

ASTROFİZİKA

ПРОФИЛИ БАЛЬМЕРОВСКИХ ЛИНИЙ ВОДОРОДА В СПЕКТРЕ ПРОЦИОНА ПО ВЫСОКОДИСПЕРСИОННЫМ СПЕКТРАМ

Д.М.КУЛИ-ЗАДЕ*, З.Ф.ШАБАНОВА**, М.М.ТАИРОВ**

Бакинский Государственный Университет**Батабатская Астрофизическая Обсерватория**ckulizade@mail.ru*

Построены профили бальмеровских линий водорода в спектре Проциона по высокодисперсионным цифровым спектрам, полученным Гриффином с помощью быстросканирующих двойных монохроматоров. Определены основные спектрофотометрические данные линий с большой точностью. Эти данные сравниваются с таковыми, полученными в спектре Солнца как звезды.

Процион (α малого Пса) является двойной звездой с общей массой $M = 2.10 M_{\odot}$. Она относится спектральному классу $F51V - V/DA$ с показателем цвета $U - B = -0.01$, $B - V = 0.4000$. Звезда-спутник с массой $M = 0.60 M_{\odot}$, радиусом $R = 0.012 R_{\odot}$, со светимостью $L = 0.00055 L_{\odot}$ и температурой $T = 7740 K$ вращается вокруг главной звезды с массой $M = 1.50 M_{\odot}$, радиусом $R = 2.05 R_{\odot}$, со светимостью $L = 7.73 L_{\odot}$ и температурой $T = 6650 K$, с периодом $P = 40.82$ год по орбите с эксцентриситетом $e = 0.41$. Ускорение силы тяжести на поверхности спутника два раза больше чем на поверхности главной звезды ($\lg g = 8$ и $\lg g = 4$ для спутника и главной звезды, соответственно).

Из анализа этих данных можно считать, что звезда-спутник не может оказать ощутимое влияние на спектр главной звезды, ибо светимость главной звезды почти 800 раз больше светимости спутника. Так что под спектром этой двойной системы мы будем иметь ввиду спектр главной звезды. Она близка Солнцу по спектральному классу ($G2V$) и классу светимости (V).

Наблюдательный материал

В работе были использованы цифровые спектральные материалы, полученные с помощью быстросканирующего цифрового двойного монохроматора Гриффеном и др. [1] (Photometric Atlas of the spectrum of Procyon, Cambridge, 1979). Описание этого цифрового материала и методика построения профилей линий приведены в [2,3]. Материал охватывает спектральную область от $\lambda 3141.000 \text{ \AA}$ до $\lambda 5460.000 \text{ \AA}$.

Остаточная интенсивность в атласе дается шагом $5 m \text{ \AA}$, что позволяет построить профили фраунгоферовых линий в спектре Проиона и определить их основные спектрофотометрические характеристики (эквивалентные ширины W , полуширины $\Delta\lambda_{1/2}$, четвертиширины $\Delta\lambda_{1/4}$ и центральные глубины R_0) с большой точностью.

В указанном спектральном материале хорошо представлены линии бальмеровской серии $H_\beta(\lambda 4861.342 \text{ \AA})$, $H_\gamma(\lambda 4340.475 \text{ \AA})$ и $H_\delta(\lambda 4101.748 \text{ \AA})$. Эти линии довольно широкие, их крылья простираются на $30\text{-}35 \text{ \AA}$ в обе стороны от центра. Слабые линии, находящиеся на крыльях этих линий, не могут деформировать их профили и легко устранимы.

Для широких бальмеровских линий достаточно построить контуры с шагом $5\text{-}50 m \text{ \AA}$. Для ядра профилей линий мы использовали шаг $5 m \text{ \AA}$, для средних частей профиля – $20 m \text{ \AA}$, а для крыльев – $50 m \text{ \AA}$.

Наблюдаемые профили бальмеровских линий в спектре Проиона

Наблюдаемые профили бальмеровских линий водорода в спектре Проиона приведены в таблице 1, где в первом столбце даны расстояния от центра линии в \AA , во втором, пятом и восьмом – остаточные интенсивности линий в спектре Проиона. Для сравнения в третьем, шестом и девятом столбцах даны остаточные интенсивности тех же линий в спектре полного потока от всего диска Солнца по данным одного из авторов данной работы [4], где использован высокодисперсионный цифровой спектральный материал, полученный с помощью Фурье спектрометра [5].

Таблица 1

Наблюдаемые профили бальмеровских линий водорода в спектре Проиона и Солнца как звезды

$\Delta\lambda$, \AA	$r(\Delta\lambda)$								
	$H_\delta (\lambda 4101.743 \text{ \AA})$		Δr	$H_\gamma (\lambda 4340.475 \text{ \AA})$		Δr	$H_\beta (\lambda 4861.342 \text{ \AA})$		Δr
	Солнце как звезда	Проион		Солнце как звезда	Проион		Солнце как звезда	Проион	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.00	0.212	0.152	0.060	0.172	0.150	0.022	0.150	0.138	0.012
0.05	216	153	063	180	155	025	152	142	010
0.10	242	157	075	196	164	032	156	146	010
0.15	290	164	126	228	175	053	180	155	025
0.20	334	197	137	270	198	072	230	166	064
0.25	384	236	148	324	221	103	290	184	106
0.30	440	264	176	382	253	129	348	202	146
0.35	482	308	174	436	296	140	430	240	190
0.40	510	344	166	492	338	154	486	277	209
0.45	534	373	161	534	370	164	518	313	205
0.50	540	393	147	562	393	169	546	347	199
0.55	554	411	143	580	414	166	572	384	188
0.60	590	425	165	596	432	164	593	424	169
0.65	602	442	160	614	446	168	610	442	168
0.70	620	456	164	626	462	164	626	475	151
0.75	630	468	162	642	473	169	642	492	150
0.80	640	477	163	654	487	167	660	507	153
0.85	650	490	160	666	494	172	672	522	150

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.90	660	496	164	678	502	176	682	534	148
0.95	671	506	165	688	513	175	692	547	145
1.00	680	512	168	698	523	175	700	556	144
1.10	694	533	161	714	541	173	716	574	142
1.20	708	548	160	728	547	181	732	588	144
1.30	720	557	163	740	570	170	742	600	142
1.40	730	573	157	754	585	169	758	614	144
1.50	740	586	154	764	594	170	768	626	142
1.60	750	598	152	772	608	164	780	634	146
1.70	760	608	152	780	617	163	786	645	141
1.80	770	621	149	788	630	158	794	656	138
1.90	772	632	140	794	639	155	798	666	132
2.00	774	643	131	800	648	152	808	672	136
2.10	792	653	139	806	657	149	812	680	132
2.20	800	685	115	812	666	146	818	685	133
2.30	810	690	120	820	672	148	824	690	134
2.40	814	698	116	824	676	148	830	697	133
2.50	816	704	112	830	680	150	832	702	130
2.60	820	709	111	834	687	147	836	710	126
2.70	824	715	109	840	695	145	840	717	123
2.80	828	723	105	844	702	142	844	722	122
2.90	834	729	105	848	706	142	848	728	120
3.00	840	736	104	852	711	141	850	746	104
3.50	852	762	090	870	737	133	862	757	105
4.00	866	780	086	884	756	128	878	786	092
4.50	876	800	076	896	780	116	888	800	088
5.00	886	817	069	906	797	109	900	819	081
5.50	894	830	064	914	819	095	906	830	076
6.00	900	844	056	920	830	090	914	839	075
6.50	906	856	050	926	840	086	920	848	072
7.00	914	865	049	930	849	081	924	856	068
7.50	920	880	040	936	860	076	932	864	068
8.00	924	888	036	940	871	069	940	872	068
8.50	932	890	042	944	880	064	944	878	066
9.00	936	896	040	950	892	058	950	886	064
9.50	940	900	040	954	897	057	952	893	059
10.00	944	902	042	956	900	056	956	900	056
12.00	960	932	028	968	914	054	966	928	038
14.00	972	942	030	976	929	047	976	948	028
16.00	980	950	030	981	942	039	0983	960	023
18.00	986	960	026	986	957	029	988	967	021
20.00	988	966	022	989	968	021	992	976	016
22.00	990	973	017	993	981	012	995	1.000	005
24.00	992	980	012	994	986	008	997		003
26.00	995	985	010	996	995	001	999		001
28.00	997	990	007	998	1.000	002	1.000		0.000
30.00	999	996	003	1.000		0.000			
32.00	1.000	1.000	0,000						

В четвертом, седьмом и десятом столбцах таблицы даны разность остаточных интенсивностей в спектре Проциона и Солнца как звезды.

На рис.1 приведены наблюдаемые профили бальмеровских линий в спектре Проциона и в спектре Солнца как звезды. Как видно, в спектре Проциона профили линий более широкие, чем в спектре Солнца как звезды. Это, безусловно, связано различием физических условий в атмосфере Проциона и Солнца.

На рис.2 приведена зависимость разности $\Delta r = r_{\odot} - r_{pr}$ остаточных интенсивностей профилей в спектре Проциона и Солнца как звезды. Явно видно, что максимальное различие $\Delta r = r_{\odot} - r_{pr}$ наблюдается в центральных частях профилей. С удалением от центральных частей к крыльям линий это различие уменьшается и приближается к нулю.

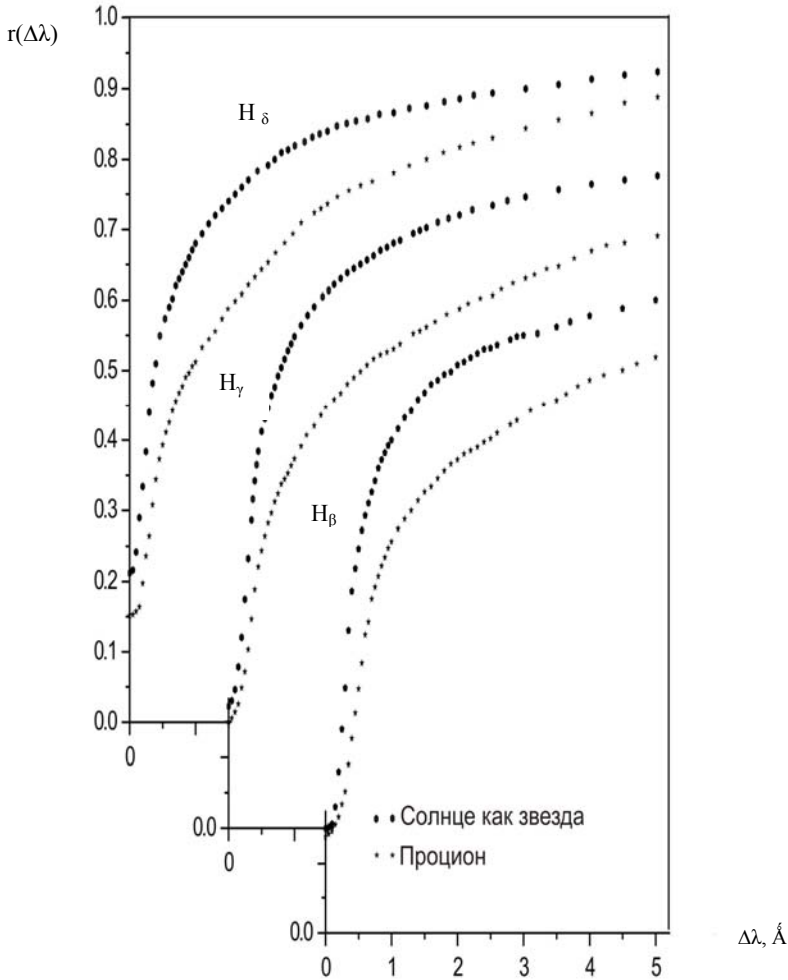


Рис.1. Наблюдаемые профили бальмеровских линий в спектре Процион (••) и Солнца как звезды (••)

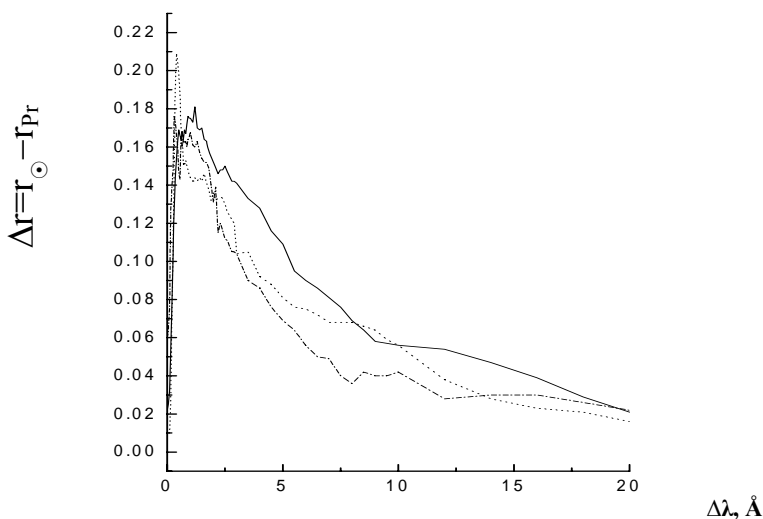


Рис.2. Зависимость $\Delta I = I_{\odot} - I_{Pr}$ от $\Delta\lambda$ (расстояние от центра линии) ($-H_{\gamma}$; $\cdots H_{\beta}$; $-- H_{\delta}$).

Спектрофотометрические характеристики профилей линий

Обычным методом, описанном нами в [6], были определены основные спектрофотометрические характеристики (эквивалентные ширины W , полуширины $\Delta\lambda_{1/2}$, четвертширины $\Delta\lambda_{1/4}$ и центральные глубины R_0) профилей бальмеровских линий в спектре Проциона, которые приведены в таблице 2.

Для сравнения в этой таблице приведены также характеристики этих линий в спектре Солнца как звезды, определенные по высокодисперсионным цифровым спектральным материалам, полученным с помощью фурьеспектрометра Курочом и др.[5].

Таблица 2

Основные спектрофотометрические характеристики бальмеровских линий в спектре Проциона и Солнца как звезды

Линии	H_{δ}		H_{γ}		H_{β}	
	Процион	Солнце как звезда	Процион	Солнце как звезда	Процион	Солнце как звезда
$W, \text{Å}$	6.38	3.95	6.63	3.54	6.04	3.56
R_0	0.848	0.788	0.850	0.828	0.862	0.850
$\Delta\lambda_{1/2}, \text{Å}$	2.80	1.32	2.68	1.12	2.20	1.10
$\Delta\lambda_{1/4}, \text{Å}$	4.41	4.40	9.62	3.82	8.21	3.43

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Griffin R.F. A Fotometric Atlas of the Spectrum of Procyon, Cambridge, 1979, 140 p.
- 2.Кули-Заде Д.М., Шабанова З.Ф. Кинематика и физика небесных тел. 2008, №6, с. 446-451.
- 3.Кули-Заде Д.М. Кинематика и физика небесных тел. 2009, №6, с. 369-371.

- 4.Кули-Заде Д.М. Кинематика и физика небесных тел. 1989, №5, №3, с. 32-37
5.Kurucz R.L., Furenlid I., Brault J., Testerman L. Solar flux atlas from 296 to 1300 nm.,
New Mexico, National Solar observatory, 1984, 239 p.
6.Кули-Заде Д.М. Фраунгоферов спектр Солнца. Баку: ЭЛМ, 2006, 346 с.

**PROSIYONUN YÜKSƏK DISPERSİYALI SPEKTRİNDƏ HİDROGENİN
BALMER XƏTLƏRİNİN PROFİLLƏRİ**

C.M.QULUZADƏ, Z.F.ŞABANOVA, M.M.TAHIROV

XÜLASƏ

Qriffinin tez qeyd edən ikiqat monoxromatorlarda aldığı yüksək dispersiyalı spektral materiallara görə Prosiyon spektrində hidrogenin Balmer xətlərinin profilləri qurulur. Xətlərin spektrofotometrik xarakteristikaları yüksək dəqiqliklə təyin olunur. Bu xarakteristikalar Günəş ulduz kimi spektri ilə müqayisə olunur.

**THE PROFILES OF BALMER LINES OF THE HYDROGEN
AT THE HIGH DISPERSION SPECTRUM OF PROCYON**

J.M.GULUZADEH, Z.F.SHABANOVA, M.M.TAHIROV

SUMMARY

On the base of the digital spectral materials of high dispersion obtained by Griffin in double monochromators, the profiles of Balmer lines in the spectrum of Procyon are constructed. The general spectrophotometric parameters have been determined with high accuracy. These parameters are compared with those obtained in the spectrum of the Sun as a star.