

На правах рукописи

Гончарова Раиса Ивановна

УДК 524.338.7

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ БЛЕСКА ЗВЕЗДЫ
В СЕВЕРНОЙ КОРОНЫ ПО ШИРОКОПОЛОСНЫМ
НАБЛЮДЕНИЯМ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

Специальность 01.03.02 – астрофизика и радиоастрономия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико – математических наук

Киев – 1992



Работа выполнена в Главной астрономической обсерватории Академии наук Украины.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук Р.Е. Гершберг,
кандидат физико-математических наук Г.А. Гарбузов.

Ведущее учреждение - Крымская астрофизическая обсерватория.

Защита состоится "4" ноября 1992 г. на заседании Специализированного совета по астрономии Д 016.14.01 при Главной астрономической обсерватории АН Украины по адресу: 252127, Киев, Голосеево, ГАО АН Украины, тел. 266-08-69. Начало заседаний в 11 часов.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАО АН Украины.

Автореферат разослан "22" ноября 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат физико-математических наук

Гусева Н.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертация посвящена изучению переменной звезды R Северной Короны по результатам многоцветных широкополосных наблюдений.

Звезды типа R Северной Короны относятся к eruptивным переменным, обладающим неперiodическими ослаблениями блеска и значительными изменениями спектра в процессе развития глубоких минимумов. Детальная картина фотометрического поведения звезд этого типа очень сложная и до конца еще не изучена. Переменные типа R Северной Короны обладают аномальным по отношению к звездам главной последовательности химическим составом, наиболее распространенным элементом в их атмосферах является гелий, значительно увеличено содержание углерода. Ясно, что феномен звезд этого типа может проявляться на определенной фазе эволюции, характеризующейся значительным темпом потери массы и сложным поведением атмосферы. Исследование таких стадий имеет принципиальное значение для проблем звездной эволюции и физики звезд.

Актуальность темы. Наиболее характерная черта звезд типа R CB, давно привлекающая к себе внимание исследователей, состоит в непредсказуемости моментов начала ослабления блеска и необычной энергетикой во время глубоких минимумов яркости. Наиболее изученные звезды этого типа R CrB и RY Sgr показывают сильное уменьшение потока излучения на фоне значительных изменений в их спектрах в широком диапазоне длин волн - от ультрафиолета до инфракрасной области. Предпринималось много попыток качественно объяснить особенности поведения звезд типа R CB. Строгой

количественной теории пока нет. Во многом это вызвано ограниченностью наблюдательного материала, который необходим как для создания новых, так и для проверки уже существующих теорий. Поэтому получение нового наблюдательного материала представляет собой актуальную задачу в изучении звезд этого типа.

В последние годы заметно повысился интерес к изучению малоамплитудных пульсаций звезд типа R CV в максимуме яркости. Это связано с тем, что многие переменные, для которых имеются достаточно длинные ряды наблюдений, обнаруживают пульсации с периодами в несколько десятков дней. Возможно, что все звезды типа R CV пульсируют, однако для окончательного решения этого вопроса недостаточно имеющегося наблюдательного материала. После обнаружения связи между фазой пульсации звезды RY Sgr и началом ослабления яркости принято считать, что малоамплитудные пульсации блеска позволят получить информацию о механизме выброса вещества из звезды. Наиболее доступным методом получения наблюдательного материала для исследования, как пульсаций в максимуме яркости, так и изменения физических характеристик звезд типа R CV в ослабленном состоянии, является широкополосная многоцветная фотометрия в оптической области спектра. Поэтому проведение UBVRI - фотометрии переменных и анализ результатов наблюдений служат важнейшим источником получения информации об этих звездах.

Цель работы. Основная цель диссертационной работы заключается в получении наблюдательного материала для звезды R CrB и анализе всех имеющихся данных UBVRI - фотометрии, относящихся к этой переменной, для изучения закономерностей изменения ее блеска и цвета в оптической области спектра. В работе поставлены следующие конкретные задачи:

1. проведение широкополосной фотометрии в UBVRI - полосах

звезды R CrB в максимуме и минимумах яркости;

2. исследование малоамплитудных изменений блеска переменной R CrB в максимуме и минимумах яркости и поиск связи между этими пульсациями блеска и началом ослаблений яркости;

3. изучение изменений распределения энергии в спектре звезды R CrB на протяжении разных по глубине минимумов блеска.

Новизна работы. Получены многоцветные наблюдения звезды R CrB в максимуме яркости, позволившие, в добавление к уже имевшемуся наблюдательному материалу, заподозрить мультипериодичность этой переменной. Впервые получены возможные периоды малоамплитудных пульсаций звезды R CrB - $P_1=27^d.36$, $P_2=39^d.96$, $P_3=53^d.64$ и показана возможность связи между фазой пульсаций яркости переменной R CrB и началом ослаблений ее яркости. Проведены UBVRl - наблюдения R CrB во время трех разных по глубине минимумов яркости с 1982 по 1985 годы, включительно. На основании анализа изменений показателей цвета в конце восходящих ветвей нескольких минимумов получен закон покраснения звезды R CrB на выходе из минимумов яркости.

Научное и практическое значение работы. Полученные многоцветные наблюдения звезды R CrB на протяжении разных по глубине минимумов яркости представляют интерес для изучения нестационарных процессов в звездных атмосферах. Установленные новые наблюдательные факты о возможной связи фазы малоамплитудных пульсаций и началом ослаблений яркости R CrB и закон покраснения на выходе из минимумов яркости этой переменной могут быть использованы для построения моделей звезд типа R CrB.

На защиту выносятся следующие основные положения работы:

1. Результаты фотометрических UBVRl - наблюдений звезды R CrB в максимуме и трех разных по глубине минимумах яркости.

2. Определение периодов малоамплитудных пульсаций блеска

звезды R CrB.

3. Выявление связи между фазой маломплитудных пульсаций блеска звезды R CrB и началами ослабления ее яркости.

4. Установление закона покраснения для верхней части восходящих ветвей минимумов яркости звезды R CrB и его интерпретация.

Апробация работы. Основные результаты, изложенные в диссертации, докладывались на научных семинарах отдела физики звезд и галактик и астрофизических семинарах ГАО АН УССР; на Всесоюзном совещании "Звезды с неперiodическими ослаблениями блеска" (Киев, 1984); на конференции молодых ученых (Одесса, 1984); на симпозиуме проблемной комиссии " Физика и эволюция звезд " многостороннего сотрудничества АН социалистических стран "Эруптивные явления в звездах " (Будапешт, 1985).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложения. Полный объем диссертации составляет 140 страниц, из них 93 страницы машинописного текста, 22 страницы рисунков (23 рисунка), 5 таблиц, 11 страниц цитированной литературы (120 названий) и 9 страниц приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во Введении обоснована актуальность исследований звезд типа R CrB, сформулирована цель работы, ее новизна и практическое значение. Кратко изложено содержание диссертации, перечислены основные результаты, выносимые на защиту; перечислены статьи автора по теме диссертации и указан вклад автора в совместную работу.

В первой главе приводится краткий обзор фотометрических, спектральных и поляризационных наблюдений в оптической области, а

также описаны изменения в ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра звезд типа R CV во время минимумов яркости. Изложены основные модели рассматриваемых переменных. Подчеркивается, что все известные на сегодняшний день модели, как правило, привлекаются для объяснения только отдельных фрагментов наблюдательных данных. Причиной такого положения служит недостаток наблюдательного материала и вызванное этим обстоятельством недостаточно хорошее знание закономерностей изменений основных характеристик переменных типа R CV в ходе минимумов яркости.

Вторая глава посвящена краткому описанию использованной при наблюдениях аппаратуры и методики наблюдений. Все наблюдения выполнены на Высокогорной наблюдательной базе ГАО АН Украины ($h = 3000$ м) на телескопе АЗТ-14 ($D = 480$ мм), в касегреновском фокусе которого был установлен электрофотометр АЭФ - 2, работающий в режиме счета фотонов. Рассмотрены вопросы редукции наблюдений и оценки ошибок наблюдений. Приведены кривые реакции фильтров и основные технические характеристики фотометра.

В третьей главе рассмотрены пульсации блеска звезды R CrV. Изложены сведения о пульсационном характере малоамплитудных изменений блеска переменных типа R CV в максимуме яркости. На основании анализа сводной кривой блеска звезды R CrV в нормальном состоянии сделан вывод о возможной мультипериодичности этой переменной и определены периоды ее пульсаций: $P_1 = 27^d.36$; $P_2 = 39^d.96$; $P_3 = 53^d.64$. Полученные значения периодов сопоставляются с аналогичными величинами, вычисленными для этой звезды другими исследователями. Прослежена синфазность изменения кривых блеска и цвета R CrV во время пульсаций в максимуме яркости. Анализ пульсаций в максимуме яркости звезды R CrV и при пониженном блеске позволил установить, что на восходящих ветвях минимумов яркости

переменная испытывает пульсации двух видов: с обычными (т.е. такими же, как и в нормальном состоянии) и аномально большими амплитудами. Показано, что одиночные пульсации с аномально большими амплитудами характеризуются заметным уменьшением показателя цвета U-V, причем вслед за ним происходит замедление скорости подъема блеска звезды.

Четвертая глава посвящена анализу связи малоамплитудных пульсаций блеска звезды R CrB с ослаблениями яркости. Рассмотрены критерии выбора момента начала ослаблений яркости. Заподозрено, что последние 5 последовательных минимумов блеска сфазированы максимумами пульсаций с периодом $P_1=27^d.36$, вычисленными от момента, принятого за нулевую эпоху JD 2444137. Моменты начала вторичных ослаблений яркости большей частью коррелируют с максимумами пульсаций с периодом $P_2=39^d.96$, хотя, по-видимому, могут наступать после максимума пульсаций любого из трех периодов. Установлено, что амплитуда изменения блеска переменной R CrB в максимуме яркости не влияет на начало ослаблений ее яркости.

Пятая глава содержит результаты широкополосной UVVRI-фотометрии звезды R CrB в разных по глубине минимумах блеска - 1982 ($\Delta m_v = 0.6^m$), 1983 - 1984 ($\Delta m_v = 8^m.5$) и 1985 ($\Delta m_v = 4^m.4$) годов, а также анализ этих наблюдений и сопоставление его результатов с наблюдениями этой переменной в других минимумах яркости. Прослежена связь между глубиной минимума и изменениями показателей цвета. Во время глубоких минимумов в фазе минимальной яркости переменная становится более голубой, а в нижней части восходящей ветви краснеет по отношению к нормальному состоянию; а во время неглубокого минимума звезда выглядит максимально покрасневшей во всех рассматриваемых показателях цвета в фазе минимальной яркости. В средних по величине минимумах в фазе минимальной яркости

поголубение сказывается только в показателе цвета U-B, иногда в B-V тоже, а в более длинноволновой области спектра переменная краснеет. Общим свойством всех минимумов звезды R CrB независимо от глубины является увеличение излучения переменной в коротковолновой области по сравнению с распределением энергии в максимуме яркости. Показано, что исходя из наблюдений, единичные пульсации блеска звезд типа R CrB с аномально большими амплитудами в ослабленном состоянии можно рассматривать как неглубокие минимумы. Уточнен закон покраснения для верхней части восходящих ветвей ряда минимумов звезды R CrB.

В заключении перечислены основные результаты, полученные в диссертации:

1. Показано, что форма кривой блеска в максимуме яркости переменной R CrB может быть результатом действия трех присущих звезде пульсаций с сопоставимыми по величине периодами $P_1=27^d.36$, $P_2=39^d.96$, $P_3=53^d.64$ и переменной амплитудой. Величина периода каждой отдельной пульсации может незначительно меняться от цикла к циклу, однако в среднем она остается постоянной.

По своим цветовым характеристикам пульсации звезды R CrB в максимуме сходны с пульсациями классических цефеид и отличаются от пульсаций звезды RY Sgr.

2. На восходящих ветвях минимумов яркости звезда R CrB может испытывать пульсации двух видов: с обычными (такими же, как и в максимуме яркости) и аномально большими амплитудами. Одиночные пульсации с аномальными амплитудами характеризуются заметным уменьшением показателя цвета U-B, причем вслед за ними происходит замедление скорости восстановления блеска звезды.

Показано, что единичные пульсации с аномально большой амплитудой при ослабленной яркости звезды R CrB можно

рассматривать как вторичные неглубокие минимумы блеска.

3. Заподозрено что последние 5 последовательных минимумов блеска звезды R CrB наступили после максимума пульсации с периодом $P_1=27^d.36$, вычисленного от момента, принятого за нулевую эпоху JD 2444137. Вторичные минимумы, по-видимому, могут наступать после максимума пульсаций любого из трех периодов, но из наблюдений следует, что чаще всего они наступают после пульсаций с периодом $P_2=39^d.96$.

Амплитуда изменений блеска переменной R CrB в максимуме яркости не влияет на начало ослаблений ее блеска.

4. Отмечено, что изменения показателей цвета зависят от глубины минимума - в фазе минимального блеска во время глубокого минимума 1983 г. ($\Delta m_v = 8^m.5$) показатели цвета уменьшаются, а в неглубоком минимуме 1982 г. ($\Delta m_v = 0^m.6$) увеличиваются по сравнению с максимумом блеска переменной. Общим свойством минимумов яркости звезды R CrB независимо от их глубины является появление дополнительного излучения во время падения блеска, интенсивность которого максимальна в коротковолновой области.

5. На основании результатов фотоспектральных широкополосных наблюдений высказывается предположение, что искажения монотонного изменения блеска звезды R CrB в ослабленном состоянии вызывается наложением на кривые блеска глубоких минимумов вторичных неглубоких ослаблений яркости.

6. Уточнен закон покраснения для верхней части восходящих ветвей ряда минимумов звезды R CrB. Отмечается его отличие от закона межзвездного поглощения. Высказывается предположение, что изменения температуры могут быть причиной изменений блеска и цвета звезд типа R CrB в конце восходящих ветвей минимумов яркости. Имеющиеся поляриметрические и спектральные наблюдения не

противоречат такому предположению.

В приложении помещены таблицы UBVR_I-наблюдений звезды R CrB за период с 1979 по 1986 гг.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Гончарова Р.И., Ковальчук Г.У., Пугач А. Ф. Циклические колебания блеска R CrB и их связь с неперiodическими ослаблениями яркости. // Астрофизика. - 1983. - 19. - С. 279-289.
2. Гончарова Р.И. Цветовые изменения яркости звезды R Северной Короны в максимуме блеска. // Фотометрические и поляриметрические исследования небесных тел. - Киев: Наук. думка, 1985. - С. 102-104.
3. Goncharova R.I. Analysis of R Coronae Borealis variability from photoelectric observations. // Eruptive Phenomena in Stars. / Ed. by L. Szabados. - Budapest, 1986. - P.445-446.
4. Гончарова Р.И. R Северной Короны в минимуме блеска 1983-1984 гг. // Письма в Астрон. журн. - 1985. - 11. - С. 855-860.
5. Гончарова Р.И. Пульсации звезд типа R Северной Короны. // Астрофизика. - 1989. - 31. - С. 25-36.
6. Гончарова Р.И. Закономерности изменения блеска и цвета звезд типа R Северной Короны во время активного состояния по данным наблюдений в видимой области спектра. // Письма в Астрон. журн. - 1990. - 16. - С. 150-159.
7. Гончарова Р.И. Анализ оптических наблюдений звезды R Северной Короны в минимуме блеска. // Письма в Астрон. журн. - 1990. - 16. - С. 150-159.

Подп. к печ. 14.07.92 Формат 60×84 $\frac{1}{4}$ Бумага 85г/м² печ. офс.

Усл. печ. л. 0,4 Уч.-изд. л. 0,3 Тираж 100

Зак. 2-3/03 Бесплатно

Киевская книжная типография научной книги. Киев, Репина, 4.

AB 25.583

2