

Переменные звезды 21, № 5, 682–687, 1982
Variable Stars 21, No 5, 682–687, 1982

Предварительный анализ кривой блеска VV Змеи
В.И.Кардополов, Г.К.Филипьев, В.П.Кулешов

Приведены результаты фотоэлектрических BVR измерений блеска быстрой неправильной переменной VV Ser. Среднеквадратичные ошибки наблюдений равны $\pm 0^m.028$ в B и $\pm 0^m.019$ в V. За начало отсчета показателя цвета V–R* принято его минимальное значение. Следует ожидать, что ошибка наблюдений в системе R того же порядка, что и в V. По нашим данным блеск звезды менялся в пределах $1^m.5$ в V. При уменьшении яркости VV Ser в среднем становится более красной. Особенности отнаблюдаемой кривой блеска VV Ser можно объяснить действием нескольких механизмов активности.

Preliminary Discussion on the VV Serpentis Light Curve
by V.I.Kardopolo, G.K.Phylipjev, V.P.Kuleshov

Results of BVR photoelectric measuring of rapid irregular variable star VV Ser are given in Table. The observations were made on 48-cm reflector with pulse-counting photometer. The star magnitude errors are $\pm 0^m.028$ and $\pm 0^m.019$ in B and V photometric systems respectively. The minimal color index V–R* was assumed as zero. The observational error in R is expected to be the same that in V. The amplitude of VV Ser from our photoelectric measuring is found to be about $1^m.5$ in V. VV Ser becomes at average redder when the stellar brightness decreases. The observed light curve peculiarities of VV Ser are interpreted to be caused by several different origins.

VV Ser проектируется на область темной туманности и находится в центре слабой диффузной туманности размерами $\sim 0.5 \times 3'$ (Хербиг, 1960). Поскольку туманность более яркая в синих лучах, чем в красных, Хербиг (1960) полагает, что она скорее всего отражательная. Добавим, что на синей и красной картах PSA диффузная туманность имеет разную форму. Кроме того, на красной карте PSA к северу от VV Ser (на расстоянии $1'–2'$) в диффузной туманности виден слабый звездообразный объект. Эмиссию в H_{α} средней интенсивности в спектре VV Ser обнаружили Ириарте и Чавира (1956). Хербиг (1960) отметил, что по двум спектрограммам 1946 г. спектральный класс звезды A2, эмиссии в H_{α} нет, присутствует слабая эмиссионная линия H δ . По результатам фотографических наблюдений на медленные колебания блеска VV Ser с продолжительностью цикла около $43^d.5$ накладываются быстрые – отмечено увеличение яркости звезды на $0^m.5$ за 2^d (Гапошкин, 1950; Курочкин, 1957). Имеющиеся сведения

не позволили Хербигу и Рао (1972) уверенно включить VV Ser в число орионовых переменных. В последующие годы у звезды был обнаружен инфракрасный избыток (Аллен, 1973; Гласс, Пенстон, 1974).

Фотоэлектрические наблюдения VV Ser в системе, близкой к стандартной BVR, проведены в 1979 г. на телескопе АЗТ-14 (48 см), установленном на г. Майданак. Блеск звезды измерялся с помощью электрофотометра на счете фотонов. Система фильтров электрофотометра описана в работе Килячкова и Шевченко (1976). Опорные звезды выбраны в непосредственной близости от исследуемой. Перенос стандарта в окрестности VV Ser осуществлен авторами работы. В качестве первичных стандартов для этой цели взяты №№ 5, 9 в NGC 752 (Джонсон, 1953) и №№ 9, 11 в NGC 7160 (Хоуг и др., 1961). Получены следующие значения блеска и показателя цвета:

	V	B-V
a	10. ^m 74	+0. ^m 56
b	11.36	+0.60

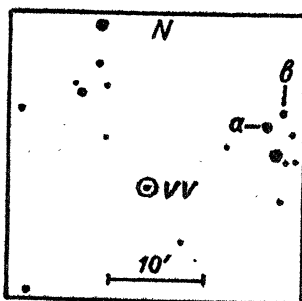


Рис. 1. Карта окрестностей VV Ser.

Опорные звезды отмечены на приведенной карте окрестностей VV Ser (рис. 1). Система R в работе помечена звездочкой, т.к. блеск в R определялся в относительной шкале. Сравнение производилось с потоком от звезды а. Нулю приравнены минимальные из полученных значения показателя цвета V-R*.

Блеск VV Ser в течение одного сеанса измерялся дважды с 15–20 минутным интервалом (до и после наведения на опорные звезды). В табл. представлены усредненные внутри одного сеанса отнаблюдаемые значения блеска и показателей цвета VV Ser. Точность измерений оце-

нивалась сравнением звезды b с a. С учетом разности блеска VV Ser и b получены следующие среднеквадратичные ошибки измерений VV Ser: $\sigma_B = \pm 0.^m028$, $\sigma_V = \pm 0.^m019$. Из-за неточности редукции возможна также систематическая ошибка до $0.^m02$ в B-V. Регистрируемый от VV Ser поток в R в 1.5 раза больше, чем в V. С другой стороны, блеск VV Ser в R определялся только по одной стандартной звезде. Поэтому следует ожидать, что σ_R того же порядка, что и σ_V . Показатель V-R* в нашем случае изменялся в пределах $0.^m33$ (см. табл.). С примененным для реализации системы R фильтром (Килячков, Шевченко, 1976) максимальные искажения, обусловленные отсутствием редукции, не превысят $0.^m01$. Таким образом, произвол с введением R не может отразиться на выводах, основанных на анализе поведения показателя цвета V-R*.

Наиболее плотно отнаблюдаемый участок кривой блеска VV Ser приведен на рис. 2. Точки, полученные в соседние ночи, соединены сплошными линиями. Пунктир применен, если имел место перерыв в одну дату. Представляется вероятным, что на медленные, плавные изменения блеска звезды с амплитудой порядка $0.^m5$ в V и характерным временем в не-

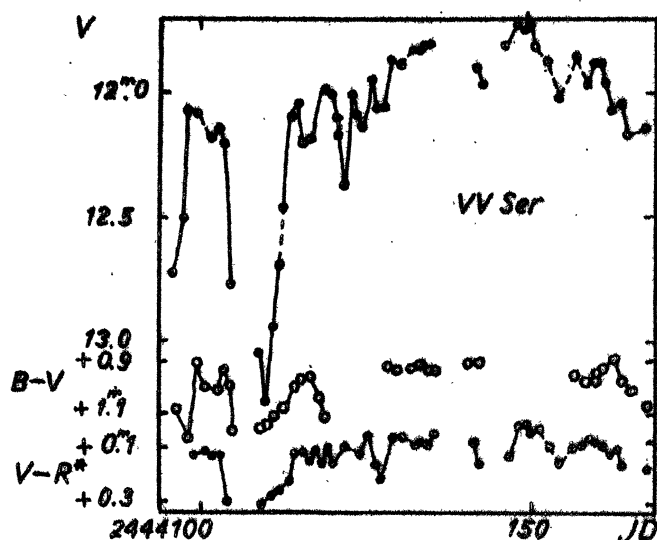


Рис.2. Наиболее плотно отнаблюденный участок кривой блеска VV Ser, полученной из фотозлектрических наблюдений

сколько десятков суток накладываются быстрые колебания (преимущественно ослабления) продолжительностью в несколько суток и скоростью до $0^m.4-0^m.5$ в сутки (см. также работу Курочкина, 1957). Ограниченность полученных данных не позволяет сделать определенных выводов о поведении показателя цвета B-V вблизи максимума блеска звезды. Не исключено, что медленная составляющая не сопровождается значительными изменениями B-V. В то же время в системе R* амплитуда медленных изменений на $0^m.2-0^m.3$ больше, чем в V. Звезда при понижении блеска становится более красной. Заметной деталью фотометрической активности VV Ser является также зарегистрированное резкое ослабление блеска продолжительностью до десяти суток. Этот минимум менее "селективен", чем мелкомасштабные флуктуации. Сопровождающие его изменения показателей B-V и V-R* сравнительно небольшие.

Таким образом, полученную кривую блеска VV Ser казалось бы разумно рассматривать в первом приближении, как результат суперпозиции не менее трех независимых составляющих, обусловленных разными механизмами:

- 1) медленные, плавные колебания;
- 2) "мелкомасштабные" (до $0^m.04-0^m.5$ в V) флуктуации;
- 3) резкие, глубокие, "неселективные" минимумы.

Однако, картина, аналогичная наблюдаемой, может быть получена также, если (циклически?) изменяется со временем частота следования ослаблений блеска. С увеличением частоты отдельные минимумы начнут накладываться друг на друга, что повлечет за собой прогрессирующее падение блеска звезды. Таким путем может возникнуть медленная со-

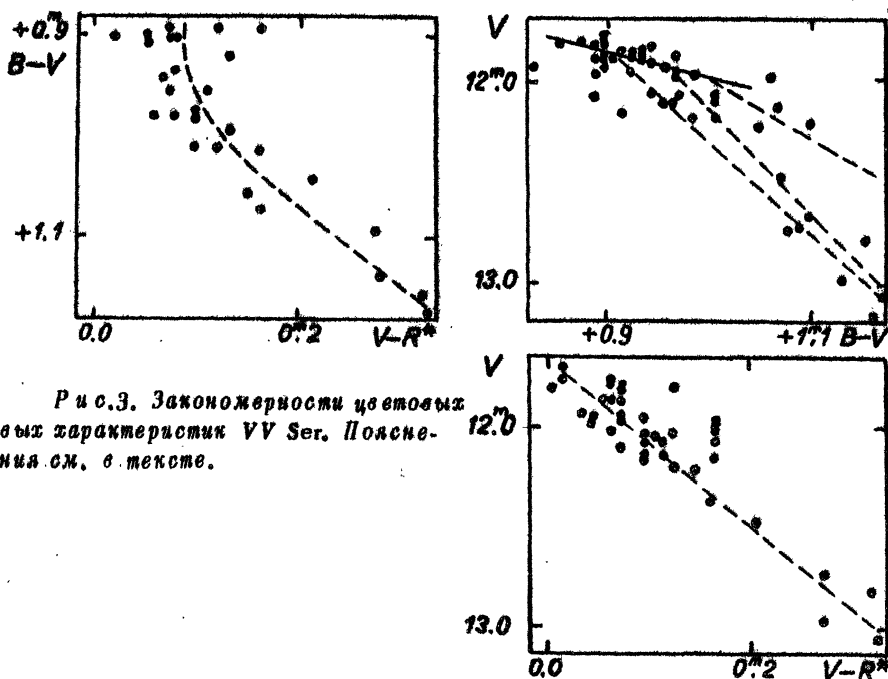


Рис.3. Закономерности цветовых характеристик VV Ser. Пояснения см. в тексте.

ставляющая. Действием эффекта суммирования естественно объясняется рост активности VV Ser с уменьшением ее яркости. Заметим, что возникновение третьей составляющей требует уменьшения "селективности" минимумов с увеличением частоты их следования. Решить однозначно, какой из рассмотренных вариантов ближе к действительности помогут по-видимому, дальнейшие, более плотные (типа патрульных) наблюдения VV Ser.

На возможность действия нескольких механизмов активности в случае VV Ser указывает вид двуцветной диаграммы на рис. 3а. Распределение точек на графике отчетливо свидетельствует о наличии как минимум двух закономерностей. Данные об одновременном поведении показателей цвета $B-V$ и $V-R^*$ сравнительно малочисленны, т.к. значения блеска VV Ser параллельно в фильтрах B и R получены не для всех ночей периода наблюдений (см. табл.). Более информативными должны быть две другие зависимости на рис. 3: $B-V$ от V и $V-R^*$ от V .

На рис. 3б показана схема одного из вариантов интерпретации зависимости $B-V$ от V : 1—связь $B-V$ с V , если имеют место затмения неоднородностями в оболочке (наличие которой в случае VV Ser можно, по-видимому, предполагать) при сохранении нормального закона покраснения ($A_V = 3E_{B-V}$); 2—то же при аномальном законе покраснения ($A_V = 5E_{B-V}$); 3—ход $B-V$ от V , если происходит изменение температуры; 4—мелкомасштабные флуктуации. Часть точек на графике не противоречит действию механизма затмений. Крупномасштабные ослабления яркости VV Ser и сопровождающие их изменения $B-V$ можно с одной

стороны объяснить колебаниями температуры. В среднем близок к температурному и ход $V-R^*$ от V на рис. 3с. С другой стороны очевидно, что для этой составляющей легко подобрать соответствующий закон покраснения ($R=4.3$). Отметим, что этот метод применен при анализе зависимости $B-V$ от V , полученной для объекта экстремально молодого возраста — звезды YY Ori (Уокер, 1978). Как показал Уокер, в случае YY Ori также трудно отдать предпочтение какому-либо из механизмов. Однако, в цитируемой работе (Уокер, 1978) выбрать предстояло между колебаниями температуры и *нормальным* законом покраснения. Если VV Ser и YY Ori близки по природе, то, во-первых, предпочтение на данном этапе необходимо отдать механизму затмений неоднородностями, во-вторых, различия в законах покраснения следует отнести за счет разностей возрастов, температур и т.п.

Информация о деталях фотометрической активности VV Ser далеко не полная. Не исключено, что точка перегиба на графике рис. 3б лежит правее, чем это следует из рассмотренной схемы. Если это так, то флуктуации температуры в качестве механизма крупномасштабных ослаблений блеска VV Ser будут еще менее вероятными. Дальнейшие наблюдения VV Ser позволят подробнее рассмотреть и мелкомасштабную составляющую (прямая 4 на рис. 3б). По мнению авторов значительные

Таблица

JD	V	B-V	V-R*	JD	V	B-V	V-R*
2444...				2444...			
042.43	12 ^m 10	0 ^m 96	—	119.17	11 ^m 58	—	0 ^m 10
051.36	11.93	0.96	—	120.20	12.00	—	0.16
052.41	11.86	0.93	—	121.22	12.10	—	0.08
053.36	11.85	0.94	—	.26	12.17	—	0.10
054.35	11.88	0.93	—	122.19	12.36	—	0.16
055.37	11.89	0.90	—	123.20	12.01	—	0.07
056.29	11.87	0.92	—	124.18	12.09	—	—
057.27	11.92	0.83	—	125.20	12.14	—	0.12
058.36	11.92	0.94	—	126.18	11.95	—	0.04
059.35	11.95	0.97	—	127.18	12.07	—	0.16
060.34	11.92	0.90	—	128.18	12.07	—	0.22
062.30	11.97	0.99	—	129.17	11.86	0 ^m 90	0.05
076.36	11.84	0.88	—	130.17	11.88	0.91	0.05
077.33	11.83	0.86	—	132.18	11.82	0.90	0.08
078.25	11.88	0.91	—	133.16	11.82	0.89	0.07
079.35	11.92	0.95	—	134.16	11.80	0.90	0.07
080.36	11.96	1.06	—	135.24	11.79	0.90	0.02
081.34	12.15	1.10	—	142.16	11.88	0.89	0.07
097.21	12.72	1.08	—	143.16	11.97	0.89	0.16
098.23	12.50	1.20	—	147.13	11.80	—	0.13
099.19	12.07	0.89	—	148.13	11.72	—	0.00
100.18	12.08	1.01	0 ^m 12	149.12	11.73	—	0.00
102.21	12.18	1.01	0.10	150.12	11.72	—	0.02
103.21	12.14	0.92	0.13	151.11	11.82	—	0.01
104.17	12.20	0.99	0.13	153.14	11.87	—	0.08
105.19	12.77	1.15	0.32	155.14	12.02	—	0.16
109.24	13.04	1.17	0.33	157.13	11.84	0.95	0.08
110.18	13.26	1.16	—	159.12	11.97	0.97	0.08
111.21	12.94	1.13	0.28	160.12	11.87	0.97	0.06
112.22	12.70	1.09	0.27	161.12	11.89	0.94	0.07
114.21	12.45	1.02	0.21	162.12	11.96	0.93	0.08
115.21	12.10	0.97	0.10	163.12	12.08	0.89	0.12
116.37	12.05	0.95	0.11	164.11	12.05	0.98	0.10
117.20	12.22	1.05	0.15	165.12	12.16	1.01	0.16
118.17	12.20	1.10	—	168.11	11.13	1.07	0.16

*) Присадка ноль-пункта системы R не производилась.

изменения показателей цвета при сравнительно малых колебаниях блеска звезды могут быть аналогичны тем, которые наблюдал Мандт (1979) в случае S CrA.

Основные результаты работы можно изложить в следующих пунктах.

1. Характер изменений блеска VV Ser сложный. В общих чертах активность звезды возрастает с уменьшением ее яркости. В минимумах VV Ser более красная. В период наблюдения переменная меняла блеск в пределах от $11^m.72$ до $13^m.26$ в V.

2. Особенности полученной кривой блеска VV Ser могут быть объяснены действием нескольких механизмов.

Литература:

- Аллен, 1973 — Allen D.A., MN 161, 145.
 Гапошкин, 1950 — Gaposchkin S., HA 115, 24.
 Гласс, Пенстон, 1974 — Glass I.S., Penston M.V., MN 167, 237.
 Джонсон, 1953 — Johnson H.L., ApJ 117, 356.
 Ириарте, Чавира, 1956 — Iriarte B., Chavira E., TFB No 14.
 Киячков Н.Н., Шевченко В.С., 1976, ПАЖ 2, 494.
 Курочкин Н.Е., 1957, ПЗ 11, 462.
 Мандт, 1979 — Mundt R., AsAp 74, 21.
 Уокер, 1978 — Walker M.F., ApJ 224, 546.
 Хербиг, 1960 — Herbig G.H., ApJ Suppl 4, 337.
 Хербиг, Рао, 1972 — Herbig G.H., Rao N.K., ApJ 174, 401.
 Хоуг и др., 1961 — Hoag A.A., Johnson H.L., Iriarte B., Mitchell R.Y.,
 Hallam K.L., Sharpless S., Naval Obs. Publ., Second ser., 17, part 7.
 Астрономический институт
 АН УзССР, Ташкент

Поступила в редакцию
 10 июня 1980 г.