

УДК: 524.338.3

9.6-ЛЕТНЯЯ ПЕРИОДИЧНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОЙ НОВОЙ RT SERPENTIS (1909) В ПРОЦЕССЕ УГАСАНИЯ ВСПЫШКИ В 1940-1994 гг.

Е.П.ПАВЛЕНКО, В.В.БОЧКОВ, О.П.ВАСИЛЬЯНОВСКАЯ

Поступила 10 января 1996

Принята к печати 25 февраля 1996

Проанализировано поведение симбиотической новой RT Ser с 1940 по 1944гг. фотографическим наблюдением, выполненным в Гиссарской обсерватории (1940-1978) и в полосах *BVR* - в Крымской обсерватории (1983-1994). Представлена кривая блеска вспышки, демонстрирующая линейное убывание яркости со скоростью 0.06^m в год. В соответствии с характером затухания вспышки, похоже, что ослабление блеска, длится уже около 80 лет, все еще продолжается. Судя по показателям цвета, в видимое излучение системы в последние годы основной вклад вносит холодный красный гигант позднего спектрального класса и горячий газ, источник которого пока неизвестен. Обнаруженная нами фотометрическая переменность в полосах *BVR* с характерным временем 10 лет подтверждена фотографическими наблюдениями в 1928-1978 гг. Период, уточненный по всем данным, равен 9.6 лет и, вероятнее всего, является орбитальным.

1. *Введение.* RT Serpentis была открыта независимо Вольфом в 1917 г. [1] и Барнардом в 1919 г. [2] как звезда 11-й величины. Вскоре после открытия, Шепли обратил внимание на сходство этого объекта с новыми звездами [3]. Последующие спектральные наблюдения подтвердили это предположение. RT Serpentis оказалась аномально медленной новой. Об ее поведении в максимуме вспышки известно, в основном, из визуальных оценок яркости и из фотографических оценок, сделанных по фотопластинкам Гарвардской коллекции [1,4,5].

О том, что RT Ser может иметь отношение к симбиотическим звездам, заговорили только в пятидесятых годах, когда Гренджен впервые отметил сходство спектра этой медленной новой со спектрами известных симбиотических звезд [6]. В семидесятых годах спектральные наблюдения, проведенные в красной и инфракрасной областях спектра и обнаружение там полос окиси титана TiO , позволили ряду авторов прийти к заключению о наличии в системе компонента позднего спектрального

класса [7,8,9]. Первоначально предполагали, что этим компонентом могла бы быть либо мирида, либо умеренно покрасневший М-гигант, либо сильно покрасневшая нормальная G-звезда.

Впервые определение *симбиотической новой* было дано этой звезде Алленом в 1980 г. [10]. Он выделил смесь звезд этого типа, имеющих характер очень медленных новых: AG Peg, RT Ser, RR Tel, V1016 Cyg, V1329 Cyg, HM Sge, V2110 Oph. Позже Белякина и др. [11] отнесли к этому списку еще и новоподобную переменную PU Vul, а Мюрсет и Нуссбаумер предложили вычеркнуть из него V2110 Oph за недостаточностью данных [12].

Симбиотические новые, согласно общепринятой теперь точке зрения [12], являются подклассом симбиотических звезд, от которых их отличает наличие вспышки. От классических новых симбиотические новые отличаются тем, что у них скорость возрастания блеска во вспышке на несколько порядков ниже, чем у классических. Мюрсет и Нуссбаумер полагают, что это двойные системы, состоящие из маломассивного белого карлика и также маломассивного холодного гиганта. Они полагают, что масса красного гиганта не превышает $2M_{\odot}$, а масса аккрецирующего белого карлика заключена в пределах $0.58 < M_{\text{акк}}/M_{\odot} < 1.15$. Компоненты системы слишком разнесены для того, чтобы аккреция происходила от переполнения полости Роша. Она реализуется путем звездного ветра от красного гиганта к менее массивному белому карлику. Благодаря этому оба компонента оказываются погруженными в ионизованную туманность.

Часть симбиотических новых отнесена к так называемым "s-системам", для которых характерны орбитальные периоды $P_{\text{orb}} < 5-10$ лет [13], другая часть - к долгопериодическим с $P_{\text{orb}} > 5-10$ лет "d-системам", где холодным компонентом является долгопериодическая мирида с периодом пульсаций $P_{\text{ми}} \sim 200^{\text{д}}-300^{\text{д}}$. К последней группе относят HM Sge, V1016 Cyg и RR Tel, хотя признаки орбитального периода найдены только для V1016 Cygni (несколько десятков лет) [14]. Остальные симбиотические новые: AG Peg, RT Ser, V1329 Cyg и PU Vul входят в группу "s". Орбитальные периоды найдены для двух систем этого типа: для AG Peg ($P_{\text{orb}} \sim 800^{\text{д}}$) [15, 16] и V1329 Cyg ($P_{\text{orb}} = 950^{\text{д}}$) [17]. Недавно Фогель предположил, что PU Vul может иметь орбитальный период около 13 лет [18].

Регулярная фотометрия RT Ser проводилась до 1936г., после чего блеск этой новой оценивался лишь эпизодически. До сих пор в литературе отсутствовали сведения о каких-либо периодических изменениях ее

яркости за исключением данных о неправильных колебаниях на кривой блеска в период 1925-1935 гг.

2. *Наблюдения.* С целью изучения фотометрического поведения звезды на нисходящей ветви медленно угасающей вспышки, нами предприняты регулярные фотометрические исследования, начиная с 1983г. в Крымской обсерватории. Наблюдения RT Ser одновременно со звездами сравнения проводились с помощью телевизионного комплекса MTM-500 в стандартных полосах системы Джонсона и Моргана *BVR* [19,20]. Карта окрестности с указанием звезд сравнения и их звездных величин приведена нами ранее [19]. В данной статье мы приводим результат исследований новой в 1983-1994 гг. Кроме того, RT Ser была оценена по архивным пластинкам Гиссарской обсерватории (Таджикистан) с 1940 по 1978 гг. в фотографической системе, после чего полученные оценки блеска были приведены к системе *B*. Все редуционные процедуры также описаны в [19].

3. *Кривая блеска вспышки.* Полученные наблюдения Новой позволили нам представить полную кривую блеска вспышки в полосе *B*. Она приведена на рис. 1. Заполненными кружками изображены Крымские данные, большими открытыми кружками - данные, полученные по фотопластинкам Гиссарской обсерватории. На рисунке приведены также данные в фотографической системе, собранные и опубликованные Пейн-Гапошкиным и Гапошкиным в 1938 г. [1], - они показаны линией, а

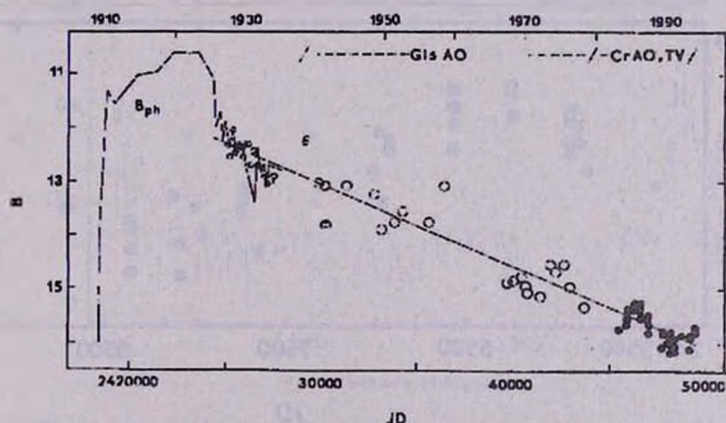


Рис. 1. Полная кривая блеска вспышки RT Ser с 1909 по 1994 гг.

также Кэмпбелом [4, 5] - показаны маленькими кружками.

Кривая блеска вспышки демонстрирует уникальное ее поведение на почти 90- летнем отрезке времени: очень медленное возрастание яркости вспышки, длившееся около 15 лет и долгое возвращение к довыспышечному состоянию. Можно заключить, что, по крайней мере, в течение последних 55 лет ослабление блеска Новой происходило линейным образом со

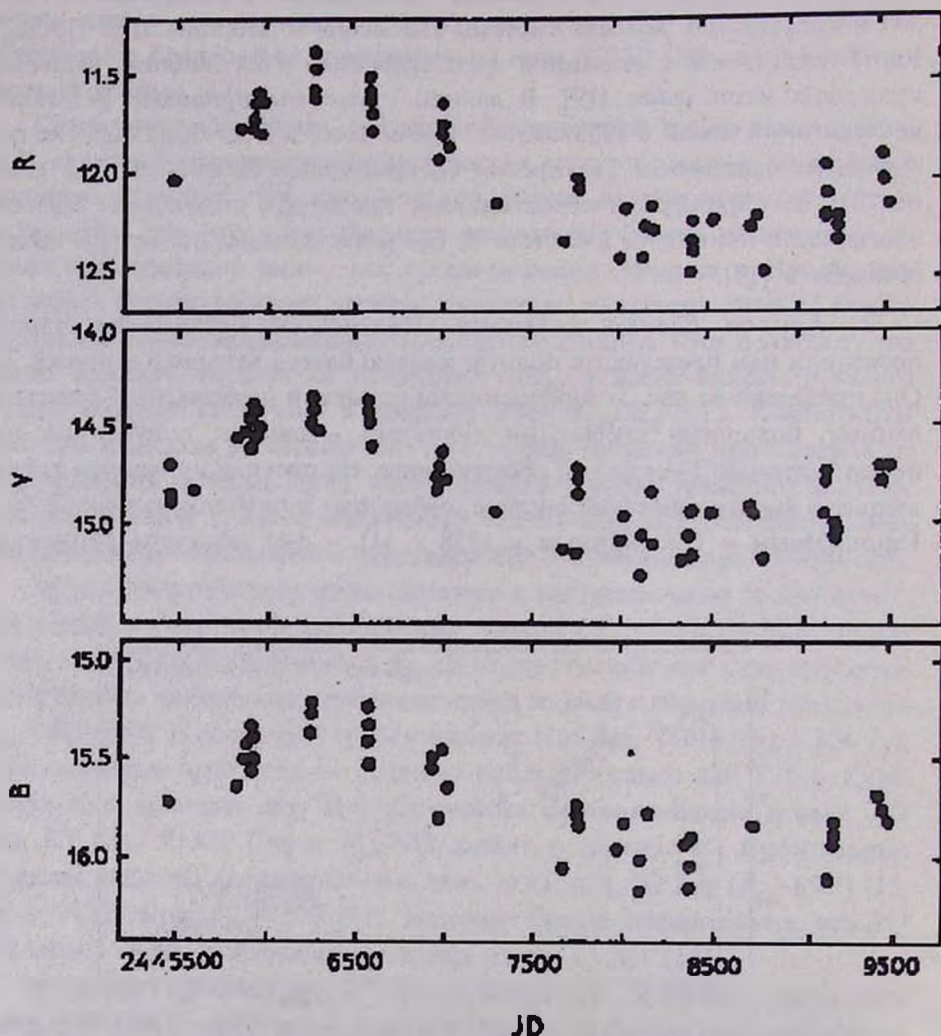


Рис. 2. Изменения блеска RT Ser с 1983 по 1994 гг. в полосах стандартной фотометрической системы *BVR*.

скоростью 0.06^m в год в полосе B . Несмотря на то, что в среднем RT Ser уже достигла того уровня яркости, который она имела до вспышки ($B=16^m$) и наблюдается даже слегка ниже его, мы полагаем, что характер поведения RT Ser указывает на продолжение падения яркости.

4. *Анализ изменений блеска.* 12-летний ряд наблюдений Новой выявил плавное изменение блеска во всех трех полосах BVR (см. рис. 2)

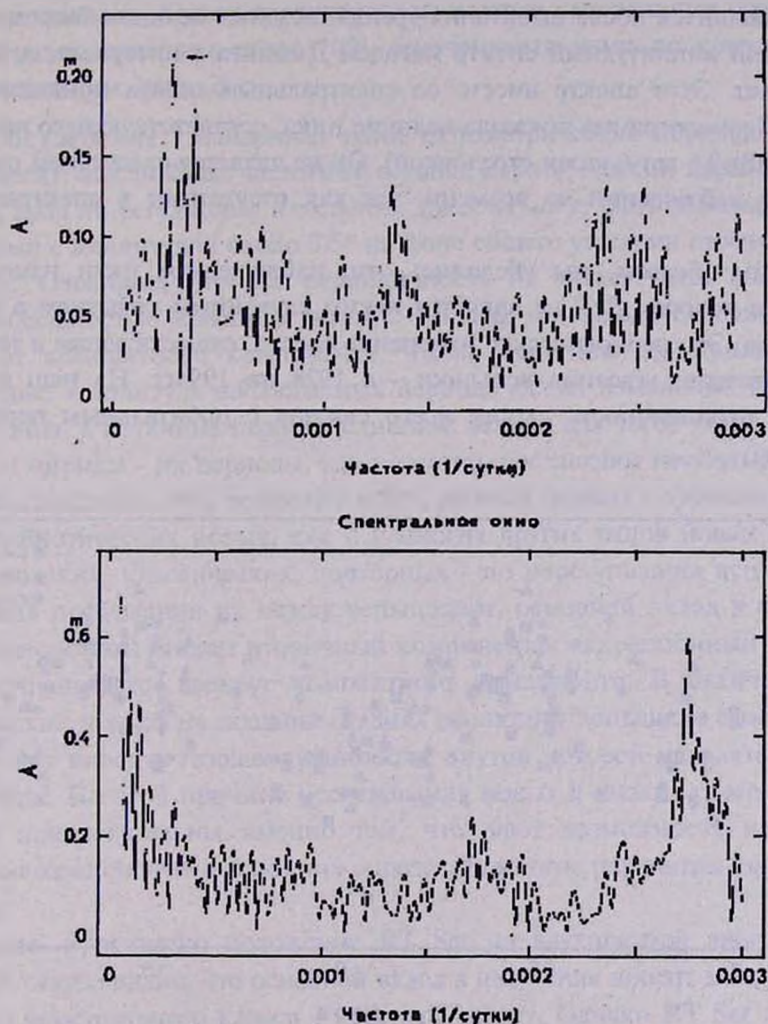


Рис. 3. Амплитудный частотный спектр и спектральное окно для данных в фотографической системе и полосе B .

с амплитудой около 0.6^m и с характерным временем около 10 лет. Чтобы узнать, является ли обнаруженная переменность случайным эпизодом в жизни этой симбиотической новой, или это некий периодический процесс, мы провели статистический анализ крымских наблюдений, объединенных с гиссарскими, добавив к ним данные Кемпбела. Из всех данных предварительно был убран тренд, соответствующий ежегодному линейному ослаблению блеска - он показан на рис. 1 прямой линией. Для оставшихся после вычитания тренда звездных величин был получен частотный амплитудный спектр методом Диминга в интервале от 1 года до 50 лет. Этот спектр вместе со спектральным окном приведены на рис.3. Периодограмма показала наличие пика, соответствующего периоду $3497 \pm 50^d = 9.6$ лет (указан стрелочкой). Он не является следствием распределения наблюдений во времени, так как отсутствует в спектральном окне.

Таким образом, мы убедились, что наблюдаемое нами изменение блеска в полосах *BVR* не является неким случайным событием в конце вспышки. Это периодическое изменение блеска, существующее в течение всего времени угасания вспышки - с 1928 по 1994гг. На наш взгляд, данная периодичность скорее всего связана с орбитальным периодом системы.

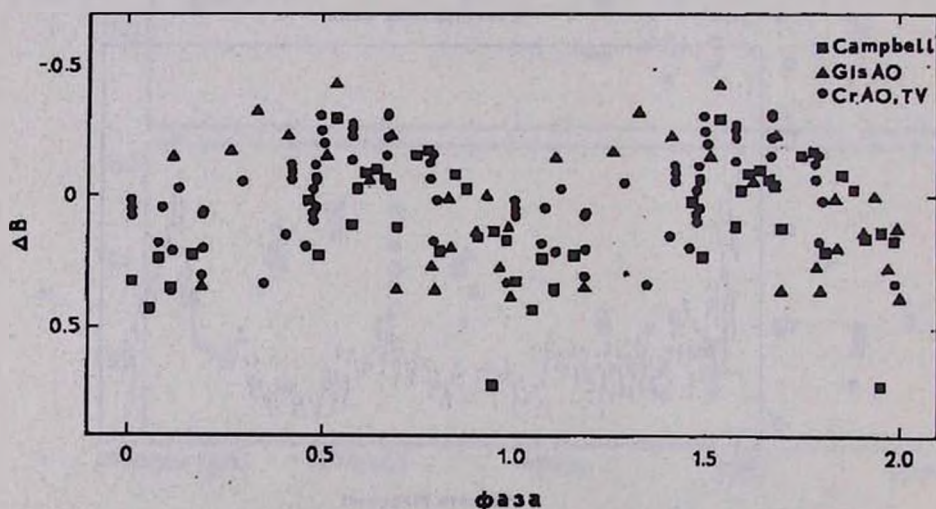


Рис. 4. Свертка данных в фотографической системе и полосе *B* с периодом 9.6 лет.

На рис. 4 приведена свертка всех данных (после вычета тренда) с периодом 9.6 лет, демонстрирующая синусоидальное изменение блеска с данным периодом. Здесь минимумы блеска соответствуют соотношению:

$$JD_{\min} = 2447700 + 34974 \times E.$$

Разброс точек относительно кривой вызван двумя причинами: с одной стороны, более низкой точностью фотографических наблюдений, а с другой - реальными, более короткопериодическими колебаниями яркости с характерным временем около 100^d , замеченными нами по крымским наблюдениям (см. рис. 2).

5. Обсуждение. Найденная нами фотометрическая переменность RT Ser носит, как показал частотный анализ, периодический характер и, поэтому, вряд ли регулярные изменения яркости могут быть небольшими вспышками с амплитудой около 0.5^m на фоне общего угасания глобальной вспышки. Очевидно, что эта периодичность не может быть вызвана эллипсоидальностью красного гиганта, так как он находится слишком далеко от компактного компонента, чтобы испытать его приливное воздействие. Амплитуда наблюдаемых периодических изменений блеска недостаточна, а величина периода слишком велика для того, чтобы быть периодом мириды - их периоды, как известно, составляют несколько сот суток. Мы полагаем, что, вероятнее всего, данный период - орбитальный.

У симбиотических новых, как и у многих других типов новых звезд - рентгеновских, классических, повторных - по мере угасания вспышки и во время пребывания их между вспышками, основной вклад в общее излучение системы вносит вторичный компонент и аккреционный диск, если он существует, вокруг компактного компонента. В отличие от классических новых, на поздних стадиях эволюции вспышки, заметный вклад может вносить газовая туманность, внутри которой находятся оба компонента. По этой причине исследования новых в низких состояниях яркости привлекательны именно тем, что дают возможность изучать вторичные компоненты и через них определять многие параметры двойной системы.

На рис. 5 показано положение RT Ser на двухцветной диаграмме $B-V$, $V-R$, откуда видно, что основной вклад в излучение вносит компонент позднего спектрального класса - красный гигант. Однако RT Ser лежит гораздо выше ветви гигантов даже без учета межзвездного поглощения. Это свидетельствует о том, что кроме холодного гиганта дополнительную

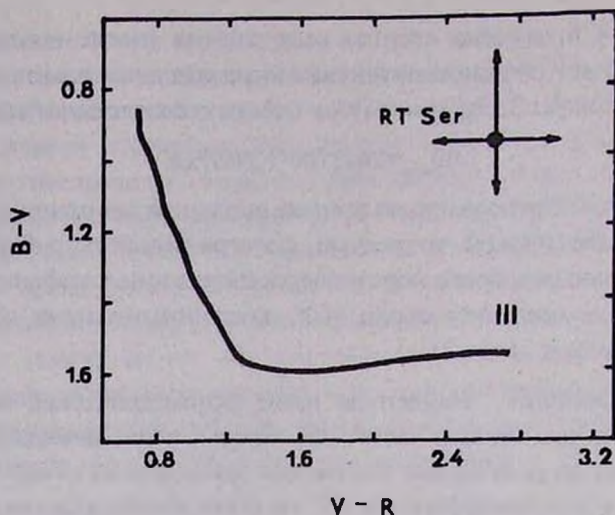


Рис. 5. Положение RT Ser на диаграмме $B-V$, $V-R$. Нанесена средняя величина показателей цвета и диапазон их изменений за 9.6-летний цикл. Сплошной линией показана последовательность гигантов [21].

(и весьма ощутимую) долю в общее излучение вносит, очевидно, горячий газ, источник которого пока неизвестен. Нельзя исключать, что им может быть ионизованная туманность, окутывающая компоненты системы, вещество которой непрерывно пополняется за счет ветра от красного гиганта.

Причиной, вызывающей изменения блеска новой с орбитальным периодом, могут быть либо частные затмения красного гиганта протяженной оболочкой (диском?) около компактного компонента, либо горячее пятно на обращенной к компактному компоненту и нагретой им стороне красного гиганта, либо и то и другое. Последующие наблюдения этой новой и анализ ее цветовых изменений, мы полагаем, поможет нам понять природу фотометрической переменности.

Крымская астрофизическая обсерватория
Институт астрофизики Таджикистана

THE 9.6-YEAR PERIODICITY OF SYMBIOTIC NOVA RT SERPENTIS (1909) DURING OUTBURST DECLINE FROM 1940 TO 1994 YEARS

E.P.PAVLENKO, V.V. BOCHKOV, O.P.VASILYANOVSKAYA

We present the observations of symbiotic nova RT Serpentis (1909) from 1940 to 1978 years (photographic magnitudes) and from 1983 to 1994 years (*BVR* magnitudes). These observations demonstrate light variations with period 9.6 years, which we suppose to be orbital. The outburst light curve shows the light decline with a rate of $0.^m06$ per year and it seems that RT Ser still does not reach a quiescence. The colour indices show that in visible light dominates the radiation of a cool late type red giant strongly contaminated by radiation of a hot gas.

ЛИТЕРАТУРА

1. *C.Payne-Gaposhkin, C.Gaposhkin*, Harvard observatory monographs, №5, Variable stars, 1938.
2. *W.C.Adams, A.H.Joy*, Publ. Astron. Soc. of the Pacific, №40, 252, 1928.
3. *H.Shapley*, Harvard Bulletin №851, 1927.
4. *L.Campbell*, Annals of Harvard College observatory, 104, 1936-41.
5. *L.Campbell*, Popular Astronomy, 35-43, 1927-35.
6. *J.Grandjean*, Ann. d'Astrophysique, 15, №1, 7, 1952.
7. *M.W.Feast, I.S.Glass*, Mon. Not. Roy. Astr. Soc., 167, 81, 1974.
8. *J.W.Fried*, Astron. Astrophys., 81, 182, 1980.
9. *S.J.Kenion, T.Fernandez-Castro*, Astron.J., 93, 938, 1987.
10. *D.A.Allen*, Mon. Not. R. Astr. Soc., 192, 521, 1980.
11. *Т.С.Белякина, Р.Е.Гершберг, Ю.С.Ефимов и др.*, Астрон. ж., 59, 302, 1982.
12. *U.Mürset, H.Nussbaumer*, Astron. Astrophys., 282, 2, 586, 1994.
13. *А.М.Черепашук*, ред., Каталог тесных двойных систем на поздних стадиях эволюции, Изд-во Моск. ун-та, М., 240, 1989.
14. *M.Hack, C.la Dous*, Cataclysmic variables and related objects, Monograph series on nonthermal phenomena in stellar atmospheres, NASA SP-507, 1993.
15. *А.А.Боярчук*, Астрон. ж., 43, 976, 1966.

16. А.А.Боярчук, Астрон. ж., 44, 12, 1967.
17. В.П.Архипова, Переменные звезды, 22, 6, 867, 1988.
18. U.Murset, H.Nussbaumer, Proceedings of the Abano-Padova Conf. "Cataclysmic Variables", A.Bianchini, M.Della Valle, M.Orio (Eds.), 59, 1994.
19. V.V.Бокхков, Е.Р.Павленко, О.Р.Васильяновская, Odessa Astronomical publications, 7, 2, 98, 1994.
20. А.Н.Абраменко, В.В.Прокофьева, Н.И.Бондарь и др., Изв. Крым. астрофиз. общ., 78, 45, 1988.
21. В.Страйжис, Многоцветная фотометрия звезд, "Мокслас", Вильнюс, 311, 1977.