

УДК: 524.337.7:520.82

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ КАРЛИКОВОЙ
НОВОЙ SS ЛЕБЕДЯ

И. Б. ВОЛОШИНА, В. М. ЛЮТЫЙ

Поступила 8 января 1988

Принята к печати 23 июля 1988

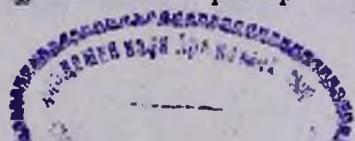
На стадии падения блеска вспышки SS Cyg в сентябре 1982 г. (максимум блеска—16 сентября 1982 г.) обнаружены квазипериодические изменения блеска с полной амплитудой $\sim 1.5\%$. Осцилляции присутствуют на кривой блеска SS Cyg 20 сентября в фильтрах V и U , 19 сентября (фильтр V) в пределах ошибок измерений осцилляции не наблюдались. Возможно, у SS Cyg обнаружена третья группа осцилляций.

1. *Введение.* Карликовые новые представляют собой тесные двойные системы, в которых вещество красного карлика (звезда позднего спектрального класса) перетекает на белый карлик, образуя вокруг него яркий аккреционный диск. С интервалами в 10—200 дней звезды вспыхивают на несколько величин, возвращаясь к спокойному состоянию (минимум блеска) через 3—20 дней. Во время вспышки и на стадии падения блеска после вспышки часто наблюдаются квазипериодические осцилляции яркости с периодами от десятков до нескольких сотен секунд и так называемые когерентные, с периодами 8—40 с.

SS Cyg — одна из самых ярких звезд этого класса объектов. Впервые быстрые осцилляции в SS Cyg были обнаружены во время вспышки в октябре 1976 г. [1]: в течение 3.5 часов наблюдались колебания яркости с периодом 9.735 ± 0.002 с и с амплитудой 0.0002 . В дальнейшем были найдены осцилляции с периодами 8.5—10.9 с и 32—36 с [2, 3] значительно большей амплитуды (до 0.001). Во время вспышки в июне 1978 г. с борта HEAO-1 проводились наблюдения в диапазоне 0.1—1 КэВ. Были выявлены колебания с периодом 9 с и амплитудой $\sim 30\%$ [4].

В настоящей работе мы представляем результаты высокоскоростной фотометрии SS Cyg, проводившейся во время вспышки в сентябре 1982 г.

2. *Наблюдения.* Наблюдения проводились в кассегреновском фокусе 125-см телескопа Крымской станции ГАИШ в фильтрах V и U стандарт-



ной системы *UBV* 19 и 20 сентября 1982 г. Временное разрешение 1.06 с, время накопления импульсов 1 с. Для считывания информации со счетчика использовалась микро-ЭВМ типа «Электроника ДЗ—28» (объем ОЗУ 32К). В качестве стандартной звезды использовалась звезда BD + 42°4186 [5].

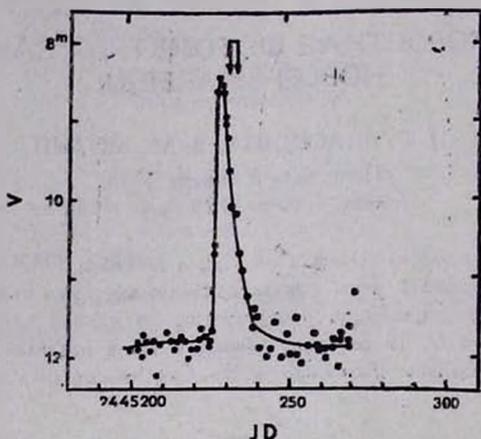


Рис. 1. Кривая блеска сентябрьской вспышки SS Cyg в 1982 г., построенная по данным Bull. AFOEV. Стрелками указаны моменты наблюдений авторов.

На рис. 1 показана сентябрьская вспышка 1982 г. SS Cyg согласно [6], максимум блеска приходится на 16 сентября. Поскольку ставилась задача поиска 9-секундных колебаний блеска, аналогичных найденным в рентгеновской области, время непрерывной записи ограничивалось ~ 35 циклами (300 отсчетов, 318 с), так как во время рентгеновских наблюдений [4] фаза сохранялась не более 25 циклов. Стандарт записывался до и после переменной (по 150 отсчетов). Результаты наблюдений приведены на рис. 2 (имп/с за вычетом фона неба), а сведения о состоянии звезды и характере наблюдений — в табл. 1.

19 сентября за 5 минут изменений блеска не зарегистрировано, 20-го наблюдалась быстрая переменность с максимальной амплитудой $\sim 8\%$ в фильтре *V* и $\sim 12\%$ в *U*. Звезда сравнения никакой переменности не показала. Простая статистическая обработка — вычисление среднего и дисперсии — показывает, что среднее квадратичное отклонение SS Cyg 20 сентября в 1.5—2 раза превышает статистическую ошибку, определяемую по числу накопленных импульсов (относительная ошибка $\sigma_{\text{стат.}} = 1/\sqrt{N}$), см. табл. 2 Среднеквадратичное отклонение для стандартной звезды и для SS Cyg 19 сентября равно $\sigma_{\text{стат.}}$. Такой результат является прямым свидетельством присутствия быстрой переменности в SS Cyg 20 сентября.

3. Поиск периодичности. Частотный спектр (спектр мощности) в диапазоне 0—0.15 Гц вычислялся методом, описанным в [7], отдельно для

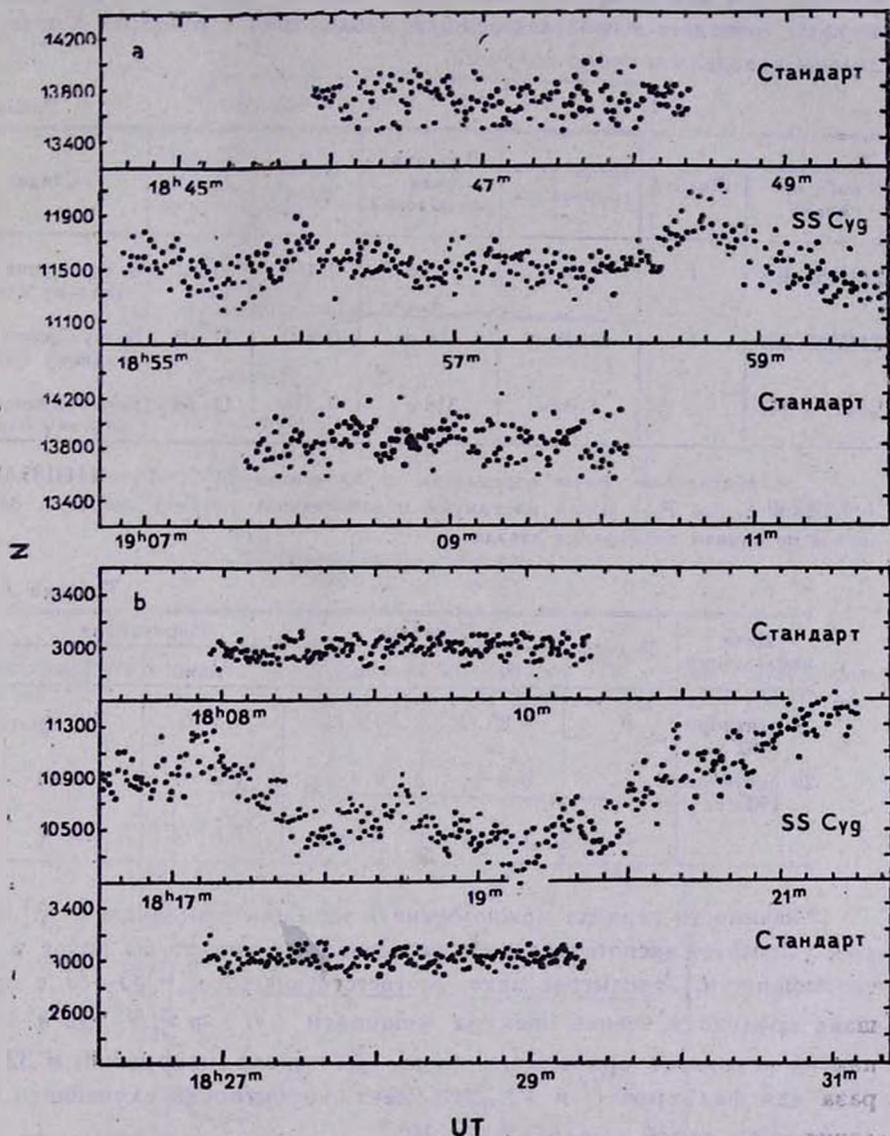


Рис. 2. Наблюдаемые кривые блеска SS Cyg: а) 20 сентября 1982 г., фильтр V; б) 20 сентября 1982 г., фильтр U.

наблюдений в фильтрах V и U 20 сентября. Для наблюдений в фильтре U учитывался медленный тренд (см. рис. 2b), амплитуда которого значительно больше амплитуды возможной периодической составляющей. В

спектре мощности (рис. 3) не видно никакого значимого пика, соответствующего периоду 9 с, но есть очень сильный пик, соответствующий $P=87\pm 1.5$ с для фильтра U и $P=85\pm 1.5$ с для фильтра V . Значение периода совпадает в пределах ошибки, наблюдения в фильтрах V и U разделены интервалом около получаса.

Таблица 1

| JD начального момента | Фильтр | Время интегрирования | Продолж. ряда наблюдений | Орбит. фаза* | Сред. блеск системы | Стадия |
|-----------------------|--------|----------------------|--------------------------|--------------|---------------------|--------------------------------|
| 2445232.408 | V | 1.06 с | 318 с | 0.456 | $9^m.64$ | Возвращение к исходному блеску |
| 2445233.288 | V | 1.06 с | 318 с | 0.655 | $11^m.05$ | Возвращение к исходному блеску |
| 2445233.261 | U | 1.06 с | 318 с | 0.556 | $11^m.05$ | Возвращение к исходному блеску |

* — орбитальные фазы определены с элементами [10]: $T_0 = 2444185.6881 + 0.275130 E$, где T_0 — время максимума положительной лучевой скорости, определенной по линиям поглощения звезды.

Таблица 2

| Дата наблюдения | Фильтр | Стандарт | | Переменная | |
|---------------------|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | $\sigma_{\text{стат.}}$ | $\sigma_{\text{набл.}}$ | $\sigma_{\text{стат.}}$ | $\sigma_{\text{набл.}}$ |
| 19 сентября 1982 г. | V | 0.85 % | 0.9 % | 0.8 % | 0.9 % |
| 20 сентября 1982 г. | V | 0.9 % | 0.9 % | 1.0 % | 1.4 % |
| | U | 1.9 % | 2.0 % | 1.0 % | 2.9 % |

Значимость периода можно оценить методом, описанным в [8], который учитывает экспоненциальное распределение амплитуды пиков в спектре мощности. Амплитуда пика, соответствующего $P=85-87$ с превышает среднее значение спектра мощности $\langle I \rangle \approx \sigma_f^2/N$, где σ_f^2 — дисперсия исходного временного ряда, N — число измерений, в 32 и 24 раза для фильтров U и V . Это дает вероятность случайного появления пика такой амплитуды $\sim 10^{-9}$.

Поскольку период осцилляций в фильтрах U и V совпадает в пределах ошибки, сведем все наблюдения в средние кривые с $P=86.0$ с и одним и тем же начальным моментом (рис. 4). Средние кривые вычислялись следующим образом: диапазон фаз 0—1 разбивался на 7 интервалов и в каждом вычислялось среднее значение блеска; затем то же самое делалось для

нового разбиения, сдвинутого на $1/14$ периода. На кривой блеска при этом получается 14 средних точек, из которых независимых — семь. Штрихо-

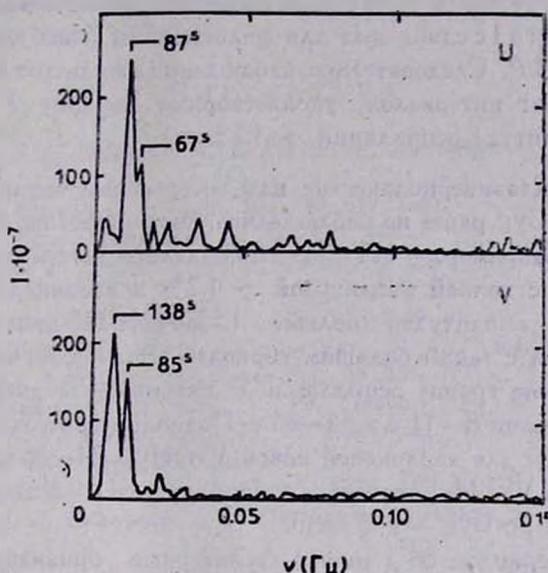


Рис. 3. Спектр мощности для наблюдений 20 сентября 1982 г. Пик, соответствующий $P = 85-87$ с превышает среднее значение в 24 раза для фильтра V и в 32 раза для фильтра U .

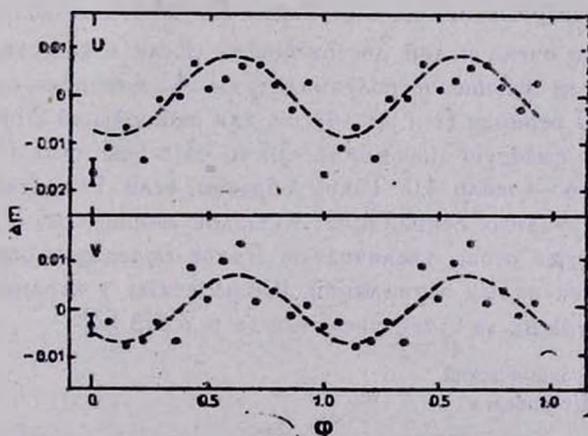


Рис. 4. Средние кривые блеска SS Cyg 20 сентября 1982 г., построенные для значения 86 с. Синусоида проведена по средним точкам методом наименьших квадратов.

вой линией на рис. 4 показана синусоида с $P = 86.0$, проведенная по этим точкам методом наименьших квадратов.

Амплитуда синусоиды $A_h = 0^{\text{m}}0086 \pm 0^{\text{m}}0019$ и $0^{\text{m}}0073 \pm 0^{\text{m}}0016$ в фильтрах U и V соответственно, фаза обеих кривых совпадает (разность фаз ~ 0.03). При этом не может быть сдвига фазы на целый период, так как при неточности периода в 1 с сдвиг фаз для фильтров U и V не будет превышать ~ 30 с, т. е. $\sim 1/3 P$. Следовательно, наблюдения в фильтрах U и V , разделенные получасовым интервалом, удовлетворяют периоду $P = 86.0 \pm \pm 0.2$ с. Полная амплитуда осцилляций $\sim 1.5\%$.

4. *Обсуждение.* Квазипериодические или когерентные осцилляции такой амплитуды в SS Cyg ранее не наблюдались, хотя известны для других карликовых новых. Например, у HT Cas наблюдались когерентные 20-секундные осцилляции с полной амплитудой $\sim 1.2\%$ и квазипериодические (~ 100 с) с полной амплитудой больше 1.5% [2]. Не наблюдались в SS Cyg и осцилляции с таким большим периодом. Возможно, мы обнаружили у SS Cyg третью группу осцилляций в дополнение к двум первым: осцилляциям с периодами 8—11 с и 32—36 с. Подобные три группы осцилляций блеска известны для карликовой новой VW Hyi: 24—36 с, 70—90 с и 190—420 с [9]. Но VW Hyi относится к подклассу SU UMa карликовых новых, в то время как SS Cyg — к U Gem.

Осцилляции с периодом 86 с имеют характерные признаки обычно наблюдаемых в карликовых новых квазипериодических пульсаций: во-первых, они наблюдались на стадии падения блеска системы после максимума; во-вторых, появились (или же у них сильно увеличилась амплитуда) внезапно, скачком. Наблюдения 19 сентября не показали быстрой переменности, однако свертывание их с периодом $P=86$ с дает волну с амплитудой $\leq 0.3\%$, но очень малой достоверности. Если в качестве критерия значимости возьмем отношение полуамплитуды A_h к ошибке средней точки в интервале $1/7$ периода (см. рис. 4), то для наблюдений 20-го сентября получим довольно высокую значимость: 3.7 и 3.3 в фильтрах U и V соответственно, а 19-го — около 1.0. Таким образом, если 19 сентября и присутствовали 86-секундные осцилляции, то малой амплитуды, а на следующий день амплитуда резко увеличилась. Такое поведение очень похоже на поведение 28-секундных осцилляций, наблюдаемых у карликовой новой AN Hег: амплитуда их за сутки увеличилась в 5 раз [2].

Государственный астрономический
институт им. П. К. Штернберга

HIGH — SPEED PHOTOMETRY OF DWARF NOVA SS CYGNI

I. B. VOLOSHINA, V. M. LYUTYI

Quasi — periodic oscillations with full amplitude of 1.5% have been found for SS Cyg in the decline from the 1982 September outburst

(maximum light 1982 September 16). These oscillations were observed in the *V* band and *U* band light curves on the night of September 20, but no pulsations were observed on the previous night September 19 in the limits of accuracy. Possibly, the new third group of oscillations in SS Cyg have been detected.

ЛИТЕРАТУРА

1. *J. Patterson, E. L. Robinson, A. L. Kiplinger, Astrophys. J. Lett.*, 226, L 137, 1978.
2. *J. Patterson, Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 45, 517, 1981.
3. *K. Horne, R. Gomer, Astrophys. J.*, 237, 845, 1980.
4. *F. A. Cordova, T. J. Chester, G. P. Garmir, I. Tuohy, Astrophys. J.*, 235, 163, 1980.
5. *G. Grant, H. A. Abt, Astrophys. J.*, 129, 323, 1959.
6. *Bull. Assoc. Franc. des Observ. d'Etoiles Var.*, 22, 207, 1982; 23, 39, 1983.
7. *T. J. Deeming, Astrophys. and Space Sci.*, 36, 137, 1975.
8. *V. T. Doroshenko, V. M. Lyuty, V. Yu. Terebizh, Yu. S. Eftmoo, N. M. Shakhovskoy, V. Pitrola, S. Huarala, T. Korhonen, A. Stellanpää, E. Valtaoja, Astron. and Astrophys.*, 163, 321, 1986.
9. *E. L. Robinson, B. Warner, Astrophys. J.*, 277, 250, 1984.
10. *A. P. Cowley, D. Crampton, J. B. Hutchings, Astrophys. J.*, 241, 269, 1980.