

52
A 7



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. П. К. ШТЕРНБЕРГА
На правах рукописи

Т. С. Белякина

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗВЕЗД

Диссертация написана на русском языке
специальность 01.031 - астрофизика

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА • 1971

Ск
А 7

Работа выполнена в Крымской Астрофизической обсерватории
АН СССР.

Научный руководитель доктор физико-математических наук
А.А.Боярчук.

Официальные оппоненты:

Член-корр. АН СССР Э.Р.Мустель (Астросовет АН СССР)

Кандидат физ.-мат. наук А.С.Шаров (ГАИШ)

Ведущее учреждение: Специальная Астрономическая обсерватория АН СССР.

Автореферат разослан "___" _____ 1972 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1972 г.
на заседании Ученого Совета Государственного Астрономического
института им. П.К.Штернберга (Москва, Университетский проспект,
13).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАИШ.

Ученый секретарь ГАИШ
канд. ф.м.н.

И.Н.Бондаренко

Симбиотические звезды составляют немногочисленную группу небесных объектов, в спектрах которых одновременно присутствуют признаки холодной звезды и сильновозбужденной туманности. Вид спектра и блеск большинства этих звезд меняется со временем. Фотографические и визуальные кривые блеска значительной части симбиотических звезд неправильные с амплитудой до 4^m и характерным временем изменения несколько сотен дней. Некоторые звезды рассматриваемого типа имеют периодические кривые блеска, но с очень большой дисперсией наблюдений (до 1^m) около средней кривой. Фотоэлектрические наблюдения подобных объектов могут дать ценную информацию благодаря своей точности и возможности достаточно одновременно регистрировать излучение нескольких областей спектра. Однако до 1962 г. таких наблюдений симбиотических звезд не было, если не считать единичных оценок их блеска и цветов ($B - V$) и ($U - B$).

В нашем исследовании симбиотических звезд были поставлены две задачи. Первая состояла в получении фотоэлектрических кривых блеска и кривых изменения цветов нескольких типичных представителей рассматриваемых звезд (*AG Dra, AG Peg u ZAnd*), вторая заключалась в определении положения симбиотических звезд на двуцветной диаграмме ($B - V$), ($U - B$). В программу вошло восемь звезд, основные данные которых приведены в таблице I.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и приложения. Во введении кратко изложены фотометрические и спектральные характеристики симбиотических звезд.

Первая глава посвящена разбору фотометрических и колориметрических наблюдений, полученных другими авторами, и их интерпретации.

Таблица I

Звезда	$\alpha_{1900.0}$	$\delta_{1900.0}$	m
<i>DK Per</i>	01 ^h 29 ^m 57 ^s	+53° 44'.9	10. ^m 8 - 13. ^m 0
<i>AG Dra</i>	16 01 07	67 04.7	9.1 - 11.2
<i>UY Her</i>	18 10 18	20 57.4	11.7 - (13.2
<i>V 443 Her</i>	18 18 00	23 24.0	12.39* - 12.63*
<i>CI Cyg</i>	19 46 30	35 25.9	10.7 - 13.1
<i>MH_α 328-116 (V106 Cyg)</i>	19 53 35	39 33.7	11.3 - 17.5
<i>AG Peg</i>	21 46 11	12 09.5	6.0 - 9.4
<i>Z And</i>	23 28 51	48 16.0	8.0 - 12.4

Примечание: * - фотоэлектрические значения блеска в системе В.

Во второй главе описаны использованная аппаратура, способ наблюдений и метод обработки. Наблюдения получены на двух телескопах - зеркально-линзовом и ($d = 64$ см, $f \approx 10$ м) и кассегреновском рефлекторе АЗТ-8 ($d = 70$ см, $f = 11.2$ м), в трехцветных системах, подобных международной системе *UBV*. Приведены кривые прозрачности фильтров и кривые спектральной чувствительности фотоумножителей.

Рассмотрены особенности фотоэлектрических наблюдений симбиотических звезд. Из-за аномального распределения энергии

в спектрах исследуемых звезд невозможно подобрать звезду сравнения, близкую по показателям цвета к переменной. Обращено внимание на существование быстрых колебаний атмосферной экстинкции, которые могут снизить точность наблюдений. Оценены величины ошибок наблюдений.

Описан метод контроля постоянства инструментальной цветовой системы. Определены соотношения между нашими инструментальными системами и системой *UBV*.

Оценены величины эффекта ярких полос для звезд *AG Dra*, *AG Peg* и *Z And*.

В третьей главе представлены результаты наблюдений *AG Dra*. Получена кривая блеска $\Delta m_{ж\delta}$ и кривые изменения цветов $\Delta C_{ж\delta}$ и ΔC_{ϕ} в 1962 - 67 гг. Кривая блеска *AG Dra* неправильная, излучение по всему наблюдаемому диапазону спектра меняется синхронно, но с разными амплитудами $\Delta m_{ж\delta} = 0.15$, $\Delta m_{син.} = 0.35$, $\Delta m_{\phi} = 1.0$. Наблюдения интерпретированы в рамках модели двойной звезды, компоненты которой горячая ($T_c = 5 \cdot 10^4$ °К) и холодная (К Э Ш) звезды окружены газовой оболочкой ($n_e \approx 10^6$ см⁻³, $T_e = 17000$ °). Колебания блеска и показателей цвета *AG Dra* можно объяснить изменением интенсивности излучения горячего компонента. Оценена плотность газовой составляющей ($n_e > 3 \cdot 10^6$ см⁻³) и звездные величины компонентов в системе $m_{ж\delta}$ близкой V. $m_{ж\delta}$ холодного компонента 9.^m75, $m_{ж\delta}$ горячего компонента в минимуме 14.^m0. Амплитуда колебаний блеска горячего компонента превышает 0.15 .

В четвертой главе рассмотрены результаты наблюдений *AG Peg*. Получена кривая блеска $\Delta m_{жел.}$ и кривые изменения цветов $\Delta C_{сж}$ и $\Delta C_{сф}$ в 1962 - 67 гг. Изменение излучения происходит синхронно по всему наблюдательному диапазону спектра $\Delta m_{жел.} \approx 0.3$, $\Delta m_{сж} \approx 0.3$, $\Delta m_{сф} \approx 0.5$. Кривая блеска *AG Peg* периодическая, с периодом 800 дней, интерпретирована как эффект отражения, происходящий в двойной системе этой звезды (компоненты МЗШ и *WN6* окружены газовой оболочкой с $n_e \geq 10^6 \text{ см}^{-3}$ и $T_e = 17000^\circ \text{К}$).

Сделана количественная оценка эффекта отражения. Показано, что в желтых и синих лучах изменение блеска *AG Peg* обусловлено тем, что полусфера гиганта МЗШ, обращенная к компоненту *WN6*, имеет более высокую температуру, а следовательно, и светимость в наблюдаемой области спектра. Изменение блеска в ультрафиолете вызвано тем, что L_c - излучение ядра компонента *WN6* ионизует верхние слои атмосферы холодного компонента над обращенной к нему полусферой. Рассмотрен вопрос о времени возникновения периодических колебаний блеска *AG Peg*. Оценены звездные величины компонентов в минимуме блеска: $m_{жел.}$ холодного компонента 8.9 , $m_{горяч.}$ горячего компонента 10.0 .

В пятой главе представлены наблюдения *Z And*. Получена кривая блеска $\Delta m_{жел.}$ и кривые изменения цветов $\Delta C_{сж}$ и $\Delta C_{сф}$. Блеск *Z And* меняется неправильно, но синхронно по всему наблюдаемому диапазону спектра с амплитудой $\Delta m_{жел.} = 2.1$, $\Delta m_{сж} = 2.6$, $\Delta m_{сф} = 2.7$.

Анализ этих наблюдений проведен методом двухцветных диаграмм. Показано, что когда блеск звезды мал и на част-

ся его увеличение, то на двухцветной диаграмме звезда смещается вверх параллельно главной последовательности. Если же блеск звезды велик и увеличение его продолжается, то звезда смещается перпендикулярно главной последовательности, приближаясь к ней. Это означает, что в разные стадии развития переменной излучения различных областей спектра меняется неодинаково. Наблюдения *Z And* интерпретированы в рамках модели двойной звезды, компоненты которой гигант МЗШ и горячая звезда ($T_c = 5 \cdot 10^4 \text{ }^\circ \text{К}$) окружены газовым облаком ($n_e \geq 10^6 \text{ см}^{-3}$, $T_e = 17000^\circ \text{К}$). Оценены звездные величины компонентов: $m_{жел.}$ холодного компонента 11.0 , блеск горячего компонента в минимуме $m_{жел.} = 14$. Амплитуда колебаний блеска горячего компонента достигает 5^m .

В шестой главе рассматривается вопрос о положении симбиотических звезд на двухцветной диаграмме $\Delta C_{сж} - \Delta C_{сф}$ и $(B - V) - (U - B)$. Показано, что исследуемые звезды располагаются на двухцветной диаграмме значительно правее линии главной последовательности. Это обусловлено аномальным распределением энергии в их спектрах. Анализ трехцветных фотоэлектрических наблюдений всех симбиотических звезд показывает, что модель двойной звезды, состоящей из холодного гиганта и горячей звезды, окруженной газовой оболочкой, хорошо удовлетворяет этим наблюдениям.

В заключении кратко сформулированы основные результаты нашего исследования. В приложение вошли фотоэлектри-

ческие наблюдения трех симбиотических звезд *AG Dra*,
AG Peg и *Z And* (более 750).

Результаты работы опубликованы в следующих статьях:

1. Т.С.Белякина Трехцветные электрофотометрические наблюдения симбиотических звезд *AG Peg*, *Z And*, *AG Dra*. Изв.Крымск.астрофиз. obs. 33, 226, 1965.
2. Т.С.Белякина К вопросу о цветах симбиотических звезд. Изв.Крымск.астрофиз. obs., 34, 100, 1965.
3. Т.С.Белякина Фотоэлектрические наблюдения *AG Dra* 1965 г. Астрофизика 2, 115, 1965.
4. Т.С.Белякина Цвета симбиотических звезд. Изв.Крымск. астрофиз. obs., 38, 171, 1967.
5. Т.С.Белякина Периодические колебания блеска *AG Peg*. Астрон. ж., 45, 139, 1968.
6. Т.С.Белякина Фотоэлектрические наблюдения *AG Dra* в 1962 - 67 гг. Изв.Крымск. астрофиз. obs., 40, 39, 1969.
7. Т.С.Белякина Изменение блеска *AG Peg* в 1962 - 67 гг. Астрофизика, 6, 49, 1970.
8. Т.С.Белякина Трехцветные фотоэлектрические наблюдения *Z And* в 1962 - 1967 гг. Изв.Крымск.астрофиз. obs., 41-42, 275, 1970.

ПОДП. К ПЕЧАТИ 18/Х1-71 Г. Л-128927. Ф. 80x90/18
ФИЗ.ПЛ. 0,5. ЗАКАЗ 2804. ТИРАЖ 200 ЭКЗ.

ОТПЕЧАТАНО НА РОТАПРИНТАХ В ТИП. ИЗД. МГУ
МОСКВА, ЛЕНГОРЫ

