

УДК: 524.7

## ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЯРКИХ АКТИВНЫХ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Л.К.ЕРАСТОВА

Поступила 27 сентября 2000

Принята к печати 15 августа 2001

Составлена новая выборка локальных активных внегалактических объектов - комбинированная выборка, являющаяся суммой двух выборок - галактик типа Sy1 и квазаров из обзора Маркаряна и квазаров из Обзора ярких квазаров (BQS). Построена зависимость  $\log N(<B) - B$  для новой выборки активных галактик, ограниченная видимой звездной величиной  $B = 15^m.5$ . Ее можно представить прямой линией с наклоном  $\beta = 0.60 \pm 0.06$ . Она хорошо продолжается без заметного скачка аналогичной зависимостью для обзора Гамбург-ESO, которая имеет наклон  $\beta = 0.59 \pm 0.04$ . Совокупная поверхностная плотность ярких активных галактик и квазаров до  $B = 15^m.5$  равна 0.01 на кв.град.

1. *Введение.* Как хорошо известно, первые работы по массовому обнаружению галактик с УФ-избытком [1] и квазаров [2] были выполнены на широкоугольных телескопах системы Шмидта. При этом, если в обзоре Маркаряна отбирались протяженные объекты, то в PG-обзоре - исключительно звездные. Эта практика продолжалась в более поздних оптических обзорах, независимо от критериев отбора, будь то наличие ультрафиолетового избытка [3], многоцветная фотометрия [4], низкодисперсионные обзоры с объективной призмой [5], наличие эмиссионных линий в спектре объекта [6] и др.

Таким образом, в настоящее время сейфертовские галактики обычно обнаруживаются и изучаются в обзорах диффузных объектов - галактик, а свойства квазаров - в обзорах звездных объектов.

Обычно пользуются следующим рабочим определением сейфертовской галактики [7]: 1 - изображение объекта на картах Паломарского обозрения отличается от изображений звезд и является слегка диффузным; 2 - в спектре ядерной области наблюдаются широкие эмиссионные линии.

Первое условие исключает квазизвездные объекты. Однако часто разные авторы относят данный конкретный объект то к строго звездным, то к диффузным. Есть интервал, где это случается особенно часто. То, что он находится около  $z = 0.1$ , говорит скорее о размерах, светимостях host-галактик и их дисперсиях около среднего значения, чем о свойствах самих активных ядер. Это относится к сейфертовским галактикам и квазарам, наблюдаемым с телескопами системы Шмидта.

Второй признак как раз подчеркивает феноменологическое сходство

сейфертовских галактик первого типа и квазаров [8].

В настоящее время, когда астрофизика стала всеволновой, поисковые работы приобрели свой классический вид. Объекты, выделенные по радио-, инфракрасным, рентгеновским обзорам, отождествляются со своими оптическими двойниками для создания выборок различных объектов. Однако из-за огромного количества обнаруженных объектов, часто заранее обращают внимание на вид объекта - диффузный он или звездообразный. Так сделано, к примеру, в FBQS-обзоре (First Bright Quasar Survey) [9], где выборка квазаров строится только по звездообразным объектам, отобранном из FIRST-радиообзора (Faint Intensity Radio Survey Twenty), а задача корректного отделения квазаров от сейфертовских галактик первого типа остается актуальной.

2. *Задача.* При определении плотности активных галактик существенное значение имеет вопрос о полноте рассматриваемой выборки. Этот вопрос очень подробно обсуждался в работе [10] для выборки галактик сейфертовского типа.

Когда выборка включает только близкие сейфертовские галактики и поэтому нет оснований полагать, что их пространственная плотность меняется при удалении от нашей Галактики, то показателем полноты выборки может служить отличие наклона зависимости  $\log N = \beta B + \text{const}$  от значения 0.6 [10].

Однако часто оказывается, что на всем промежутке видимых звездных величин наклон этой зависимости существенно меньше 0.6 для близких сейфертовских галактик. Это означает, что селекция в выборке сейфертовских галактик начинается с самых ярких объектов, то есть галактики пропускаются, начиная с самых ярких звездных величин.

Совершенно противоположная ситуация наблюдается для ярких квазаров.

До сих пор единственной представительной выборкой ярких квазаров является BQS (Bright Quasar Survey). Количество работ, посвященных изучению этой выборки, перевалило за дюжину и растет с каждым годом.

Многочисленными исследованиями [11-13], которые были резюмированы в работе [14], было показано, что выборка BQS сильно неполна. Поверхностную плотность ярких квазаров следует увеличить в 2-3 раза, чтобы согласовать ее с поверхностной плотностью более слабых квазаров. До сих пор нет адекватного объяснения этому факту. Возможно, это и неучет галактического поглощения, большие фотометрические ошибки, которые отражаются также на цвете ( $U-B$ ). Эти причины существуют, но они недостаточны.

Другое обстоятельство - наклон зависимости  $\log N = \beta B + \text{const}$  составляет 0.8-0.9, то есть больше 0.6. Авторы обзора считают это признаком эволюции квазаров, так как здесь уже имеются объекты с

красным смещением вплоть до  $z=2.5$ , хотя большая часть их имеет красные смещения, не превышающие  $z=1.2$ .

Если бы квазары были открыты по оптическим спектральным низкодисперсионным обзорам, в первую очередь по маркарянскому, что произошло бы неизбежно, то, скорее всего, квазары и сейфертовские галактики первого типа отнесли бы к одному типу объектов. Это видно и из BQS, где постоянно возникает путаница между ними, так как даже среди "звездных" объектов встречаются галактики Маркаряна.

Именно поэтому в [15] был введен дополнительный критерий для разделения этих двух типов объектов - границей между ними служит абсолютная звездная величина  $M = -23^m$  при  $H = 50 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ . Но тогда переменный внегалактический объект - будь то квазар или сейфертовская галактика первого типа - мы должны будем относить то к квазару, то к сейфертовской галактике в зависимости от его блеска. Становится понятным, что корректно разделить сейфертовские галактики первого типа от квазаров не представляется возможным.

Поэтому нами создана новая выборка, включающая в себя яркие квазары и сейфертовские галактики первого типа.

С другой стороны, свойства внегалактических объектов сильно зависят от их красного смещения, то есть от соответствующей космологической эпохи.

Поэтому очень важно знать начальную точку отсчета - свойства близких объектов.

3. *Выборка галактик Маркаряна.* Выборка галактик Маркаряна [1] содержит 181 объект - галактики сейфертовского типа и 13 квазаров на площади  $\sim 17000$  кв. град. Из них 112 - галактики сейфертовского типа 1. Как хорошо известно, обзор сделан с объективной призмой, где объекты отбирались по наличию в непрерывном спектре избыточного УФ- континуума.

4. *Выборка ярких квазаров.* Обзор ярких квазаров - BQS - или иначе PG (Palomar-Green) [2,15] сделан на площади 10714 кв. град. на  $18''$  (46-см) телескопе системы Шмидта обсерваторий Маунт Вилсон и Паломар. Предельная звездная величина обзора колеблется от пластинки к пластинке от  $15^m.5$  до  $16^m.7$ . Это фотографический обзор, где отбор кандидатов проводился по цвету объекта.

Критерием отнесения данного конкретного объекта к квазару служил показатель цвета  $(U - B) < -0^m.44$  для исключительно звездных объектов. Было выделено 114 квазаров и галактик сейфертовского типа 1. Критерием отнесения объектов к тому или иному типу была светимость. 92 квазара с  $M > -23^m$ , оставшиеся 22 - галактики типа Sy1 с  $M < -23^m$ .

Среди звездных квазаров в обзоре Грина оказалось много галактик Маркаряна.

Считается к настоящему времени, что BQS содержит единственную

представительную выборку, созданную в оптике, с хорошо определенным пределом по потоку. Однако сравнение поверхностной плотности квазаров из данной выборки показывает, например, что для  $B = 16^m$  поверхностная плотность квазаров из HES (Hamburg-ESO) обзора в 3.6 раза выше BQS, что превосходит любые статистические флуктуации [14].

Похожий результат был получен в [13] по результатам Эдинбургского обзора, в котором было обнаружено еще 4 квазара выше предельной звездной величины на пробной площади  $\sim 330$  кв. град, перекрывающейся с площадью PG-обзора.

Чтобы результаты BQS-обзора были сопоставимы с результатами других обзоров, необходимо предположить, что среднее поглощение в области обзора должно быть  $\sim 0.61$ , что тоже совершенно нереально.

**5. Объединенная выборка.** При объединении этих двух выборок мы ограничили их по предельной звездной величине. Оба обзора хорошо исследованы и полнота их известна. Маркарянский обзор полон до  $B = 15^m.3$ , BQS - до  $B = 15^m.5$ .

Поскольку площадь обзора Грина полностью перекрывается полями маркарянского обзора, мы использовали его площадь 10714 кв. град. как основную, базовую [15].

Из каталога Маркаряна [1] были выбраны по вышеуказанным критериям все Sy1, 1.5, вплоть до  $B = 15^m.75$ . По возможности использовались точные фотометрические звездные величины, полученные с самой большой диафрагмой. К ним были добавлены квазары из обзора Грина.

Таким образом, была создана новая выборка AGN, которая удовлетворяла этим условиям.

В табл.1 приведен список объектов этой объединенной выборки. В ней даны: порядковый номер объекта; название объекта;  $B$  - величины, взятые или из каталога [1] или из каталога BQS-обзора [2]; красное смещение; альтернативное название объекта.

Итак, мы образовали новую выборку активных галактик из 101 объекта в локальной Вселенной, куда вошли все QSOs и галактики типа Sy1, 1.5, которые попали на площадь обзора Грина.

**6. Поверхностная плотность.** После создания такого списка очень легко построить зависимость  $\log N(<B) - B$  и определить совокупную поверхностную плотность активных объектов - квазаров и сейфертовских галактик.

Эта важная диагностическая зависимость между звездной величиной и количеством объектов в единичном телесном угле 1 кв. град. приведена на рис.1. Она дана в интегральной форме. Для ее построения мы использовали все объекты из табл.1. Никаких поправок за поглощение света в нашей Галактике и никаких исправлений за вклад host-галактик

Таблица 1

ОБЪЕДИНЕННАЯ ВЫБОРКА АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК

N	Название объекта	<i>B</i>	<i>z</i>	Название объекта	N	Название объекта	<i>B</i>	<i>z</i>	Название объекта
1	Mkn 1330	12.40	0.0085	NGC 4593	52	1307+085	15.28	0.155	
2	1226+023	12.86	0.158	3C 273	53	Mkn 1395	15.3	0.0426	
3	Mkn 1514	13.02	0.0166	NGC 7469	54	Mkn 771	15.31	0.0630	
4	Mkn 1509	13.21	0.0168	NGC 5548	55	Mkn 477	15.33	0.0380	
5	Mkn 766	13.43	0.0128	NGC 4253	56	1718+481	15.33	1.084	
6	Mkn 1376	13.45	0.0059	NGC 5506	57	Mkn 1392	15.34	0.0367	
7	Mkn 530	13.78	0.0290	NGC 7603	58	Mkn 290	15.35	0.0301	
8	1004+130	13.93	0.240		59	Mkn 885	15.38	0.0262	
9	0844+349	14.00	0.064		60	1241+176	15.38	1.273	
10	Mkn 335	14.08	0.0250		61	Mkn 1146	15.39	0.0403	
11	Mkn 817	14.08	0.0321		62	1416-129	15.40	0.129	
12	Mkn 704	14.17	0.0290		63	Mkn 1469	15.41	0.0314	
13	Mkn 1502	14.26	0.0609	I Zw1	64	Mkn 315	15.41	0.0395	
14	Mkn 359	14.28	0.0170		65	0119+229	15.41	0.0540	II Zw 187
15	Mkn 231	14.43	0.0410		66	0052+251	15.42	0.155	Mkn 357
16	Mkn 705	14.52	0.0282		67	Mkn 813	15.42	0.1310	
17	Mkn 543	14.55	0.0260	NGC 7811	68	1351+640	15.42	0.087	
18	Mkn 493	14.57	0.0319		69	1700+518	15.43	0.292	
19	Mkn 1298	14.59	0.0593		70	Mkn 1098	15.44	0.0363	
20	Mkn 739	14.60	0.0300	NGC 3758	71	2304+042	15.44	0.042	
21	Mkn 1513	14.63	0.0617	II Zw 136	72	1309+355	15.45	0.184	
22	1211+143	14.63	0.085		73	1149-110	15.46	0.049	
23	Mkn 1239	14.79	0.0206		74	1011-040	15.49	0.058	
24	Mkn 506	14.83	0.0435		75	1222+228	15.49	2.046	
25	Mkn 279	14.84	0.0302		76	1151+117	15.51	0.176	
26	Mkn 841	14.85	0.0365		77	Mkn 50	15.51	0.0232	
27	Mkn 358	14.90	0.0459		78	Mkn 707	15.52	0.0492	
28	1634+706	14.90	1.334		79	2112+059	15.52	0.466	
29	Mkn 478	14.92	0.0785		80	1247+267	15.53	2.038	
30	Mkn 871	14.94	0.0337	IC 1198	81	Mkn 141	15.53	0.0390	
31	0026+129	14.95	0.142		82	Mkn 877	15.53	0.1129	
32	Mkn 304	14.99	0.0673	II Zw 175	83	1310-108	15.55	0.035	
33	1411+442	14.99	0.089		84	Mkn 1511	15.56	0.0340	NGC 5940
34	Mkn 352	15.00	0.0150		85	1402+261	15.57	0.164	
35	Mkn 1261	15.00	0.0260		86	1259+593	15.60	0.472	
36	Mkn 1383	15.01	0.0883		87	0921+525	15.62	0.0360	Mkn 110
37	1448+273	15.01	0.065		88	1333+176	15.64	0.554	
38	1202+281	15.02	0.165		89	Mkn 1253	15.64	0.0468	
39	Mkn 975	15.05	0.0498		90	Mkn 291	15.65	0.0356	
40	0953+414	15.05	0.293		91	1425+267	15.67	0.366	
41	Mkn 1243	15.08	0.0365	NGC 3080	92	1216+069	15.68	0.334	
42	Mkn 1400	15.08	0.0296		93	Mkn 1501	15.68	0.0890	III Zw 2
43	1302-102	15.09	0.286		94	Mkn 668	15.69	0.0797	
44	Mkn 1347	15.10	0.0506		95	Mkn 1388	15.7	0.0214	
45	Mkn 845	15.12	0.0468		96	Mkn 876	15.70	0.129	
46	Mkn 734	15.13	0.0492		97	1352+183	15.71	0.158	
47	0804+761	15.15	0.100		98	1407+265	15.73	0.944	
48	1116+215	15.17	0.177		99	1415+451	15.74	0.114	
49	Mkn 1494	15.2	0.0305		100	1522+101	15.74	1.321	
50	Mkn 486	15.21	0.0397	I Zw 121	101	Mkn 1147	15.75	0.0368	
51	Mkn 595	15.26	0.0275						

внесено не было. Она может быть аппроксимирована простой линейной зависимостью  $\log N = \beta B + \text{const}$ , где  $\beta = 0.60 \pm 0.06$ . Интервал звездных величин  $B = 12^m.5 - 15^m.5$ .

Подобная зависимость, построенная нами для HES-обзора [14], где звездные величины не исправлены ни за поглощение, ни за вклад родительской галактики в общую светимость AGN, хорошо продолжает полученную нами прямую с коэффициентом  $\beta = 0.59 \pm 0.04$  для интервала звездных величин  $B = 14^m.0 - 17^m.5$ .

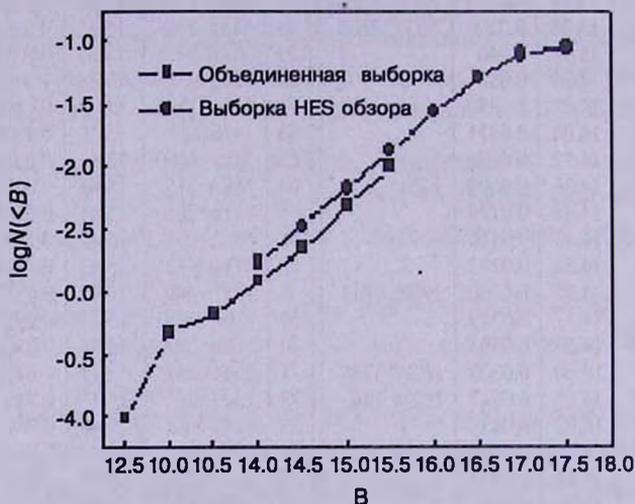


Рис.1. Интегральная зависимость  $\log N(<B) - B$  для ярких AGN. Квадратики показывают данные из настоящей работы, кружочки - для HES-обзора.

Поверхностная плотность составляет  $0.01 \pm 0.02$  для объектов до  $B = 15^m.5$  для красных смещений менее  $z = 2.0$ .

По существу, HES уже рассматривает близкие QSOs и Sy1 галактики как один класс объектов. Однако они предпочли иметь дело с ядерными областями квазаров и сейфертовских галактик и при их слиянии вводили поправки в звездные величины за вклад host-галактики.

**7. Выводы.** Известно, что плотность квазаров в локальной Вселенной, определенная по BQS-обзору, много ниже, чем это получается при экстраполяции зависимости  $\log N(<B) - B$ , построенной для многочисленных выборок более слабых квазаров, например, таких, как AAT [16], LBQS [5], MBQS [17] и др. Однако, если результаты двух обзоров - маркарянковского по поискам активных галактик и Шмидта и Грина по поискам ярких квазаров слить воедино и создать новую выборку, куда входят сейфертовские галактики первого типа и квазары, то она удовлетворительно продолжает зависимость  $\log N(<B) - B$ , построенную для более слабых объектов, без заметных изменений наклона, разрывов и скачков. Это говорит о том, что сейфертовские

галактики первого типа и квазары необходимо рассматривать как единый класс объектов, которые невозможно корректно разделить друг от друга. В этом случае причину неполноты следует искать не в многочисленных ошибках и недочетах при проведении обзора, а в принципиальном подходе к созданию выборки ярких квазаров. По-видимому, вновь созданная объединенная выборка является начальной точкой отсчета, нуль-пунктом для изучения поверхностной и пространственной плотности, как и других характеристик активных внегалактических объектов.

Благодарю рецензента за полезные замечания.

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна,  
Армения

## SURFACE DENSITY OF BRIGHT ACTIVE EXTRAGALACTIC OBJECTS

L.K.ERASTOVA

We compiled a new sample of local AGN - a combined sample as sum of two samples - Sy1 galaxies and QSOs from Markarian survey and QSOs from Bright Quasar Survey (BQS). The  $\log N(<B) - B$  relation for the new sample of active galaxies up to limiting magnitude  $B = 15^m.5$  is constructed. It can be approximated by straight line with a slope  $\beta = 0.60 \pm 0.06$ . It is good continued without any bump by analogues relation for Hamburg-ESO (HQS) Survey with  $\beta = 0.59 \pm 0.04$ . Combined surface density of bright active galaxies and quasars up to  $B = 15^m.5$  is 0.01 per sq. degree.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *B.E.Markarian, V.A.Lipovetsky, J.A.Stepanian, L.K.Erastova, A.I.Shapovalova*, SAO Communications, N62, 117, 1989.
2. *M.Schmidt, R.F.Green*, Astrophys. J, 269, 352, 1983.
3. *B.J.Boyle, T.Shanks, B.A.Peterson*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 235, 935, 1988.
4. *S.J.Warren, P.C.Hewett, P.S.Osmer*, Astrophys. J, 421, 412, 1994.
5. *P.C.Hewett, C.B.Folz, F.H.Chaffee*, Astron. J., 109, 1498, 1995.

6. *D.P.Schneider, M.Schmidt, J.E.Gunn*, *Astron. J.*, **107**, 1498, 1995.
7. *D.E.Osterbrock*, *Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei*, USA, Univ. Science Book, 1989.
8. *Э.Е.Хачикян, Д.Видман*, *Астрофизика*, **7**, 389, 1971.
9. *M.D.Gregg, R.H.Becker, R.L.White, D.J.Helfand, R.G.МcMahon, J.M.Hook*, *Astron. J.*, **112**, 407, 1996.
10. *В.Ю.Теребиж*, *Астрофизика*, **16**, 45, 1980.
11. *E.J.Wampler, D.Ponz*, *Astrophys. J.*, **298**, 448, 1985.
12. *Б.Е.Маркарян, Л.К.Ерастова, В.А.Липовецкий, Дж.А.Степанян, А.И.Шаповалова*, *Астрофизика*, **26**, 15, 1987.
13. *P.Goldschmidt, L.Miller, F.La Franca, S.Cristiani*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **255**, 65, 1992.
14. *T.Kohler, D.Groote, D.Reimers, L.Wisotzki*, *Astron. Astrophys.*, **325**, 502, 1997.
15. *R.F.Green, M.Schmidt, J.Liebert*, *Astrophys. J, Suppl. Ser.*, **61**, 305, 1986.
16. *B.J.Boyle, R.Fong, T.Shanks, B.A.Peterson*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **243**, 1, 1990.
17. *K.L.Mitchell, A.Warnock, P.D.Usher*, *Astrophys. J*, **287**, L3, 1984.