

Н. Л. ИВАНОВА

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЗЕТА ТЕЛЬЦА

### 1. Введение.

Исследованиями спектра  $\xi$  Тельца (НД 37202) обнаружены интересные изменения интенсивностей спектральных линий и их смещений. Лучевые скорости, измеренные О. Струве и Ж. Хайнеком [1] по линиям HeI и OII, показали изменения с периодом 135<sup>d</sup> 9, а в лучевых скоростях водородных линий поглощения, согласно Дельплеис [2], кроме орбитального движения проявляются еще и периодические пульсации со средним значением скорости +22 км/сек и периодом 6.8 лет.  $\xi$  Тельца—быстровращающаяся звезда типа В2 с протяженной оболочкой, спектр второго компонента не прослежен.

В статье приведены результаты исследования спектров, полученных А. Терзяном на 1.5-метровом телескопе Верхнего Прованса (Франция) и автором на 2-метровом телескопе ШАО (Азербайджанская ССР). В табл. 1 приведены данные о наблюдательном материале.

Таблица 1

Номер пластинки	Дата (1973 г.)	Время наблюдений	Телескоп, дисперсия	Сорт пластинок (Kodak)
1.	3.1	<sup>h</sup> 23 01	2м ШАО, 10 Å/мм	II OaO
2.	3.1	23 07		
5.	4.1	22 46	1.5м Прованса, 12 Å/мм	II aOch
6.	4.1	22 51		
5673	22.1	22 00		
5674	22.1	22 15		
5677	23.1	22 17	103 aF	II OaO
5678	23.1	22 38		
5723	26.1	19 26		
5724	26.1	19 39		
				II aOch

Все спектрограммы измерены в БАО на микрофотометре Цейсса.

### 2. Спектр звезды.

В 1973 г.  $\xi$  Тельца имела спектр, типичный для звезды с оболочкой: широкие водородные линии атмосферы, прослеживающиеся до  $p_m$  около  $H_{10}$ — $H_{17}$ , резкие ядра линий оболочек, наблюдаемые до  $H_{24}$ — $H_{27}$ , эмиссия в линиях  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ , многочисленные линии ионизированных металлов FeI, SiII, CrII, MgII, NiI, OII и др. В красной области наблюдаются 5876 HeI, 5890 и 5896 NaI, 6347 и 6371 SiII и другие более слабые линии.

На рис. 1 приведены профили  $H_{\alpha}$  по наблюдениям ван дер Вела в 1964 и 1966 гг. [3] и по результатам настоящей работы в 1973 г.

Как видно, интенсивность эмиссии, положение ядра поглощения и величина отношения  $V/R$  изменялись со временем.

В октябре 1964 г. эмиссия была достаточно интенсивной, а ядро

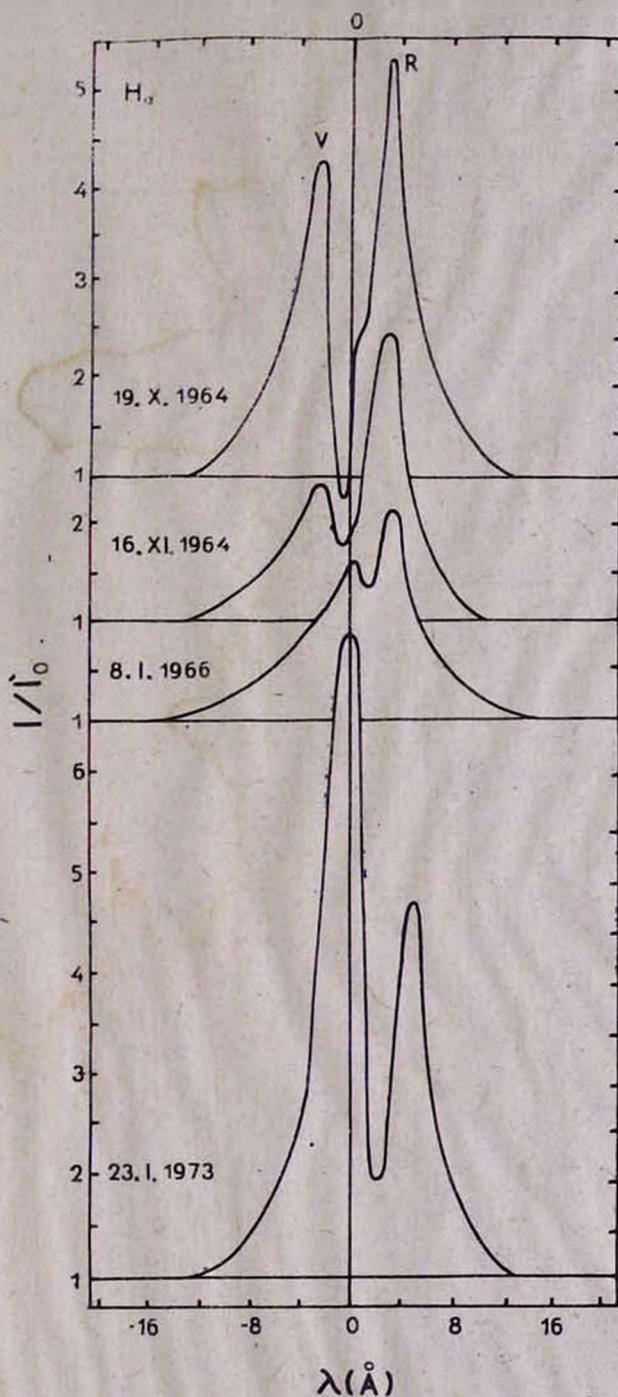


Рис. 1

поглощения наиболее глубоким и имело уступ со стороны длинноволнового компонента. В 1966 г. как эмиссия, так и поглощение были достаточно слабыми, а на коротковолновом крыле заметен выступ в том месте, где в 1964 г. наблюдался эмиссионный пик. В 1973 г. увеличились интенсивность эмиссии и поглощения, изменилась величина отношения  $V/R$ : в 1964—1966 гг.  $V/R$  было меньше единицы (движение поглощающей материи в направлении к наблюдателю), а в 1973 г. —  $V/R > 1$  (движение материи в направлении от наблюдателя).

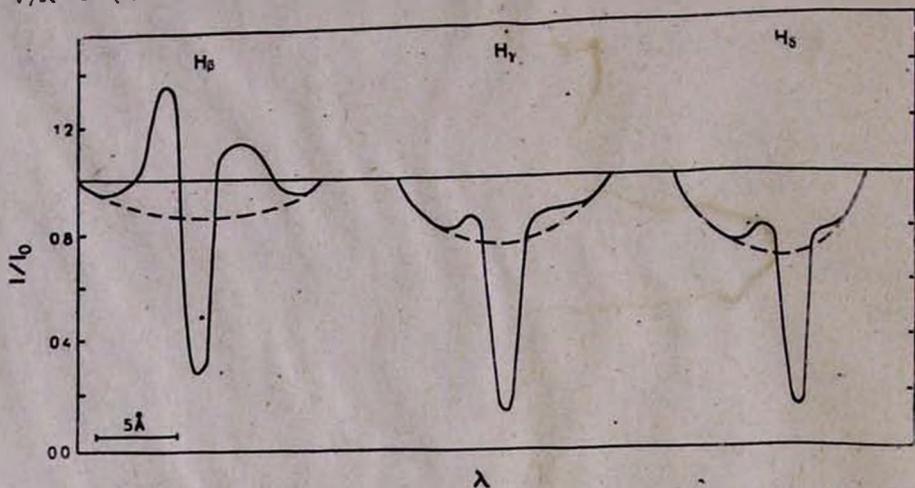


Рис. 2

На рис. 2 приведены контуры  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$  и  $H_\delta$ , а в табл. 2 — средние из 6 наблюдений значения эквивалентных ширин  $W_\lambda$ , остаточных интенсивностей  $r_0$ , полуширин  $\Delta\lambda_{1/2}$  всех линий бальмеровской серии, образовавшихся в атмосфере звезды и в оболочке.

Центральные остаточные интенсивности линий поглощения оболочки  $H_\gamma$  и  $H_\delta$  составляют всего 11% относительно непрерывного спектра.

Таблица 2

Линия	Звезда			Оболочка		
	$W_\lambda$	$r_0$	$\Delta\lambda_{1/2}(\text{Å})$	$W_\lambda$	$r_0$	$\Delta\lambda_{1/2}(\text{Å})$
$H_\beta$	1.10	0.90	11.5	0.69	0.28	1.32
$H_\gamma$	1.80	0.78	9.24	1.76	0.11	1.98
$H_\delta$	2.00	0.78	11.50	1.80	0.11	1.65
$H_\epsilon$	1.90	0.77	7.59	2.05	0.17	2.39
$H_\zeta$	3.10	0.74	12.50	2.50	0.25	1.98
$H_\eta$	2.11	0.79	11.00	1.66	0.28	1.65
$H_\theta$	2.14	0.81	8.30	1.64	0.38	2.31
$H_i$	0.89	0.83	6.30	1.79	0.32	2.31
$H_{12}$	0.55	0.87	5.10	0.79	0.40	1.32
$H_{14}$	0.46	0.90	4.50	0.86	0.42	1.20
$H_{15}$	0.30	0.92	4.90	0.59	0.55	1.00
$H_{16}$	0.15	0.96	2.70	0.62	0.55	0.90
$H_{17}$	—	—	—	0.89	0.55	1.20
$H_{18}$	—	—	—	0.56	0.59	0.90
$H_{19}$	—	—	—	0.77	0.50	0.90
$H_{20}$	—	—	—	0.52	0.58	0.90
$H_{21}$	—	—	—	0.59	0.60	0.90
$H_{22}$	—	—	—	0.20	0.72	0.60
$H_{23}$	—	—	—	0.23	0.66	0.40
$H_{24}$	—	—	—	0.11	0.69	0.30

Профили линий HeI, MgII и FeII в 1964, 1966 и 1973 гг. приведены на рис. 3, 4 и 5, а значения их эквивалентных ширины—в табл. 3. В 1973 г. наблюдается усиление поглощения в этих линиях, а в линиях FeII также и усиление эмиссии.

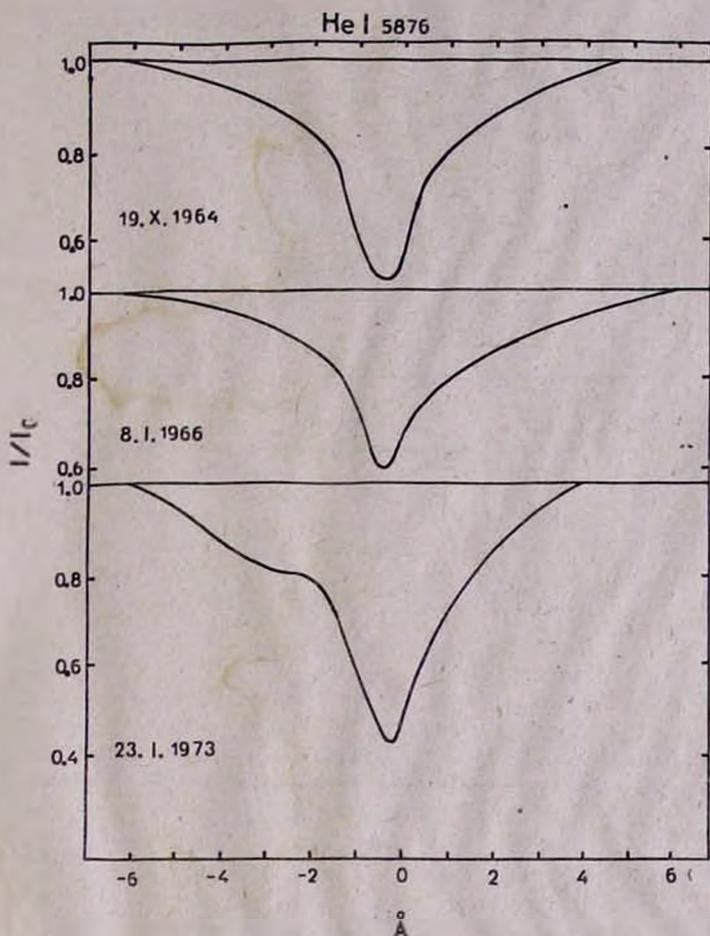


Рис. 3

Таблица 3

Линия	1964	1966	1973
4471 HeI	1.39	1.26	2.21
5876 HeI	1.79	1.41	2.97
4481 MgII	0.39	0.44	0.85
4233 FeII	0.33	0.18	0.69
4352 FeII	0.30	0.16	0.50

### 3. Физические условия в оболочке $\xi$ Тельца

Скорость вращения звезды и оболочки были определены из зависимости

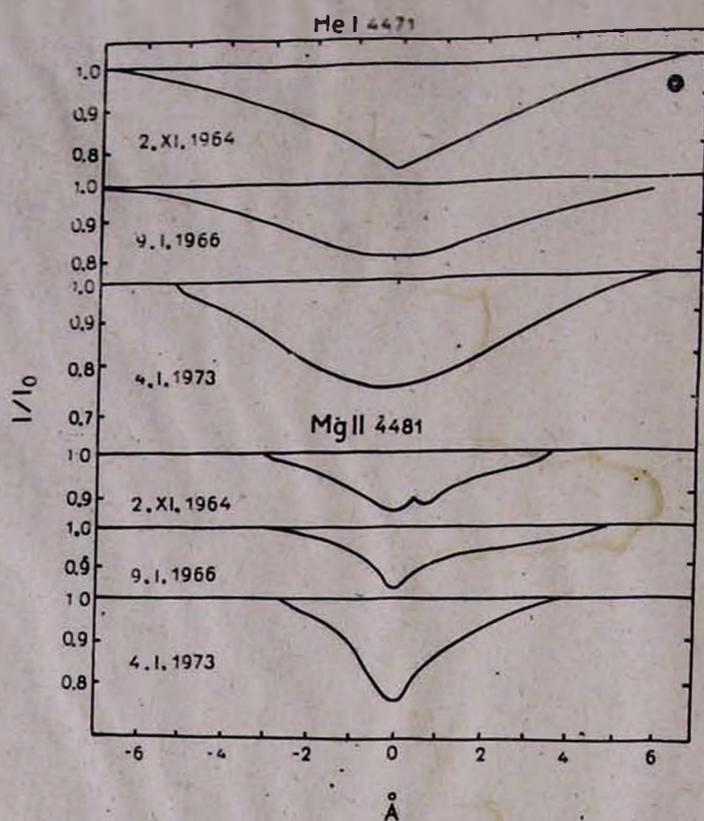


Рис. 4.

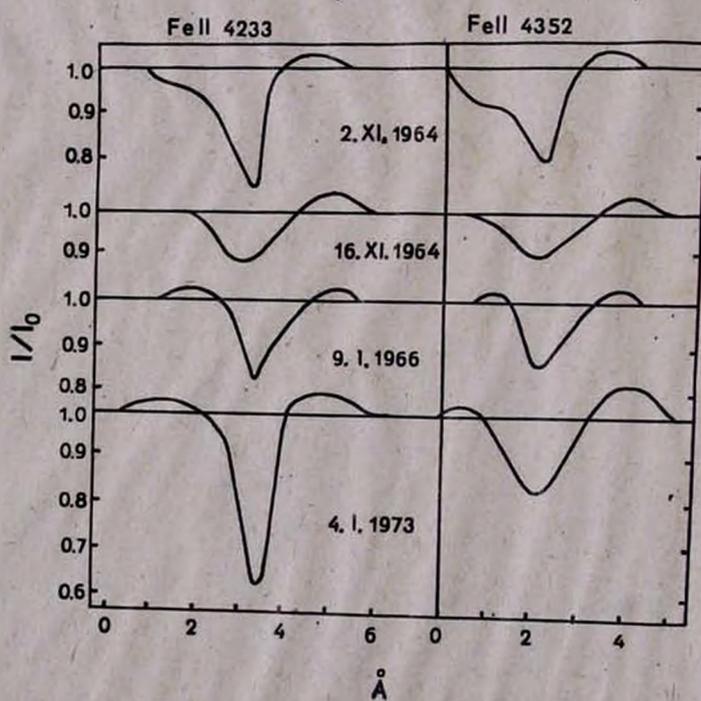


Рис. 5

$$\Delta\lambda_R = \lambda \frac{V_R \sin i}{c},$$

в которой  $\Delta\lambda_R$ —ширина линии, обусловленная вращением,  $V_R$ —экваториальная скорость вращения звезды (или оболочки),  $i$ —угол между осью вращения и лучом зрения.

По линиям HeI  $V_R \sin i$  равна 400 км/сек, а по линиям 4481 MgII и 4233 FeII соответственно 113 км/сек и 60 км/сек.

*Размеры оболочки.* Используя полученные скорости вращения и предполагая постоянство углового момента, можно использовать отношения

$$\frac{V_{\text{FeII}}}{V_{\text{HeI}}} = \left( \frac{R_{\text{зв.}}}{r_{\text{об.}}} \right)^2 \quad \text{и} \quad \frac{V_{\text{MgII}}}{V_{\text{HeI}}} = \left( \frac{R_{\text{зв.}}}{r_{\text{об.}}} \right)^2$$

для определения размеров оболочки звезды.

Результаты таковы:

$$\frac{r_{\text{об.}}}{R_{\text{зв.}}} = 2.6 \text{ по линиям Fe II и}$$

$$\frac{r_{\text{об.}}}{R_{\text{зв.}}} = 1.9 \text{ по линиям Mg II.}$$

Эти значения были использованы для определения коэффициента дилуции, оказавшегося равным 0.04 по FeII и 0.08 по MgII.

*Электронная плотность в атмосфере звезды и оболочки* была определена по известной формуле Инглисса-Телера

$$\lg n_e = 23.26 - 7.5 \lg n_m,$$

где  $m$ —номер последней, еще различимой, линии бальмеровской серии водорода. Применением этой формулы было получено  $n_e \leq 10^{14}$  для атмосферы звезды и  $n_e \leq 10^{13}$  для оболочки. Как известно, эти оценки величины  $n_e$  являются верхним пределом электронной плотности. В 1964 г. А. А. Боярчук [4] получил значение электронной плотности в оболочке  $\xi$  Тельца  $n_e < 2 \cdot 10^{11}$ .

*Величина  $N_2$ .* Число атомов  $N_2$  на втором уровне водорода над 1 см<sup>2</sup> поверхности звезды можно определить, согласно [5], по формуле:

$$N_2 = \frac{W_\lambda}{\frac{\pi e^2}{mc^2} f_{\lambda}^2}$$

По известным значениям  $W_\lambda$  для линий  $H_\alpha$  и  $H_\beta$  были получены соответственно следующие значения  $N_2$ :  $4.6 \cdot 10^{15}$  и  $6.5 \cdot 10^{15}$ .

#### 4. Обсуждение результатов

Сравнение результатов, полученных в настоящей работе, с наблюдениями 1964 и 1966 гг. [3] показало, что в 1973 г. оболочка  $\xi$  Тельца была более массивной. Об этом свидетельствуют возрастание интенсивности эмиссии в  $H_\alpha$  и  $H_\beta$ , а также усиление поглощения во всех наблюдаемых линиях.

В 1973 г. изменилось, по сравнению с 1964—1966 гг., направление движения материи в атмосфере звезды: отношение  $V/R$  стано-

вится больше единицы, чему соответствует движение материи от наблюдателя.

Полученные значения скоростей вращения на поверхности звезд порядка 400 км/сек, а в оболочке—60—113 км/сек находятся в пределах значений скоростей вращения звезд Ве.

Из многочисленных определений скоростей вращения Ве-звезд, выполненных А. А. Боярчуком и И. М. Копыловым [6], следует, что размеры оболочек Ве-звезд имеют небольшую дисперсию и, в основном, их радиусы превосходят радиусы фотосфер не более чем в 2—3

раза. Значения  $\frac{r_{об.}}{R_{зв.}}$ , равные для  $\xi$  Тельца 2.6 по линиям FeII и 1.9

по линиям MgII, также заключены в вышеприведенных пределах.

Коэффициент дилуции  $W$  для звезд Ве обычно равен 0.01—0.10. Значения  $W$  для  $\xi$  Тельца, согласно нашим наблюдениям, равны 0.04—0.08.

Таким образом, параметры атмосферы  $\xi$  Тельца, полученные в настоящей работе, подтверждают выводы ряда исследователей о принадлежности этой звезды к типичным звездам Ве со всеми проявлениями нестационарности, присущими этой группе. Много общего у  $\xi$  Тельца с классической shell-звездой 48 Весов [7].

В заключение выражаю благодарность доктору А. Терзяну за спектры  $\xi$  Тельца и дирекции ШАО за предоставление возможности получить наблюдательный материал на 2-метровом телескопе.

10 марта 1978 г.

Ն. Լ. ԻՎԱՆՈՎԱ

## Ճ ՑՈՒԻ ՍՊԵԿՏՐՈՒՄԱԶԱՓԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում բերված են  $\xi$  Ցուլի 10 սպեկտրների սպեկտրալուսաչափական ուսումնասիրության արդյունքները: Ստացված են համարժեք լայնությունները  $W_\lambda$ , հարաբերական ինտենսիվությունները  $r_0$ , ջրածնի գծերի  $\Delta\lambda^{1/2}$  կիսալայնությունները, աստղի և թաղանթի շարժման արագությունները, թաղանթի շափերը, աստղի և թաղանթի էլեկտրոնային խտությունները, աստղի 1 սմ<sup>2</sup> մակերեսի վրա ջրածնի ատոմների թիվը երկրորդ մակարդակում  $N_2$ :

N. L. IVANOVA

## SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF $\xi$ TAU

### Summary

The results of spectrophotometric investigations of 10 spectrograms of the star  $\xi$  Tau are given.

The equivalent widths  $W_\lambda$ , residual intensities  $r_0$ , half-widths  $\Delta\lambda^{1/2}$  of hydrogen lines, the velocities of radiation of the star and the shell, extent of the shell and the electron densities  $n_e$  in the atmosphere of

In the star and in the shell, the number of atoms  $N_2$  on the second level of hydrogen upon  $1 \text{ cm}^2$  are obtained.

## ЛИТЕРАТУРА

1. J. A. Hynek, O. Struve, Ap. J. 96, 425, 1942.
2. A. M. Delplace, Comptes Rendus Acad. Sci. Paris 262, 1562, 1966.
3. T. van der Wel, Astron. and Astr. 4, 341, 1970.
4. А. А. Боярчук, И. И. Проник, Изв. КраО, 34, 118, 1965.
5. А. А. Боярчук, Вопросы космогонии, 7, 231, 1960.
6. А. А. Боярчук, И. М. Копылов, Изв. КраО, 31, 44, 1964.
7. H. G. Geuverink, Astron. and Astr. 5, 341, 1970.