

ASTROFİZİKA

ИЗМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ
ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ CrI ПО ДИСКУ СОЛНЦАД.М.КУЛИ-ЗАДЕ, Т.Г.АЛИЕВА, З.Ф.ШАБАНОВА
Бакинский Государственный Университет

Исследуется изменение дифференциальной асимметрии профилей линий $\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ CrI и $\lambda 6330.096 \text{ \AA}$ CrI по диску Солнца. Использован новый оригинальный количественный метод разработанный на кафедре астрофизики Бакинского Государственного Университета.

§1. Введение

Как известно, предыдущие методы (непосредственное сравнение фиолетового и красного крыльев профиля, метод бисектора и т.д.) определения асимметрии профилей фраунгоферовых линий носили качественный характер и естественно, не давали возможность для исследования зависимости асимметрии от атомных и фотосферных величин. Невозможно было также исследовать изменение асимметрии по диску Солнца. Новый метод, предложенный на кафедре Астрофизики Бакинского Государственного Университета, позволяет частично решить эти проблемы [1] В этом методе введены новые количественные величины (дифференциальная, интегральная, остаточная и относительная асимметрии), которые позволяют более подробно анализировать асимметричность профилей фраунгоферовых линий в спектре Солнца и звезд.

В данной работе рассматривается изменение дифференциальной асимметрии по диску Солнца для двух линий CrI ($\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ CrI и $\lambda 6330.096 \text{ \AA}$ CrI).

§2. Используемый спектральный материал

В горизонтальном солнечном телескопе Главной Астрономической обсерватории НАН Украины с помощью двойного спектрометра были определены наблюдаемые профили большого количества избранных фраунгоферовых линий в пяти точках диска Солнца ($\cos \vartheta = 1.0; 0,8; 0,6; 0,44; \text{ и } 0,28$). Были рассмотрены наиболее чистые неблендированные линии в спектральной области от $\lambda 5760 \text{ \AA}$ до $\lambda 6590 \text{ \AA}$ [2]. В спектрометре была использована дифракционная решетка $140 \times 150 \text{ мм}$ с линейной дисперсией на выходной щели в IV порядке спектра 150 м\AA/мм . Спектр отдельных

точек диска Солнца записывался с шагом 2-6 мÅ. Фактическая разрешающая сила спектрометра в видимой области спектра в IV порядке составляла $4.5 \cdot 10^5$. Установлено, что в спектрометре полностью отсутствует рассеянный свет. Поправка к отсчету самописца за нелинейность усилительной и регистрирующей систем не превышает 0.5 %. Эти цифровые спектральные материалы позволяют получить более или менее надежные профили слабых фраунгоферовых линий и исследовать изменения их асимметрии для избранных фраунгоферовых линий по диску Солнца.

§3. Результаты

В пяти точках диска Солнца [$\cos \vartheta=1.00$ (центр диска Солнца), $\cos \vartheta=0.80$, $\cos \vartheta=0.60$, $\cos \vartheta=0.44$, $\cos \vartheta=0.28$ (край диска Солнца)] были построены наблюдаемые профили рассматриваемых выше линий и определены дифференциальная асимметрия их профилей по методу описанном в [1] по оригинальной программе разработанной на кафедре астрофизики. Согласно [1] дифференциальная асимметрия профиля линии

$$\delta(R) = \Delta\lambda_{\lambda_i} - \Delta\lambda_{\lambda_r},$$

где R – глубина контура, $\Delta\lambda_{\lambda_i}$ и $\Delta\lambda_{\lambda_r}$ – расстояния от центра линии на одинаковой глубине $R(\Delta\lambda)$ на фиолетовом и красном крыльях профиля соответственно. Результаты приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Вычисленные дифференциальные асимметрии $\delta(R)$ для линии $\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ для разных расстояний от центра диска Солнца

R	$\delta(R)$				
	$\cos \vartheta=1,00$	$\cos \vartheta=0,80$	$\cos \vartheta=0,60$	$\cos \vartheta=0,44$	$\cos \vartheta=0,28$
0,001	27,1	26,6	31,4	62,0	35,4
0,004	20,3	27,7	29,1	59,5	31,8
0,008	12,0	25,9	23,3	53,1	26,2
0,010	9,4	24,3	20,3	48,3	23,6
0,012	8,5	22,5	19,1	43,3	21,2
0,014	9,2	21,0	17,3	38,7	18,9
0,016	8,5	19,6	16,0	34,6	16,8
0,018	7,8	17,6	15,3	32,1	15,0
0,022	6,1	13,9	14,0	26,8	11,8
0,024	4,8	13,0	13,1	24,1	10,3
0,026	3,5	11,3	11,7	21,1	9,0
0,028	2,8	9,5	11,2	18,1	7,9
0,030	2,2	7,7	10,1	16,1	6,8
0,032	1,6	6,1	8,9	14,1	5,9
0,036	0,8	4,0	7,4	10,2	4,6
0,038	0,3	3,1	6,5	8,7	4,0
0,040	0,0	2,0	5,9	7,4	3,5
0,042	-0,3	1,3	5,3	6,5	3,1
0,044	-0,5	0,7	4,8	5,5	2,6
0,048	-1,1	-0,8	3,6	3,1	1,5
0,050	-1,5	-1,6	3,1	2,1	1,1
0,052	-2,0	-2,0	2,7	1,3	0,2
0,054	-2,4	-2,8	2,1	0,7	-0,5
0,056	-2,7	-3,6	1,5	0,0	-1,3
0,058	-2,9	-4,3	1,2	-1,0	-2,1
0,060	-3,2	-5,0	0,7	-1,9	-2,9

0,064	-3,6	-6,1	-0,4	-3,6	-4,8
0,066	-3,8	-7,0	-0,7	-4,4	-5,7
0,068	-3,9	-7,7	-1,3	-4,8	-6,6
0,070	-4,1	-8,3	-1,9	-5,6	-7,5
0,072	-4,3	-8,8	-2,4	-6,3	-8,4
0,076	-4,7	-10,1	-3,3	-7,2	-10,4
0,078	-5,0	-10,9	-3,8	-7,7	-11,2
0,080	-5,1	-11,3	-4,2	-8,0	-12,0
0,082	-5,3	-12,0	-4,7	-8,5	-12,7
0,084	-5,6	-12,7	-5,3	-9,2	-13,4
0,086	-5,9	-13,3	-5,9	-9,7	-14,0
0,090	-6,5	-14,0	-6,6	-10,5	-14,8
0,092	-6,9	-14,7	-7,2	-10,7	-15,1
0,094	-7,5	-15,3	-7,7	-11,2	-14,8
0,096	-8,0	-15,9	-8,1	-11,8	-14,1
0,098	-8,4	-16,3	-8,4	-12,2	-12,0
0,100	-8,6	-16,8	-9,0	-12,6	11,8

Таблица2

Вычисленные дифференциальные асимметрии $\delta(R)$ для линии λ 6330.096 Å для разных расстояний от центра диска Солнца

R	$\delta(R)$				
	$\cos \vartheta=1,00$	$\cos \vartheta=0,80$	$\cos \vartheta=0,60$	$\cos \vartheta=0,44$	$\cos \vartheta=0,28$
0,003	17,863	4,3	14,7	6,3	-6,9
0,008	15,436	1,7	13,0	6,1	-6,3
0,014	13,849	-2,6	8,2	4,5	-6,1
0,020	9,068	-4,7	3,7	3,5	-6,0
0,025	2,781	-5,1	2,0	3,0	-6,3
0,030	-1,203	-4,2	0,6	2,3	-6,5
0,036	-3,016	-3,1	0,1	2,0	-7,0
0,040	-3,581	-2,9	0,0	1,4	-7,0
0,044	-3,572	-2,6	0,0	1,1	-7,0
0,048	-3,572	-2,2	-0,1	1,0	-7,1
0,050	-3,634	-2,0	-0,1	0,9	-7,1
0,052	-3,677	-1,9	-0,2	0,8	-7,1
0,055	-3,649	-1,6	-0,2	0,7	-7,0
0,058	-3,548	-1,5	-0,2	0,6	-6,9
0,063	-3,261	-1,3	-0,2	0,5	-6,6
0,066	-3,112	-1,3	-0,2	0,5	-6,4
0,069	-2,966	-1,3	-1,3	0,4	-6,2
0,074	-2,693	-1,2	-0,1	-0,1	-5,7
0,080	-2,457	-1,1	-0,1	0,4	-5,1
0,083	-2,355	-1,0	0,0	0,4	-4,7
0,088	-2,175	-0,8	0,0	0,3	-4,3
0,094	-2,010	-0,7	0,0	0,3	-3,8
0,099	-1,850	-0,5	0,0	0,4	-3,5
0,105	-1,667	-0,5	0,0	0,5	-3,1
0,110	-1,459	-0,5	0,1	0,5	-2,9
0,116	-1,281	-0,5	0,1	0,4	-2,8
0,121	-1,125	-0,5	0,5	0,4	-2,8
0,127	-0,983	-0,4	0,7	0,5	-2,7
0,132	-0,849	-0,4	0,8	0,5	-2,6
0,138	-0,722	-0,3	1,0	0,6	-2,6
0,143	-0,597	-0,3	1,0	0,7	-2,5
0,149	-0,473	-0,3	1,1	0,7	-2,6
0,157	-0,281	-0,3	1,3	0,7	-2,9

0,162	-0,146	-0,3	1,4	0,7	-3,1
0,168	-0,001	-0,3	1,4	0,7	-3,3
0,173	0,144	-0,3	1,5	0,8	-3,6
0,182	0,387	-0,2	1,6	0,9	-3,7
0,190	0,690	-0,1	1,5	1,0	-4,0
0,195	0,937	0,0	1,4	1,0	-4,1
0,201	1,157	0,1	1,3	1,0	-4,3
0,209	1,422	0,2	1,3	1,0	-4,6
0,215	1,577	0,4	1,1	1,0	-4,6
0,220	1,809	0,4	1,0	1,1	-4,5
0,226	2,021	0,4	0,4	1,0	-4,5
0,231	2,194	0,3	0,0	0,8	-4,6
0,239	2,548	-0,2	-1,0	0,3	-4,7
0,245	2,770	-0,6	-2,2	-0,3	-4,8
0,250	2,950	-1,2	-2,2	-1,0	-5,2

На основе таблиц 1 и 2 были вычислены дифференциальная асимметрия профилей $\delta(R)$ в зависимости от $\cos \vartheta$ для разных значений глубин R контура. Результаты приведены в таблице 3 и 4.

Таблица 3

Изменение дифференциальной асимметрии $\delta(R)$ по диску Солнца для линии λ 6135.775 Å при разных глубинах профиля R

$\cos \vartheta$	$\delta(R)$									
	R=0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
0,28	23,6	13,4	6,8	3,5	1,1	-2,9	-7,5	-12,0	-14,8	-12,0
0,44	48,3	29,7	16,1	7,4	2,1	-1,9	-5,6	-8,0	-10,5	-12,6
0,60	20,3	14,9	10,1	5,9	3,3	0,7	-1,9	-4,1	-6,6	-9,0
0,80	24,3	15,7	7,7	2,0	-1,6	-5,0	-8,2	-11,3	-14,0	-16,8
1,00	9,4	7,0	2,2	0,0	-1,5	-3,2	-4,1	-5,1	-6,5	-8,6

Таблица 4

Изменение дифференциальной асимметрии $\delta(R)$ по диску Солнца для линии λ 6330.096 Å при разных глубинах профиля R

$\cos \vartheta$	$\delta(R)$											
	R=0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
0,28	-6,0	-7,0	-6,8	-5,0	-3,4	-2,8	-2,5	-3	-3,7	-4,3	-4,5	-4,7
0,44	3,4	1,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	0,3
0,60	3,7	0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,5	1,0	1,3	1,6	1,3	0,9	-1,4
0,80	-4,7	-2,9	-1,4	-1,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	0,1	0,4	-0,2
1,00	7,0	-3,4	-3,4	-2,5	-1,8	-1,2	-0,7	-0,2	-0,3	1,1	1,8	2,5

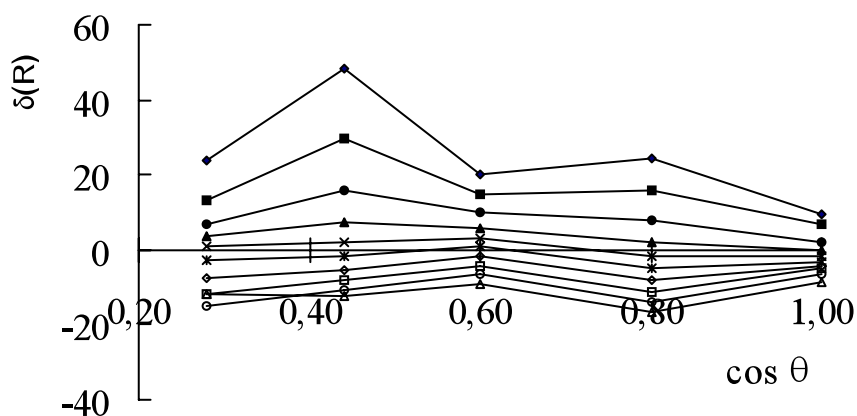


Рис. 1. Изменение дифференциальной асимметрии по диску Солнца для линии $\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ для разных глубин профиля
 —◆— $R=0,01$ —■— $R=0,02$ —●— $R=0,03$ —▲— $R=0,04$ —×— $R=0,05$
 —*— $R=0,06$ —◇— $R=0,07$ —□— $R=0,08$ —○— $R=0,09$ —△— $R=1,0$

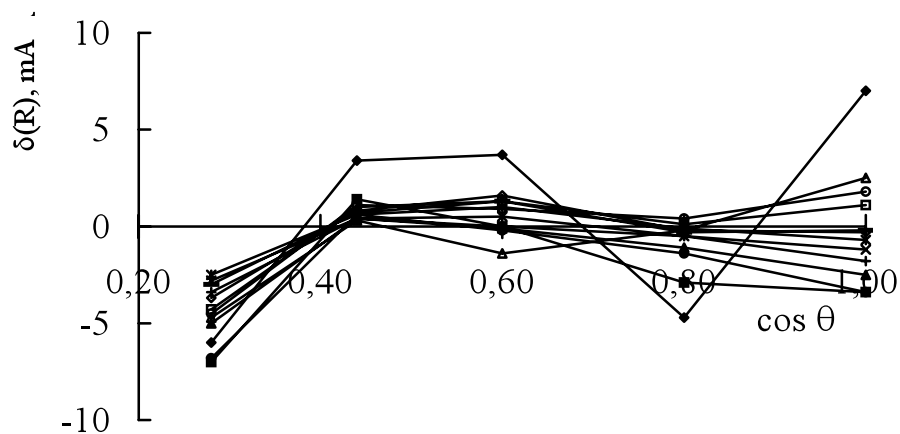


Рис. 2. Изменение дифференциальной асимметрии по диску Солнца для линии $\lambda 6330.096 \text{ \AA}$ для разных глубин профиля

—◆— $R=0,02$ —■— $R=0,04$ —●— $R=0,06$ —▲— $R=0,08$ —+— $R=0,10$ —×— $R=0,12$
 —*— $R=0,14$ —— $R=0,16$ —◇— $R=0,18$ —□— $R=0,20$ —○— $R=0,22$ —△— $R=0,24$

На рис. 1 и 2 представлены изменения дифференциальной асимметрии по диску Солнца при разных глубинах профиля R для линии $\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ SrI и $\lambda 6330.096 \text{ \AA}$ SrI соответственно. Как видно из рис. 1, для линии $\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ SrI изменение по диску Солнца для разных значений R

происходит по разному. Для некоторых глубин профиля наблюдается слабое изменение $\delta(R)$ по диску Солнца, но для всех наблюдаемых точек диска

$$\delta(R) < 0,$$

т.е. асимметрия красная, а при других значениях R для всех точек диска

$$\delta(R) > 0,$$

т.е. асимметрия фиолетовая и не меняет знак.

Для линии $\lambda 6330.096 \text{ \AA}$ CrI картина несколько отличается от предыдущей линии. В среднем при $\cos\theta < 0,45$ при всех глубинах профиля линии $\delta(R) < 0$, т.е. наблюдается красная асимметрия. При

$$0,45 < \cos\theta < 0,80$$

дифференциальная асимметрия

$$\delta(R) > 0,$$

т.е. преобладает фиолетовая асимметрия. Около центра диска Солнца, т.е. при $\cos\theta > 0,80$ в среднем преобладает красная асимметрия.

Надо отметить, что указанные результаты носят предварительный характер и для окончательного заключения об изменении $\delta(R)$ по диску Солнца необходимо продолжить исследование для большого числа линий разных химических элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.М.Кули-Заде. Тонкая структура профилей фраунгоферовых линий в разрешенном и неразрешенном спектре Солнца. Известия БГУ, 2002, №2, 72-99.
2. Э.А.Гуртовенко и др. Профили избранных фраунгоферовых линий для разных положений центр-край на диске Солнца. Киев, 1975, 1-223.
3. Д.М.Кули-Заде. Программа для вычисления асимметрии профилей фраунгоферовых линий в спектре Солнца и звезд. Известия БГУ, 2004, №2, 158-165.

CrI XƏTLƏRİNİN PROFİLLƏRİNİN DİFERENSİAL ASİMMETRİYASININ GÜNƏŞ DİSKİ BOYUNCA DƏYİŞMƏSİ

D.M.QULUZADƏ, T.Q.ƏLİYEVƏ, Z.F.ŞABANOVA

ANNOTASIYA

Məqalədə $\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ CrI və $\lambda 6330.096 \text{ \AA}$ CrI xətlərinin profillərinin diferensial asimmetriyasının Günəş diski boyunca dəyişməsi tədqiq olunur. İşdə Bakı Dövlət Universitetinin astrofizika kafedrasında hazırlanmış yeni, orijinal kəmiyyət üsulundan istifadə olunmuşdur.

DIFFERENTIAL ASYMMETRY VARIATION CrI LINE PROFILES ALONG A SOLAR DISK

D.M.KULI-ZADE, T.Q.ALIEVA, Z.F.SHABANOVA

ABSTRACT

The line profiles differential asymmetry variation along a solar disk for the $\lambda 6135.775 \text{ \AA}$ CrI and $\lambda 6330.096 \text{ \AA}$ CrI is investigated. The new original quantitative method proposed in the astrophysical division of Baku State University is used.