

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 Z And*), 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 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> | +53° 44'.9        | 10. <sup>m</sup> 8 - 13. <sup>m</sup> 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<sub>α</sub> 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  $\Delta m_{жёл}$  и кривые изменения цветов  $\Delta C_{жёл}$  и  $\Delta C_{фиол}$  в 1962 - 67 гг. Кривая блеска *AG Dra* неправильная, излучение по всему наблюдаемому диапазону спектра меняется синхронно, но с разными амплитудами  $\Delta m_{жёл} = 0.15$ ,  $\Delta m_{син} = 0.35$ ,  $\Delta m_{фиол} = 1.0$ . 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<sup>-3</sup>,  $T_e = 17000$ °). 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<sup>-3</sup>) и звездные величины компонентов в системе  $m_{жёл}$  близкой V.  $m_{жёл}$  холодного компонента 9.<sup>m</sup>75,  $m_{жёл}$  горячего компонента в минимуме 14.<sup>m</sup>0. Амплитуда колебаний блеска горячего компонента превышает 2.<sup>m</sup>5.

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  $m_{жел.} = 14^m$ . 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

