

## ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЛЫЙ КАРЛИК + КРАСНЫЙ КАРЛИК И ПРОБЕЛ ПЕРИОДОВ У КАТАКЛИЗМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Н.Ф.ВОЙХАНСКАЯ

Поступила 1 ноября 2006

Принята к печати 6 июня 2007

Рассматриваются катаклизмические переменные (CV) и предкатаклизмические двойные (PCB) системы. Показано, что основное различие между ними (аккреция или ее отсутствие) обусловлено процессом эволюции и свойствами прародителей. Их эволюционные пути расходятся после стадии красного гиганта. Оба типа систем, как оказалось, имеют бимодальное распределение периодов, но их экстремумы находятся в противофазе. С помощью диаграммы светимость - эффективная температура главного компонента доказано, что оба типа систем имеют примерно одинаковый возраст, что противоречит представлению о PCB как предшественниках CV. Вычислив предельное расстояние между компонентами, при котором система остается устойчивой, удалось показать, что CV перешли этот предел, а PCB сохранили устойчивость в процессе эволюции. Высказано предположение, что будущие CV после сброса общей оболочки сразу становятся полуразделенными системами. Если это так, то должны существовать катаклизмические переменные, являющиеся центральными звездами планетарных туманностей.

Ключевые слова: звезды:катаклизмические переменные:устойчивость систем:пробел периодов

1. *Введение.* Для теории эволюции представляют большой интерес двойные системы, компоненты которых находятся на разных стадиях эволюции. В своем развитии они должны были пройти через общую оболочку (СЕ-фазу) один или два раза. Примером таких систем являются предкатаклизмические двойные (PCB) и катаклизмические переменные (CV). Они состоят из белого карлика, а в случае PCB - иногда субкарлика, и маломассивной звезды Главной последовательности позднего спектрального класса. В подавляющем числе случаев это карлики класса M. В дальнейшем белый карлик будет называться главным компонентом, а красный - вторичным. Основные свойства PCB описаны и сравнены со свойствами CV в работе [1]. Главное различие между обоими типами систем состоит в наличии или отсутствии перетекания вещества от вторичного компонента к главному и его аккреция последним. Так как у PCB перетекания нет и, следовательно, нет аккреционных источников блеска, то это слабые, трудно обнаруживаемые объекты. Тем не менее, в настоящее время группа быстро пополняется. В недавно опубликованном каталоге [2] содержится почти 750 объектов.

Системы, состоящие из белого и красного карликов, являются продуктом эволюции первоначально широкой пары (с периодом до нескольких лет) в общей оболочке. SE-фаза начинается, когда более массивный компонент широкой пары достигает стадии красного гиганта (RG) или асимптотической ветви гигантов (AGB) и заполняет свою полость Роша. Так как в это время у звезды глубокая конвективная оболочка, то в ответ на потерю массы звезда будет расширяться, и потеря массы станет динамическим процессом. Аккрецирующая звезда (вторичный компонент) имеет малую массу и, следовательно, большое время тепловой релаксации. С началом процесса аккреции она теряет тепловую устойчивость, и дальнейшее зависит от ее массы. Если звезда имеет глубокую лучистую оболочку ( $M_2 > 0.3 M_\odot$ ), то ее радиус увеличится и станет больше равновесного. Начнется потеря массы. Если же у нее конвективная оболочка ( $M_2 < 0.3 M_\odot$ ), то она будет расширяться медленно, а может даже сжаться. Потери массы не происходит.

Итак, общая оболочка возникает, когда главный (более массивный) компонент широкой пары начинает катастрофически терять массу, и вторичный компонент погружается в нее.

Оказавшись внутри оболочки, обе звезды испытывают гравитационное и гидродинамическое торможение от взаимодействия с окружающим их веществом и будут по спирали приближаться друг к другу. Диссипация орбитальной энергии (тормозная светимость) будет возрастать по мере сближения звезд и в конце концов может привести к сбросу оболочки или слиянию компонентов. После окончания SE-фазы, если она закончилась сбросом оболочки, пара становится менее массивной и более тесной.

Во время катастрофической потери массы главным компонентом возможна ситуация, когда вещество будет уходить из системы через внешнюю точку Лагранжа  $L_2$ . Это приведет к очень быстрой потере энергии системой и очень быстрому сжатию орбиты.

Итак, SE-фаза заканчивается или сбросом оболочки - будущей планетарной туманности, в результате чего образуется маломассивная тесная двойная система, или слиянием компонентов. Так как возникли переменные CV и PCV, то мы знаем, что осуществился первый вариант.

**2. Пробелы периодов.** Уже первые исследования свойств катаклизмических переменных выявили бимодальность распределения их орбитальных периодов, причем в интервале от 2 до 3 часов не было ни одной системы. Этот интервал получил название пробела периодов. Со временем пробел стал заполняться, и в настоящее время в нем более трех десятков систем, да и сам пробел, вероятно, следует считать более узким. Современное распределение, построенное по каталогу Риттера и Колба [3], показано на рис. 1а. Нет сомнения, что наблюдаемое распределение периодов имеет глубокий эволюционный смысл. Поэтому были предприняты

многочисленные попытки объяснить его. Общим во всех теоретических работах были два момента. Во-первых, предполагалось, что системы с периодами короче пробела являются продуктом эволюции систем с периодами больше пробела. И, во-вторых, предлагался какой-либо механизм, который позволял прекратить перетекание вещества и аккрецию пока система идет поперек пробела. Это делало ее слабой и трудно обнаруживаемой. Но при этом она должна была терять угловой момент, чтобы после прохождения пробела процесс перетекания и аккреции возобновился. Тем самым наличие пробела оказывалось просто следствием наблюдательной селекции. Между тем, как показано, например в [4], у всех систем, находящихся в пробеле, процессы перетекания вещества и аккреции не прекращаются. Это ставит под сомнение идею безаккреционного перемещения через пробел.

Предкатаклизмические двойные, по сравнению с катаклизмическими переменными, в среднем являются менее массивными и более широкими парами [1]. В [1] также показано, что соотношения между характеристиками обоих типов систем при некотором их различии в целом похожи. Исключение составляет соотношение между  $a$  (расстояние между компонентами) и  $M_1$  (масса главного компонента). У РСВ между этими величинами связи нет, у CV величина  $a$  растет с увеличением  $M_1$ . Вероятнее всего, что это изменение обусловлено длительным процессом аккреции, который идет в CV и отсутствует у РСВ. В распределении периодов РСВ (рис.1б) бимодальность также заметна, хотя выражена не так четко, как у CV.

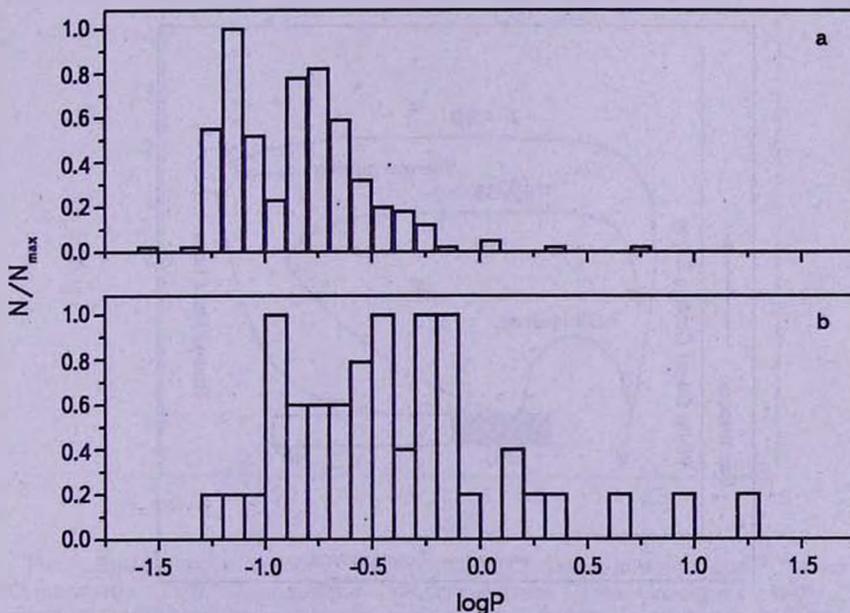


Рис.1. Распределение орбитальных периодов CVs (a) и PCBs (b).

Замечательно, что экстремумы обеих гистограмм находятся в противофазе: максимум одной совпадает с минимумом другой. Ясно, что бимодальность обусловлена свойствами прародителей и, возможно, отчасти эволюцией систем. В [2] сообщается, что определены орбитальные периоды более 30 новых РСВ и некоторые из них попали в пробел периодов.

3. *Эволюция после СЕ-фазы.* РСВ считаются предшественниками CV. Отчасти, вероятно, это так. Однако общность этого утверждения вызывает сомнения.

После сброса СЕ главный компонент отделен от своей полости Роша и эволюционирует как одиночная звезда. На вершине RGB в его ядре происходит гелиевая вспышка - начало горения гелия в ядре, после чего он перемещается на горизонтальную ветвь (НВ) диаграммы Гершпрунга-Рассела (H-R). Где именно на НВ окажется звезда - зависит от количества потерянной массы на стадии RG. Дальнейшая эволюция от НВ нулевого возраста (ZАНВ) до выхода на кривую охлаждения белых карликов зависит от многих параметров, но ключевой среди них - масса оболочки. Именно она определяет свойства звезды с горящим гелиевым ядром. Дорман и др.[5] рассчитали большое количество моделей, описывающих эволюцию от ZАНВ до белого карлика и учитывающих многие параметры. Очень упрощенно ситуацию можно охарактеризовать так (рис.2): более массивные звезды, сохранившие достаточно мощную оболочку, будут эволюционировать до верха AGB, непрерывно теряя вещество, пройдут стадию тепловых пульсаций и затем, при почти постоянной высокой светимости ( $\log L/L_{\odot} > 3.5$ ), дойдут до линии охлаждения

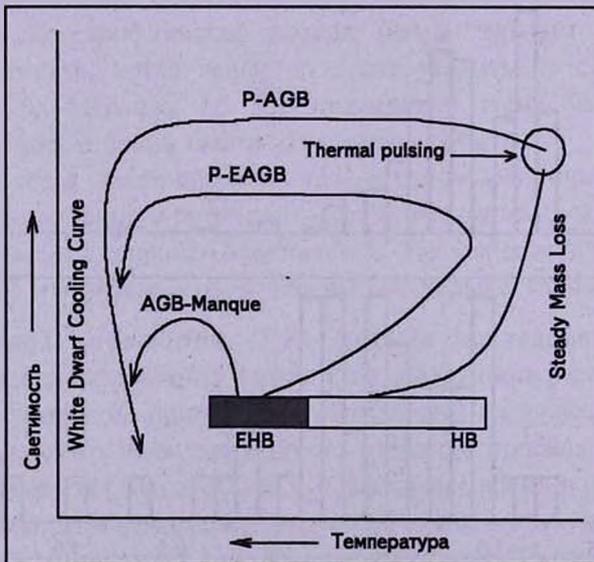


Рис.2. Схема эволюции главных компонентов после стадии горизонтальной ветви (НВ).

белых карликов. Где-то в начале пост-AGB трека они вторично пройдут фазу CE, сбросят оболочку и образуют планетарную туманность. Звезды средних масс проэволюционируют до AGB, но уйдут с нее раньше. Это объекты ранней пост-AGB последовательности (P-EAGB). И, наконец, маломассивные звезды с пренебрежимо малой оболочкой проэволюционируют сразу в белые карлики. Это объекты AGB-*manque*, т.е. несостоявшиеся AGB.

Объекты P-EAGB и AGB-*manque* называются экстремальными объектами горизонтальной ветви (ЕНВ). Они имеют высокую температуру и поэтому являются источниками ультрафиолета и мягкого рентгена. Кроме того, если в процессе эволюции у этих объектов образуется углеродно-кислородное ядро массой  $0.56-0.61 M_{\odot}$  и выше, то над ним загорится основание гелиевой оболочки. Такие объекты становятся яркими источниками мягкого рентгена. Все это объясняет существование большого количества горячих субкарликов левее Главной последовательности на диаграмме H-R. Макстед и др. [6] показали, что доля двойных систем на ЕНВ велика и составляет  $\sim 70\%$ . Основной вывод их работы: именно эволюция двойных систем является фундаментальным процессом, который приводит к образованию ЕНВ-звезд.

На рис.3 показано расположение главных компонентов РСВ на диаграмме светимость - эффективная температура. Там же указано среднее положение ZАНВ (сплошная линия) и AGB (штриховая линия) из работы [5]. Заполненными значками отмечены центральные звезды планетарных туманностей. Видно, что в среднем они ярче объектов, туманности вокруг которых уже рассеялись. Это естественно объясняется их меньшим возрастом.

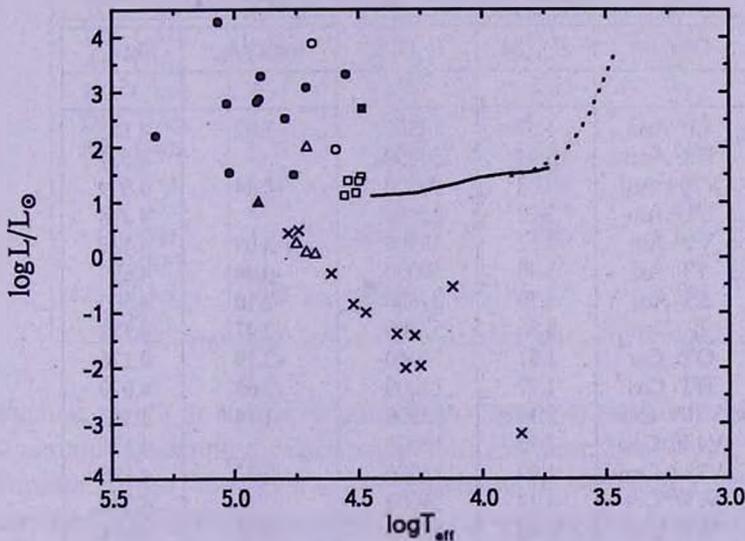


Рис.3. Диаграмма светимость - температура для главных компонентов РСВs (кружки - sDO, квадраты - sDB, треугольники - DAO, крестики - DA). Сплошная линия - ZАНВ, пунктирная - AGB из работы [5]. Заполненными значками обозначены системы - центральные звезды планетарных туманностей.

Хорошо заметна линия охлаждения белых карликов. Обращает на себя внимание то, что почти все объекты расположены в области ЕНВ и далеко от AGB. Возможно, что во время SE-фазы на стадии AGB более вероятно слияние компонентов системы. О такой возможности говорили Ибен и Тутуков [7]. А основная масса РСВ, пройдя фазу SE на стадии RG, становится экстремальными объектами НВ и эволюционирует как AGB-manque или P-EAGB. В пользу этого говорит малая масса главных компонентов в РСВ и то, что многие из них оказались заметными источниками ультрафиолета и мягкого рентгена, когда соответствующие наблюдения проводились. Тем не менее, часть объектов высокой светимости ( $\log L/L_{\odot} \geq 3$ ), вероятно, эволюционировала до верха AGB. На рис.3 видно, что многие из главных компонентов РСВ уже вышли на линию охлаждения и являются довольно старыми объектами.

Была сделана попытка построить подобную диаграмму для катаклизмических переменных. С этой целью в литературе собраны сведения о температурах белых карликов в этих системах. К сожалению, их оказалось не слишком много. Светимость оценивалась разными способами: по известному радиусу, по параллаксу или расстоянию. Результаты приведены в табл.1 и на рис.4. На нем полностью воспроизведена диаграмма для РСВ в тех же обозначениях и дополнительно нанесены положения CV: звездочками - системы с орбитальными периодами  $P > 3$  часов, а ежиками - с  $P < 2$  часов.

Таблица 1

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪКТОВ

Объект	$P_{orb}(h)$	$T_{w}(K)$	$\log L/L_{\odot}$	$\log T_w$
1	2	3	4	5
LL And	1.33	14300	-2.62	4.155
RX And	5.04	34000		4.531
V794 Aql	3.68	50000	-0.44	4.699
UU Aqr	3.92	25000		4.398
VY Aqr	1.52	13500	-3.09	4.130
TT Ari	3.30	50000	-0.44	4.699
SS Aur	4.39	31600	-2.10	4.500
Z Cam	6.96	57000	-2.47	4.756
OY Car	1.51	15000	-2.19	4.176
HT Cas	1.77	12000	-2.65	4.079
V709 Cas	5.34	23000	-1.74	4.362
V436 Cen	1.50	15000		4.176
V834 Cen	1.69	15000	-2.34	4.176
WW Cet	4.22	25000		4.398
WX Cet	1.40	13000	-2.52	4.114
Z Cha	1.79	13000	-2.41	4.114
EG Cnc	1.44	12300	-2.76	4.090
YZ Cnc	2.08	25100	-1.07	4.400
AL Com	1.36	16300	-2.53	4.212

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5
EM Syg	6.98	40000		4.602
EY Cyg	5.24	22000		4.342
SS Cyg	6.60	40000	-0.35	4.602
V1500 Cyg	3.29	110000	0.07	5.041
YY Dra	3.98	25000		4.398
UZ For	2.11	20000	-1.84	4.301
U Gem	4.25	30000	-1.45	4.477
AM Her	3.09	20000	-2.90	4.301
AH Her	6.19	40000	0.57	4.602
BL Hyi	1.89	20000	-1.38	4.301
VW Hyi	1.78	18000	-2.49	4.255
HS2219+1824	1.42	15000	-2.46	4.176
HS2331+3905	1.35	10500	-2.76	4.021
DP Leo	1.50	16000	-2.15	4.204
T Leo	1.41	25000	-2.34	4.398
ST LMi	1.90	11000	-2.53	4.041
MV Lyr	3.17	50000	-0.45	4.699
AH Men	3.15	19000	-1.75	4.279
V2051 Oph	1.50	9500	-2.91	3.978
EF Peg	2.05	16600	-2.54	4.220
RU Peg	8.99	53000		4.724
VV Pup	1.67	9000	-3.00	3.954
BW Scl	1.30	14000	-2.39	4.170
MR Ser	1.89	21000	-1.47	4.322
UZ Ser	4.15	27000		4.431
WZ Sge	1.36	12500	-2.37	4.097
EK TrA	1.53	18800	-2.22	4.274
AN UMa	1.91	20000		4.301
AR UMa	1.93	20000		4.301
BC UMa	1.52	15200	-2.47	4.182
DW UMa	3.28	46000		4.663
SW UMa	1.36	14000	-2.17	4.146
CU Vel	1.88	18500	-2.70	4.267
HV Vir	1.39	13300	-2.76	4.124
OY Vir	1.74	13900	-2.50	4.143
RXS				
J231603.9 - 052713	3.49	55000		4.740

Две жирные линии от левого верхнего угла к правому нижнему представляют собой линии охлаждения белых карликов для масс 1 и  $0.4 M_{\odot}$  из работы [8]. Тонкие линии - изохроны для возрастов  $10^7$ ,  $10^8$  и  $10^9$  лет из той же работы. Как видно из этой диаграммы, за исключением самых молодых РСВ, которые только недавно достигли линии охлаждения, оба типа систем имеют одинаковый возраст. Это неожиданно, и противоречит представлению о РСВ как предшественниках CV. Средний возраст CV 0.3-0.5 Гут.

В каталоге [2] средний возраст охлаждения РСВ оценен как  $\sim 0.2$  Гуг, при разбросе от  $\sim 0.5$  до 3 Гуг. То есть возраст обоих типов систем практически одинаков.

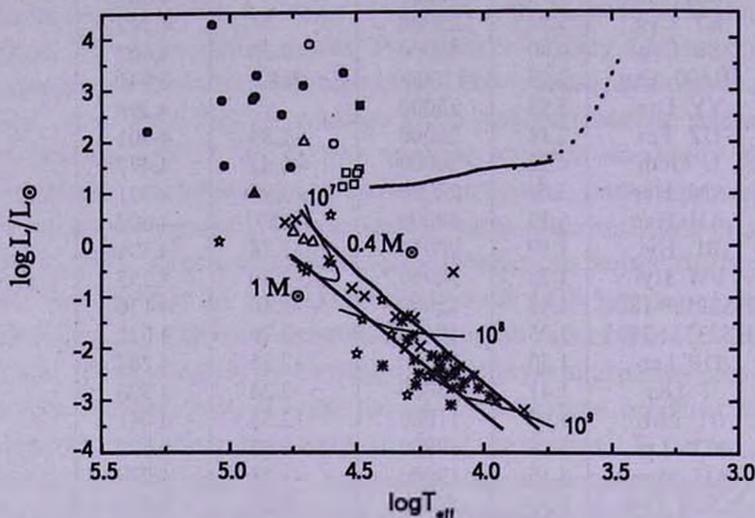


Рис.4. Диаграмма светимость - температура для главных компонентов РСВs и CVs. Обозначения для РСВs как на рис.3, звездочки - CVs с  $P > 3$  часов, ежики - CVs с  $P < 2$  часов. Две жирные линии, идущие слева сверху вправо вниз - линии охлаждения белых карликов с массами  $1$  и  $0.4 M_{\odot}$  из [8], тонкие линии - изохроны для возрастов  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  лет из той же работы.

В [8] отмечается, что CV с орбитальными периодами  $P > 3$  часов содержат более горячие белые карлики, чем системы с  $P < 2$  часов. Это считается доказательством эволюционного движения систем поперек пробела периодов. На рис.5 показано изменение  $T_{\text{eff}}$  с изменением орбитального периода  $P$ . Видно, что у РСВ никакой связи между этими величинами нет. На рис.5 не нанесены системы с самыми большими периодами, но это не меняет общую картину. Что касается CV, тут действительно заметна некоторая разница между системами с разными периодами. Средняя температура короткопериодических систем  $15200 \pm 3600$  К, а долгопериодических -  $39000 \pm 19700$  К. Хотя стандартные отклонения от среднего велики, разница температур, по-видимому, реальна. Причиной этого может быть более высокий темп аккреции в системах выше пробела периодов и включение в список очень горячих остатков бывших Новых, например V1500 Суг.

В [1] показано, что у CV расстояние между компонентами  $a$  растет с увеличением массы белого карлика  $M_1$  ( $a = 1.41 M_1 + 0.3$ ). Средняя масса белых карликов до пробела периодов  $0.84 \pm 0.23$ , а после пробела  $0.76 \pm 0.24$ . Разница в пределах разброса. Одной из причин небольшой разницы масс может быть неконсервативный перенос массы. У РСВ никакой связи между этими величинами нет, так как нет перетекания массы.

Самые внешние слои белого карлика должны быть газообразными, т.е. невырожденными, и подчиняться законам идеального газа. Роль светового давления в этих слоях мала и поэтому к ним применимы формулы, описывающие звездные оболочки из [9]:  $T \sim M_1$ . Так как темп аккреции в долгопериодических CV выше, то их температуры должны быть несколько больше.

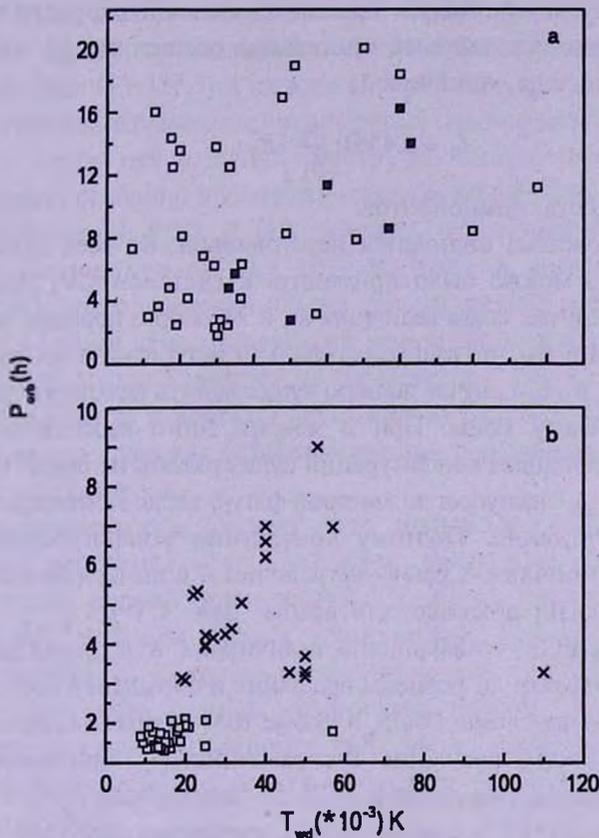


Рис.5. Изменение температуры главных компонентов с изменением орбитального периода PCBs (а), заполненными значками обозначены центры планетарных туманностей, и CVs (б), квадраты - системы с  $P < 2$  часов, крестики - с  $P > 3$  часов.

Более высокие температуры делают эти системы "моложе" на диаграмме светимость-температура (рис.4). Однако это не может изменить главный вывод: РСВ, вышедшие на линию охлаждения, и обе группы CV имеют примерно одинаковый возраст. Это означает, что, не отрицая возможности превращения в будущем некоторых РСВ в CV, для существования пробела периодов надо искать другое объяснение.

4. *Устойчивость двойных систем.* Расчеты равновесия и устойчивости двойных систем показывают, что при очень больших расстояниях  $a$  между компонентами система всегда устойчива. По мере их

сближения устойчивость сохраняется пока величина полного момента вращения  $\mu$  убывает. Когда, при продолжающемся сближении компонент,  $\mu$  начинает возрастать, конфигурация становится неустойчивой, причем неустойчивость наступает внезапно. Если отношение  $M_1/M_2$  велико, то при сближении компонент меняться будет в основном скорость вращения вторичного компонента. Минимальная величина момента  $\mu_{min}$  будет достигнута при максимальной скорости вращения. Это условие позволяет оценить предельное расстояние  $l_0$ , при котором система остается еще устойчивой:

$$l_0 = 2.4554 \left( \frac{\rho_2}{\rho_1} \right) R_2, \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность компонентов.

Если  $a < l_0$ , система становится неустойчивой. Во всех случаях, когда соотношение (1) можно было применить к системам CV, условие  $a < l_0$  выполнялось. В случае, когда величины  $M_1$  и  $M_2$  одного порядка, вычисление момента затруднено тем, что радиусы компонент будут изменяться со скоростью вращения. Но и в этом случае должно существовать некоторое расстояние, аналогичное пределу Роша. При  $a$  меньше этого расстояния, никаких равновесных устойчивых конфигураций существовать не будет. Интересно, что состояние " $\mu_{min}$ " наступает до контакта фигур, т.е. до момента наибольшего возможного сближения. Поэтому контактные конфигурации моделей Роша будут неустойчивы. Сравнение величин  $a$  с вычисленным пределом устойчивости из [10] показало, что всегда для CV  $a < l_0$ .

Что касается РСВ, то вычислить величины  $l_0$  и  $\mu_{min}$  для них трудно: не известно одинаковы ли периоды вращения и обращения компонент, что существенно для проблемы Роша, и кроме того радиусы компонент могут меняться со скоростью вращения. В справочнике [11] приведены радиусы Роша  $R_0$  для вторичных компонент РСВ. Во всех случаях  $R_0 < a$  в несколько раз. Таким образом, РСВ можно считать системами, которые сохранили устойчивость в процессе эволюции, в то время как CV перешли предел устойчивости. Выше отмечалось, что большинство главных компонентов РСВ после ухода с ветви RG становятся экстремальными объектами НВ. Их дальнейшая эволюция проходит по пути AGB-танque или P-EAGB. В то время как будущие CV доходят до верха AGB, где повторно проходят стадию SE, в результате чего, по-видимому, переходят предел устойчивости. В пользу этого утверждения можно указать на малые массы главных компонентов РСВ, большинство из которых гелиевые белые карлики.

Среди РСВ особняком стоят три системы: V664 Cas, VE UMa и VW Rux [1]. Все они - центры слабых планетарных туманностей и имеют большие орбитальные периоды ( $P > 0^d.5$ ), температуры их главных компонентов очень высоки  $T_{eff} > 10^5$  K и, как следствие, велика амплитуда

эффекта отражения, спектры отличаются рядом особенностей (большая ширина и раздвоенность водородных линий и др.). Эти системы интересно сравнить с необычной катаклизмической переменной VZ Cam, которая относится к типу новоподобных. Она также окружена небольшой туманностью, и ее главный компонент имеет очень высокую температуру ( $> 10^5$  K), экстремумы кривых блеска и лучевых скоростей не совпадают. Однако на этом сходство заканчивается. Орбитальный период VZ Cam небольшой  $\approx 0^d.154$ , орбитальный и средний блеск переменной. Система бывает в высоком ( $V \sim 12^m.5$ ) и низком ( $V \sim 14^m$ ) состояниях, что характерно для новоподобных. Кроме того, на ее кривых блеска наблюдается сильный фликкеринг, чего нет у РСВ. Спектр VZ Cam отличается сильной переменностью, особенно в ультрафиолетовом конце. Все это свойственно CV и несвойственно РСВ. В [12] оценили, что скорость потери массы системой составляет  $M \approx 1.4 \cdot 10^{-11} M_{\odot}/\text{год}$ , а масса туманности  $\sim 2.4 \cdot 10^{-3} M_{\odot}$ , что примерно в 100 раз меньше средней массы планетарной туманности. С этими двумя величинами можно оценить возраст туманности  $\sim 10^8$  лет. Такой большой возраст не согласуется с высокой температурой главного компонента и высокой активностью системы. Скорее всего VZ Cam образовалась сразу как катаклизмическая переменная, а туманность - остаток общей оболочки.

Из вышесказанного следует, что нынешние катаклизмические переменные вероятнее всего возникли сразу как полуразделенные системы после первой или второй SE-фазы, так как в процессе эволюции они перешли предел устойчивости. Предкатаклизмические двойные, наоборот, сохранили устойчивость. Оценки времени их эволюции при учете разных механизмов потери углового момента показывают, что часть нынешних РСВ может стать CV, но очень не скоро. А большинство не успеет стать ими за время существования нашей Галактики.

Второй вывод: должны существовать катаклизмические переменные - центральные звезды планетарных туманностей. Вероятнее всего, что они будут относиться к типу новоподобных. Обнаружение таких систем будет являться критическим экспериментом в данном случае.

**5. Заключение.** Показано, что распределения периодов РСВ и CV имеют бимодальный характер, но их экстремумы находятся в противофазе. Анализ диаграммы светимость - температура показал, что возраст обоих типов систем (за исключением самых молодых РСВ) примерно одинаков. Кроме того, возраст короткопериодических ( $P < 2^h$ ) и долгопериодических ( $P > 3^h$ ) катаклизмических переменных также одинаков. Это противоречит утверждению о том, что РСВ являются предшественниками CV, и что последние эволюционируют поперек пробела.

Оценка устойчивости двойной системы показала, что в процессе эволюции CV перешли предел устойчивости, а PCB сохранили ее. Одинаковый возраст всех рассмотренных систем дает основание предположить, что прародители систем "белый карлик + красный карлик" в процессе эволюции дали начало двум ветвям объектов: катаклизмическим переменным и как сейчас называют, предкатаклизмическим двойным. Известный пробел периодов CV образовался из-за того, что из первоначального общего распределения ушли устойчивые системы. Это сразу объясняет антифазность распределения периодов и отсутствие движения катаклизмических переменных через пробел.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН,  
Россия, e-mail: vojn@sao.ru

## BINARY SYSTEMS A WHITE DWARF + A RED DWARF AND A GAP IN PERIODS OF CATAclysmic VARIABLES

N.F.VOJKHANSKAJA

Cataclysmic variables (CV) and precataclysmic binaries (PCB) are considered. The basic difference between them (accretion or its absence) is shown to be caused by process of evolution and progenitor properties. Their evolutionary tracks diverge after red-giant stage. As it has turned out, both types of the systems have a bimodal distribution of periods, but their extrema are in antiphase. It has been proved with the aid of the diagram "luminosity - effective temperature of the primary" that the two types of the systems are approximately of the same age, which is in conflict with the assumption that the PCBs are predecessors of CVs. Having calculated the limiting distance between the components at which the system remains stable, it was managed to show that CVs have passed this limit, while PCBs kept stable in the process of evolution. It was suggested that future CVs after a phase of the common envelope become immediately semidetached systems. If that is the case, these must exist cataclysmic variables being the central stars of planetary nebulae.

Key words: *stars: cataclysmic variables: stability of systems: the period gap*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Н.Ф.Войханская*, Бюлл. Спец. астрофиз. обсерв., **59**, 34, 2006.
2. *N.M.Silvestri, S.L.Havley, A.A.West et al.*, *Astron. J.*, **131**, 1674, 2006.
3. *H.Ritter, U.Kolb*, *Astron. Astrophys.*, **404**, 301, 2003.
4. *Н.А.Катышева, Е.П.Павленко*, *Астрофизика*, **46**, 147, 2003.
5. *B.Dorman, R.T.Rood, R.W.O'Connell*, *Astrophys. J.*, **419**, 596, 1993.
6. *P.F.L.Maxted, T.R.Marsh, L.Morales-Rueda et al.*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **355**, 1143, 2004.
7. *I.Iben, A.V.Tutukov*, *Astrophys. J.*, **418**, 343, 1993.
8. *E.M.Sion*, *Astron. J.*, **102**, 295, 1991.
9. *С.Чандрасекар*, "Введение в учение о строении звезд", М., 1950.
10. *В.А.Крат*, "Фигуры равновесия небесных тел", М.-Л., 1950.
11. *А.М.Черепашчук, N.A.Katysheva, T.S.Khruzina, S.Yu.Shugarov*, "Highly Evolved Close Binary Stars: Catalog", Gordon & Breach Publishers, Brussel, 1996.
12. *J.M.Hollis, R.J.Oliversen, R.M.Wagner, W.A.Feibelman*, *Astrophys. J.*, **393**, 217, 1992.