

УДК 524.7-77(083.8)

## КАТАЛОГ РАДИОГАЛАКТИК С $z > 0.3$ . III: РАЗМЕРЫ И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ПО ДАННЫМ NVSS

© 2009 М. Л. Хабибуллина\*, О. В. Верходанов\*\*

Специальная астрофизическая обсерватория, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 15 декабря 2008 г.; принята в печать 4 апреля 2009 г.

Описывается процедура построения выборки далеких ( $z > 0.3$ ) радиогалактик с использованием баз данных NED, CATS, SDSS для дальнейшего применения в различных статистических тестах. Выборка предполагается очищенной от объектов, имеющих свойства квазаров. Данная работа является третьей частью описания каталога радиогалактик, который планируется использовать для космологических тестов. Здесь приведены результаты выборки угловых размеров для объектов списка из обзора NVSS, а также проводится его первичный статистический анализ. Построены трехпараметрические диаграммы “угловой размер — красное смещение — плотность потока” и “угловой размер — красное смещение — спектральный индекс” и их двухпараметрические проекции. В диаграмме “угловой размер источника — плотность потока” выделены три подвыборки радиогалактик, различающихся размерами и плотностью потока.

Ключевые слова: *радиоисточники*

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Данная работа является третьей, описывающей каталог радиогалактик в диапазоне красных смещений  $0.3 < z < 5.2$ . В первых двух работах [1, 2] (далее работы I и II) мы описали построение выборки, основанной на данных NED<sup>1</sup>, CATS<sup>2</sup>, SDSS<sup>3</sup>, включив анализ литературы с целью отсева объектов со свойствами квазаров. В работе I приведен список, содержащий 2442 объекта с экваториальными координатами на эпоху J2000.0, спектроскопическими красными смещениями и спектральными индексами, которые вычислялись по результатам кросс-идентификации отобранных радиогалактик с радиокаталогами CATS и рассчитывались для частот 325, 1400 и 4850 МГц. Каталог содержит также имена исходных обзоров, откуда взяты данные об объектах (а в случае обзоров 3C и 4C — имена радиоисточников). В работе II мы собрали фотометрические данные из архивов NED и SDSS. Для 11 фильтров мы построили Хаббловские диаграммы “звездная величина — красное смещение”, а для данных обзора SDSS [3] (полосы g, i, r, z) были рассчитаны параметры линейной регрессии на диаграмме Хаббла.

Подготовка представляемого в трех работах каталога является первым шагом для выполнения космологических тестов по наблюдаемым физическим параметрам радиогалактик в различные эпохи. Целью создания каталога было увеличение (в разы) сравнительно однородной выборки радиогалактик, которая позволила бы увеличить точность определения космологических параметров в независимом классе тестов, не включающих данные о реликтовом излучении и крупномасштабной структуре. В последней части каталога, который дополняет данная работа, мы приводим список объектов с их размерами из обзора NVSS<sup>4</sup> [4] и данными измерений плотностей потоков на 1400 МГц.

Собранные в этом списке характеристики радиоисточников могут быть применены в тестах “радиосветимость — красное смещение” и “угловой размер — красное смещение”. Оба теста связаны с сильно эволюционирующими характеристиками радиогалактик, поэтому оценка космологических параметров, основанная на них, имеет большую дисперсию. Тем не менее, диаграмма “угловой размер — красное смещение” (или “ $\theta - z$ ”) получила широкое распространение в работах, в которых рассматривается как минимальный размер точечных источников [5], так и средний размер радиогалактики на заданном красном смещении с учетом эволюционных эффектов [6]. Размер источника в зависимости от красного смещения может быть использован в совместном тесте с размерами пя-

\*E-mail: rita@sao.ru

\*\*E-mail: vo@sao.ru

<sup>1</sup><http://nedwww.ipac.caltech.edu><sup>2</sup><http://cats.sao.ru><sup>3</sup><http://sdss.org>

тен в реликтовом фоне [7], где используются как масштабы флуктуаций реликтового излучения, так и характерные масштабы миллисекундных радиоисточников.

Отметим еще раз, что все методы оценки параметров из соотношения “ $\theta - z$ ”, отягощены неточностями, связанными с эволюционными эффектами, а протяженные объекты — еще и с определением внешней границы объекта. Тем не менее, использование размера источника как стандартной линейки оправдано. Если у радиогалактик существует фундаментальная плоскость, определяемая физическими параметрами, такими, например, как масса радиогалактики или центральной черной дыры, о чем уже говорилось в работе II, то имеется основание связать размер источника с историей формирования активного ядра, описываемой набором стандартных измеряемых параметров, таких, как скорость аккреции, угловой момент, величина магнитного поля, масса центральной черной дыры. Это позволяет надеяться, что предлагаемые в литературе подходы оценки параметров космологической модели будут работать. Обратим внимание, что наибольшая достоверность оценки параметров может быть достигнута при совместном использовании независимых тестов (для радиогалактик см., например, [8–10]).

При описании каталога в работах I и II мы провели первичный статистический анализ данных, а также построили диаграммы, описывающие поведение различных параметров с изменением красного смещения. В представляемой работе III, посвященной построению выборки и статистическому анализу каталога радиогалактик, мы собрали объекты с известным спектроскопическим  $z$  и с измеренными угловыми размерами. Угловые размеры в рассматриваемой выборке для однородности материала были взяты из каталога NVSS [4], полученного на VLA с диаграммой направленности размером  $45''$ . В дальнейших исследованиях мы будем также использовать данные о размерах из других обзоров, например, из обзора FIRST [11] с диаграммой направленности  $5''$ . Ниже мы описываем нашу выборку, проводим ее статистический анализ и строим диаграммы для разных физических параметров в зависимости от красного смещения.

## 2. КАТАЛОГ

### 2.1. Описание каталога

Данные оформлены в виде Таблицы, в которой в столбцах указаны имена объектов, экваториальные координаты галактик из обзора NVSS на эпоху J2000.0, линейные размеры (либо верхние границы) по двум осям в секундах дуги, плотности потоков в мЯн по данным NVSS, а также красные

смещения. Расположение отобранных радиогалактик на небесной сфере показано на Рис. 1. Полностью каталог помещен на сайте базы данных CATS <ftp://cats.sao.ru/pub/CATS/RGLIST>.

### 2.2. Статистический анализ выборки

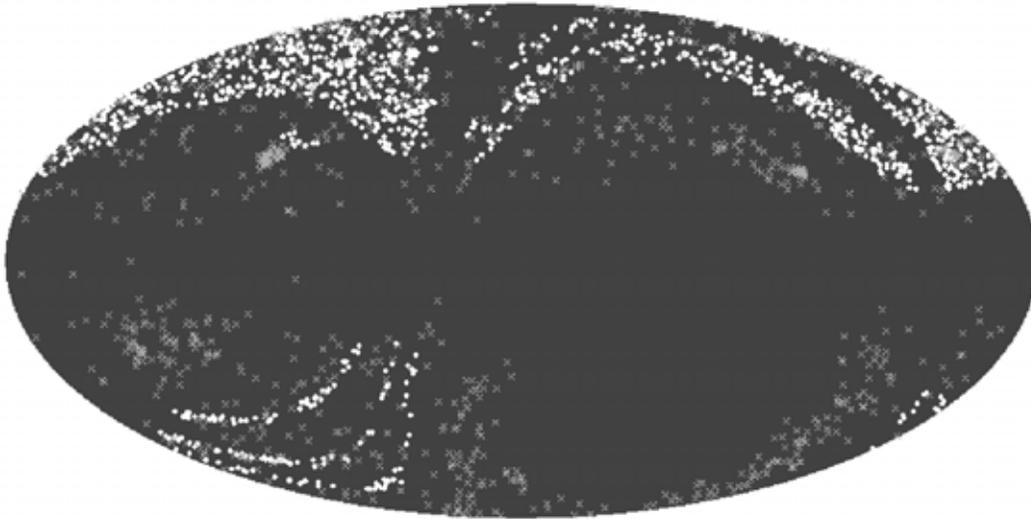
Как отмечалось в предыдущих работах, составленный список галактик не является полным и однородным, так как выборка содержит объекты из разных каталогов и несвязанных областей неба. Наиболее полная и однородная подвыборка данного списка содержит объекты обзора SDSS, отмеченные на Рис. 1 белыми кружками. Среди радиогалактик SDSS большое число объектов с небольшими красными смещениями ( $z < 0.5$ ) и малыми плотностями потоков ( $S < 15$  мЯн), что отличает качественно эту подвыборку от других.

Используя результирующий каталог, мы провели первичный статистический анализ отобранных объектов, результаты которого демонстрируются на Рис. 2–4.

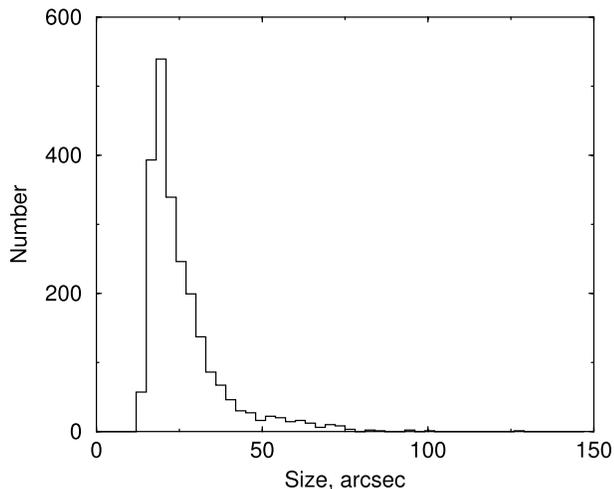
Гистограмма распределения по угловым размерам большой оси источников показана на Рис. 2. Положение пика гистограммы фактически соответствует размеру точечных источников в обзоре NVSS после восстановления с диаграммой направленности  $45''$ .

Мы построили диаграммы “угловой размер — красное смещение — плотность потока” (Рис. 3) и “размер — красное смещение — спектральный индекс” (Рис. 4), а также некоторые их проекции на параметрические плоскости. Спектральный индекс был рассчитан для частоты 1400 МГц в работе I.

Для соотношения “угловой размер источника — красное смещение — плотность потока” мы сделали две проекции в плоскостях “угловой размер — плотность потока” и “угловой размер — красное смещение”. Для первой проекции “ $\theta - S$ ” мы выделили три области разной плотности радиоисточников, которые соответствуют неразрешенным источникам в NVSS, протяженным радиообъектам, а также гигантским радиогалактикам. Границы областей можно приблизительно описать кривыми (на Рис. 3 обозначены сплошными линиями): (1) при разделении неразрешенных и протяженных радиогалактик как  $\theta = 28.3 \times \exp(-3p) + 19.3$ , где  $p = \ln(S/8.4)$ ,  $\theta$  — угловой размер в секундах дуги,  $S$  — плотность потока в мЯн; (2) при разделении протяженных и больших радиогалактик как  $\theta = 97.4 - 5.5 \ln(S)$ . Разными символами мы показали разные диапазоны красных смещений: кружки —  $0.3 < z < 0.7$ , квадраты —  $0.7 \leq z < 1.5$ , плюсы —  $1.5 \leq z$ . Отметим, что основная масса далеких галактик нашей выборки (показано светло-серым цветом) находится в



**Рис. 1.** Положение отобранных радиоисточников на небесной сфере в галактических координатах. Расположение объектов определяется одновременным наличием наблюдательных данных в оптическом и радиодиапазонах. Белыми кружками отмечены объекты SDSS, серыми крестиками — остальные источники.



**Рис. 2.** Гистограмма распределения угловых размеров источников.

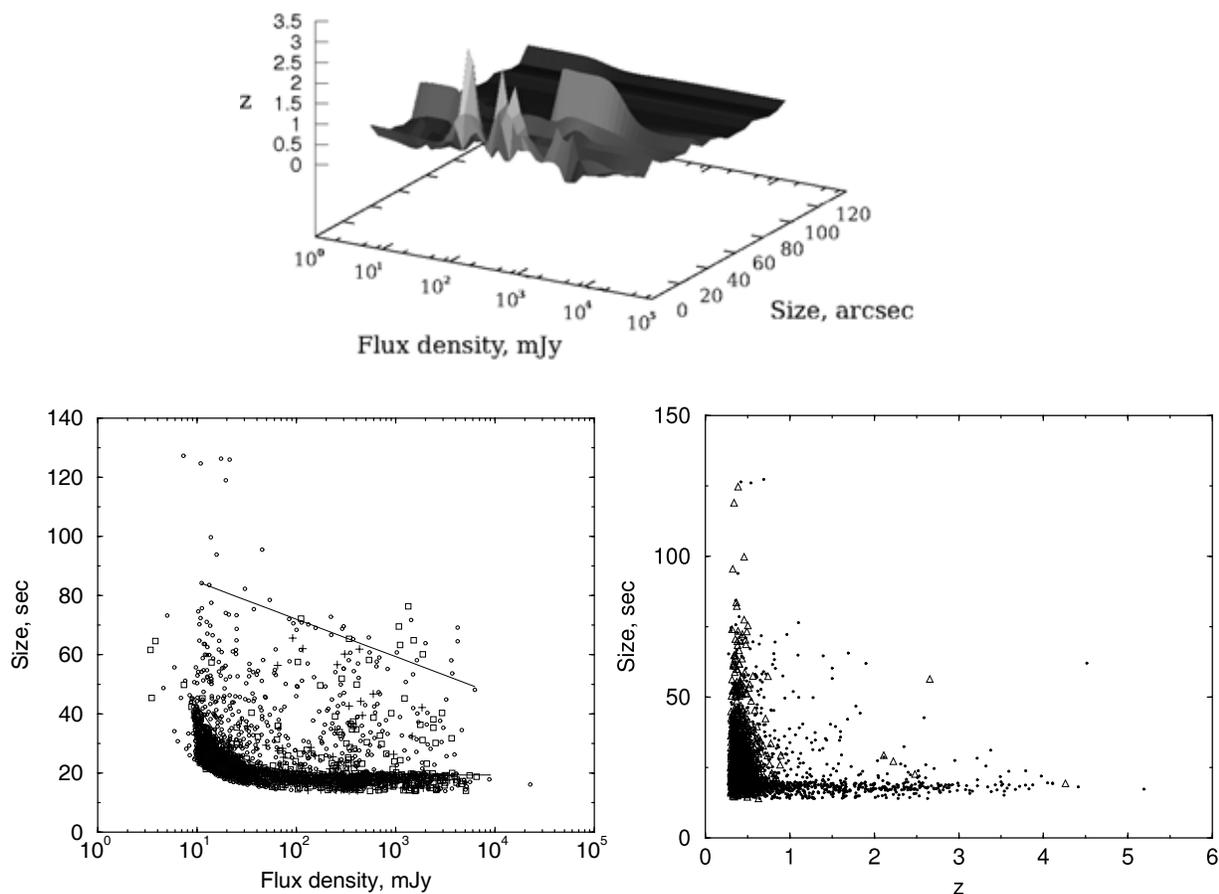
диапазоне плотностей потоков от 40 до 300 мЯн на частоте 1400 МГц.

Нижнее разделение объектов на диаграмме “угловой размер — плотность потока”, конечно, обусловлено селекционным эффектом, определяемым размером диаграммы направленности VLA в обзоре NVSS, и для исследования источников из этой области требуются данные с лучшим разрешением, например, либо из обзора FIRST [11], проведенного также на VLA, но с диаграммой 5", либо наблюдений отдельных источников на VLBA или VLBI. Кроме того, в данных NVSS могут быть особенности, связанные с определением размера источников при некруговой диаграмме направленности [12]. Тем не менее, параметры объектов

(протяженных радиоисточников) средней и верхней частей диаграммы являются пригодными для дальнейшего использования в космологических тестах.

На второй проекции “размер — красное смещение” (“ $\theta - z$ ”) мы выделили две популяции объектов, отмеченные разными символами: треугольники — источники SDSS, кружки — остальные объекты. Из рисунка видно, что радиогалактики SDSS принадлежат в основном диапазону малых  $z$  в нашей выборке, имея при этом разброс по плотности потока от минимальных до максимальных значений. Заметим, что радиогалактики с большими размерами представляют интерес при оценке вклада в микроволновой фон от протяженных объектов [13].

Для соотношения “угловой размер — красное смещение — спектральный индекс” (Рис. 4) мы сделали одну проекцию — “спектральный индекс — размер”, но представили ее в двух видах, выделив в одном случае треугольниками объекты SDSS, в другом — разными символами объекты разных диапазонов красных смещений: кружки —  $0.3 < z < 0.7$ , квадраты —  $0.7 \leq z < 0.15$ , плюсы —  $1.5 \leq z$ . Диаграмма демонстрирует открытую давно [14, 15] зависимость между удаленностью (красным смещением) источника и спектральным индексом в радиодиапазоне, что уже обсуждалось в работе I. Кроме того, наблюдается ожидаемое соотношение, что большие по размерам источники имеют более крутые спектры, что обусловлено синхротронным излучением в протяженных областях. Отметим, что для радиогалактик, обнаруженных в SDSS, величина спектрального индекса меньше при том, что в распределении по размеру источников



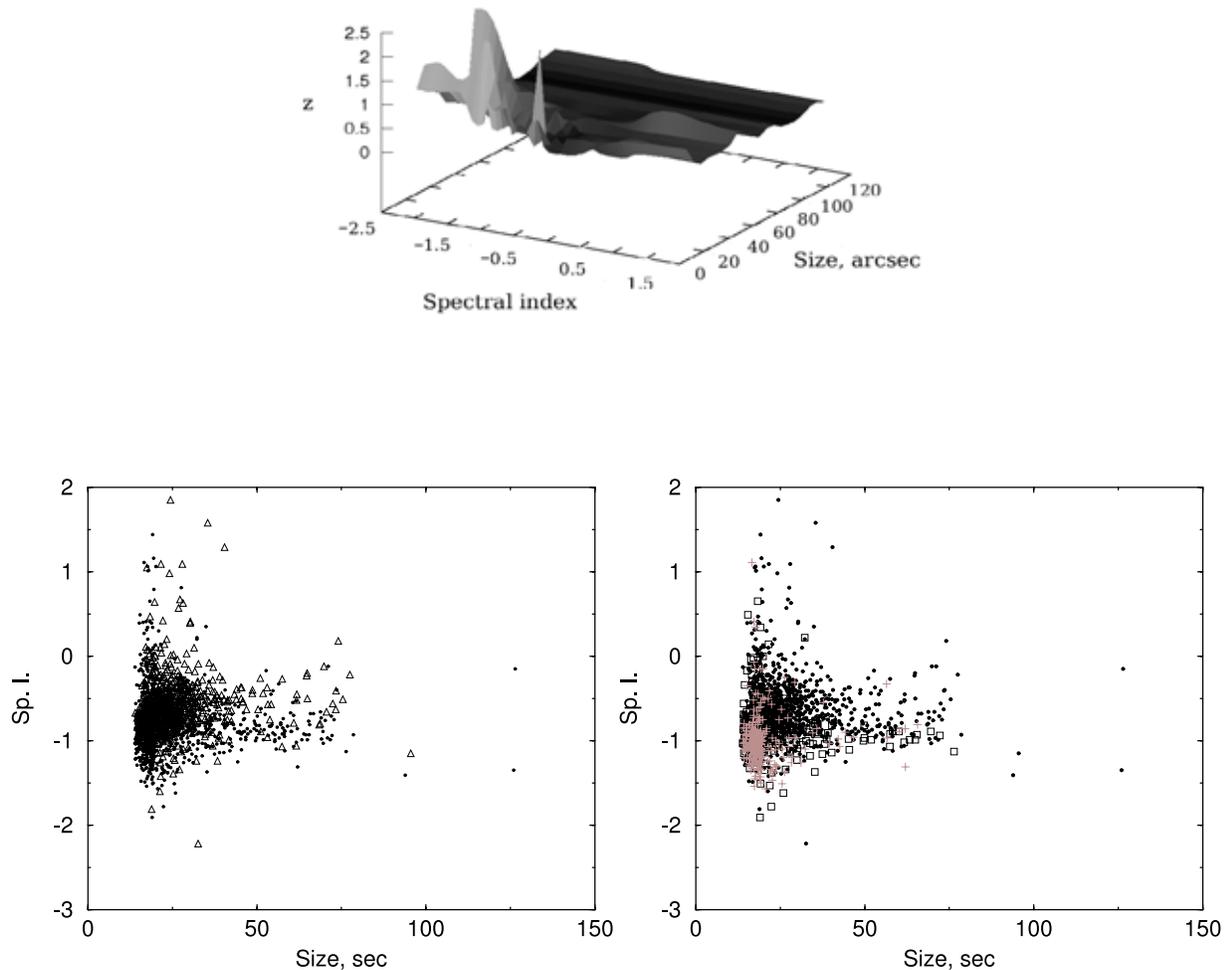
**Рис. 3.** Вверху: соотношение “размер — красное смещение — плотность потока” для радиогалактик. Внизу слева: соотношение “размер — плотность потока”. Разными символами показаны разные диапазоны красных смещений: кружки —  $0.3 < z < 0.7$ , квадраты —  $0.7 \leq z < 1.5$ , плюсы —  $1.5 \leq z$ . Сплошные линии разделяют области разной плотности. Внизу справа: соотношение “размер — красное смещение”. Треугольниками показаны данные SDSS. Кружками — объекты всех остальных каталогов.

больших различий нет. Объясняется это различие селекционным эффектом и существованием соотношения “спектральный индекс — красное смещение”. Последний факт демонстрируется на нижней правой картинке Рис. 4, где область больших  $z$  отмечена светло-серым цветом.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы представили заключительную часть каталога радиогалактик с красным смещением  $z > 0.3$ , содержащую полную информацию об угловых размерах объектов и плотностях потока на частоте 1400 МГц. При построении каталога использовались списки объектов из NED и CATS. Полная выборка включает в себя также объекты SDSS

и программы “Большое Трио” [16, 17]. Был проведен первичный статистический анализ данных измерений угловых размеров, плотности потока и вычисления спектрального индекса. На диаграмме “размер источника — плотность потока” мы выделили три подвыборки радиогалактик, различающихся размерами и плотностью потока. Границы этих подвыборок мы аппроксимировали аналитическими функциями. Нижнее разделение объектов на диаграмме “размер — плотность потока” обусловлено селекционным эффектом, определяемым размером диаграммы направленности VLA в обзоре NVSS. Для использования источников из этой области в космологических тестах, связанных с размерами объекта, необходимы данные с лучшим разрешением.



**Рис. 4.** Вверху: соотношение “размер — красное смещение — спектральный индекс” для радиогалактик. Спектральный индекс рассчитан на частоте 1400 МГц. Внизу слева: соотношение “спектральный индекс — размер”. Треугольниками показаны данные SDSS. Кружками — объекты всех остальных каталогов. Внизу справа: снова соотношение “спектральный индекс — размер”. Разными символами показаны разные диапазоны красных смещений: кружки —  $0.3 < z < 0.7$ , квадраты —  $0.7 \leq z < 1.5$ , плюсы —  $1.5 \leq z$ .

**Таблица.** Размеры и потоки

Name	Dec±RA NVSS	size	Flux density	z
	hhmmss.ss±ddmmss.s	Maj,Min	mJy	
1	2	3	4	5
000013–095803	000025.47–095752.5	24.3 < 21.0	13.8	0.354
000122–001142	000121.72–001139.2	< 20.1 < 18.8	110.6	0.462
000213–002954	000213.65–002951.1	< 82.3 < 46.1	30.3	0.372
000347–232943	000347.96–232940.4	36.4 < 17.2	687.5	0.315

Таблица. Продолжение

1	2	3	4	5
	hhmmss.ss±ddmmss.s	Маj,Min	mJy	
000611-014143	000611.16-014150.3	<17.5 <15.1	163.0	1.541
000626+153942	000626.40+153941.2	<19.3 <18.8	16.9	0.418
000847-084721	000854.88-084545.0	<24.6 <17.0	25.3	0.402
000940-091614	000940.13-091614.5	<42.4 <26.6	8.8	0.711
001107+172945	001107.38+172949.0	20.7 <17.7	262.8	1.390
001310+005138	001310.91+005142.4	27.1 <16.7	1620.1	0.606
001315+774930	001311.95+774846.6	<16.4 <15.3	2100.7	0.326
001631+791657	001631.61+791651.7	31.7 <16.8	3650.3	0.840
001736+145101	001736.91+145102.8	20.8 <15.6	58.7	0.303
001805+161255	001816.71+161357.2	67.1 <40.0	12.7	0.530
001851-124238	001851.38-124233.5	<17.3 <15.3	2122.3	1.589
001856+350819	001853.92+351011.6	<17.2 <17.1	56.1	0.416
002034-705527	-	-	-	0.327
002129+011631	002137.39+011602.7	70.3 <29.6	10.5	0.474
002219-360730	002219.42-360728.9	<21.9 <19.5	15.5	0.364
002241+441905	002241.33+441909.1	<19.4 <16.2	172.9	2.988
002402-325254	002402.30-325253.8	<22.1 <17.9	41.3	2.043
002607-392028	002607.12-392027.1	<27.7 <20.6	17.2	0.301
002614-200455	002613.98-200457.7	<18.6 <17.5	1173.5	0.845
002649+141236	002649.19+141236.5	30.7 <19.0	18.1	0.494
002722-104800	002722.86-104757.1	32.3 <22.4	12.9	0.332
002844-095424	002844.88-095424.2	<21.9 <18.0	20.9	0.330
003048+411051	003048.78+411053.7	<17.8 <16.1	268.0	2.428
003221-240505	003221.44-240508.4	<13.9 <13.9	552.0	1.290
003324-214158	003323.87-214201.2	<19.1 <16.5	285.1	2.168
003428+403552	003428.73+403556.4	14.1 <18.3	130.8	1.619
003453+413130	003453.19+413132.0	<17.2 <15.8	101.6	3.670
003542-101426	003542.51-101420.6	17.8 <20.6	41.1	0.446
003653+444320	003653.52+444321.1	<18.7 <17.2	674.9	2.790
003744+131958	003744.69+131956.0	23.5 <17.5	1843.3	0.405
003830-212004	003829.93-212004.0	<17.6 <16.3	828.1	0.338
003956-253430	003956.34-253429.4	28.1 <18.5	380.7	1.100
004055+331027	004055.01+331007.3	<17.8 <16.6	3223.4	0.482

Таблица. Продолжение

1	2	3	4	5
	hhmmss.ss±ddmmss.s	Мaj,Min	mJy	
004154+392518	004154.96+392521.0	<16.6 <16.0	315.0	1.006
004208-441402	-	-	-	0.346
004329-102128	004342.03-102130.7	<21.3 <16.2	27.6	0.479
004432-103225	004432.82-103224.0	<21.3 <20.4	13.6	0.433
004819-011158	004819.04-011158.4	<27.7 <24.7	10.1	0.409
004931+150609	004931.52+150608.7	<40.6 <27.8	9.1	0.373
005229-374350	005229.01-374350.1	37.7 <22.0	28.0	1.600
005320+123021	005328.61+123028.6	<22.5 <19.8	15.5	0.428
005429-235128	005429.85-235131.2	<17.8 <14.5	322.2	2.860
005616+003537	005621.45+003232.8	<45.2 <26.9	9.0	0.484
005825-244721	005825.92-244733.1	<25.2 <23.8	14.5	0.307
010151+011409	010151.25+011409.6	16.3 <20.1	51.1	0.438
010250-003309	010301.32-003213.9	119.0 36.4	19.5	0.340
010422-123511	010422.49-123515.6	14.5 <17.4	2125.1	0.387
010534+050108	010534.24+050111.1	<19.9 <17.2	77.0	3.500
010628-281617	010632.26-281547.3	<20.6 <19.1	16.6	0.300
010737+140753	010737.37+140755.6	38.1 <33.8	9.8	0.520
010817-160422	010817.19-160424.4	69.1 <18.8	4201.3	0.400
010827-092917	010827.88-092914.8	34.0 <26.2	10.0	0.302
011001-004636	011012.56-004748.3	<20.8 <16.5	28.5	0.565
011130+005108	011130.01+005058.6	<23.5 <18.3	20.5	0.415
011423+002939	011425.28+002937.9	70.6 15.5	93.5	0.355
011450+373236	011450.23+373231.6	<18.4 <16.8	85.5	2.535
011606-331244	011606.95-331241.1	<20.2 <17.5	22.1	0.352
011633-083633	011640.91-083635.2	<29.3 <19.9	15.8	0.373
011720-445926	-	-	-	0.792
011759+453624	011759.50+453621.5	<17.9 <16.1	1247.1	1.301
011928+150108	011928.65+150107.7	36.0 <16.0	35.2	0.345
012020-002126	012020.54-002126.0	25.4 <24.6	26.6	0.354
012024-001632	012024.50-001632.8	29.0 21.8	22.2	0.348
012057-102328	012057.50-102328.8	<44.1 <27.4	8.7	0.331
012142+132100	012142.73+132058.1	<19.1 <17.5	54.9	3.516
012206-082245	012209.10-082324.2	<39.9 <23.6	11.0	0.433

Таблица. Продолжение

1	2	3	4	5
	hhmmss.ss±ddmmss.s	Маj,Min	mJy	
012234+011513	012234.67+011513.9	<29.2 <27.1	9.8	0.387
012331+000358	012331.70+000347.3	55.4 <30.6	17.8	0.372
012411+004647	012411.32+004647.5	<24.9 <16.8	27.7	0.379
012610+385050	012610.80+385046.1	21.4 <17.2	156.9	0.682
012702+002536	012703.00+002541.9	<29.7 <22.9	11.9	0.375
012748-001507	012748.00-001507.3	83.6 <32.6	13.2	0.365
012823+144113	012823.83+144114.0	<25.5 <18.3	19.0	0.465
012831+290330	012830.26+290259.8	30.5 <14.8	2889.8	0.395
012836+000238	012836.69+000239.0	<31.0 <27.5	12.6	0.392
013009-272442	013009.26-272441.5	<19.3 <15.3	431.6	0.318
013028-261003	013028.08-261000.3	32.4 <19.5	1464.4	2.348
013123+062544	013121.50+062337.8	71.7 <18.3	1430.8	0.660
013412+000335	013412.69+000344.7	<19.4 <16.1	917.6	0.879
013514+081105	013515.03+081107.3	<17.1 <16.3	2246.0	0.499
013530+331606	013530.30+331702.9	16.6 <18.0	48.8	1.710
013556+001006	013602.10+001015.1	17.4 <20.2	38.5	0.343
013706+252119	013706.67+252119.2	<18.6 <15.3	185.4	2.897
013806+313241	013806.54+313241.9	<17.2 <15.0	95.1	2.199
013925+142608	013925.59+142608.4	<30.0 <20.7	13.9	0.323
014109+135331	014109.13+135328.3	<16.9 <15.8	2740.2	0.621
014159+005706	014203.29+005449.9	<26.7 <19.4	16.6	0.415
014213-001252	014213.65-001326.8	16.9 <15.6	36.8	0.421
014227+001142	014228.00+001138.0	20.2 <16.9	38.7	0.326

## БЛАГОДАРНОСТИ

При исследовании использовалась база данных внегалактических объектов NED (NASA/IPAC Extragalactic Database). Авторы также применяли базу данных радиоастрономических каталогов CATS [18, 19] и систему обработки радиоастрономических данных FADPS<sup>5</sup> [20, 21]. Авторы благодарны Ольге Кашибадзе (САО РАН) за помощь в процедуре аппроксимации нелинейными функциями в пакете MATLAB. Работа была поддержана грантом “Ведущие научные школы России”

<sup>5</sup>[http://sed.sao.ru/~vo/fadps\\_e.html](http://sed.sao.ru/~vo/fadps_e.html)

(школа С. М. Хайкина) и грантами РФФИ №09-02-00298 и 09-02-92659-ИНД. О.В.В. благодарит за частичную поддержку РФФИ (проект № 07-02-01417-а) и Фонд Содействия Отечественной Науке (программа “Молодые доктора наук РАН”).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. L. Khabibullina and O. V. Verkhodanov, *Astrophysical Bulletin* **64**, 123 (2009).
2. M. L. Khabibullina and O. V. Verkhodanov, *Astrophysical Bulletin* **64**, 276 (2009).
3. D. P. Schneider, P. B. Hall, G. T. Richards, et al., *Astronom. J.* **134**, 102 (2007).
4. J. J. Condon, W. D. Cotton, E. W. Greisen, et al., *Astronom. J.* **115**, 1693 (1998).

5. L. I. Gurvits, K. I. Kellermann, and S. Frey, *Astronom. and Astrophys.* **342**, 378 (1999).
6. E. J. Guerra, R. A. Daly, and L. Wan, *Astrophys. J.* **544**, 659 (2000).
7. J. C. Jackson and A. L. Jannetta, *JCAP* **11**, 002 (2006).
8. O. V. Verkhodanov and Yu. N. Parijskij, *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **55**, 66 (2003).
9. O. V. Verkhodanov and Yu. N. Parijskij, in *Proc. 14th Internat. School, "Particles and Cosmology"*, Ed. by S. V. Demidov, V. A. Matveev, and V. A. Rubakov (Inst. Nucl. Phys. RAS, Moscow, 2008) p. 109.
10. O. V. Verkhodanov and Yu. N. Parijskij, *Radio galaxies and Cosmology*, (Fiz. Mat. Lit., Moscow, 2009) [in Russian].
11. R. L. White, R. H. Becker, D. J. Helfand, and M. D. Gregg, *Astrophys. J.* **475**, 479 (1997).
12. A. E. Kimball and Z. Ivezić, *Astronom. J.* **136**, 684 (2008).
13. O. V. Verkhodanov, M. L. Khabibullina, M. Singh, et al., in *"Practical Cosmology"*, *Proc. Internat. Conf. "Problems of Practical Cosmology"*, Ed. by Yu. Baryshev, I. N. Taganov, and P. Teerikorpi (Russian Geograph. Soc., St. Petersburg, 2008), p. 247.
14. R. D. Dagkesamanskii, *Nature*, **226**, 432 (1970).
15. G. Blumenthal and G. Miley, *Astronom. and Astrophys.* **80**, 13 (1979).
16. Yu. N. Parijskij, W. M. Goss, A. I. Kopylov, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **40**, 5 (1996).
17. Yu. N. Parijskij, W. M. Goss, A. I. Kopylov, et al., *Astron. Astrophys. Trans.* **18**, 437 (1999).
18. O. V. Verkhodanov, S. A. Trushkin, H. Andernach, and V. N. Chernenkov, in *"Astronomical Data Analysis Software and Systems VI"*, Ed. by G. Hunt and H. E. Payne, ASP Conf. Ser. **322**, 46 (1997).
19. O. V. Verkhodanov, S. A. Trushkin, H. Andernach and V. N. Chernenkov, *Bull. SAO* **58**, 118 (2005), arXiv:0705.2959.
20. O. V. Verkhodanov, in *"Astronomical Data Analysis Software and Systems VI"*, Ed. by G. Hunt and H. E. Payne, ASP Conf. Ser. **125**, 46 (1997).
21. O. V. Verkhodanov, B. L. Erukhimov, M. L. Monosov, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **36**, 132 (1993).

### CATALOG OF RADIO GALAXIES WITH $z > 0.3$ . III: ANGULAR SIZES AND FLUX DENSITY ACCORDING TO THE NVSS DATA

M. L. Khabibullina, O. V. Verkhodanov

We describe the procedure of the construction of a sample of distant ( $z > 0.3$ ) radio galaxies using the NED, CATS and SDSS databases for further use in various statistical tests. We believe the sample to be free of objects with quasar properties. This paper is the third part of the description of the radio galaxies catalog that we plan to use for cosmological tests. We report the results of the sample of angular sizes for the NVSS survey list objects, and its preliminary statistical analysis. Three-parameter diagrams "angular size—redshift—flux density" and "angular size—redshift—spectral index", and their two-parameter projections are constructed. Three subsamples of radio galaxies are separated in the "source size—flux density" diagram.

Key words: *radiosources*