АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 3 НОЯБРЬ, 1967 ВЫПУСК 4

# ЭЛЕКТРОСПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ИЗБРАННЫХ ЗВЕЗД

В. Г. КАРЕТНИКОВ, Ю. А. МЕДВЕДЕВ

Поступила 5 июня 1967

Фотоэлектрическим способом записаны спектры десяти звезд. Дисперсия прибора 125 Å/*мм* у $H_\gamma$. Получены распределение энергии в спектрах звезд и эквивалентные ширины водородных линий $H_\beta$—$H_\varepsilon$. Проведено сравнение результатов с данными А. Д. Кода, И. М. Копылова и А. В. Харитонова.

В 1965—1967 гг. на 8″ электроспектрофотометре Одесской астрономической обсерватории проводились записи спектров звезд различных спектральных классов. Собран обширный наблюдательный материал по красным стационарным и переменным звездам. Это требует исследования возможностей инструмента, определения точности получаемых результатов. Эту задачу мы можем выполнить, изучая звезды с известным распределением энергии в спектре и эквивалентными ширинами спектральных линий. Одновременно можно уточнить относительное распределение энергии в спектрах этих звезд, которые используются для анализа физических условий в звездных атмосферах. В работе [1] мы показали пригодность нашего прибора для изучения непрерывного спектра звезд. Определение эквивалентных ширин спектральных линий оказалось более сложным делом, так как наша питающая система—рефрактор АВР—2, имеет объектив, обладающий заметной хроматической аберрацией. Определение точности получаемых эквивалентных ширин линий является одной из главных задач настоящей работы.

Для исследования были выбраны десять звезд спектральных классов B0—A5 и классов светимостей I—V. Сведения об избранных звездах взяты из работ [2—4] и сведены в табл. 1. Наблюдения проводились на аппаратуре, описанной в [1]. Увеличение при записи на самописец ЭПП—09 равялось 52. Количество измеренных спектро-

грамм дано в последней колонке табл. 1. Распределение энергии в спектрах звезд определялось методом относительной спектрсфотометрии. В качестве стандартных звезд использовались β Ari и ζ Per. Абсолютизированное распределение энергии в спектрах этих звезд было взято у А. В. Харитонова [5, 6]. Обработка спектрограмм проводилась обычными методами, применяемыми в электроспектрофотометрии. Для учета атмосферной экстинкции применялись средние за сезон коэффициенты, определенные авторами для места наблюдений (Астрономическая обсерватория в с. Маяки). Абсолютизированное распределение энергии в спектре для β Ari, δ Cyg, θ Gem, δ Leo, η Leo, ε Per и γ UMi определялось относительно ζ Per, а самой ζ Per — относительно β Ari.

*Таблица 1*

СПИСОК ИЗБРАННЫХ ЗВЕЗД

| №№ п/п | Звезда | $\alpha_{1950.0}$ | $\delta_{1950.0}$ | HD | $m_{pv}$ | Sp | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | β Ari | $01^h51^m.9$ | +20°34′ | 11 636 | $2^m.65$ | A5 V | 6 |
| 2 | ζ Per | 03 51.0 | +31 44 | 24 398 | 2.85 | B1 Ib | 2 |
| 3 | ε Per | 03 54.5 | +39 52 | 24 760 | 2.88 | B0,5 IV | 2 |
| 4 | ϰ Ori | 05 45.4 | − 09 41 | 38 771 | 2.04 | B0,5 Ia | 2 |
| 5 | θ Gem | 06 49.5 | +34 01 | 50 019 | 3.59 | A3 III | 2 |
| 6 | η Leo | 10 04.6 | +17 00 | 87 737 | 3.58 | A0Ib | 2 |
| 7 | δ Leo | 11 11.5 | + 20 48 | 97 603 | 2.58 | A3 V | 2 |
| 8 | γ UMi | 15 20.8 | +72 01 | 137 422 | 3.14 | A3 II—III | 2 |
| 9 | α Lyr | 18 35.2 | +38 44 | 172 167 | 0.14 | A0 V | 6 |
| 10 | δ Cyg | 19 43.4 | +45 00 | 186 882 | 3.00 | A0 III | 4 |

Сравнение полученных распределений энергии с данными А. В. Харитонова и А. Д. Кода [7] можно найти на рис. 1, где показаны распределения β Ari, δ Cyg и ζ Per. Наши наблюдения нанесены светлыми кружками, измерения А. В. Харитонова—точками, данные А. Д. Кода—крестиками. Согласие результатов хорошее. Численные данные по распределению энергии в спектрах β Ari, δ Cyg, θ Gem, δ Leo, η Leo, ε Per, ζ Per, γ UMi можно найти в табл. 2.

Вероятная ошибка ρ распределений энергии в среднем равна $\pm 0^m.015$. Вероятная ошибка обычно минимальна в интервале λλ 4040—4590 Å и колеблется от $0^m.002$ до $0^m.020$. На концах спектра ошибки обычно больше. Представление о величинах ошибок можно получить из рассмотрения столбцов 3 и 10 табл. 2, где приведены вероятные ошибки распределений энергии β Ari и ζ Per. Из таблицы видно,

что значение $m_\lambda$ для $\beta$ Ari, полученные по 6 спектрограммам точнее, чем $m_\lambda$ для $\zeta$ Per, выведенные из 2-х спектрограмм. Здесь надо также учесть ошибки принятого абсолютизированного распределения энергии в спектре $\beta$ Ari и $\zeta$ Per, которые, согласно [5], составляют 2.0 –3.0%.

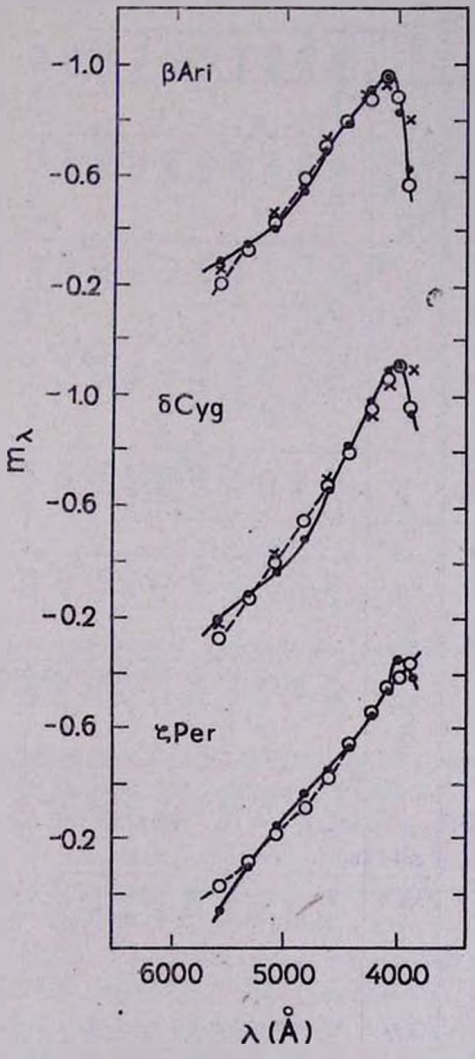


Рис. 1. Сравнение распределений энергии в спектрах $\beta$ Ari, $\delta$ Cyg и $\zeta$ Per по нашим измерениям (кружки), Л. В. Харитонова (точки), А. Д. Кода (крестики).

Записи спектров звезд фотоэлектрическим методом, позволяют легко и быстро определять $W_\lambda$ — эквивалентные ширины спектральных

*Таблица 2*

АБСОЛЮТИЗИРОВАННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРАХ ИЗБРАННЫХ ЗВЕЗД

| λ \ * | β Ari | | δ Cyg | θ Gem | δ Leo | $\gamma_1$ Leo | ε Per | ζ Per | | γ UMi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $m_\lambda$ | ρ | | | | | | $m_\lambda$ | ρ | |
| 3 860 Å | −0.610 | ±0.036 | −0.934 | −0.595 | −0.873 | −1.123 | −1.587 | −0.886 | ±0.053 | −1.069 |
| 3 950 | .813 | .011 | 1.102 | .804 | 0.989 | 1.074 | 1.480 | .951 | .010 | 1.155 |
| 4 040 | .949 | .013 | 1.078 | .906 | 1.121 | 1.065 | 1.441 | .839 | .009 | 1.184 |
| 4 190 | .890 | .013 | 0.972 | .847 | 1.056 | 0.940 | 1.300 | .750 | .005 | 1.084 |
| 4 400 | .790 | .014 | .804 | .748 | 0.936 | .801 | 1.116 | .642 | .006 | 0.948 |
| 4 590 | .687 | .006 | .654 | .617 | .831 | .655 | 0.931 | .543 | .017 | .822 |
| 4 800 | .535 | .004 | .476 | .453 | .664 | .486 | .745 | .472 | .017 | .650 |
| 5 060 | .397 | .006 | .356 | .302 | .526 | .359 | .578 | .353 | .020 | .548 |
| 5 300 | .335 | .008 | .248 | .207 | .450 | .251 | .446 | .209 | .020 | .445 |
| 5 560 | −0.279 | ±0.012 | −0.180 | −0.137 | −0.409 | −0.173 | −0.299 | −0.051 | ±0.024 | −0.389 |

линий. Этот параметр был определен для пяти спектральных линий $H_3 - H_7$ всех 10 звезд. Вследствие хроматизма объектива телескопа пришлось для каждой из пяти определяемых линий строить отдельную корреляционную зависимость. Редукция проводилась к системе И. М. Копылова [3, 4]. Результаты редукции изображены на рис. 2,

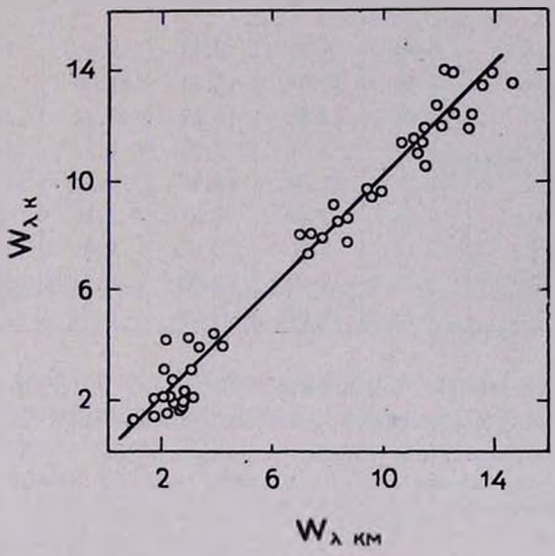


Рис. 2. Сравнение систем определения эквивалентных ширин спектральных линий И. М. Копылова и нашей.

где по оси ординат нанесены данные И. М. Копылова, а по оси абсцисс наши измерения. Вероятная ошибка отдельного измерения $\rho = \pm 0.53$, что составляет в среднем 7%. Полученная общая формула редукции показывает, что наша система и система $W_\lambda$ И. М. Копылова совпадают с точностью до четвертого знака после запятой, причем ошибка нульпункта достигает $\rho = \pm 0.15$, а коэффициента наклона $\rho = \pm 0.02$. Сопоставление измерений спектральных линий водорода для $\beta$ Ari показало, что внутренняя сходимость хорошая. Вероятная ошибка одного измерения в среднем составляет 5—10%. Отметим, что вероятные ошибки в определениях $W_\lambda$ в работах [3, 4] колеблются от 5 до 20%.

*Таблица 3*

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ БАЛЬМЕРОВСКИХ ЛИНИЙ

| Линии / * | $H_\beta$ | $H_\gamma$ | $H_\delta$ | $H_\varepsilon$ | $H_\zeta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| β Ari | 11.14 | 11.50 | 13.10 | 11.44 | 8.68 |
| ρ | 4 % | 4 % | 3 % | 1 % | 9 % |
| δ Cyg. | 8.68 | 9.52 | 9.93 | 9.61 | 8.22 |
| θ Gem | 10.64 | 12.07 | 12.39 | 11.09 | 7.10 |
| δ Leo | 13.14 | 13.51 | 14.57 | 12.44 | 5.47 |
| η Leo | 3.36 | 3.00 | 2.21 | 3.92 | 4.18 |
| α Lyr | 11.27 | 11.89 | 12.25 | 13.91 | 11.21 |
| κ Ori | 2.82 | 2.60 | 2.84 | 2.25 | 2.10 |
| ε Per | 2.12 | 3.06 | 2.81 | 2.45 | 1.90 |
| ζ Per | 3.14 | 2.84 | 2.53 | 2.06 | 1.72 |
| γ UMi | 7.23 | 7.04 | 7.29 | 8.34 | 7.84 |

Все определенные $W_\lambda$ сведены в табл. 3. Там же, в качестве иллюстрации даны вероятные ошибки определения $W_\lambda$ спектральных линий β Ari по измерениям шести спектрограмм.

Одесская астрономическая
обсерватория

## PHOTOELECTRIC SPECTROPHOTOMETRY OF SELECTED STARS

V. G. KARETNIKOV, Ju. A. MEDVEDEV

Spectra of ten stars have been recorded photoelectrically. Dispersion is 125 Å/*mm* near $H_\gamma$. The energy distribution and equivalent widths of hydrogen lines $H_\beta$—$H_\zeta$ are obtained. Results are compared with data of Code, Kopylov and Charitonov.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *В. Г. Каретников, Ю. А. Медведев*, Астрон. ж., 43, 873, 1966.
2. *A. Becvar*, Atlas Coeli Catalog 1950.0, Praha, 1959.
3. *И. М. Копылов*, Изв. КрАО, 20, 123, 1958.
4. *И. М. Копылов*, Изв. КрАО, 22, 189, 1960.
5. *А. В. Харитонов*, Астрон. ж., 40, 339, 1963.
6. *А. В. Харитонов*, Изв. АН Каз.ССР (Астрофизика), 16, 1963.
7. *А. Д. Код*, сб. „Звездные атмосферы", (под ред. Дж. С. Гринстейна), ИЛ, 98, 1963.