

УДК 524.338.2

Спектральные наблюдения Ве-звезд в видимой области.**1. ϕ Per, ψ Per, 11 Cam, ϕ And****В. Д. Кругов**

Проведены спектральные наблюдения 4 ярких Ве-звезд. У ϕ Per обнаружены значительные изменения эмиссии в линиях H_{α} и H_{β} . Эмиссионные профили H_{α} и H_{β} у ψ Per, по-видимому, меняются с периодом в несколько лет. Наблюдалось полное исчезновение эмиссии H_{α} в спектре 11 Cam. У ϕ And эмиссия в H_{α} оставалась постоянной в течение всего периода наблюдений.

SPECTRAL OBSERVATIONS OF Be STARS IN VISUAL RANGE. 1. ϕ Per, ψ Per, 11 Cam, ϕ And, by Krugov V. D. — Spectral observations of four bright Be stars are analyzed. ϕ Per manifests considerable variations of emission in H_{α} and H_{β} . Emission profiles of H_{α} and H_{β} in ψ Per appear to vary with the period of several years. 11 Cam demonstrates complete disappearing of H_{α} emission. For ϕ And H_{α} emission does not show intensity variations during the observational period.

Характерными особенностями спектров Ве-звезд являются эмиссионные и абсорбционные линии, возникающие в оболочках этих объектов. До настоящего времени нет ответа на вопрос о происхождении этих оболочек и их дальнейшей судьбе. Для объяснения причин возникновения оболочек Ве-звезд был предложен ряд гипотез [2, 3, 6]. Однако все они со временем стали встречать определенные трудности при объяснении изменений наблюдаемых величин V/R и E/C (V , R — интенсивность соответственно коротковолнового и длинноволнового компонентов эмиссионной линии, E — максимальная интенсивность эмиссии, C — интенсивность в основании эмиссионной линии). Например, вариации величины E/C вообще не могут быть объяснены на основании гипотезы О. Струве [3], поскольку вследствие постоянства скорости вращения звезды также должно быть неизменным количество выбрасываемого вещества, что не всегда согласуется с наблюдениями. Для объяснения изменений V/R в дальнейшем были использованы дополнительные предположения: о вращении Ве-звезды вокруг другой звезды, которая может быть либо обычной звездой, либо Ве-звездой; о пульсации оболочки [8]. Ни одна из существующих гипотез не может объяснить все наблюдаемые явления, возникающие в оболочках Ве-звезд.

Хорошо известно, что эмиссионные линии, наблюдаемые в спектрах Ве-звезд, могут возникать по следующим причинам: 1) быстрое вращение звезды (истечение вещества); 2) двойственность объекта; 3) движение вещества внутри оболочки; 4) выброс вещества из внутренних слоев звезды. Поэтому только многочисленные наблюдения помогут уточнить, какие из приведенных причин ответственны за возникновение эмиссии в оболочках этих звезд. Для этого вполне достаточно проводить наблюдения с умеренной дисперсией, которая позволяет разрешить V - и R -компоненты для многих Ве-звезд.

С 1983 г. на 70-см телескопе в Голосеево и 60-см телескопе на ВНБ «Терскол» нами проведены спектральные наблюдения Ве-звезд с дисперсией 8.6 и 4.4 нм/мм. Для ϕ Per, ψ Per, 11 Cam и ϕ And получено 34 спектрограммы в области 330—700 нм. Методика обработки спектрограмм описана в [1].

ϕ Per (HD 10516, B2 Ve [5], $v \sin i = 505$ км/с [10]). Результаты наблюдений ϕ Per, проведенных в течение 3 периодов 1983 г., представлены в табл. 1. Изменения профиля эмиссионных линий H_{α} и H_{β} для двух дат наблюдений приведены на рис. 1. Уверенно регистриро-

вались V - и R -компоненты эмиссионных линий H_α и H_β , хотя они не наблюдались в 1975—1977 гг. [9].

Нам удалось пронаблюдать в ночь 17/18.11.1983 значительные изменения эмиссии в H_α и H_β , которые можно объяснить перераспределе-

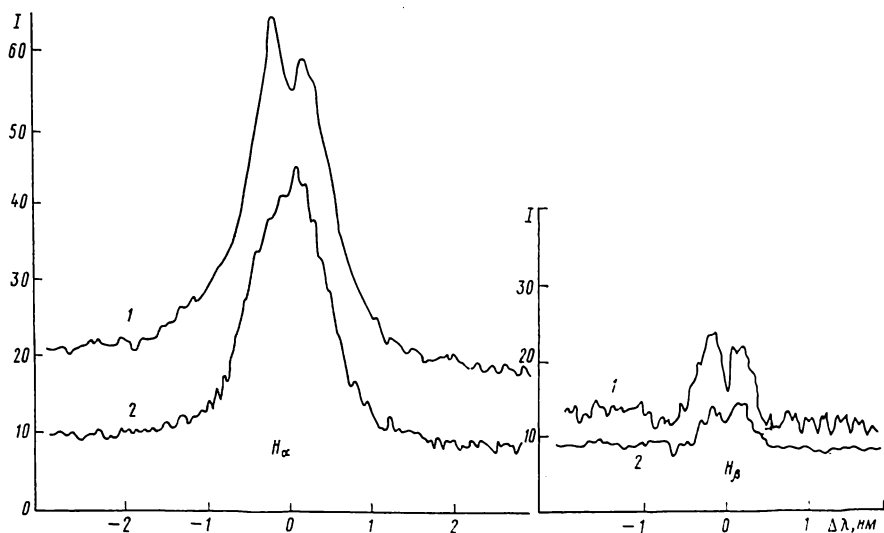


Рис. 1. Вариации эмиссии в оболочке ϕ Per: 1—14/15.11.1983; 2—17/18.12.1983

нием вещества в оболочке звезды. Подобные вариации эмиссии наблюдали Абт и Голсон [4] в узкополосных фильтрах в 1963—1965 гг. Они обнаружили изменения эмиссии в H_α с периодом от одного месяца до

одного года. В дальнейшем вариации эмиссии у ϕ Per изучались в течение многих лет [7], и на основании наблюдательных данных выдвинуто предположение о двойственности этого объекта. Наблюдения, приведенные в работе [9], показывают, что в 1975—1977 гг. у этой звезды не было резкой и узкой линии поглощения между компонентами V и R . От периода к периоду наблюдалась асимметрия линии. Для выяснения характера и причин изменения эмиссионных линий желательно продолжить наблюдения ϕ Per.

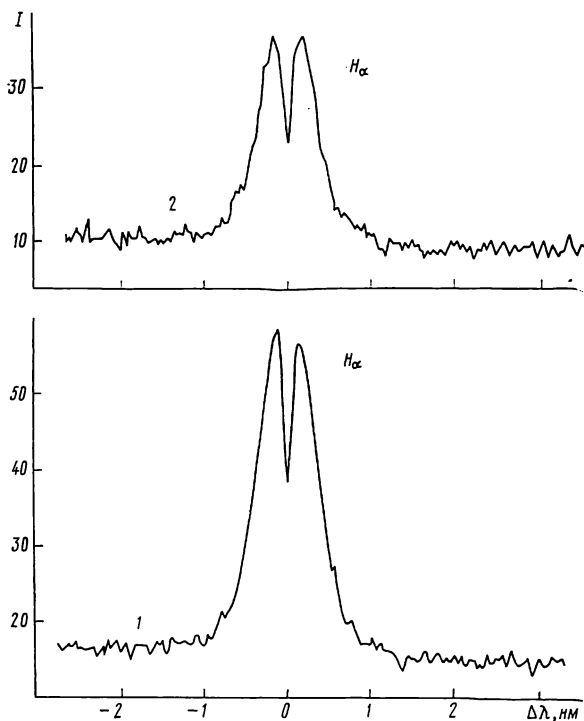


Рис. 2. Изменение эмиссии в оболочке ϕ Per: 1—14/15.11.1983; 2—17/18.12.1983

ϕ Per (HD 22192, B5 Ve [5], $v \sin i = 375$ км/с [10]). Наши наблюдения звезды представлены в табл. 1. На рис. 2 приведен профиль эмиссионной линии H_α для двух дат наблюдений. Результаты наблю-

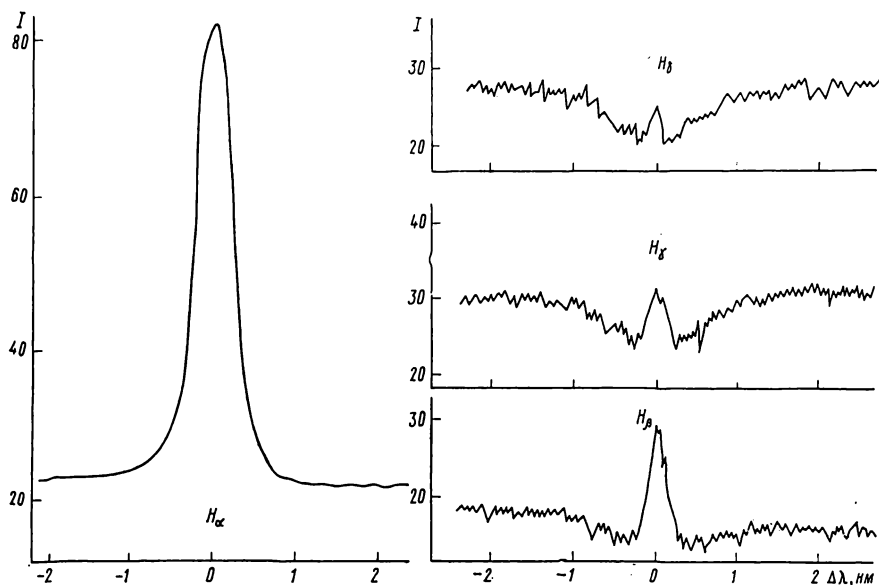


Рис. 3. Эмиссионные профили бальмеровских линий оболочки 11 Cam 16/17.11.1983

Таблица 1. Вариации эмиссии в линиях H_{α} и H_{β} в оболочках звезд φ Per и ψ Per

Дата наблюдений, 1983 г.	H_{α}				H_{β}				Дисперсия, нм/мм
	E_V/C	E_R/C	V/R	W , нм	E_V/C	E_R/C	V/R	W , нм	
φ Per									
17/18.10	4.00	3.86	1.05	4.50	1.58	1.57	1.03	0.47	8.6
19/20.10	4.31	4.00	1.10	4.61	1.65	1.60	1.09	0.52	8.6
14/15.11	3.47	3.17	1.14	3.30	2.21	2.10	1.12	0.69	4.4
16/17.11	4.47	4.02	1.15	4.75	2.80	2.46	1.27	1.20	4.4
17/18.12	5.07	5.54	0.90	5.41	1.70	1.80	0.91	0.34	4.4
ψ Per									
17/18.10	3.55	3.44	1.04	2.90	1.43	1.34	1.25	0.23	8.6
19/20.10	4.16	4.24	0.98	3.80	1.41	1.34	1.19	0.24	8.6
14/15.11	3.82	3.71	1.04	2.50	1.62	1.68	0.91	0.29	4.4
16/17.11	3.95	4.00	0.98	2.90	1.74	1.77	0.96	0.30	4.4
17/18.12	4.16	4.13	1.01	2.70	1.61	1.71	0.85	0.29	4.4

Таблица 2. Вариации эмиссии и поглощения в спектральных линиях H_{α} и H_{β} оболочки звезды 11 Cam. Величины E_{Π}/C и W_{Π} относятся к линии поглощения H_{β} . Дисперсия-4.4 нм/мм.

Дата наблюдений	H_{α}				H_{β}			
	E_V/C	E_R/C	V/R	W , нм	E_V/C	E_{Π}/C	W_{Π} , нм	W , нм
16/17.11.1983	3.80	4.06	0.92	1.82	3.71	—	—	0.71
13/14.03.1985	Непрер. спектр				—	-0.35	-1.46	—
Дата наблюдений	H_{γ}				H_{δ}			
	E_V/C	E_{Π}/C	W_{Π} , нм	W , нм	E_V/C	E_{Π}/C	W , нм	W_{Π} , нм
16/17.11.1983	1.38	—	—	0.07	1.35	—	0.04	—
13/14.03.1985	—	-0.40	-0.37	—	—	—	—	—

дений показывают незначительные вариации эмиссии в линиях H_α и H_β от даты к дате. Обнаружены изменения эквивалентных шири H_α и H_β . Эти наблюдения и данные других авторов [8, 9] позволяют пред-

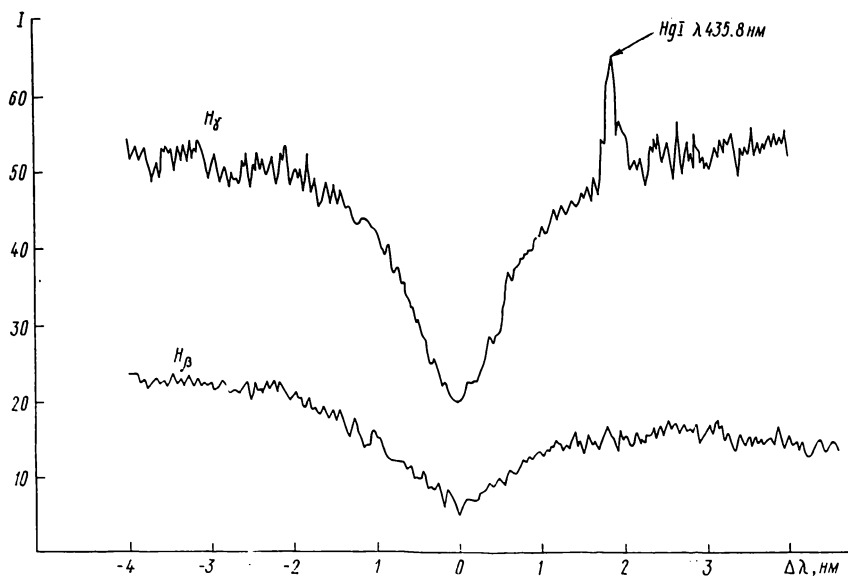


Рис. 4. Профили бальмеровских линий оболочки 11 Cam 13/14.03.1985

положить, что существуют вариации эмиссии в оболочке ϕ Per с периодом в несколько лет. Наблюдения 1932 г. [8] показывают, что величина V/R близка к 1.0. В 1975—1977 гг. обнаружены вариации эквивалентной ширины и отмечено, что для H_α они являются реальными [9].

11 Cam (HD 32343, B2.5 Ve [5], $v \sin i = 130$ км/с [10]). Наблюдения проведены 16/17.11.1983 г. и 13/14.03.1985. Результаты приведены в табл. 2 и на рис. 3 и 4. Наблюдаются сильные вариации эмиссии. Так, в первую дату эмиссия в бальмеровских линиях прослеживалась вплоть до линии H_e , а во

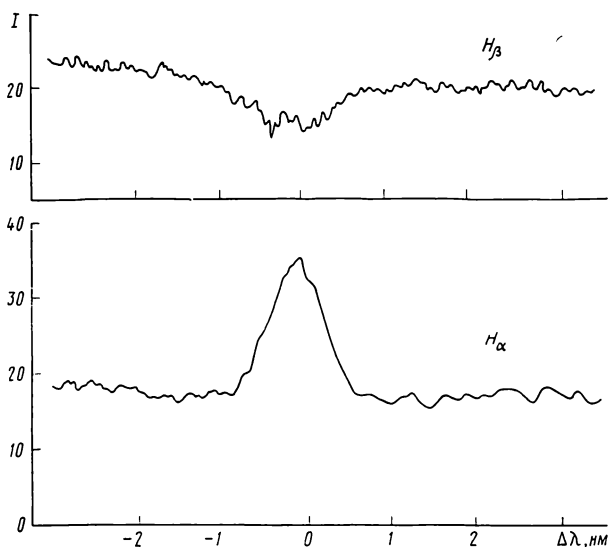


Рис. 5. Профили линий H_α и H_β у ϕ And 16/17.11.1983

вторую дату она полностью отсутствует. Наблюдения других авторов [8] также указывают на вариации величины E/C . Отмечается, что эта звезда является лучшим примером переменности величины E/C .

ϕ And (HD 6811, B7 Ve [5], $v \sin i = 75$ км/с [10]). Наблюдения звезды представлены в табл. 3 и на рис. 5. Профили эмиссионной линии H_α и линии поглощения H_β не менялись в течение всего наблюдательного периода. Линия поглощения H_β уширена по сравнению с другими бальмеровскими линиями. Этот эффект, по-видимому, связан с влиянием оболочки звезды.

Таблица 3. Изменение эмиссии и поглощения в линиях H_{α} и H_{β} в оболочке звезды ϕ Amd. E_{Π}/C и W_{Π} относятся к линии поглощения H_{β}

Дата наблюдений 1983 г.	H_{α}		H_{β}		Дисперсия, нм/мм
	E/C	W , нм	E_{Π}/C	W_{Π} , нм	
17/18.10	2.00	0.42	0.62	-0.50	8.6
19/20.10	2.02	0.42	0.64	-0.51	8.6
14/15.11	2.20	0.39	0.62	-0.49	4.4
16/17.11	2.35	0.45	0.67	-0.41	4.4
17/18.12	2.35	0.42	0.66	-0.43	4.4

Выводы. 1. У ϕ Per обнаружены значительные изменения эмиссионного профиля линий H_{α} и H_{β} . 2. Эмиссия в оболочке ϕ Per изменяется с периодом в несколько лет. 3. Наблюдалось полное исчезновение эмиссии в линии H_{α} в спектре 11 Cam. 4. У ϕ Amd эмиссионный профиль линии H_{α} не менялся в течение всего периода наблюдений в 1983 г.

1. *Кругов В. Д.* Активные Be-звезды // Кинематика и физика небес. тел.—1985.—1, № 6.— С. 47—52.
2. *Соболев В. В.* Движущиеся оболочки звезд.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1947.—114 с.
3. *Струве О.* Эволюция звезд. Данные наблюдений и их истолкование.— М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1954.—280 с.
4. *Abt H. A., Colson J. C.* On the separation by Balmer-line photometry of high and low luminosity stars having H-Alpha in emission // *Astrophys. J.*—1966.—143, N 2.— P. 306—313.
5. *Buscombe W.* MK spectral classifications. Fifth general catalogue.— Evanston: Northwestern Univ., 1981.—230 p.
6. *Gerasimovic B. P.* Non-static hydrogen chromospheres and the problem of Be stars // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—1934.—94, N 7.— P. 737—765.
7. *Hynek J. A.* The helium anomaly in ϕ Per // *Astrophys. J.*—1944.—100, N 1.— P. 151—157.
8. *McLaughlin D. B.* Notes on spectra of class Be // *Ibid.*—1937.—85, N 3.— P. 181—192.
9. *Slettebak A., Reynolds R. C.* H_{α} variations in the spectra of the brighter northern Be stars // *Astrophys. J., Suppl. Ser.*—1978.—38, N 3.— P. 205—228.
10. *Uesugi A., Fukuda J.* Revised catalogue of stellar rotational velocities.— Kyoto: Kyoto Univ., 1982.—83 p.

Глав. астроном. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию 25.06.85