

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 4

АВГУСТ, 1968

ВЫПУСК 3

БЫСТРАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ Р ЛЕБЕДЯ

Е. Р. АСТАФЬЕВ

Поступила 30 августа 1967

Исправлена 1 февраля 1968

По спектрограммам с дисперсией 1.33 А/мм у λ 4300 А обнаружены быстрые, порядка суток, изменения линий Н I, He I, Fe III, N II, O II. Изменения в линиях водорода происходят одновременно. Изменения в линиях других атомов не следуют за изменениями водородных линий. Изменения в эмиссионных линиях не соответствуют изменениям абсорбционных линий.

Целью настоящей работы явилось изучение изменений линий в спектре звезды по спектрограммам, полученным с большой дисперсией. К настоящему времени имеются многочисленные данные, свидетельствующие о нестационарности Р Лебедя. Изменения в спектре, отмеченные впервые Б. П. Герасимовичем [1], были подтверждены О. Вилсоном [2], В. Адамсом и П. Меррилом [3], а также другими авторами.

Согласно Вилсону, водородные линии Р Лебедя содержат три компонента: к нормальным эмиссионным линиям примыкают два абсорбционных компонента, переменных по интенсивности и, возможно, по положению. Временами они одинаково сильны, иногда один из них исчезает. Такие изменения происходят, по-видимому, на протяжении месяца; аналогично поведение некоторых линий гелия.

Р. Герман [4] нашла, что раздвоение абсорбционного компонента как будто происходит не одновременно у разных линий бальмеровской серии; это же наблюдается и в спектре других звезд типа Р Лебедя (HD 45 910 и HD 218 393). По-видимому, одновременно с изменениями в спектре Р Лебедя происходят изменения ее блеска и цвета [5, 6]. Кроме того, как показала М. В. Долидзе [7], спектрофотометрический градиент звезды также меняется со временем.

1. Пять спектров Р Лебеда были получены в 1964 году И. М. Копыловым на эшелюном спектрографе 2.6 м рефлектора Крымской астрофизической обсерватории с дисперсией 1.33 А/мм у λ 4300 А и любезно предоставлены им в наше распоряжение. В табл. 1 приводятся номера спектрограмм, даты наблюдений, продолжительность экспозиции, ширина щели и сорт примененных пластинок.

Таблица 1

Номер спектрограммы	Дата	Экспозиция	Ширина щели мм	Сорт пластинок
121	23/24 VII 1964	1 ^h 10 ^m	0.5	ОаО
132	27/28 VII 1964	2 20	0.5	ОаО
137	28/29 VII 1964	2 50	0.4	ОаО
139	30/31 VII 1964	3 02	0.5	ОаО
153	17/18 IX 1964	3 50	0.4	ОаО

Регистрограммы спектров в интенсивностях получены с двадцатикратным увеличением на микрофотометре Крымской обсерватории.

2. Спектрограммы эшелюного спектрографа состоят из некоторого числа полосок, расположенных одна над другой, на пластинке размерами 9 × 12 см. Фотографическая плотность полоски наибольшая в середине и наименьшая на краях пластинки. Полоски, содержащие определенные области спектра, имеют небольшую кривизну, на краях большую, чем в середине, поэтому в процессе записи предметный столик микрофотометра приходилось время от времени перемещать перпендикулярно направлению дисперсии, следя за тем, чтобы щель микрофотометра находилась все время посередине изображения полоски. Вследствие этого возможны искажения деталей линии при их записи.

Благодаря тому, что соседние полоски перекрывают друг друга, некоторые линии получаются на пластинке дважды: в конце предыдущей и в начале последующей строк. Для оценки вероятной ошибки записи одной линии было проведено сравнение всех таких линий между собой. Считалось, что пара линий записана неверно, если на одной из них обнаруживались детали, отсутствующие на другой. Например, на одной полоске абсорбционный компонент линии раздвоен, а на другой нет, или на одной полоске глубина фиолетового компонента раздвоенной абсорбционной линии больше, чем красного, а на другой они равны. Таких ошибок оказалось 10 на 146 пар линий, что составляет семь процентов искажений. Ясно, что в середине полоски

эта величина будет меньше из-за малой кривизны полосы и ее большой фотографической плотности. Вместе с тем, наличие таких искажений требует известной осторожности при анализе мелких деталей линий, расположенных на краях полосок; но если такие детали присутствуют на двух разных регистрограммах, то, по-видимому, они реальны.

3. Для каждой достаточно сильной линии, представленной на регистрограммах, получены эквивалентные ширины в ангстремах, центральные интенсивности в долях непрерывного спектра и полуширины линий в км/сек.

По результатам измерений элементов одних и тех же линий были вычислены вероятные ошибки одного определения (табл. 3). W в таблице обозначает эквивалентную ширину линий, R — центральную интенсивность, b — полуширину линий, r — вероятную ошибку одного измерения, n — число измерений, вошедших в среднее.

Таблица 2

Абсорбция			Эмиссия		
WA	n	$r \text{ } 0/0$	WA	n	$r \text{ } 0/0$
0.00—0.10	22	17	0.00—0.10	37	16
0.11—0.50	63	12	0.11—0.50	55	13
0.51—1.00	40	8	0.51—2.00	34	11
более 1.00	8	6	более 2.00	7	5
R			R		
0.00—0.10	18	13	0.00—0.10	30	24
0.11—0.50	78	16	0.11—0.50	76	17
0.51—1.00	37	11	0.51—1.00	23	14
			более 1.00	4	5
$b \text{ км/сек}$			$b \text{ км/сек}$		
00—50	23	12	00—50	28	17
51—100	88	13	51—100	74	11
101—150	22	7	101—150	31	9

4. Следует отметить, что на наших спектрограммах практически все линии представлены как абсорбционным, так и эмиссионным компонентами. Примерно половина линий обладает раздвоенным абсорбционным компонентом. Среди линий водорода только у H_{23} , H_{22} , H_{21} и H_7 наблюдается одиночный абсорбционный компонент, у остальных он имеет более сложную структуру.

Очертания линий различных элементов меняются из ночи в ночь, что видно из рисунков 1 и 2. Спектрограммы 121—139 иллюстрируют быстрые изменения в спектре Р Лебеда, так как все они получены в течение одной недели. У линии H_{11} на спектрограммах 132, 139 и 153 абсорбционный компонент состоит из трех частей, а на спектрограммах 121 и 137 — из двух. У линии H_9 на спектрограмме 121 намечается раздвоение абсорбционного компонента, отчетливо наблюдающееся на остальных спектрограммах. Аналогичным образом меняются линии $He I \lambda 4026$, $Fe III \lambda 4419$, 4430 , $N II \lambda 4530$, 4634 и $O II \lambda 4661$.

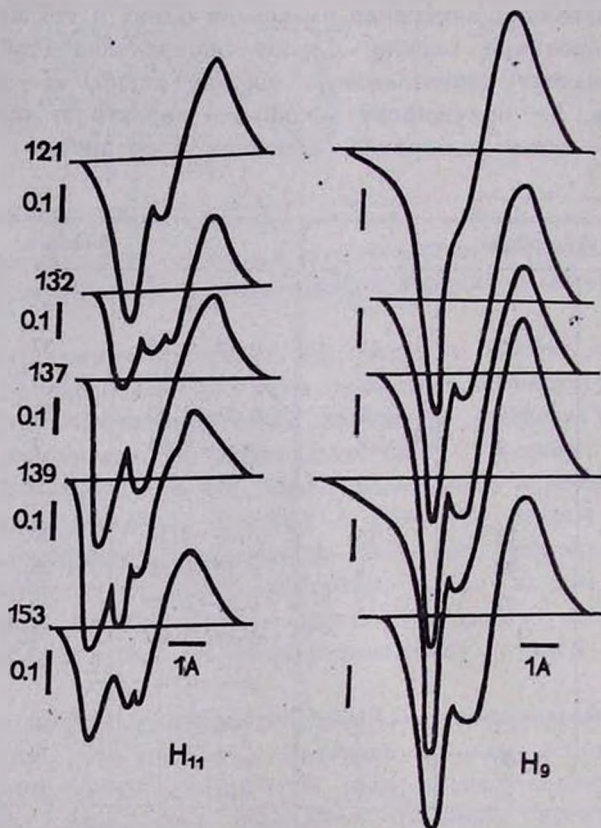


Рис. 1. Изменения в линиях H_{11} и H_9 .

Удивительные особенности структуры обнаруживают помещенные отдельно на рис. 2 линии $He I \lambda 3919$, H_{10} и в особенности H_{13} . У линии $He I \lambda 3819$ на спектрограмме 121 присутствуют три совершенно равноправных абсорбционных компонента. На следующей спектрограмме видно только два, а на спектрограмме 137 абсорбционная линия превращается в одиночную. Линия H_{10} на спектрограммах 121—139

показывает постепенное исчезновение третьего абсорбционного компонента. Условимся в дальнейшем называть части раздвоенного абсорбционного компонента „красной“ и „фиолетовой“ в зависимости от величины их смещения в коротковолновую часть спектра относительно эмиссионного компонента. Тогда можно сказать, что линия H_{13} состоит из эмиссионного и четырех абсорбционных компонентов, три из которых составляют один большой красный компонент абсорбционной линии. Характерно, что на всех спектрограммах структура линии в целом остается неизменной и ни один из компонентов не исчезает. Особенности поведения линий представлены в табл. 3.

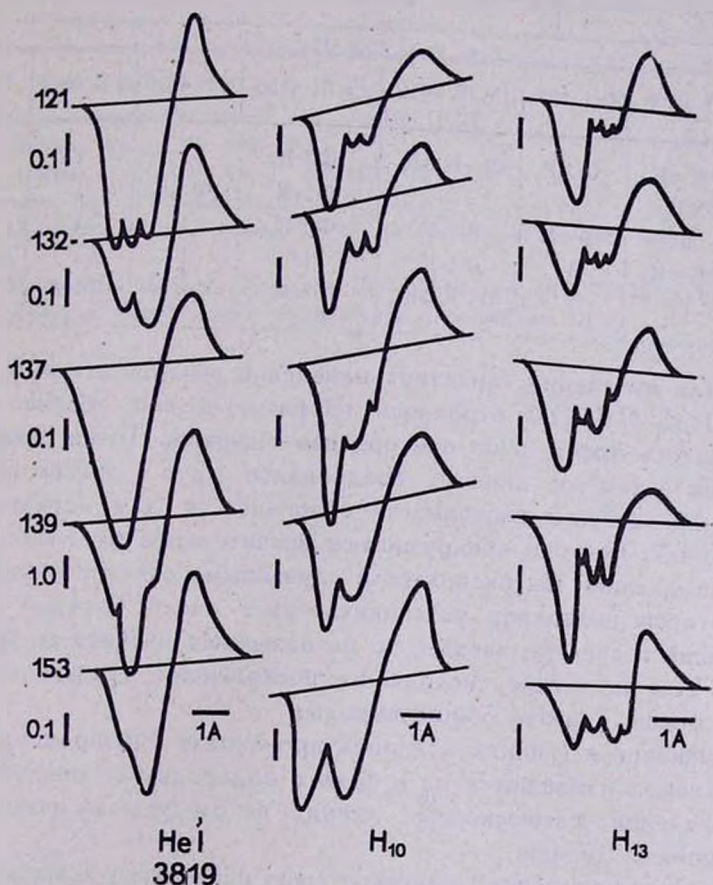


Рис. 2. Изменения в линиях $He I \lambda 3819$, H_{10} и H_{13} .

Буквой Ф в таблице обозначен коротковолновый компонент абсорбционной линии, буквой К—длинноволновый, цифра 1 означает, что линия не раздвоена. Обозначение ЗК в графе, относящейся к линии

H_{13} , означает, что красный компонент в свою очередь разделен на три части.

Таблица 3

Сп.	H_{15}	H_{14}	H_{13}	H_{12}	H_{11}	H_{10}	H_9
121	$\Phi > K$	$\Phi > K$	$\Phi > 3K$	$\Phi > K$	$\Phi > K$	$\Phi > K = K_1$	1
132	$\Phi = K$	$\Phi > K$	$\Phi > 3K$	$\Phi > K$	$\Phi > K > K_1$	$\Phi > K = K_1$	$\Phi > K$
137	$\Phi > K$	$\Phi > K$	$\Phi > 3K$	$\Phi > K$	$\Phi > K$	$\Phi > K > K_1$	$\Phi > K$
139	$\Phi > K$	$\Phi > K$	$\Phi > 3K$	$\Phi > K$	$\Phi > K > K_1$	$\Phi > K$	$\Phi > K$
153	$\Phi < K$	$\Phi < K$	$\Phi = 3K$	$\Phi < K$	$\Phi > K$	$\Phi > K$	$\Phi > K$

Сп.	He I 3819	He I 4026	Fe III 4419	Fe III 4430	N II 4530	N II 4643	O II 4661
121	$\Phi = K = K_1$	$\Phi > K$	$\Phi = K > K_1$	$\Phi = K$	1	1	$\Phi < K$
132	$\Phi < K$	1		$\Phi > K$	$\Phi > K$	1	1
137	1	$\Phi < K$	$\Phi > K$	$\Phi > K$	1	1	1
139	$\Phi < K < K_1$	1	$\Phi > K$	1	1	1	$\Phi < K$
153	1	1	$\Phi < K > K_1$	$\Phi = K$	$\Phi < K$	$\Phi > K$	1

5. Для выяснения характера изменений эквивалентных ширин линий H I, He I, N II, O II строились графики, по оси абсцисс которых откладывалось время, а по оси ординат — ширины. Точки, принадлежащие одним и тем же линиям, соединялись друг с другом отрезками прямых. Аналогичные зависимости строились и для остальных элементов линий. Все они обнаруживают значительные изменения.

К сожалению, мы располагали случайными спектрограммами, изучение которых позволяет установить факт очень быстрой переменности линий в спектре звезды, но не позволяет изучить ее закономерностей. Тем не менее, исходя из построенных графиков и данных табл. 3, можно сделать общие выводы:

Изменения в линиях водорода происходят одновременно. Линии других атомов изменяются не в фазе с водородными линиями.

Изменения в эмиссионных линиях не следуют за изменениями в абсорбционных линиях.

В заключение автор выражает свою искреннюю признательность И. М. Копылову за спектральный материал, а также дирекции КрАО за предоставленную возможность работы в обсерватории.

Одесская астрономическая
обсерватория

RAPID VARIATIONS OF LINES IN THE SPECTRUM OF P CYGNI

E. R. ASTAFJEV

Five spectrograms of P Cygni (dispersion 1.33 Å/mm at λ 4300 Å) show changes of lines H I, He I, Fe III, N II and O II during the periods of the order of a day.

The changes occur in the hydrogen lines at the same time. The changes of lines of other atoms do not follow the changes of the hydrogen lines.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. B. P. Gerastmovich, Bull. Harv. obs., № 852, 1927.
2. O. C. Wilson, Ap. J., 84, 296, 1936.
3. W. S. Adams, P. Merrill, Ap. J., 125, 102, 1957.
4. R. Herman, Ann. d'Astrophys., 27, № 5, 1964.
5. E. K. Kharadze, V. B. Nikonov, P. G. Kulikovskiy, The observatory, 49, 724, 88, 1936.
6. Н. А. Мачалашвили, Е. К. Харадзе, Бюлл. Абастум. обс., № 20, 3, 1966.
7. М. В. Долидзе, Автореферат кандидатской диссертации, 1955.