

КОНТУРЫ Д ЛИНИЙ NaI В РАЗРЕШЕННОМ И НЕРАЗРЕШЕННОМ СПЕКТРЕ СОЛНЦА.

II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ КОНТУРЫ ЛИНИЙ

Д.М. КУЛИ-ЗАДЕ

*Бакинский Государственный Университет им. М.Э. Расул-заде
370148, Баку, ул. акад. З. Халилова, 23*

Рассчитаны теоретические контуры D линий NaI в спектре центра и полного потока от всего диска Солнца с учетом отклонений от локального термодинамического равновесия. Расчеты велись в приближении полного перераспределения квантов по частотам. Результаты удовлетворительно описывают наблюдения как для центра диска, так и для полного потока

В первой части работы [1] были представлены результаты измерений наиболее точных контуров D линий NaI в спектре центра и полного потока от всего диска Солнца, а также в спектре Проциона. В настоящей работе представлены результаты теоретических расчетов контуров линий для центра диска и полного потока при отсутствии локального термодинамического равновесия (ЛТР).

Как известно, ни одна аналитическая теория, построенная в рамках гипотезы ЛТР, не может объяснить наблюдавшиеся контуры линий поглощения в спектре Солнца. Теория ЛТР не может объяснить также изменение контуров фраунгоферовых линий по диску Солнца.

Аналитические формулы, полученные при ЛТР, более или менее удовлетворительно описывают лишь крылья линий. Наиболее сильное отклонение от теории наблюдается в центральных частях линий. Согласно теории при отсутствии локального термодинамического равновесия центральные интенсивности сильных фраунгоферовых линий $r_{\text{c}} \neq 0$. Однако, современные фотографические и фотозелектрические наблюдения для самых сильных фраунгоферовых линий в спектре Солнца дают $r_{\text{c}} \approx 0,02 \pm 0,05$. Совершенно очевидно, что в атмосферах Солнца и звезд условие ЛТР не выполняется. Поэтому, начиная с 60-х годов нашего столетия, теоретические контуры сильных фраунгоферовых линий рассчитываются с учетом отклонений от ЛТР [2-5].

Бабий и Столилка [6] при расчете контуров D линий NaI применили дифференциальный метод эквивалентных двухуровневых атомов. Учитывая четыре уровня и континуум, они получили удовлетворительное согласие с наблюдениями.

В ряде исследований, в том числе и в [6], для достижения хорошего согласия с наблюдениями вводились искусственные множители к постоянной затухания. Очевидно, что это ничем не оправдано. Современные реальные модели фотосфера позволяют вычислить теоретические контуры с реальными значениями физических величин.

В настоящей работе представлены результаты расчетов контуров D линий NaI в спектре Солнца с учетом отклонений от ЛТР по программе, составленной в работе [6]. Расчеты велись по модели HSR4. Учтены уровни $3^2S_{1/2}$, $4^2S_{1/2}$, $3^2P_{1/2,3/2}^0$, $4^2P_{1/2,3/2}$, $3^2D_{3/2,5/2}$ и континуум. Рассмотрены все радиационные и ударные переходы между уровнями и континуумом. Расчеты ве-

лись в предположении о полном перераспределении квантов по частотам.

Постоянная затухания определялась как

$$y = y_{\text{rad}} + y_e + y_b,$$

где y_{rad} складывается из постоянных затухания верхнего и нижнего уровней $y_{\text{rad},\text{v}} + y_{\text{rad},\text{n}}$. Расчеты показывают, что для D линий NaI $y_{\text{rad}} \approx y_b$, т.е. в расширении D линий NaI в спектре Солнца основную роль играет Ван-дер-Ваальсовское взаимодействие. Для постоянной затухания поправочный множитель не использовался.

Значения y_e были взяты из работы Смита [7]. За величину макротурбулентных скоростей использовалось значение $V_{\text{turb}} = 1,6$ км/с. Относительное содержание натрия было заимствовано из работы Хауга и Ингвольда [8].

Результаты расчетов теоретических контуров D линий NaI без учета (исходной) и с учетом турбулентных движений приведены в таблице.

Таблица
Теоретические контуры D линий NaI

| $\Delta\lambda$ | $r(\Delta\lambda)$ | | | |
|-----------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| | D ₁ NaI | | D ₂ NaI | |
| | исходн. | макротурб. | исходн. | макротурб. |
| 0,000 | 0,041 | 0,045 | 0,039 | 0,041 |
| 0,040 | 0,052 | 0,065 | 0,044 | 0,053 |
| 0,080 | 0,145 | 0,160 | 0,111 | 0,024 |
| 0,120 | 0,333 | 0,325 | 0,266 | 0,260 |
| 0,160 | 0,458 | 0,453 | 0,371 | 0,367 |
| 0,200 | 0,537 | 0,537 | 0,436 | 0,436 |
| 0,240 | 0,604 | 0,605 | 0,492 | 0,493 |
| 0,280 | 0,661 | 0,663 | 0,542 | 0,543 |
| 0,320 | 0,710 | 0,712 | 0,588 | 0,590 |
| 0,360 | 0,750 | 0,753 | 0,630 | 0,633 |
| 0,400 | 0,784 | 0,787 | 0,668 | 0,670 |
| 0,440 | 0,813 | 0,816 | 0,702 | 0,705 |
| 0,480 | 0,836 | 0,840 | 0,782 | 0,735 |
| 0,520 | 0,857 | 0,860 | 0,759 | 0,762 |
| 0,560 | 0,813 | 0,877 | 0,782 | 0,786 |
| 0,600 | 0,887 | 0,891 | 0,803 | 0,807 |

На рис. 1 в спектре центра диска Солнца теоретически вычисленные контуры D линий NaI сравниваются с наблюдаемыми. Как видно, в целом теория удовлетворительно описывает наблюдаемые нами контуры линий по данным атласа Дельбуля и др. [8]. Однако, наблюдения

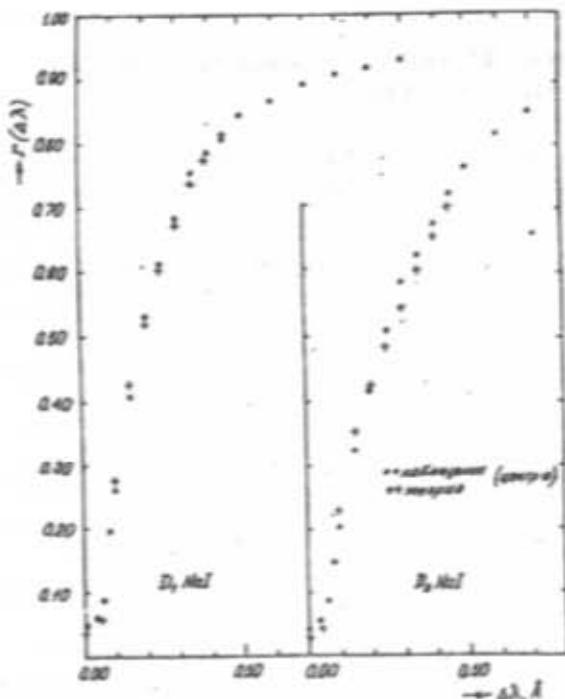


Рис. 1. Сравнение наблюдаемых и теоретических профилей D линий NaI в спектре центра диска Солнца.

дают несколько завышенные центральные интенсивности, чем теория. В дальних крыльях сравнение несколько хуже. Это, по-видимому, связано с тем, что дальние крылья линий определяются с большей ошибкой, чем другие части.

На рис. 2 показано сравнение наблюдаемых и теоретических контуров в спектре полного потока от всего

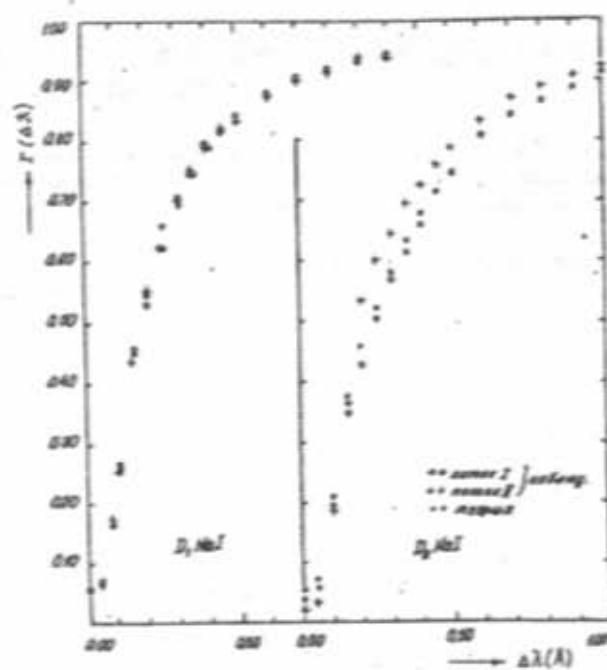


Рис. 2. Сравнение наблюдаемых и теоретических профилей D линий NaI в спектре потока от всего диска Солнца.

диска. Как видно, для линии D₁ теория хорошо представляет наблюдения во всех частях контура. Для линии D₂ теория удовлетворительно описывает наблюдения по данным атласа Беккера и др. [9]. Контур линии построенный нами по данным атласа Куруча и др. [10] значительно отличается от теоретически вычисленного, а также от контура, построенного по данным атласа Беккера и др.

- [1] Д.М. Кули-заде. Fizika, 1997, с. 3, № 1, с. 33-36.
- [2] Д. Михалос. Звездные атмосферы, М., 1982, т. 1-2.
- [3] R. Athay, R. Confield. Astrophys. J., 1969, 156, № 2, p. 695-706.
- [4] B. Caccin, M. Gomez, Q. Roberti. Astron. and Astrophys., 1980, 92 №1/2, p. 63-69.
- [5] A.W. Curtis, J. Jeffries. Astrophys. J., 1967, 150, №3, p. 1061-1080.
- [6] Б.Т. Бабий, М.И. Стодика. Кинематика и физика небесных тел, 1987, 3, № 1.
- [7] G. Smith. Month. Not. Reg. Astr. Soc. 1985, 217, p. 679-684.
- [8] O. Hauge, O. Engvold. Capitation of solar abundance date, Blindern; Oslo, 1977, p. 1-23 (Rep. 1 Inst. Theor. Astrophys., № 49)
- [9] J.M. Beckers, C.A. Bridges, Z.B. Gilliam. A high resolution spectral atlas of the solar irradiance from 380 to 700 nanometers, Sacramento Peak obs., 1976.
- [10] R.Z. Kuriç, I. Furenlid, J. Brault, Z. Testerman. Solar flux atlas from 296 to 1300 nm, New Mexico, Nat. Solar observ., 1985.

C.M. Qulz-zadə

GÜNEŞİN AYIRD EDİLMİŞ VƏ AYIRD EDİLMƏMİŞ SPEKTRİNDE XƏTLƏRİNİN KONTURLARI. II. XƏTLƏRİN NƏZƏRİ KONTURLARI

Güneş diskinin merkezi və tam Güneş səliniñ lokal termodinamik tarazlıq olmayan haldə D NaI xətlərinin nəzəri konturları hesablanılmışdır. Hesablanması kvantların tezliklərə görə tam paylanmasıının yaxınlaşması üçün aparanılmışdır. Hem Güneş diskinin merkezi hem de tam səlin hesablanması müşahidə olunmuş konturları yaxşı təsvir edir.

D.M. Kuli-zade

**THE PROFILES OF THE D NaI LINES IN THE RESOLVED AND UNRESOLVED SOLAR SPECTRUM.
II. THEORETICAL PROFILES OF THE LINES**

The non-LTE theoretical profiles of the D NaI lines in the center and total flux spectrum from whole solar disk have been calculated. The assumption of complete frequency redistribution is used. The results of calculations are in good agreement with observed line profiles in the spectrum of the solar disk center and total flux.

Дата поступления: 02.02.97

Редактор: Т.Р. Махмудов