в 4.9 раза и в последующие годы практически не изменялся. Этот результат расходится с результатом работы [2], в которой на основании небольшого числа разнородных фотометрических наблюдений делается вывод об уменьшении радиуса фуора со временем. Из наших данных следует, что наблюдаемое после вспышки ослабление блеска почти полностью объясняется уменьшением температуры звезды. В табл. 3 приводятся значения температуры $T_{\text{эф}}$, вычисленные по известным светимости и радиусу. Они хорошо согласуются с оценками спектрального класса.

Грасдален [6] в 1971 г. по профилям водородных линий определил $\lg g = 2.0 \pm 0.3$. Ларсон [7], используя этот результат и оценку радиуса из [2], вычислил массу фуора. С нашим значением радиуса получается близкая оценка $M = 1.1 M_{\odot}$ с точностью до фактора 2. Точность лимитируется ошибкой в $\lg g$.

6. *Инфракрасные избытки.* Инфракрасные избытки на $\lambda \geq 1$ мкм [2, 6] являются характерной чертой фуоров, наблюдаемой после вспышки (до вспышки сведений нет). На основании взятых из [9, 11, 27—29] наблюдений было прослежено изменение избытков со временем. В полосах *H* и *K* избыток уменьшился от $1^m 1$ и $1^m 3$ в 1971 г. до, соответственно, $0^m 7$ и $0^m 9$ в 1981 г. Оценки грубые, потому что нормальные цвета звезд II класса светимости известны плохо, особенно в ИК-области, но тенденция к уменьшению прослеживается.

Спектр избыточного инфракрасного излучения до $\lambda = 5.5$ мкм, построенный по тем же данным за 1971, 1974, 1977 и 1981 гг. с учетом межзвездного покраснения, показан на рис. 3. Этот спектр с максимумом на $\lambda = 1.6$ мкм и резким спадом практически до нуля к $\lambda = 0.9$ мкм не похож на чернотельный, его происхождение неясно, но в рамках данного анализа существенно, что интенсивность избыточного излучения со временем уменьшается.

7. *Обсуждение.* На основе наблюдательных данных складывается следующая картина поведения фуора V 1057 Суг: звезда типа T Тау с массой $1.1 M_{\odot}$ и радиусом $3.5 R_{\odot}$, обладавшая иррегулярными вариациями блеска и развитым эмиссионным спектром, за время порядка года увеличила радиус приблизительно в 5 раз и разотрелась так, что ее светимость возросла почти в 300 раз, и звезда из карлика V—IV класса светимости

стала ярким гигантом А II. Во время вспышки появилась пылевая оболочка, из-за чего видимая амплитуда вспышки меньше истинной в 2.5 раза.

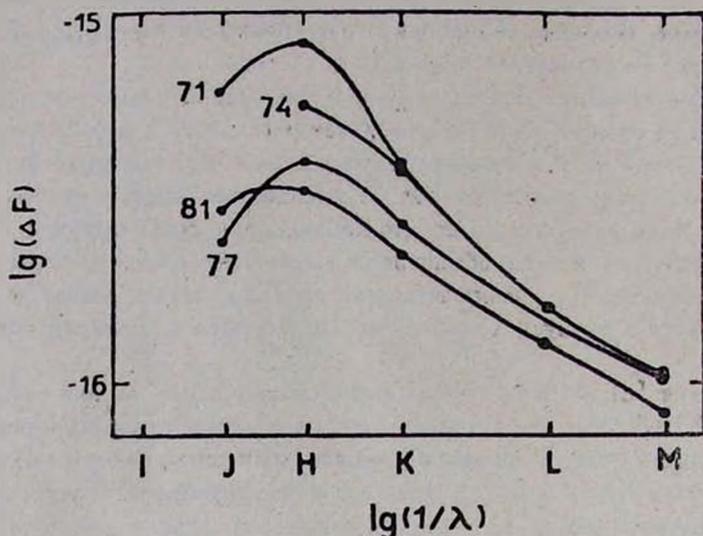


Рис. 3. Избыточное инфракрасное излучение V 1057 Cyg в ближней инфракрасной области в разные годы. Поток F выражен в $\text{вт/с см}^2 \text{ мкм}$.

После вспышки за весь период наблюдений околозвездная пылевая оболочка не меняется, а звезда постепенно остывает при постоянном радиусе, поэтому изменения ее блеска, цвета и спектра почти полностью температурные. В целом звезда выглядит скорее нормальной, чем пекулярной. Признаки пекулярности, частично наследуемые звездой от стадии Т Тау, а частично возникающие в результате вспышки, постепенно ослабевают. Так, спектральные наблюдения показывают, что эмиссионные компоненты в линиях, по-видимому, слабеют [2]. Из наших данных следует, что иррегулярные колебания блеска сильно уменьшились после вспышки и не усиливаются с падением блеска. Инфракрасные избытки медленно уменьшаются.

Складывается общее впечатление, что звезда, действительно, претерпела реальную перестройку и перешла в качественно новое состояние.

В. А. Амбарцумян неоднократно подчеркивал, что при исследовании эволюции космических объектов необходимо опираться на изучение наблюдаемых направлений эволюции. V 1057 Cyg предоставляет возможность последовать именно такому подходу. Нельзя, конечно, полностью исключить новое резкое изменение эволюционного трека, например, сильное уменьшение радиуса и возврат к стадии Т Тау, однако имеющиеся наблюдения об этом ничего не говорят.

На рис. 4 показан наблюдаемый трек V 1057 Cyg на диаграмме $(B-V)_c \div M_V$. После вспышки звезда движется в сторону низких температур приблизительно вдоль линии постоянного радиуса. На этом пути есть только одна известная из наблюдений область устойчивых состояний, где звезды живут долго и потому наблюдаются в большом числе — это область гигантов, в которую при нынешнем темпе падения блеска фуор попадет уже через 14—15 лет. Правее и ниже ветви гигантов находится зона, где звезд почти не наблюдается. Поэтому представляется более вероятным, что ближайшая постфуорная стадия V 1057 Cyg будет как-то связана с пребыванием звезды в области гигантов в течение сравнительно длительного времени.

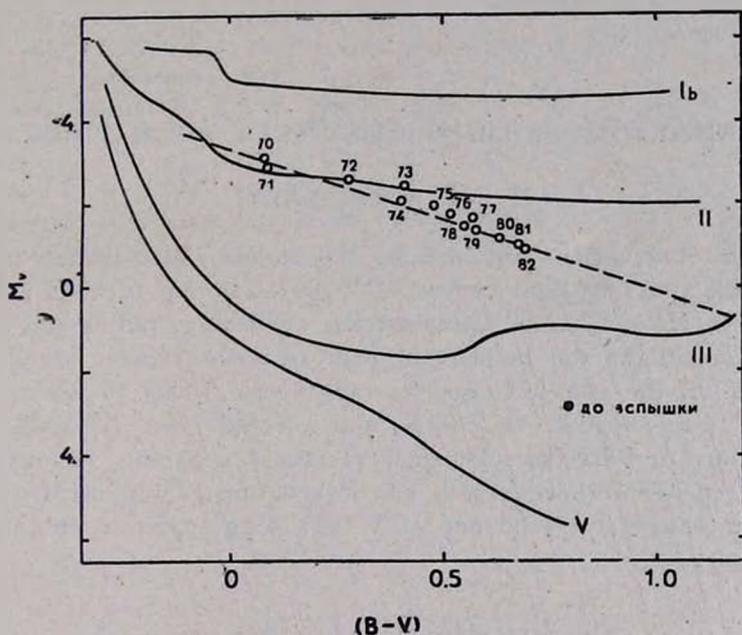


Рис. 4. Наблюдаемый трек V 1057 Cyg на диаграмме $M_V \div (B - V)_c$. Пунктиром проведена линия постоянного радиуса.

Для проверки этого предсказания надо знать, по каким наблюдаемым признакам можно отличить возможные постфуоры от обычных гигантов. Ослабление со временем различных пекулярностей и постепенная нормализация звезды сокращают число таких признаков. Однако два из них должны сохраняться долго. Это, во-первых, расположение постфуора в районе известных группировок звезд типа Т Тау и орионовых переменных и, во-вторых, усиленная линия Li 6708 Å, поскольку относительное содержание атомов лития в атмосфере вряд ли может уменьшиться очень быстро. Что касается поведения линии лития у V 1057 Cyg, то, к сожалению, ее

эквивалентная ширина точно не оценивалась, и этот пробел должен быть восполнен. Более того, очень желательно в будущем повторять наблюдения линии $\text{Li } 6708 \text{ \AA}$, чтобы надежно знать, как она изменяется.

И, наконец, хочется обратить внимание наблюдателей на то, что из-за продолжающихся быстрых изменений фуор V 1057 Cyg требует регулярных наблюдений.

В заключение благодарю А. В. Осканяна за предоставление неопубликованных *UBV*-наблюдений за 1978—81 гг. и В. М. Ларионова за наблюдения фуора в полосе *I* в 1982 г.

Выражаю благодарность О. С. Шулову за обсуждение и ценные замечания.

Ленинградский государственный
университет

AN ANALYSIS OF LIGHT CURVES OF FUOR V 1057 CYG

E. N. KOPATSKAYA

From observations obtained by the author and collected from literature, the reduced light curves of V 1057 Cyg up to 1982 were constructed in *UBVR* bands. Circumstellar reddening, radius and effective temperature of the star before and after an outburst were found. During the outburst, the star increased its radius from $3.5R_{\odot}$ to $17R_{\odot}$, its temperature from 4600 K to 9000 K, and ejected dust shell. After the outburst up to 1982 the dust shell remained constant, various peculiarities in the star were weakened. The observational track on $M_V - (B - V)_0$ diagram shows the tendency of V 1057 Cyg to move to the yellow giant region.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, *Астрофизика*, 7, 557, 1971.
2. G. H. Herbig, *Ap. J.*, 217, 693, 1977.
3. Л. В. Мирзоян, *Астрофизика*, 18, 463, 1982.
4. Л. В. Мирзоян, *Нестационарность и эволюция звезд*, АН Арм.ССР, Ереван, 1981.
5. Г. Велич, *Протозвезды и планеты*, ред. Т. Герелс, Мир, М., 1982, стр. 715.
6. G. L. Grassdale, *Ap. J.*, 182 781, 1973.
- 7 R. B. Larson, *M. N. R A S.*, 190, 321, 1980.
8. V. Blanco, S. Demers, G. Douglass, M. Fitzgerald, *Publ. U. S. Naval Obs.*, Second Ser., 21, 1968.
- 9 G. Rieke, T. Lee, G. Coyns, *P. A. S. P.*, 84, 37, 1972.
10. Е. А. Колотиков, *Вспыхивающие звезды, фуоры и объекты Хербига—Аро*, ред. Л. В. Мирзоян, АН Арм.ССР, Ереван, 1980, стр. 205.

11. *Е. А. Колотилов*, Канд. диссертация, М., ГАИШ, 1978.
12. *A. U. Landolt*, P. A. S. P., 89, 704, 1977.
13. *А. В. Осканян*, Частное сообщение.
14. *U. Hopp, M. Kiehl, S. Wittigman*, Inf. Bull. Variable Stars, N 1637, 1979.
15. *О. Е. Мандель*, Астрон. цирк., № 637, 1971.
16. *Н. Н. Киселев*, Астрон. цирк., № 742, 1972.
17. *G. Haro*, Inf. Bull. Variable Stars, N 714, 1972.
18. *А. Алкнис*, Астрон. цирк., № 635, 1971.
19. *О. Е. Мандель*, Переменные звезды, 20, 123, 1975.
20. *J. R. Mouldt, D. N. B. Hall, S. T. Ridgway, P. Hintzen*, Ap. J., 222, L 123, 1978.
21. *Г. И. Шанин*, Вспыхивающие звезды, фуоры и объекты Жербига—Аро, ред. Л. В. Мирзоян, АН Арм.ССР, Ереван, 1980, стр. 218.
22. *J. S. Hall*, Publ. U. S. Naval Obs., 17, 6, 275, 1958.
23. *D. Chalonge, L. Divan, L. V. Mirzogan*, Astrofizika, 18, 263, 1982.
24. *А. Я. Филли*, Переменные звезды, Прилож., 2, 63, 1974.
25. *A. J. Wesselink*, M. N. R A S., 144, 297, 1969.
26. *T. G. Barnes, D. S. Evans, S. B. Parsons*, M. N. R A S., 174, 503, 1976.
27. *E. E. Mendoza V.*, Ap. J., 169, L 117, 1971.
28. *M. Cohen*, M. N. R A S., 173, 279, 1975.
29. *T. Simon, R. D. Wolstencroft, H. M. Dyck*, IBVS, № 2155, 1982.