

ФОТОМЕТРИЯ ЧЕТЫРЕХ ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД

Н. М. Чунакова

Представлены результаты фотометрических наблюдений четырех пекулярных звезд: 56 Ari, 53 Cam, β CrB и HD 184905 — в четырех участках спектра с $\lambda_{\text{макс}} \approx 4500, 4850, 5000$ и 5600 \AA . Полуширины фильтров 118, 114, 103 и 131 \AA соответственно. Во всех исследованных звездах изменение блеска с длиной волны носит сложный характер. Анализ фотометрических данных для β CrB, полученных разными авторами в 1966—1975 гг., не показал изменения амплитуды блеска в цвете В с периодом 10.5 лет.

Results are presented of photometric observations of four peculiar stars, 56 Ari, 53 Cam, β CrB and HD 184905 in four parts of the spectrum with $\lambda_{\text{max}} \approx 4500, 4850, 5000$ and 5600 \AA . Halfwidths of the filters are 118, 114, 103 and 131 \AA , respectively. In all the stars investigated the variation of brightness with wavelength has a complex character. Analysis of photometric data for β CrB obtained by different authors from 1966 to 1975 has not shown amplitude variation of brightness in color.

Для выявления механизма переменности блеска магнитных Ар-звезд нужна как их детальная спектрофотометрия, так и электрофотометрия, причем желательно в более узких участках спектра. Результаты такой узкополосной фотометрии вместе со спектральными наблюдениями позволят оценить изменение покровного эффекта в разных участках спектра и выявить его вклад в переменность блеска звезд различной температуры и разных типов пекулярности.

Наблюдения. Для наблюдений отобрано четыре магнитных звезды разных типов пекулярности, равномерно распределенных по спектральным классам. В таблице приводятся список этих звезд, их основные характеристики, звезда сравнения для каждой. Все использованные нами звезды сравнения уже наблюдались другими авторами и показали постоянство блеска.

Звезда	m_V	Sp (HD)	Тип пекулярности
HD 19832 = 56 Ari	5 ^m 70	B8p	Si 3955, 4200
HD 19600	6.38	A0	
HD 65339 = 53 Cam	6.05	A3p	SrCrEu
HD 65301	5.75	F2	
HD 137909 = β CrB	3.65	A9p	SrCrEu
HD 140436 = γ CrB	3.93	A0	
HD 184905	6.60	A0p	SrCrSr
HD 184787	6.56	A0	

Наблюдения осуществлены в октябре 1974 г.—мае 1976 г. на телескопе Цейс-600 с фотометром конструкции Алексева—Штоля в четырех участках спектра с $\lambda_{\text{макс}} \approx 4500, 4850 (H_\beta), 5000$ и 5600 \AA . Полуширины фильтров 118, 114, 103 и 131 \AA соответственно. HD 65339 мы наблюдали в шести

областях (вышеупомянутые и фильтры с $\lambda_{\text{макс}} \approx 4080$ и 4250 \AA , полуширины 105 и 114 \AA). Кривые пропускания фильтров приведены на рис. 1.

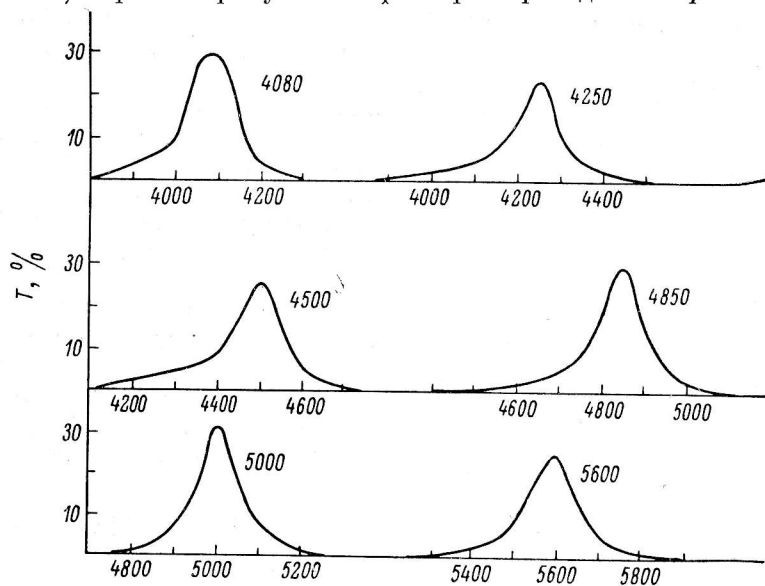


Рис. 1. Кривые пропускания фильтров с разными $\lambda_{\text{макс}}$, Å.

Одно измерение в каждой длине волны состояло из 4—6 быстрых сравнений Ар-звезды и ее звезды сравнения. Такая серия определяла одну нормальную точку, точность измерения которой $\pm(0^{\text{m}}003-0^{\text{m}}005)$. Все измерения исправлены за дифференциальную экстинкцию. Ниже приведены результаты для четырех звезд. На рисунках каждая точка представляет среднее за одну ночь, Δm_{λ_i} — разности блеска звезды сравнения и переменной.

HD 19832=56 Aгi — горячая звезда с повышенной концентрацией кремния. Линии в спектре 56 Aгi сильно расширены вращением, что затрудняет измерение магнитного поля. Интенсивности линий Si II показывают два максимума различной амплитуды на фазах $0^{\text{p}}3$ и $0^{\text{p}}8$ [1].

Наблюдения продолжались в течение 15 ночей с октября 1974 по февраль 1975 г. Фазы рассчитаны по элементам [2]:

$$\text{JD (минимум V)} = \text{JD } 2437667.728 + 0^{\text{d}}72788925 \text{ E.}$$

Кривые блеска в четырех участках спектра показаны на рис. 2. Амплитуда изменения блеска звезды составляет $0^{\text{m}}06$ в области с $\lambda_{\text{макс.}} \approx 4500 \text{ \AA}$, а во всех остальных — $0^{\text{m}}04$. По-видимому, вторичный минимум присутствует во всех наблюдаемых участках спектра. Наши результаты, как и данные [3],

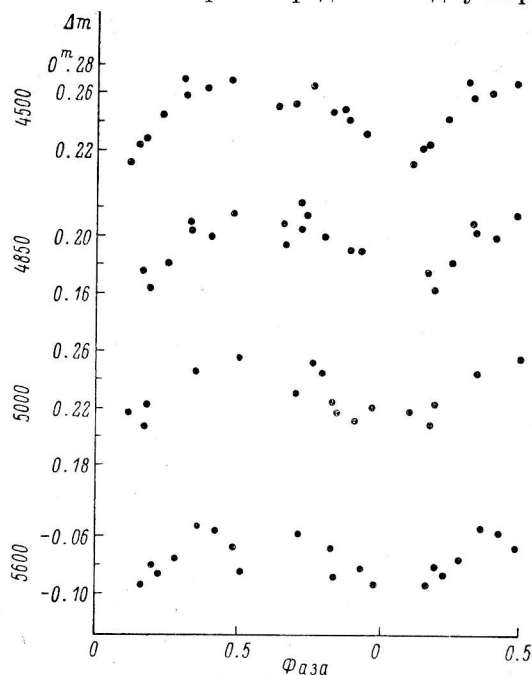


Рис. 2. Фотометрические наблюдения 56 Aгi. Δm — разность блеска (HD 19600—56Aгi).

показывают, что блеск звезды изменяется в течение периода с двумя максимумами равной амплитуды, хотя на наших кривых в области 4850 и 5000 Å они хуже выявляются из-за малого количества наблюдений. Это затрудняет объяснение фотометрической переменности в рамках гипотезы, предложенной в [4].

HD 65339=53 Cam — одна из самых интересных магнитных звезд, которая даже в широкополосной системе показала сложный характер изменения блеска со смещением по фазе в различных цветах [5]. Звезда характеризуется значительным магнитным полем и большими изменениями

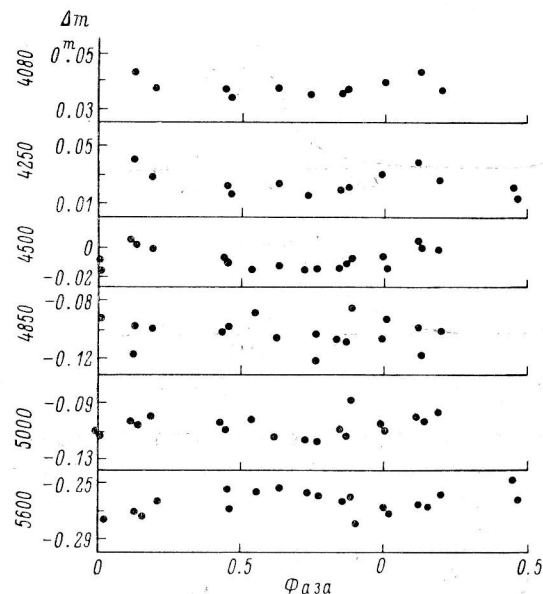


Рис. 3. Фотометрические наблюдения 53 Cam.
Δm — разность блеска (HD 65301—53 Cam).

интенсивностей линий Ti II, Mg II, Eu II и других элементов. Наши наблюдения охватывают 9 ночей в феврале—мае 1976 г., а для фильтров в области 4500—5600 Å, кроме того, 5 ночей в марте 1975 г. Фазы рассчитаны по элементам [6]:
JD (положительный кроссовер)=JD 2436120.3+8^d0278 E.
Несмотря на малое количество наблюдений (рис. 3), можно говорить о сложном характере изменений блеска с длиной волны. Так, в области с λ_{макс}≈4250 Å возможно присутствие очень слабого вторичного максимума. Наличие двух максимумов можно предполагать и в кривой блеска с λ_{макс}≈4850 Å (H_β), но большой разброс точек не позволяет надежно утверждать

это. Ракош [8], основываясь на своих наблюдениях в течение двух ночей, предположил, что период P=8^d0278 — период биений, а истинный период звезды короче. Он отдавал предпочтение периоду P=1^d14229, так как другие звезды (HD 4778, HD 25354, HD 220825) с фазовым смещением в цвете V имеют периоды более короткие, чем 8^d. Однако наши наблюдения, помещенные с коротким периодом, не показывают периодических изменений, а лишь большой разброс точек.

HD 137909=β CrV — хорошо изученная холодная Ar-звезда, не показывающая сильных спектральных изменений. Фотометрические наблюдения ее необходимы для того, чтобы выяснить, изменяется ли амплитуда блеска с тем же периодом (10.5 лет), с которым меняется форма магнитной кривой, особенно вблизи магнитного минимума [9].

Звезда наблюдалась в течение 14 ночей в марте—июле 1975 г. Кривые блеска, рассчитанные по элементам кривой изменения магнитного поля [10], приведены на рис. 4. Блеск звезды в участках с λ_{макс}≈4500 и 5000 Å изменяется в фазе, минимум его вблизи 0^h8, максимум — 0^h3—0^h4. Амплитуды изменения блеска составляют 0^m03 и 0^m02 соответственно. В фильтре с λ_{макс}≈4500 Å, возможно, намечается слабый вторичный минимум при фазе 0^h2, но наблюдений недостаточно, чтобы уверенно говорить об этом. Однако и в четырехполосных наблюдениях [7] также присутствует вторичный минимум (~0^h25), слабый в B, но более четкий в V. Кривая блеска в фильтре с λ_{макс}≈4850 (H_β) не показывает периодических изменений, хотя разброс точек значителен — в пределах 0^m015. О характере

переменности на участке с $\lambda_{\text{макс}} \approx 5600 \text{ \AA}$ сказать также трудно: велик разброс точек при малом их количестве, однако вероятны изменения с амплитудой $0^{\text{m}}015-0^{\text{m}}010$.

Обнаружение десятилетнего цикла изменения амплитуды блеска β СгВ позволило бы установить связь между фотометрической переменностью и напряженностью магнитного поля. Фотометрические наблюдения этой звезды, начатые в 1966 г. [11], охватывают уже десятилетний период. С тех пор осуществлены четыре ряда наблюдений в системе В [11—14], один — в $uvbv$ [7], а также наша фотометрия. На рис. 5 приведена амплитуда изменения блеска в полосе В с 1966 по 1975 г. [для $uvbv$ -фотометрии взято $(b+v)/2 \approx 4400 \text{ \AA}$, для наших наблюдений — $\Delta m(4500 \text{ \AA})$]. По предположению Престона и Стерча [10] максимума напряженности магнитного поля H_e (миним.) следует ожидать между мартом 1970 г. и апрелем 1972 г. Как показывает рисунок, амплитуда изменения блеска по всем рядам наблюдений составляет $0^{\text{m}}03-0^{\text{m}}035$ с небольшим (учитывая ошибки) повышением ее летом 1971 г. Даже если считать это увеличение амплитуды реальным, то по форме кривая изменения блеска ΔB не похожа на плавную кривую предполагаемого изменения напряженности магнитного поля [10]. Анализ фотометрических данных затруднен из-за отсутствия наблюдений в период с 1972 по 1975 г. Несмотря на это, существование десятилетнего

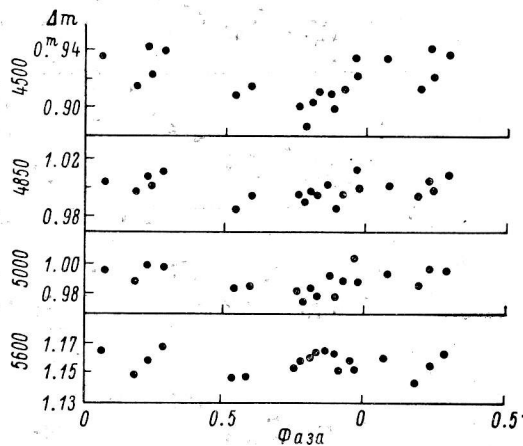


Рис. 4. Фотометрические наблюдения β СгВ. Δm — разность блеска (γ СгВ — β СгВ).

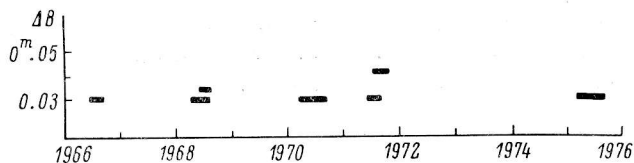


Рис. 5. Изменение амплитуды блеска β СгВ в цвете В с 1966 по 1975 г.

периода в изменении амплитуды блеска β СгВ в цвете В представляется сомнительным.

HD 184905 — малоизученный объект, обладающий сильным магнитным полем [15]. Интенсивности линий различных элементов (Eu II, Ca II, Sr II, Si II) показывают существенные изменения с двойной волной в течение периода [16].

Наблюдения продолжались в течение шести ночей в октябре 1974 г. и двенадцати — с мая по октябрь 1975 г. Результирующие кривые блеска помещены на рис. 6 согласно эфемериде [17]:

$$JD(\text{максимум блеска}) = JD 2440829.81 + 1^{\text{d}}845031E.$$

Изменения блеска происходят с двойной волной и синхронно во всех наблюдаемых участках спектра, первый максимум приходится на фазу $0^{\text{p}}15-0^{\text{p}}20$, второй — $0^{\text{p}}60-0^{\text{p}}65$. Амплитуда первого максимума составляет $0^{\text{m}}04$ в области с $\lambda_{\text{макс}} \approx 4500$ и 5600 \AA , $0^{\text{m}}05$ — в двух других фильтрах. Совместное рассмотрение данных нашей фотометрии и наблюдений с кли-

новым светофильтром [18] показывает, что в области спектра 4200—5600 Å амплитуда блеска изменяется с длиной волны скачкообразно. В шести (из восьми) изученных участках спектра, в том числе в области водородных линий H_γ и H_β , наблюдается или намечается вторичный максимум.

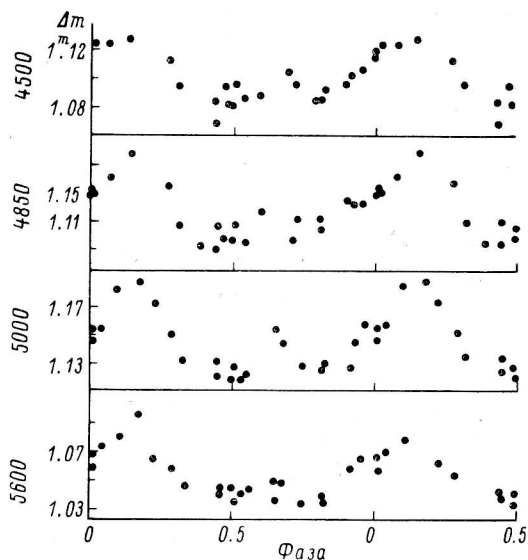


Рис. 6. Фотометрические наблюдения HD 184905.

Δm — разность блеска (HD 184787—HD 184905).

Наши наблюдения показали смещение (на $\sim 0^m.1$) максимумов блеска во всех фильтрах относительно соответствующих максимумов в десятицветной фотометрии ЦИА ГАН [16]. Это связано, по-видимому, с неточностью периода.

Заключение. Анализ полученных данных позволяет сделать некоторые общие выводы.

1. Изменение блеска (как по форме, так и по амплитуде) носит более сложный характер, чем предполагали ранее.

2. По-видимому, у всех или у большинства магнитных Ap-звезд блеск изменяется с двойной волной в течение периода, вопрос только, в какой области спектра.

3. Не наблюдается плавного уменьшения (или увеличения) амплитуды блеска с длиной волны, она изменяется от участка к участку скачкообразно.

4. Подтверждена переменность в области бальмеровских линий, которую показывают и спектрофотометрические исследования магнитных пекулярных звезд.

5. Сравнение наших результатов с данными других авторов в близких участках спектра показывает неизменность формы и амплитуды блеска в течение больших промежутков времени.

Список литературы

1. Peterson B. A. The spectrum variation of HD 124224 and 56 Arietis. — *Astrophys. J.*, 1966, 145, p. 735—741.
2. Hardie R. H., Schroeder N. H. Three-color photometry of 56 Arietis. — *Astrophys. J.*, 1963, 138, p. 350—355.
3. Wolff S. C., Morrison N. D. Photometry of six peculiar stars. — *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 1975, 87, p. 231—236.
4. Peterson D. M. The photometric variability of Ap-stars. — *Astrophys. J.*, 1970, 161, p. 685—694.
5. Jarzebowski T. Photoelectric observations of magnetic stars. — *Acta Astron.*, 1960, 10, p. 237—246.
6. Preston G. W., Stepień K. 53 Cam and the question of a preferred phase relation between the light and magnetic stars. — *Astrophys. J.*, 1968, 151, p. 583—588.
7. Wolff S. C., Wolff R. J. Photometry of Ap-stars. — *Astron. J.*, 1971, 76, p. 422—430.
8. Rakos K. D. Photoelectric observations of the magnetic and spectrum variable 53 Cam. — *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 1968, 80, p. 563—564.
9. Preston G. W. Studies of stellar magnetism — past, present and future. — *Contrib. Lick. Obs.*, 1967, No 205, p. 3—28.
10. Preston G. W., Sturch C. The magnetic field of β Coronae Borealis. — *Contrib. Lick. Obs.*, 1967, No 205, p. 111—121.
11. Бродская Э. С. Фотоэлектрическое исследование магнитной звезды β CrV. — *Астрон. ж.*, 1971, 47, с. 662—664.

12. Burke E. W., Rolland W. W., Boy W. R. A photoelectric study of magnetic variable stars. — Journ. Roy. Astron. Soc. Canada, 1970, 64, p. 353—369.
 13. Метик Л. П. Трехцветные электрофотометрические наблюдения α^2 CVn и β CrB. — Изв. КРАО, 1974, 50, с. 63—67.
 14. Бродская Э. С. Фотоэлектрические наблюдения β Северной Короны в 1970—71 гг. — Перем. зв., 1975, 20, с. 129—132.
 15. Vabsock H. W. A catalog of magnetic stars. — Astrophys. J. Suppl., 1958, 3, p. 141—210.
 16. Кумайгородская Р. Н., Чунанова Н. М. О характере изменения водородных линий в спектрах магнитных и пекулярных звезд. II. Спектрофотометрическое исследование HD 184905. — Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 1975, 7, с. 3—12.
 17. Шенайх В., Николов А. Магнитные Ар-звезды. Баку, «ЭЛМ», 1975, с. 27—30.
 18. Карташева Т. А. и др. Узкополосные фотоэлектрические наблюдения Ар-звезды HD 184905. — Сообщ. САО, 1975, 13, с. 5—8.
-