

## ТЕМПЕРАТУРА И ПОВЕРХНОСТНАЯ ГРАВИТАЦИЯ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ FBS ОБЗОРА ИЗ SDSS

П.К.СИНАМЯН

Поступила 22 сентября 2010

Принята к печати 25 мая 2011

Используя данные температуры и ускорения силы тяжести из каталога спектроскопически подтвержденных белых карликов WD Sloan Digital Sky Survey Data Release 4 (SDSS DR4), были выявлены эмпирические формулы для определения температуры и поверхностной гравитации белых карликов. Используя эти формулы, определены температуры и ускорения силы тяжести для пяти спектроскопически подтвержденных белых карликов из обзора FBS, которые не были включены в каталог WD SDSS DR4, а также для 82 WD, которые не были спектроскопически подтверждены. В результате, используя эти формулы, были определены температура и ускорение силы тяжести 87 FBS белых карликов, которые не были включены в каталог WD SDSS.

Ключевые слова: *звезды: белые карлики: температура*

1. *Введение.* В каталоге спектроскопически подтвержденных белых карликов WD Sloan Digital Sky Survey Data Release 4 (SDSS DR4) приведен список 9316 объектов, для которых определены температура и ускорение силы тяжести [1]. Среди этих объектов основную часть составляют белые карлики DA - 8036, а также имеется 713 DB, 41 DO или PG1159, 289 DC, 104 DQ, и 133 DZ.

Первый Бюраканский обзор, известный также как Маркарянский обзор, является крупнейшим в мире низкодисперсионным спектральным обзором для составления полной выборки квазаров (QSO) и сейфертовских галактик (Sy) [2,3]. Вторая часть FBS обзора посвящена обнаружению и исследованию голубых звездных объектов (BSO) [4]. Наблюдения проводились в 1988-2000гг. на 2.6-м телескопе БАО и 1.93-м телескопе ОНР (Франция) [5-12]. В результате классифицированы 753 FBS BSO, среди них 217 WD, 371 sds, 26 HBBs, 6 NHBs, 15 - другие звезды (4 B-A и 11 F-G типов), 38 CVs, 5 PNNs и 54 AGNs.

В данной работе для белых карликов из обзора FBS проводилось кросс-отождествление с каталогом спектроскопически подтвержденных SDSS WD и вычислены температура и ускорение силы тяжести 87 FBS BSO WDs, используя эмпирические формулы, так как не всегда возможно сделать спектральную классификацию этих объектов и, используя сведения о химическом составе, определить температуру и ускорение силы тяжести.

2. *Кросс-корреляция каталога FBS BSO с SDSS.* Для 1103 объектов FBS BSO была проведена кросс-корреляция с каталогом SDSS DR7 [13] с радиусом 5 arcsec. В результате 588 объектов FBS обнаружены в обзоре SDSS. Среди них подтвердились спектральные классы еще для 125 объектов FBS. Из 588 SDSS объектов 463 имеют только фотометрические данные ( $u, g, r, i, z$ ). Среди них имеется 161 sds, 98 WDs, 63 внегалактических объекта и 141 неизвестный по своей природе объект.

3. *Эмпирические соотношения.* В общем итоге имеется 80 SDSS спектров для звезд FBS. В каталоге SDSS WD (<http://das.sdss.org/wdcat/dr4>) опубликованы 58 объектов, из них 32 - белые карлики. Здесь необходимо подчеркнуть, что выборка в каталоге SDSS WD дана для объектов, имеющих показатели цвета в следующем диапазоне:

$$-2 < u-g < 0.833 - 0.667(g-r), \quad (1)$$

$$-2 < g-r < 0.2. \quad (2)$$

Для 32 белых карликов были построены диаграммы ( $\log T/u-r$ , рис.1) и ( $\log(g)/u-g$ , рис.2). Из этих диаграмм после полиномиального совмещения (фиттинг) были получены эмпирические формулы для определения температуры и поверхностной гравитации:

$$\log T = 4.13 - 0.38(u-r) + 0.34(u-r)^2, \quad (3)$$

$$\log g = 8.13 + 0.34(u-g) - 0.89(u-g)^2. \quad (4)$$

Используя эмпирические формулы, можно определить температуры и поверхностные гравитации для 5-ти белых карликов ( $\log T_{\text{eff}} = \pm 0.047$ ,  $\log g_{\text{eff}} = \pm 0.363$ ), которые не были включены в каталог WD SDSS DR4. В табл.1 приведены температура и ускорение силы тяжести для 5-ти белых карликов. В последовательных столбцах приведены: (1) - FBS название, (2-3) - координаты SDSS (RA, DEC), (4-8) -  $u, g, r, i, z$  величины, (9) -

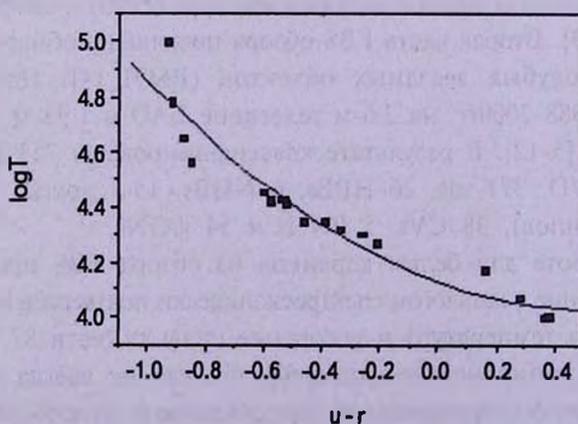


Рис.1. Распределение 32 FBS WDs.

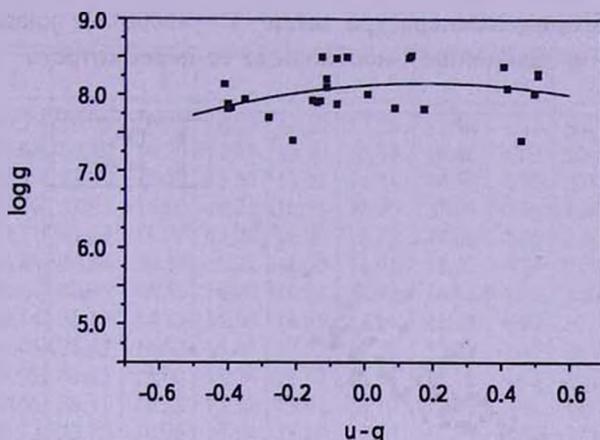


Рис.2. Распределение 32 FBS WDs.

Таблица 1

## ТЕМПЕРАТУРА И УСКОРЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ДЛЯ 5 FBS WDs

FBS	SDSS J2000		SDSS фотометрия					log T	T (K)	logg	Спектр. тип
	R.A.	DEC	u	g	r	i	z				
1233+338	189.0473	33.514	15.57	15.49	15.86	16.7	16.47	4.27	18612	8.10	DA2
1443+337	221.5030	33.481	16.13	16.27	16.29	15.82	15.41	4.20	15801	8.33	DA2
1307+354	197.4899	35.163	15.67	15.29	15.40	15.59	15.82	4.05	11281	8.31	DAV5
1129+373	172.9308	35.163	16.34	16.38	16.61	16.80	17.04	4.26	18210	8.24	DB4
1056+345	164.8560	34.247	15.44	15.43	15.63	15.81	16.04	4.22	16417	8.26	DB5

log T, (10) - температура (K), (11) - logg, (12) - спектральная классификация.

4. *Определение температуры и поверхностной гравитации белых карликов FBS обзора из SDSS.* Учитывая условия (1) и (2), проводился отбор 98 белых карликов из FBS обзора, которые являются спектроскопически неподтвержденными объектами в каталоге SDSS WD, и для которых известны только фотометрические данные SDSS ( $u, g, r, i, z$ ). В результате выбрано 82 FBS WDs, удовлетворяющих условиям (1) и (2).

На рис.3 приведено распределение 82 FBS WDs на двухцветной диаграмме SDSS  $u-g/g-r$ . Используя эмпирические формулы, определены температура и ускорение силы тяжести, которые приведены в табл.2. После пересмотра результатов было выявлено, что у некоторых объектов, которые были классифицированы как DA, температура получается очень высокой, что поставило под сомнение прежнюю классификацию. После предварительной проверки по базам данных некоторые объекты были переклассифицированы, а учитывая диаграмму  $T/N$  (соотношение между температурой и числом объектов DA, рис.4), можно сказать, что для

объектов, у которых температура выше  $T = 45000^\circ \text{K}$ , классификация неправильная и в дальнейшем необходимо ее пересмотреть.

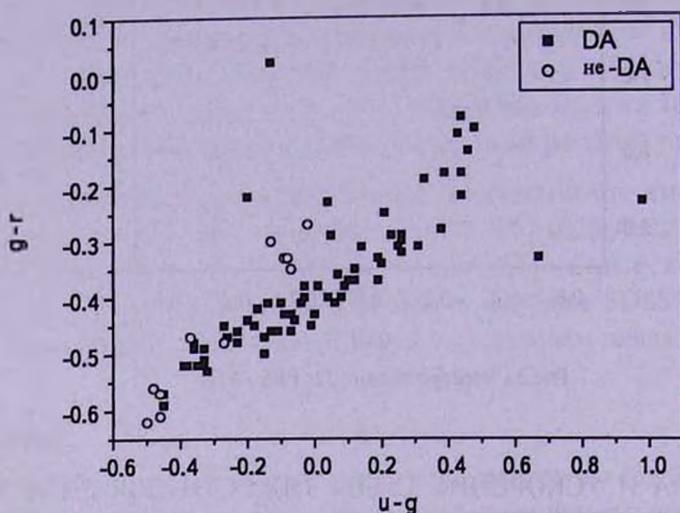


Рис.3. Распределение 82 FBS WDs.

Таблица 2

ТЕМПЕРАТУРА И УСКОРЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ДЛЯ 82 FBS WDs

FBS	SDSS J2000		SDSS фотометрия					log T	T (K)	logg	Спектр. тип
	RA	DEC	u	g	r	i	z				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0259+378	45.63	38.02	15.22	15.49	15.95	16.29	16.61	4.59	38548	7.97	DA3
0615+656	95.13	65.57	15.34	15.72	16.19	16.52	16.83	4.70	49681	7.88	DO
0716+365	110.05	36.39	15.50	14.52	14.75	14.94	15.10	4.04	10866	7.61	DA
0716+404	110.00	40.36	14.60	14.70	15.03	15.29	15.57	4.35	22619	8.09	DB3
0742+653	116.85	65.22	14.95	15.41	16.03	16.42	16.77	4.93	85279	7.78	DO
0743+442	116.86	44.15	14.99	14.77	15.05	15.30	15.60	4.15	14251	8.16	DA5
0802+412	121.49	41.16	14.52	14.90	15.42	15.78	16.10	4.75	56152	7.87	DA
0817+386	125.13	38.48	15.38	15.50	15.96	16.28	16.61	4.47	29333	8.07	DA2
0819+364	125.69	36.24	15.53	15.41	15.76	16.06	16.37	4.23	17092	8.16	DA4
0826+455	127.54	45.34	15.51	15.03	15.13	15.27	15.49	4.03	10828	8.08	DA5s
0858+363	135.45	36.12	14.87	14.47	14.65	14.84	15.05	4.06	11599	8.12	DA4
0904+391	136.94	38.95	16.03	16.14	16.60	16.91	17.21	4.46	28711	8.08	DA
0910+621	138.55	61.96	15.50	15.45	15.74	15.93	16.09	4.24	17392	8.14	DA3
0920+364	140.99	36.14	15.71	15.77	16.21	16.53	16.84	4.40	25371	8.11	DA4
0920+366	140.98	36.39	15.03	15.36	15.88	16.24	16.56	4.70	50489	7.92	DA
0920+375	140.90	37.30	16.59	16.52	16.88	17.14	17.57	4.27	18567	8.15	DA
0933+383	144.25	38.12	15.04	15.17	15.63	15.98	16.27	4.48	29986	8.07	DA2
0934+338	144.29	33.57	16.09	16.10	16.55	16.87	17.21	4.38	23851	8.12	DA3
0944+424	146.85	42.24	16.09	16.16	16.62	16.94	17.26	4.43	26675	8.10	DA
0947+639	147.91	63.76	14.27	14.41	14.82	15.15	15.44	4.44	27788	8.06	DA3
0954+697	149.63	69.48	15.72	15.75	16.16	16.51	16.78	4.36	22826	8.12	DA3

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0958+353	150.31	35.09	16.29	16.68	17.20	17.58	17.90	4.75	56778	7.86	DA
1002+699	151.68	69.70	16.20	15.81	16.10	16.34	16.61	4.09	12433	8.13	DA
1005+642	152.40	63.98	13.59	13.53	13.94	14.21	14.50	4.30	20153	8.14	DA2
1007+382	152.76	38.03	16.60	16.22	16.51	16.75	17.01	4.10	12489	8.13	DA
1009+416	153.21	41.39	16.07	16.20	16.50	16.75	17.00	4.36	22743	8.07	DB
1018+411	155.48	40.84	16.19	16.22	16.60	16.91	17.23	4.34	21926	8.12	DA3
1039+412	160.64	40.95	16.55	16.10	16.24	16.42	16.65	4.04	11083	8.10	DA
1101+365	166.14	36.18	14.82	14.50	14.69	14.94	15.19	4.09	12172	8.14	DA3
1103+385	166.46	38.22	16.63	16.80	17.23	17.59	17.87	4.48	30100	8.04	DA
1113+413	168.97	41.05	15.00	15.09	15.52	15.86	16.18	4.43	26624	8.09	DA2
1119+386	170.66	38.31	16.25	15.58	15.92	16.19	16.49	4.04	10975	7.95	DA4
1120+439	170.73	43.72	14.96	15.14	15.59	15.94	16.29	4.51	32306	8.03	DA1
1132+452	173.87	44.97	16.34	16.08	16.38	16.69	16.96	4.15	13979	8.16	DA
1138+424	175.40	42.14	15.83	16.02	16.46	16.79	17.12	4.51	32430	8.03	DA
1155+443	179.57	44.08	16.63	16.38	16.67	16.95	17.23	4.14	13924	8.16	DA
1158+432	180.29	43.00	16.45	16.01	16.19	16.39	16.62	4.05	11337	8.10	DA4
1204+450	181.70	44.83	14.85	15.05	15.27	15.64	15.90	4.35	22593	8.02	DA2
1211+393	183.39	39.02	16.38	16.28	16.65	16.93	17.25	4.26	18070	8.15	DA3
1230+417	188.11	41.49	15.59	15.51	15.91	16.20	16.48	4.28	19228	8.15	DA2
1241+651	190.84	64.88	16.54	16.57	16.84	17.08	17.27	4.27	18807	8.12	DB4p
1252+378	193.81	37.54	14.97	15.45	16.01	16.32	16.54	4.90	78995	7.76	DAO
1255+426	194.35	42.35	16.66	17.11	17.69	17.98	18.14	4.88	38329	7.80	DA3
1328+344	202.80	34.14	15.13	14.93	15.28	15.55	15.83	4.19	15503	8.16	DA4
1335+369	204.47	36.63	14.82	14.78	15.01	15.29	15.45	4.21	16305	8.14	DA4
1353+409	208.99	40.68	15.24	15.31	15.74	16.05	16.38	4.40	25268	8.10	DA3
1410+425	213.03	42.27	16.08	15.82	16.14	16.41	16.70	4.15	14285	8.15	DA4
1422+433	216.21	43.16	15.78	15.78	16.21	16.50	16.79	4.36	22700	8.13	DA
1430+427	218.14	42.51	14.28	14.41	14.39	14.66	14.89	4.18	15054	8.07	DA2
1444+637	221.51	63.49	15.58	15.93	16.42	16.77	17.08	4.69	49534	7.89	DA:
1450+432	223.06	43.03	14.16	14.31	14.78	15.12	15.44	4.49	31071	8.06	DA1
1501+664	225.54	66.21	15.47	15.97	16.59	17.00	17.37	4.99	97980	7.73	PG1159
1502+349	226.13	34.78	16.43	16.41	16.79	17.07	17.39	4.31	20508	8.13	DA
1502+351	226.01	34.91	15.83	15.70	16.01	16.28	16.56	4.21	16142	8.16	DA4
1513+442	228.70	44.03	14.89	15.11	15.57	15.93	16.25	4.55	35349	8.01	DA2
1519+384	230.38	38.21	15.67	15.57	15.95	16.25	16.53	4.27	18476	8.15	DA3
1520+447	230.57	44.55	16.70	16.45	16.76	17.05	17.32	4.16	14302	8.16	DA4
1522+663	230.74	66.08	16.09	16.55	17.13	17.51	17.79	4.89	77048	7.78	DO
1553+354	238.76	35.22	14.50	14.59	15.00	15.30	15.59	4.41	25551	8.09	DA3
1559+369	240.35	36.81	14.82	14.39	14.50	14.72	14.91	4.04	11039	8.11	DA4.5
1603+432	241.34	43.08	14.20	14.52	15.06	15.42	15.79	4.70	50155	7.93	DAB
1608+419	242.52	41.84	16.87	16.68	17.01	17.28	17.60	4.19	15511	8.16	DA4
1631+396	248.41	39.51	14.48	14.29	14.66	14.94	15.25	4.21	16179	8.16	DA
1636+351	249.61	35.00	14.26	14.59	15.09	15.43	15.74	4.68	47365	7.91	DA1
1637+335	249.87	33.42	15.04	14.61	14.69	14.81	15.00	4.04	10923	8.11	DA5s
1641+388	250.76	38.69	14.74	14.47	14.77	15.03	15.31	4.14	13903	8.15	DA6
1642+386	251.10	38.48	15.85	16.20	16.73	17.09	17.46	4.72	52923	7.90	DA1
1642+413	250.92	41.28	15.72	15.95	16.44	16.78	17.14	4.58	37926	8.00	DA2
1647+376	252.33	37.47	14.73	14.77	15.19	15.50	15.81	4.38	23714	8.11	DA3

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1648+371	252.53	37.02	15.22	15.55	16.06	16.40	16.71	4.69	49076	7.92	DA1
1654+637	253.62	63.66	15.86	15.54	15.85	16.17	16.42	4.13	13458	8.15	DA4
1658+440	254.95	44.02	14.31	14.58	15.04	15.37	15.70	4.59	38513	7.98	DA2p
1704+347	256.57	34.66	15.26	15.41	15.90	16.24	16.58	4.51	32629	8.06	DA
1713+333	258.90	33.22	14.27	14.24	14.63	14.96	15.22	4.31	20497	8.14	DA2
1713+696	258.28	69.52	13.43	13.22	13.48	13.74	14.04	4.15	14014	8.16	DA3
1720+361	260.53	36.04	15.65	15.21	15.43	15.63	15.86	4.06	11557	8.10	DA4
1738+669	264.51	66.90	13.80	14.25	14.81	15.20	15.55	4.87	73595	7.80	DA:
1822+410	275.90	41.07	14.01	14.09	14.41	14.66	14.91	4.34	22011	8.09	DBA3
1822+414	275.99	41.49	13.99	14.26	14.74	15.08	15.39	4.61	40452	7.97	DAB
1827+779	276.29	77.93	15.44	15.80	16.28	16.62	16.91	4.69	48417	7.89	DA
2222+394	336.05	39.66	14.16	14.23	14.58	14.85	15.09	4.35	22146	8.10	DAZ
2345+407	357.02	41.04	14.59	14.47	14.84	15.12	15.40	4.24	17541	8.16	DA

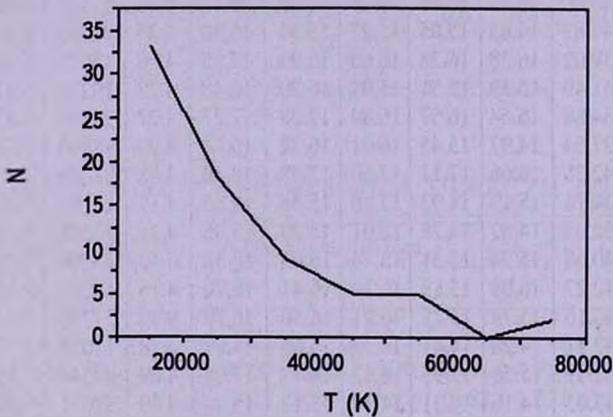


Рис.4. Распределение 82 FBS WDs по температурам.

5. *Заключение.* Для 1103 объектов FBS BSO была проведена кросс-корреляция с каталогом SDSS DR7 [13] с радиусом 5 arcsec. В результате 588 объектов FBS обнаружены в обзоре SDSS. Из них 463 имеют только фотометрические данные ( $u, g, r, i, z$ ). В общем итоге имеется 80 SDSS спектров для звезд FBS. В каталоге SDSS WD опубликованы 58 объектов, из них 32 - белые карлики. Используя эмпирические формулы, определены температура и ускорение силы тяжести для 87 FBS WDs. Показано, что данные обзора SDSS могут быть эффективно использованы для определения физических характеристик имеющихся в нем объектов.

TEMPERATURE AND SURFACE GRAVITY OF FBS  
WHITE DWARFS FROM SDSS

P.K.SINAMYAN

Using the temperature and surface gravity data from the catalog of spectroscopically confirmed white dwarfs (WD) of the Sloan Digital Sky Survey Data Release 4 (SDSS DR4), empiric formulae for determination of temperatures and surface gravities of white dwarfs have been revealed. The revealed formulae have been used for 82 FBS WDs from the SDSS to calculate temperatures and surface gravities. As a result, temperatures and surface gravities of 87 FBS WDs not included in the SDSS WD catalog have been calculated.

Key words: *stars: white dwarfs: temperature*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *D.J.Eisenstein, J.Liebert, H.C.Harris et al.*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **167**, 40, 2006.
2. *Б.Е.Маркарян*, *Астрофизика*, **3**, 55, 1967.
3. *В.Е.Маркарян et al.*, *Commun. Special Astrophys. Obs.*, **62**, 5, 1989.
4. *Н.В.Абрахамян, В.А.Липоветский, А.М.Микаелян, J.A.Stepanian*, CDS, Strasbourg, Catalog No. II/223, 1999.
5. *Г.В.Абрамян, А.М.Микаелян*, *Астрофизика*, **35**, 363, 1991.
6. *А.М.Микаелян*, *Astron. Astrophys. Transactions*, **18**, 557, 2000.
7. *А.М.Микаелян, А.С.Gonçalves, М.Р.Véron-Cetty, P.Véron*, *Astrophysics*, **42**, 1, 1999.
8. *А.М.Микаелян, А.С.Gonçalves, М.Р.Véron-Cetty, P.Véron*, *Astrophysics*, **44**, 14, 2001.
9. *П.К.Синамян, А.М.Микаелян*, *Астрофизика*, **49**, 333, 2006.
10. *П.К.Синамян, А.М.Микаелян*, *Астрофизика*, **51**, 51, 2008.
11. *П.К.Синамян, А.М.Микаелян*, *Астрофизика*, **51**, 277, 2008.
12. *П.К.Синамян, А.М.Микаелян*, *Астрофизика*, **52**, 85, 2009.
13. *К.Н.Абазджян, J.K.Adelman-McCarthy, М.А.Agüeros et al.*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **182**, 543, 2009.