

УДК 523.942—36

Содержание европия в солнечной фотосфере

А. В. Переход

Относительное содержание европия в невозмущенной фотосфере Солнца определялось по контурам пяти линий Eu II, расположенным в спектральной области 600—740 нм, как по эквивалентной ширине (4 линии, причем глубины контура линии редуцировались таким образом, чтобы график зависимости $d=f(\Delta\lambda)^{-2}$ проходил через центр координат, как это следует из условия $d \rightarrow 0$ при $\Delta\lambda \rightarrow \infty$) и методом синтетического спектра (линия 617.304 нм).

В итоге значение относительного содержания европия на Солнце оказалось равным 0.71 ± 0.08 (в шкале $\lg A_{\text{H}} = 12$).

EUROPIUM ABUNDANCE IN THE SOLAR PHOTOSPHERE, by Perekhod A. V.— A relative abundance of europium has been determined in undisturbed solar photosphere using five line profiles of Eu II in the spectral region $\lambda\lambda$ 600—740 nm both from the equivalent widths (four lines) and by the synthetic spectrum method (line 617.304 nm). The Eu abundance in the Sun is 0.71 ± 0.08 (in the scale $\log H = 12.00$).

Относительное содержание европия в солнечной фотосфере уже определялось рядом авторов. Как видно из табл. 1, разброс значений весьма значителен и достигает полпорядка. В основном он обусловлен малой точностью используемых значений сил осцилляторов Корлисса и Бозмана [3], Куруча и Пейтримена [10], а также сравнительно большой погрешностью определяемых из наблюдений эквивалентных ширин линий, особенно слабых, к которым относится и значительная часть линий

Таблица 1. Результаты определения относительного содержания европия в атмосфере Солнца

Автор, ссылка	Кол-во линий	Относительное содержание европия	Область образования линий
Ригини, Ригутти [13]	7	0.96	НФ
Бахман и др. [4]	1	1.0	НФ, П
Молнар [11]	7	0.70 ± 0.30	П
Хауге [8]	6	0.7 ± 0.2	НФ
Ковальчук М. М. [2]	3	1.05 ± 0.01	НФ
Бьемон и др. [5]	10	0.51 ± 0.08	НФ
Данная работа	5	0.71 ± 0.08	НФ

Примечание: НФ — невозмущенная фотосфера, П — пятно.

европия в спектре Солнца. Поскольку к настоящему времени опубликованы [5] более точные значения gf линий Eu II, то целесообразно, по нашему мнению, переопределить эквивалентные ширины линий, уделив особое внимание проведению уровня непрерывного спектра и экстраполяции крыльев к континууму.

Согласно [1], глубина d в крыле фраунгоферовой линии обратно пропорциональна квадрату расстояния $\Delta\lambda$ от ее центра, т. е.

$$d = C \cdot \Delta\lambda^{-2}, \quad (1)$$

где C — «параметр крыла», — постоянная для данного контура величина.

Из [1] следует, что при $\Delta\lambda \rightarrow \infty$ глубина линии d должна стремиться к нулю. В действительности — мы использовали данные наблюдений Дельбуя и др. [6] — этого не происходит и $d \rightarrow d_0 \neq 0$. Поэтому все значения глубин контура линии следует изменить на величину d_0 с тем, чтобы график зависимости $d = f(\Delta\lambda^{-2})$ проходил через центр координат. В первом приближении это эквивалентно уменьшению уровня континуума на

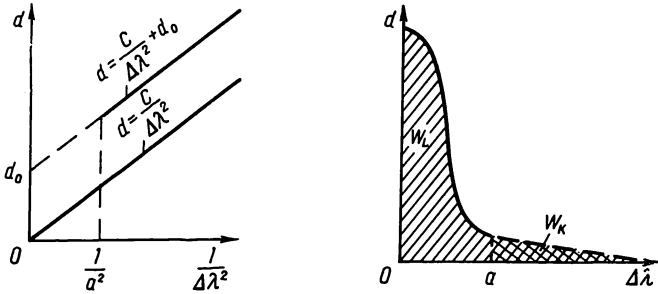


Рис. 1. Редукция глубины крыла слабой фраунгоферовой линии

Рис. 2. Экстраполяция крыла фраунгоферовой линии (W_L — «доля» эквивалентной ширины линии, определяемой непосредственно из наблюдений; W_K — «доля», вычисляемая благодаря экстраполяции крыла)

такую же величину. Заметим, что к аналогичному результату пришли и авторы работы [7]. Таким образом, эквивалентная ширина исследуемой линии равна (см. рис. 1, 2):

$$W = W_L + W_K = W_L + C/a. \quad (2)$$

В данной работе относительное содержание европия определялось по 5 линиям Eu II как по уточненным согласно формуле (2) эквивалентным ширинам (4 линии), так и методом синтеза спектра (для линии 617.304 нм).

1. **Линия 604.953 нм.** На принадлежность линии спектру впервые указано в работе [5], но с λ 604.951 нм. Тщательный анализ контура этой линии показал, что в ее далеком синем крыле имеется бленда. Поэтому эквивалентная ширина находилась лишь по длинноволновому крылу.

2. **Линии 664.510 нм, 707.710 нм, 730.120 нм.** Если линия 664.5 нм надежно идентифицирована (см., например, каталог Мур [12]), то принадлежность двух последних линий спектру Eu II установлена лишь в работе [5]. Все эти три линии имеют бленды в красном крыле, и поэтому их эквивалентные ширины находились по коротковолновому крылу.

3. **Линия 617.304 нм.** Эта линия в спектре Солнца сильно блендируется, что не позволяет определить ее эквивалентную ширину. Поэтому относительное содержание европия определялось методом синтеза спектра.

Таблица 2. Относительное содержание европия

Линия, нм	EP, эВ	lg gf	W, пм	A	Метод
604.953	1.28	-0.80	0.062	0.69	по эквивалентной ширине
617.304	1.32	-0.85	—	0.75	синтез спектра
664.510	1.38	0.20	0.540	0.66	по эквивалентной ширине
707.710	1.25	-0.64	0.087	0.57	по эквивалентной ширине
730.119	1.25	-0.37	0.329	0.87	по эквивалентной ширине

Примечание: EP — потенциал возбуждения нижнего уровня; W — эквивалентная ширина линии; A — относительное содержание европия в шкале $\lg A_H = 12$.

Результаты вычисления содержания европия в атмосфере Солнца по эквивалентной ширине и методом синтеза спектра приведены в табл. 2.

В среднем содержание европия в невозмущенной фотосфере Солнца составляет 0.71 ± 0.08 (в шкале $\lg A_{\text{H}} = 12$).

Все расчеты выполнены в рамках модели Холвегера—Мюллер [9] при $v_{\text{микро}} = 0.9 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$, $v_{\text{макро}} = 1.5 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$, $\gamma = 1.3\gamma_6$ (Fe) и $\gamma = 1.5\gamma_6$ (Eu, La), причем изменение поправочного коэффициента к постоянной затухания в пределах от 1 до 2 практически не оказывает влияния на величину относительного содержания европия.

В заключение автор выражает искреннюю благодарность Р. И. Костыку за ценные советы и полезную дискуссию.

1. Гуртовенко Э. А. Определение постоянной затухания по крыльям сильных фраунгоферовых линий.— Солнеч. данные, 1977, № 6, с. 76—79.
2. Ковальчук М. М. Обилие редкоземельных элементов в солнечной атмосфере.— Вестн. Львов. ун-та. Сер. астрон., 1981, вып. 56, с. 14—21.
3. Корлис Ч. и Бозман У. Вероятности переходов и силы осцилляторов 70 элементов.— М.: Мир, 1968.—562 с.
4. Bachmann G., Pflug K., Staude J. Europium and lanthanum in sunspot and in the undisturbed photosphere.— Solar Phys., 1970, 15, p. 113—119.
5. Biemont E., Karner C., Meyer G. et al. Absolute transition probabilities in the spectra of Eu II.— Astron. Astrophys., 1982, 107, p. 166—171.
6. Delbouille L., Neven L., Roland C. Photometric Atlas of the Solar Spectrum from λ 3000 to λ 10000, Liege, 1973.
7. Dingens P., Steyaert H., Baeck N. Analysis of the solar photometric spectrum: a new approach.— Acad. Roy. Belgique, Bull. Cl. Sci. 5e Ser., 1975, 61, p. 582—588.
8. Hauge O. Solar isotopic composition and abundance of europium.— Solar Phys., 1972, 27, p. 286—293.
9. Holweger H., Muller E. A. The photospheric barium spectrum: Solar abundance and collision broadening of Ba II lines by hydrogen.— Solar Phys., 1974, 39, p. 19—30.
10. Kurucz R. L., Peytremann E. A. A table of semiempirical gf values.— Smithsonian Astrophys. Obs. Spec. Report, 1975, N 362, p. 1—1219.
11. Molnar H. Eu, La and Sm in sunspot spectra.— Astron. and Astrophys., 1972, 20, p. 69—72.
12. Moore C. E., Minnaert M. G. J., Houtgast J. The solar spectrum 2935 Å to 8770 Å.— Washington, 1966.—345 p.
13. Righini A., Rigutti M.— Solar abundances of some 4 f type rare earths.— Annales d'Astrophys., 1966, 29, p. 379—387.

Главная астрономическая обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию
16.07.1984

Научные конференции

ХІХ ГЕНЕРАЛЬНАЯ АССАМБЛЕЯ МЕЖДУНАРОДНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

Ассамблея состоится 19—28 ноября 1985 года в г. Нью-Дели, Индия.

В рамках ассамблеи будут проведены объединенные дискуссии:

- Системы отсчета
- Нерадиальные колебания Солнца и звезд
- Долгопериодические затменно-двойные звезды и родственные объекты
- Активность звезд: вращение и магнитные поля
- Эволюционные (процессы) в молодых населенных галактик
- Сверхновые
- Радиоастрономия и космология

К ассамблее будут приурочены Симпозиум № 115 МАС и Коллоквиум № 87 МАС.