

ИТОГИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ГОЛУБЫХ ЗВЕЗДНЫХ ОБЪЕКТОВ FBS

П.К.СИНАМЯН, А.М.МИКАЕЛЯН

Поступила 30 апреля 2008

Принята к печати 12 ноября 2008

Приводятся результаты спектральных наблюдений 10 голубых звездных объектов FBS на телескопах ОНР-1.93м и БАО-2.6м, а также общие итоги всех спектральных наблюдений и классификации FBS BSO в течение 1987-2000гг. и классификации этих объектов из всех доступных источников, всего для 753 объектов из 1103. Приводятся и обсуждаются примерные щелевые спектры для основных типов объектов в сопоставлении с оцифрованными низкодисперсионными спектрами из DFBS. По итогам спектральных исследований рассматривается природа объектов FBS. Построены двухцветные диаграммы по данным SDSS, что позволило найти области, занимаемые разными типами для дальнейшего выяснения неизвестных по природе объектов.

Ключевые слова: *звездные объекты:спектры:классификация*

1. *Введение.* Основной целью обзоров голубых звездных объектов является составление полной выборки квазаров, белых карликов, катаклизмических переменных и других интересных типов объектов и их дальнейшее исследование. Одной из таких работ является Первый Бюраканский Обзор (FBS, [1]), и в частности, его вторая часть [2]. Для 1103 отобранных FBS голубых звездных объектов (BSO) опубликован электронный каталог в CDS [3], в работе [4] приведен обзор исследований по FBS BSO, а в работе [5] приведены точные координаты объектов, что позволило провести точные кросс-идентификации с известными каталогами и подготовить новый переработанный и дополненный многоволновой каталог FBS BSO [6].

Для значительной части объектов, отобранных в этом обзоре, начиная с 1987г., были проведены спектральные наблюдения с целью классификации и определения их физических свойств [7-13]. Однако большая часть этого богатого наблюдательного материала, полученного в течение 5 лет на 2.6-м телескопе БАО с помощью спектрографа UAGS [14] в 1987-1991гг., оставалась необработанной до недавнего времени и лишь с появлением мощных профессиональных сканеров стало возможным его оцифрование и обработка (более 650 щелевых спектров голубых звездных объектов трех полос FBS с центральными склонениями  $\delta = +43^\circ$ ,  $+39^\circ$  и  $+35^\circ$ ). Эти спектры опубликованы в [11-13]. Последние наблюдения FBS BSO проводились в 1997-2000гг. уже с помощью CCD на 1.93-м телескопе

обсерватории Верхнего Прованса (ОНР, Франция) с помощью спектрографа CARELEC [15] и на 2.6-м телескопе БАО с помощью спектральной камеры ВууFOSC [16]. Так как эти последние наблюдения проводились с целью поиска новых ярких квазаров [8,9], спектры выявленных звезд не классифицировались и не публиковались.

В данной работе приводятся данные для 10 звезд FBS с  $\delta \geq +61^\circ$  по спектральным наблюдениям 1997-1999гг., чем завершается цикл спектральных исследований FBS BSO, и итоги всех спектральных наблюдений в 1987-2000гг. По итогам всех наблюдений проанализированы возможности низкодисперсионного спектрального материала FBS в плане отбора и опознавания различных типов объектов. Проведены повсеместный анализ полученных данных и оценка состава и эффективности обзора FBS.

2. *Общие итоги спектральных наблюдений FBS BSO.* В табл.1 приведен список 10 голубых звездных объектов FBS в полосах с  $\delta \geq +61^\circ$ , которые наблюдались в 1997-1999гг. В последовательных столбцах приведены: 1 - номер FBS, 2 - обозначение FBS, 3 - низкодисперсионный спектральный (low-dispersion spectrum, LDS) тип, 4 - звездная величина

Таблица 1

## СПИСОК 10 FBS BSO НАБЛЮДАВШИХСЯ В 1997-1999гг.

FBS №	FBS название	LDS тип	<i>B</i>	<i>B-V</i>	Аппаратура	Дата набл.	Эксп. с	FWOI Å	FWHM Å	Спектр класс
760	0632+663	N3e:	16.38	0.93	CARELEC	28.10.1997	900	86.2	28.1	sdB
854	1755+663	N2	16.34	0.54	CARELEC	26.05.1998	1200	99.8	18.7	F0
876	0929+733	B3:	16.82	0.39	ВууFOSC	25.11.1998	2400	92.3	24.1	sdOD
878	0944+713	B3e:	17.62	-0.55	CARELEC	14.01.1999	1200	102.0	28.4	DA:
942	0421+740	B1	14.90		CARELEC	28.10.1997	1200	72.8	20.6	sdB
1021	1452+762	N2e	16.30	0.59	CARELEC	25.05.1998	1200	104.6	19.4	sdB
1022	1500+752	B2a	16.97		CARELEC	25.05.1998	1200	55.2	22.8	DA:
1055	0744+818	B1e	16.44	0.29	CARELEC	14.01.1999	1200	55.5	19.8	sdB:
1068	1049+803	N1e	16.98	0.63	ВууFOSC	25.11.1998	1200	63.1	12.6	sdF:
1080	1401+865	N1e:	16.64	1.27	CARELEC	25.05.1998	1200			DZ

*B* и *B-V* - показатель цвета *B-V* согласно суммарной фотометрии MAPS [17] и USNO-B1.0 [18], 6 - наблюдательная аппаратура, 7 - дата наблюдений, 8 - длительность экспозиции в секундах, 9 - средняя ширина линий на нулевой интенсивности (FWOI), 10 - средняя полуширина FWHM для бальмеровских линий в ангстремах и 11 - спектральный класс объектов.

Классификация проводилась по схеме, приведенной в [19], а подтипы белых карликов взяты по аналогии с [20]. Для разделения WD, sd и HBB, как и в предыдущих работах, приняты следующие пределы для FWOI и FWHM бальмеровских линий: для WD  $FWOI > 50 \text{ \AA}$  и/или  $FWHM > 25 \text{ \AA}$ ; для sd  $25 \text{ \AA} < FWOI < 50 \text{ \AA}$  и/или  $10 \text{ \AA} < FWHM < 25 \text{ \AA}$  и для HBB

$FWOI < 25A$  и/или  $FWHM < 10A$ . Также учтена величина бальмеровского скачка для разделения между sd и HBB.

В общей сложности по программе спектральных исследований FBS BSOs проведено 120 ночей наблюдений, включая 111 ночей на 2.6-м телескопе БАО со спектрографом UAGS (1987-1991), 4 ночи на 1.93-м телескопе ОНР с CARELEC и 5 ночей на 2.6-м телескопе БАО с VuFOSC. Статистика наблюдений приводится в табл.2, где в последовательных столбцах дано количество наблюдаемых объектов и полученных спектров для разных полос FBS для фотографических (в 1987-1991гг.) и CCD (в 1997-2000гг.) спектров БАО и ОНР в отдельности. Всего было наблюденно и классифицировано 485 спектров для 406 объектов, причем некоторые объекты имели опубликованные спектральные классы, однако после нашей классификации они пересмотрены.

Таблица 2

### СТАТИСТИКА ВСЕХ НАБЛЮДЕНИЙ ГОЛУБЫХ ЗВЕЗДНЫХ ОБЪЕКТОВ FBS

Полоса FBS	БАО-2.6 1987-1991гг.		ОНР-1.93 1997-1999гг.		БАО-2.6 1998-2000гг.		Всего*	
	объекты	спектры	объекты	спектры	объекты	спектры	объекты	спектры
+35	126	139	6	7	0	0	127	146
+39	130	151	3	3	1	2	131	156
+43	134	158	11	11	2	2	136	171
+63+ +86	-	-	9	9	3	3	12	12
Всего	390	448	29	30	6	7	406	485

\* Некоторые объекты наблюдались как фотографическим, так и цифровым методами, поэтому суммарное количество отличается от суммы цифр, приведенных в отдельных столбцах.

Для разработки принципов классификации наших спектров и для уточнения классов некоторых объектов, наблюдались также некоторые объекты с известной классификацией, которые также включены в числа, приведенные в табл.2.

Выявлены новые белые карлики, горячие субкарлики, звезды HBB, катаклизмические переменные, планетарные туманности, а также внегалактические объекты: квазары и голубые галактики.

3. *Основные результаты классификации FBS BSO.* Результаты спектральных наблюдений и классификации FBS BSO нами опубликованы в [7-13], а также в первой части данной работы. Однако, наряду с нашими наблюдениями, объекты выборки FBS исследовались и в других работах. В частности, большое количество объектов (277) пересекается с PG каталогом [19], где приведены их спектральные типы (133 sd, 89 WD, 14 CV, 23 AGN и др.). В обзоре HQS [27] имеется 24 FBS объекта (4 AGN и 20 звезд).

С появлением SDSS [22] стали известны или подтвердились спектральные классы еще для 120 объектов FBS, включая 39 AGN, 2 CV, 31 WD, 42 sd и др. (следует заметить, что спектральные классы для звезд в SDSS не приведены, и классификация проводилась нами по вышеуказанным критериям). Проводились также кросс-отождествления FBS BSO с базами данных SIMBAD и NED, а также с каталогами AGN [23], PNN [24], CV [25] и WD [26] (так как ряд этих объектов отсутствует в SIMBAD и NED).

Таким образом, кроме 406 объектов, классифицированных по нашим работам, дополнительно имеется 347 FBS BSO с известными спектральными классами. В общей сложности классифицировано 753 из 1103 голубых звездных объектов FBS (68.3%).

Таблица 3

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ FBS BSO ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ ТИПАМ

Спектральный тип	Полоса $\delta = +35^\circ$	Полоса $\delta = +39^\circ$	Полоса $\delta = +43^\circ$	Полоса $\delta = +63^\circ + +86^\circ$	Всего	%
Star*		3	7	5	15	2.0
HBB/NHB	9	9	12	2	32	4.2
Sd	77	115	119	60	371	49.3
WD	40	41	41	95	217	28.8
CV	8	3	8	19	38	5.0
PNN		2	1	2	5	0.7
AGN**	11	10	14	19	54	7.2
Gal	2	5	2	5	14	1.9
cont/nonstellar	2	3	1	1	7	0.9
Всего известных	149	191	205	208	753	100.0
Неизвестные	61	20	28	241	350	
Всего	210	211	233	449	1103	

\* содержит звезды Главной последовательности типов AFG.

\*\* содержит QSO, Sy и III.

В табл.3 приводится распределение FBS BSO по спектральным типам и по полосам  $\delta = +35^\circ$ ,  $+39^\circ$ ,  $+43^\circ$  и  $+61^\circ + +86^\circ$ .

Как видно, наиболее большими населенными представлены субкарлики и белые карлики, которые вместе составляют 78.1% всех FBS BSO. Распределение, приведенное в табл. 3, довольно близко к составу объектов PG [19] с некоторым преимуществом в количестве наиболее интересных объектов (27.0% WD, 3.7% CV и 6.8% AGN в обзоре PG). Этот факт можно объяснить как преимуществом спектрального (FBS) отбора по сравнению с колориметрическим (PG), так и более глубоким пределом FBS по сравнению с PG (относительное число слабых квазаров больше).

4. *Природа голубых звездных объектов FBS.* После получения щелевых спектров и классификации звездообразных объектов FBS, а также

учитывая результаты спектральной классификации этих объектов другими авторами (в общей сложности примерно для 68% объектов всей выборки), выяснилось, что около 62% оказались звездами. Среди них наиболее многочисленными являются подвыборки горячих субкарликов sd (49.3% от общего числа классифицированных объектов) и белых карликов WD (28.8%).

Следует напомнить, что одной из основных целей отбора BSO являлся поиск ярких квазаров, в ходе которого в число кандидатов в квазары попадали и ряд объектов, не имеющих очевидного УФ-избытка, однако, показывающие пекулярное распределение энергии в спектре. Впоследствии (после получения щелевых спектров) некоторые из этих объектов классифицировались как звезды Главной последовательности типов F-G. Отсюда и наличие некоторых таких звезд в нашей выборке, что, строго говоря, является следствием неправильного отбора.

Голубые звездные объекты включают в себя целый ряд интересных объектов, что было выявлено еще в первом большом обзоре Паломара-Грина (PG, [19]): компактные (звездообразные) внегалактические объекты - квазары (QSO), лацертиды (BLL) и сейфертовские галактики (Sy), относительно редкие звезды Главной последовательности ранних O-B классов, звезды типа В горизонтальной ветви (HBB), горячие субкарлики (sd), белые карлики (WD), катаклизмические переменные (CV), центральные звезды (ядра) планетарных туманностей (PNN), а также другие пекулярные объекты. Наличие УФ-избытка у них имеет разное физическое объяснение, однако это общее наблюдаемое свойство позволяет открыть все эти классы в обзорах по поиску голубых звездных объектов (точнее, объектов с УФ-избытком). Все эти объекты важны для изучения происхождения и эволюции звезд и галактик.

Оцифровка пластинок обзора FBS и создание его оцифрованного варианта (DFBS - Digitized First Byurakan Survey, [21]) позволили проанализировать цифровые LDS спектры FBS BSO, имея их щелевые аналоги намного лучшего разрешения, и создать обратную связь между этими спектрами с целью дальнейшего более качественного и однородного отбора аналогичных объектов. Более того, при дальнейшем отборе будут уже исключены LDS спектры объектов, оказавшиеся неправильно отобранными, а также будут использованы смоделированные спектры для ряда других интересных типов объектов.

На рис.1 приведены примеры одномерных LDS спектров из DFBS (Интернет портал DFBS находится по адресу <http://byurakan.phys.uniroma1.it> и в ближайшем будущем будет доступен также по <http://arvo.sci.am/>) и соответствующие щелевые спектры для разных типов голубых звездных объектов FBS как по нашим фотографическим и CCD наблюдениям, так и по данным SDSS (Sloan Digital Sky Survey, [22]): квазара QSO, абсорбционной галактики Gal, планетарной туманности PN, катаклизмической переменной CV, белых карликов подклассов DA и DAB, субкарликов подклассов

sdB-O, sdB, sdOB, sdOA и sdA-F, звезд горизонтальной ветви HBB.

Ниже приведено описание спектров основных типов BSO и сравнительный анализ между LDS и щелевыми спектрами.

*Активные галактические ядра (AGN).* Имеют широкие эмиссионные линии и незвездное (плоское) распределение энергии, заметное также на низкодисперсионных спектрах. Однако при слабом спектре линии часто незаметны, а это распределение приближается к распределению обычных звезд, что приводит к отбору ряда ошибочных кандидатов в AGN. Граница между QSO и Sy определяется по абсолютной звездной величине: объекты ярче  $-23^m$  причисляются к квазарам, а слабее - к Sy1. Среди активных галактик также встречаются HII, активность которых, однако, не приписывается к ядру. Согласно каталогу AGN [23], в числе FBS BSO имеются 54 активные галактики. Их красные смещения занимают диапазон 0.015-2.726, что дает понятие о возможности отбора AGN по FBS LDS в этих пределах (объекты с большими  $z$  уже не имеют УФ-избытка).

*Галактики (Gal).* В число FBS BSO попали несколько галактик, по видимому пропущенные в обзоре Маркаряна. Спектральные наблюдения показывают, что они, в основном, являются абсорбционными галактиками. На LDS выделяются наличием УФ-избытка.

*Ядра планетарных туманностей (PNN).* Планетарные туманности в FBS выделяются их типичным эмиссионным спектром, а их ядра, как правило являющиеся белыми карликами или субкарликами ранних спектральных классов, по УФ-избытку. Многие слабые PN теряются на фоне яркого неба, поэтому их выявление по их ядрам является эффективным методом их обнаружения. Согласно каталогу PN [24], в числе FBS BSO имеется 5 планетарных туманностей.

*Катаклизмические переменные (CV).* Имеют узкие эмиссионные линии бальмеровской серии, а часто и гелия HeI, и HeII. Выделяется также полоса Боуэна на 4640 Å. Однако из-за малых значений эквивалентных ширин этих линий (например, по сравнению с линиями квазаров), на LDS крайне трудно их заметить, в том числе на оцифрованных спектрах (рис.1). С другой стороны, спектры CV не имеют такого значительного УФ-избытка, как например sd или WD, и в итоге отбор кандидатов в CV становится практически невозможным. Таким образом, CV среди FBS BSO найдены среди ничем не выделяющихся объектов, т.е. практически случайно. Согласно последнему каталогу CV [25], в число FBS BSO входит 38 катаклизмических переменных. Среди них выделяются подтипы карликовых новых (DN) и новоподобных переменных (NL) и один объект подтипа DQ Her.

*Белые карлики (WD).* Имеют широкие бальмеровские и некоторые другие линии поглощения (HeI, HeII, линии металлов у объектов сравнительно поздних подклассов). Как правило, эти линии (в основном бальме-

ровские) легко заметны на FBS LDS, что облегчает их отбор даже в случае умеренного УФ-избытка (рис.1). Согласно каталогу WD [26], в составе FBS BSO имеется 217 белых карликов. Среди них встречаются подклассы DO, DOB, DB, DAB, DA, DAZ, DZ (с подклассами), DQ, и DC. Основную часть (85%) составляют DA карлики. Наряду с тем, что WD имеют высокую плотность вещества ( $10^5$ - $10^6$  г/см<sup>3</sup>) и содержат вырожденный газ, некоторые из них показывают переменность (карлики типа ZZ Ceti), а другие имеют сильные магнитные поля (магнитные белые карлики), что ставит этот класс в ряд самых интересных объектов с точки зрения физики и эволюции звезд. Создание и исследование подвыборки FBS WD представляет большой интерес, так как отбор по низкодисперсионным спектрам можно осуществить как по УФ-избытку, так и по широким абсорбционным линиям.

*Горячие субкарлики (sd).* Имеют бальмеровские и некоторые другие линии поглощения средней ширины (см. выше), которые в некоторых случаях (при больших значениях эквивалентной ширины) заметны также на FBS LDS. Наряду с некоторыми, WD являются самыми горячими звездами и обычно имеют максимальный УФ-избыток, что ставит эти объекты в ряд самых легко выделяемых объектов на наших пластинках. Учитывая большой процент sd среди FBS BSO (49%), при отсутствии других характерных особенностей (типичных для AGN, PNN или WD), объект с большой вероятностью оказывается субкарликом. Встречаются sd типов sdOA, sdOB, sdOC, sdOD, sdO, sdB-O, sdB, sdA, sdA-F. Типом sd обозначены объекты с неуверенной классификацией.

*Звезды типа В горизонтальной ветви (HBB).* Имеют бальмеровские линии поглощения меньшей ширины (см. выше). Характерной особенностью является резкий бальмеровский скачок, который использовался как дополнительный критерий для разделения классов sdB и HBB. Наряду с HBB, используется также тип NHB, который обозначает промежуточные объекты между HBB и звездами Главной последовательности. Понятно, что как в случае разделения между WD и sd, так и между sd и HBB, также имеется ряд промежуточных объектов, классификация которых в некоторой степени условна.

*Звезды Главной последовательности ранних OB классов.* Имеют узкие бальмеровские линии поглощения и линии гелия HeI и HeII. Как известно, эти объекты довольно редки по сравнению со звездами промежуточных и поздних классов AFGKM, что позволило отобрать сравнительно большое количество WD, sd и HBB с помощью УФ-избытка.

Среди голубых звездных объектов встречается также ряд других интересных типов, таких как двойные (Bin), красные карлики в стадии вспышечной активности (Me) и т.п.

Наличие 510 объектов FBS в обзоре SDSS [22] и высокоточных

звездных величин в пяти фотометрических полосах  $u$ ,  $g$ ,  $r$ ,  $i$  и  $z$  позволяет построить двухцветные диаграммы для FBS BSO и исследовать неизвестные по своей природе объекты по их распределению. На рис.2 приведены такие диаграммы, построенные по цветам  $u-g/g-r$  и  $g-r/r-i$ .

Из 510 объектов 388 имеют известные спектральные классы (как по наблюдениям в SDSS, так и из всех возможных других источников).

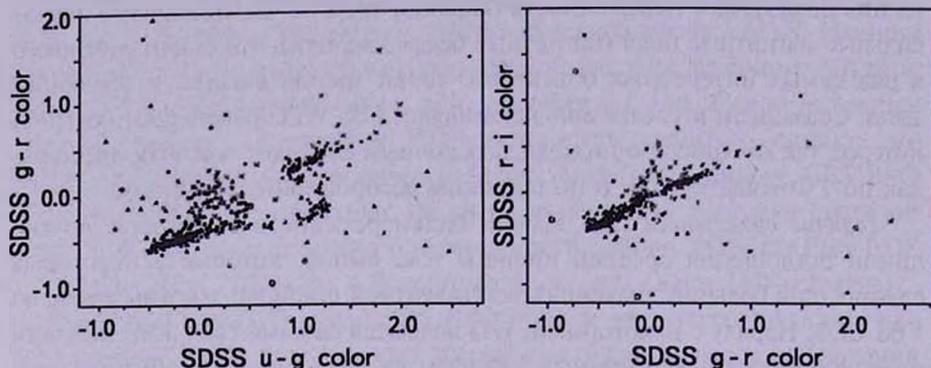


Рис.2. Распределение 510 FBS BSO на двухцветных диаграммах SDSS  $u-g/g-r$  и  $g-r/r-i$ . Символы обозначают: звездочки - внегалактические объекты (AGN и Gal), светлые кружки - PNN, звезды - CV, темные квадраты - WD, треугольники - sd, светлые квадраты - HBB, символы Земли - звезды Главной последовательности и темные кружки - неизвестные объекты.

Наиболее отчетливо выделяется скучивание AGN, которые явно разделяются от звезд (что и позволило провести спектральные наблюдения для отобранных таким образом кандидатов в квазары в SDSS). Для более наглядного разделения типов объектов в табл.4 приводятся средние и предельные значения показателей цвета для отдельных типов объектов.

Как видно из таблицы (а также из рис.2), сопоставление различных показателей цвета позволяет найти подходящие объекты. Объекты sd и WD занимают примерно одинаковые области по всем трем показателям цвета и их распределение подчиняется скорее всего температурной последовательности, т.е. объекты расположены справа налево по возрастанию температуры их

Таблица 4

#### СРЕДНИЕ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦВЕТА SDSS ДЛЯ FBS BSO

Объекты	$u-g$			$g-r$			$r-i$		
	min	средн.	max	min	средн.	max	min	средн.	max
AGN	-0.22	0.27	1.38	-0.22	0.10	1.08	-0.24	0.14	0.70
CV	-2.23	0.05	1.12	-0.50	0.09	2.03	-4.01	-0.65	0.13
WD	-0.56	0.11	2.47	-2.28	-0.32	1.73	-1.21	-0.23	1.70
Sd	-2.00	0.16	2.26	-3.26	-0.30	1.94	-3.22	-0.26	2.32
HBB	-0.34	0.63	3.30	-2.31	-0.65	0.49	-1.34	0.11	1.50

поверхности. Однако остальные типы объектов имеют характерное распределение по крайней мере по одному из показателей цвета. Например, если по  $u-g$  CV не сильно отличаются от sd и WD, то их легко различить по  $g-r$  или по  $r-i$ . С другой стороны, по  $g-r$  CV близки к AGN, но зато они легко различимы по  $u-g$  и особенно по  $r-i$ . Звезды HBB также легко различимы по этим цветам.

Типичное (плоское) распределение энергии в спектрах AGN дает примерно одинаковые показатели цвета  $u-g$ ,  $g-r$  и  $r-i$  (за исключением тех отдельных случаев, когда эмиссионная линия попадает в одну из указанных полос и сильно меняет цвет данного объекта), тогда как у звезд эти показатели сильно меняются из-за градиента теплового распределения и места его максимума.

Таким образом, наряду с низкодисперсионными спектрами и многоволновыми данными, цветовые диаграммы являются дополнительным критерием для разбивания еще неизвестных по своей природе объектов на подгруппы вероятных кандидатов в QSO, CV, WD, sd, HBB и т.п.

*5. Заключение и дальнейшее исследование FBS BSO.* В данной работе приведены результаты спектральных наблюдений 10 FBS BSO и общие итоги спектрального исследования всех этих объектов. В общей сложности нами получено 485 спектров для 406 объектов, которые классифицировались согласно однородным критериям. Из других источников привлечены данные для еще 347 классифицированных объектов FBS. В результате классифицированы 753 FBS BSO, среди них 54 AGN, 5 PNN, 38 CV, 217 WD, 371 sd, 32 HBB/NHB и др. Это количество позволяет оценить общее статистическое число объектов соответствующих типов в обзоре FBS в целом: 22 звезды Главной последовательности, 47 HBB, 543 sd, 318 WD, 56 CV, 7 PNN, 79 AGN, 21 Gal и 10 континуальных спектров, которые в конечном итоге оказываются AGN (BLL) или WD (типа DC). Это означает, что среди FBS BSO можно ожидать еще около 25 AGN, что крайне важно для оценки поверхностной плотности ярких квазаров. Открытие каждой CV (их ожидается около 20) также представляет интерес, а также новых интересных WD и sd.

В дальнейшем для создания подвыборок кандидатов разных типов объектов будут использованы как цветовые показатели, так и многоволновые данные и оцифрованные низкодисперсионные спектры из DFBS [21] рентгеновского излучения, собственные движения и переменность звезд.

С использованием всех имеющихся данных намечается детальное исследование собственных движений и переменности FBS BSO, с помощью которых будут выявлены новые белые карлики и катаклизмические переменные. Будет проведено также изучение рентгеновских, ИК и радио свойств объектов FBS, что позволит найти новые квазары, CV и WD. Отдельные работы будут посвящены наиболее интересным подвыборкам

WD, CV и AGN. Наконец, после сопоставления LDS спектров с щелевыми, будут моделированы шаблоны спектров для отдельных типов объектов для дальнейшего автоматического поиска голубых звездных объектов на всей площади (17000 кв. гр.) DFBS, что увеличит их число примерно в 4 раза.

Авторы выражают благодарность фонду CRDF за поддержку данной работы грантом ARP1-2849-YE-06, фонду МНТЦ за поддержку работы грантом А-1451 и фонду ANSEF за грант в 2007г.

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна,  
Армения, e-mail: spk77@rambler.ru      aregmick@apaven.am

## RESULTS OF SPECTRAL INVESTIGATIONS OF THE FBS BLUE STELLAR OBJECTS

P.K.SINAMYAN, A.M.MICKAELIAN

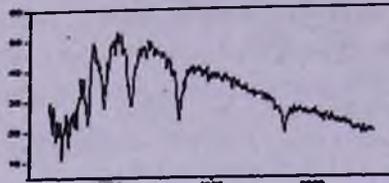
The results of spectral observations of 10 FBS blue stellar objects on OHP-1.93m and BAO-2.6m telescopes, as well as the general results of all spectral observations and classification of FBS BSOs during 1987-2000 and the classification of these objects from all available sources are given, altogether 753 objects out of 1103. The typical slit spectra for the main types of objects in comparison with the digitized low-dispersion spectra from the DFBS are given and discussed. The nature of the FBS objects is considered on the basis of the results of spectral investigations. Color-color diagrams based on the SDSS data are built allowing to find regions of location of various types for further understanding of objects of unknown nature.

Key words: *stellar objects:spectra:classification*

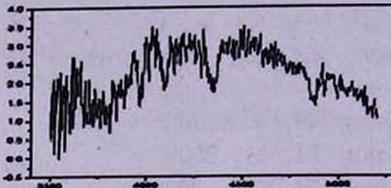
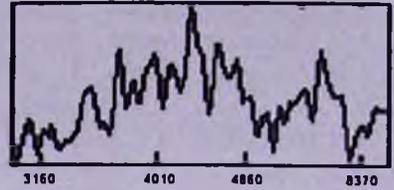
## ЛИТЕРАТУРА

1. B.E.Markarian, V.A.Lipovetski, J.A.Stepanian et al., Commun. Special Astrophys. Obs., 62, 5, 1989.
2. H.V.Abrahamian, A.M.Mickaelian, Astrophysics, 39, 315, 1996.
3. H.V.Abrahamian, V.A.Lipovetsky, A.M.Mickaelian, J.A.Stepanian, CDS, Strasbourg, Catalog No. II/223, 1999.

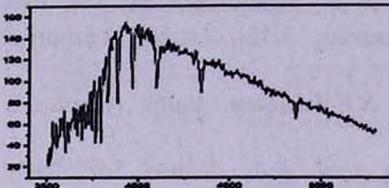
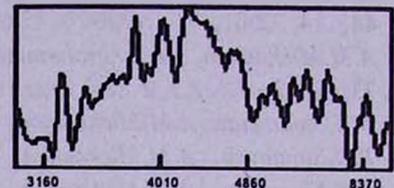
4. *A.M.Mickaelian*, *Astron. Astrophys. Transactions*, **18**, 557, 2000.
5. *A.M.Mickaelian*, *Astron. Astrophys.*, **426**, 367, 2004.
6. *A.M.Mickaelian*, *Astron. J.*, 2008, in press.
7. *H.V.Abrahamian*, *A.M.Mickaelian*, *Astrophysics*, **35**, 363, 1991.
8. *A.M.Mickaelian*, *A.C.Gonçalves*, *M.P.Véron-Cetty*, *P.Véron*, *Astrophysics*, **42**, 5, 1999.
9. *A.M.Mickaelian*, *A.C.Gonçalves*, *M.P.Véron-Cetty*, *P.Véron*, *Astrophysics*, **44**, 14, 2001.
10. *A.M.Mickaelian*, *H.V.Abrahamian*, *J.Guibert*, *R.Chesnel*, *Astrophysics*, **45**, 73, 2002.
11. *P.K.Sinamyan*, *A.M.Mickaelian*, *Astrophysics*, **49**, 333, 2006.
12. *P.K.Sinamyan*, *A.M.Mickaelian*, *Astrophysics*, **51**, 51, 2008.
13. *P.K.Sinamyan*, *A.M.Mickaelian*, *Astrophysics*, **51**, 277, 2008.
14. *G.I.Bryukhnevich*, *L.V.Gyavgyanzen*, *E.I.Zak et al.*, *Astrophysics*, **21**, 379, 1984.
15. *G.Lemaitre*, *D.Kohler*, *D.Lacroix*, *J.-P.Meunier*, *A.Vin*, *Astron. Astrophys.*, **228**, 546, 1989.
16. *T.H.Movsessian*, *J.Boulesteix*, *J.-L.Gach*, *S.V.Zaratsian*, *Baltic Astronomy*, **9**, 652, 2000.
17. *J.E.Cabanela*, *R.M.Humphreys*, *G.Aldering et al.*, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, **115**, 837, 2003.
18. *D.G.Monet*, *S.E.Levine*, *B.Casian et al.*, *Astron. J.*, **125**, 984, 2003.
19. *R.F.Green*, *M.Schmidt*, *J.Liebert*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **61**, 305, 1986.
20. *E.M.Sion*, *J.L.Greenstein*, *J.Landstreet et al.*, *Astrophys. J.*, **269**, 253, 1983.
21. *A.M.Mickaelian*, *R.Nesci*, *C.Rossi et al.*, *Astron. Astrophys.*, **464**, 1177, 2007.
22. *J.K.Adelman-McCarthy*, *M.A.Agueros*, *S.S.Allam et al.*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **175**, 297, 2008.
23. *M.-P.Véron-Cetty*, *P.Véron*, *Astron. Astrophys.*, **455**, 773, 2006.
24. *L.Kohoutek*, *Astron. Astrophys.*, **378**, 843, 2001.
25. *H.Ritter*, *U.Kolb*, *Astron. Astrophys.*, **404**, 301, 2003 (Version 2008 in CDS, Catalog No. B/cb).
26. *G.P.McCook*, *E.M.Sion*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **121**, 1, 1999 (Version 2006 in CDS, Catalog No. III/235A).
27. *H.-J.Hagen*, *D.Groote*, *D.Engels*, *D.Reimers*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **111**, 195, 1995.



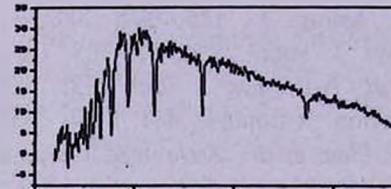
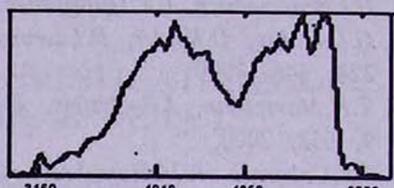
DA



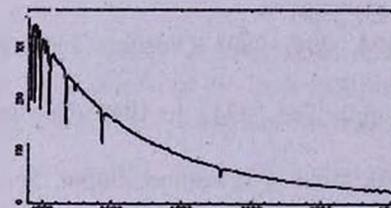
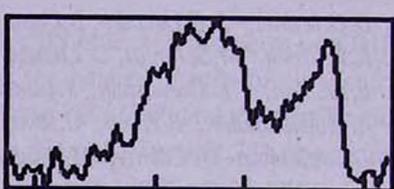
DAB



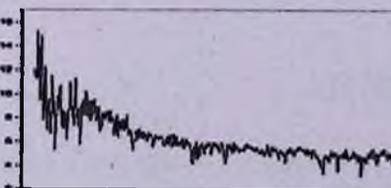
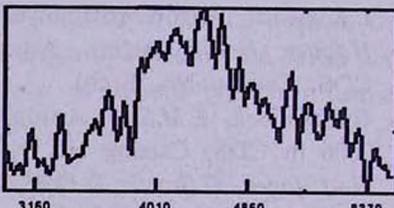
sdB



sdB-O



sdOA



sdOB

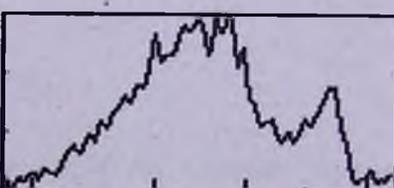


Рис.1. Примеры двумерных и одномерных LDS спектров из DFBS и соответствующие щелевые спектры для разных типов FBS BSO.

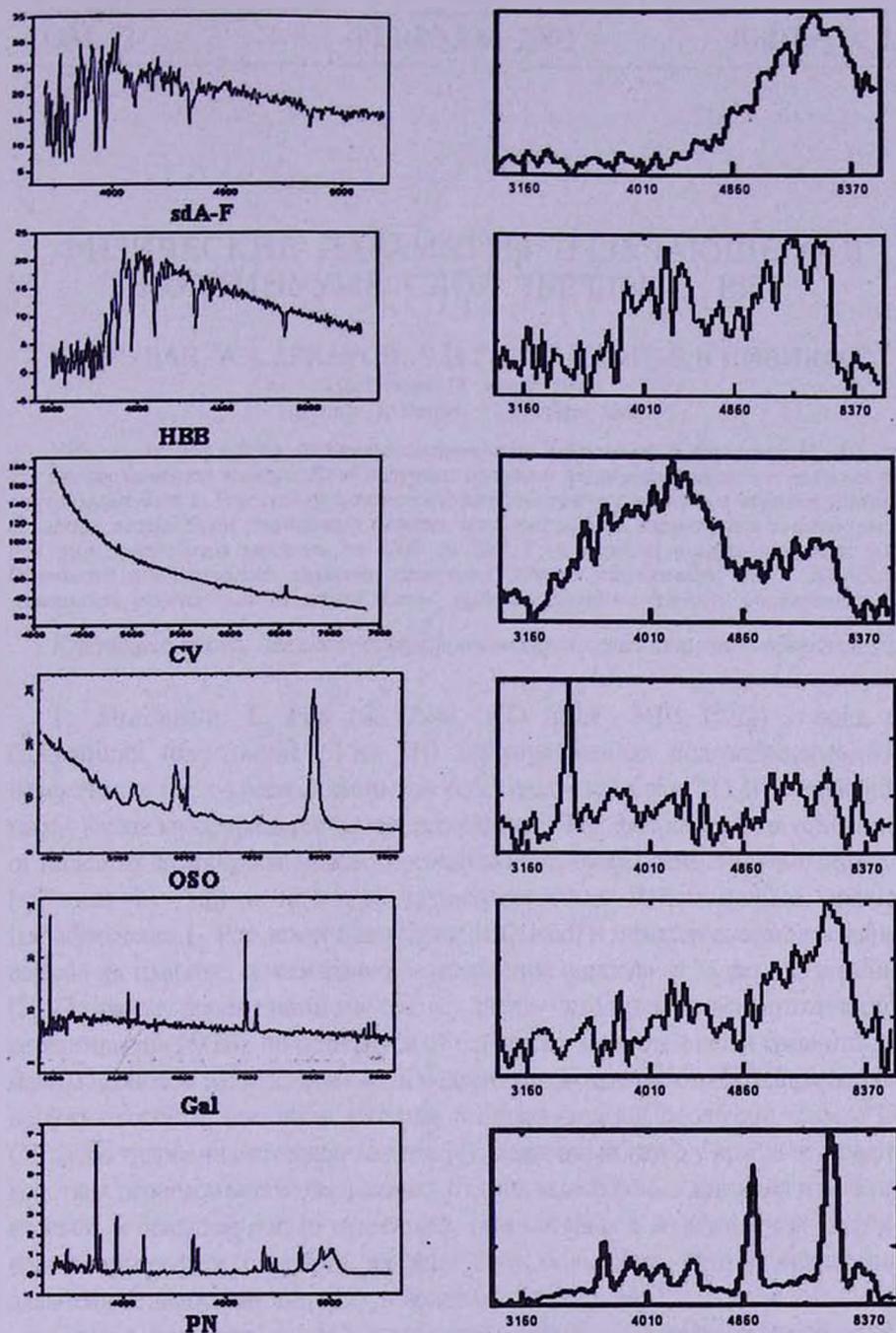


Рис.1. Окончание.