

## ПРОЦЕДУРА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И УСКОРЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ПО КОНТУРАМ ВОДОРОДНЫХ ЛИНИЙ

*В. Д. Бычков, В. С. Лебедев*

Описывается процедура определения  $T_e$  и  $\lg g$  по контурам водородных линий моделей Куруча в диапазонах  $T_e=5500\div 17000$  К и  $\lg g=2.0\div 4.5$ .

Determination of  $T_e$  and  $\lg g$  from the contours of hydrogen lines for the Kurucz models in the regions  $T_e=5500\div 17000$  K and  $\lg g=2.0\div 4.5$  is described.

Эффективная температура  $T_e$  и логарифм ускорения силы тяжести  $\lg g$  — основные параметры звездных атмосфер, являющиеся количественным выражением спектрального класса и класса светимости. В спектрах звезд имеется много величин, чувствительных к температуре (континуум, бальмеровский скачок, контуры и эквивалентные ширины водородных линий, отношение интенсивностей линий одного и того же иона или различных ионов одного и того же химического элемента). Чувствительность тех же самых величин к ускорению силы тяжести гораздо слабее [1].

При заданной температуре ускорение силы тяжести определяет газовое давление в звездной атмосфере, поэтому следует ожидать большей чувствительности к  $\lg g$  у тех величин, значения которых определяются взаимодействием с ионами и электронами. Через ионизационное равновесие такими величинами будут излучение в континууме и бальмеровский скачок, а через штарковское уширение — контуры водородных и гелиевых линий. В последнее время массовое определение  $T_e$  и  $\lg g$  успешно проводится на основе данных фотометрии [2].

При анализе спектральных наблюдений величинами, чувствительными к  $T_e$  и  $\lg g$  в широком диапазоне температур, могут быть профили водородных линий, которые с этой целью используются уже давно. Но при «ручном» способе такая процедура очень трудоемка [3]. Мы задались целью автоматизировать этот процесс. Для этого требуется предварительно создать библиотеку теоретических профилей линий на машиночитаемом носителе. В последние годы появилось новое поколение моделей звездных атмосфер в широком диапазоне  $T_e$  и  $\lg g$ , для которых также вычислены контуры водородных линий по теориям уширения, более точно описывающим экспериментальные данные. Примером может служить сетка моделей Куруча [4]. Нами была заведена библиотека на магнитной ленте теоретических контуров линий  $H_\alpha-H_\delta$  в интервале  $T_e=5500\div 17000$  К и  $\lg g=2.0\div 4.5$ . Предварительно эти контуры были приведены к 1 на расстоянии  $32 \text{ \AA}$  от центра линий.

Поиск  $T_e$  и  $\lg g$  по наблюдаемому контуру  $\tilde{r}(\lambda)$  осуществляем следующим образом. Сравниваем каждый теоретический контур с наблюдаемым и сообщаем исследователю параметры тех моделей, которые дают теоретические контуры, отличающиеся от наблюдаемого не более чем на  $\delta$ , где  $\delta$  — задаваемая в программе ошибка наблюдаемого контура. При этом для каждой модели вычисляем суммы квадратов отклонений

$$S = \sum_i b_i (r_i - \tilde{r}_i)^2,$$

где  $r_i$  — теоретический контур;  $\bar{r}_i$  — наблюдаемый контур;  $b_i$  — весовые множители, выбором которых можно ослабить влияние неопределенностей теоретического описания ядра линии и экспериментального проведения ее крыла. Выбираем модель, которая дает минимальное значение  $S$ . Затем в окрестности этой модели проводим более детальный поиск параметров, при значении ко-

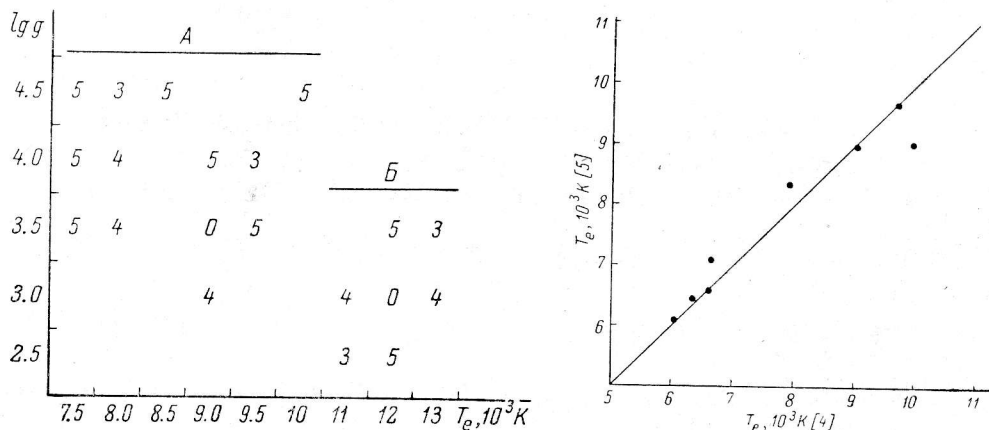


Рис. 1. Область неоднозначности определения  $T_e$ ,  $\lg g$  для контура линии  $H_\gamma$ . А — при  $T_e=9000$  К и  $\lg g=3.5$ ; Б — при  $T_e=12000$  К и  $\lg g=3.0$ ; 1, 2, 3, 4, 5 — ошибки контура в 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 соответственно.

Рис. 2. Сравнение эффективных температур, определенных нами, со значениями, получаемыми из спектрального класса.

торых достигается минимум  $S$ , и выводим на печать их значения. Требуемые при этом теоретические контуры находим интерполяцией среди библиотечных.

По описанному выше алгоритму была создана вычислительная программа на языке алгол для транслятора ГА—1М. Для исследования метода и проверки библиотеки теоретических профилей линий мы проделали следующую процедуру. К каждому из теоретических контуров отнеслись как к наблюдаемому, полученному с ошибкой  $\delta=0.05$ . В результате его обработки были найдены значения параметров моделей, при которых контуры линий не отличаются от заданного более чем на  $\delta$ , и параметры, при которых достигается минимальное

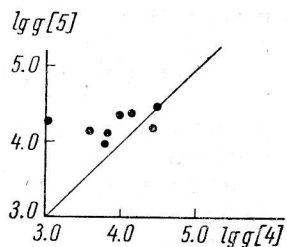


Рис. 3. Сравнение ускорений силы тяжести, определяемых нами, со значениями, полученными из класса светимости.

значение  $S$ . Как и следовало ожидать, значения последних параметров совпадают с их значениями, при которых вычислялся «наблюдаемый» контур. Более интересно посмотреть за областью параметров, при которых теоретические контуры близки друг к другу с точностью  $\delta \leq 0.05$ .

На рис. 1, А в плоскости  $T_e$ — $\lg g$  отмечены те из моделей, которые дают теоретические контуры  $H_\gamma$ , отличающиеся от контура при  $T_e=9000$  К и  $\lg g=3.5$  на 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05. Это самый неоднозначный случай для  $H_\gamma$ . На рис. 1, Б приведен другой крайний случай при  $T_e=12000$  К и  $\lg g=3.0$ , когда область неоднозначности минимальна.

Для сравнения  $T_e$  и  $\lg g$ , найденных по нашей программе, с другими мы использовали контуры водородных линий стандартных звезд [5]. На рис. 2 и 3 приведено сравнение  $T_e$  и  $\lg g$ , найденных нами, с  $T_e$  и  $\lg g$ , определенными по спектральному классу и классу светимости.

Метод, идейно похожий на наш, с результатами его работы для горячих звезд описан в [6].

### Литература

1. Грей Д. Наблюдения и анализ звездных фотосфер. М., «Мир», 1980. 496 с.
2. Philip D. A. G., Miller T. M. An analysis of the Hauck—Mermilliod catalogue of homogeneous four-color data. — Dudley Obs. Reports, 1976, N 12. 174 p.
3. Копылов И. М. Об ускорении силы тяжести на поверхности горячих сверхгигантов. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1970, 2, с. 42—49.
4. Kurucz R. L. Model atmospheres for G, F, A, B, and O stars. — *Ap. J. Suppl.*, 1979, 40, N 1, p. 1—340.
5. Wright K. O., Lee E. K., Jacobson T. V., Greenstein J. L. Line intensities in the spectra of representative stars of spectral types B to G. — *Publ. DAO*, 1963, 12, N 7, p. 173—291.
6. Morossi C., Crivellari L. An automatic procedure for a determination of effective temperature and gravity. Application to 100 O-type stars. — *A. Ap. Suppl.*, 1980, 41, N 3, p. 299—304.

Поступила в редакцию 27.01.81