

УДК: 524.5

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗВЕЗД ПО СВОБОДНЫМ ОТ ПОКРАСНЕНИЯ ПАРАМЕТРАМ Q И D

Р.Х.ОГАНЕСЯН

Поступила 3 марта 2004

Принята к печати 7 июля 2004

Получены соотношения между независимыми от межзвездного покраснения величинами - фотометрического параметра Q и величины бальмеровского скачка D для O9-G0 звезд Главной последовательности. Полученные нами средние значения бальмеровских скачков для звезд Главной последовательности мы сравнили с теоретической моделью, представляющей собой зависимость бальмеровского скачка от эффективной температуры, также полученной для звезд Главной последовательности. Показано, что теоретические и наблюдательные, а также полученные нами данные хорошо коррелируют.

1. *Введение.* В настоящее время в качестве основной цветовой системы используется система UBV Джонсона и Моргана [1]. В монографии Страйжиса [2] приводится подробное описание различных фотометрических систем, общий UBV -каталог [3] содержит данные для 98960 звезд.

Джонсон и Морган [4] предложили провести спектральную классификацию звезд по фотометрическим данным UBV . Для того, чтобы обойти влияние межзвездного покраснения на показатели цвета $(B - V)$ и $(U - B)$, они ввели независимый от межзвездного покраснения (поглощения) параметр:

$$Q = (U - B) - (E_{U-B}/E_{B-V})(B - V) = (U - B)_0 - (E_{U-B}/E_{B-V})(B - V)_0, \quad (1)$$

величина которого для O-B звезд коррелирует со спектральным классом. Из (1) было определено среднее отношение E_{U-B}/E_{B-V} для O-B-A2 звезд, равное $0^m.72 \pm 0^m.03$ по всему небу, кроме области Лебеда, где значение равно $0^m.81$.

В эти же годы Шалонж и др. [5-7] развили систему классификации звезд, основанную на измерении величины скачка D - границы бальмеровской серии и длины волны λ_1 , определяющей практическую границу этой серии в спектре.

Позже Бекер [8], используя данные работ [1,4], получил линейную зависимость между параметрами D и Q ($D = 0.525 + 0.525Q$) для звезд типов O-B-A2.

Отметим, что т.к. фотоэлектрические спектрометры более чувствительны и имеют большую точность, чем фотографические, величина D , полученная

фотоэлектрическим методом [8-13], несколько отличается от данных фотографического метода [5-7].

2. *Зависимость Q и D от $(B-V)$ и $(U-B)$.* В настоящей работе определены спектральные классы и значения межзвездного поглощения фотометрически слабых звезд с использованием полученных непосредственно из наблюдений значений показателей цвета $(U-B)$ и $(B-V)$. Мы воспользовались спектрофотометрическими значениями бальмеровских скачков из работ [9-14] и получили усредненные их значения для каждого спектрального подкласса (табл.1). Имея средние значения $D_{срн}$ для каждого спектрального подкласса, можно получить линейную зависимость между $D_{ср}$ и $Q_{ср}$ в виде $D = a + bQ$, где a и b - постоянные величины для звезд спектральных классов O9-A2 и A3-G0, как это сделано в [8].

Для определения численных значений постоянных a и b , средние величины Q для нормальных звезд Главной последовательности типа O9-G0 взяты нами из [1] (табл.13). Для звезд этих же спектральных классов, $D_{срн}$ взяты из табл.1 настоящей работы, с помощью которых

Таблица 1

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН $D_{срн}$ ДЛЯ ЗВЕЗД ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Спектр	$D_{срн}$	Спектр	$D_{срн}$	Спектр	$D_{срн}$	Спектр	$D_{срн}$
O9	0.064	B6	0.346	A1	0.556	F0	0.335
B0	0.102	B7	0.397	A2	0.560	F2	0.283
B1	0.126	B8	0.422	A3	0.541	F5	0.224
B2	0.179	B9	0.485	A4	0.519	F7	0.208
B3	0.231	B9.5	0.518	A5	0.497	F8	0.193
B5	0.294	A0	0.551	A7	0.466	G0	0.160

найлены численные значения a и b как для классов O9-A2, так и A3-G0.

Решение уравнения $D = a + bQ$ методом наименьших квадратов для звезд спектральных классов от O9 до A2 принимает следующий вид:

$$D = 0.561 + 0.561Q, \quad \text{где } \sigma_Q = \pm 0^m.1, \quad \sigma_D = \pm 0.03, \quad (2)$$

а для звезд классов от A3 до G0:

$$D = 0.526 + 0.956Q, \quad \text{где } \sigma_Q = \pm 0^m.02, \quad \sigma_D = \pm 0.03. \quad (3)$$

При этом, в (2) Q определяется по формуле (1) с помощью $(B-V)_0$ и $(U-B)_0$, согласно табл.11 и 12 из [2], где отношение E_{U-B}/E_{B-V} согласно [1,2], равно 0.72, а в (3) значения E_{U-B}/E_{B-V} для каждого используемого подкласса взяты из [2] (табл.8).

Хотя соотношения (2) и (3) получены лишь по средним значениям D и Q для звезд Главной последовательности (V класс светимости), формулы (2) и (3) можно использовать и для звезд других светимостей

НОРМАЛЬНЫЕ КОЛОР-ИНДЕКСЫ $(B-V)_0$, ПАРАМЕТРЫ Q И ЗНАЧЕНИЯ БАЛЬМЕРОВСКИХ СКАЧКОВ D ДЛЯ ЗВЕЗД РАЗНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ И СВЕТИМОСТЕЙ

Св.	V			IV			III			II			I		
	Спектр	$(B-V)_0$	Q	D	$(B-V)_0$	Q	D	$(B-V)_0$	Q	D	$(B-V)_0$	Q	D	$(B-V)_0$	Q
O8	-0.31	-0.917	0.047	-0.31	-0.917	0.047	-0.31	-0.907	0.053	-0.31	-0.907	0.053	-0.30	-0.914	0.048
O9	-0.31	-0.907	0.052	-0.31	-0.907	0.052	-0.31	-0.897	0.058	-0.29	-0.911	0.050	-0.27	-0.926	0.042
B0	-0.30	-0.864	0.076	-0.30	-0.864	0.076	-0.30	-0.874	0.071	-0.28	-0.889	0.063	-0.23	-0.924	0.042
B1	-0.27	-0.756	0.137	-0.27	-0.766	0.131	-0.27	-0.776	0.126	-0.26	-0.793	0.116	-0.19	-0.858	0.080
B2	-0.25	-0.670	0.185	-0.24	-0.680	0.180	-0.24	-0.707	0.164	-0.23	-0.754	0.133	-0.16	-0.825	0.098
B3	-0.21	-0.559	0.248	-0.20	-0.579	0.236	-0.20	-0.606	0.221	-0.20	-0.696	0.171	-0.13	-0.791	0.117
B4	-0.19	-0.503	0.279	-0.19	-0.518	0.270	-0.18	-0.540	0.258	-0.18	-0.640	0.202	-0.11	-0.746	0.143
B5	-0.17	-0.448	0.310	-0.17	-0.458	0.304	-0.16	-0.475	0.294	-0.16	-0.585	0.233	-0.09	-0.701	0.168
B6	-0.15	-0.392	0.341	-0.15	-0.402	0.335	-0.14	-0.419	0.326	-0.14	-0.529	0.264	-0.07	-0.660	0.191
B7	-0.13	-0.336	0.373	-0.13	-0.346	0.367	-0.12	-0.354	0.363	-0.12	-0.474	0.295	-0.05	-0.614	0.217
B8	-0.10	-0.258	0.416	-0.10	-0.268	0.411	-0.10	-0.268	0.411	-0.10	-0.378	0.349	-0.03	-0.558	0.248
B9	-0.07	-0.140	0.483	-0.07	-0.150	0.477	-0.07	-0.160	0.471	-0.07	-0.250	0.421	-0.01	-0.493	0.285
B9.5	-0.04	-0.079	0.520	-0.04	-0.088	0.512	-0.04	-0.103	0.503	-0.045	-0.198	0.450	0.00	-0.417	0.327
A0	-0.02	-0.006	0.558	-0.02	-0.026	0.547	-0.02	-0.046	0.535	-0.02	-0.196	0.485	0.01	-0.342	0.369
A1	0.02	0.016	0.570	0.02	0.016	0.570	0.02	0.016	0.570	0.02	-0.104	0.502	0.03	-0.272	0.408
A2	0.05	0.024	0.574	0.05	0.024	0.574	0.04	0.041	0.584	0.04	0.031	0.552	0.05	-0.226	0.434
A3	0.09	0.015	0.539	0.09	-0.023	0.546	0.08	0.041	0.561	0.07	0.030	0.552	0.06	-0.203	0.447
A4	0.12	-0.002	0.524	0.12	0.013	0.538	0.115	0.031	0.556	0.10	0.018	0.541	0.07	-0.170	0.466
A5	0.15	-0.018	0.507	0.15	-0.000	0.526	0.15	0.023	0.518	0.12	0.014	0.539	0.09	-0.145	0.480
A6	0.17	-0.040	0.489	0.175	-0.028	0.502	0.175	-0.002	0.524	0.15	-0.001	0.527	0.11	-0.10	0.505
A7	0.20	-0.058	0.470	0.20	-0.05	0.483	0.20	-0.025	0.502	0.18	-0.023	0.506	0.13	-0.07	0.522
A8	0.24	-0.122	0.409	0.23	-0.084	0.445	0.23	-0.06	0.469	0.20	-0.034	0.493	0.15	-0.033	0.543
A9	0.27	-0.165	0.368	0.26	-0.129	0.403	0.26	-0.087	0.443	0.23	-0.054	0.474	0.18	-0.003	0.559
F0	0.30	-0.212	0.323	0.29	-0.164	0.369	0.28	-0.115	0.416	0.25	-0.072	0.457	0.20	0.02	0.572
F1	0.33	-0.246	0.290	0.32	-0.20	0.336	0.31	-0.146	0.387	0.275	-0.089	0.441	0.23	0.04	0.583
F2	0.36	-0.281	0.257	0.35	-0.233	0.303	0.34	-0.178	0.356	0.30	-0.111	0.420	0.26	0.054	0.591
F3	0.38	-0.298	0.241	0.37	-0.26	0.277	0.37	-0.205	0.330	0.33	-0.133	0.399	0.31	0.04	0.583
F4	0.41	-0.328	0.212	0.40	-0.291	0.248	0.40	-0.232	0.304	0.36	-0.150	0.384	0.35	0.03	0.577
F5	0.44	-0.358	0.183	0.43	-0.321	0.220	0.43	-0.257	0.281	0.38	-0.160	0.373	0.39	0.096	0.551
F6	0.47	-0.377	0.166	0.47	-0.347	0.194	0.46	-0.289	0.249	0.45	-0.191	0.343	0.45	0.004	0.530
F7	0.49	-0.388	0.155	0.50	-0.371	0.171	0.50	-0.307	0.273	0.52	-0.224	0.312	0.52	-0.028	0.500
F8	0.52	-0.407	0.136	0.53	-0.396	0.148	0.54	-0.356	0.185	0.58	-0.240	0.297	0.58	-0.053	0.475
F9	0.55	-0.395	0.149	0.56	-0.386	0.197	0.59	-0.373	0.169	0.65	-0.264	0.273	0.67	-0.111	0.419
G0	0.58	-0.427	0.118	0.59	-0.386	0.197	0.65	-0.411	0.133	0.72	-0.301	0.238	0.75	-0.178	0.356
G1	0.60	-0.426	0.119	0.61	-0.390	0.193	0.70	-0.330	-	0.75	-0.284	-	0.83	-0.119	0.338
G2	0.62	-0.426	0.119	0.63	-0.394	0.149	0.75	-0.23	-	0.78	-0.299	-	0.90	-0.22	0.316

(IV, III, II и I), т.к. величина D и показатель цвета $(U - B)_0$ очень чувствительны ко всем светимостям спектральных классов O-G2.

Величины бальмеровских скачков, вычисленные из соотношений (2) и (3) для спектральных классов O9-G2 и всех классов светимости, приведены в табл.2.

На основании наблюдательных данных непрерывных спектров в [15] приведены сравнения некоторых параметров распределения энергии для B1-G0 звезд Главной последовательности с теоретическими моделями. График зависимости средних значений бальмеровского скачка от эффективных температур, взятый из работы [15], приведен на рис.1. Для проверки точности средних значений бальмеровских скачков, полученных из наблюдений - $D_{спH}$ (табл.1) и вычисленных нами по формулам (2) и (3) - $D_{спB}$ (4-й столбец табл.2), по примеру [15], были сопоставлены с теоретическими моделями [16,17].

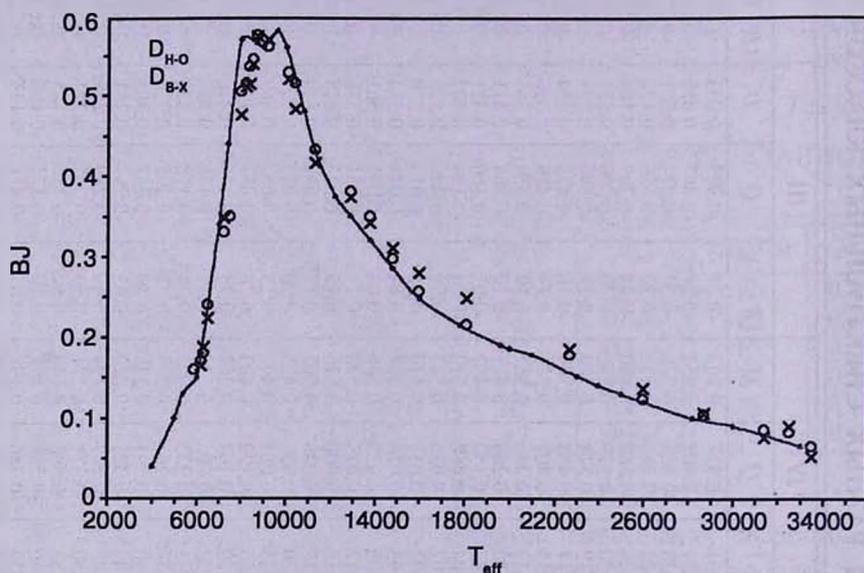


Рис.1. Зависимость величины бальмеровского скачка от эффективной температуры. Кружками обозначены данные наблюдений, крестиками - данные вычислений. Сплошная кривая с - D величины бальмеровского скачка для модели [16,17].

Как видно из рис.1, величины $D_{спH}$ и $D_{спB}$ хорошо согласуются с теоретическими данными [16,17].

3. **Заключение.** В заключение отметим, что формулы (1), (2) и (3) можно рекомендовать для определения параметров Q и D звезд классов O9-G2 всех светимостей по данным показателей цвета $(B - V)_0$ и $(U - B)_0$, а также по отношениям избытков цвета E_{U-B}/E_{B-V} из табл.8 [2]. Значения нормальных показателей цвета $(B - V)_0$, параметры D и Q приведены в табл.2.

Сравнивая полученные из наблюдений величины Q и D по данным $(B-V)$ и $(U-B)$ с Q и D из табл.2, можно определить спектральные классы исследуемых звезд, величины избытков цвета $E_{(B-V)}$, $A_V = 3.2E_{(B-V)}$ и расстояние $\log d = 0.2[(V_0 - M_V) + 5]$, где M_V для соответствующих спектральных классов были взяты из [18].

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна,
Армения, e-mail: rhovhan@bao.sci.am

THE STARS CLASSIFICATION BY THE FREE FROM REDDENING PARAMETERS Q AND D

R.Kh.HOVHANNESIAN

The correlations between the independent from interstellar reddening parameter Q and spectrophotometrical parameter (the value of the Balmer jump) D for the O9 - G0 stars of the main sequence were obtained. The average values of the Balmer jump for O9-G0 stars of the main sequence obtained by us were compared with the theoretical models of the dependence of Balmer jump from the effective temperature for the stars of main sequence. It is shown that the theoretical and observational, as well as the calculated data are in good agreement.

Key words: *stars : classification*

ЛИТЕРАТУРА

1. *H.L.Johnson, W.W.Morgan, Astrophys. J., 117, 313, 1953.*
2. *В.Страйжис, "Многоцветная фотометрия звезд"., Изд. Моклас, Вильнюс, 1977.*
3. *J.-C.Mermilliod, M.Mermilliod, "Catalogue of Mean UBV Data on Stars", Springer-Verlag, New-York, Inc. 1994.*
4. *L.Johnson, W.W.Morgan, Astrophys. J., 122, 142, 1955.*
5. *D.Chalonge, nn. D' Astrophys., 15, 201, 1952.*
6. *L.Divan, Ann. D' Astrophys., 17, 456, 1954.*
7. *Д.Шалонж, Астрон. ж., 33, 490, 1956.*
8. *W.Becker, Basic Astronomical Data, Chicago, 1963, p.241.*

9. *D.J.Stickland*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **153**, 501, 1971.
10. *В.М.Терещенко, А.В.Харитонов*, Труды Астрофиз. ин-та АН Каз.ССР, **21**, 3, 1972.
11. *А.В.Харитонов, В.М.Терещенко, Е.А.Глушневa, В.Р.Ребристый, Л.Д.Фришенберг*, Труды Астрофиз. ин-та Каз.ССР, **24**, 3, 1974.
12. *В.А.Гаген-Торн, Е.В.Рубан*, Бальмеровские скачки и спектрофотометрические градиенты звезд по результатам спектрофотометрических наблюдений., ВИНТИ, N 6001-83, Деп., с.24, 1983.
13. *G.H.Jacoby, D.A.Hunter, C.A.Christian*, Astrophys. J. Suppl. Ser., **56**, 257, 1984.
14. *Е.В.Рубан*, Астрофизика, **21**, 11, 1984; **22**, 75, 1985.
15. *И.Н.Глушневa, В.Т.Дорошенко*, Астрон. ж., **57**, 731, 1980.
16. *D.F.Carbon, O.Gingerich*, In: Theory and observation of Normal Stellar Atmospheres, ed. O.Gingerich, MIT press Cambridge and London, 1969 p.377.
17. *R.Kurucz*, In: Theory and observation of Normal Stellar Atmospheres, ed. O.Gingerich, MIT press Cambridge and London, 1969, p.375.
18. *D.M.Gottlieb*, Astrophys. J. Suppl. Ser., **38**, 287, 1978.