

УДК 524:520.27; 524.7-77(083.8)

ГЛУБОКИЕ ОБЗОРЫ НЕБА РАТАН-600 НА СКЛОНЕНИИ ИСТОЧНИКА SS 433 НА ВОЛНЕ 7.6 СМ В ПЕРИОД 1980–1999 ГГ. КАТАЛОГ РАДИОИСТОЧНИКОВ В ИНТЕРВАЛЕ ПРЯМЫХ ВОСХОЖДЕНИЙ $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$

© 2017 О. П. Желенкова^{1,2*}, Н. С. Соболева³, А. В. Темирова³, Н. Н. Бурсов¹

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101 Россия

³Санкт-Петербургский филиал Специальной астрофизической обсерватории РАН, Санкт-Петербург, 196140 Россия

Поступила в редакцию 11 января 2017 года; принята в печать 20 марта 2017 года

Представлен каталог радионисточников, являющийся продолжением каталога RCR (RATAN Cold Refined) в диапазоне прямых восхождений $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$. Список объектов получен при повторной обработке данных эксперимента «Холод», который проводился в 1980–1981 гг. на радиотелескопе РАТАН-600 на склонении источника SS 433, а также при обработке данных обзоров 1987–1999 гг. этого же эксперимента. Приведены прямые восхождения и интегральные плотности потоков 237 источников, обнаруженных на длине волны 7.6 см (3.94 ГГц), и их спектральные индексы на частотах 3.94 и 0.5 ГГц. Двадцать девять источников списка, в основном слабее 30 мЯн на 3.94 ГГц, имеют данные по плотности потока только на двух частотах — 1.4 и 3.94 Гц. Для построения спектров привлекались сведения из всех имеющихся в базах данных CATS и Vizier каталогов, с которыми пересекается полоса обзора, а также в некоторых случаях оценки плотностей потоков, полученные по картам обзоров VLSSr, GLEAM, TGSS и GB6. Построены гистограммы распределения спектральных индексов источников. Проведена проверка надежности отождествлений выделенных на сканах источников путем сравнения координат и плотностей потока с каталогом NVSS. Объекты, не попавшие в дециметровые каталоги в этом интервале прямых восхождений на уровне 10–15 мЯн, не обнаружены.

Ключевые слова: *радиоконтинуум*

1. ВВЕДЕНИЕ

В 1991 г. был опубликован каталог радионисточников RC (RATAN Cold) [1] на длине волны 7.6 см в интервале прямых восхождений $4^{\text{h}} \leq \text{RA} < 22^{\text{h}}$ и на 31° в интервале $4^{\text{h}} \leq \text{RA} < 13^{\text{h}}$ в полосе склонения $\text{Dec}_{1980} = 4^{\circ}57' \pm 20'$ ($\text{Dec}_{2000} = 4^{\circ}59' \pm 20'$). Он основан на результатах наблюдений, проводившихся в 1980–1981 гг. на РАТАН-600 в меридиане и азимуте 30° по программе эксперимента «Холод» [2–4]. Координатная привязка сканов осуществлялась по каталогу UTRAO (365 МГц), данные которого для этой полосы неба были любезно предоставлены проф. Дж. Н. Дугласом еще до публикации каталога.

После появления обзоров NVSS [5] и FIRST [6] на 1.4 ГГц более высокой координатной точности

и чувствительности, чем UTRAO, было выполнено сравнение каталога RC с этими данными, показавшее, что около четверти RC-источников не отождествляются с NVSS [7, 8]. Одной из причин этого является вытянутая по высоте диаграмма направленности (ДН) радиотелескопа, свертка с которой нескольких источников, попавших в поле зрения, приводит к сложности отождествления выделяемых на скане объектов. И второе: яркие источники, оказавшиеся при прохождении далеко от центрального сечения ДН, могут быть причиной регистрации боковыми лепестками ложных источников.

С 1987 по 1999 гг. в рамках эксперимента «Холод» было проведено несколько циклов наблюдений в меридиане на северном секторе РАТАН-600. Эти данные были использованы для уточнения плотностей потока и координат источников каталога RC. Обсуждение полученных результатов

*E-mail: zhe@sao.ru

для наблюдений в диапазоне прямых восхождений $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$ и $17^{\text{h}} \leq \text{RA} < 22^{\text{h}}$ было представлено в работе Соболевой и др. [9] без публикации каталога обнаруженных источников. Затем была произведена повторная обработка наблюдательного материала обзоров 1980–1999 гг. в интервале прямых восхождений $7^{\text{h}} \leq \text{RA} < 17^{\text{h}}$, по результатам которой был опубликован каталог RCR (RATAN Cold Revised) [10].

В настоящей работе приводится список источников, которые обнаружены при редукации наблюдений 1987–1999 гг. на волне 7.6 см (3.94 ГГц) и при повторной обработке записей, полученных в 1980 г., для прямых восхождений в интервале $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$.

Все найденные радиоисточники были отождествлены с NVSS-объектами. Привязка источников по прямому восхождению осуществлялась по каталогу NVSS. Их склонения не определялись, а использовались склонения NVSS-объектов.

При проведении отождествления источников с NVSS и другими цифровыми обзорами использовалось программное приложение Aladin [11, 12], а также инструмент для работы с каталогами и таблицами TOPCAT [13].

В статье мы приводим список выделенных на осредненных сканах источников. Он является продолжением каталога RCR для диапазона прямых восхождений $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$.

Структура статьи следующая: в разделе 2 описывается редукация наблюдений, в разделе 3 приводится описание таблицы с полученным списком, спектры RCR-источников рассматриваются в разделе 4, а в разделе 5 обсуждается надежность отождествления источников путем сравнения определенных по осредненным сканам прямых восхождений и интегральных плотностей потока с каталогом NVSS, а также оценивается площадь, покрываемая каталогом.

2. РЕДУКАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ

При обработке данных наблюдений на длине волны 7.6 см использовались стандартные методы редукации. Подробно методика обработки описана в работе Соболевой и др. [14]. Осредненные сканы были сглажены расчетной диаграммой направленности в ее центральном сечении. Далее был проведен фон с «окном сглаживания» 20^{s} . Источники на сканах выделялись с помощью гаусс-анализа. Привязки по времени осуществлялись по сильным NVSS-источникам.

Для каждого выделенного радиоисточника определялись его положение на скане (RA), антенная температура (T_a) и полуширина гауссианы

(HPBW). Интегральная плотность потока F вычислялась по формуле: $F = k_{\text{eff}} \times k_i \times T_a / k_{\text{DN}}$, где k_{eff} — коэффициент, учитывающий эффективную площадь антенны, k_i — корректирующий коэффициент, учитывающий различие калибровок и небольшое отличие эффективной площади антенны в циклах наблюдений, i — номер цикла, k_{DN} — диаграммный коэффициент.

Корректирующий коэффициент k_i определялся по источникам с хорошо известным спектром. В зависимости от года наблюдений величина k_i варьировалась в диапазоне от 1.1 до 1.5. Значение k_{eff} равнялось 3.5.

Диаграммный коэффициент k_{DN} показывает, насколько ослабляется отклик от источника при удалении его от центрального сечения ДН. Он рассчитывался для каждого радиоисточника с учетом поперечного выноса первичного облучателя вдоль фокальной линии вторичного зеркала и расстояния радиоисточника по вертикали до центрального сечения по алгоритмам, представленным в работе Майоровой [15].

Критерием достоверности считалось наличие объекта на сканах более чем в двух циклах наблюдений. После определения плотностей потоков и прямых восхождений объектов в каждом цикле наблюдений вычислялись средние по всем циклам значения F и RA с соответствующими погрешностями.

Для построения спектров источников использовались полученные интегральные плотности потоков на частоте 3.94 ГГц и данные из каталогов баз данных CATS [16, 17] и Vizier [18], в область покрытия которых попадает исследуемая нами полоса неба, а также данные из NED. Дополнительно были привлечены оценочные величины плотностей потоков по картам обзоров VLSSr (74 МГц) [19, 20], GB6 (4.85 ГГц) [21], GLEAM (в полосе 70–230 МГц) [22, 23] и TGSS (150 МГц) [24]. Они были сделаны для тех объектов нашего списка, которые отсутствуют в каталогах VLSSr, GLEAM, TGSS и GB6, т.е. слабее принятого в каталогах порога обнаружения для надежно выделяемых источников. Оценки плотности потока по картам обзоров производились с помощью Aladin.

По картам обзора TGSS, угловое разрешение которого лучше NVSS, в нескольких случаях удалось уточнить морфологию радиоисточников.

Для источников списка с помощью программного пакета `spg` [25] получены аппроксимирующие спектральные кривые и вычислены спектральные индексы $\alpha_{3.94}$ и $\alpha_{0.5}$ на частотах 3.94 и 0.5 ГГц соответственно, а также ожидаемые интегральные плотности потока на 3.94 ГГц, которые использовались для оценки надежности определения потока выделенных источников.

3. КАТАЛОГ РАДИОИСТОЧНИКОВ НА ВОЛНЕ 7.6 СМ В ИНТЕРВАЛЕ ПРЯМЫХ ВОСХОЖДЕНИЙ $2^h \leq RA < 7^h$

В диапазоне прямых восхождений $2^h \leq RA < 7^h$ было выделено всего 237 источников, из них 21 бленда, 8 двойных источников, которые разрешаются в обзоре NVSS, и еще 2 источника с более чем двумя NVSS-компонентами. Для нескольких источников имеются измерения, полученные на РАТАН-600 на частотах 7.7 и 11.1 ГГц в тех же циклах наблюдений. Они также использовались при построении спектров.

В каталоге отсутствуют области (около 2^m) в начале каждого часа, когда осуществлялась калибровка радиометра.

У 124 (52%) источников плотности потоков были известны на двух частотах 3.94 ГГц (РАТАН-600) и 1.4 ГГц (VLA), а после публикации каталогов обзоров GLEAM и TGSS в диапазоне частот 76–230 МГц таких источников осталось 29 (12%).

У 58 (24%) источников антенные температуры, определенные по записям, оказались в интервале $2\sigma \leq T_a < 5\sigma$, где σ — среднеквадратичная ошибка шума на осредненных записях. Каталог с выделенными на длине волны 7.6 см (3.94 ГГц) источниками в интервале прямых восхождений $2^h \leq RA < 7^h$ представлен в таблице 1.

Таблица 1. Каталог радиисточников на волне 7.6 см в интервале прямых восхождений $2^h \leq RA < 7^h$

RA ₂₀₀₀ Dec ₂₀₀₀ NVSS	RA ₂₀₀₀ ^{obs} ± σ, hh:mm:ss.ss ± s.ss	ΔRA, s.ss	F ± σ, mJy	α _{3.94}	α _{0.5}	Comments			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
020638.77+044807.2	02:06:35.67	3.10	43.8	-0.73	-0.73	D			
020651.70+044828.6	02:06:49.63±1.76	2.07	31.5±6.0	-0.09	-0.09				
020704.61+050110.4	02:07:04.45±0.27	0.16	10.0±2.0	-1.30	-0.61				
020801.88+050033.3	02:08:01.68±0.36	0.20	18.3±7.5	0.10	0.10		**		**
020912.54+050051.7	02:09:12.30±0.11	0.24	32.3±2.3	-1.14	-0.84				
020921.70+050142.7	02:09:21.57±0.13	0.13	17.4±3.0	-0.98	-0.83	D			
020931.16+045535.0	02:09:30.18±0.46	0.98	16.1±2.0	-0.75	-0.75	D			
021336.47+051819.2	02:13:33.55	2.92	134.2±3.0	-0.86	-0.86	D			
021449.84+050409.7	02:14:49.42±0.30	0.42	31.6±3.0	-0.72	-0.72	D	**		
021906.86+050354.1	02:19:06.15±0.33	0.71	14.5±1.5	-0.46	-0.46		**		
022019.20+045226.1	02:20:17.07±1.05	2.13	32.3±3.5	-0.02	-0.46		** ,vF		
022032.66+050243.6	02:20:32.37±0.14	0.29	60.7±4.0	-0.94	-0.72				
022046.45+050439.2	02:20:45.86±0.3	0.59	15.6±5.0	-1.27	0.04		**	MPS	*
022141.42+044349.3	02:21:38.30±0.88	3.12	151.0±62.0	-1.07	-0.79	D			*
022218.69+050343.8	02:22:19.22±0.18	-1.22	26.8	-1.09	-0.88	b			
022419.41+045657.3	02:24:18.81±0.49	0.60	19.0±3.0	-0.36	-0.36	b			
022509.74+050837.4	02:25:07.63±0.05	2.11	54.0±7.0	-1.17	-0.90				
022528.41+045316.2	02:25:27.65±0.94	0.76	33.7±2.0	-0.95	-0.57				
022619.89+044631.5	02:26:19.31±1.65	0.58	54.0±14.0	-0.94	-0.74	D			*
022653.88+045233.4	02:26:54.17±1.23	-0.29	24.2±4.0	0.05	0.05	2S			
022836.14+045619.2	02:28:35.60±0.87	0.54	17.0±1.0	-0.52	-0.52				
022929.95+045318.0	02:29:28.81±0.63	1.14	29.6±3.0	-1.18	-0.83				
023126.85+045846.4	02:31:27.03±0.33	-0.18	13.8±3.0	-0.85	-0.85	D			
023155.98+050234.4	02:31:55.84±0.32	0.14	18.0±2.0	-0.54	-0.54		** ,v?		
023331.40+044909.3	02:33:31.07±1.61	0.33	35.7±7.0	-0.84	-0.84	D			
023407.16+044642.7	02:34:05.47±0.34	1.69	271.0±56.0	-0.22	0.59		**	GPS	*

Таблица 1. (Продолжение)

RA ₂₀₀₀ Dec ₂₀₀₀ NVSS	RA ₂₀₀₀ ^{obs} ± σ, hh:mm:ss.ss ± s.ss	ΔRA, s.ss	F ± σ, mJy	α _{3.94}	α _{0.5}	Comments			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
023546.15+045111.4	02:35:46.51±0.43	-0.36	27.5 ± 3.5	-0.66	-0.66				
023840.05+045516.8	02:38:39.77±0.34	0.23	48.9 ± 5.0	-0.78	-0.78	b+D			
023950.49+050042.9	02:39:50.38±0.11	0.11	19.6 ± 7.0	-0.69	-0.69		**		*
024309.09+045643.3	02:43:09.09±0.54	0.00	16.3 ± 3.5	-0.55	-0.55				*
024322.22+045804.2	02:43:22.24±0.74	-0.02	12.7 ± 1.0	-0.05	-0.84			upt	
024430.44+044445.8	02:44:29.72±1.70	0.72	59.2 ± 1.0	-0.71	-0.71	D			
024754.12+045414.2	02:47:53.73±0.51	0.39	18.4 ± 3.5	0.31	-0.44			upt	#
024816.44+045345.0	02:48:15.91±0.68	0.53	26.5 ± 12.0	-0.73	-0.73	D			*
024939.93+044028.8	02:49:38.45±3.33	1.48	133.0 ± 22.0	-0.96	-0.68				
025239.26+045840.3	02:52:38.59±0.16	0.67	31.0 ± 2.6	-0.67	-0.44		** ,vF		
025253.93+050226.0	02:52:53.80±0.24	0.13	21.8 ± 3.0	-0.62	-0.62	D			
025311.49+050032.2	02:53:11.19±0.40	0.30	10.3 ± 2.5	-0.40	-0.40				#*
025421.04+045723.9	02:54:20.49±0.18	0.55	17.3 ± 2.0	-0.62	-0.62				
025630.94+050221.1	02:56:30.72±0.26	0.22	25.5 ± 2.0	-1.00	-0.71	D			
025647.96+050014.1	02:56:46.65±0.48	1.31	8.5 ± 2.0	-0.68	-0.68				*
025831.38+045309.0	02:58:30.20±1.66	1.18	29.5 ± 7.0	-0.72	-0.72	D			*
025856.77+050410.4	02:58:55.88±0.17	0.89	18.9 ± 2.0	-0.78	-0.78	D			
030256.65+045521.1	03:02:56.04±0.35	0.61	58.1	-1.05	-0.94	D	vF		
030321.00+050143.5	03:03:20.79±0.46	0.21	14.8 ± 1.0	-0.56	-0.56		vF		
030357.72+050240.7	03:03:56.33±0.66	1.39	12.0 ± 2.0	0.04	-0.71				
030456.91+045640.4	03:04:57.25±0.81	-0.34	12.5 ± 2.0	0.59	-0.44			upt	#
030546.02+045243.3	03:05:44.10±1.25	1.92	26.4 ± 12.0	-0.75	-0.75				*
030626.32+045137.2	03:06:25.48±0.71	0.84	37.8 ± 6.0	-0.78	-0.78	D			
030656.53+045719.3	03:06:56.00±0.14	0.53	53.8 ± 8.0	-0.98	-0.66	D			
030726.37+045517.5	03:07:29.31±1.30	-2.94	15.8 ± 2.0	-0.97	-0.97	D			
030733.90+045304.6	03:07:31.48±1.30	2.42	23.5 ± 2.0	-0.01	-0.49				
030810.14+050226.7	03:08:10.15±0.32	-0.01	12.0 ± 2.0	0.22	-0.24	b	vF		#
030833.98+045409.2	03:08:31.69±0.75	2.29	34.4 ± 2.0	-0.64	-0.64		** ,vF		
031114.39+050314.6	03:11:14.48±0.30	-0.09	26.3 ± 2.0	-0.81	-0.81	D			
031124.23+050742.7	03:11:24.59	-0.36	29.2	-0.59	-0.59	D			
031147.96+050802.4	03:11:46.51±0.31	1.45	100.1 ± 16.0	-1.41	-1.05	D	vF		
031321.84+050452.1	03:13:21.33±0.41	0.51	16.9 ± 4.0	-0.97	-0.97	D			*
031347.01+044724.5	03:13:43.70±3.40	3.31	45.1 ± 4.0	0.96	0.15			upt	
031532.21+050721.0	03:15:29.78±1.00	0.22	40.4 ± 6.5	-0.79	-0.79	d			
031705.35+045838.2	03:17:05.42±0.07	-0.07	13.2 ± 1.0	0.15	-0.45				#
031736.52+045545.0	03:17:34.91±0.78	1.61	14.9 ± 2.0	-0.15	-0.25				
031752.52+045452.7	03:17:51.70±0.20	0.82	22.5 ± 4.0	0.47	-0.11			upt	#
031841.77+044137.1	03:18:41.66±0.55	-0.50	188.0 ± 24.0	-1.07	-0.93	b+d	vF		
031844.85+050614.4	03:18:43.38±0.67	1.47	47.9 ± 7.0	-0.80	-0.51		vF		

Таблица 1. (Продолжение)

RA ₂₀₀₀ Dec ₂₀₀₀ NVSS	RA ₂₀₀₀ ^{obs} ± σ, hh:mm:ss.ss ± s.ss	ΔRA, s.ss	F ± σ, mJy	α _{3.94}	α _{0.5}	Comments			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
031858.07+045914.3	03:18:58.10±0.11	-0.03	58.8 ± 5.0	-0.29	-0.69	D	vF	upt	
031903.22+045607.9	03:19:03.71±0.04	-0.49	30.0 ± 5.0	-0.45	-0.45				#
031926.47+050448.7	03:19:25.11±0.42	1.36	96.7 ± 7.5	-0.68	-0.68	D			
032125.00+045849.6	03:21:24.72±0.13	0.28	14.0 ± 3.0	-0.17	-0.62		vF	upt	*
032314.72+044612.7	03:23:13.70±0.71	1.02	143.1 ± 18.0	-0.11	0.74		** ,vF	h	
032407.34+044200.2	03:24:07.36±0.46	-0.02	141.5 ± 25.0	-1.08	-0.94				
032456.18+044640.9	03:24:54.53±1.18	1.65	88.1 ± 12.0	-2.00	0.04		vF	MPS	
032506.09+050110.1	03:25:04.33	1.76	14.3	1.19	-0.31				#
032642.23+044650.7	03:26:40.02±0.98	0.98	51.4 ± 8.5	-0.76	-0.76	b+D			
032724.74+045559.6	03:27:23.92±0.43	0.82	11.5 ± 2.0	-0.31	-0.77	D			
032825.57+045344.9	03:28:24.76±0.81	1.24	50.3 ± 6.0	-1.09	-1.09	b+d			
032910.98+050336.5	03:29:10.53±0.22	0.47	26.9 ± 2.0	-0.54	-0.68	b		h	
032917.08+050443.6	03:29:17.12±0.10	-0.04	13.6 ± 3.0	-0.79	-0.79	D			*
032935.83+045549.0	03:29:35.58±1.17	0.25	11.6 ± 3.0	0.99	-0.43	2S		upt	#*
033226.75+045718.7	03:32:26.13±0.06	0.62	23.5 ± 5.0	1.63	-0.32		v?	upt	*
033510.40+045723.3	03:35:09.95±0.08	0.45	44.7 ± 2.0	-0.98	-0.09		** ,vF	MPS	
033524.20+050038.3	03:35:23.87±0.11	0.33	11.5 ± 2.0	0.29	-0.56				#
033613.25+045935.9	03:36:12.68±0.22	0.57	8.9 ± 2.0	-0.72	-0.72				*
033726.67+045005.5	03:37:25.71±0.66	0.29	87.3 ± 11.0	-0.99	-0.78	b	** ,vF		
033750.84+045833.2	03:37:50.84±0.84	0.00	12.1 ± 1.0	-0.77	-0.77	D	vF		
033901.60+051542.4	03:38:59.11±0.21	2.49	70.0 ± 7.0	-0.79	-0.79	D			
033959.59+050058.3	03:39:58.82±0.18	0.77	12.8 ± 2.0	-0.01	-0.01		vF		#
034024.79+045829.8	03:40:24.72±0.23	0.07	22.0 ± 2.0	-0.59	-0.01		** ,vF	MPS	
034041.76+045736.3	03:40:41.52±0.73	-0.52	13.5 ± 5.0	-0.04	-0.45	b			*
034109.80+050709.6	03:41:08.94±0.61	0.86	56.9 ± 7.0	-0.97	-0.86	D			
034151.93+045925.3	03:41:53.94±3.03	-2.01	9.0 ± 1.0	-0.34	-0.34				
034231.79+044740.6	03:42:29.63±1.62	2.16	70.8 ± 2.0	-0.72	-0.60		vF		
034243.15+044527.5	03:42:43.33	-0.18	82.6	-0.68	-0.68	D			
034329.99+045750.3	03:43:29.78±0.23	0.21	1133.1	-0.97	-0.83	D	v	v	
034554.43+045729.5	03:45:54.87±0.70	-0.44	15.3 ± 1.0	-0.75	-0.75	D			
034628.75+045545.5	03:46:28.03±0.76	-0.03	17.3	-0.06	-0.80	d			
034656.76+045653.8	03:46:56.86±0.01	-0.10	12.3 ± 3.0	-0.21	-0.36				*
034824.81+045421.7	03:48:23.99±0.54	0.82	24.3 ± 3.0	-0.46	-0.46		vF		
034828.10+050151.6	03:48:27.07	1.03	12.3 ± 2.0	-0.42	-0.77				
034901.48+051038.4	03:49:01.36±0.69	0.12	66.1 ± 10.0	-0.76	-0.76				
034931.08+050042.4	03:49:31.17±0.33	-0.09	25.0 ± 1.0	-0.67	-0.67	D			
034940.30+045731.2	03:49:40.27±0.36	0.03	15.8 ± 4.0	-0.04	-0.01		vF		#*
035054.23+050620.9	03:50:52.59±0.28	0.41	399.4 ± 27.0	-0.67	0.15	b		MPS	
035203.68+044612.0	03:52:05.06±0.74	-1.38	59.9 ± 8.0	-0.84	-0.31				

Таблица 1. (Продолжение)

RA ₂₀₀₀ Dec ₂₀₀₀ NVSS	RA ₂₀₀₀ ^{obs} ± σ, hh:mm:ss.ss ± s.ss	ΔRA, s.ss	F ± σ, mJy	α _{3.94}	α _{0.5}	Comments			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
035208.14+045128.5	03:52:05.22	2.92	35.6 ± 5.0	-0.83	-0.83				
035303.88+050431.1	03:53:01.74±0.33	2.14	32.5 ± 1.5	-0.15	-0.37				
035424.14+044107.3	03:54:23.61±1.04	0.53	190.4 ± 8.0	-0.07	-0.07			h	
035454.40+050250.2	03:54:54.81±	-0.41	21.1	-0.97	-0.81				
035515.52+045703.1	03:55:14.37±0.56	1.15	9.2 ± 2.0	0.84	-0.24		**	upt	#*
035602.18+045602.8	03:56:01.30	0.88	15.8	-0.76	-0.76				
035659.95+045947.7	03:57:00.77±0.21	-0.82	9.1 ± 1.5	-0.29	-0.29				#
035815.51+045449.1	03:58:13.20±0.05	2.31	12.5 ± 4.0	0.42	-0.36				#*
040311.59+045929.0	04:03:11.22±0.93	0.37	8.2 ± 3.0	0.10	0.10				#*
040332.04+045817.3	04:03:31.62±0.22	0.42	45.8 ± 6.0	-0.79	0.14			MPS	
040404.37+045839.5	04:04:03.80	0.57	10.4 ± 2.0	-0.55	-0.55		**		
040424.21+050633.6	04:04:26.29±0.03	-1.29	43.6 ± 2.0	-0.82	-0.82	b			
040427.26+050207.2	04:04:26.29±	0.97	39.4 ± 2.0	-0.79	-0.79				
040626.84+044753.2	04:06:28.66±4.50	-1.82	61.4 ± 10.0	-0.92	-0.92				
041034.32+045540.3	04:10:33.13±0.61	1.19	12.6 ± 4.0	-0.08	-0.33				*
041319.72+045839.7	04:13:19.54±0.17	0.18	25.2 ± 3.0	-0.42	-0.64				
041330.97+045247.7	04:13:32.18±0.67	-1.21	31.7 ± 3.0	-0.60	-0.60				
041510.24+050144.4	04:15:08.92±0.56	1.32	10.9 ± 4.0	-0.64	-0.76				*
041752.68+044404.8	04:18:01.30	-5.30	66.7 ± 15.0	-0.35	-0.65	b			*
042003.08+045101.9	04:20:02.54±0.29	0.54	41.8 ± 6.0	-0.45	-0.45				
042154.98+050230.5	04:21:54.72±0.23	0.26	17.8 ± 2.0	-0.18	-0.45		**		
042333.58+045451.3	04:23:32.37±0.32	1.21	20.1 ± 5.0	-0.69	-0.69				
042545.15+045028.3	04:25:43.85±2.50	1.30	24.9 ± 3.0	-0.49	-0.49				
042619.18+045025.7	04:26:18.78±0.40	0.40	434.4 ± 54.0	-1.12	-0.75				
042636.60+051818.0	04:26:29.00	7.60	375.0	-0.23	0.18			MPS	
042747.61+045708.9	04:27:47.15±0.20	0.46	642.7 ± 73.0	-0.26	-0.26		v		
043311.04+052115.4	04:33:10.17±1.65	0.83	1878.0 ± 10.0	-0.21	-0.09	mc	v	h	
043551.33+045612.6	04:35:49.90	1.43	10.4 ± 3.0	-0.86	-0.86				*
043558.30+045723.9	04:35:57.64	1.36	9.2 ± 2.0	-0.06	-0.06	b(d?)			#*
043611.99+050127.0	04:36:11.68±0.38	0.31	13.3 ± 2.0	-0.66	-0.66				
043629.74+050034.9	04:36:29.56±0.56	0.18	16.2 ± 3.0	-0.30	-0.30				
043722.65+050529.6	04:37:26.03±1.38	-3.38	25.0 ± 3.0	-0.64	-0.64				
043732.83+045139.0	04:37:29.06	3.77	11.0 ± 3.0	-1.39	-1.10				*
043848.16+044936.2	04:38:48.37±0.74	-0.21	46.3 ± 15.0	-0.57	-0.73				*
044014.54+050002.9	04:40:13.42±0.17	1.12	15.3 ± 1.0	0.01	-0.83			upt	
044136.20+045403.4	04:41:35.08±0.05	1.12	19.9 ± 5.0	-0.70	0.04			MPS	#*
044148.48+044848.7	04:41:51.62	-3.14	28.3 ± 3.0	-0.38	-0.56				
044417.89+050126.8	04:44:17.57±0.18	0.32	64.6 ± 5.0	-1.09	-0.95	D			
044455.22+045659.7	04:44:55.27±0.61	-0.05	22.0 ± 7.0	0.85	0.22				#*

Таблица 1. (Продолжение)

RA ₂₀₀₀ Dec ₂₀₀₀ NVSS	RA ₂₀₀₀ ^{obs} ± σ, hh:mm:ss.ss ± s.ss	ΔRA, s.ss	F ± σ, mJy	α _{3.94}	α _{0.5}	Comments			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
044924.30+045844.5	04:49:58.86±0.23	0.89	11.7 ± 2.0	-1.08	-0.73				
044935.43+050102.3	04:49:33.81±0.15	1.62	11.9 ± 2.0	-0.54	-0.61				
045000.72+051254.9	04:49:58.86	2.14	33.2 ± 5.0	-0.62	-0.62	b			
045110.15+045054.8	04:51:10.07±0.57	0.08	38.3 ± 14.0	-0.72	-0.57	d			*
045113.48+043751.2	04:51:11.11	2.37	30.6	-0.88	-0.58		**		
045151.26+050134.7	04:51:49.65	1.61	9.1 ± 3.0	-0.74	-0.74				*
045322.45+051052.6	04:53:22.78	-0.33	57.2 ± 8.0	-0.12	1.17		**	GPS	
045503.78+045302.0	04:55:03.22±0.35	0.56	35.3 ± 7.0	-1.06	-0.93				
045544.48+045051.9	04:55:43.22±0.54	1.26	32.8 ± 4.0	-0.53	-0.53				
045754.69+045354.3	04:57:53.76±0.28	0.93	75.7 ± 7.5	-0.98	-0.86				
045815.27+050410.4	04:58:14.84±0.38	0.43	71.3 ± 7.0	-1.17	-0.94				
045905.59+045609.8	04:59:05.18±0.24	-0.18	99.8 ± 8.0	-0.89	-0.82	d+b			
050523.20+045942.8	05:05:22.69±0.12	0.51	1000.0 ± 63.0	-0.11	-0.11		v	h	
050625.10+050819.7	05:06:23.08±0.59	2.02	66.4 ± 6.0	-0.83	-0.67		v?		
050649.14+045101.7	05:06:48.74±1.33	0.40	29.6 ± 9.0	0.02	-0.62				*
050709.01+045520.0	05:07:08.68±0.01	0.33	33.8 ± 3.0	-0.88	-0.81				
050825.45+045155.4	05:08:24.63	0.82	29.6	-0.90	-0.90				
051006.04+045910.0	05:10:04.86±0.30	1.18	11.7 ± 2.0	-0.21	-0.50				
051018.00+045952.7	05:10:18.47±2.25	-0.47	12.9 ± 1.0	-0.14	-0.14				#
051106.30+045854.5	05:11:05.75±0.34	0.55	15.2 ± 1.0	-0.76	-0.76				
051219.39+045610.8	05:12:18.90±0.83	0.49	17.5 ± 2.0	0.10	-0.44				
051343.45+045854.7	05:13:43.15±0.09	-0.85	46.9 ± 5.0	-1.51	-0.02	b	v?	MPS	
051359.03+050235.7	05:13:59.14±0.48	-0.11	22.0 ± 2.0	-0.65	0.45			GPS	#
051539.19+045947.5	05:15:38.93±0.43	0.26	9.0 ± 1.0	-0.35	-0.35				
051711.68+050032.6	05:17:11.40±0.13	0.28	44.0 ± 4.0	-0.18	-0.18		**	h	*
051909.69+050520.3	05:19:09.20±0.26	0.49	31.0 ± 7.0	-0.69	-0.69				*
052035.50+045401.7	05:20:34.68±0.38	0.82	33.0 ± 4.0	-0.52	-0.78		**	h	
052055.49+050654.7	05:20:53.72±0.75	1.77	46.0 ± 4.0	-0.95	-0.78				
052117.03+050728.8	05:21:17.39±0.67	-0.36	80.0 ± 12.0	-0.93	0.44			GPS	
052241.76+045304.3	05:22:41.85±1.10	-0.09	21.0 ± 5.0	-0.31	-0.67				*
052326.80+045918.6	05:23:26.30±0.25	0.50	16.0 ± 3.0	-0.76	0.10			GPS	#
052331.28+050844.2	05:23:30.13±0.81	1.15	66.0 ± 24.0	-1.06	-0.87				*
052333.28+045827.7	05:23:32.44	0.84	19.0 ± 5.0	-0.84	-0.60				*
052431.59+050736.6	05:24:30.50±1.00	1.09	39.0 ± 5.0	-0.81	-0.81				
052502.08+045432.7	05:25:01.38±0.26	0.70	85.0 ± 9.0	-0.83	-0.73				
052719.63+050153.9	05:27:17.70±0.25	1.93	41.0 ± 3.0	-0.89	-0.64				
052801.46+045750.1	05:28:01.14±0.06	0.32	46.0 ± 1.0	-0.56	-0.56				
053207.80+050243.6	05:32:06.69±0.30	0.31	18.0 ± 3.0	-0.70	-0.70	d			
053435.41+050342.5	05:34:34.69±0.23	0.72	240.0 ± 21.0	-1.09	-0.87				

Таблица 1. (Продолжение)

RA ₂₀₀₀ Dec ₂₀₀₀ NVSS	RA ₂₀₀₀ ^{obs} ± σ, hh:mm:ss.ss ± s.ss	ΔRA, s.ss	F ± σ, mJy	α _{3.94}	α _{0.5}	Comments			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
053603.93+050600.6	05:36:02.47±0.95	1.46	29.0±5.0	-0.94	-0.94				
053816.21+045239.5	05:38:13.30±0.45	2.91	27.0±4.0	-0.41	-0.58				
053849.53+050411.5	05:38:50.66±0.48	-0.66	30.0±4.0	-0.81	-0.81	d			
053957.88+045359.5	05:39:57.08±0.33	0.80	33.0±5.0	-0.81	-0.81				
054118.70+050900.2	05:41:16.93±0.45	1.77	100.0±20.0	-1.02	-0.86				*
054246.21+045419.6	05:42:45.70±0.18	0.51	58.0±5.0	-0.55	-0.19		**	MPS	
054405.13+045906.4	05:44:03.47±0.34	1.66	14.0±1.0	-0.20	-0.64				
054555.90+045943.6	05:45:55.15	0.75	12.0	-0.63	-0.63		**		
054948.75+045246.4	05:49:47.66±1.00	1.09	32.0±9.0	-0.52	-0.65				*
055256.16+044725.3	05:52:53.17±0.48	2.99	94.0±2.0	-1.08	-0.72	d?			
055313.77+045549.6	05:53:13.33±0.31	0.44	42.0±5.0	-2.31	0.24		**	MPS	
055652.59+050937.2	05:56:51.44±1.50	1.15	46.0±6.0	-1.20	-0.54			MPS	
055902.37+045304.8	05:59:01.54±1.40	0.83	28.0±2.0	-0.77	-0.66				
055936.84+045800.8	05:59:36.58±0.02	0.26	16.0±2.0	-1.17	-0.95				
060404.70+045657.4	06:04:04.92	-0.92	12.0±2.5	-0.60	-0.60	d			#*
060428.72+045958.8	06:04:28.14±0.77	0.58	12.0±3.0	-0.68	-0.68				*
060537.91+050020.5	06:05:39.40±0.35	-1.49	11.0	0.42	-0.67			upt	
060612.31+045743.1	06:06:12.10±0.40	0.21	22.0±3.0	-0.53	-0.53		** _{v?}		
060659.73+050659.2	06:06:58.30±0.40	1.43	46.0±9.0	-0.85	-0.68		v?		
060715.71+045818.9	06:07:16.24±0.33	-0.53	9.0±3.0	-0.74	-0.74				*
060829.14+050115.3	06:08:28.16±0.16	0.98	15.0±4.5	-0.66	-0.33	d?			*
060947.02+045927.9	06:09:47.00±0.22	0.02	11.0±2.0	-1.26	-0.92				
061003.66+045354.1	06:10:03.11	0.55	14.0±3.0	-0.84	-0.60		v?		*
061028.84+050025.8	06:10:28.51±0.43	0.33	16.0±2.0	-0.91	-0.75				
061048.06+050504.4	06:10:47.88	0.18	15.0±3.0	-0.23	-0.77				
061217.47+045636.7	06:12:17.20±0.10	0.27	16.0±7.0	1.03	0.15				#*
061553.63+045650.9	06:15:52.98±0.90	0.65	13.0±4.0	-1.26	-0.79				
061627.92+045312.0	06:16:26.48±0.50	1.44	15.0±3.0	-0.06	-0.48				
061756.20+045824.9	06:17:56.61	-0.41	7.0±3.0	0.60	-0.18			upt	#*
061823.59+050700.1	06:18:21.87	1.72	33.0±7.0	-0.07	-0.48				*
061900.21+050630.8	06:18:59.30±0.13	0.91	299.0±27.0	-0.81	0.04	b	v?	MPS	
061909.63+045400.1	06:19:08.87±0.37	0.76	47.0±1.0	0.52	-0.66	b		upt	
061943.49+045748.3	06:19:42.86	0.63	12.0±5.0	-0.80	-0.80				*
062130.07+045258.2	06:21:28.74±0.22	1.33	37.0±5.0	-0.72	-0.58	b	**		
062152.90+043834.4	06:21:51.84±1.00	1.06	392.0±33.0	-1.01	-0.80				
062157.68+045606.8	06:21:57.37±0.14	0.31	61.0±11.0	-0.79	-0.55		**		
062207.41+045651.1	06:22:07.48±0.15	-0.07	25.0±4.0	-0.90	-0.65		v?		
062310.75+050410.0	06:23:11.86±0.14	-1.86	65.0±11.0	-0.74	-0.74	d+d	v?		
062325.66+045624.1	06:23:25.32±0.25	0.34	12.0±2.0	-0.19	-0.19				#

Таблица 1. (Продолжение)

RA ₂₀₀₀ Dec ₂₀₀₀ NVSS	RA ₂₀₀₀ ^{obs} ± σ, hh:mm:ss.ss ± s.ss	ΔRA, s.ss	F ± σ, mJy	α _{3.94}	α _{0.5}	Comments			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
062418.85+045701.8	06:24:18.37±0.23	0.48	165.0 ± 30.0	-0.99	-0.73				
062450.96+050350.0	06:24:50.61±0.38	0.35	22.0 ± 4.0	-1.05	-0.69				
062549.27+045648.2	06:25:48.46±0.30	0.81	28.0 ± 9.0	0.44	-0.50			upt	*
062741.83+045803.9	06:27:41.55	0.28	52.0	-0.98	-0.82		v?	**	
063759.26+045505.5	06:37:59.04±0.67	0.22	18.0 ± 2.0	0.77	0.40				#
063826.31+045246.6	06:38:26.44±0.94	-0.13	27.0 ± 4.5	-0.79	-0.79				
063929.62+045937.0	06:39:29.64±0.27	-0.02	17.0 ± 4.0	-0.26	-0.57		** ,v?		*
064054.67+050550.3	06:40:54.00±0.01	0.67	36.0 ± 4.0	-0.44	-0.78				
064116.31+044748.5	06:41:15.32±0.71	0.99	59.0 ± 18.0	-1.22	-0.66				*
064415.38+050641.5	06:44:14.15±0.40	1.23	119.0 ± 5.0	-0.93	-0.83				
064753.44+050456.5	06:47:53.66±0.13	-0.22	24.0 ± 3.0	0.95	0.95				#
065110.86+045356.1	06:51:10.86	0.00	17.0 ± 6.0	0.21	-0.63				*
065327.47+050851.6	06:53:26.76±0.46	0.24	149.0 ± 16.0	-0.48	-0.35	b	**		
065529.90+045510.9	06:55:29.61±0.23	0.29	48.0 ± 6.0	-0.03	-0.03		**		
065850.15+050206.7	06:58:49.05±0.71	1.10	40.0 ± 7.0	0.00	0.00		v?		
065929.43+045603.8	06:59:30.37±0.92	-0.94	13.0 ± 2.0	0.46	0.46		v?		#

В столбце (1) указаны координаты источника RA₂₀₀₀ и Dec₂₀₀₀ по каталогу NVSS¹; в столбце (2) — его наблюдаемое прямое восхождение RA, переведенное на эпоху 2000.0 с погрешностью измерений. В столбце (3) приведена разность прямых восхождений $\Delta RA = RA_{NVSS} - RA$, где RA_{NVSS} — прямое восхождение источника по каталогу NVSS. В столбце (4) дана интегральная плотность потока источника F на частоте 3.94 ГГц в мЯн (как среднее по всем циклам наблюдений) с погрешностями измерений. В столбцах (5) и (6) приведены величины спектральных индексов источников $\alpha_{3.94}$ и $\alpha_{0.5}$ ($F_\nu \propto \nu^\alpha$), которые определены на частотах 3.94 и 0.5 ГГц соответственно. Последняя частота была выбрана по аналогии с работой Майли и Де Бройка [26]. В столбце (7) отмечены двойные источники и бленды, причем:

D — обозначает двойные источники в обзоре FIRST или TGSS, не разрешающиеся ДН РАТАН-600;

2S — два физически несвязанных источника по обзорам FIRST или TGSS, которые не разрешаются в NVSS;

d — источники, которые разрешаются на два компонента в обзоре NVSS и, следовательно, в обзор «Холод»;

t — источники с тремя и более (mc) NVSS-компонентами.

b — бленды, а также приведено уточнение:

b(d?) — два или, возможно, двойной источник, не разделяемые ДН РАТАН-600;

b+d — точечный источник блендируется с двойным источником;

b+D — точечный источник блендируется с двойным FIRST-источником.

В столбце (8) отмечены особенности вариаций плотности потока, а именно:

** — большой разброс данных по плотности потока на разных частотах;

v — указывает на известную по публикациям переменность объекта;

v? — заподозренные в переменности источники в работе Майоровой и др. [27];

vF — плотность потока в обзоре FIRST выше, чем в NVSS, что может указывать на возможную переменность.

В столбце (9) отмечены особенности радиоспектров:

h — спектры («hill»), образованные наложением степенного спектра на спектр с самопоглощением на частотах от 0.5 до 12 ГГц;

GPS — (Giga Hertz Peak Spectrum), MPS (Mega Hertz Peak Spectrum), радиоспектр имеет максимум в диапазоне ГГц или МГц соответственно;

¹Для бленд и двойных источников приводятся координаты наиболее яркого NVSS-источника.

upt («upturn») — рост спектра на высоких частотах.

В столбце (10) значок # отмечает объекты, у которых данные о плотности потока имеются только на частотах 1.4 и 3.94 ГГц; здесь же значком * помечены объекты, антенные температуры которых на записях попадают в диапазон $2\sigma < T_a \leq 5\sigma$.

4. РАДИОСПЕКТРЫ ИСТОЧНИКОВ

Мы построили спектры радиоисточников списка с привлечением данных из радиообзоров VLSSr, TXS [28], NVSS и GB6, новых обзоров GLEAM, TGSS, а также информации из баз данных Vizier, CATS и NED.

Приведем информацию об используемых радиообзорах.

Обзор VLSS (VLA Low-frequency Sky Survey) проведен на частоте 74 МГц в 2001–2007 гг., покрывает 95% неба. Данные обзора были повторно обработаны с учетом новой модели ионосферной дисторсии и коррекции диаграммы направленности [20]. По результатам обработки были опубликованы уточненный каталог VLSSr, включающий порядка 93 тысяч источников, и радиокарты. Угловое разрешение VLSSr составляет 75'', среднеквадратичная ошибка шума на радиокартах — 100 мЯн. Порог обнаружения — порядка 500 мЯн. Полоса обзоров «Холод» полностью попадает в область VLSS.

GLEAM (Galactic and Extragalactic All-sky Murchison widefield array survey) покрывает южное небо до +20° по склонению (площадь 7.5 ср), проведен в 2013–2014 гг. в полосе 72–231 МГц на 20 частотах с угловым разрешением около 2'. В каталоге около 300 тысяч источников при пороге обнаружения 50 мЯн. При построении спектров исследуемых нами источников использовались интегральные плотности потока для всех 20 полос. Для участка нашего обзора в интервале прямых восхождений $5^{\text{h}}45^{\text{m}} < \text{RA} < 7^{\text{h}}30^{\text{m}}$ данные в GLEAM отсутствуют.

TGSS (Tata institute for fundamental research GMRT Sky Survey) проводится на индийском радиотелескопе GMRT (Giant Metrewave Radio Telescope) на частоте 150 МГц. Первый альтернативный релиз данных TGSS ADR1 (Alternative Data Release) [24] получен из наблюдений 2010–2012 гг. как части этого проекта. Площадь обзора составляет $36\,900 \square^\circ$. Он покрывает 90% всего неба от -53° до $+90^\circ$ по склонению. Для большинства карт шум фона в диаграмме направленности составляет 5 мЯн при угловом разрешении 25'', что почти в два раза лучше, чем разрешение NVSS. В каталог включено 620 тысяч источников при пороге обнаружения в 7σ . Точность

определения координат — 2'', плотности потока — 10%. Достаточно высокое угловое разрешение TGSS позволило уточнить морфологическую структуру некоторых исследуемых источников, для которых нет карт обзора FIRST.

Обзор GB6 (Green Bank 4.85 GHz, $\lambda \sim 6$ см) выполнен на 91-м телескопе NRAO в 1986–1987 гг. Он покрывает небо от 0° до +75° по склонению, включает 75 тысяч источников ярче 18 мЯн [21].

4.1. Оценки плотности потока RCR-источников по радиокартам обзоров

До публикации обзоров GLEAM и TGSS, которые в низкочастотном радиодиапазоне обладают более высокой чувствительностью, чем обзоры VLSSr и TXS, почти для половины источников из исследуемого списка данные по интегральной плотности потока были известны только на двух частотах, 1.4 и 3.94 ГГц, т.е. только у другой половины объектов можно было уверенно произвести аппроксимацию спектров. По этой причине для всех источников, о которых не было информации в каталогах GB6, VLSSr, были сделаны оценки плотностей потоков по картам этих обзоров. У тех источников, в месте расположения которых было отмечено заметное превышение сигнала над визуальным оцененным уровнем фона, была произведена оценка интегральной плотности потока. Для этого сравнивались апертурные величины² объекта в каталоге и исследуемого источника. Для источников, при наблюдениях которых превышения над уровнем фона не детектировались, устанавливался предел порядка 1σ , т.е. для VLSSr — 100 мЯн, GB6 — 5 мЯн. Весовые коэффициенты при аппроксимации радиоспектра для оценочных значений принимались на уровне 5–30% от весов для величин плотностей потока из каталогов.

После публикации обзоров GLEAM и TGSS осталось 12% источников, для которых данные о плотности потока имеются только на двух частотах. В большинстве случаев оценки плотности потока по картам VLSSr с превышением над уровнем фона подтвердились данными из каталогов GLEAM и TGSS.

Оценки плотности потока по картам GLEAM и TGSS также были произведены для ряда источников, как это было сделано по картам VLSSr и GB6. Для источников без превышения сигнала над уровнем фона устанавливался предел в 1σ , т.е. для GLEAM — 10 мЯн, TGSS — 5 мЯн.

²Для вычисления интегральной величины в заданной апертуре использовалась функция приложения Aladin.

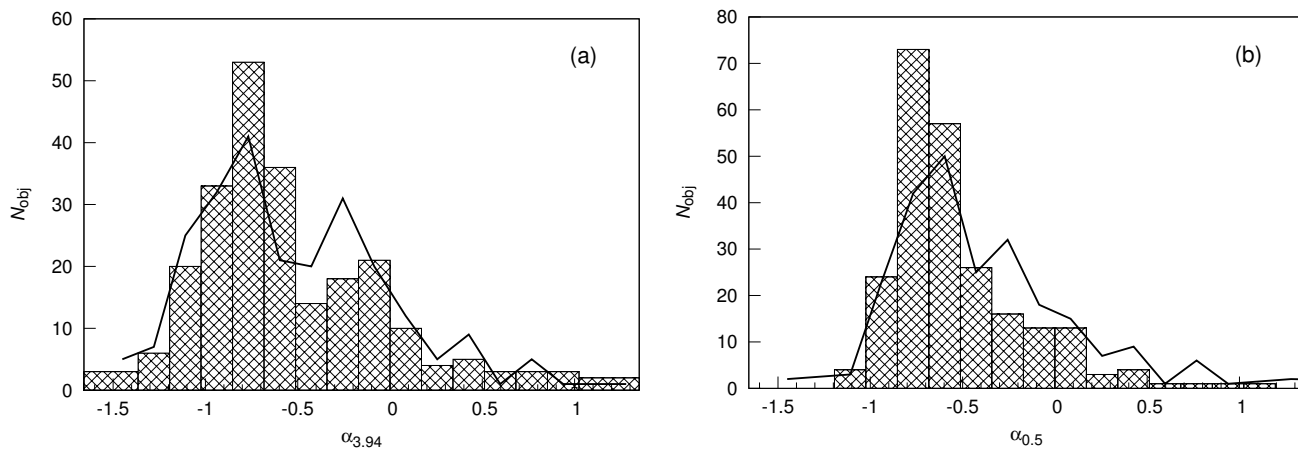


Рис. 1. Распределение спектральных индексов для всех RCR-источников, обнаруженных в интервале прямых восхождений $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$: (а) на частоте 3.94 ГГц ($\alpha_{3.94}$) и (б) на частоте 0.5 ГГц ($\alpha_{0.5}$). Столчатая гистограмма показывает индексы, определенные по спектрам, которые построены с привлечением данных обзоров GLEAM и TGSS, линия — без использования GLEAM и TGSS.

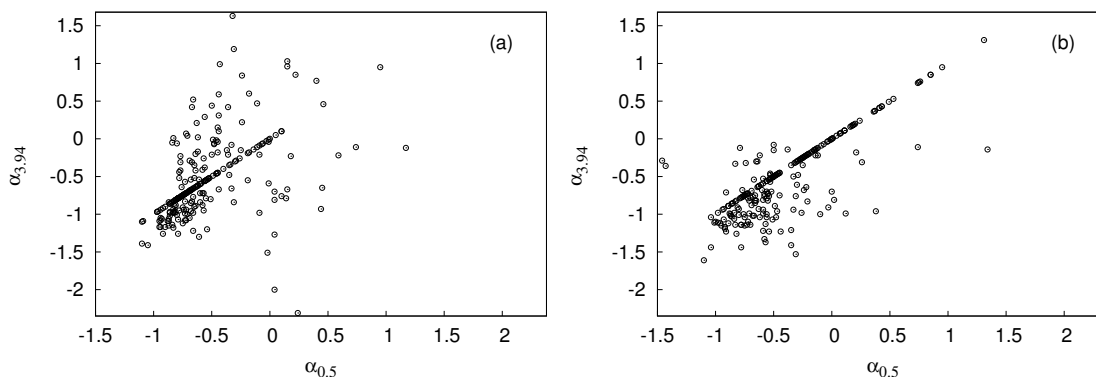


Рис. 2. Распределение спектральных индексов на частотах 0.5 и 3.94 ГГц для всего рассматриваемого списка источников: (а) без использования данных обзоров GLEAM и TGSS, (б) с привлечением GLEAM и TGSS.

4.2. Спектральные индексы RCR-источников

Для построения радиоспектров мы аппроксимировали величины полиномом первой или второй степени.

Приведем распределение спектральных индексов для исследуемого списка на частотах 3.94 и 0.5 ГГц (рис. 1) в сравнении с тем, как изменились индексы радиоисточников после привлечения данных из обзоров GLEAM и TGSS.

На гистограмме распределения спектральных индексов $\alpha_{3.94}$ (рис. 1а, линия) отмечались отчетливые максимумы на -0.8 и -0.3 и не очень отчетливо — на $+0.45$, что совпадает с распределением для источников каталога RCR [10] в интервале прямых восхождений $7^{\text{h}} \leq \text{RA} < 17^{\text{h}}$. Источники с крутыми спектрами ($\alpha_{3.94} \leq -0.5$) составляли 58%.

С добавлением данных каталогов GLEAM и TGSS вид гистограммы изменился (рис. 1а, столбчатая гистограмма), хотя также имеются три максимума на -0.8 , 0.1 и $+0.45$. Количество источников с крутыми спектрами увеличилось до 65%.

В распределении спектральных индексов на 0.5 ГГц $\alpha_{0.5}$ (рис. 1б, линия) можно также было выделить два максимума на -0.6 и -0.25 , причем не очень выраженный максимум на $+0.45$ тоже присутствовал. Источники с крутыми спектрами ($\alpha_{0.5} \leq -0.5$) составляли 54%.

При добавлении данных GLEAM и TGSS распределение спектральных индексов (рис. 1б, столбчатая гистограмма) на 0.5 ГГц имеет выраженный максимум на -0.8 и слабо выраженные на 0.0 и $+0.45$. Источников с крутыми спектрами стало 68%.

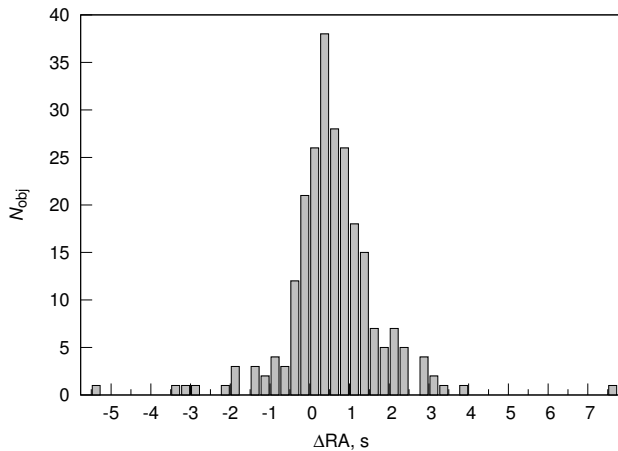


Рис. 3. Распределение разности прямых восхождений $\Delta RA = RA_{NVSS} - RA$ для всех обнаруженных в интервале прямых восхождений $2^h \leq RA < 7^h$ RCR-источников.

Перечислим отмеченные в таблице 1 особенности источников, которые осложняют надежное определение спектральных индексов:

- блендирование, т.е. источники, которые не разделяются ДН РАТАН-600 (21, или 9%), что вносит неопределенность в измерения плотности потока («b» в таблице);
- мало данных: у 29 (12%) источников плотности потока известны только на двух частотах (#);
- большой разброс величин плотностей потока на разных частотах, что отмечается у 31 источника (13%), спектральные индексы которых определяются с погрешностью более 50% (**);
- слабый сигнал на скане — источники (24%), у которых отношений сигнала к шуму не превышает 5 (*);
- переменность: у 40 (18%) источников отмечены вариации плотности потока либо по разным циклам обзоров «Холод» [27] («v?»), либо плотность потока с учетом ошибок в обзоре FIRST выше, чем в NVSS («vF»), что может указывать на возможную переменность, либо в литературе есть информация об их переменности («v»);
- сложная форма спектров, которая встретила у 7 источников (3%); они отмечены символом «h».

У источников без отмеченных выше особенностей спектральные индексы определяются с погрешностью порядка 10%. До привлечения данных обзоров GLEAM и TGSS таких источников было 64 (или 27%), и их средний спектральный индекс составлял $\bar{\alpha}_{3.94} = -0.83$, медиана — -0.93 , а для всего исследуемого списка получалось соответственно -0.53 и -0.63 . С новыми данными в низкочастотном диапазоне число источников с

уверенно определяемыми спектрами увеличилось до 116 (или 49%). Их средний спектральный индекс составил $\bar{\alpha}_{3.94} = -0.68$, медиана — -0.76 и соответственно для всего списка — -0.55 , -0.68 .

4.3. Форма спектров RCR-источников

Здесь мы приводим графики с распределением спектральных индексов на 0.5 и 3.94 ГГц для всего исследуемого списка источников, которые определялись по каталогам и нашим измерениям до публикации обзоров GLEAM и TGSS (рис. 2a) и с добавленными данными GLEAM и TGSS (рис. 2b).

Для 29 (12%) источников, у которых измерены плотности потока только на двух частотах 1.4 и 3.94 ГГц, при построении спектров использовались оценки плотности потока по радиокартам обзоров.

В результате для всего исследуемого списка у 41% источников получились спектры, которые лучше всего аппроксимируются прямой линией (S-спектры). По данным без обзоров GLEAM и TGSS источников с такими спектрами было больше (рис. 2a) — 51%.

Около 25% источников имеют крутой спектр на 0.5 ГГц с увеличением крутизны (примеры спектров приведены в работе [10], рис. 13) на высоких частотах (S^-), что обычно интерпретируется как результат потери энергии высокоэнергичными релятивистскими электронами из-за высвечивания. Без учета данных новых низкочастотных обзоров источников с S^- -спектрами было немногим более 29%.

В нашем списке 11% объектов имеют крутые спектры на 0.5 ГГц с уплощением на высоких частотах (S^+). Примеры спектров приведены на рис. 14 в работе Соболевой и др. [10]. Такой спектр объясняют наложением обычного степенного спектра от протяженных компонент радиоисточника и спектра от деталей малых угловых размеров (выбросов из ядра) с самопоглощением релятивистскими электронами на более высоких частотах. Без данных GLEAM и TGSS S^+ -спектры были отмечены у 7% источников.

У 18 (8%) источников есть максимум в спектре на частотах от 0.5–12 ГГц ([10], рис. 16). Такие спектры наблюдаются у CSS (Compact Steep Spectrum), GPS (Gigahertz Peak Spectrum) и HFP (High Frequency Peak). Предполагается, что источники с максимумом в спектре — это либо молодые объекты, либо блазары [29–31]. Отметим, что HFP-источники в этом списке не встретились.

И еще семь (3%) источников имеют спектр с максимумом, но более сложной формы (см. [10], рис. 17). Он образован наложением степенного

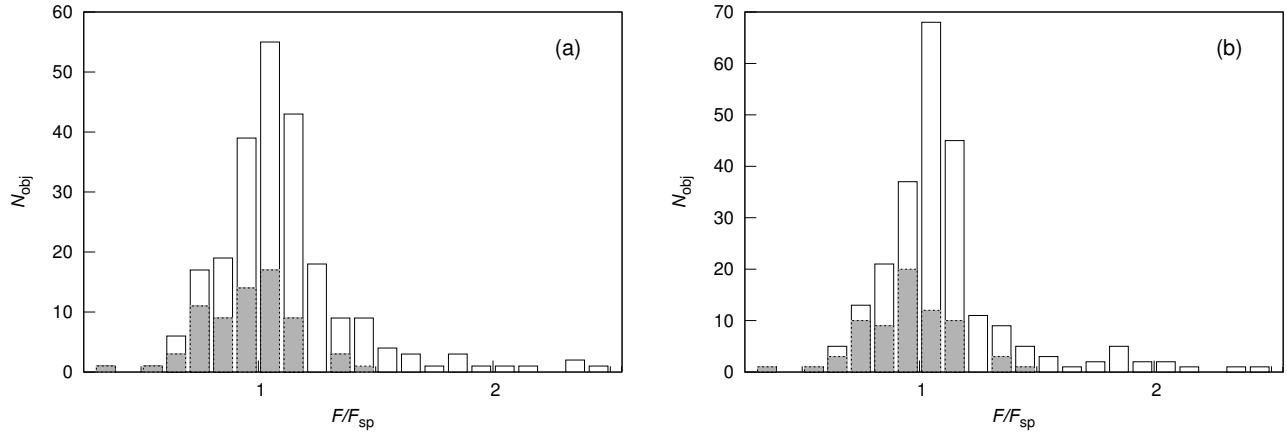


Рис. 4. Распределения отношения измеренной величины плотности потока F к ожидаемой по спектру F_{sp} для всей выборки (незаштрихованные столбики) и для источников с уверенно определяемыми плотностями потока (столбики серого цвета) для ожидаемых плотностей потока, которые определены по спектрам, построенным (а) с использованием данных обзоров GLEAM и TGSS, (б) без GLEAM и TGSS.

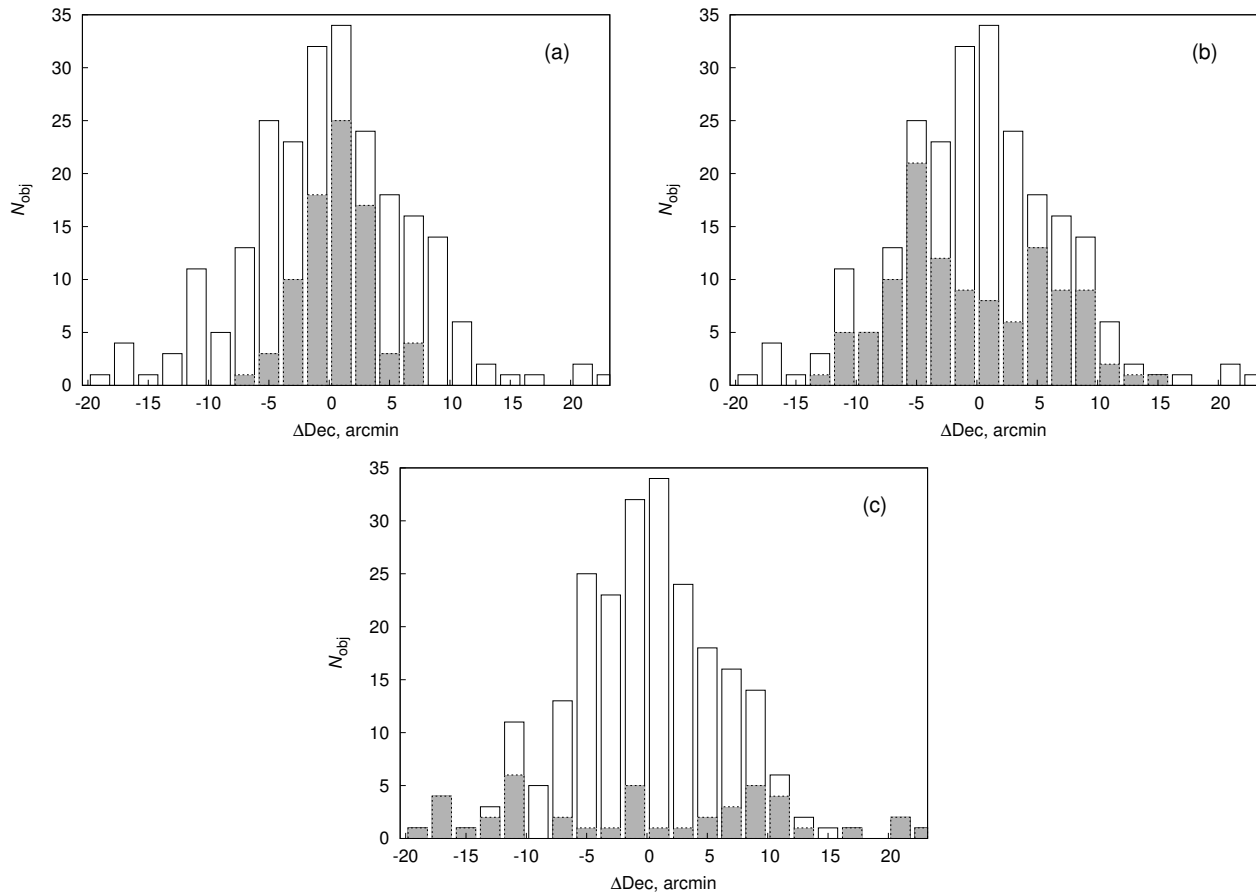


Рис. 5. Сравнение отклонений ΔDec от центрального сечения обзоров «Холод» для всего списка источников (светлые бary) и выборки, ограниченных по плотности потока (серые бary): (а) $F_{3.94 \text{ ГГц}} \leq 17.5$ мЯн, (б) $17.5 < F_{3.94 \text{ ГГц}} \leq 60$ мЯн, (с) $F_{3.94 \text{ ГГц}} > 60$ мЯн.

спектра на низких частотах на спектр с самопоглощением на частотах 0.5–12 ГГц. Не исключено, что это вызвано рестартом активности в радиодиапазоне в активном ядре галактики. Источники с таким радиоспектром обозначены символом «h» (в работе [10] обозначены «hill»).

Источники, у которых в спектре наблюдается минимум, а затем рост на частотах выше 5 ГГц ([10], рис. 18, вверху), называются в литературе «upturn» [32]. В работе Туччи и др. [33] таких источников в выборке оказалось 19%. В нашем списке было три источника со спектрами такого вида. После появления новых данных в диапазоне 75–230 ГГц и уточнения спектров радиоисточников объектов с такими спектрами стало 16 (7%).

5. НАДЕЖНОСТЬ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ RCR-ИСТОЧНИКОВ

В качестве опорного каталога для отождествления и координатной привязки RCR-источников использовался NVSS как близкий по угловому разрешению к обзорам «Холод», а также имеющий координатную точность лучше 1". Решение об отождествлении RCR-источника с объектом из NVSS принималось после визуального контроля рассматриваемой области неба с помощью Aladin, где на NVSS-карту размером 15' × 15' накладывались координаты обоих каталогов. Прежде всего рассматривалось координатное совпадение по прямому восхождению. Для решения спорных случаев при блендировании ДН РАТАН-600 нескольких источников или для слабых источников привлекались еще карты обзора GB6, который близок по частотному диапазону обзорам «Холод», а также карты обзора TGSS с более высоким, чем у NVSS, угловым разрешением.

5.1. Определение прямого восхождения

Диаграмма с распределением разности наблюдаемых прямых восхождений, переведенных на эпоху 2000.0, и прямых восхождений по каталогу NVSS ΔRA для 237 источников приведена на рис. 3. Средняя величина этих разностей составила $\overline{\Delta RA} = 0^{\text{s}}58 \pm 1^{\text{s}}18^3$. Если учитывать те источники, у которых отношение S/N больше 5 (76% источников), то $\overline{\Delta RA} = 0^{\text{s}}54 \pm 1^{\text{s}}04$.

Мы рассмотрели изменение $\overline{\Delta RA}$ при смещении от центрального сечения обзоров в положении источника для трех выборок: слабых ($F \leq 17.5$ мЯн), промежуточной яркости

($17.5 < F \leq 60$ мЯн) и ярких ($F > 60$ мЯн) источников. Результаты приведены в таблице 2, где в колонке (1) — диапазон выноса, то есть «5» соответствует отклонению ΔDec источника в полосе от $-5'$ до $+5'$ от центрального сечения обзора, «10» — выносу в интервале от 5 до 10' по обе стороны от центрального сечения и т.д. В колонках со (2) по (5) приводятся величины $\overline{\Delta RA}$ и ошибки их определения для всего рассматриваемого списка, слабых, промежуточной яркости и сильных источников соответственно.

Наблюдается хорошее согласие в величине $\overline{\Delta RA}$ для слабых, промежуточной яркости и ярких источников для малых выносов $\Delta Dec \leq \pm 5'$. Для больших выносов $|\Delta Dec| > 15'$ растут ошибки определения прямого восхождения источников и увеличивается разность между наблюдаемым RA и RA_{NVSS} . Это связано как с изменением формы ДН при удалении от центрального сечения, так и с ошибками вписывания гауссианы в сигнал на скане при расширяющейся ДН.

5.2. Определение интегральной плотности потока

Проведено сравнение измеренных на частоте 3.94 ГГц интегральных плотностей потока F с ожидаемыми F_{sp} , которые были вычислены по спектрам. Первоначально это было сделано по спектрам, построенным по имеющимся данным из CATS, Vizier и NED до публикации низкочастотных обзоров GLEAM и TGSS, а затем с привлечением новой, появившейся в этих каталогах, информации. Для сравнения далее мы приводим ожидаемые интегральные плотности потока, которые были вычислены по спектрам, где не использовались данные из каталогов GLEAM и TGSS. Эти плотности потока отмечены индексом «old».

По всему исследуемому списку радиоисточников средняя величина отношения составила $\overline{F/F_{sp}} = 1.15 \pm 0.48$ при медиане 1.07 и без использования GLEAM и TGSS $\overline{F/F_{sp, old}} = 1.13 \pm 0.48$ при медиане 1.05.

Кроме того, мы выбрали источники, у которых уверенно аппроксимируется спектр на высоких и низких частотах. К ним мы отнесли те объекты, у которых есть измерения плотности потока более чем на двух частотах, отношение $S/N > 5$, есть данные в каталоге GB6 и нет блендирования. В этой выборке, которая включает около трети объектов списка, $\overline{F/F_{sp}} = 0.95 \pm 0.19$ при медиане 0.97 и $\overline{F/F_{sp, old}} = 0.95 \pm 0.18$ при медиане 0.95.

На рис. 4а приведена гистограмма, показывающая распределение F/F_{sp} для всей этой выборки и

³Для источников из интервала $7^{\text{h}} \leq RA < 17^{\text{h}}$ получилось $\overline{\Delta RA} = 0^{\text{s}}29 \pm 1^{\text{s}}08$ [10].

Таблица 2. Средние величины и ошибки определения ΔRA в зависимости от выноса источников от центрального сечения обзора ΔDec для всего списка (RCR) и для трех ограниченных по плотности потока выборок

ΔDec	RCR	$F \leq 17.5$, мЯн	$17.5 < F \leq 60$, мЯн	$F > 60$, мЯн
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5'	$0^s37 \pm 0^s75$	$0^s35 \pm 0^s85$	$0^s41 \pm 0^s56$	$0^s38 \pm 0^s25$
10'	$0^s73 \pm 1^s10$	$0^s88 \pm 1^s11$	$0^s73 \pm 1^s15$	$0^s61 \pm 0^s91$
15'	$0^s65 \pm 2^s03$	—	$0^s85 \pm 1^s75$	$0^s41 \pm 2^s30$
20'	$1^s99 \pm 2^s11$	—	—	$1^s99 \pm 2^s21$

для источников с уверенно определяемыми плотностями потока (серые бары). На рис. 4b приведены аналогичные распределения для $F/F_{sp,old}$.

Для источников, у которых измерения плотности потока есть только на 1.4 и 3.94 ГГц и/или отношение $S/N < 5$, получилось $\overline{F/F_{sp}} = 1.17 \pm 0.43$ при медиане 1.09 (13% источников) и $\overline{F/F_{sp,old}} = 1.17 \pm 0.36$ при медиане 1.07 (58% источников).

Таким образом, наблюдаемые плотности потока достаточно хорошо совпадают с ожидаемыми, что вместе с определенными по сканам \overline{RA} подтверждает надежность выделения исследуемых источников на осредненных сканах.

5.3. Площадь каталога RCR

По локализации RCR-источников мы уточнили площадь покрытия каталога. Для этого были определены минимальные и максимальные координаты источников для каждого часового интервала прямого восхождения. Средняя протяженность области, где регистрировались RCR-источники, для каждого часа по прямому восхождению и по склонению составила соответственно:

$$\overline{\Delta RA} = 54^m6 \pm 1^m2, \quad \overline{\Delta Dec} = 33^s4 \pm 7^s2.$$

При такой величине $\overline{\Delta RA}$ пропущенные области в начале каждого часа⁴, скорее всего, занимают 2^m. Максимальная ширина полосы обзора по положению источников для интервала $2^h \leq RA < 7^h$ равна 43'.4.

На рис. 5 представлено распределение отклонений ΔDec RCR-источников по склонению от центрального сечения обзоров «Холод». Величины ΔDec в угловых минутах для всех источников каталога на гистограмме приведены светлыми барами, для остальных выборок — серыми. На рис. 5a показано распределение для слабых источников, у

которых $F \leq 17.5$ мЯн, рис. 5b — для источников промежуточной яркости ($17.5 < F \leq 60$ мЯн) и рис. 5c — для ярких источников ($F > 60$ мЯн).

Чувствительность ДН РАТАН-600 падает от центра к краям. В центральной части диаграммы наблюдаются более слабые источники, а сильные регистрируются и на краю поля зрения радиотелескопа. На рис. 5 и в таблице 2 видно, что обзоры имеют зоны с разным порогом обнаружения из-за особенностей ДН радиотелескопа. Можно условно выделить три зоны обзора [34]. В первой зоне шириной порядка 13' на 3.94 ГГц детектируются источники слабее 17.5 мЯн, во второй, шириной порядка 29' — слабее 60 мЯн, в третьей, шириной около 44' — ярче 60 мЯн.

При $\overline{\Delta RA} = 58^m$ и $\overline{\Delta Dec} = 43^s4$ площадь обзора для каждого часа для ярких источников составляет $10.5 \square^\circ$, для всего интервала прямых восхождений $2^h \leq RA < 7^h$ — $52.5 \square^\circ$. Для источников промежуточной яркости покрываемая обзором площадь меньше — $37 \square^\circ$, или порядка 65% от общей площади обзора, для слабых источников — $16 \square^\circ$, или около 30%.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате обработки наблюдений на РАТАН-600 полосы неба на склонении $SS 433$ ($Dec_0 \approx 5^\circ$) в период 1987–1999 гг., а также повторной обработки данных обзора «Холод-80» (1980–1981 гг.) в диапазоне прямых восхождений $2^h \leq RA < 7^h$ получен список радиоисточников, который является дополнением каталога RCR. Все источники были отождествлены с объектами каталога NVSS. Всего найдено 237 источников, из которых 20 — бленды, 8 двойных источников и 3 источника с тремя NVSS-компонентами.

По осредненным сканам определены интегральные плотности потоков на частоте 3.94 ГГц и прямые восхождения радиоисточников. Для обнаруженных источников склонения не определялись, а использовались склонения NVSS-объектов, с которыми они отождествлены.

⁴В первой работе по каталогу RCR [10] указывается, что продолжительность калибровки радиометра в начале каждого часа составляет 1^m.

Определены спектральные индексы на 0.5 и 3.94 ГГц для каждого из объектов списка. Для построения спектров использовалась вся известная информация по интегральным плотностям потоков на разных частотах, доступная с помощью ресурсов CATS, Vizier и NED, а также оценочные значения плотностей потоков, полученные по картам обзоров VLSSr, GLEAM, TGSS и GB6. Прежде всего эти оценочные значения были полезны при построении спектров источников, имеющих данные о плотностях потоков только на двух частотах: 3.94 ГГц (RCR) и 1.4 ГГц (NVSS). Как правило, это источники с плотностями потоков менее 30 мЯн, 87% из них имеют плоский или инверсионный спектры ($\alpha > -0.5$).

Построены гистограммы и графики распределения спектральных индексов на 0.5 и 3.94 ГГц (рис. 1 и рис. 2). Первоначально мы использовали при построении спектров для низкочастотной части диапазона в основном данные обзора VLSSr и TXS, затем была добавлена информация из новых низкочастотных обзоров GLEAM и TGSS, которые на порядок более чувствительные, чем VLSSr и TXS. Мы провели сравнение спектральных индексов и форм радиоспектра для исследуемого списка с добавлением данных из новых низкочастотных обзоров неба и без этих данных. Вид распределений $\alpha_{3.94}$ и $\alpha_{0.5}$ поменялся (рис. 1), увеличилось приблизительно на 10% количество источников с крутыми спектрами.

В статье Соболевой и др. [10] рассматривались шесть типов радиоспектров: S, C⁻, C⁺, спектры с максимумом (MPS, GPS, HFP) и минимумом («upturn») на какой-то частоте, а также спектры более сложной формы («hill»). Мы также использовали эту классификацию. Оказалось, что при добавлении новых данных GLEAM и TGSS количество спектров, аппроксимируемых прямой (S), уменьшилось на 10%, число C⁻-спектров незначительно уменьшилось (4%), а C⁺ — увеличилось на 4%, количество источников с upturn-спектрами увеличилось с 3 до 16. Эти изменения связаны с наблюдательной селекцией. Чтобы ее учесть, в классификации источников по форме спектра для нашего списка явно не хватает данных по плотности потока в высокочастотной области 4–15 ГГц.

Надежность полученного списка радиоисточников была проверена отождествлением прежде всего с обзором NVSS, с которым обзоры «Холод» имеют близкое угловое разрешение, а также с обзорами FIRST и TGSS. Кроме того, мы сравнили прямое восхождение NVSS-источников с определенным по осредненным сканам (рис. 3 и таблица 2) и отношения измеренных на 3.94 ГГц интегральных плотностей потока с ожидаемыми плотностями потоков, которые были вычислены по радиоспектрам

(рис. 4). Это подтвердило надежность выделения исследуемых источников на осредненных сканах.

Была уточнена площадь покрытия обзора для исследуемого интервала прямых восхождений. Как известно, чувствительность ДН ПАТАН-600 падает от центра к краям. В центральной части обзора наблюдаются более слабые источники, а сильные регистрируются и на краю поля зрения радиотелескопа. Можно условно выделить три зоны обзора. В центральной зоне шириной порядка 13' детектируются источники слабее 17.5 мЯн, во второй зоне, шириной около 29' — источники слабее 60 мЯн, а более яркие источники регистрируются в полосе шириной порядка 44'. Согласно этому обзор в рассматриваемом диапазоне прямых восхождений покрывает площадь порядка 16, 37 и 52.5° соответственно.

Обзоры неба эксперимента «Холод» [1–4], проведенные на ПАТАН-600 с 1980 по 1999 гг., дали более полную информацию о спектральных индексах дециметровых радиоисточников. Они являются промежуточным звеном между глубокими обзорами VLA на частоте 1.4 ГГц и обзорами всего неба низкой чувствительности. Объекты, не попавшие в дециметровые каталоги, по крайней мере, на уровне 10–15 мЯн, в этом диапазоне прямых восхождений нами не обнаружены.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 14-07-00361.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Y. N. Pariiski, N. N. Bursov, N. M. Lipovka, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **87**, 1 (1991).
2. Y. N. Pariiskii and D. V. Korolkov, *Itogi Nauki i Tekhniki Seriya Astronomiia* **31**, 73 (1986).
3. A. B. Berlin, E. V. Bulaenko, V. Y. Golnev, et al., *Soviet Astronomy Letters* **7**, 161 (1981).
4. Y. N. Pariiskij and D. V. Korol'kov, *Astrophys. Space Physics Reviews* **5**, 39 (1987).
5. J. J. Condon, W. D. Cotton, E. W. Greisen, et al., *Astron. J.* **115**, 1693 (1998).
6. R. L. White, R. H. Becker, D. J. Helfand, and M. D. Gregg, *Astrophys. J.* **475**, 479 (1997).
7. O. P. Zhelenkova, Candidate's Dissertation in Mathematics and Physics (SAO RAS, Nizhnij Arkhyz, 2007).
8. O. P. Zhelenkova and A. I. Kopylov, *Astrophysical Bulletin* **63**, 346 (2008).
9. N. S. Soboлева, N. N. Bursov, and A. V. Temirova, *Astronomy Reports* **50**, 341 (2006).
10. N. S. Soboлева, E. K. Majorova, O. P. Zhelenkova, et al., *Astrophysical Bulletin* **65**, 42 (2010).
11. F. Bonnal, P. Fernique, O. Bienaymé, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **143**, 33 (2000).

12. T. Boch and P. Fernique, ASP Conf. Ser. **485**, 277 (2014).
13. M. B. Taylor, ASP Conf. Ser. **347**, 29 (2005).
14. N. S. Soboleva, A. V. Temirova, and N. N. Bursov, Report SPb Branch SAO RAS, Vol. 2 (St. Petersburg Branch of the Special Astrophysical Observatory of RAS, St. Petersburg, 2008).
15. E. K. Majorova, Bull. Spec. Astrophys. Obs. **53**, 78 (2002).
16. O. V. Verkhodanov, S. A. Trushkin, H. Andernach, and V. N. Chernenkov, ASP Conf. Ser. **125**, 322 (1997).
17. O. V. Verkhodanov, S. A. Trushkin, H. Andernach, and V. N. Chernenkov, Bull. Spec. Astrophys. Obs. **58**, 118 (2005).
18. F. Ochsenbein, P. Bauer, and J. Marcout, Astron. and Astrophys. Suppl. **143**, 23 (2000).
19. A. S. Cohen, W. M. Lane, W. D. Cotton, et al., Astron. J. **134**, 1245 (2007).
20. W. M. Lane, W. D. Cotton, S. van Velzen, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **440**, 327 (2014).
21. P. C. Gregory, W. K. Scott, K. Douglas, and J. J. Condon, Astrophys. J. Suppl. **103**, 427 (1996).
22. R. B. Wayth, E. Lenc, M. E. Bell, et al., Publ. Astron. Soc. Australia **32**, e025 (2015).
23. N. Hurley-Walker, J. R. Callingham, P. J. Hancock, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **464**, 1146 (2017).
24. H. T. Intema, P. Jagannathan, K. P. Mooley, and D. A. Frail, Astron. and Astrophys. **598**, A78 (2017).
25. O. V. Verkhodanov, ASP Conf. Ser. **125**, 46 (1997).
26. G. Miley and C. De Breuck, Astron. Astrophys. Rev. **15**, 67 (2008).
27. E. K. Majorova, O. P. Zhelenkova, and A. V. Temirova, Astrophysical Bulletin **70**, 33 (2015).
28. J. N. Douglas, F. N. Bash, F. A. Bozyan, et al., Astron. J. **111**, 1945 (1996).
29. C. P. O'Dea, Publ. Astron. Soc. Pacific **110**, 493 (1998).
30. S. Tinti and G. de Zotti, Astron. and Astrophys. **445**, 889 (2006).
31. S. Tinti, D. Dallacasa, G. de Zotti, et al., Astron. and Astrophys. **432**, 31 (2005).
32. W. A. Dent and F. T. Haddock, Nature **205**, 487 (1965).
33. M. Tucci, J. A. Rubiño-Martín, R. Rebolo, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **386**, 1729 (2008).
34. O. P. Zhelenkova, N. S. Soboleva, E. K. Majorova, and A. V. Temirova, Astrophysical Bulletin **68**, 26 (2013).

Deep 7.6 cm RATAN-600 Sky Surveys at the Declination of SS 433 during the 1980–1999 Period. Catalog of Radio Sources in the Right-Ascension Interval $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$

O. P. Zhelenkova, N. S. Soboleva, A. V. Temirova, and N. N. Bursov

We present a catalog of radio sources extending the RCR (RATAN Cold Refined) catalog to the right-ascension interval $2^{\text{h}} \leq \text{RA} < 7^{\text{h}}$. The list of objects was obtained in the process of a repeated reduction of the results of the “Cold” experiment conducted in 1980–1981 on RATAN-600 radio telescope at the declination of SS 433, during the reduction of the 1987–1999 surveys of the same experiment. We report the right ascensions and integrated fluxes for 237 sources found at 7.6 cm (3.94 GHz) and their spectral exponents at 3.94 and 0.5 GHz. Twenty-nine sources of the list, which are mostly weaker than 30 mJy at 3.94 GHz, have available data only at two frequencies — 1.4 and 3.94 Hz. We reconstructed the spectra of the sources using all catalogs available in the CATS and VizieR databases that meet the survey strip, and, in some cases, using the flux estimates obtained from VLSSr, GLEAM, TGSS, and GB6 survey maps. We constructed the histograms of the spectral indices of the sources and verified the reliability of the identifications of sources found in the scans by comparing the coordinates and fluxes with the corresponding parameters listed in the NVSS catalog. In the right ascension interval considered we found no objects at the 10–15 mJy level lacking in decimeter-wave catalogs.

Keywords: *radio continuum: general*