

ТИПЫ АКТИВНОСТИ ГАЛАКТИК, ОТОБРАННЫХ ИЗ ВЫБОРКИ HRC/BHRC. II

Г.М.ПАРОНЫАН¹, А.М.МИКАЕЛЯН¹, А.В.АБРАМЯН¹, Г.А.МИКАЕЛЯН¹

Поступила 8 ноября 2019

Принята к печати 11 марта 2020

В работе приведена детальная спектральная классификация 198 кандидатов в АЯГ (активные ядра галактик) из объединенной выборки HRC/BHRC, которая представляет собой комбинацию HRC (Гамбург-ROSAT Каталог) и BHRC (Бюракан-Гамбург-ROSAT Каталог). Эти объекты были выявлены как оптические отождествления рентгеновских источников ROSAT, однако спектры для 198 из них приведены в SDSS без определенной спектральной классификации. Данные объекты изучены с использованием спектров SDSS и для них выявлены подробные типы активности. Для более уверенной классификации использовались три диагностических диаграммы и прямые исследования спектров. Эти источники были отождествлены в других диапазонах электромагнитных волн, а также рассчитаны их физические параметры.

Ключевые слова: *AGN: рентгеновское излучение: спектральная классификация:
HRC/BHRC: рентгеновские AGN: ROSAT: HQS*

1. *Введение.* В первой части данной работы [1] были проведены детальные спектральные классификации 173 кандидатов AGN из объединенной выборки HRC/BHRC, которая представляет собой комбинацию HRC [2] (каталог Гамбург-ROSAT) и BHRC [3] (каталог Бюракан-Гамбург-ROSAT). Эти объекты были выявлены как оптические отождествления рентгеновских источников ROSAT [4-7] из оцифрованных пластинок Гамбургского обзора квазаров (HQS [8]).

Были изучены 173 объекта с использованием спектров SDSS и выявлены для них подробные типы активностей. Для более уверенной классификации были использованы три диагностические диаграммы и визуальные исследования спектров. Сделано отождествление этих источников в других диапазонах длин волн и вычислены некоторые параметры.

В этой работе изучено 198 источников HRC/BHRC, из оставшихся 711, у которых были обнаружены спектры в SDSS. Сделана попытка подтвердить их как АЯГ (для проверки на уже подтвержденных АЯГ проведена кросс-корреляция с каталогом Catalogue of QSOs and Active Nuclei (в дальнейшем - VCV-13) [9], и с каталогом BZCAT [10]) и дать детальную спектральную классификацию. Также проведена кросс-корреляция с обзорными каталогами для их идентификации в разных диапазонах электромагнитных волн.

Чтобы определить правильный радиус поиска для кросс-корреляций и

избежать ошибочных идентификаций, проведена предварительная кросс-корреляция с большим радиусом, а затем построено распределение радиуса идентификации. Это позволило определить правильный радиус поиска. На рис.1 приведен пример такого распределения для каталога AllWISE. В этом случае радиус поиска равен 2 угл. с.

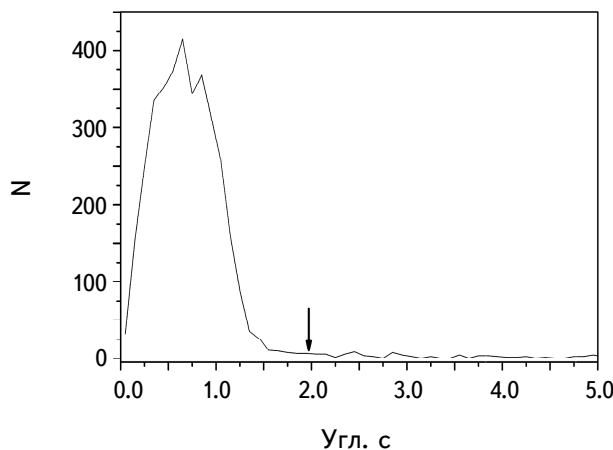


Рис.1. Вычисление правильного радиуса идентификаций для каталога AllWISE.

Если во время идентификаций было несколько объектов, соответствующих данному источнику, то для надежности был выбран тот источник, у которого расстояние до объекта в 3 раза меньше, чем у второго. Если отношение расстояний было меньше, то этот источник причислен к ненадежно идентифицированным и обозначен знаком <:> в табл.4 (идентификация источника с оптическим объектом не однозначна).

2. Наблюдательный материал. Наблюдательный материал содержит спектры SDSS DR10-15 [11-15] для 198 объектов из HRC-BHRC. Для этих объектов даны интенсивности спектральных линий, а также красные смещения.

Поскольку в наблюдениях SDSS используется один и тот же размер оптического волокна, то большинство протяженных галактик имеют компоненты поглощения, и лишь очень малый процент показывает спектр чистого ядра. Наиболее типичными линиями поглощения являются линии MgII 5175 Å, NaI 5890 Å и линии серии Бальмера, среди которых наиболее важной является компонента поглощения H β , наложенная на компоненту излучения, исходящую из ядра.

Часто измерения спектров SDSS проведены в линиях на уровне шума и низкого качества. Поэтому автоматические измерения дают некоторые искусственные числа, которые указывают на нереальные данные. Таким образом,

необходимо тщательно проверить спектры на всех длинах волн и решить, какие измерения следует использовать для дальнейших исследований. Особенно важны те линии, которые используются в диагностических диаграммах ($H\beta$, $[OIII]$ 5007 Å, $[OI]$ 6300 Å, $H\alpha$, $[NII]$ 6583 Å и $[SII]$ 6716+6731 Å) [16]. Примеры спектров SDSS DR15 для разных типов объектов представлены на рис.2.

3. *Принципы классификации.* Мы использовали несколько методов для классификации наших спектров:

- Визуальный просмотр спектров (с учетом всех тонкостей и эффектов).
- Диагностические диаграммы с использованием соотношений $[OIII]/H\beta$ и $[OI]/H\alpha$, $[OIII]/H\beta$ и $[NII]/H\alpha$, $[OIII]/H\beta$ и $[SII]/H\alpha$.

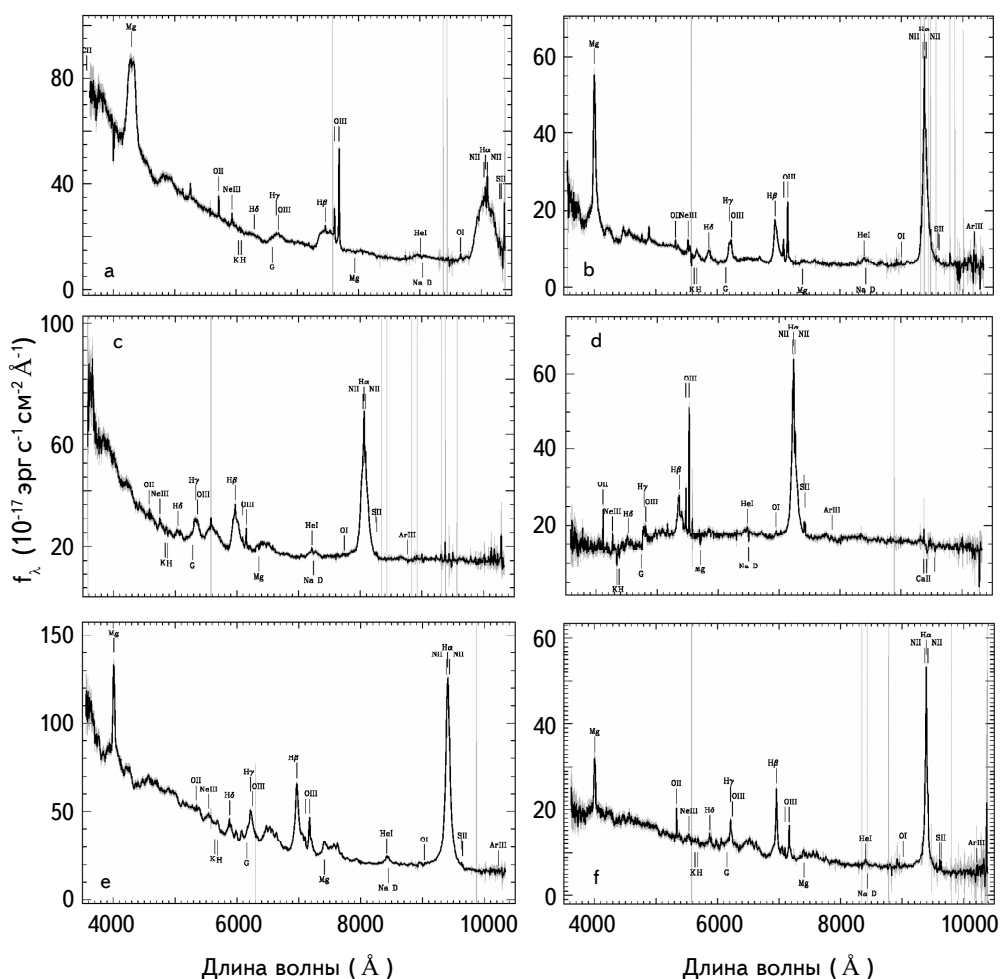


Рис.2. Примеры спектров SDSS DR15 для некоторых объектов HRC-BHRC. a) QSO, b) S1.0, c) NLS1.0, d) S1.5, e) NLS1.5, f) NLS1.8, g) S2.0, h) LINER, i) HII/NLS1.8, j) HII, k) Em, l) Abs.

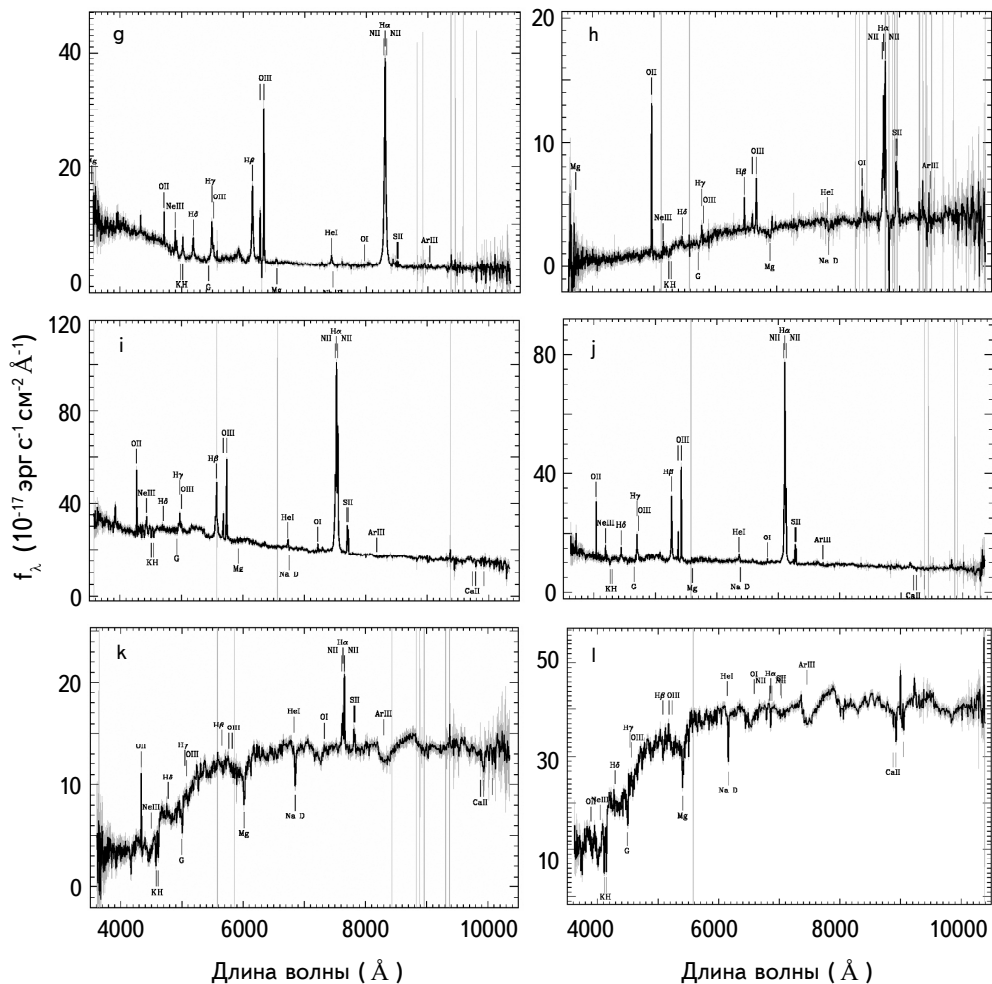


Рис.2. Окончание

Визуальная классификация была сделана для дополнения классификации по диагностическим диаграммам, потому что не все объекты можно наносить на них. Кроме того, на диагностических диаграммах не учитываются широкие компоненты эмиссионных линий, а это может иметь решающее значение для классификации подклассов сейфертовских галактик 1.0-1.9. С помощью диагностических диаграмм мы отличаем сейфертовские галактики от Лайнеров по $[\text{OIII}]/\text{H}\beta > 4$, а АЯГ от НП по $[\text{NII}]/\text{H}\alpha > 2/3$ и $[\text{OI}]/\text{H}\alpha > 0.1$.

4. *Изучение спектров и их классификация.* Изучение спектров началось с идентификации спектральных линий. Были использованы только те линии, интенсивность которых превышает уровень шума на 3σ . $\text{H}\beta$ проявляется в поглощении на большинстве этих спектров. Было изучено

влияние абсорбционной компоненты линии $H\beta$ на эмиссионную, что важно для использования численных данных, приведенных в таблицах SDSS. После нахождения эмиссионных линий, были определены те, с помощью которых можно построить диагностические диаграммы. Для 105 объектов с эмиссионными линиями, имея 7 линий для каждого из них (в наших спектрах получается всего 735 спектральных линий), мы смогли использовать только 575 линий (95 $H\beta$, 95 $[OIII] 5007 \text{ \AA}$, 76 $[OI] 6300 \text{ \AA}$, 79 $H\alpha$, 79 $[NII] 6583 \text{ \AA}$, 77 $[SII] 6717 \text{ \AA}$, 77 $[SII] 6731 \text{ \AA}$). В результате были построены диагностические диаграммы, используя отношения $[OIII]/H\beta$ и $[NII]/H\alpha$ для 35 объектов, отношение $[OIII]/H\beta$ и $[OI]/H\alpha$ для 35 объектов и $[OIII]/H\beta$ и $[SII]/H\alpha$ для 34 объектов.

Кроме того идентифицированы следующие спектральные линии, важные для АЯГ, которые не приведены в таблицах SDSS: $[NeIII] 3869 \text{ \AA}$, $[NeIII] 3968 \text{ \AA}$, $[SII] 4069/76 \text{ \AA}$, $HeI 4471 \text{ \AA}$, $HeII 4686 \text{ \AA}$, $NI 5198/5200 \text{ \AA}$, $[NII] 5755 \text{ \AA}$, $HeI 5876 \text{ \AA}$, $[FeVII] 6087 \text{ \AA}$, $HeI 6678 \text{ \AA}$, $HeI 7065 \text{ \AA}$, $[ArIII] 7136 \text{ \AA}$, $[ArIV] 7237 \text{ \AA}$, $[OII] 7319 \text{ \AA}$, $[OII] 7329 \text{ \AA}$.

На рис.3 приведены диагностические диаграммы: на 1-й диагностической

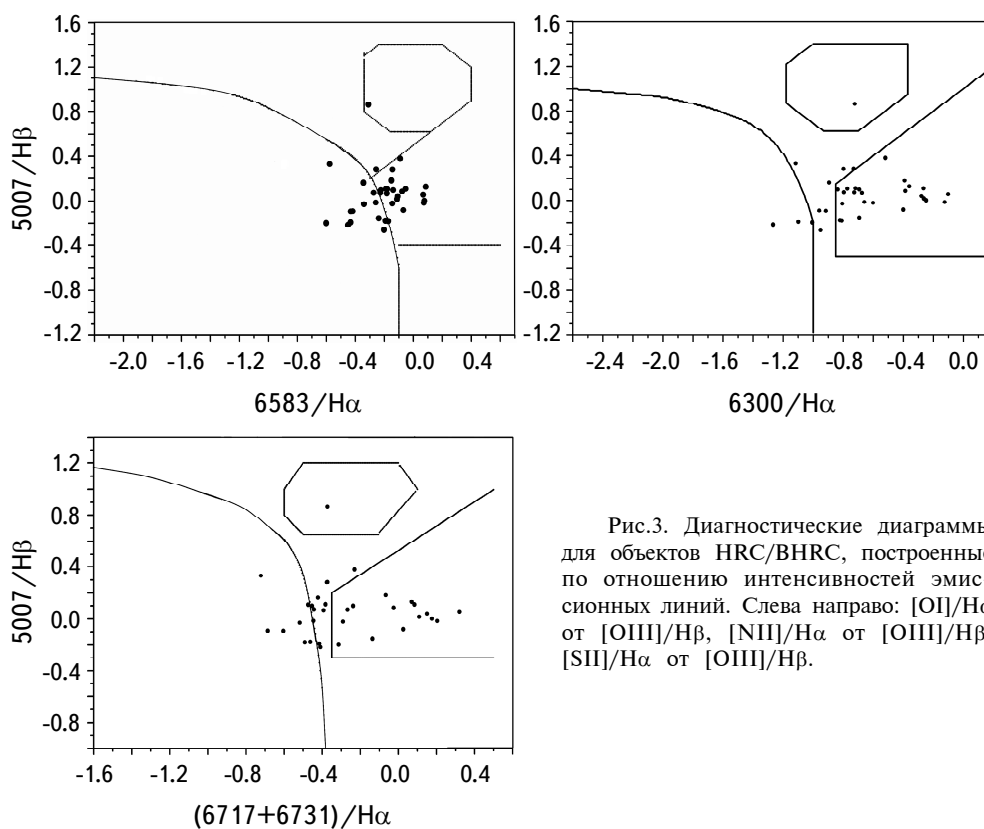


Рис.3. Диагностические диаграммы для объектов HRC/BHRC, построенные по отношению интенсивностей эмиссионных линий. Слева направо: $[OI]/H\alpha$ от $[OIII]/H\beta$, $[NII]/H\alpha$ от $[OIII]/H\beta$, $[SII]/H\alpha$ от $[OIII]/H\beta$.

диаграмме использованы отношения интенсивностей линий $[OI]/H\alpha$ и $[OIII]/H\beta$, на 2-й - $[NII]/H\alpha$ и $[OIII]/H\beta$, и на 3-й - $[SII]/H\alpha$ и $[OIII]/H\beta$ [16].

В результате классификации как по диагностическим диаграммам, так и при визуальном осмотре всех спектров 198 объектов получены 22 (11.1%) квазара, 46 (23.3%) сейфертовских галактик, 6 (3.0%) лайнеров, 3 (1.5%) объекта с составным (composite) спектром, 10 (5.1%) НII, 1 (0.5%) АЯГ, 17 (8.6%) галактик с линиями излучения и 43 (21.7%) галактики с линиями поглощения (возможно являются скрытыми АЯГ). 28 объектов оказались звездами, а еще 22 из-за низкого качества спектров остались без определенной классификации (табл.1).

Таблица 1

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗУЧАЕМЫХ 198 ОБЪЕКТОВ
ПО ТИПАМ АКТИВНОСТИ**

Тип активности	Число объектов	Тип активности	Число объектов
QSO	10	NLS1.8	14
QSO1.2	5	S2.0	1
NLQSO1.2	1	AGN	1
QSO1.5	4	LINER	6
NLQSO1.5	2	LINER/Sy	1
S1.0	3	HII/Sy	2
S1.2	7	HII	10
NLS1.2	6	Em	17
S1.5	8	Abs	43
NLS1.5	5	Star	28
S1.8	2	UnCl	22

Надо отметить, что только 128 из наших объектов имеют классификацию в NED (NASA/IPAC Extragalactic Database). В результате классификации выяснилось, что только 9 из 128 объектов были классифицированы правильно или полноценно. Наша классификация более надежна, так как учитывались широкие компоненты спектральных линий, что невозможно на диагностических диаграммах.

Табл.2 содержит параметры основных линий излучения изученных здесь галактик HRC/BHRC. Приведены только те линии, которые превышают уровень шума на 3σ . Для каждого объекта в табл.2 перечислены интенсивности спектральных линий, десятичные логарифмы отношений интенсивностей спектральных линий $[OIII]/H\beta$, $[OI]/H\alpha$, $[NII]/H\alpha$, $[SII]/H\alpha$, типы активности, основанные на этих отношениях или на прямой классификации спектров, а также типы активности, основанные на NED. Все эти параметры приведены для 105 объектов HRC-BHRC, для которых измерены параметры линий в

Таблица 2

ПАРАМЕТРЫ ГЛАВНЫХ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ
ГАЛАКТИК HRC/VHRC

N			1	2	3	4	5
	Ионы	Длина волны	J111316.5 +480449	J004949.3 +242707	J013051.8 +012712	J005617.3 +275349	J095427.6 +301917
Высота	[OII]	3727	25.31	6.32	55.49	31.7	36.41
	H β	4862	20.4	5.14	66.87	33.79	25.48
	[OIII]	4959	7.26	5.54	36.19	24.09	33.96
	[OIII]	5007	13.11	5.84	47.07	33.23	60.58
	[OI]	6300	5.12	6.59	21.4	13.53	14.21
	[NII]	6548	9.76	7.47	94.5	43.21	37.97
	H α	6563	64.29	8.33	130.56	65.08	40.98
	[NII]	6583	23.71	9.74	97.17	52.78	44.73
	[SII]	6716	12.76	9.24	21.73	19.99	21.48
	[SII]	6731	11.92	8.18	20.51	16.67	19.15
Соотношение	log([OIII]/H β)		-0.192	0.056	-0.153	-0.007	0.376
	log([OI]/H α)		-1.099	-0.102	-0.785	-0.682	-0.460
	log([NII]/H α)		-0.433	0.068	-0.128	-0.091	0.038
	log([SII]/H α)		-0.416	0.321	-0.490	-0.249	-0.004
Тип активности			HII	LINER	NLS1.5	NLSQ1.2	QSO1.2
NED			n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

SDSS DR10-DR15. Табл.2 полностью приведена в электронном виде в базе данных астрономических каталогов Vizier.

Для сравнения, рассчитаны средние значения физических параметров для этих объектов.

Наименьшее значение красного смещения (из SDSS, не включая звезд) составляет 0.002, а наибольшее - 4.366. Среднее красное смещение составляет 0.408. Распределение красных смещений приведено на рис.4, где красные

Таблица 3

ДАННЫЕ МНОГОВОЛНОВОЙ КРОССКОРРЕЛЯЦИИ

Название каталога	Радиус поиска (arcsec)	Число объектов
GALEX	3	97
2MASS	2	120
AllWISE	2	174
IRAS	60	8
NVSS	10	40
FIRST	3	29

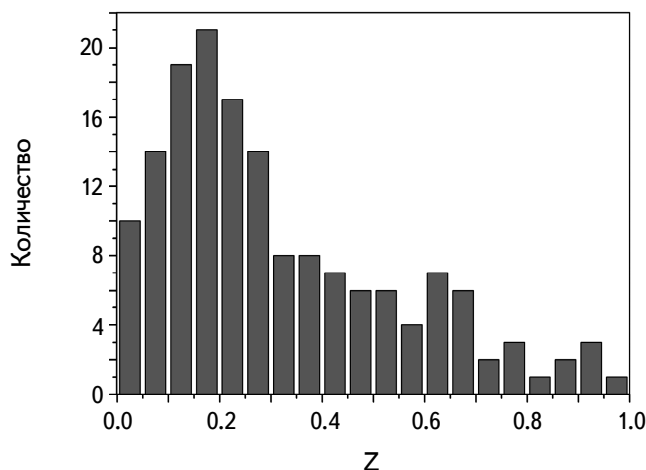


Рис.4. Распределение красных смещений для 198 рентгеновских источников.

смещения большинства объектов находятся в диапазоне от 0.03 до 0.50. Средние значения величин u , g , r , i , z составляют 20.33, 19.12, 18.33, 17.92 и 17.63, соответственно.

5. Многоволновые данные. Все 198 объектов были кросскоррелированы с каталогом ультрафиолетового диапазона GALEX [17], инфракрасными каталогами 2MASS [18], AllWISE [19], IRASPSC [20], FSC [21] и IRASPSC/FSC [22], а также с радиокаталогами NVSS [23] и FIRST [24]. В табл.3 приведены результаты кросскоррелирования.

В табл.4 приведены различные параметры нашей выборки на основе результатов кросскоррелирования с многоволновыми каталогами. В последующих строках перечислены следующие данные: ROSAT (название объекта ROSAT, скорость счета, коэффициент жесткости спектра 1, коэффициент жесткости спектра 2, рентгеновский поток), SDSS (RA 2000 и DEG 2000, u , g , r , i , z величины, красное смещение), GALEX (расстояние кросскоррелирования, FUV, NUV величины), 2MASS (расстояние кросскоррелирования, JHK величины), IRAS (расстояние кросскоррелирования, потоки F12, F25, F60, F100 Ян), ALLWISE (расстояние кросскоррелирования, W1, W2, W3, W4 величины), NVSS (расстояние кросскоррелирования, S1.4 мЯн), FIRST (расстояние кросскоррелирования, F_{peak} , F_{int} мЯн), радиальная скорость, расстояние (при $H=72$ км/с Мпк), рентгеновская и оптическая светимость, M_r величина и тип активности для каждого объекта, выбранных нами. Табл.4 полностью приведена в электронном виде в базе данных астрономических каталогов Vizier.

В табл.5 приведены средние параметры для наших 148 объектов, имеющих определенные типы активности. В последующих столбцах перечислены типы активности, число объектов, среднее красное смещение, средняя абсолютная

Таблица 4

РАЗЛИЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАШЕЙ ВЫБОРКИ, ОСНОВАННЫЕ
НА РЕЗУЛЬТАТАХ КРОССКОРРЕЛИРОВАНИЯ С
МНОГОВОЛНОВЫМИ КАТАЛОГАМИ

N	1	2	3	4	5	6
IRXS	J011143.1 +165238	J003455.6 +300043	J004014.6 +012625	J095246.6 +515338	J095427.6 +301917	J001740.9 +082756
CR	0.0446	0.0461	0.0553	0.24	0.0479	0.0493
HR1	0.85	0.7	0.39	0.2	-0.25	1
HR2	-0.17	0.56	0.27	0.18	-0.19	0.16
F_x (МВт/м ²)	5.72E-13	5.54E-13	5.74E-13	2.25E-12	3.35E-13	6.71E-13
RA	17.93848	8.74895	10.05634	148.19684	148.61592	4.42273
DEG	16.88632	30.02102	1.42953	51.88536	30.32027	8.46548
u	17.861	20.137	19.119	18.695	17.778	20.209
g	15.742	18.137	18.281	17.285	17.459	19.423
r	14.772	16.645	17.321	16.737	17.619	19.272
i	14.308	16.077	16.841	16.568	17.531	19.156
z	13.979	15.673	16.537	16.480	17.591	18.940
z	0.063254	0.230529	0.226316	0.215194	0.533459	0.678406
GALEX r''	2.666	1.473	0.709	1.823	0.15	0.857
FUV	21.97		20.847		18.985	
NUV	21.423	22.16	20.198	22.25	18.188	20.418
2MASS r''	0.324	0.671	0.362	0.172	0.522	0.358
J	14.338	16.225	16.046	15.591	16.988	17.053
H	13.459	14.836	15.107	15.12	15.975	16.325
K	13.152	14.681	14.33	14.938	15.463	15.527
IRAS r''	53.6					
F12 (Ян)	0.0885					
F25 (Ян)	0.1548					
F60 (Ян)	0.2171					
F100 (Ян)	1.14					
WISE r''	0.176	0.279	0.202	0.302	0.155	0.25
W1	12.08	13.72	13.25	14.97	13.39	13.82
W2	12.16	13.45	12.36	14.89	12.32	12.59
W3	11.32	12.00	9.38	12.29	9.85	10.21
W4	8.99	8.70	7.25	8.87	7.70	7.75
NVSS r''	2.76	1.08	3.09			
S1400 (мЯн)	12.1	16.2	208.1			
FIRST r''			0.308		0.133	0.392
F_{peak} (мЯн)			135.19		23.11	32.17
F_{int} (мЯн)			150.83		23.06	33.44
v_r (км/с)	18377	61355	60369	57741	120975	142810
D (Мпк)	263	922	906	864	1978	2424
L_x (Вт)	5.36E+35	8.55E+36	8.49E+36	2.97E+37	3.69E+37	1.33E+38
L_r (Вт)	1.78E+37	5.21E+37	2.68E+37	4.10E+37	1.52E+38	5.95E+37
M_r	-22.37	-23.41	-22.69	-23.17	-24.31	-23.17
Тип активности	Abs	AGN	III	LINER	QSO1.2	S1.5

Таблица 5

**СРЕДНИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕКТОВ HRC-VHRC
РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ АКТИВНОСТИ**

Тип активности	Число объектов	Красное смещение	HR1	M_r	$u - g$	$g - r$	$\log(F_x/F_{\text{opt}})$
QSO+Sy1	51	0.556	0.117	-23.08	0.463	0.255	-0.20
Sy2+LINER	24	0.263	0.182	-22.27	0.936	0.532	-0.35
Composite	3	0.131	-0.137	-21.24	1.130	0.455	-0.57
НП	10	0.170	0.164	-20.61	0.690	0.580	-0.53
Em	17	0.292	0.292	-21.96	1.790	0.328	-0.15
Abs	43	0.216	0.485	-22.05	1.574	0.392	-0.47

величина M_r , средние $u - g$ и $g - r$ цвета, и X-ray/opt отношения потоков для АЯГ (QSO+Sy+LINER), галактик с составными спектрами, НП, Em и Abs галактик.

Все АЯГ и галактики с составными спектрами вместе в среднем имеют красное смещение 0.298, что в 1.75 раза больше, чем у галактик НП. Средняя абсолютная величина всех АЯГ и галактик с составными спектрами вместе равна $M_r = -22.05$, что больше, чем у галактик НП на 1.44. Средний цвет $u - g$ для всех АЯГ и галактик с составными спектрами составляет $0^m.87$ а для НП - $0^m.69$. Средний цвет $g - r$ для всех АЯГ и галактик с составными спектрами составляет $0^m.36$, а для НП- $0^m.37$.

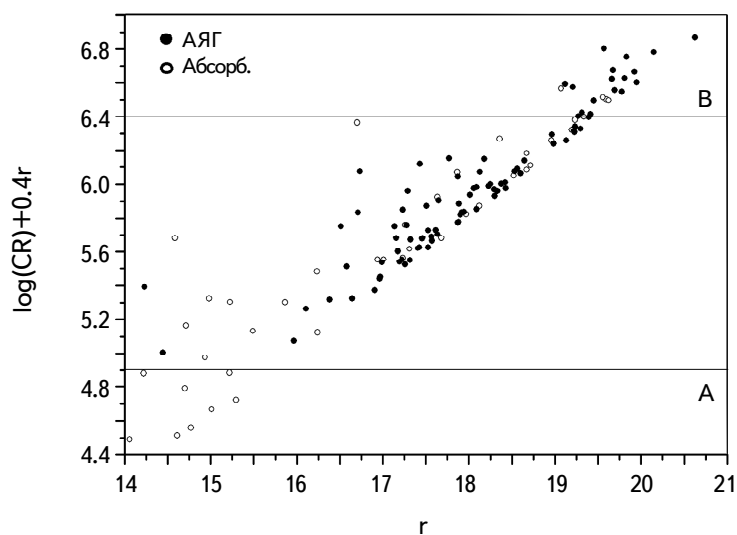


Рис.5. Зависимость суммы скорости счета рентгеновских лучей (в логарифмическом масштабе) и величины $0.4r$ SDSS, от величины r SDSS.

Радиальные скорости объектов нашей выборки находятся в интервале $7200 \div 279859$ км/с, расстояния - $102 \div 7388$ Мпк, а абсолютные величины M_r - $-15.85 \div -29.33$.

На рис.5 приведена зависимость объектов по $\log(CR)+0.4r$ от r . Особенно интересно рассмотреть это соотношение для галактик с линиями поглощения, чтобы понять, являются ли они скрытыми АЯГ, или имеют рентгеновское излучение из-за интегрального излучения галактического населения. Распределение АЯГ находится в дискретной области между линиями А ($\log(CR) + 0.4r = 4.9$) и В ($\log(CR) + 0.4r = 6.4$) [25].

Таким образом, найдены 30 (между линиями А и В) объектов, которые являются кандидатами в скрытые АЯГ.

6. *Заключение.* На основе однородного каталога отобранных рентгеновских АЯГ проведено спектроскопическое исследование для тех объектов, которые имеют спектры SDSS. 198 объектов входят в этот список, и они классифицированы по типам активности с использованием трех диагностических диаграмм и тщательного исследования спектров (для полной классификации широких линий АЯГ). Сделана тонкая классификация спектров, чтобы отделить узкие и классические широкие линии сейфертовских галактик и определить подтипы сейфертовских галактик. Придавая большое значение этим деталям, найдены подтипы NLS1, а именно: NLS1.0, NLS1.2, NLS1.5 и NLS1.8. Дальнейшее накопление статистики может дать возможность понять их физические различия. Рассчитаны все возможные физические параметры исследуемых объектов: лучевые скорости, расстояния, абсолютные величины, светимости и т.д.

Одним из наиболее интересных классов объектов среди источников рентгеновского излучения являются галактики с линиями поглощения. Самые яркие из них могут войти в каталог из-за их высокой интегральной яркости, однако многие такие объекты, имея низкую яркость, все же наблюдаются как сильные источники рентгеновского излучения. Мы рассматриваем эти объекты как возможные скрытые АЯГ, у которых оптические спектры не показывают никаких признаков эмиссии.

Спектроскопическая классификация и исследование привели к открытию многих новых АЯГ и Starburst. В результате наш каталог, с учетом ранее известных объектов, собранных из NED, стал более полным. Из 4253 объектов HRC-BHRC, 3542 источника ранее были подтверждены как АЯГ в предыдущих спектроскопических наблюдениях, и мы добавили к ним 198 новых (хотя некоторые были переклассифицированы).

Чтобы различить сильные источники рентгеновского излучения и найти кандидаты в скрытые АЯГ, построены диаграммы отношений X-ray/opt

потоков. 30 объектов возможно являются скрытыми АЯГ из-за их сильного рентгеновского излучения относительно к слабому оптическому потоку и отсутствия каких-либо особенностей линий излучения в оптических спектрах. Выполнено также многоволновое кросскоррелирование для построения SED этих объектов и изучения их поведения в других диапазонах электромагнитных волн.

В работе были использованы данные из NASA/IPAC Extragalactic Database (NED), а также данные из SDSS-III <http://www.sdss3.org/>.

Авторы выражают благодарность анонимному рецензенту статьи за ценные замечания и предложения, которые способствовали ее улучшению.

¹ НАН РА, Бюраканская астрофизическая обсерватория
им. В.А.Амбарцумяна (БАО), Армения, e-mail: gurgen_paronyan@yahoo.com

ACTIVITY TYPES OF GALAXIES SELECTED FROM HRC/BHRC SAMPLE. II

G.M.PARONYAN¹, A.M.MICKAELIAN¹, H.V.ABRAHAMYAN¹,
G.A.MIKAYELYAN¹

In this study we carry out detailed spectral classification of 198 AGN candidates from the Joint HRC/BHRC sample, which is a combination of HRC (Hamburg-ROSAT Catalogue) and BHRC (Byurakan-Hamburg-ROSAT Catalogue). These objects were revealed as optical counterparts for ROSAT X-ray sources, however spectra for 198 of them are given in SDSS without definite spectral classification. We studied these 198 objects using the SDSS spectra and revealed the detailed activity types for them. Three diagnostic diagrams and direct examination of the spectra were used to have more confident classification. We also made identification of these sources in other wavelength ranges and calculated some of their parameters.

Keywords: *AGN: X-ray: spectral classification: activity type: HRC/BHRC: X-ray AGN: ROSAT: HQS*

ЛИТЕРАТУРА

1. *G.Paronyan, A.Mickaelian, G.Harutyunyan et al.*, *Astrophysics*, **62**, 147, 2019.
2. *F.-J.Zickgraf, D.Engels, H.-J.Hagen et al.*, *Astron. Astrophys.*, **406**, 535, 2003.
3. *A.M.Mickaelian, L.R.Hovhannisyan, D.Engels et al.*, *Astron. Astrophys.*, **449**, 425, 2006.
4. *W.Voges, B.Aschenbach, Th.Boller et al.*, *Astron. Astrophys.*, **349**, 389, 1999.
5. *W.Voges, B.Aschenbach, Th.Boller et al.*, *IAU Circ.*, 7432R, 2000.
6. *Th.Boller, M.J.Freyberg, J.Trümper et al.*, *Astron. Astrophys.*, **588**, A103, 2016.
7. *A.Schwope, G.Hasinger, I.Lehmann et al.*, *Astron. Nachr.*, **321**, 1, 2000.
8. *H.-J.Hagen, D.Groote, D.Engels et al.*, *Astron. Astrophys. Suppl.*, **111**, 195, 1995.
9. *M.P.Véron-Cetty, P.Veron*, *Astron. Astrophys.*, **518**, A10, 2010.
10. *E.Massaro, A.Maselli, C.Leto et al.*, *Astrophys. Space Sci.*, **357**, M75, 2015.
11. *C.P.Ahn, R.Alexandroff, C.Allende Prieto*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **211**, 16, 2014.
12. *S.Alam, F.D.Albaret, C.Allende Prieto*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **219**, 27, 2015.
13. *F.D.Albaret, C.Allende Prieto, A.Almeida et al.*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **233**, 25, 2017.
14. *B.Abolfathi, D.S.Aguado, G.Aguilar et al.*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **235**, 19, 2018.
15. *D.S.Aguado, A.Romina, A.Andrés et al.*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **240**, 25, 2019.
16. *D.E.Osterbrock*, *Proc. Texas Symposium on Relativistic Astrophysics*, 9th, Munich, West Germany, Dec 14-19, 1978, New York, New York Academy of Sciences, p.22, 1980.
17. *L.Bianchi, J.Herald, B.Efremova et al.*, *Astrophys. Space Sci.*, **335**, 161, 2011.
18. *M.F.Skrutskie, R.M.Cutri, R.Stiening et al.*, *Astron. J.*, **131**, 1163, 2006.
19. *R.M.Cutri et al.*, *IPAC/Caltech*, 2013.
20. *C.A.Beichman, G.Neugebauer, H.J.Habing et al.*, *Infrared astronomical satellite (IRAS) catalogs and atlases*, 1988.
21. *M.Moshir, G.Kopan, T.Conrow et al.*, *IRAS Faint Source Survey, Version 2*, JPL D-10015 8/92, (IPAC), 1992.
22. *H.Abrahamyan, A.Mickaelian, A.Knyazyan*, *Astron. Computing*, **10**, 99, 2015.
23. *J.J.Condon, W.D.Cotton, E.W.Greisen et al.*, *Astron. J.*, **115**, 1693, 1998.
24. *R.H.Becker, D.J.Helfand, R.L.White et al.*, *Astrophys. J.*, **475**, 479, 1997.
25. *L.Cao, J.-Y.Wei, J.-Y.Hu*, *Astron. Astrophys. Suppl.*, **135**, 243, 1999.