

# АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

# АСТРОФИЗИКА

ТОМ 12

НОЯБРЬ, 1976

ВЫПУСК 4

## СПЕКТР HD 187 399

Н. А. ИВАНОВА, А. Н. ХОТЯНСКИЙ

Поступила 29 марта 1976

Измерены лучевые скорости и построены профили линий водорода, гелия, магния, кальция на разных фазах спектрально-двойной HD 187399. На фазе 0.850 замечено резкое изменение интенсивностей линий, которое может быть объяснено влиянием газового потока, идущего от невидимого компонента к главной звезде.

Нестационарная звезда HD 187399—спектрально-двойная с периодом 28 дней и амплитудой скоростей 209 км/сек [1]. Спектральный класс главной звезды, предположительно,  $B9\epsilon\beta III$  [2], спектр второй, более массивной звезды [3], не наблюдается. Профили водородных линий  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$ —типа Р Лебеда, смещения абсорбционных компонент соответствуют скоростям расширения порядка 75—100 км/сек. Согласно [2], 3 июля 1970 г. и 8 июня 1971 г. в звезде происходили интенсивные выбросы нестационарных потоков вещества.

В настоящей работе даны результаты исследования спектров, полученных с дисперсией 8 Å/мм в фокусе куде двухметрового телескопа Шемахинской обсерватории на пластинках Kodak 103 0a0 и пленках А-500.

1. *Лучевые скорости.* Лучевые скорости были измерены обычным способом на Аббе-компараторе с аппроксимацией дисперсионной кривой квадратичным трехчленом. Спектром сравнения служили линии железа, длины волн которых были взяты из [4]. Измеряемые интервалы не превышали 200—300 Å, что давало минимальное отклонение длин волн спектра сравнения от табличных. В спектрах звезды измерялись линии H, HeI и ионизованных металлов MgII, SiII, CaII, TiII, FeII. В качестве стандартных длин волн использовались значения, рекомендованные IAU [5]. Полученные лучевые скорости звезды  $v_r$ , редуцированные к центру Солнца [6], приведены в столбце 5 табл. 1, в которой также даны номера пластинок (1), даты наблюдений (2), юлианские дни (3) и фазы (4). На разных

пластинках, в зависимости от их качества, измерялось различное число линий (от 7 до 16). Вероятная ошибка измерений заключена в пределах 1.4—2.0 км/сек. Значения лучевых скоростей, измеренных по резким абсорбционным компонентам, сопровождающим с коротковолновой стороны эмиссионные линии  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$  и  $H_{\gamma}$ , приводятся в столбце 6 табл. 1.

Таблица 1

№	Номер пласт.	Дата	J. D. 214 ...	Фаза	$v_r^*$	$v_r^{об}$	$v_r^{эф}$
					(км/сек)	(км/сек)	(км/сек)
	1	2	3	4	5	6	7
1	2427	3.8.74	2262.38	0.246	+40.0	—	—
2	2432	5.8.74	2264.49	0.322	+42.0	-69.0	-111.0
3	1874*	16.8.71	1180.50	0.566	+25.6	-75.6	-101.2
4	2389	17.7.74	2245.46	0.641	+2.0	-89.0	-91.0
5	1687	24.6.71	1127.50	0.671	+11.6	-96.9	-108.5
6	1760*	22.7.71	1155.50	0.672	+4.4	-106.0	-110.4
7	1761*	22.7.71	1155.65	0.673	-2.2	-107.6	-105.4
8	2391	18.7.74	2246.42	0.676	+6.0	-100.0	-106.0
9	1495*	21.8.70	0820.70	0.695	-10.7	-115.2	-104.5
10	2449	15.8.74	2275.38	0.711	-5.0	-85.0	-80.0
11	2463	19.8.74	2278.49	0.822	-64.2	—	—
12	2402	23.7.74	2251.47	0.856	-95.0	-97.0	-2.0
13	1517	16.10.74	2337.21	0.922	-136.0	-97.0	+39.0
14	2411	25.7.74	2253.47	0.928	-144.0	-100.0	+44.0
15	2412	25.7.74	2253.31	0.930	-140.0	-98.0	+42.0

\* Некоторые результаты измерений этих пластинок представлены в [7].

Определенные нами лучевые скорости звезды находятся в хорошем соответствии с элементами орбиты, данными Мерриллом [1].

2. *Спектрофотометрия линий.* Все спектры были записаны на микрофотометре Цейсса «Лирифо» Шемахинской обсерватории и на универсальном микрофотометре Бюраканской обсерватории с увеличением в 40 раз. Затем были построены профили и произведен анализ изменений линий  $H$ ,  $HeI$ ,  $MgII$  и  $CaII$ .

Водородные линии имеют сложную структуру и состоят из следующих элементов:

а) широкого поглощения, возникающего в обрабатываемом слое вращающейся [2] звезды;

б) эмиссионной линии оболочки, сопровождаемой достаточно сильным и глубоким поглощением с коротковолновой стороны (профиль типа Р Лебеда);

в) слабой линии поглощения, накладывающейся на широкое поглощение звезды. Положение этого компонента относительно линии звезды переменное.

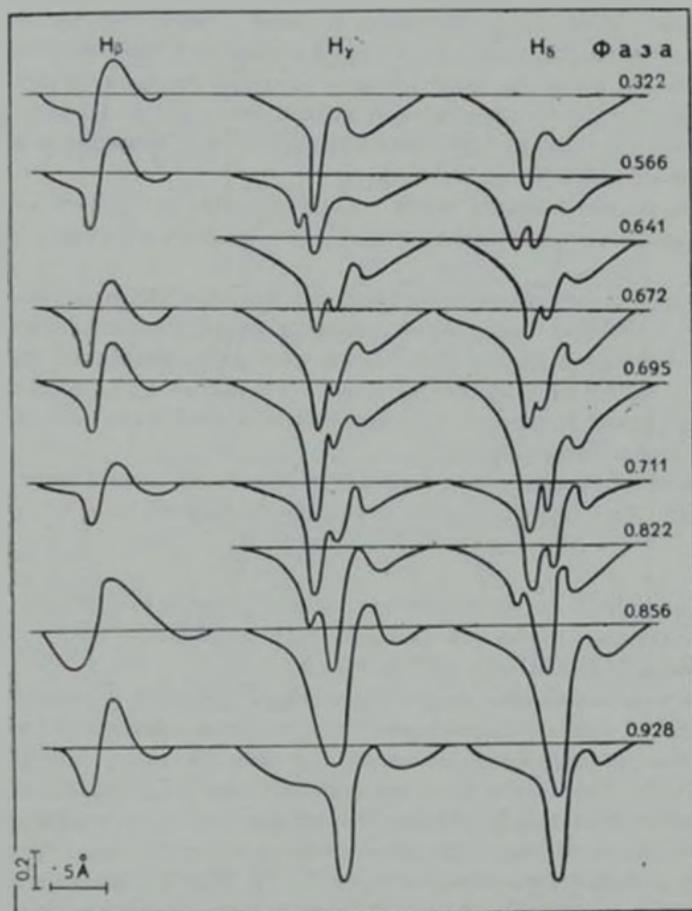


Рис. 1.

Подобная структура особенно отчетливо видна в линиях  $H_{\delta}$ ,  $H_{\gamma}$  и  $H_{\beta}$ , приведенных на рис. 1. Здесь, как и на остальных рисунках, смещения линий вследствие орбитального движения звезды исключены посредством

привязки положения центра линии  $\lambda_0$  к линиям, возникающим непосредственно в звезде, а не в оболочке.

Эмиссия уверенно прослеживается до H9—H10, а сильные абсорбционные линии — до H16—H17.

Скорости, определенные по широким линиям поглощения, совпадают со значениями, определенными по линиям металлов, при этом те и другие проявляют периодические изменения, которые естественно рассматривать как следствие орбитального движения главной звезды. Что касается скоростей, полученных по глубоким абсорбционным компонентам (столбец 7 табл. 1), то они, очевидно, дают значения скорости движения оболочки.

Что касается более слабой абсорбционной линии водорода, то не исключено, что она принадлежит спутнику видимой звезды, обращающемуся вокруг нее с периодом в несколько дней.

Эквивалентные ширины линий поглощения звезды H<sub>1</sub> и H<sub>2</sub> практически, остаются постоянными в течение всего периода и равны в среднем 2,6 А.

Структура и интенсивность водородных линий, в целом, резко меняется в фазе 0.850. Эта фаза характеризуется возрастанием интенсивности эмиссии и усилением поглощения. Кроме того, резко возрастает число наблюдаемых линий поглощения, которые в это время прослеживаются до H21. Электронная плотность, определенная для этой фазы методом Инглисса—Теллера, равна  $10^{11}$  см<sup>-3</sup>.

Скорость оболочки, после внесения поправок за орбитальное движение звезды (столбец 7 табл. 1), становится в фазах 0.8—0.9Р положительной.

**Линии гелия.** В исследуемой спектральной области HD 187399 присутствуют следующие линии нейтрального гелия: 3819.6, 3871.5, 3926.5, 4009.3, 4026.2, 4120.8, 4143.8, 4387.9, 4471.5.

Структура линий HeI, как и водородных, сложная. Профили линий 4471.5 и 4026.2 (рис. 2) характеризуются сильным компонентом поглощения и достаточно широкими крыльями. Лучевая скорость центрального абсорбционного компонента не отличается от скоростей, измеренных по линиям металлов. В линиях HeI присутствуют и другие, более слабые, абсорбционные компоненты, число которых меняется от одной до нескольких. В некоторых фазах (например, в фазах 0.641, 0.671) появляются запрещенные линии  $\lambda\lambda$  4469.9 и 4025.5. Возможно, это является следствием влияния электрических полей заряженных частиц.

Интенсивности и ширины линий 4471.5 и 4026.2 А изменяются со временем, но из-за сложности профилей трудно привести какие-либо их количественные характеристики.

Линии металлов MgII, SiII, FeI, FeII, CrII и др. не показывают каких-либо заметных изменений, кроме смещений, связанных с движением по орбите.

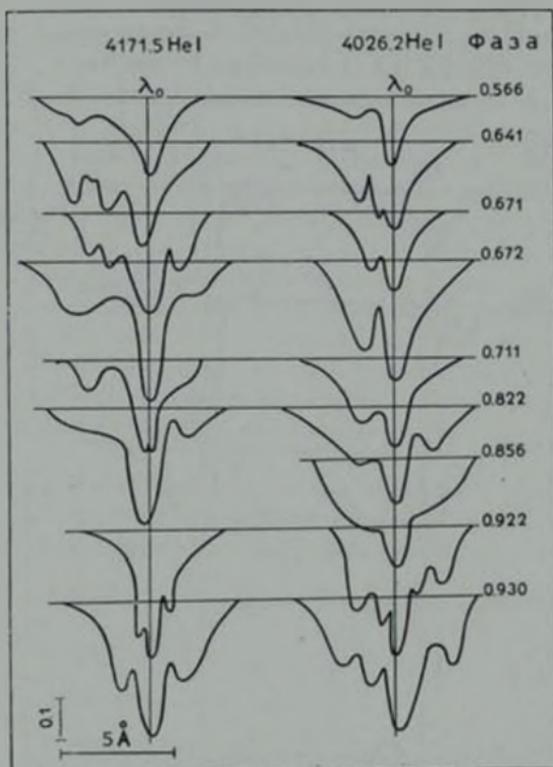


Рис. 2.

Линия 3933.7 CaII, подобно водородным и гелиевым, имеет сложный, меняющийся со временем профиль. С длинноволновой стороны достаточно сильной линии поглощения (рис. 3) присутствует эмиссия. Поглощение усиливается в фазах 0.822—0.929P. В фазе наибольших скоростей звезды, когда смещение линии кальция звезды также наибольшее, отчетливо виден межзвездный компонент кальция. Используя выведенное Билсом и Оуксом [8] соотношение:

$$r = 34.8 K,$$

где  $r$  — расстояние в парсеках, а  $K$  — эквивалентная ширина межзвездной линии в км/сек, получаем расстояние звезды около 500 парсек.

3. Обсуждение результатов. Анализ спектров HD 187399 позволяет сделать следующие выводы:

1) Смещения линий металлов так же, как смещения широких линий водорода, отражающие движение исследуемой звезды по орбите, соответствуют кривой лучевых скоростей с установленным ранее [1] периодом 28 дней и амплитудой скоростей 209 км/сек. Эквивалентные ширины этих линий (например, 4481 MgII и др.) остаются постоянными.

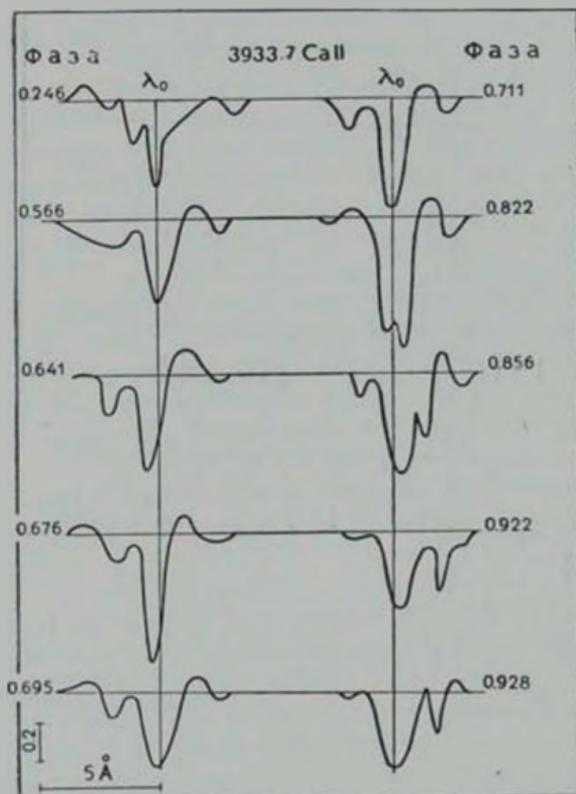


Рис. 3.

2) Интенсивные эмиссионные и абсорбционные компоненты поглощения водорода (профиль типа Р Лебеда) возникают в протяженной оболочке, окружающей видимую звезду. После исправления значений скоростей движения оболочки за орбитальное движение звезды для скорости расширения оболочки (столбец 7 табл. 1) получается величина, близкая к 100 км/сек. В фазах 0.800—0.900Р эта скорость резко меняется и становится положительной.

3) В фазе 0.850 усиливаются указанные абсорбционные компоненты линий водорода, линии прослеживаются до  $H\text{2I}$ , усиливается эмиссия в  $H\alpha$ ,  $H\beta$ , и  $H\gamma$ . В этой же фазе наблюдается усиление поглощения в линиях  $\text{HeI}$  и  $\text{CaII}$ .

Изменения, происходящие в фазе 0.850, можно объяснить тем, что в этой фазе луч зрения проходит через газовый поток, удаляющийся от невидимой звезды к главной. Резкое возрастание эквивалентных ширин абсорбционных линий водорода, гелия и кальция может быть интерпретировано как следствие роста числа находящихся на луче зрения нейтральных атомов водорода, гелия и ионов кальция. Поскольку в этой фазе отмеченные линии обусловлены в большей степени массой газового потока, чем оболочкой, то, естественно, что их лучевая скорость отражает именно скорость удаления потока.

Подобные газовые потоки наблюдаются в системах типа  $\beta$  Лиры [9] и  $\text{U}$  Близнецов. В последних, согласно теоретическим расчетам [10], место встречи струи с оболочкой должно находиться против наблюдателя в фазах 0.8—0.9P. Поскольку резкое изменение интенсивностей линий спектрально-двойной HD 187399 происходит именно в этой фазе, то подобное согласие может рассматриваться как аргумент в пользу приведенной интерпретации.

Следует обратить внимание на то, что наблюдавшееся Хатчингсом и Ласкарисом [2] усиление линий также происходило в моменты, близкие к фазе 0.850, хотя авторы на это не обратили специального внимания.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

Шемаллинская астрофизическая  
обсерватория

## THE SPECTRUM OF HD 187399

N. L. IVANOVA, A. N. KHOTIANSKII

Velocities and H, He I, Mg II, Ca II line profiles are measured at different phases of spectral-binary HD 187399. Abrupt change of line intensities was observed at 0.850. It may be explained by the influence of a gas stream moving from an invisible component towards the main star.

## ЛИТЕРАТУРА

1. P. W. Merrill, Ap. J., 110, 59, 1949.
2. J. B. Hutchings, P. G. Laskarides, M. N., 155, 357, 1972.
3. V. L. Tribble, K. S. Thorne, Ap. J., 156, 1013, 1969.

4. Т. Н. Кулишова, Изв. ГАО, № 179—180, 72, 1971.
5. R. E. Wilson, General Catalogue of Stellar Radial Velocities, Carnegie Inst. Wash. Publ., 1953.
6. Г. Г. Лемтаев, Изв. ГАО, № 189, 42, 1971.
7. Г. В. Азундова, Н. А. Иванова, Х. Н. Новрузова, Астрофизика, 9, 605, 1973.
8. C. S. Veis, J. B. Oke, M. N., 113, 530, 1953.
9. O. Struve, Ap. J., 93, 104, 1941.
10. В. Г. Горбачкий, Эруптивные звезды, Наука, М., 1970.