

УДК: 524.335—54:520.82.054

АЕ-ЗВЕЗДА ХЕРБИГА V 517 ЛЕБЕДЯ

Г. В. АБРАМЯН, С. В. ЗАРАЦЯН, Н. Д. МЕЛИКЯН, С. Ю. МЕЛЬНИКОВ,
В. С. ШЕВЧЕНКО

Поступила 28 марта 1989

Принята к печати 31 октября 1989

Анализируется кривая блеска Ae-звезды Хербига V 517 Cyg по 350 *UBVR(I)* фотоэлектрическим наблюдениям, полученным в 1984—1987 гг. на горе Майданак. V 517 Cyg находится в области звездообразования RSF 4 Cyg B, связанной с NGC 7000 и IC 5070. Отмечены изменения максимального уровня с возможным периодом 10 лет, волнообразные циклы продолжительностью $\sim 93^d$ алголеподобные ослабления, двух типов и другие особенности кривой блеска. Анализируется спектр V 517 Cyg, полученный на телескопе 2.6-м ЗТА. Отмечены эмиссионная раздвоенная линия H_{α} , $EWH_{\alpha} = 15 \text{ \AA}$ и сильная абсорбционная линия D Na I.

1. *Введение.* При исследовании структуры области звездообразования, связанной с NGC 7000 и IC 5070 [1], было отмечено аномально большое относительное содержание Ae/Be звезд Хербига в области, что связывалось с необычным ракурсом молекулярного облака и зоны H II. Переменная V 517 Cyg находится внутри тесной группы Ae/Be звезд Хербига на юго-западной окраине IC 5070, содержит яркую эмиссионную линию H_{α} [2] (V 517 Cyg = Lk H_{α} 371), имеет ранний спектральный класс A 0-5 и на этом основании может быть также отнесена к классу Ae/Be звезд Хербига. Переменная V 517 Cyg была открыта Россом [3]. Звезда отнесена к типу неправильных переменных Хоффмейстером [4]; Meinunger [5] обратил внимание на алголеподобный характер ослабления блеска и отметил эпохи нескольких минимумов, а Гизекинг [6] и Филин [7] в течение 1970—1971 гг. получили достаточно плотные фотографические ряды наблюдений переменной, в которых удалось отнаблюдать более 6 минимумов.

Первый плотный ряд фотоэлектрических *UBVR*-наблюдений был получен на Майданаке в 1981 г. [8] по программе исследования Ia-переменных. Авторы [8] полагали, что V 517 Cyg является «фотометрическим аналогом» другой неправильной переменной — VV Ser, также обладающей алголеподобными ослаблениями блеска.

В 1985 г. в программе исследования поляризации Ae/Ве звезд Херби-га Петровой и Шевченко [9] была исследована волновая зависимость $P\%$ и θ° для V 517 Cyg и ряда других Ae/Ве звезд Херби-га в NGC 7000 и IC 5070 и было показано, что поляриметрические характеристики V 517 Cyg, имея некоторое сходство в ориентировке углов θ° с другими Ae/Ве звездами Херби-га в районе IC 5070, в то же время имеют и отличия при переходе к длинным волнам.

В 1986 г. Кардоловым и Радаевым [10] сделаны несколько фотометрических и поляриметрических оценок в фильтре V.

С 1984 г. V 517 Cyg на Майданаке наблюдается по программе исследования Ae/Ве звезд Херби-га, а с 1987 г. по настоящее время по программе «РОТОР».

В рамках кооперативной программы «РОТОР» были продолжены UBVR-фотоэлектрические наблюдения переменной на горе Майданак с июня по декабрь 1987 г., а на 2,6-м телескопе Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм.ССР получено 9 щелевых спектрограмм V 517 Cyg с дисперсией 100 Å/мм.

В данной работе обсуждаются результаты фотоэлектрической UBVR фотометрии за 1984—1987 гг., а также и спектральные наблюдения V 517 Cyg.

2. *Фотоэлектрическая фотометрия* проводилась на 60-см рефлекторе Цейсса и 48-см рефлекторе АЗТ-14 с идентичными импульсными фотометрами, обработка проведена на ЭВМ СМ 1420 по методике, изложенной в [1].

На рис. 1а (сверху) приведена сводная кривая блеска, охватывающая интервал фотоэлектрических наблюдений 1981—1988 гг., в том числе майданакские наблюдения 1981 г. [8], а также 2 сезона фотографической фотометрии 1970—1971 гг. [6, 7]. Следует иметь в виду, что между величинами Гизекинга [6] и Филина [7], с одной стороны, и величинами V , полученными из наших фотоэлектрических наблюдений, с другой, может существовать систематическое различие. Если основываться только на фотоэлектрических наблюдениях, можно заподозрить наличие такой же синусоидальной волны по максимальным значениям блеска переменной, которая была четко обнаружена у прототипа Ae/Ве звезд с алгоподобными ослаблениями блеска — Ae-звезды Херби-га BF Ориона, причем намечается та же закономерность, что и у BF Ориона — вблизи минимума долгопериодических синусоидальноподобных колебаний наблюдаются сильные ослабления блеска, а вблизи максимума — ослабления блеска меньшей амплитуды. Сходное явление наблюдается и при анализе большого ряда наблюдений VV Vul [12], хотя оно не так отчетливо выражено.

На рис. 1b-e приведены фрагменты кривой блеска 1984—1987 гг. Плавные волны, длившиеся около 93^d в 1984 г. и 1986 г., чередуются с активными кривыми блеска, с множеством алголеподобных ослаблений сравнительно небольшой амплитуды — 1985 г. и 1987 г. Волнообразные циклы длительностью около 93^d наблюдались и в 1971 г. [6] и в 1981 г. [8].

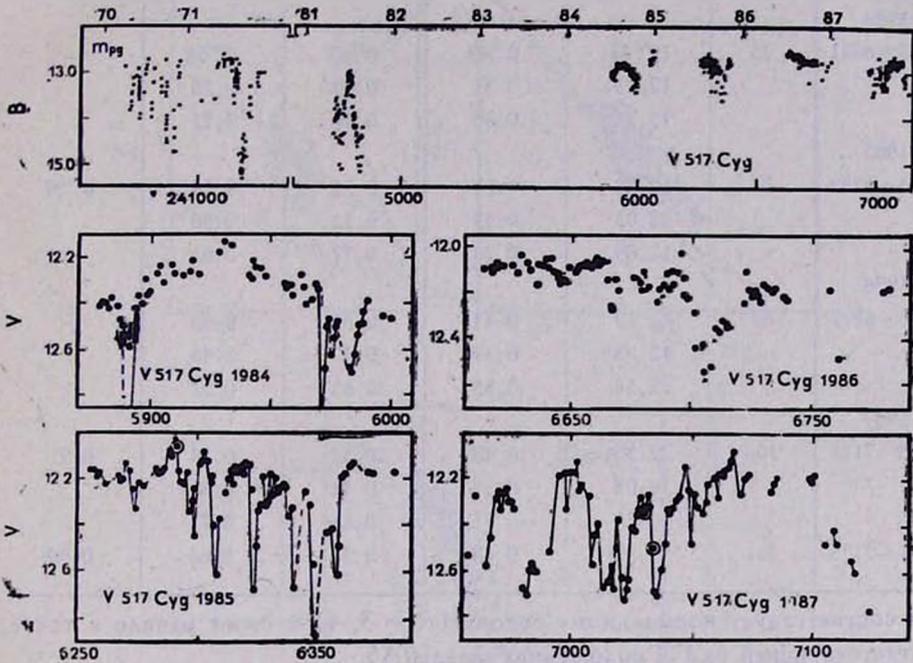


Рис. 1. Сводная кривая блеска V 517 Cyg (a) и фрагменты кривых блеска по результатам майданажских наблюдений (b-e).

Такая же волна накладывается на резкие алголеподобные ослабления 1985 г. и 1987 г. Продолжительность волны везде близка к 93^d , однако эти волны не носят строго периодический характер (т. е. их не удастся описать неким периодическим процессом с начальной эпохой). Массивы фотоэлектрических наблюдений 1984—1987 гг. будут опубликованы отдельно. В приводимой ниже табл. 1 мы показываем изменения величин V и показателей цвета $U-B$, $B-V$, $V-R$ и $V-I$ по сезонам.

Весьма неоднозначны цветовые изменения V 517 Cyg. На рис. 2 приведены двухцветные диаграммы $(U-B) - (B-V)$ и $(B-V) - (V-R)$ для переменной, а также зависимость цветов $(B-V)$ от блеска. На всех рисунках линия главной последовательности (ГП) — сплошная, а линия нарастающего покраснения — штриховая. Линия нарастающего покрасне-

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ $UBVR$ — ФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗДЫ $V 517 Cyg$

Год Эпоха 2440000+	n	\bar{V} V_{\max} V_{\min}	$\overline{U-B}$ $(U-B)_{\min}$ $(U-B)_{\max}$	$\overline{B-V}$ $(B-V)_{\min}$ $(B-V)_{\max}$	$\overline{V-R}$ $(V-R)_{\min}$ $(V-R)_{\max}$	$\overline{V-1}$
1984						
5879—6061	75	12 ^m 37 12.13 13.21	0 ^m 49 0.31 0.66	0 ^m 62 0.49 0.78	0 ^m 56 0.53 0.71	—
1985						
6255—6383	84	12.28 12.05 12.89	0.51 0.43 0.70	0.59 0.53 0.77	0.54 0.50 0.61	0 ^m 89
1986						
6613—6802	86	12.19 12.03 12.54	0.44 0.39 0.55	0.56 0.47 0.63	0.53 0.46 0.57	—
1987						
6958—7125	106	12.35 12.03 12.74	0.48 0.38 0.71	0.57 0.48 0.66	0.54 0.41 0.73	0.91
5879—7125	351	12.31	0.48	0.57	0.54	0.90

ния соответствует нормальному закону ($R = 3, 4$) и берет начало в точке, соответствующей на ГП положению звезды $A5$.

Только на двухцветной диаграмме $(B-V) - (V-R)$ звезда меняется параллельно линии покраснения, а на двух других диаграммах $(U-B) - (B-V)$ и ГП — область значений цветов $V 517 Cyg$ пересекает линию покраснения и по своему характеру ближе к температурным изменениям с неустойчивым радиусом. На диаграмме $(B-V) - (V-R)$ изменения цвета, обусловленные изменениями температуры и переменностью оболочечной экстинкции, лежат на одной линии, в связи с чем по этой диаграмме ранневероятны обе причины.

Неоднозначность цветовых изменений уже отмечалась ранее [8].

3. Спектральные наблюдения были выполнены 27 июля 1987 г. на 2.6-м бюраканском рефлекторе ЗТА со спектрографом УАГС, с применением двухкаскадного ЭОП. Была получена серия из 9 спектрограмм с экспозициями 2.5 и 10 мин (№ спектров 416—424). Область спектра 4500—6800 Å , разрешение 2.5 Å , интервал времени спектральных наблюдений 2447004.4270—4646. Соответствующий этому интервалу средний

блеск 12^m 24. Обработка проведена на вычислительном центре Бюраканской астрофизической обсерватории на ЭВМ СМ 1420 по программе обработки изображений. На рис. 3 приведена усредненная по 4-м экспозициям спектрограмма V 517 Cyg в интенсивностях, где отмечены все уверенно отождествленные линии.

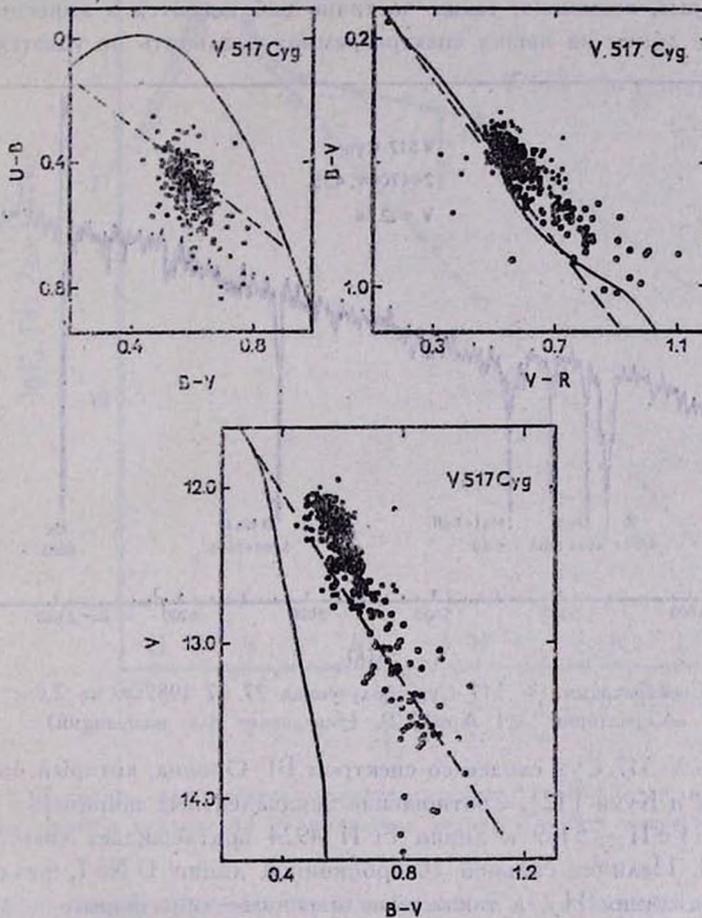


Рис. 2. Цветовые изменения в системе V 517 Cyg. Двухцветные диаграммы (U—B) — (B—V) и (B—V) — (V—R) вверху, Г—Р-диаграмма — внизу. Точки — наблюдения 1984—1987 гг., кружки — наблюдения 1981 г. [9]. Сплошная линия — главная последовательность, штриховая — линия нарастающего покраснения $R = 3.4$.

Линия H_α наблюдается в эмиссии, и на некоторых спектрограммах (№ 417, 418) видно, что она раздвоена. Эквивалентная ширина $EW_{H_\alpha} = 15 \pm 5 \text{ \AA}$. Линия H_γ наблюдается в абсорбции, однако по виду контура этой линии можно заподозрить влияние слабого эмиссионного компонента.

Следующие по силе абсорбционные линии — линии дублета D Na 5890+5896 Å, которые на наших спектрограммах видны в виде одной абсорбции, и бленда, состоящая из сильных линий магния и ионизованного железа: Mg I 5173 + Mg I 5167 + Fe II 5169. Кроме того, хорошо заметна абсорбционная линия Fe II 4924 и можно различить также линию 5018 Fe II, которые, возможно, также частично наблюдаются в эмиссии.

Другие линии на наших спектрограммах различить не удается.

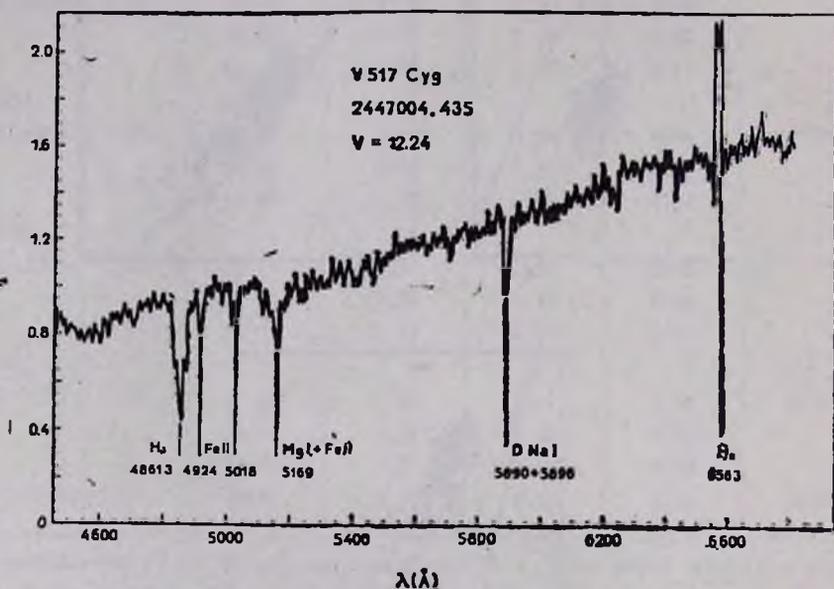


Рис. 3. Спектрограмма V 517 Cyg, полученная 27. 07. 1987 г. на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории АН Арм.ССР, (усреднение 4-х экспозиций).

Спектр V 517 Cyg сходен со спектром BF Ориона, который был получен Коэном и Кухи [12]. Соотношение эквивалентных ширин H_γ и бленды Mg I + Fe II — 5169 и линии Fe II 4924 подтверждает спектральный класс A3-5. Наличие сильной абсорбционной линии D Na I, раздвоенная эмиссионная линия H_γ, а также заподозренные эмиссионные компоненты в других линиях свидетельствуют о наличии околосредней оболочки.

4. Распределение энергии в спектре V 517 Cyg приведено на рис. 4 по нашим данным *UBVRI*-фотометрии, полученным в ходе выполнения Майданакских программ, и измерениям в полосах H и K, выполненным в сентябре 1971 г. Глассом и Пенстоном [13].

Поскольку расстояние до области звездообразования, связанной с NGC 7000 и IC 5070, уточнено по современным фотоэлектрическим наблюдениям [1], можно оценить поглощение и светимость V 517 Cyg. Мы по-

лагаем, что в максимуме блеска излучение звезды исправляется за межзвездную экстинкцию и поглощение в оболочке при законе поглощения $R = 3.4$ [1]. При этом светимость звезды лишь незначительно превышает светимость карлика A3—A5 V главной последовательности.

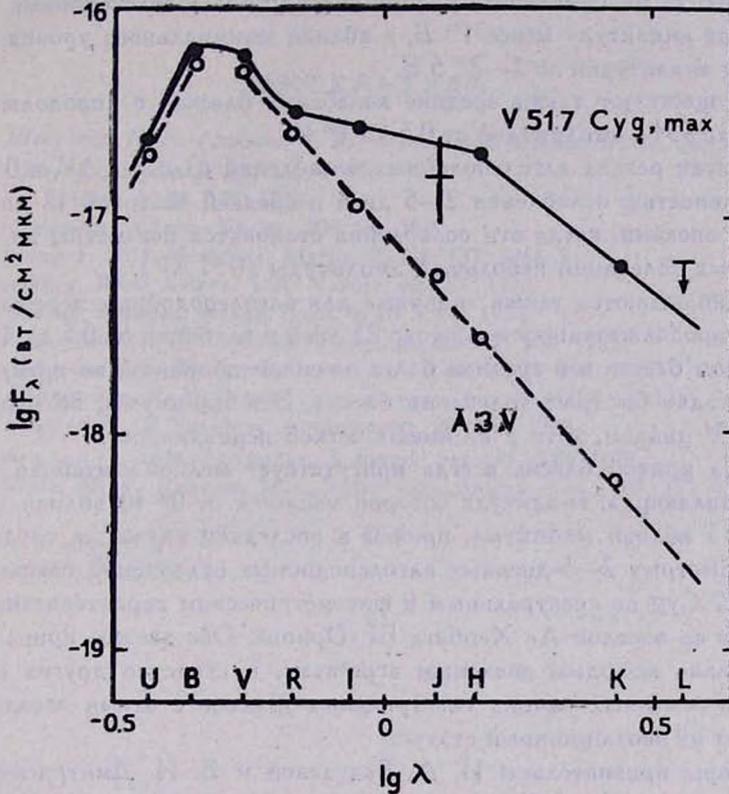


Рис. 4. Сравнение распределения энергии в спектре V 517 Cyg вблизи максимума (сплошная линия) и карлика A3 V (штриховая линия), с учетом межзвездного покраснения.

Собственный инфракрасный избыток $E_{(V-K)}^*$ за вычетом межзвездного покраснения $E_{(V-K)}^*$ невелик $E_{(V-K)}^* = 0^m7$, что свидетельствует о небольших размерах газово-пылевого диска, либо о поздней стадии эволюции околосредного образования у V 517 Cyg.

5. **Заключение.** V 517 Cyg является типичной AE-звездой Хербига, обладающей эмиссией в линии H_α , с раздвоенным контуром, заметной абсорбционной линией D Na, небольшим ИК-экссессом, заметной поляризацией, имеющей свою величину и ориентировку в зависимости от блеска

звезды, характеризующейся алголеподобными ослаблениями блеска. На кривой блеска выделяется несколько особенностей.

1. Вероятно, существует цикл в изменении максимального уровня блеска звезды продолжительностью около 10 лет.

2. Вблизи максимального уровня этого цикла алголеподобные ослабления имеют амплитуду менее $1^m B$, а вблизи минимального уровня характеризуются амплитудой до $2-2^m 5 B$.

3. Существуют также средние колебания блеска с продолжительностью около 93^d и амплитудой от 0.5 до $1^m V$.

4. Эпохи резких алголеподобных ослаблений блеска с $\Delta V = 0^m 4$, продолжительностью ослабления 2—5 дней и средней частотой 12 дней, чередуются с эпохами, когда эти ослабления становятся незаметны на фоне неправильных колебаний небольшой амплитуды ($0^m 1 \Delta V$).

5. Наблюдаются также типичные для алголеподобных переменных минимумы, продолжительностью около 25 дней и глубиной от 0.5 до 1^m , с крутым спадом блеска и в среднем более плавным подъемом, во время которого происходят быстрые колебания блеска. Эти минимумы, возможно, связаны с 93^d циклом, хотя и не имеют четкой периодичности.

6. На кривой блеска всегда присутствует мелкомасштабная переменная составляющая, амплитуда которой меняется от $0^m 10$ вблизи максимума до $0^m 5$ вблизи минимума, причем в последнем случае ее трудно отличить от быстрых 2—5-дневных алголеподобных ослаблений блеска.

V 517 Cyg по спектральным и фотометрическим характеристикам весьма сходна со звездой Ae Хербига BF Ориона. Обе звезды принадлежат к экстремально молодым звездным агрегатам, и сходство других алголеподобных переменных ранних спектральных классов с этими звездами подтверждает их эволюционный статус.

Авторы признательны И. А. Бедулевой и З. И. Дмитриевой за помощь в подготовке рукописи к печати.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория АН Арм.ССР

Астрономический институт
АН Узб.ССР

HERBIG Ae-STAR V 517 CYGNI

G. V. ABRAMIAN, S. V. ZARATSIAN, N. D. MELIKIAN, S. JU. MELNIKOV,
V. S. SHEVCHENKO

Using 350 *UBVR* (1) photoelectric observations made on Mount Maidanak in 1984—1987, the light curve of Herbig Ae-star V 517 Cyg was derived. The V 517 Cyg is a member of star forming region RSF

4 Cyg B associated with NGC 7000 and IC 5070. Variations are noted of the highest light level with 93^d period of two types of Algol-like variations and other features. The spectra of V 517 Cyg obtained at Byurakan by the 2.6m reflector are discussed. The double emission H_α line ($E W_{\lambda} H_{\alpha} = 15 \text{ \AA}$) and strong absorption D NaI lines are noted.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Шевченко, К. Н. Гранкин, С. Ю. Мельников, *Астрон. ж.*, 65, № 3, 1988.
2. G. W. Marcy, *Astron. J.*, 85, 230, 1980.
3. F. Ross, *Astron. J.*, 36, 123, 1926.
4. C. Hoffmeister, *Astron. Nachr.*, 278, 24, 1949.
5. L. Meinunger, *Mitt. Vernderl. Sterne*, 3, H5, 137, 1966.
6. F. Gieseking, *Vom. Astron. Inst. Veröff*, No. 87, 1973.
7. А. Я. Филин, *Перемен. звезды, Прва*, 2, № 3, 63, 1974.
8. В. И. Кардополов, Г. К. Филиппов, *Перемен. звезды*, 22, 126, 1985.
9. Н. Н. Петрова, В. С. Шевченко, *Письма в Астрон. ж.*, 13, 686, 1987.
10. В. И. Кардополов, Р. К. Рспаев, *Астрон. циркуляр*, № 1499, 6, 1987.
11. Г. В. Зайцева, П. Ф. Чулайнов, *Астрофизика*, 20, 447, 1984.
12. M. Cohen, L. V. Kuhi, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 41, 743, 1979.
13. I. S. Glass, M. V. Penston, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 167, 237, 1974.