

*Переменные звезды, 20, 557–561, 1978*  
*Variable Stars 20, 557–561, 1978*

## О двойственности классических цефеид и переменных типа RR Лиры

К.А. Сидоров

В работе собран наблюдательный материал о цефеидах и звездах типа RR Lyr в двойных системах. В настоящее время известны лишь две тесные пары с переменными типа RR Lyr: RW Ari и V 80 в карликовой галактике Малой Медведицы. Оба случая подробно обсуждаются. Отмечается очень малый процент тесных двойных среди рассматриваемых переменных звезд. Предлагаются возможные интерпретации наблюдаемого дефицита этих переменных в тесных системах. Отмечена роль резонансных явлений.

## On the Duplicity of Classical Cepheids and RR Lyrae Type Variables

by K.A. Sidorov

Observations of Cepheids and RR Lyrae stars in binary systems are discussed. At present only two close binaries with RR Lyrae stars are known, namely, RW Ari and V 80 in dwarf UMi galaxy. The very insignificant percentage of close binaries among variables in question is mentioned. Possible interpretations of this observed deficit are suggested. Perhaps resonances play a great part.

### 1. Введение.

Согласно современным представлениям о звездной эволюции (Ефремов, 1974) предками классических цефеид на главной последовательности являются В-звезды. Хотя имеется значительное количество двойных среди В-звезд, двойственность классических цефеид — явление редкое (Абт, 1959). Вопрос о двойных цефеидах, принципиально важный и для теории звездной эволюции, и для теории звездных пульсаций, обычно обходится молчанием. В настоящей работе предпринята попытка собрать весь имеющийся наблюдательный материал о классических цефеидах и переменных типа RR Лиры в тесных двойных системах, с целью исследовать в дальнейшем поведение пульсирующих звезд, входящих в такие пары.

### 2. Цефеиды в широких парах.

О широких парах, содержащих цефеиды, имеется сравнительно большое количество данных.

В списке кратных систем, компоненты которых являются переменными звездами [Перова, (1963)] среди 540 объектов содержится 13 цефеид. Все эти звезды являются либо визуально-двойными,

т.е. имеют большой период орбитального движения, либо просто являются оптически парами.

Много работ было посвящено поиску и исследованию спектрально-двойных среди цефеид (Абт, 1959; Ивенс, 1968, 1971). У систем, исследованных Ивенсом (1971), орбитальные периоды оказались более 500 дней: кратчайший орбитальный период у *S Mus* — 506 дней. По его мнению (Ивенс, 1968), не менее 15% цефеид — спектрально-двойные большого периода.

Коутс (1971) предложила метод обнаружения двойных цефеид по видимым изменениям периода пульсации. Метод основан на том, что при орбитальном движении на видимую частоту пульсации будет влиять эффект Доплера. Из-за периодичности орбитального движения периодическим окажется и поведение остатков *O-C*, по которому можно будет судить о параметрах двойной системы. Этот метод достаточно прост и не требует каких-либо специальных наблюдений, но существующая точность позволяет выявлять системы только с орбитальными периодами более 8 лет. Метод применялся к переменным типа *RR Lyr* в шаровом скоплении *M 3*. Полученные Коутс (1971) результаты говорят о том, что около 20% этих переменных в скоплении входят в двойные звезды с периодами от 8 до 80 лет.

Ивенсом (1968) приведен список цефеид, имеющих аномальные собственные цвета, и высказано предположение, что аномалия цвета у некоторых из этих звезд может быть вызвана наличием близкого спутника.

В работе Николова (1968) представлены многочисленные кривые блеска цефеид. Возможно, что отклонения некоторых индивидуальных наблюдений от средних кривых блеска можно будет объяснить затмениями. В этой связи интересно было бы сопоставить данные Ивенса (1968) и Николова (1968) между собой и с ОКПЗ (Кукаркин и др., 1969). Около 20 цефеид по данным из ОКПЗ наводят на мысль о существовании спутников.

Таким образом, имеющиеся данные позволяют сделать вывод, что 15–20% цефеид входят в широкие пары.

### 3. Переменные типа *RR Лиры* в тесных парах.

В настоящее время отсутствуют наблюдательные данные о цефеидах, входящих в тесные двойные системы. Что касается переменных типа *RR Лиры*, то известны два случая, когда эти звезды входят в тесные затменные системы.

В работе Вишневского (1971) сообщалось, что переменная *RW Ari* типа *RR Lyr* с периодом  $0^d.3543184$  оказалась затменной переменной с периодом  $3^d.1754$ . Если принять, что пульсирующая звезда является сверхгигантом спектрального класса *F 0*, то спутник окажется голубым сверхгигантом или молодой *B*-звездой. К сожалению, автор не приводит индивидуальных наблюдений, ссылаясь на работу Фича, Вишневского и Джонсона (1966), где их также не оказалось, и сказать что-либо еще о системе невозможно.

Ранее эта переменная наблюдалась Нотни (1962) и Детре (1937). Нотни не приводит индивидуальных наблюдений, а Детре получил

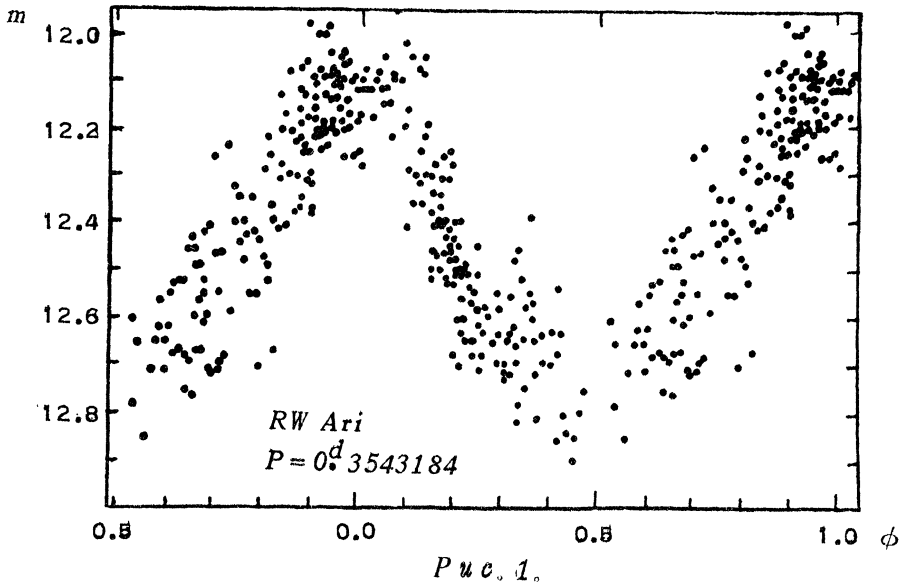


Рис. 1.

неверный период и с этим значением обработал свои результаты. В работе Вудварт (1972) сообщалось, что обработка наблюдений Детре с верным значением периода подтверждает результаты Вишневого (1971), и около JD 2428407.504 действительно наблюдается минимум. Этот результат вызывает сомнения, если посмотреть на рис. 1, где представлена кривая блеска RW Ari по наблюдениям Детре, обработанным автором с верным значением периода. Далее эти наблюдения были обработаны следующим образом. Используя формулу

$$\text{Max} = \text{JD } 2428183.324 + 0^d.3543184 \cdot E, \quad (1)$$

вычисляются значения фазы пульсации  $\phi_{\text{II}}$  для каждого момента наблюдений, а с помощью формулы

$$\text{Min I} = \text{JD } 2439384.97 + 3^d.1754 \cdot E \quad (2)$$

вычисляются значения орбитальных фаз  $\phi_{\text{орб}}$ . Формулы (1) и (2) взяты из работы Вишневого (1971). Потом отбрасывались все ночи, в течение которых имеется хотя одна точка, для которой  $0.1 > \phi_{\text{орб}}$ .

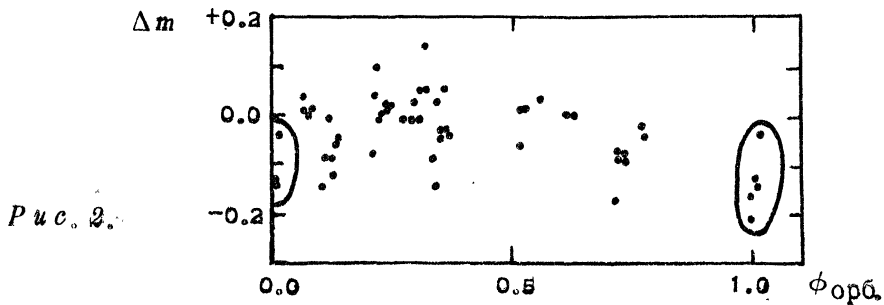


Рис. 2.

или  $0.9 < \phi_{orb}$ . По оставшимся точкам строилась средняя кривая блеска пульсирующей переменной и для  $\phi_{II}$  через 0.05 находилась из средней кривой блеска средняя звездная величина  $\bar{m}$ . Найдя величину

$$\Delta m = \bar{m} - m,$$

можно построить среднюю кривую блеска затменной системы без пульсаций. Результат показан на рис. 2. Точки, соответствующие JD 2428407, обведены. Очевидно, что невозможно получить из работы Детре никакой информации о затменной системе.

Позднее Пенстон (1972) были получены новые наблюдения этой переменной. Автор, видимо, не был знаком с работой Вишневецкого (1971) и его результаты не подтверждают и не опровергают предшествующих результатов. Из этих наблюдений можно видеть, что максимум блеска двойной. То же заметно на рис. 1 и отмечалось Нотни (1962), но двойственность максимума совершенно не заметна по наблюдениям Вишневецкого (1971).

Был исследован спектр RW Ari (Абт, Вишневецкий, 1972). Это исследование говорит о двойственности звезды.

Другая переменная типа RR Lyr в затменной системе не принадлежит нашей Галактике. Обработывая полученные ранее Агтом (1967, 1968) результаты фотографических наблюдений переменных звезд в карликовой сфероидальной галактике в Малой Медведице, Холопов (1971) обнаружил, что переменная V 80 является затменной системой типа Алголя с элементами:

$$\text{Min I} = 2435188.967 + 2^d 07132 \cdot E, \quad \text{Min I} - \text{Min II} = 0^p 47,$$

один из компонентов которой оказался переменной типа RR Lyr с элементами:

$$\text{Max} = 2436340.846 + 0^d 499436 \cdot E \quad \text{и} \quad M - m = 0^p 50.$$

Холоповым по методу Рассела были найдены следующие элементы фотометрической орбиты:

$$\begin{array}{ll} i = 90^\circ \text{ (принято),} & P = 2^d 07132, \\ k = -1 \text{ (принято),} & \omega = 98^\circ, \\ L_1 = 0.5 \text{ (принято),} & e = 0.33, \\ a = 1, & r_1 = 0.105 a. \end{array}$$

Используя соотношение  $a = 0.01957 (M_1 + M_2)^{1/3} P^{2/3}$  а.е., где  $M_i$  — в единицах солнечной массы, а период  $P$  — в средних солнечных сутках, и принимая  $M_{RR} = 0.5$ , он получил  $r_1 = 0.7 R_\odot$ , тогда как обычно принимаемый радиус переменных типа RR Lyr близок к  $5 R_\odot$ .

### 5. Обсуждение.

Таким образом, наблюдается резкий дефицит цефеид и переменных типа RR Lyr в тесных двойных системах. Принципиально имеются две возможности для объяснения этого явления:

1. Если предположить, что цефеида в двойной системе заполняет свою поверхность Роша, то, очевидно, устойчивые пульсации становятся невозможными;

2. Пусть звезда, которая, будучи одиночной, стала бы цефеидой,

входит в двойную систему. Тогда присутствие близкого спутника "гасит" пульсации. Таким процессом, препятствующим возникновению пульсаций, может быть конвекция.

Интересно отметить, что отношение орбитального периода к периоду пульсации для RW Ari равно 8.95, а для V 80 UMi — 4.14 (но если принять другой возможный период орбитального движения, отброшенный П.Н.Холоповым —  $2^d.01652$ , то это отношение окажется равным 4.04), т.е., видимо, резонансные явления играют существенную роль.

В дальнейшем предполагается рассмотреть вторую из обсуждавшихся возможностей.

В заключение пользуюсь возможностью выразить благодарность В.Г.Горбачкову за руководство и помощь в работе.

#### Литература:

- Абт, 1959 — Abt H.A., ApJ **130**, No.3, 769—773.  
 Абт, Вишневский, 1972 — Abt H.A., Wisniewski W.Z., IBVS №697.  
 Агт, 1967 — van Agt S.L.Th.J., BAN **19**, 275.  
 Агт, 1968 — van Agt S.L.Th.J., BAN Suppl. **2**, 237.  
 Вишневский, 1971 — Wisniewski W.Z., AA **21**, 307—310.  
 Вудварт, 1972 — Woodward E.J., The Journ. of the Amer. Assoc. of Var. Stars Observers **1**, 68—69.  
 Детре, 1937 — Detre L., AN **262**, 81.  
 Ефремов Ю.Н., 1974 — В кн. "Явления нестационарности и звездная эволюция", Москва, стр.13—46.  
 Ивенс, 1968 — Evans T.L., MN **141**, 109—142.  
 Ивенс, 1971 — Evans T.L., IAU Colloquium №15, Bamberg, 204—205.  
 Коутс, 1971 — Coutts C.M., IAU Colloquium №15, Bamberg, 238—244.  
 Кукаркин Б.В., Холопов П.Н., Ефремов Ю.Н., и др., 1969, Общ. каталог переменных звезд, Москва, 3-е изд.  
 Николов Н.С., 1968, Каталог кривых блеска и показателей цвета цефеид в системе UBV, София.  
 Нотни, 1962 — Notni P., MVS №667.  
 Пенстон, 1972 — Penston M.J., MN **156**, 103—113.  
 Перова Н.Б., 1963, ПЗ **14**, 357.  
 Фич, Вишневский, Джонсон, 1966 — Fitch W.S., Wisniewski W.Z., Johnson H.L., Arisona Com №71.  
 Холопов П.Н., 1971, ПЗ **18**, 117.

Ленинградский государственный  
университет

Поступила в редакцию  
21 июня 1976 г.