

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
АСТРОФИЗИКА

ТОМ 1

ДЕКАБРЬ, 1965

ВЫПУСК 4

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ V 444 ЛЕБЕДЯ

Н. Л. ИВАНОВА, Р. Х. ОГАНЕСЯН, Р. А. ЕПРЕМЯН

Поступила 2 ноября 1965

В работе даны результаты спектрофотометрического исследования спектрально-двойной звезды V 444 Лебеда. После исправления абсолютных градиентов за межзвездное поглощение был установлен следующий характер изменения в распределении энергии звезды с изменением фазы:

1. Цветовая температура V 444 Лебеда в максимуме блеска соответствует в фотографической области температуре звезд типа A 2 ($\Phi_1 = 1.25$, $T_1 = 12000^\circ$), а в ультрафиолетовой — спектральному типу E0 ($\Phi_2 = 0.75$, $T_2 = 20000^\circ$).

2. В течение главного и вторичного минимумов наблюдается понижение цветовой температуры.

3. Отчетливо выраженное понижение цветовой температуры как в фотографической, так и в ультрафиолетовой областях наблюдается в фазе 0.4.

1. *Вводное замечание.* Спектрально-двойная звезда V 444 Лебеда (HD 193576, $\alpha = 20^h 15^m 8$, $\delta = +38^\circ 25'$, $m_{pg} = 8.3 - 8.6$) входит в состав известной ассоциации вокруг Р Лебеда.

Система V 444 Лебеда состоит из звезды раннего типа (спектр около O6) и звезды Вольфа-Райе (тип WN5), обращающихся с периодом 4.212 дней по круговой орбите вокруг их общего центра тяжести.

После открытия Вилсоном [1] двойной природы, звезда V 444 Лебеда стала предметом многочисленных исследований. Спектральные наблюдения были сделаны Вилсоном [1], Билсом [2] и другими. Гапошкин [3], на основании предварительных фотографических наблюдений, сообщил о затменной природе изменения яркости этой звезды. Крон и Гордон [4] получили фотоэлектрическую кривую, которая позволила им высказать предположение, что компонента Вольфа-Райе имеет обширную полупрозрачную оболочку, ослабляющую в главном минимуме свет O-звезды. Копал и Шепли [5], изучив кривую блеска

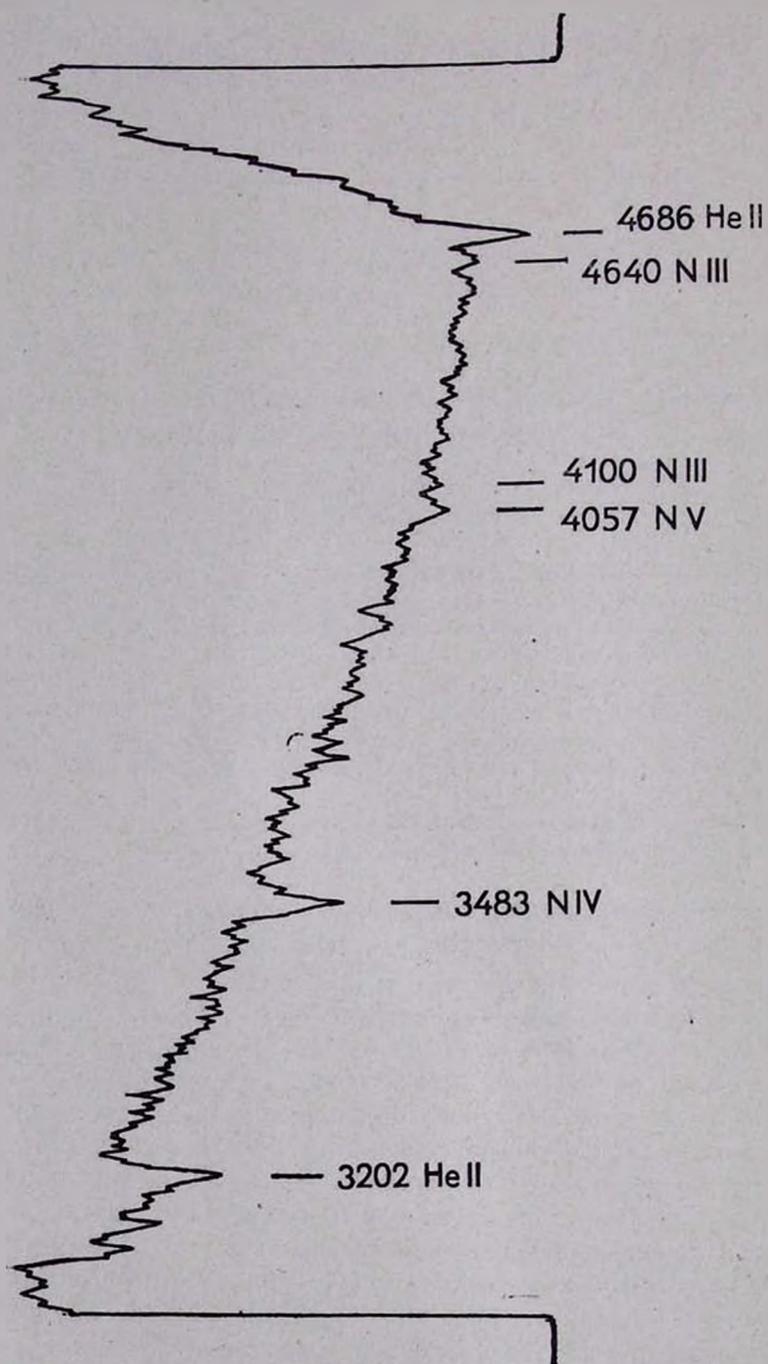


Рис. 1.

вблизи главного минимума, пришли к выводу о наличии электронного рассеяния в протяженной оболочке звезды Вольфа-Райе.

Относительно большое число работ было посвящено исследованию распределения энергии в спектре звезды, однако результаты, полученные разными авторами, отличаются между собой примерно в три раза в шкале звездных температур. Эти расхождения, по-видимому, обусловлены ошибками в учете межзвездного поглощения и затруднениями при проведении непрерывного спектра.

Целью настоящей работы является исследование распределения энергии в сложной системе V 444 Лебеда и выяснение вопроса, изменятся ли каким-либо образом это распределение в зависимости от фазы.

2. Наблюдательный материал, обработка, результаты. Наблюдательный материал был получен на 10" телескопе АСИ-5 Бюраканской обсерватории в октябре 1956 г. (использовались пластинки Agfa Astroplatten, экспозиция 35—45 минут) и в октябре 1964 г. (пластинки Agfa spezial, экспозиция 13 минут).

Звездой сравнения в 1956 году служила α Лиры (абсолютные градиенты $\Phi_1 = 1.00$, $\Phi_2 = 1.39$, A0 [6]), а в 1964 году — она же и дополнительно звезда HD 193681 ($\alpha = 20^h 16^m 5$, $\delta = +38^\circ 31'$, $m_{pg} = 8.6$). Для последней, однако, величины Φ_1 и Φ_2 не были известны и были определены нами, посредством сравнения ее с α Лиры. Полученные таким образом абсолютные градиенты HD 193681 оказались равными: $\Phi_1 = 1.00$ и $\Phi_2 = 0.70$.

Спектры были обработаны на Бюраканском универсальном микрофотометре с увеличением в 10 раз. На рис. 1 приводится одна из записей спектра V 444 Лебеда. Здесь отчетливо видны линии 4686 HeII, 4640 N III, 4100 N III, 4057 N IV, а в ультрафиолете — 3483 N IV и 3202 He II.

В табл. 1 приводятся абсолютные градиенты V 444 Лебеда для спектральных областей 3900—4550 Å (Φ_1) и 3200—3750 Å (Φ_2), полученные на основе сравнения с двумя упомянутыми выше звездами. Как в фотографической области, так и в ультрафиолете имеем, в среднем, удовлетворительное совпадение результатов, полученных по двум звездам.

При сравнении V 444 Лебеда с HD 193681 не было необходимости вводить поправки за атмосферное поглощение, так как эта звезда находится рядом с исследуемой. При сравнении с α Лиры использовались спектры, полученные на небольших зенитных расстояниях и при разнице Δz между сравниваемыми звездами не более 5° . Тем не менее

небольшие поправки за атмосферное поглощение были введены обычным способом [7].

3. *Учет влияния межзвездного поглощения на распределение энергии.* В связи с тем, что V 444 Лебеда находится в области, в направлении которой имеется значительное межзвездное поглощение.

Таблица 1

№	Время наблюдения (в юлианских днях)	Φ_1		Φ_2	
		Звезда сравнения		Звезда сравнения	
		α Лирь	HD 193681	α Лирь	HD 193681
1	2435749.1354	2.38	—	1.39	—
2	749.1770	2.40	—	1.39	—
3	750.1722	2.38	—	1.33	—
4	752.1667	2.63	—	1.33	—
5	753.1687	2.23	—	1.39	—
6	770.1979	2.40	—	1.39	—
7	771.1944	—	—	1.39	—
8	772.1931	2.72	—	1.39	—
9	774.1667	2.60	—	1.39	—
10	775.1819	—	—	1.39	—
11	776.1806	2.48	—	1.39	—
12	2438672.2396	2.49	2.15	2.08	2.15
13	672.2500	2.79	2.35	1.87	1.94
14	672.2917	2.68	2.31	1.39	1.41
15	675.2500	2.20	2.38	1.67	1.62
16	675.2597	2.38	2.38	1.39	1.62
17	675.2688	2.54	2.43	1.02	1.16
18	675.2840	2.38	2.45	1.71	1.80
19	676.2007	2.29	2.61	1.69	1.33
20	676.2535	2.84	2.93	—	1.46
21	676.2722	2.90	3.02	1.92	1.78
22	677.2424	2.61	2.50	1.39	1.96
23	677.2618	2.84	2.84	1.39	1.85

в полученное распределение энергии были внесены соответствующие поправки за это поглощение. Эти поправки находились двумя способами:

а) Использовался закон покраснения в спектральном диапазоне 3450 — 8000 Å, полученный Нэнди [8] для области в созвездии Лебеда, в центральной части которой как раз расположена исследуемая нами звезда. Кривые покраснения были выведены им путем сравнения умеренно и в значительной степени покрасневших O и ранних B-звезд до 10-ой величины.

Используя данные табл. 12 вышеупомянутой работы, мы построили график зависимости межзвездного поглощения Δm_λ от $1/\lambda$ для фотографической и ультрафиолетовой областей. Из этого графика мы

взяли значения Δm , непосредственно для тех длин волн, по которым определялось относительное распределение энергии в звезде V 444 Лебеда.

Исправленные за межзвездное поглощение градиенты Φ_1 и Φ_2 приведены в табл. 2. Так как в этом случае мы исходили из средней кривой поглощения, полученная спектрофотометрическая температура может несколько отличаться от истинной.

Таблица 2

№	Φ_1	Φ_2	Φ_1^*	Φ_2^*
1	1.78	0.70	1.36	0.75
2	1.80	0.70	1.38	0.70
3	1.78	0.63	1.36	0.79
4	1.94	0.63	1.61	0.79
5	1.69	0.70	1.21	0.75
6	1.80	0.70	1.38	0.75
7	—	0.70	—	0.75
8	2.00	0.70	1.60	0.75
9	1.92	0.70	1.58	0.75
10	—	0.70	—	0.75
11	1.84	0.70	1.46	0.75
12	1.85	1.40	1.47	1.44
13	2.04	1.18	1.77	1.23
14	1.97	0.70	1.66	0.75
15	1.67	0.97	1.18	1.03
16	1.78	0.70	1.36	0.75
17	1.88	—	1.52	—
18	1.78	1.02	1.36	1.07
19	1.72	1.00	1.27	1.05
20	2.08	—	1.82	—
21	2.12	1.24	1.88	1.28
22	1.93	0.70	1.59	0.75
23	2.08	0.70	1.82	0.75

б) Поправки к градиентам за межзвездное поглощение были определены также по способу Мирзояна [9], согласно которому поправка градиента $\Delta\Phi = A \cdot \text{ИЦ}$, где коэффициент A представляет собой произведение двух множителей, зависящих от законов поглощения в области эффективных длин волн системы избытков цвета и в области определения спектрофотометрических градиентов, а ИЦ — избыток цвета исследуемой звезды.

Для коэффициента A были приняты определенные в системе цветов Стеббинса значения [9]:

$$A = 2.88 \text{ для } \lambda \text{ 4250 и}$$

$$A = 1.88 \text{ для } \lambda \text{ 3500.}$$

Так как избыток цвета для V 444 Лебеда не определялся, мы вынуждены были взять среднее значение из избытков цвета, приве-

денных в работе [8] нижеследующих четырех звезд, расположенных близко к исследуемой звезде и входящих, как и V 444 Лебеда, в состав ассоциации вокруг Р Лебеда:

	α	δ	Спектр	E_{B-V}
HD 194094	20 ^h 18 ^m 7	+ 38°14'	O9III	0.90
HD 228841	20 14.8	+ 38 34	O 7.5 p	0.89
HD 228943	20 16.1	+ 38 17	B0II	1.21
HD 228989	20 16.7	+ 38 23	O8 Vlll	1.08

Принимая, в среднем, для E_{B-V} значение 1.02, получаем, после перехода к системе показателей цвета C_1 Стеббинса [10], поправки для абсолютных градиентов: $\Delta \Phi_1 = 1.02$ и $\Delta \Phi_2 = 0.64$.

Приведенные в табл. 2 градиенты Φ_1 и Φ_2 , полученные после исправления соответствующих градиентов табл. 1 (даны только результаты сравнения с α Лиры), в ультрафиолетовой области почти совпадают с градиентами, исправленными за межзвездное поглощение по первому способу, а в фотографической области имеется систематическое расхождение.

4. *Изменение градиентов в зависимости от фазы.* Принимая, что абсолютные градиенты, исправленные за межзвездное поглощение по второму способу, более близки к истинным, построим график изменения Φ_1 и Φ_2 в зависимости от фазы (рис. 2). На основании этого графика удалось установить следующий характер изменения распределения энергии:

1. В максимуме блеска цветовая температура V 444 Лебеда в фотографической области примерно соответствует температурам звезд класса A2 ($\Phi_1 = 1.25$, $T_1 = 12\ 000^\circ$), а в ультрафиолете — спектральному классу B0 ($\Phi_2 = 0.75$, $T_2 = 20\ 000^\circ$).

2. Как в фотографической, так и в ультрафиолетовой областях наблюдается некоторое понижение цветовой температуры в фазе 0.125 (согласно Гапошкину [3], момент начала главного минимума) и в фазе 0.620 (начало вторичного минимума). К сожалению, имеющийся в нашем распоряжении наблюдательный материал не охватывает полностью периоды минимумов.

3. В фазе, равной 0.4, зафиксировано отчетливо выраженное понижение цветовой температуры в обеих областях спектра. Вероятно, это изменение находится в какой-то связи с обнаруженными вне минимумов колебаниями яркости в V 444 Лебеда [4].

Обнаруженные в данной работе изменения распределения энергии в звезде V 444 Лебеда с фазой, незамеченные ранее, возможно,

отчасти могут объяснить причину расхождений в значениях градиентов, полученных для этой звезды разными наблюдателями.

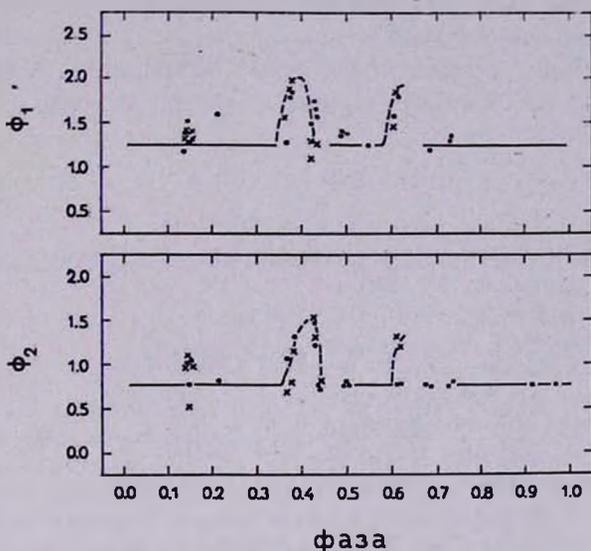


Рис. 2. Характер изменения Φ_1^* , Φ_2^* с фазой. Точки обозначают результаты сравнения V 444 Лебеда с α Лиры, крестики — со звездой HD 193681.

Подробное обсуждение результатов предполагается провести после получения и обработки более обширного наблюдательного материала.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

SOME RESULTS OF THE SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF V 444 CYG

N. L. IVANOVA, R. KH. HOVHANNISSIAN, R. A. YEPREMIAN

The results of spectrophotometric investigation of the spectral-binary V 444 Cyg are given.

After the correction of the absolute gradients for interstellar absorption the dependence of distribution of energy from the phase is revealed.

The following character of this variation was established:

1. The colour temperature of V 444 Cyg in photographic region during the maximum corresponds to the temperature of A2 type stars ($\Phi_1=1.25$,

$T_1 = 12\,000^\circ$) and in ultraviolet — to B 0 spectral type ($\Phi_2 = 0.75$, $T_2 = 20\,000^\circ$).

2. During the main and secondary minimums a decrease of colour temperature has been observed.

3. The definite decrease of the colour temperature is seen both in photographic and in ultraviolet regions in the phase equal to 0.4.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. O. Wilson, Ap. J., 91, 379, 1940; Ap. J., 95, 402, 1942.
2. C. Beals, MN, 104, 205, 1944; Ap. J., 104, 160, 1946.
3. S. Gaposchkin, Ap. J., 93, 202, 1941.
4. G. Kron, K. Gordon, Ap. J., 97, 311, 1943.
5. Z. Kopal, M. Shapley, Ap. J., 104, 160, 1946.
6. D. Chalonge, D. Barbier, Ann. d'Astrophys., 3, № 2, 1940.
7. Н. Иванова, Изв. АН Арм. ССР, физ-мат. 6, 87, 1953.
8. К. Nandy, Publs. Roy. Obs. Edinburg, 8, п. 6, 1964.
9. Л. Мирзоян, Изв. АН Арм. ССР, физ-мат. 5, 25, 1952.
10. W. Morgan, D. Harris, H. Johnson, Ap. J., 118, 92, 1953.