

УДК: 524.337

ОСОБЕННОСТИ СИНХРОНИЗАЦИИ МАГНИТНОЙ НОВОЙ V1500 CYGNI

Е.П.ПАВЛЕНКО, В.П.МАЛАНУШЕНКО

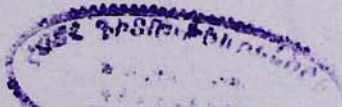
Поступила 6 февраля 1996

Принята к печати 8 марта 1996

Представлен анализ 11-летнего фотометрического исследования первой магнитной новой V1500 Cyg по наблюдениям, выполненным в Крымской обсерватории. Данные показывают существование периода биений, вызванного вращательно-орбитальным асинхронизмом, и его увеличение со временем. Используя постоянную величину орбитального периода и текущую величину периода биений, для каждого года была вычислена текущая величина периода вращения первичного компонента - магнитного белого карлика. Показано, что быстрая синхронизация компонентов во времени происходила неравномерно: в 1977-1979гг. замедление вращения белого карлика составило $\dot{P}_{\text{rot}} = 1.8 \times 10^{-6}$, а в течение последующих 10 лет - $\dot{P}_{\text{rot}} = 2.7 \times 10^{-8}$. Это должно привести к синхронизации периода вращения с орбитальным периодом \approx через 230 лет при условии, что \dot{P}_{rot} будет оставаться постоянным и не меньшим, чем 2.7×10^{-8} .

1. *Введение.* V1500 Cyg является первой признанной магнитной новой, у которой период вращения первичного компонента на 3.5 минуты короче орбитального. Стокман, Шмидт и Ламб (далее - СШЛ) предположили, что взрыв Новой в 1975г. разрушил орбитально-вращательное синхронное движение компонентов двойной системы [1].

Анализ длительных поляриметрических наблюдений показал увеличение периода вращения со временем и позволил оценить характерное время синхронизации с орбитальным циклом. Они отметили, что как аккреционный поток, так и геометрия удара должны изменяться с синодическим циклом первичного компонента, равным периоду биений между орбитальным и вращательным периодами, порождая хаотические фотометрические и спектроскопические изменения. Наши фотометрические наблюдения этой уникальной новой, выполненные на телевизионном комплексе 0.5-м телескопа Крымской обсерватории, показали, однако, что предполагавшиеся СШЛ хаотические изменения, к счастью, не столь велики, чтобы полностью завуалировать модуляцию яркости с синодическим циклом.



Предварительный статистический анализ данных 11-летнего ряда наблюдений, проведенный Павленко и Пельтом [2,3], ясно показал существование фотометрического периода, совпадающего с периодом биений. Открытие периода биений позволило нам вычислить не наблюдаемый фотометрический период вращения белого карлика согласно соотношению:

$$1/P_{\text{beat}} = 1/P_{\text{rot}} - 1/P_{\text{orb}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{orb}} = 0.4139613$ [4]. Как было показано ранее в [3] (далее - ПП), средняя величина периода биения для 1981-1984гг. составляла 7.69 дней, что соответствовало $P_{\text{rot}} = 0.4137122$. Время синхронизации авторы оценили, используя разницу в величинах периодов вращения, полученных PP и SSL. Грубая оценка характерного времени синхронизации составила 290 лет, что неплохо согласовалось с оценкой Шмидта и Стокмана ≈ 150 лет [5]. Согласно модели СШЛ, на второй год после взрыва Новой, физические условия в системе V1500 Cyg могли позволить в течение короткого времени зарегистрировать оба фотометрических периода - орбитальный и вращательный. Сразу после взрыва компоненты находились в общей оболочке и наблюдавшуюся фотометрическую переменность СШЛ объясняют периодом вращения белого карлика (максимум излучения мог исходить от горячего пятна на белом карлике). Через два года, когда фотосфера компактного компонента сжалась до его поверхности, преобладающим источником оптического излучения стал обнажившийся и сильно нагретый вторичный компонент. Наличие двух близких фотометрических периодов в течение "пограничного времени" в 1977г. и в самом деле, было обнаружено нами [6].

2. *Анализ данных.* В предлагаемой статье мы предприняли попытку детального исследования характера синхронизации компонентов магнитной новой V1500 Cyg на основании статистического анализа данных фотометрических наблюдений, полученных в 1977-1987гг. в течение 83 ночей. Все наблюдения, за исключением 1977г., были выполнены в фотометрической системе V. В 1977г. Новая наблюдалась нами в континууме внутри полосы V [6,7].

Для данных 1977г. мы использовали уникальную возможность определения периода вращения непосредственно, а для данных остальных лет период вращения находился через период биений, связанный с периодом вращения соотношением (1). Статистический анализ всех временных

рядов проводился с использованием пакета ISDA [8,9].

На рис. 1 приведена периодограмма для данных 1977г., полученная методом Стеллингверфа, где в качестве критерия значимости использовалась удвоенная статистика Аббе [10]. Периодограмма показывает широкий и слегка расщепленный пик, охватывающий два периода и центрированный на частоте, соответствующей 0.4138 , что является промежуточной величиной между периодами вращения и обращения. Данная периодограмма не может обеспечить определение точных величин искомых близких периодов из-за недостаточного разрешения. Используя оригинальную методику Пельта [9], мы построили модель би-периодического процесса для поиска пары периодов, наилучшим образом описывающих наблюдения. Зафиксировав величину одного из них - $P_{\text{об}} = P_1 = 0.41396$, мы нашли второй, равный $P_2 = 0.41361$, полагая, что это и есть период вращения белого карлика в 1977г.

Для того, чтобы детально исследовать поведение периода вращения и, отслеживающего его периода биений в последующие годы, мы объединили все данные по два года, сдвигая на один год, и для каждой такой комбинации построили частотные спектры. Ряд данных 1984г. оказался

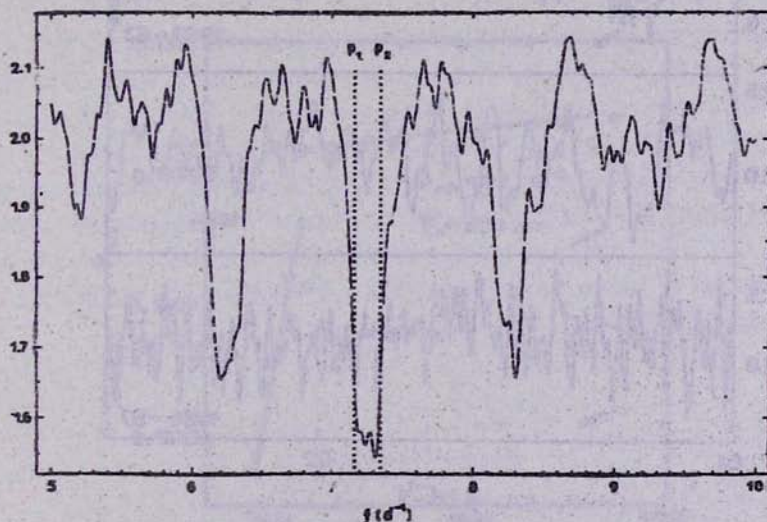


Рис. 1. Периодограмма для данных V1500 Суг в 1977г., полученная методом Стеллингверфа. По горизонтальной оси отложена частота в обратных сутках, по вертикальной - удвоенная статистика Аббе.

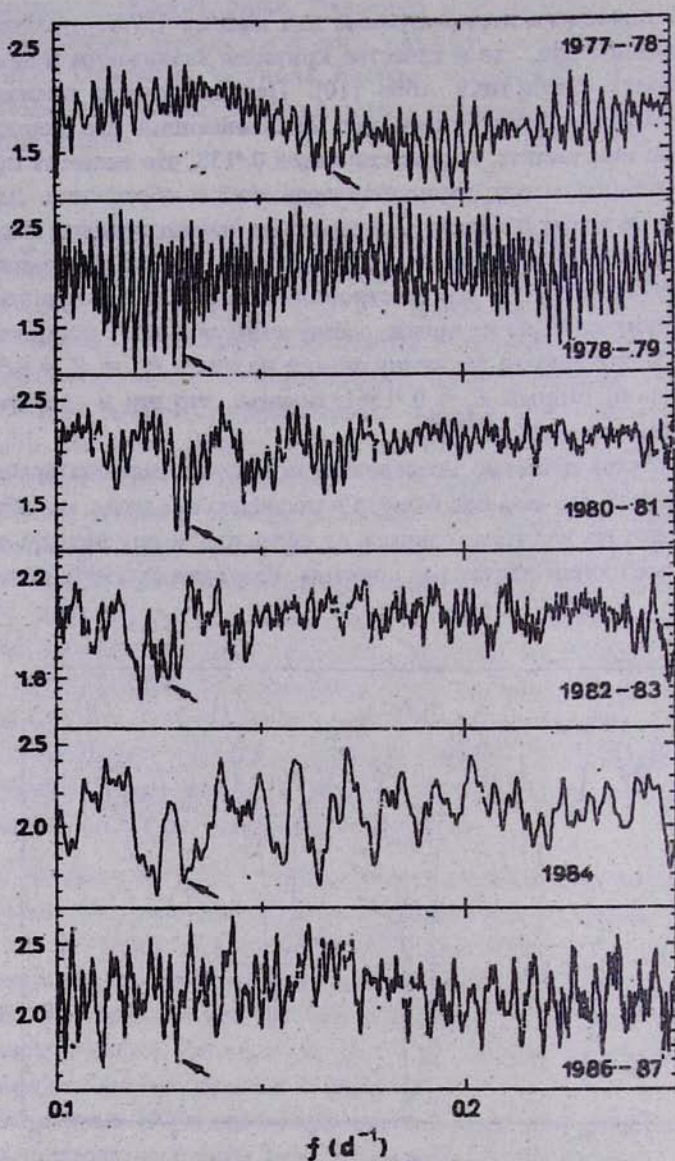


Рис. 2. Избранные периодограммы для данных V1500 Cyg в окрестности периода биений. По горизонтальной оси отложена частота в обратных сутках, по вертикальной - удвоенная амплитуда A66b.

достаточно длинным для того, чтобы его анализировать отдельно. Таким образом было построено 8 периодограмм с использованием метода Стеллингверфа. Некоторые из них представлены на рис. 2. Все периодограммы показывают несколько пиков в окрестности периода биений и его второй гармоники, причем, в отдельные сезоны наблюдений вторые гармоники оказываются даже более значимыми, чем первые. Сложность геометрии аккреции в данной системе, как уже указывалось, вносит изрядную долю хаотических колебаний яркости, зашумляя спектр и усложняя поиск точной текущей величины периода биений. Нами для каждого спектра были выбраны по одному из пяти формально наиболее значимых периодов в окрестности *средней* величины периода биений $P_{\text{beat}} = 7.469$, или его второй гармоники, если она оказывалась более значимой. В последнем случае выбранный период умножался на два. Отобранные по этому принципу периоды указаны на периодограммах стрелочками. Соответствующие вычисленные текущие значения периода вращения белого карлика приведены на рис. 3. Они показаны заполненными кружками. Приведены также и две независимые оценки периода вращения: полученная Шмидтом и Стокманом [5] - открытый кружок, и взятая из предыдущей публикации периода биений [11] - треугольник.

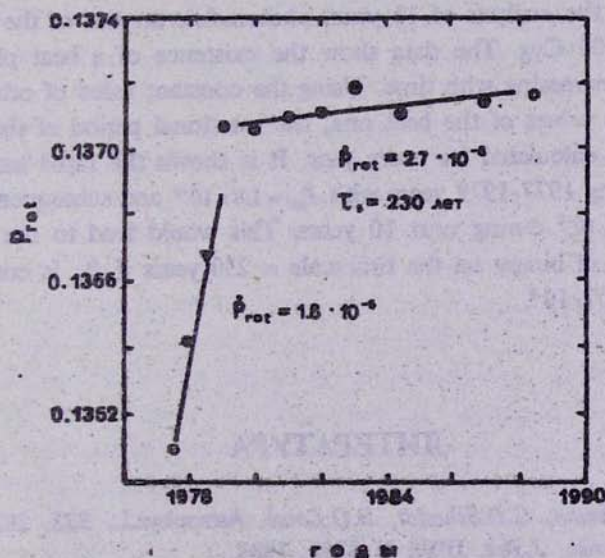


Рис. 3. Изменение периода вращения V1500 Cyg со временем.

3. *Обсуждение.* Последний рисунок показывает, что изменение периода вращения белого карлика происходило нелинейно со временем. Синхронизацию вращения компонентов на ранних порах можно было бы разделить на два этапа. В течение первого, более короткого этапа, продолжительностью не более 3-х лет, белый карлик тормозился со скоростью $\dot{P}_{\text{rot}} = 1.8 \times 10^{-6}$, а в последующие годы - уже со скоростью на два порядка меньше, $\dot{P}_{\text{rot}} = 2.7 \times 10^{-8}$. Последняя оценка скорости торможения белого карлика приводит к характерному времени синхронизации, равному 230 лет. Если в будущем \dot{P}_{rot} будет убывать, время синхронизации может оказаться гораздо большим.

Крымская астрофизическая обсерватория

THE PECULIARITY OF MAGNETIC NOVA V1500 Cygni SYNCHRONIZATION

E.P.PAVLENKO, V.P.MALANUSHENKO

We present the analysis of 11-years photometric studies of the first magnetic nova V1500 Cyg. The data show the existence of a beat photometric period and its increasing with time. Using the constant value of orbital period and the current values of the beat one, the rotational period of the compact component was calculated for every year. It is shown the rapid increasing of this period during 1977-1979 years with $\dot{P}_{\text{rot}} = 1.8 \times 10^{-6}$ and subsequent reducing to the $\dot{P}_{\text{rot}} = 2.7 \times 10^{-8}$ during next 10 years. This would lead to the spin-orbit synchronization of binary on the timescale ≈ 230 years if \dot{P}_{rot} is constant and not less than 2.7×10^{-8} .

ЛИТЕРАТУРА

1. H.S.Stockman, G.D.Sshmidt, D.Q.Lamb, *Astrophys.J.*, 332, 282, 1988.
2. E.P.Pavlenko, J.Pelt, *IBVS N 3252*, 1988.

3. *Е.П.Павленко, Я.Пельт, Астрофизика, 34, 169, 1991.*
4. *Е.П.Павленко, Астрон. цирк., N1239, 1982.*
5. *G.D.Schmidt, H.S.Stockman, Astrophys.J., 371, 749, 1991.*
6. *Е.П.Павленко, Изв. Крым. астрофиз. обсерв., 86, 55, 1992.*
7. *Е.П.Павленко, В.В.Прокофьева, Изв. Крым. астрофиз. обсерв., 64, 67, 1981.*
8. *J.Pelt, Frequency Analysis of Astronomical Time Sequences (Valgus publ., Tallinn), 1983.*
9. *J.Pelt, Statistical Methods in Astronomy (ESA-SP 201), 37, 1983. (Valgus publ., Tallinn), 1980.*
10. *Л.Н.Болишев, Н.В.Смирнов, Таблицы математической статистики, М., 1968.*
11. *А.Н.Абраменко, Е.П.Павленко, Изв. Крым. астрофиз. обсерв., 66, 183, 1983.*