

## КОНТУРЫ D ЛИНИЙ NaI В РАЗРЕШЕННОМ И НЕРАЗРЕШЕННОМ СПЕКТРЕ СОЛНЦА.

### I. НАБЛЮДАЕМЫЕ КОНТУРЫ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ СОЛНЦА И ПРОЦИОНА

Д.М. КУЛИ-ЗАДЕ

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

На основе новейших цифровых спектральных атласов получены наиболее точные контуры D линий NaI в спектре центра, полного потока от всего диска Солнца, а также в спектре Прочиона. Дается детальное сравнение контуров линий и их основных характеристик в спектрах Солнца и Прочиона. По центр-край наблюдениям контуров линий вычислены их интегрированные по диску Солнца контуры линий, которые хорошо совпадают с таковыми, полученными в спектре полного потока от всего диска Солнца.

#### §1. Введение.

Сильные резонансные линии D<sub>1</sub> ( $\lambda$  5895,940 Å) и D<sub>2</sub> ( $\lambda$  5889,973 Å), соответствующие переходам  $3^2S_{1/2} -$

$3^2P_{1/2}^o$  и  $3^2S_{1/2} - 3^2P_{3/2}^o$ , являются наиболее чистыми из сильных фраунгоферовых линий в видимой области спектра Солнца. В разрешенном спектре Солнца их контуры изучались многими как фотографически, так и фотозлек-

Таблица 1.

Контуры D линий NaI в спектре Солнца и Прочиона.

$\Delta\lambda$ Å	$r(\Delta\lambda)$							
	D <sub>1</sub> NaI				D <sub>2</sub> NaI			
	центр	поток I	поток II	Прочион	центр	поток I	поток II	Прочион
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	0,049	0,054	0,055	0,223	0,046	0,047	0,022	0,175
02	0,51	059	058	225	049	054	023	156
04	0,59	066	065	232	059	067	030	190
06	090	093	100	250	088	095	070	220
08	197	165	174	282	152	142	122	269
10	264	262	255	361	206	188	185	312
15	407	458	432	551	324	347	369	451
20	528	573	551	699	423	428	538	620
25	607	658	621	825	508	503	600	785
30	679	722	700	883	586	565	648	834
35	753	748	750	923	625	614	694	887
40	781	785	781	947	677	668	725	912
45	805	815	816	964	723	714	761	924
50	837	838	836	974	765	747	786	942
60	865	876	869	986	814	801	828	960
70	893	900	898	993	849	842	864	968
80	907	916	915	998	872	866	888	987
90	918	930	931	999	893	888	905	992
1,00	926	941	937	1,000	903	904	922	996
20	937	952	950	-	920	917	939	999
40	946	959	958	-	935	926	952	1,000
60	954	964	967	-	944	939	961	-
80	958	969	972	-	952	953	968	-
2,00	964	972	975	-	957	959	972	-
50	977	983	983	-	969	968	978	-
3,00	986	991	986	-	976	970	979	-
50	993	997	993	-	981	982	982	-
4,00	994	999	996	-	985	986	986	-
50	996	1,000	999	-	988	988	990	-
5,00	998	-	1,000	-	991	992	994	-
50	999	-	-	-	994	995	996	-
6,00	1,000	-	-	-	996	997	998	-
50	-	-	-	-	998	999	999	-
7,00	-	-	-	-	999	1,000	1,000	-

трически [1,2]. В неразрешенном спектре Солнца, т.е. в спектре потока от всего диска Солнца, а также в спектре Прозюна они детально изучаются впервые.

Как и все другие сильные фраунгоферовые линии, D линии NaI образуются во всей фотосфере и нижней хромосфере. Разные участки контуров этих линий эффективно образуются на разных глубинах атмосферы Солнца и несут информацию от широкого диапазона оптических глубин.

## §2. Наблюдаемые контуры линий.

При построении контуров линий в спектре центра диска Солнца был использован цифровой атлас Дельбуля и др. [3], для полного потока от всего диска - цифровой атлас Бекерса и др. [4], Куруча и др. [5], для Прозюна - цифровой атлас Гриффина [6]. Эти атласы получены с помощью быстросканирующих двойных монохроматоров и Фурье-спектрометров, которые характеризуются высокой дисперсией и высокой разрешающей силой.

Ядра контуров линий были построены с линейной дисперсией 500 пм/Å а крылья - 50 пм/Å. В случае атласа Дельбуля и др. и Бекерса и др. локальный континуум был исправлен согласно Руттену и Ван дер Залму [7, 8].

В результате были получены наиболее точные наблюдаемые контуры D линий в спектре Солнца (в центре диска и полного потока) и Прозюна.

Наблюдаемые контуры D линий NaI в спектре центра диска, полного потока от всего диска Солнца, а также в спектре Прозюна приведены в табл. 1, где центр диска соответствует атласу Дельбуля и др., поток I - атласу Бекерса и др., поток II - атласу Куруча и др. и Прозюна - атласу Гриффина.

По полученным наблюдаемым контурам линий были определены эквивалентные ширины W, полуширины  $\Delta\lambda_{1/2}$ , четвертьширины  $\Delta\lambda_{1/4}$  и центральные остаточные интенсивности  $r_0$ . Эквивалентные ширины линий были определены численным интегрированием на ЭВМ методом Симпсона. Результаты приведены в табл. 1.

Основные характеристики D линий NaI.

Линии	D <sub>1</sub> NaI				D <sub>2</sub> NaI			
	Величины	центр	поток I	поток II	Прозюна	центр	поток I	поток II
W Å	0,73	0,65	0,59	0,46	0,95	0,95	0,81	0,67
$\Delta\lambda_{1/2}$ Å	0,40	0,36	0,35	0,34	0,52	0,53	0,38	0,37
$\Delta\lambda_{1/4}$ Å	0,72	0,73	0,68	0,52	0,98	1,02	0,74	0,53
$r_0$	0,048	0,054	0,055	0,22	0,046	0,047	0,022	0,176

Внутренняя точность определения остаточных интенсивностей контуров линий составляла 0,15-0,20%, полуширин и четвертьширин - 2%, эквивалентных ширины - 3%.

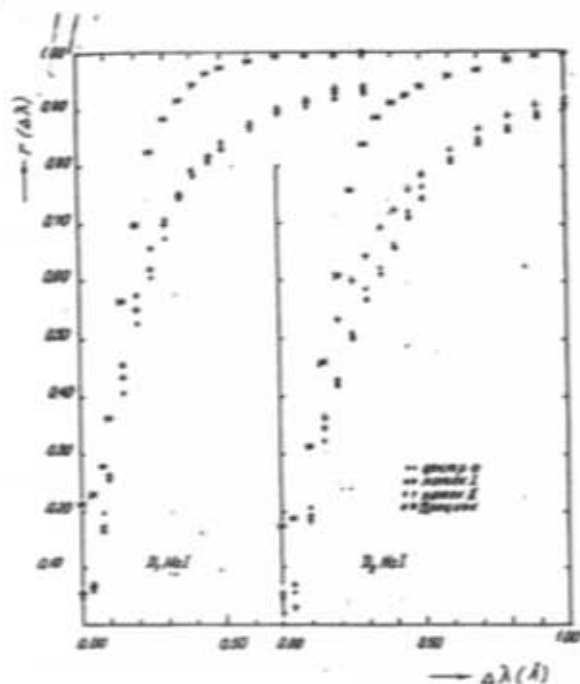


Рис. 1. Профили D линий NaI в спектре Солнца и Прозюна.

На рис. 1. контуры D линий NaI в спектрах центра и полного потока диска Солнца. Как видно, в отличие от

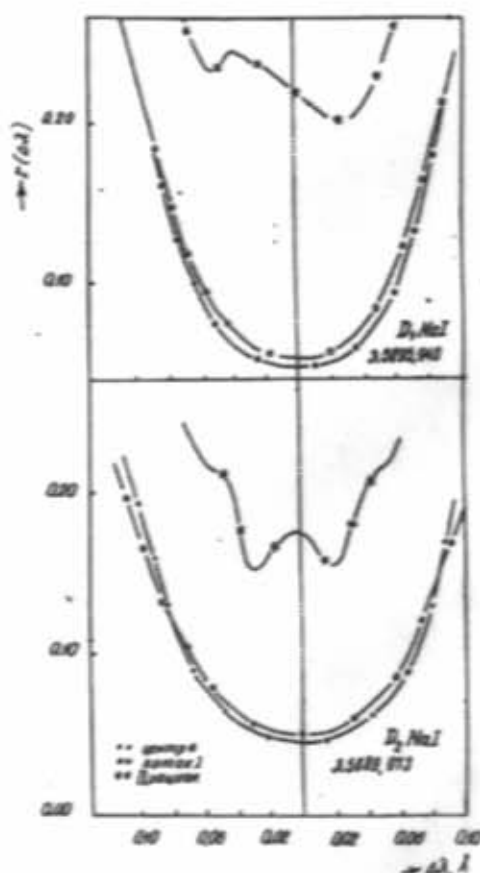


Рис. 2. Ядра D линий NaI в спектре Солнца и Прозюна.

водородных линий [9], D линии NaI в спектрах центра диска и полного потока от всего диска очень незначительно отличаются друг от друга. Эквивалентные ширины, полуширины и четвертьширины линий практически не отличаются. Центральные интенсивности линии D<sub>1</sub> в спектрах центра и потока практически совпадают. Для линии D<sub>2</sub> в спектре потока II центральная интенсивность вдвое меньше, чем в спектре центра диска Солнца. Из этого же рисунка следует, что в спектре Прозояна контуры D линий гораздо менее глубокие и более узкие, чем в спектре Солнца, что связано с отличием физических условий в атмосферах Солнца и Прозояна.

На рис. 2. представлены ядра D линий в увеличенном масштабе. Как видно, в спектре Солнца (центра и полного потока) ядра линий являются совершенно симметричными. Однако в спектре Прозояна ядра линий сильно деформированы. Весьма сомнительно, что эта картина соответствует реальным физическим процессам в хромосфере Солнца. Скорее всего она связана с шумами регистрирующего прибора.

### §3. Усредненные по диску Солнца контуры линий.

Центр-край наблюдения Пирса и Слонгса, проведенные в пяти точках диска Солнца фотозлектрическим способом, позволяют вычислить интегрированный по диску Солнца контуры линий и сравнить их с таковыми, полученными в спектре полного потока от всего диска Солнца.

При вычислении интегрированных контуров мы считали, что солнечный диск обладает сферической симметрией и контуры линий являются функциями только расстояния от центра диска Солнца. Зависимость скорости вращения от гелиографической широты задавалась эмпи-

рической формулой Гадуна, Костыка и Шеминной [10], а коэффициент потемнения по диску брали из работы Макаровой и Харитоновой [11].

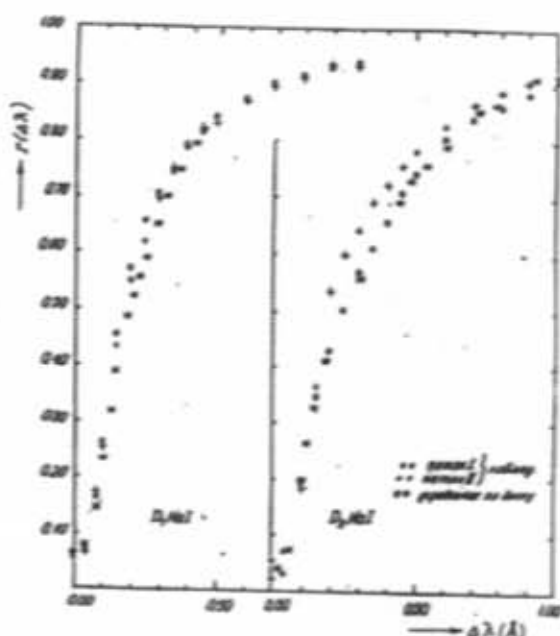


Рис. 3. Сравнение вычисленных усредненных по диску Солнца профилей с профилями наблюдаемым в потоке от всего диска Солнца.

На рис. 3. вычислены усредненные по диску Солнца контуры линий, сравниваются с наблюдаемыми в полном потоке. Как видно, вычисленные контуры хорошо представляют наблюдаемые.

[1] Д.М. Кули-заде. ДАН (в печати).  
 [2] A. Pierce, sloughs ch., Center to limb observations of sodium lines in the Solar spectrum. *Astrophys. J., suppl. ser.*, 1982, v. 48, № 1, p. 79-93.  
 [3] L. Delbouille, L. Nven, G. Roland. *Photometric atlas of the solar spectrum from λ 3000 to λ 2000 Å*. Liege: Univ. press., 1973.  
 [4] J.M. Beckers, C.A. Bridges, L.B. Gilliam. *A high resolution spectral atlas of the solar irradiance from 380 to 700 nanometres* Sacramento Peak observatory, 1976.  
 [5] R.L. Kurucz, I. Furenlid, J. Brault, L. Testerman., *solar flux atlas from 296 to 1300 nm*, New Mexico: Nat. Solar observ., 1985.

[6] R.F. Griffin. *A Photometric Atlas of the spectrum of Procyon*, Cambridge.  
 [7] R.J. Rutten, E.B.J. Van der Zalm. *Revision of solar equivalent widths, FeI oscillator strengths and the solar iron abundance*, *Astron and Astrophys. suppl. ser.*, 1984, 55, № 1, p.143-161.  
 [8] R.J. Rutten, E.B.J. Van der Zalm. *Clean lines on the solar flux spectrum*, *Astron, Astrophys. suppl. ser.*, 55, № 2, p.171-177.  
 [9] Д.М. Кули-заде. *Кинематика и физика небесных тел*. 1989, 5, № 3, с.32-37.  
 [10] А.С. Гадуна, Р.Н. Костык, В.А. Шеминова. *Кинематика и физика небесных тел*. 1985, № 6, с.53-56.  
 [11] Е.А. Макарова, А.В. Харитонов. *Астрон. журн.*, 1976, 53, 6, с.1234-1243.

C.M. Quluzado

## GÜNƏŞİN AYIRD EDİLMİŞ VƏ AYIRD EDİLMƏMİŞ SPEKTRİNDƏ XƏTLƏRİNİN KONTURLARI. I. GÜNƏŞ VƏ PROSION SPEKTRİNDƏ XƏTLƏRİN MÜŞAHİDƏ OLUNMUŞ KONTURLARI

Ən yeni rəqəmi spektral atlaslar əsasında Günəş diskinin mərkəzi, Günəş diskinin hər yerindən gələn tam səli və Proision spektrində D NaI xətlərinin dəqiq konturları qurulur. Günəş və Proision spektrində xətlərin konturları və onların əsas parametrləri müqayisə olunur. Mərkəz-kənar müşahidələrinə görə xətlərin disk boyu inteqrallanmış konturları hesablanır. Onlar tam Günəş səli spektrində müşahidə olunmuş konturlarla yaxşı müqayisə olunur.

D.M. Kuli-zade

**THE PROFILES OF THE D NaI LINES IN THE RESOLVED AND UNRESOLVED SOLAR SPECTRUM. I.  
THE OBSERVED PROFILES OF THE LINES IN THE SPECTRUM OF THE SUN AND PROSION**

On the base of new digital spectral atlases the exact profiles of the D NaI lines in the resolved and unresolved solar spectrum and also in the spectrum of the Procion are studied. The detail comparison of line profiles and their basic parameters in the spectrum of the Sun and Procion is given. According to the centre-to-limb observations the integrated over the solar disk profiles of the lines are calculated.

*Дата поступления: 15.07.96*

*Редактор: Т.Р. Мехмиев*