

УДК 524.827-13(083.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ RCR-КАТАЛОГА В МИЛЛИМЕТРОВОМ И СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНАХ ПО ДАННЫМ МИССИИ PLANCK

© 2015 О. В. Верходанов^{1*}, Е. К. Майорова¹, О. П. Желенкова^{1,2},
М. Л. Хабибуллина¹, Д. И. Соловьев³, Ю. Н. Парийский³

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 7 октября 2014 года; принята в печать 9 декабря 2014 года

Исследованы области карт микроволнового фонового излучения эксперимента Planck в окрестностях радиоисточников RCR-каталога. Построены калибровочные кривые по данным измерений ярких радиоисточников в микроволновом диапазоне, позволяющие измерять яркость объектов. Для 117 объектов впервые получены оценки плотности потока на миллиметровых и субмиллиметровых волнах, построены спектры, проведены отождествления и собрана информация, имеющаяся в базах данных. Слабые, трудновычищаемые микроволновые источники дают дополнительный вклад во вторичную анизотропию на угловых масштабах менее $7'$.

Ключевые слова: каталоги — обзоры — галактики: активные — радиоконтинуум: галактики — субмиллиметровые волны: галактики — реликтовое излучение

1. ВВЕДЕНИЕ

Публикация карт, построенных по результатам наблюдений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах космических миссий WMAP [1] и Planck [2] и наземных телескопов Atacama Cosmology Telescope [3] или South Pole Telescope [4], открыла новую эпоху в исследовании внегалактических радиоисточников. Обзоры с разрешением лучше $10'$, целью которых было изучение космического микроволнового фона и связанных с ним эффектов, таких как перераспределение энергии фотонов СМВ при взаимодействии с горячим газом скоплений галактик (эффект Сюняева–Зельдовича [5]), позволили изучить не только физические свойства скоплений и газа в них [6] и оценить космологические параметры [7, 8], но и измерить излучение радиоисточников и их параметры в этом диапазоне [9].

Ключевую роль в этом направлении сыграла космическая обсерватория Planck и построенные в результате ее работы карты полного неба на девяти частотах микроволнового диапазона: 30, 44, 70, 100, 143, 217, 353, 545 и 847 ГГц. Карты спутника

Planck¹ [2] Европейского космического агентства (ESA) были открыты для научного сообщества в 2013 г. и сразу стали эффективным инструментом в решении многих задач галактической и внегалактической астрономии. Кроме того, в первом релизе данных были представлены каталоги обнаруженных источников миллиметрового и субмиллиметрового излучения, имеющие галактическое и внегалактическое происхождение. Измерения потоков излучения были проведены на высокочастотном комплексе (High Frequency Instrument — HFI) с полосами 100 ГГц и более высоких частот, а также на низкочастотном (Low Frequency Instrument — LFI) с полосами на частотах ниже 100 ГГц. Разрешение карт на частотах выше 100 ГГц составило приблизительно $5'$. Несмотря на то, что миссия Planck вторична по отношению к другой космической миссии, WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) NASA, она имеет лучшие наблюдательные характеристики, что позволяет применять ее для поиска и исследования слабых радиоисточников в микроволновом диапазоне. Среди важных выигрышных характеристик Planck по сравнению с WMAP можно отметить

*E-mail: vo@sao.ru

¹<http://www.rssd.esa.int/Planck/>

более высокое разрешение (в 3 раза), более высокую чувствительность (в 10 раз) и 9 частотных полос, позволивших разделить компоненты излучения [10]. Архив миссии Planck (Planck Legacy Archive — PLA²), содержит как карты компонент излучения, так и списки обнаруженных объектов. Отметим, что большой частотный наблюдаемый диапазон обсерватории Planck позволяет исследовать не только непрерывный спектр радиоизлучающих областей внегалактических источников, но также и их родительских галактик, дающих вклад в интегральный спектр объекта в субмиллиметровом диапазоне.

В данной работе мы исследуем распределение излучения на картах миссии Planck в направлении на радиоисточники обзоров «Холод» [11], проведенных на радиотелескопе РАТАН-600 в сантиметровом и дециметровом диапазонах длин волн. В результате анализа данных первого обзора 1980 г. был составлен RC-каталог (RATAN Cold) [12], содержащий многочастотные измерения плотности потока обнаруженных объектов. В дальнейшем были составлены обновленные версии разных подвыборок радиоисточников этого каталога, содержащие объекты с разным типом спектров [13–18] либо объекты в определенных координатных пределах для более глубокого исследования [19, 20].

Для радиоисточников одной из таких подвыборок — RCR-каталога — мы провели отождествление и исследование по данным микроволнового излучения. Для части объектов были найдены кандидаты на отождествление, для которых была измерена плотность потока в миллиметровом диапазоне и построены непрерывные спектры.

2. ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ

2.1. RCR-каталог

RCR-каталог (RATAN Cold Refined) [21] является уточненной версией RC-каталога (RATAN Cold) [12]. Последний был получен в эксперименте «Холод», проводившемся на радиотелескопе РАТАН-600 в 80-х годах на частоте 3.94 ГГц [11]. Для уточнения координат и плотностей потоков источников каталога RC, с 1987 по 1999 г. на РАТАН-600 были проведены дополнительные семь циклов наблюдений полосы неба обзора «Холод» на нескольких частотах и выполнена повторная обработка данных 1980–1981 гг. для прямых восхождений $7^{\text{h}} \leq \text{RA} < 17^{\text{h}}$ на склонении $\text{Dec} \sim 5^\circ$ (рис. 1). В результате был получен список из 551 объектов, отождествленных с объектами NVSS-каталога.

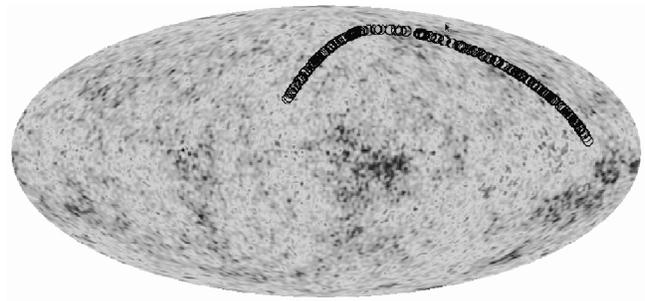


Рис. 1. Положение радиоисточников RCR-каталога (диапазон координат: $7^{\text{h}} \leq \text{RA} < 17^{\text{h}}$, $\text{Dec} \sim 5^\circ$) на карте реликтового излучения, представленной в галактических координатах.

Предельная чувствительность RCR-каталога приблизительно составила 10 мЯн. Половина объектов каталога имеют данные о плотностях потока только на двух частотах: 3.94 ГГц (RCR) и 1.4 ГГц (NVSS). В основном это источники с плотностями потоков ≤ 30 мЯн. Результаты оптического отождествления радиоисточников RCR-каталога представлены в работе [22].

2.2. Оценки плотностей потоков источников RCR-каталога на частотах Planck

Для оценки плотностей потоков RCR-объектов на наблюдательных частотах Planck, из представленного каталога [9] выбирались яркие непротяженные объекты. Их измеренные плотности потока использовались для калибровки перевода амплитуды температуры на картах Planck в плотность потока. Для поиска источников и фотометрического измерения сигнала в данных Planck применялась программа Source Extractor³ (SExtractor) [23]. Предварительно из архивных карт Planck с помощью процедуры `marcut` пакета GLESP⁴ [24] в окрестности радиоисточников выделялись области размером $2^\circ \times 2^\circ$ на частотах 30 и 44 ГГц и $30' \times 30'$ — на частотах 70–857 ГГц. Сигнал для дальнейшего анализа в выделенных площадках сохранялся в виде файлов в формате FITS Basic [25]. Выбранные области анализировались пакетом SExtractor: интегральная яркость объектов определялась изофото-скорректированным (ISOCOR) и автоматическим (AUTO) методами. Из соотношения между плотностью потока радиоисточников S каталога Planck и соответствующей измеренной яркостью на картах миссии были построены калибровочные кривые $S_{\text{iso}}(T)$ и $S_{\text{aut}}(T)$, которые в дальнейшем применялись при обработке исследуемых объектов. Полученные зависимости

²<http://pla.esac.esa.int/pla/>

³<http://terapix.iap.fr/soft/sextractor>

⁴<http://www.glesp.nbi.dk>

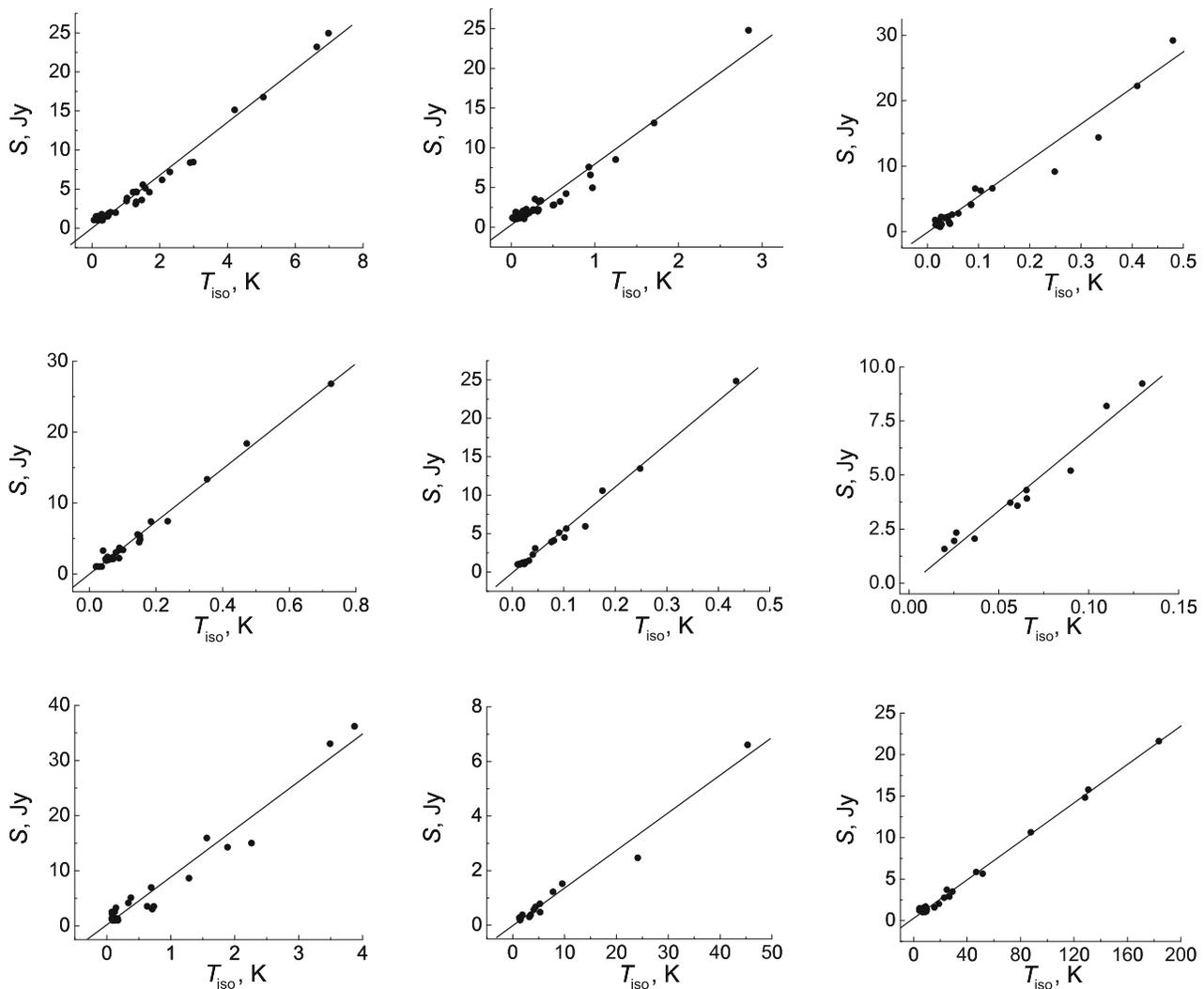


Рис. 2. Пример зависимостей $S(T_{\text{iso}})$ для изофото-скорректированного (ISOCOR) метода определения интегральной интенсивности для источников каталога Planck на наблюдательных частотах: 30, 44, 70, 100, 143, 217, 353, 545 и 857 ГГц (слева направо сверху вниз). Прямыми линиями показаны аппроксимирующие калибровочные кривые. На графиках по оси абсцисс указана температура микроволнового фона в градусах Кельвина, по оси ординат — плотность потока в янских.

показаны на рис. 2 и 3. Прямые линии на рисунке отражают результаты линейной аппроксимации. Аналитический вид аппроксимационных зависимостей приведен в таблице 1. Количество источников, используемых для построения калибровочных кривых на разных частотах, доходило до нескольких десятков, а их плотности потоков лежали в диапазоне примерно от 0.5 Ян до десятков Ян.

2.3. О вероятности обнаружения пиков

Для оценки вероятности обнаружения пиков на карте реликтового излучения мы провели моделирование случайного гауссова сигнала космического микроволнового фона в рамках космологической модели Λ CDM с параметрами $\Omega_{\Lambda} = 0.69$,

$\Omega_{\text{CDM}} = 0.26$ и $\Omega_{\text{b}} = 0.05$. Параметры использовались для расчета углового спектра мощности программой CAMB [26] в выбранной космологической модели. Моделирование проводилось с помощью пакета GLESP [27]. На смоделированной случайной карте с разрешением $\ell_{\text{max}} = 2500$ были выбраны площадки размером $30' \times 30'$ для 1000 радиогалактик из списка [28], координаты которых для модельной карты указывают на случайные направления. На каждой из площадок с помощью программы-обнаружителя составлялся каталог положительных и отрицательных пиков, из которого в рамках окна заданного радиуса ($7'$) выбирались объекты для статистических подсчетов. В силу эргодичности сигнала СМВ применяемый

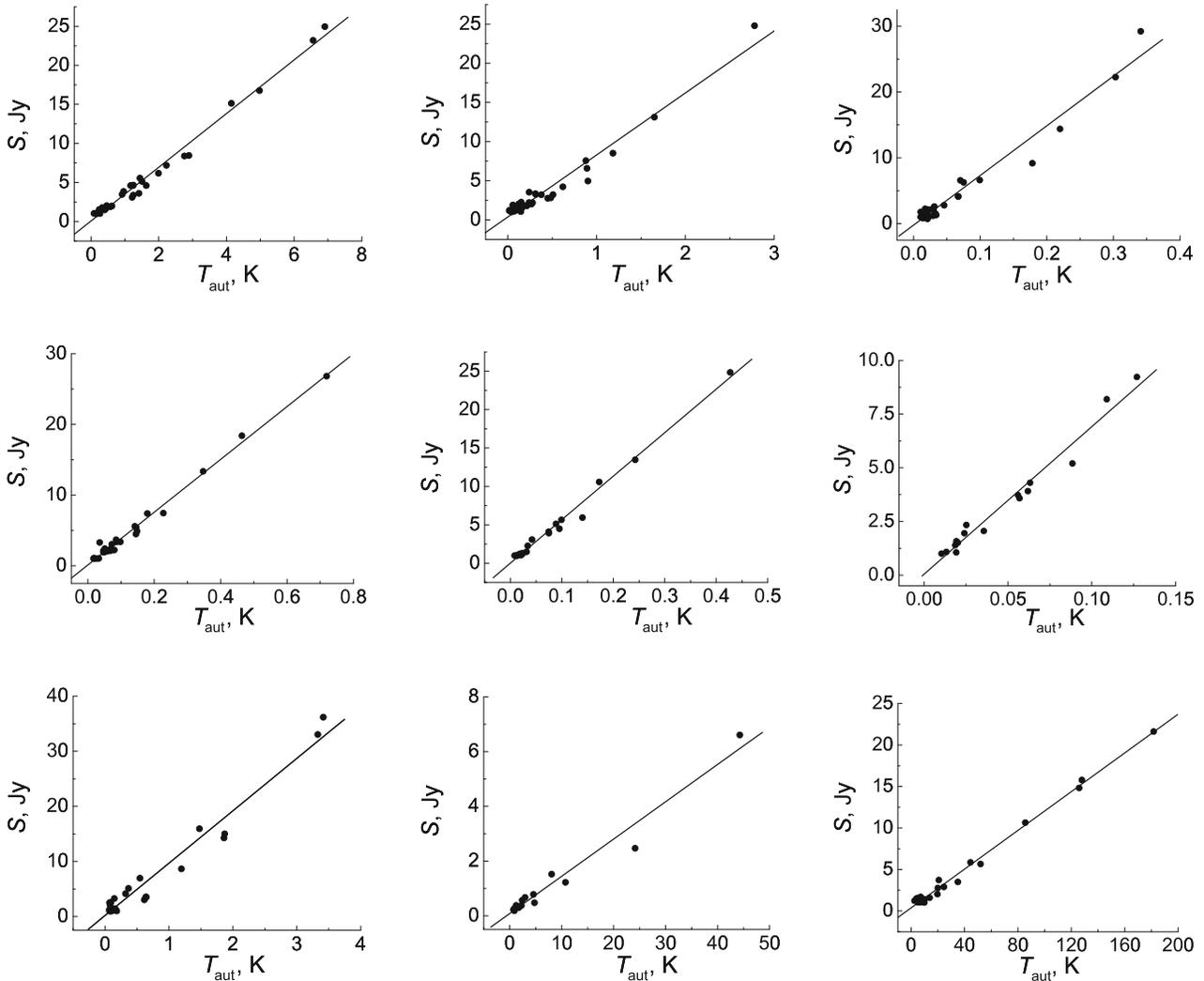


Рис. 3. Пример зависимостей $S(T_{\text{aut}})$ для автоматического (AUTO) метода определения интегральной интенсивности для источников каталога Planck на наблюдательных частотах: 30, 44, 70, 100, 143, 217, 353, 545 и 857 ГГц (слева направо сверху вниз). Прямыми линиями показаны аппроксимирующие калибровочные кривые. На графиках по оси абсцисс указана температура микроволнового фона в градусах Кельвина, по оси ординат — плотность потока в янских.

подход позволяет оценить вероятность появления пиков в 1000 случайных гауссовых реализациях СМВ. Поиск источников на модельной карте и их фотометрия были сделаны с помощью программы **SExtractor**. Результаты оценки случайного попадания экстремума в окрестность радиусом $7'$ приведены в таблице 2.

В таблицах 3 и 4 приведены результаты средних подсчетов горячих и холодных пиков на реальных картах СМВ миссии Planck для источников различных спектральных популяций.

Несмотря на сравнительно высокий разброс амплитуд флуктуаций реликтового излучения в модели Λ CDM (см. таблицу 2), наблюдается отличие в статистике для объектов разных типов: (1) для ис-

точников с плоскими спектрами (т.е. из спектрального диапазона $-0.5 < \alpha \leq 0.5$) среднее число попаданий в область положительных пиков в 1.2 раза выше, чем для объектов с крутыми спектрами, при установке уровня обнаружения 1σ ; (2) среднее число холодных пятен в диапазоне $S/N > 2.0$ в $7'$ -окрестности RCR-источников очень мало как по сравнению с данными для горячих пятен, так и по сравнению с моделями. Этот факт может говорить о неслучайности выделения отобранных источников в микроволновом диапазоне, чей положительный вклад нивелирует ожидаемые статистические оценки для холодных пятен на картах СМВ Planck.

Таблица 1. Линейные аппроксимационные зависимости $S(T)$, построенные для девяти наблюдательных частот миссии Planck по результатам анализа точечных калибровочных источников в программе **SExtractor** для интегральной интенсивности, полученной в изофотоскорректированном (ISOCOR) методе и в автоматическом приближении (AUTO). Точность определения аппроксимационных коэффициентов составляет приблизительно 15%

ν , GHz	$S(T_{\text{iso}})$, Jy	$S(T_{\text{auto}})$, Jy
30	$0.0239 + 3.3810 T$	$0.0830 + 3.4351 T$
44	$0.0906 + 7.5598 T$	$0.2129 + 7.9014 T$
70	$-0.2948 + 60.6192 T$	$0.3850 + 84.7115 T$
100	$-0.0127 + 37.1401 T$	$0.0016 + 37.6134 T$
143	$0.0555 + 52.9163 T$	$0.1658 + 53.6090 T$
217	$-0.0892 + 68.6800 T$	$0.0433 + 68.7445 T$
353	$0.0426 + 32.9684 T$	$0.0838 + 35.2314 T$
545	$0.0019 + 0.1158 T$	$0.1481 + 0.1000 T$
857	$0.2899 + 0.1157 T$	$0.3819 + 0.1166 T$

2.4. Каталог и отождествление в миллиметровом диапазоне длин волн

В таблице 5 приведен список и основные характеристики радиоисточников RCR-каталога, имеющих возможный отклик на картах Planck. Результаты их отождествления в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах на картах Planck и соответствующие оценки плотности потока собраны в таблице 6.

В таблице 5 в первом столбце приведено имя (Name) в каталоге NVSS, символ * после имени отмечает калибровочный источник.

Во втором столбце знак + указывает на наличие оптического отождествления (OI); ?! — возможное наличие отождествления, но объект на оптическом изображении слабый; ?s — возможное отождествление, но радиокарта имеет низкое разрешение; EF — пустое поле; * — объект смещен от радиоположения.

В 3-м столбце приведены данные по морфологии (M) радиоисточника: C, c — точечный источник (строчные буквы показывают морфологию в каталоге NVSS); D, d — двойной; T — тройной. В описании морфологии используются следующие дополнительные символы: ? — неуверенная классификация; x, w — x-shaped и winged соответственно; * — для радиоисточника в архиве NRAO имеются карты более высокого, чем у обзоров NVSS или FIRST углового разрешения.

Таблица 2. Среднее число положительных N_{hot} и отрицательных (N_{cold}) пиков в окрестности радиусом $7'$ в зависимости от отношения сигнал/шум (S/N) на разных уровнях σ по данным 1000 различных положений на случайной гауссовой карте CMB с разрешением $\ell_{\text{max}} = 2500$

S/N	N_{hot}			N_{cold}		
	$>1\sigma$	$>2\sigma$	$>3\sigma$	$>1\sigma$	$>2\sigma$	$>3\sigma$
Среднее	0.441	0.095	0.009	0.434	0.090	0.008
Разброс	0.999	0.364	0.095	0.969	0.352	0.089

В 4-м столбце показан угловой размер источника (LAS — Largest Angular Size) в угловых секундах — расстояние между самыми дальними компонентами или FWHM для однокомпонентных (точечных) источников. Если морфология источника обозначена малыми буквами, то величина LAS — размер радиоисточника по данным каталога NVSS.

В 5-м столбце указан спектральный индекс (Sp.I.) на частоте 1.4 ГГц.

В 6-м столбце — плотность потока S из NVSS (mJy).

В 7-м столбце — координаты родительского объекта RA+Dec(2000.0) в оптическом диапазоне

В 8-м столбце — красное смещение z , если известно. Метка r означает фотометрическую оценку z .

В 9-м столбце отмечен тип родительского объекта: G, g, $g^?$ обозначают соответственно галактику, подтвержденную спектром, галактики по данным фотометрии и по измерениям в полосах обзора WISE; QSO, qso, $qso^?$ — обозначения для аналогичного способа классификации квазаров.

В 10-м столбце даны комментарии о видимом присутствии соседних объектов: d, $d^?$ — возможно двойная или пара галактик, буквы означают соответственно совпадение по фотометрическим оценкам z из SDSS и визуальную близость; g, $g^?$ — аналогичные случаи для трех и более близких объектов.

В 11-м столбце указана дополнительная информация (AI) из открытых баз данных NED, SIMBAD, VizieR или публикаций: $c\gamma$ BL — candidate gamma-ray blazar; UV — источник УФ (UV) излучения; LRG — яркая красная галактика (luminous red galaxy); X — источник рентгеновского излучения; γ — источник γ -излучения; \in Cl, \in Tr, \in G — галактика в скоплении, в триплете или в группе; AbLS — Absorbtion Line System; BAL — Broad Absorbtion Lines; WEL — имеется слабая эмиссионная линия (Weak Emission Line); v — переменный источник в оптике; HFP —

Таблица 3. Отношение k числа горячих пятен на картах СМВ миссии Planck, совпадающих с координатами радиисточников RCR-каталога с крутыми ($\alpha \leq 0.75$), нормальными ($0.5 < \alpha < 0.75$) и плоскими ($-0.5 < \alpha \leq 0.5$) спектрами к числу радиисточников соответствующего диапазона α в зависимости от амплитуды пятен в значениях дисперсии шума σ

σ	$\alpha \leq 0.75$	$0.5 < \alpha < 0.75$	$-0.5 < \alpha \leq 0.5$	Весь диапазон
> 1.0	0.417	0.387	0.513	0.450
> 2.0	0.116	0.108	0.113	0.113
> 3.0	0.009	0.009	0.004	0.007

Таблица 4. Отношение k числа холодных пятен на СМВ-картах миссии Planck, совпадающих с координатами радиисточников RCR-каталога с крутыми ($\alpha \leq 0.75$), нормальными ($0.5 < \alpha < 0.75$) и плоскими ($-0.5 < \alpha \leq 0.5$) спектрами к числу радиисточников соответствующего диапазона α в зависимости от амплитуды пятен в значениях дисперсии шума σ

σ	$\alpha \leq 0.75$	$0.5 < \alpha < 0.75$	$-0.5 < \alpha \leq 0.5$	Весь диапазон
> 1.0	0.448	0.396	0.378	0.409
> 2.0	0.009	0.054	0.070	0.075
> 3.0	0.000	0.000	0.004	0.002

Таблица 5. Список объектов RCR, для которых имеется положительный отклик на картах микроволнового диапазона в эксперименте Planck. Описание содержимого столбцов и разъяснение обозначений см. в тексте

Name	OI	M	LAS, arcsec	Sp.I.	S, mJy	RA+Dec (2000.0), hhmmss.ss+ddmmss.s	z	Type	Com.	AI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
070451.88+050358.9	?s	d	60.7	-0.67	36.8	070453.59+050342.1		g	d?	
071414.01+045526.9	EF	c	18.2	-0.65	21.3					
071900.99+044705.2	?l	c	14.7	-1.09	179.9	071901.00+044705.3		g?		
072043.38+045026.1	?l	c	17.9	-0.26	32.7	072043.42+045028.7		g?		
072630.21+050242.0	+	c	20.1	-0.83	24.4	072630.28+050242.2				
073109.41+045235.8	?l	c	39.5	0.25	7.3	073109.41+045236.6		g?		
073126.50+045301.9	+	c	29.8	-0.10	11.9	073126.49+045300.7		g?		
073357.46+045614.1	+	C*	17.4	0.13	218.8	073357.40+045614.1	3.010	QSO		c γ BL
073547.03+045102.8	?s	d	146.6	-0.96	83.7	073547.03+045102.8		g		
073831.90+050346.7	?s	d	75.6	-0.69	103.3	073831.34+050426.7		g		
074325.21+044756.1	?s	d?	40.3	-0.88	65.1	074324.76+044800.6		g		
074452.69+050009.8	+	D	2.1	-1.20	86.5	074452.63+050009.4	2.480	G		
075430.49+050111.4	?s	d	85.3	-0.81	44.7	075430.89+050057.4	0.070	G	d	\in G?
075457.19+050632.1	+	c	18.1	-0.67	57.2	075457.23+050632.1		qso?		
075819.07+051046.4	?s	dx?	99.7	-0.93	186.3	075816.26+051112.1	0.3p	G	g?	
080757.60+043234.6	+	C*	17.9	-0.49	509.5	080757.54+043234.6	2.877	QSO		AbL
080947.24+050109.0*	+	C*	18.1	-0.69	35.8	080947.23+050108.8	0.052	G	g	

Таблица 5. (Продолжение)

Name	OI	M	LAS, arcsec	Sp.I.	S, mJy	RA+Dec (2000.0), hhmmss.ss+ddmmss.s	z	Type	Com.	AI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
081848.30+045354.8	?s	E	69.2	0.25	12.9	081848.34+045352.7	0.252	G		
082120.44+050049.9	?s	D?	31.9	-0.97	59.9	082120.55+050048.8		qso?		
082517.80+044921.4	?l	C	2.08	-0.64	25.4	082517.73+044922.6				
083148.89+042938.5*	+	Dw*	10.4	-0.04	1240.9	083148.88+042939.2	0.174	QSO	d	BL+G
084517.13+043946.8*	+	C	1.38	-0.35	382.3	084517.10+043947.0	0.4p	QSO		
090720.04+043619.3	?l	C	1.02	-0.68	314.8	090720.07+043619.8				
091432.29+045537.1	?l	D	20.4	-0.84	28.7	091432.33+045533.9		qso?		
092445.92+050344.9	EF	C	2.62	-0.64	34.7					
092745.31+045614.4	+	D	13.8	-0.75	66.0	092745.34+045614.7	0.341	G	g?	
093354.91+045509.2	+	C	1.49	-0.25	13.1	093354.94+045511.0		qso?		
093609.92+050349.6	+	DC	182.2	-0.79	291.2	093611.00+050202.6	1.674	QSO		
093628.80+043641.2	+	DCw?	42.6	-0.78	129.9	093628.98+043638.9	0.5p	G	g?	
094215.50+043622.3*	+	C	1.06	-0.49	123.6	094215.51+043623.0	0.3p	G		
094839.68+044957.6	+	T	50.5	0.10	12.2	094839.46+044954.8	0.3p	G	d?	
095100.48+051025.0	+	Dx	25.3	-0.72	172.4	095100.53+051026.5	0.2p	G	d?	
095102.08+050643.8	+	C	0.33	-0.50	43.2	095102.10+050643.8		g?		
100048.62+045603.5	?l	CJ?	3.0	-0.70	50.5	100048.69+045603.2				
101333.26+045752.9	?l	D	13.5	-0.70	43.5	101333.18+045754.2		qso?		
101603.12+051303.6*	+	C*	1.5	0.07	401.2	101603.12+051302.5	1.704	QSO		HFP,BL
103234.45+045925.9	+	D	46.7	-0.62	46.9	103234.44+045925.8	0.242	G		
103846.84+051229.6*	+	T	23.9	-0.05	639.9	103846.79+051229.0	0.473	QSO		blazar,GmR
103938.62+051031.3*	+	Dw*	37.5	-0.74	409.4	103938.74+051032.4	0.068	G	g	GinG
104117.65+045306.4	+	T?	70.3	-0.71	102.4	104115.62+045313.9	0.068	G		
104135.08+044549.5	+	Dw?	10.5	-0.37	31.9	104135.17+044551.1	0.7p	G	g	
104218.38+044304.5	+	C	0.5	-0.93	186.4	104218.36+044304.0				
104346.01+044030.0	+	D	48.9	-0.76	127.2	104345.29+044017.3	1.1p	G	g?	
104551.72+045552.9	+	D?	3.19	-0.84	367.5	104551.75+045551.2	0.4p	G		
105858.61+044347.5	+	C	2.61	0.68	67.8	105858.60+044347.7	2.619	QSO		
105951.12+045352.4	+	D	3.54	-0.95	247.7	105950.84+045354.9		g		
110423.68+044941.1*	+	CL	13.0	-0.79	25.4	110423.58+044942.9	0.026	G		∈G
110935.61+045604.7	+	C	1.91	0.42	8.2	110935.52+045605.7		G	g?	
112417.67+045144.7	+	D	25.1	-0.73	28.5	112418.08+045141.6	0.7p	g?		
112437.45+045618.8	+	D	12.2	-0.86	934.0	112437.40+045618.9	0.283	QSO	g	Sy2
112512.52+045534.5*	EF	C	4.35	0.06	18.7					

Таблица 5. (Продолжение)

Name	OI	M	LAS, arcsec	Sp.I.	S, mJy	RA+Dec (2000.0), hhmmss.ss+ddmmss.s	z	Type	Com.	AI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
113033.47+044734.8	+	C	1.3	-0.31	32.2	113033.47+044733.8	2.1p	QSO?	d?	
113914.55+044330.4	+	DCw?	54.8	-0.86	69.3	113916.25+044321.8	0.5p	G	g?	
114005.50+045952.8	+	D	11.9	-0.74	112.8	114005.61+045953.1	0.6p	g	d?	
114211.28+043740.9	+	DCw	145.1	-0.64	248.0	114208.92+043733.8	0.159	G		
114521.30+045526.7	+	D	4.51	-0.42	666.4	114521.32+045526.8	1.339	QSO	g?	AbL,BAL
114631.64+045818.2	+	C*	2.27	-0.29	185.6	114631.79+045819.6		QSO?	d?	*Sp
115223.70+044814.4	+	D	7.1	-0.83	90.0	115223.72+044814.5	0.4p	G	d?	
115336.08+045505.2	+	C	0.73	0.92	6.1	115335.86+045505.5	0.313	G		
115537.84+045939.9	?l	C	4.87	-1.03	107.1	115537.76+045941.0		g?		
115851.23+045541.9	+	C	1.09	-0.09	26.9	115851.12+045545.6		qso		
121821.21+044954.8	+	T?	30.0	-0.11	23.8	121821.01+044941.3		qso?		
122154.95+042825.1*	+	CL?	6.89	-0.84	444.3	122154.91+042825.7	0.005	G		∈G
122242.25+050044.8	+*	C	2.16	-0.70	27.1	122242.32+050042.2				
123442.26+045123.2	?l	C	1.56	0.41	7.6	123442.36+045125.8				
123932.78+044305.3*	+	C*	1.09	-0.13	353.8	123932.74+044305.5	1.762	QSO		WEL,BL,γ
124145.15+045924.5	+	D	5.75	-0.61	53.9	124145.08+045924.7	0.7p	G		
125240.81+044828.7	+	C?	2.63	-0.66	265.6	125240.90+044827.6		qso?		
125917.50+044533.4	+	Dx?	68.5	-1.04	69.2	125917.55+044533.6	0.5p	G	g?	
133010.24+050037.5	+	T	27.3	-0.58	33.5	133010.43+050038.0	2.374	QSO		
133218.45+044819.4	+	D	54.6	-0.48	35.2	133219.34+044837.5	0.5p	G		
133303.89+045146.1	+	T	130.1	-0.68	61.3	133307.00+045048.6	1.405	QSO		
133510.39+045415.3	+	C	1.54	0.51	9.5	133510.24+045414.7		g?	d?	
133920.76+050159.3	+	C	3.12	-0.32	46.8	133920.67+050159.2	1.358	QSO		
134012.36+044902.2	+	DC	209.7	-0.78	145.5	134012.42+045044.2	0.2p	G		
134725.53+045509.0	+	DD?	55.0	-0.84	55.7	134725.66+045510.1	0.648	G		
140008.21+050053.9	+	Dw?	27.6	-0.79	98.2	140008.30+050051.8	0.568	G	g?	
140348.39+045632.1	+	C	2.29	0.03	10.4	140348.30+045633.4		g?		
141057.55+050517.9	+	C	3.21	-0.65	72.1	141057.52+050517.0	0.7p	G		
141247.30+045430.0	+	T	62.0	-0.67	35.7	141247.44+045431.4	0.136	G	g?	AbL
141715.51+045020.6	+	D?	4.31	-0.41	29.7	141715.56+045019.9		qso?		
141757.01+045038.1	+	D	5.84	0.52	6.4	141756.89+045044.9	0.594	G	d	
142104.21+050845.0	+	C	0.64	-0.71	290.8	142104.25+050844.9	0.455	G	d	
142409.47+043451.7	+	CJ?*	7.2	-0.19	220.2	142409.49+043452.0	0.666	QSO		BL
142545.16+045041.1	+	C		1.12	4.6	142544.96+045041.7			d?	

Таблица 5. (Продолжение)

Name	OI	M	LAS, arcsec	Sp.I.	S, mJy	RA+Dec (2000.0), hhmmss.ss+ddmmss.s	z	Type	Com.	AI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
143433.74+044646.0	+	DC?	42.1	-0.76	89.1	143432.77+044641.2		g		
143536.42+045158.9	+	DC	152.6	-0.08	17.5	143534.06+045244.0	0.378	QSO		Sy1,BRL
143945.64+045545.2	?l	D	16.1	-1.04	138.0	143945.70+045546.9				
144037.11+050707.3	+	T	29.1	-0.58	87.0	144036.95+050707.4	0.2p	G	d	
144124.08+045557.5	+	D	9.4	-0.16	14.9	144124.13+045556.9	0.399	G	d	
144257.64+045325.5*	+	CL?		-0.27	14.7	144257.85+045330.7	0.006	G		∈Gr
144334.91+045258.5	+	C	1.3	-0.60	46.0	144334.94+045257.5		g?		
144617.88+050740.9	+	Dx?	63.4	-0.73	369.9	144617.95+050741.2	0.273	G		AbL
145032.99+050824.6*	+	D*	9.5	-0.37	103.3	145032.97+050822.5	1.635	QSO		
145323.07+045803.9	+	C	1.21	-0.87	198.6	145323.03+045803.6	0.452	G		
145333.81+045104.2	+	C	1.94	-0.10	30.3	145333.83+045104.2	0.119	G		Sy2
145426.74+044836.2	+	C	3.58	-0.44	29.4	145426.79+044835.6	0.4p	G	g?	
145625.83+045645.2	+	C	2.17	-0.94	287.9	145625.79+045644.6	2.130	QSO		
151052.23+045206.7	+	C	1.86	-0.14	6.6	151052.21+045203.8	0.081	G		∈Cl
151054.66+045410.6	+	D	83.1	-0.54	13.5	151056.32+045357.8	0.399	G	d	
151323.49+045022.6	+	T	38.6	-0.69	50.3	151323.47+045022.3	0.2p	G		
151543.71+050330.0	+	D?	4.26	-0.69	40.4	151543.63+050331.6				
151855.13+045114.5	+	C	1.2	-0.82	47.4	151855.14+045114.0		g		
152026.93+045713.3	+	C	2.18	-0.47	17.4	152026.77+045714.5		g?	g?	
152114.51+043020.0	+	C	0.89	-0.66	3927.2	152114.44+043021.8	1.296	G		
153032.13+045050.2	?l	C	2.55	-0.63	35.2	153032.02+045050.6				
153506.68+050735.4	+	D	10.8	-0.69	126.6	153506.29+050733.5	0.2p	g	d?	
154333.90+045219.3	+	C*	1.61	-0.08	282.4	154333.92+045219.3	0.040	G		∈Tr
155021.76+050630.2	+*	D?	2.31	-0.43	101.4	155021.58+050634.0		g		
155035.26+052710.6*	+	C*	1.13	-0.07	2303.3	155035.27+052710.4	1.417	QSO		HP
155148.09+045930.5	+	D	11.6	-1.10	221.6	155148.06+045930.9	1.3p	g	g?	
155431.52+051726.7	+	T?	22.5	-0.77	277.7	155431.54+051724.2		g	d?	
161637.49+045932.8*	+	C*	0.76	0.05	328.5	161637.56+045932.9	3.215	QSO	d	HFP,X
161907.23+045559.5	+	DC	35.5	-1.06	94.5	161907.33+045559.0		g	g?	
165833.47+051515.6*	+	c	18.8	-0.11	1533.8	165833.42+051516.7	0.879	QSO		HP,X
165920.67+050550.5	+	c	19.5	-0.14	36.9	165920.60+050551.0		qso?		
165957.66+045156.3	?s	c	16.8	-0.68	49.6	165957.70+045154.2				

Таблица 6. Оценки плотности потока в Янских для радиоисточников RCR-каталога по данным измерений максимумов на картах микроволнового фона эксперимента Planck. В столбцах таблицы приведены имя объекта по данным NVSS и оценки плотности потока на частотах Planck (30, 44, 70, 100, 143, 217, 353, 545, 857 ГГц) с величиной ошибки по данным дисперсии на площадках размером $30' \times 30'$. Символ * после имени отмечает источник, измерения плотности потока которого на какой-либо из частот приведены в каталоге обзора Planck

Name	S_{30}	S_{44}	S_{70}	S_{100}	S_{143}	S_{217}	S_{353}	S_{545}	S_{857}
0704+0503	.06 ± .04	—	—	—	.13 ± .08	.11 ± .06	.207 ± .104	—	—
0714+0455	—	—	.03 ± .04	—	—	.09 ± .06	—	—	1.28 ± .55
0719+0447	.07 ± .04	—	—	—	—	—	—	—	—
0720+0450	—	—	—	—	.14 ± .07	.21 ± .10	1.2 ± .6	5.0 ± 2.5	18.6 ± 9.3
0726+0502	.08 ± .04	—	—	.22 ± .10	.48 ± .20	.26 ± .12	.13 ± .06	.50 ± .25	1.23 ± .55
0731+0452	—	—	—	—	.16 ± .07	.07 ± .05	.16 ± .08	.22 ± .10	.66 ± .33
0731+0453	—	—	—	—	—	.06 ± .08	.16 ± .08	—	—
0733+0456	—	—	.39 ± .15	.18 ± .10	.21 ± .09	—	.14 ± .10	.38 ± .14	—
0735+0451	—	—	.23 ± .09	.21 ± .10	.27 ± .13	.33 ± .15	1.5 ± .8	5.4 ± 2.5	18.6 ± 8.5
0738+0503	.07 ± .04	—	—	—	.08 ± .07	—	.11 ± .05	—	—
0743+0447	—	.18 ± .09	.06 ± .06	.07 ± .07	.10 ± .08	.05 ± .07	.19 ± .08	.283 ± .14	.44 ± .22
0744+0500	—	.17 ± .08	—	—	—	—	.19 ± .08	.266 ± .13	.53 ± .25
0754+0501	—	—	—	.06 ± .07	.07 ± .07	.10 ± .06	.16 ± .08	—	—
0754+0506	.06 ± .04	—	—	.07 ± .07	.06 ± .07	.08 ± .05	—	.12 ± .07	.50 ± .25
0758+0510	—	.17 ± .08	.25 ± .10	—	—	.02 ± .05	—	—	—
0807+0432	—	—	.50 ± .21	.15 ± .10	.45 ± .20	.24 ± .12	—	—	—
0809+0501*	—	—	—	—	—	.16 ± .08	.32 ± .15	.28 ± .14	1.07 ± .45
0818+0453	—	.20 ± .09	—	—	—	.06 ± .06	.17 ± .08	.43 ± .21	1.00 ± .50
0821+0500	—	.20 ± .10	—	—	—	.08 ± .05	.21 ± .14	.39 ± .19	.93 ± .45
0825+0449	—	—	—	—	—	—	.11 ± .05	.27 ± .13	1.70 ± .68
0831+0429*	.28 ± .14	—	.64 ± .20	.59 ± .20	.58 ± .25	.54 ± .25	.54 ± .26	.62 ± .30	.78 ± .35
0845+0439*	—	—	—	.10 ± .07	.08 ± .08	.11 ± .06	.18 ± .09	.31 ± .15	.85 ± .38
0907+0436	.11 ± .06	—	—	—	—	—	.24 ± .12	.54 ± .26	2.43 ± .90
0914+0455	—	—	—	—	—	—	.08 ± .04	.51 ± .25	1.24 ± .52
0924+0503	—	—	.06 ± .06	—	—	—	.14 ± .07	.88 ± .44	2.09 ± .95
0927+0456	—	.19 ± .10	—	—	—	—	—	—	—
0933+0455	—	—	—	—	—	—	.20 ± .09	.32 ± .16	.80 ± .40
0936+0503	.07 ± .04	—	—	.06 ± .06	—	—	.09 ± .05	—	—
0936+0436	.06 ± .04	—	—	—	—	—	.32 ± .16	.46 ± .23	2.68 ± 1.30
0942+0436*	—	—	.08 ± .08	.14 ± .07	.20 ± .10	.42 ± .21	.39 ± .18	.52 ± .26	—
0948+0449	.06 ± .04	—	—	.15 ± .07	.50 ± .20	.66 ± .33	.16 ± .08	—	—
0951+0510	—	.19 ± .09	—	—	—	—	—	—	—
0951+0506	—	—	—	—	—	—	—	.13 ± .07	.46 ± .25
1000+0456	—	.18 ± .08	—	—	.06 ± .07	—	—	.20 ± .10	.54 ± .24
1013+0457	—	—	—	.11 ± .08	.07 ± .07	.17 ± .07	.12 ± .06	.31 ± .16	—
1016+0513*	—	—	—	.09 ± .06	.13 ± .07	.13 ± .06	.33 ± .15	—	1.16 ± .55
1032+0459	—	—	—	—	—	—	.21 ± .11	.38 ± .19	1.31 ± .65

Таблица 6. (Продолжение)

Name	S_{30}	S_{44}	S_{70}	S_{100}	S_{143}	S_{217}	S_{353}	S_{545}	S_{857}
1038+0512*	$1.12 \pm .2$	$.68 \pm .30$	$1.34 \pm .50$	$.27 \pm .11$	$.16 \pm .10$	$.08 \pm .06$	—	$.16 \pm .08$	—
1039+0510*	—	—	—	—	—	—	$.13 \pm .06$	$.19 \pm .10$	$1.01 \pm .49$
1041+0453	—	—	—	—	—	$.08 \pm .05$	$.08 \pm .03$	—	—
1041+0445	—	—	—	—	$.13 \pm .08$	—	—	—	$.37 \pm .18$
1042+0443	—	$.18 \pm .09$	$.02 \pm .04$	$.07 \pm .06$	—	$.04 \pm .07$	$.20 \pm .10$	—	—
1043+0440	—	—	$.06 \pm .05$	$.06 \pm .07$	$.12 \pm .07$	—	$.16 \pm .08$	$.31 \pm .15$	$.64 \pm .31$
1045+0455	$.06 \pm .04$	$.19 \pm .09$	—	$.07 \pm .06$	—	—	$.09 \pm .05$	—	—
1058+0443	—	$.186 \pm .09$	—	—	—	—	—	—	—
1059+0453	$.07 \pm .04$	—	—	—	—	—	$.12 \pm .06$	$.45 \pm .22$	—
1104+0449*	—	—	—	—	—	—	—	$.66 \pm .32$	$1.19 \pm .50$
1109+0456	—	—	—	—	—	—	$.21 \pm .10$	$1.12 \pm .50$	—
1124+0451	—	—	$.15 \pm .07$	—	—	—	—	—	—
1124+0456	—	—	—	$.10 \pm .06$	—	—	$.21 \pm .10$	$.48 \pm .24$	$1.53 \pm .69$
1125+0455*	—	—	—	—	—	$.28 \pm .14$	—	$1.5 \pm .7$	3.24 ± 1.62
1130+0447	$.07 \pm .04$	—	—	—	—	—	$.39 \pm .20$	$.53 \pm .26$	$1.83 \pm .90$
1139+0443	—	—	—	—	—	—	$.17 \pm .08$	—	$.78 \pm .37$
1140+0459	—	—	—	$.08 \pm .06$	—	—	$.17 \pm .09$	$.22 \pm .10$	$.57 \pm .28$
1142+0437	—	—	$.26 \pm .16$	—	—	$.07 \pm .09$	$.16 \pm .08$	$.59 \pm .30$	$.74 \pm .36$
1145+0455	—	—	—	—	—	$.18 \pm .16$	$.12 \pm .06$	$.22 \pm .11$	—
1146+0458	—	—	—	$.13 \pm .08$	$.23 \pm .12$	—	$.09 \pm .05$	—	—
1152+0448	—	—	—	—	—	—	$.14 \pm .07$	$.46 \pm .23$	$.66 \pm .33$
1153+0455	—	—	—	$.12 \pm .08$	$.20 \pm .10$	$.39 \pm .19$	$.13 \pm .07$	—	—
1155+0459	—	—	$.07 \pm .07$	$.09 \pm .08$	$.08 \pm .08$	$.05 \pm .06$	$.10 \pm .05$	$.14 \pm .07$	$.68 \pm .32$
1158+0455	$.09 \pm .04$	$.19 \pm .10$	—	$.08 \pm .06$	—	—	$.14 \pm .08$	—	—
1218+0449	—	$.18 \pm .09$	—	—	$.24 \pm .12$	—	—	$.18 \pm .09$	$.48 \pm .24$
1221+0428*	—	$.26 \pm .12$	—	$.07 \pm .07$	—	$.35 \pm .17$	$1.5 \pm .7$	4.9 ± 2.4	17.8 ± 8.8
1222+0500	—	—	—	—	—	—	$.13 \pm .07$	$.18 \pm .09$	$.68 \pm .34$
1234+0451	—	—	—	—	—	$.04 \pm .04$	$.10 \pm .05$	$.21 \pm .10$	$.62 \pm .31$
1239+0443*	$.28 \pm .12$	—	$1.10 \pm .40$	$.52 \pm .20$	$.43 \pm .20$	$.40 \pm .17$	$.29 \pm .15$	$.23 \pm .11$	—
1241+0459	$.07 \pm .05$	—	—	—	—	$.07 \pm .06$	$.15 \pm .08$	—	—
1252+0448	$.07 \pm .04$	—	—	—	—	—	$.25 \pm .13$	$.59 \pm .29$	$.76 \pm .38$
1259+0445	—	—	—	$.06 \pm .07$	—	—	$.17 \pm .08$	$.44 \pm .22$	$1.2 \pm .5$
1330+0500	—	—	$.05 \pm .06$	$.08 \pm .07$	$.06 \pm .07$	$.12 \pm .10$	$.15 \pm .09$	$.36 \pm .18$	$1.3 \pm .6$
1332+0448	—	—	—	—	—	—	$.11 \pm .06$	$.12 \pm .06$	$.75 \pm .37$
1333+0451	—	—	—	$.05 \pm .07$	—	—	$.18 \pm .09$	—	—
1335+0454	—	—	—	$.14 \pm .07$	$.23 \pm .12$	$.12 \pm .09$	$.17 \pm .08$	$.24 \pm .12$	$1.2 \pm .5$
1339+0501	—	—	—	—	—	—	—	$.21 \pm .11$	$.85 \pm .41$
1340+0449	—	—	—	$.09 \pm .06$	—	—	$.10 \pm .06$	—	—
1347+0455	—	—	—	$.08 \pm .07$	$.11 \pm .08$	—	—	—	—
1400+0500	—	—	—	$.08 \pm .06$	$.08 \pm .08$	—	$.21 \pm .10$	$.46 \pm .23$	$.42 \pm .21$

Таблица 6. (Продолжение)

Name	S_{30}	S_{44}	S_{70}	S_{100}	S_{143}	S_{217}	S_{353}	S_{545}	S_{857}
1403+0456	.08 ± .04	.19 ± .10	—	—	.08 ± .08	.11 ± .09	.14 ± .07	.16 ± .08	—
1410+0505	—	.18 ± .09	.76 ± .35	—	.38 ± .12	.16 ± .08	.13 ± .06	—	—
1412+0454	.07 ± .04	—	—	.08 ± .06	.05 ± .07	—	.10 ± .06	.18 ± .09	—
1417+0450	—	—	—	.14 ± .08	—	.12 ± .09	.21 ± .11	.15 ± .08	—
1417+0450	.06 ± .04	—	—	—	—	—	.09 ± .05	.23 ± .12	.85 ± .42
1421+0508	.06 ± .04	—	—	.08 ± .06	—	—	.32 ± .15	.77 ± .35	1.0 ± .5
1424+0434	.15 ± .07	—	.11 ± .06	—	.11 ± .07	.10 ± .07	.10 ± .05	—	—
1425+0450	—	—	—	.08 ± .07	—	—	.15 ± .07	.40 ± .20	.94 ± .47
1434+0446	—	—	.59 ± .29	.08 ± .07	.06 ± .07	.28 ± .15	.19 ± .10	.29 ± .14	.64 ± .32
1435+0451	—	—	.07 ± .10	—	—	—	—	—	.96 ± .48
1439+0455	—	—	—	.07 ± .06	—	.03 ± .06	.20 ± .10	.40 ± .19	1.2 ± .6
1440+0507	—	.17 ± .08	—	—	—	—	.12 ± .07	.34 ± .17	.42 ± .21
1441+0455	—	—	—	—	—	.13 ± .06	.24 ± .12	.26 ± .13	.50 ± .25
1442+0453*	—	—	—	—	—	.03 ± .05	.15 ± .08	.57 ± .28	1.8 ± .9
1443+0452	—	—	—	—	.06 ± .07	—	—	.16 ± .08	.64 ± .32
1446+0507	—	—	—	—	.12 ± .07	.16 ± .08	.15 ± .08	.15 ± .07	—
1450+0508*	—	—	—	—	—	.15 ± .10	—	—	—
1453+0458	.09 ± .06	—	—	.08 ± .07	—	—	.126 ± .060	.40 ± .20	.6 ± .3
1453+0451	—	—	—	.10 ± .07	—	.22 ± .11	.214 ± .100	.16 ± .08	—
1454+0448	.07 ± .04	—	.26 ± .11	.10 ± .07	.28 ± .14	—	.167 ± .080	—	—
1456+0456	—	—	.54 ± .20	.07 ± .07	.08 ± .07	.06 ± .07	—	.09 ± .07	—
1510+0452	.07 ± .04	—	—	—	—	—	—	—	2.0 ± .9
1510+0454	—	—	—	—	—	—	.22 ± .14	1.2 ± .6	—
1513+0450	—	—	—	.08 ± .07	—	—	.21 ± .11	.33 ± .17	1.7 ± .8
1515+0503	.10 ± .06	.19 ± .10	—	.08 ± .07	.15 ± .08	.14 ± .08	.24 ± .12	.26 ± .13	.70 ± .35
1518+0451	—	—	.21 ± .12	—	—	—	.10 ± .05	.11 ± .06	.64 ± .32
1520+0457	—	—	—	.09 ± .06	.06 ± .07	.04 ± .06	—	—	—
1521+0430	—	—	—	.06 ± .07	—	—	.26 ± .15	.67 ± .33	2.5 ± 1.2
1530+0450	—	—	.02 ± .030	—	—	—	.24 ± .13	.20 ± .10	.74 ± .40
1535+0507	—	—	—	—	.07 ± .07	.05 ± .05	.17 ± .09	.20 ± .10	—
1543+0452	.06 ± .05	.21 ± .09	—	.12 ± .06	.18 ± .09	.16 ± .10	.22 ± .11	.28 ± .17	—
1550+0506	—	—	—	—	—	—	.14 ± .08	.45 ± .22	1.7 ± .8
1550+0527*	2.23 ± .50	—	3.59 ± 1.60	1.56 ± .50	1.2 ± .5	—	.58 ± .26	.27 ± .13	—
1551+0459	—	.20 ± .09	.50 ± .25	—	—	—	.31 ± .15	.58 ± .29	1.9 ± .9
1554+0517	.06 ± .04	—	—	—	.10 ± .07	.20 ± .08	.16 ± .08	.43 ± .21	—
1616+0459*	.65 ± .20	—	—	.12 ± .06	.22 ± .10	.32 ± .16	.13 ± .06	.14 ± .06	—
1619+0455	.07 ± .05	.19 ± .09	—	—	.05 ± .07	—	.15 ± .07	—	.67 ± .33
1658+0515*	.91 ± .30	.72 ± .26	.21 ± .12	.15 ± .07	.27 ± .15	—	.65 ± .30	2.5 ± 1.2	7.5 ± 3.7
1659+0505	—	—	.76 ± .30	—	—	—	—	—	—
1659+0451	.07 ± .034	—	—	.10 ± .06	—	—	—	—	—

объект с пиком излучения на высокой частоте (high frequency peaker), HP — объект с высокой степенью поляризации в оптике (high optical polarization).

На рис. 4 показаны непрерывные спектры радиоисточников от радио до субмиллиметрового диапазона, соответствующие таблице 6, которые отсутствуют в каталоге Planck. Для удобства представления имени источников на рисунках сокращены до минутных значений: hhmm+ddmm. На отдельном рисунке (рис. 5) приведены непрерывные радиоспектры RCR-источников, имеющих отождествление в каталоге обзора Planck, по данным радиообзоров и измерениям на картах Planck. Данные из каталогов Planck отмечены заштрихованными треугольниками на высоких частотах. Оценки плотностей потоков данной работы показаны пустыми треугольниками.

На рис. 6 приведен средний спектр RCR-радиоисточников, построенный по осредненным данным в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах. Отметим, что спектр имеет две особенности: локальный пик на 70 ГГц и подъем в субмиллиметровом диапазоне ($\nu > 143$ ГГц).

На рис. 7 показаны типичные случаи распределения микроволнового фона (карты), построенные по данным наблюдений обсерватории Planck в области радиоисточников. На карты наложены радиоизотопы обзора NVSS.

2.5. Отождествление выборки RCR-радиоисточников в оптическом и инфракрасном диапазонах

Отождествление радиоисточников проводилось по оптическим обзорам DPOSS [29] и SDSS [30] и обзорам инфракрасного диапазона LAS UKIDSS [31] и WISE [32] по методике, описанной в работе [19, 22], с использованием радиокарт обзоров NVSS [33] и FIRST [34] с привлечением в отдельных случаях карт более высокого углового разрешения из архива NRAO.⁵ Отождествление RCR-источников было проведено в [22] для всех объектов исходного списка RCR [21], но результаты были проверены по новым релизам SDSS DR10 [35] и UKIDSS DR9 LAS. Дополнительная, имеющаяся в NED, VizieR и ADS информация об источниках, включающая спектральные красные смещения и ссылки на работы с их определением, приведена в комментариях к источникам.

Результаты отождествления собраны в таблице 5. Рисунки с наложением радиоконтуров на изображения SDSS и/или BTA, UKIDSS LAS,

WISE приведены в информационной системе с результатами отождествления каталога RCR⁶ [36]. Ниже приведены комментарии для отдельных источников.

RCR J070451.88+050358.9 (NVSS J070455+050326 и NVSS J070451+050358). Возможный вариант отождествления с учетом сравнительно низкого углового разрешения обзора NVSS — галактика UGPS J070453.63+050342.1. На изображении в фильтре *K* обзора UGPS (UKIDSS Galactic Plane Survey) [37] рядом с отождествлением на расстоянии 1"8 и 4"8 находятся еще два объекта, причем ближайший отсутствует в каталоге UGPS DR6, — предположительно пара AGN.

RCR J071414.01+045526.9 (NVSS J071414+045526). Пустое поле.

RCR J071900.99+044705.2 (NVSS J071900+044705; PMN J0718+0447). На карте 2MASS (фильтр *J*) при визуальном осмотре обнаружен слабый объект. На картах WISE (полосы *W1* и *W2*) также присутствует слабый объект, отсутствующий в каталоге.

RCR J072043.38+045026.1 (NVSS J072043+045026). На картах WISE (*W1* и *W2*) при визуальном осмотре обнаружен слабый объект, отсутствующий в каталоге.

RCR J072630.21+050242.0 (NVSS J072630+050242). Отождествляется с объектом каталога WISE Data Release [32] J072630.13+050241.7.

RCR J073109.41+045235.8 (NVSS J073109+045235). На картах WISE (*W1* и *W2*) при визуальном осмотре обнаружен слабый объект, отсутствующий в каталоге.

RCR J073126.50+045301.9 (NVSS J073126+045301). Отождествляется с объектом каталога WISE J073126.45+045301.9.

RCR J073357.46+045614.1 (NVSS J073357+045614; PMN J0733+0456). BZQ (blazar of the FSRQ type), входит в каталог Candidate Gamma-Ray Blazar Survey (CGRaBS) [38]. В этой же работе определено спектральное красное смещение.

RCR J073547.03+045102.8 (NVSS J073542+045147 и NVSS J073550+045020). Из-за низкого углового разрешения NVSS отождествление этого двойного радиоисточника с WISE J073547.03+045104.3 мы считаем возможным вариантом.

RCR J073831.90+050346.7 (NVSS J073831+050500 и NVSS J073831+050346). Возможный вариант отождествления двойного радиоисточника с учетом сравнительно низкого углового разрешения обзора NVSS — WISE J073831.37+050426.1. На

⁵<http://archive.nrao.edu/archive/archiveimage.html>

⁶<http://www.sao.rufetch/cgi-bin/Sky0bjrcrn.cgi>

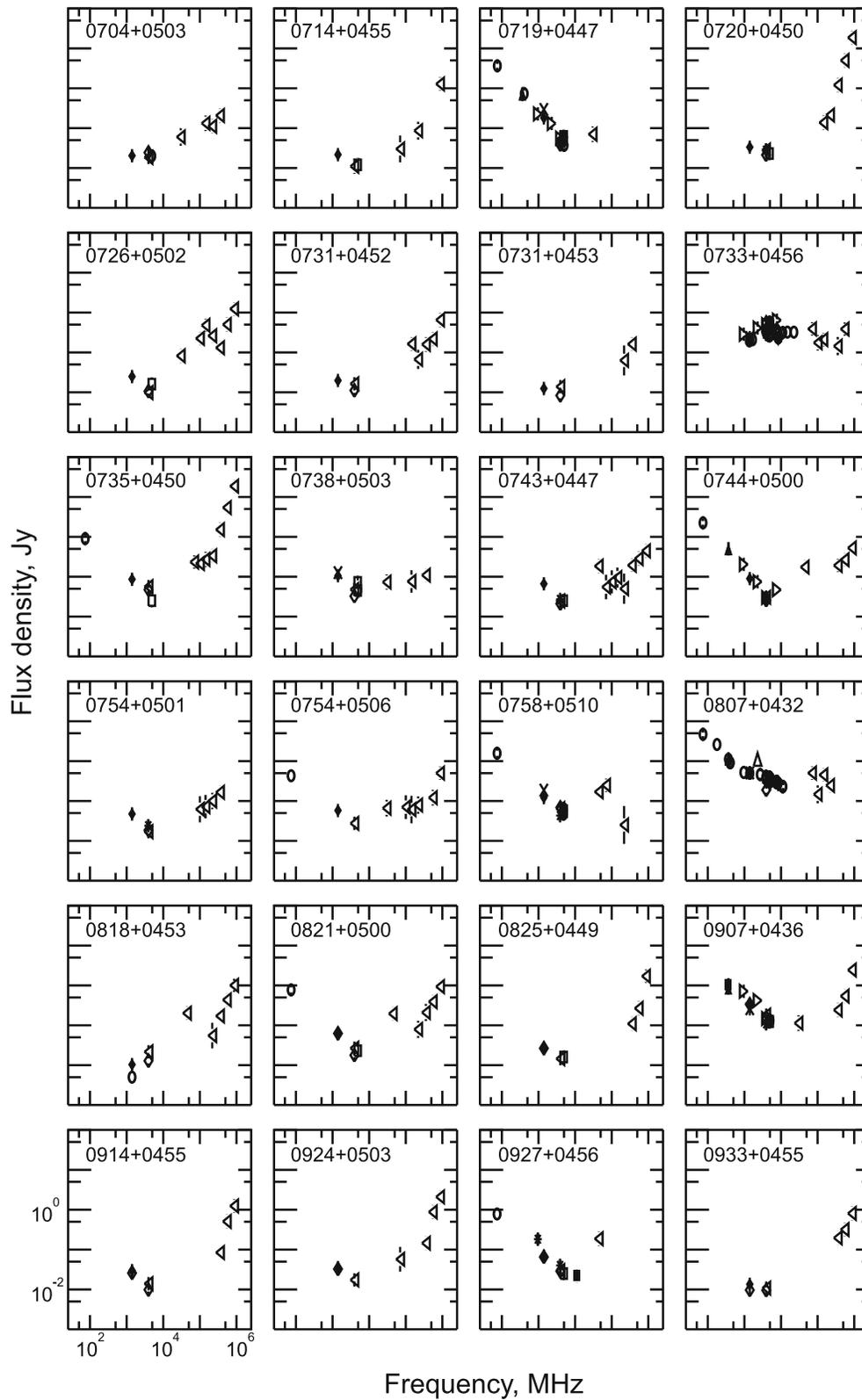


Рис. 4. Непрерывные радиоспектры RCR-источников, не имеющих отождествления в списках каталога миссии Planck, от радио до субмиллиметрового диапазона.

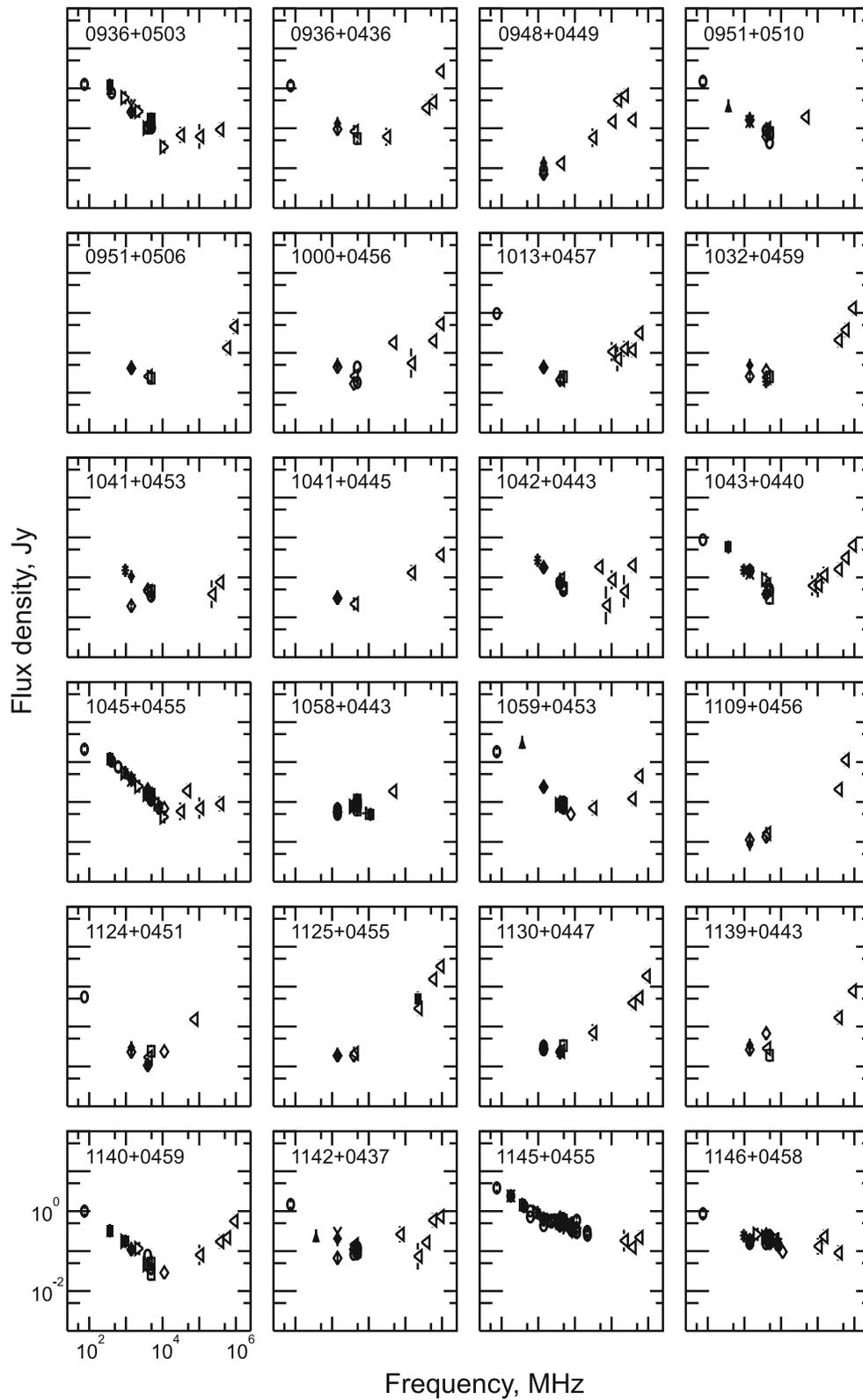


Рис. 4. (Продолжение)

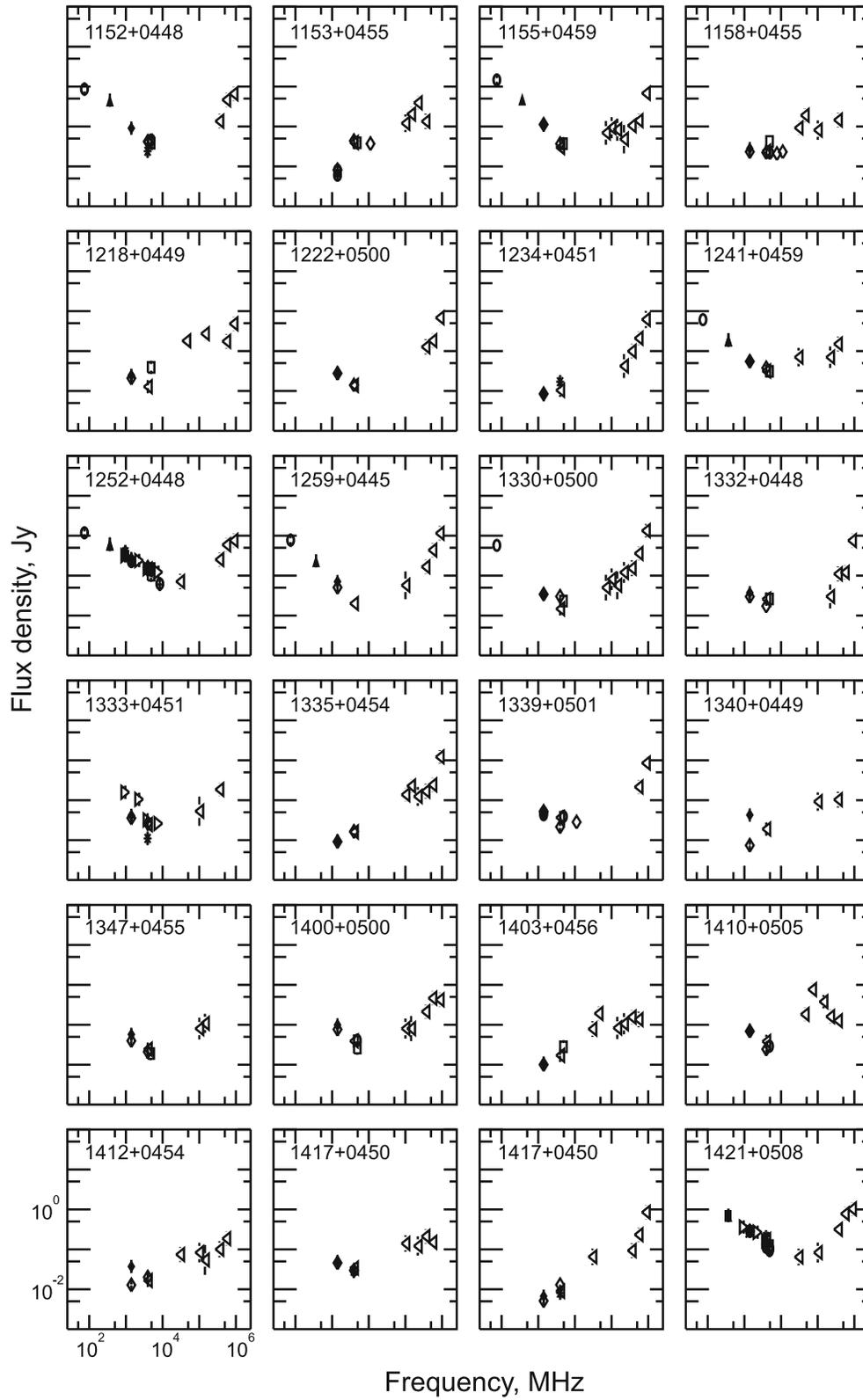


Рис. 4. (Продолжение)

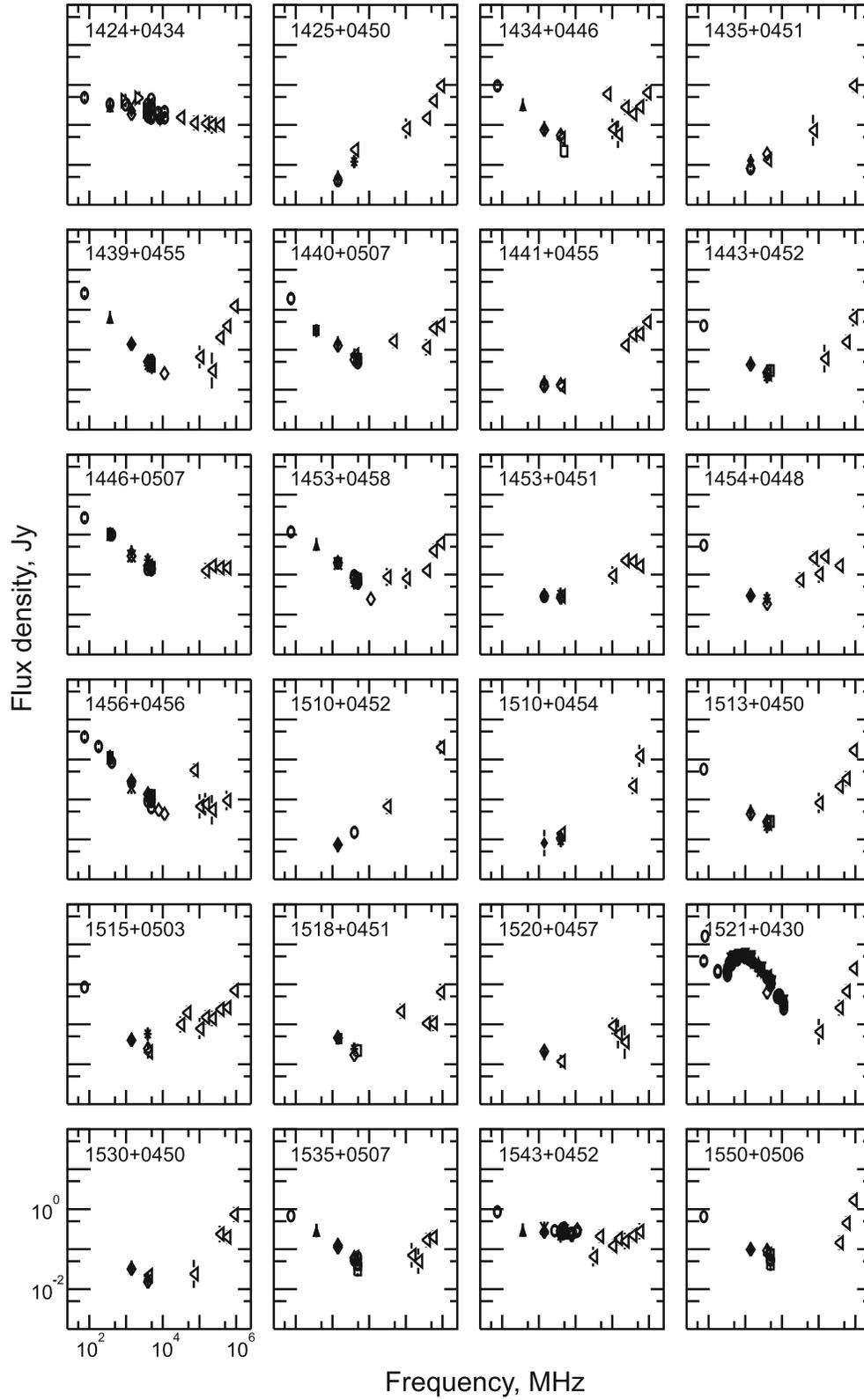


Рис. 4. (Продолжение)

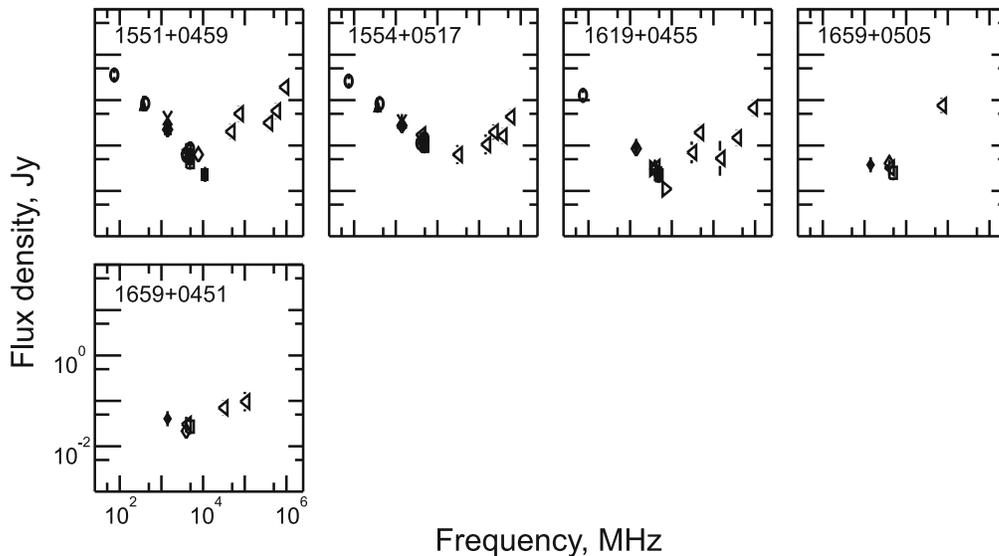


Рис. 4. (Продолжение)

изображениях обзора 2MASS объект обнаруживается, но отсутствует в каталоге.

RCR J074325.21+044756.1 (NVSS J074325+044756). Возможный вариант отождествления радиоисточника — USNO-B1.0 0947-0144615 или WISE J074324.79+044759.7.

RCR J074452.69+050009.8 (NVSS J074452+050009). Отождествление и определение красного смещения ($z = 2.480$ по узкой линии $\text{Ly}\alpha$) этой слабой галактики ($R = 24.5$) выполнено по программе «Большое Трио» [39].

RCR J075430.49+050111.4 (NVSS J075430+050111 и NVSS J075426+050011). Возможный вариант отождествления двойного радиоисточника — SDSS9 J075430.88+050057.5 ($z = 0.070065$ из 2MRS [40]). В окрестности этой галактики находится еще одна галактика SDSS9 J075430.21+050100.1.

RCR J075457.19+050632.1 (NVSS J075457+050632). Отождествляется с объектом WISE J075457.22+050633.1. На r, i -картах SDSS при визуальном осмотре обнаружен слабый объект, отсутствующий в каталоге.

RCR J075819.07+051046.4 (NVSS J075457+050632 и NVSS J075814+051157). Возможный вариант отождествления двойного радиоисточника — SDSS J075816.26+051112.0. Эта галактика входит в каталог LRG (Luminous Red Galaxies) [41]. Выделяется в окружении группы близко расположенных галактик яркостью блеска в полосах WISE $W1, W2$.

RCR J080757.60+043234.6 (NVSS J080757+043234; 4C 05.34). FSRs отождествлен с квазаром $z = 2.877$ [42] с несколькими ABLs (absorption line

system). Объект является переменным в оптическом диапазоне и содержит рентгеновский источник с UV-избытком.

RCR J080947.24+050109.0 (NVSS J080947+050109). Отождествлен с галактикой 2MASX J08094723+050109 с $z = 0.052$ [43]. Взаимодействующая галактика, высокой светимости в ИК-диапазоне.

RCR J081848.30+045354.8 (NVSS J081848+045354 и NVSS J081853+045338). Слабый протяженный источник, который не детектируется обзором FIRST. Возможный вариант отождествления двойного радиоисточника — SDSS J081848.35+045352.7 ($z = 0.252$, SDSS DR10).

RCR J082120.44+050049.9 (NVSS J082120+050049). Отождествление этого двойного радиоисточника (по картам FIRST) осложнено близким ярким объектом, Возможный вариант отождествления — SDSS J082120.55+050048.4.

RCR J082517.80+044921.4 (NVSS J082517+044921). Отождествляется со слабым объектом, который виден на сумме кадров H и K обзора UKIDSS LAS. На картах обзора WISE ($W1, W2$) он различим в крыльях более яркого объекта.

RCR J083148.89+042938.5 (NVSS J083148+042938). FSRs отождествлен с BL Lac-объектом, активным в оптическом и ИК-диапазонах и демонстрирующим сильные внутрисуточные изменения поляризации и полного потока. Имеет соседа SDSS J083147.16+042950.8 с $z = 0.175$ [44].

RCR J084517.13+043946.8 (NVSS J084517+043946). FSRs отождествлен с квазаром из фотометрического каталога квазаров SDSS [45].

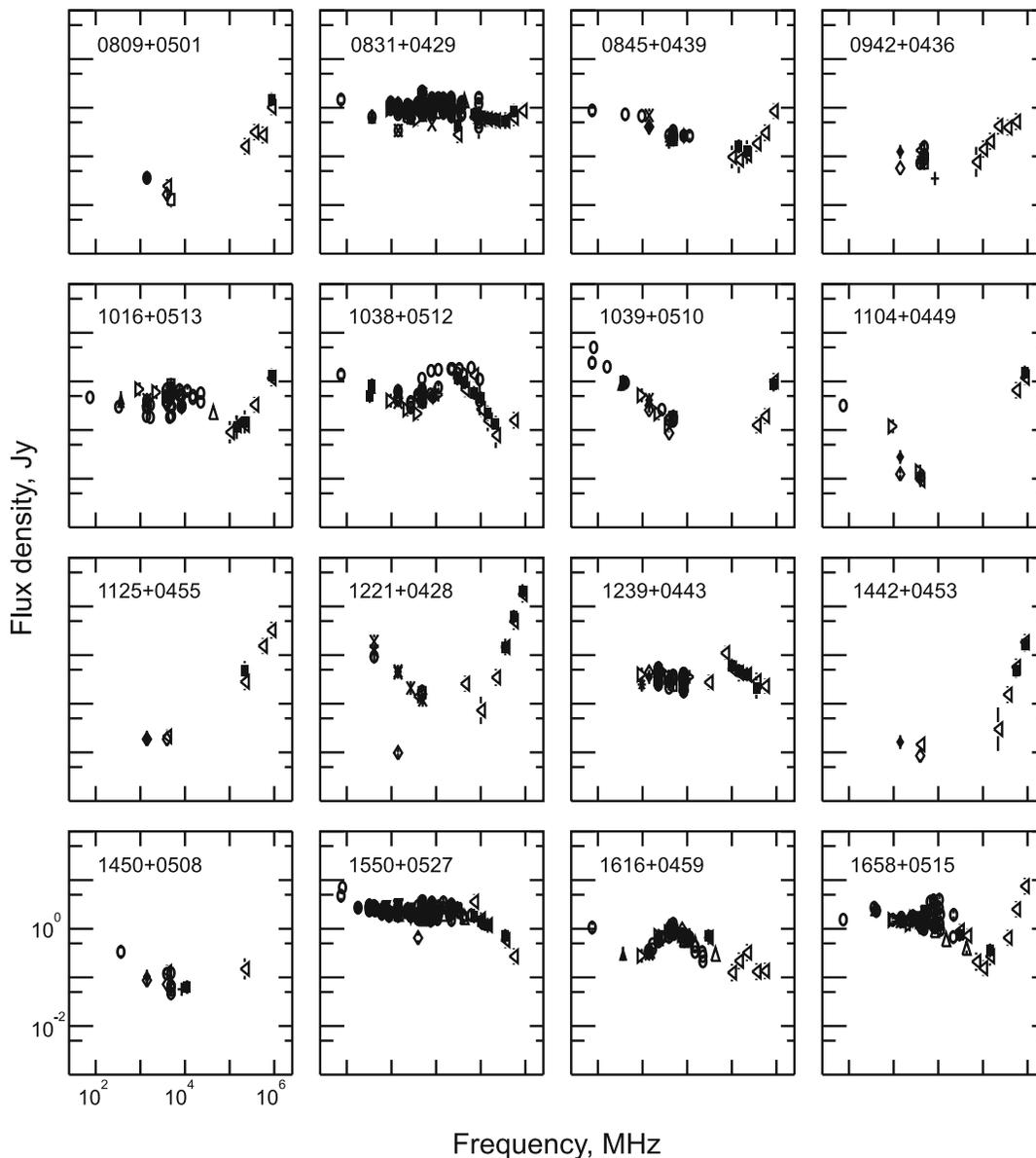


Рис. 5. Непрерывные радиоспектры RCR-источников, имеющих отождествление в каталоге обзора Planck, по данным радиообзоров и измерениям на картах Planck. Данные из каталогов Planck отмечены заштрихованными треугольниками на высоких частотах. Оценки плотностей потоков данной работы показаны пустыми треугольниками.

RCR J090720.04+043619.3 (NVSS J090720+043619). Объект исследовался по программе «Большое Трио». По кадрам с 6-м телескопа БТА сделана оценка звездной величины $R > 23$, видны слабые следы на кадре UKIDSS LAS в фильтре K, на картах обзора WISE ($W1, W2$) слабо различим в крыльях более яркого объекта.

RCR J091432.29+045537.1 (NVSS J091432+045537). На картах обзора WISE слабо различим, причем во всех четырех полосах.

RCR J092445.92+050344.9 (NVSS J092445+050344). Пустое поле.

RCR J092745.31+045614.4 (NVSS J092745+045614). В окрестности родительской галактики SDSS J092745.32+045614.7 ($z = 0.341$, ABLs, SDSS DR10) расположены несколько слабых объектов.

RCR J093609.92+050349.6 (NVSS J093609+050349, NVSS J093610+050202 и NVSS J093612+050048). Отождествляется с квазаром SDSS J093610.99+050202.4 ($z = 1.675$, SDSS DR10).

RCR J093628.80+043641.2 (NVSS J093628+043641). В окрестности родительской галактики несколько слабых объектов.

RCR J094839.68+044957.6 (NVSS J094839+044957). В $2''5$ -окрестности родительской галактики SDSS J094839.44+044954.7 находится еще один объект, который есть на изображениях SDSS, отсутствует в базе данных SDSS и есть в каталоге UKIDSS LAS — J094839.35+044957.3.

RCR J095100.48+051025.0 (NVSS J095100+051025). В окрестности родительской галактики несколько слабых объектов.

RCR J095102.08+050643.8 (NVSS J095102+050643). Отождествляется со слабым объектом, который различим на кадрах *H*, *K* и их сумме обзора UKIDSS LAS, и в обзоре WISE — J095102.17+050644.4.

RCR J100048.62+045603.5 (NVSS J100048+045603). Отождествляется со слабым объектом, следы которого различимы на сумме кадров SDSS в *i*, *r*-фильтрах, кадре UKIDSS LAS в *K*-фильтре и полосах WISE *W1*, *W2*.

RCR J101333.26+045752.9 (NVSS J101333+045752). Отождествляется со слабым объектом, следы которого различимы в полосах WISE *W1*, *W2*, *W3*.

RCR J101603.12+051303.6 (NVSS J101603+051303). Отождествляется с объектом BZQ (blazar of the FSRQ type), из каталога источников Fermi LAT с потоками более 10 ГэВ [46] и переменным в гамма-диапазоне, относится к типу HFP (high frequency picker), $z = 1.7042$ [47].

RCR J103234.45+045925.9 (NVSS J103234+045925). В спектре родительской галактики SDSS J103234.31+045929.5 ($z = 0.242$, SDSS DR10) есть линии поглощения.

RCR J103846.84+051229.6 (NVSS J103846+051229). Переменный FSRQ, отождествлен с квазаром SDSS J103846.78+051229.0 (BZQ), входящим в каталог CGRaBS. $z = 0.473$ определено в программе спектроскопии CGRaBS.

RCR J103938.62+051031.3 (NVSS J103938+051031). Отождествлен с взаимодействующей галактикой с $z = 0.068$ [48], излучающей в рентгеновском диапазоне. Рядом две галактики: SDSS J103938.96+051031.3 с $z = 0.068$ (ABLS, SDSS DR10) и SDSS J103939.61+051025.8 с $z = 0.071$ (ABLS, SDSS DR10)

RCR J104117.65+045306.4 (NVSS J104117+045306). В спектре родительской галактики SDSS J104115.61+045313.8 ($z = 0.068$, SDSS DR10) есть линии поглощения.

RCR J104135.08+044549.5 (NVSS J104135+044549). Родительскую галактику SDSS J104135.17+044551.0 ($z_{\text{ph},KD} = 0.774 \pm 0.0899$, $z_{\text{ph},RF} = 0.619 \pm 0.1242$; SDSS DR10) окружают несколько слабых объектов, один из которых — галактика SDSS J104134.52+044545.3 — имеет

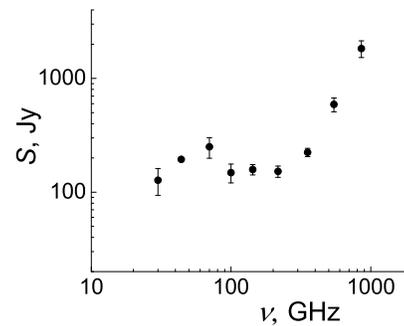


Рис. 6. Средний радиоспектр RCR-источников, построенный путем осреднения значений на общих частотах спектров объектов каталога RCR.

близкую оценку красного смещения ($z_{\text{ph},KD} = 0.725 \pm 0.0854$, $z_{\text{ph},RF} = 0.691 \pm 0.1396$; SDSS DR10).

RCR J104218.38+044304.5 (NVSS J104218+044304). Отождествляем с WISE J104218.37+044304.0, следы которого различимы на сумме кадров SDSS в *i*, *r*-фильтрах, UKIDSS LAS в *J* и *K*-фильтрах.

RCR J104346.01+044030.0 (NVSS J104346+044030). Объект исследовался по программе «Большое Трио». На снимках с 6-м телескопа БТА имеет звездную величину $R = 23.4$, видны следы на сумме *i* + *r* SDSS, есть в каталоге UKIDSS LAS — J104345.26+044017.8. На кадре БТА в окрестности родительской галактики присутствуют слабые объекты.

RCR J105858.61+044347.5 (NVSS J105858+044347). FSRQ отождествлен с SDSS J105858.58+044347.7 ($z = 2.619$, SDSS DR10).

RCR J105951.12+045352.4 (NVSS J105951+045352 и NVSS J105948+045416). Отождествляем с UKIDSS LAS J105950.82+045354.4, следы которого различимы на сумме кадров SDSS в *i*, *r*-фильтрах.

RCR J110423.68+044941.1 (NVSS J110423+044941). Радиоисточник отождествлен с взаимодействующей кольцевой галактикой NGC 3509 ($z = 0.026$ [49], ABLs), входит в группу галактик.

RCR J112437.45+045618.8 (NVSS J112437+045618; 4C 05.50). Отождествлен с Sy2-галактикой или SDSS J112437.40+045618.9 ($z = 0.283$, SDSS DR10), которая по спектру в SDSS классифицирована как QSO AGN BroadLine, есть линии поглощения (Type 2 QSO). Объект исследовался по программе «Большое Трио».

RCR J112512.52+045534.5 (NVSS J112512+045534). Пустое поле.

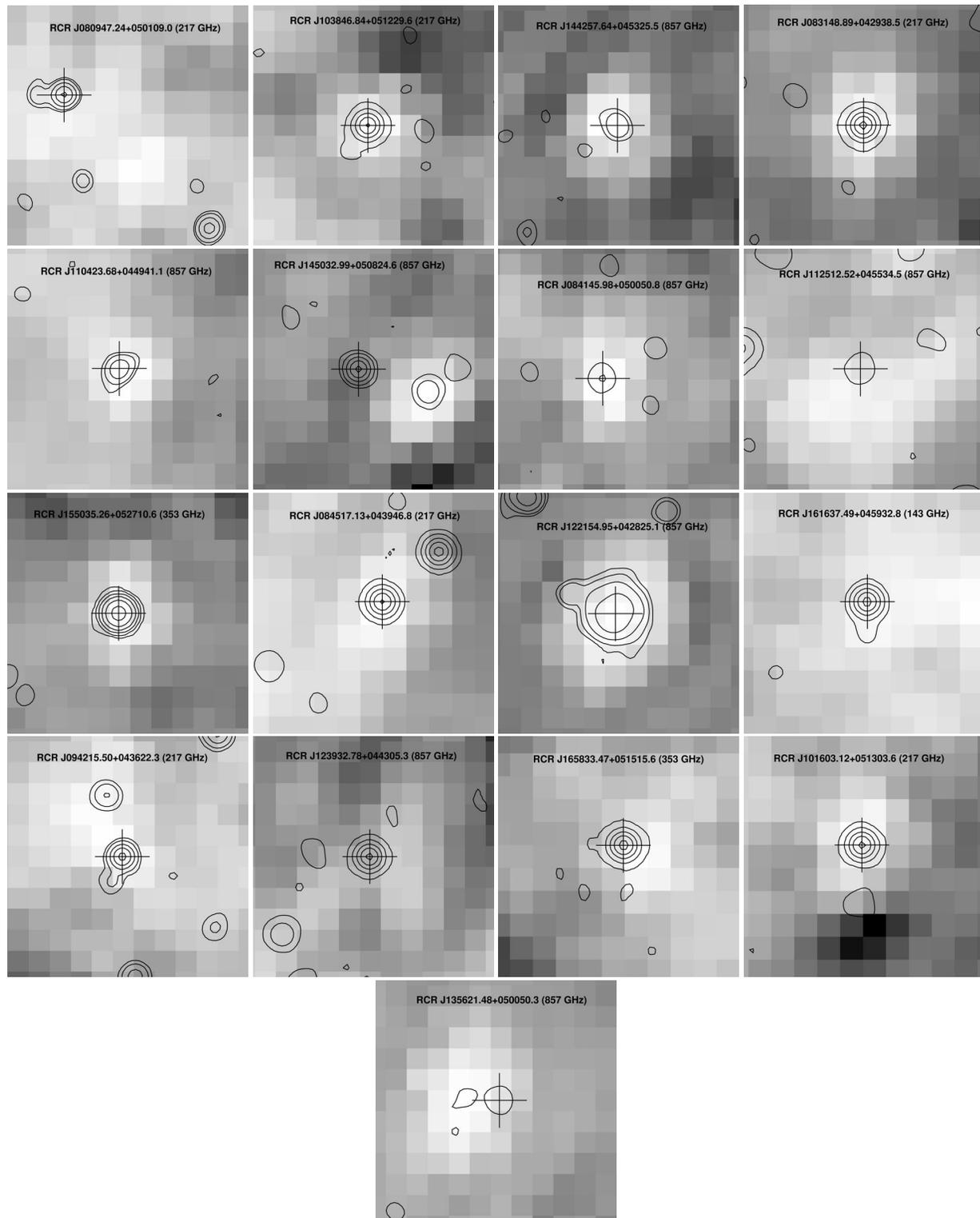


Рис. 7. Карты RCR-источников, имеющих отождествление в каталоге обзора Planck. Радиоизотопы по данным обзора NVSS на частоте 1.14 ГГц наложены на карты наблюдений Planck.

RCR J113033.47+044734.8 (NVSS J113033+044734). Фотометрически отобранный квазар из SDSS с близким слабым объектом ($2''3$).

RCR J113914.55+044330.4 (NVSS J113917+044301 и NVSS J113914+044330). Отождествлен с галактикой SDSS J113916.26+044320.6 с $z_{\text{ph}} \sim 0.5$, возможный член группы, поскольку рядом ($5''-10''$) имеются два объекта с близкими z_{ph} : SDSS J113916.24+044326.6 и SDSS J113915.80+044310.6.

RCR J114005.50+045952.8 (NVSS J114005+045952). Отождествляется с SDSS J114005.32+045952.1, который имеет близкого соседа слабее по блеску в SDSS, но одинакового по блеску в UKIDSS; в WISE они «накрываются» одним объектом WISE J114005.49+045952.8.

RCR J114211.28+043740.9 (NVSS J114211+043740, NVSS J114203+043737 и NVSS J114211+043850). Отождествлен с галактикой SDSS J114208.92+043733.5 ($z = 0.159$, SDSS DR10). В спектре есть линии поглощения.

RCR J114521.30+045526.7 (NVSS J114521+045526; 4C 05.52). Переменный в радиодиапазоне FSRQ с рентгеновским излучением, ABL5 и BL (broad line). Рядом есть слабые объекты.

RCR J114631.64+045818.2 (NVSS J114631+045818). FSRQ, отождествляется с объектом SDSS J114631.78+045819.4, который классифицируется по спектру SDSS DR10 как звезда класса F6 V.

RCR J115223.70+044814.4 (NVSS J115223+044814). На кадрах SDSS, UKIDSS LAS видны следы слабых объектов около родительской галактики. Объект исследовался по программе «Большое Трио».

RCR J115336.08+045505.2 (NVSS J115336+045505). Отождествляется с SDSS J115335.85+045505.4 ($z = 0.313$, SDSS DR10). В спектре есть линии поглощения (AL).

RCR J115537.84+045939.9 (NVSS J115537+045939). Отождествляется со слабым объектом, который виден в полосах $W1, W2$ WISE.

RCR J115851.23+045541.9 (NVSS J115851+045541). Отождествлен с SDSS J115851.07+045544.7, который классифицируется в SDSS как звездный объект. Виден во всех полосах WISE, что говорит в пользу его классификации как квазара.

RCR J121821.21+044954.8 (NVSS J121821+044954). Отождествляется с объектом LAS UKIDSS J121820.99+044941.6.

RCR J122154.95+042825.1 (NVSS J122154+042825 и NVSS J122154+042735). Радиоисточник отождествлен с Sy2-галактикой M 61, входящей в группу галактик.

RCR J122242.25+050044.8 (NVSS J122242+050044). Радиоисточник отождествлен с WISE J122242.29+050041.9.

RCR J123442.26+045123.2 (NVSS J123442+045123). Отождествляем со слабым объектом, следы которого различимы на сумме кадров SDSS в i, r -фильтрах, UKIDSS LAS в $J + K$ и полосах WISE $W1, W2$.

RCR J123932.78+044305.3 (NVSS J123932+044305). BZQ, $z = 1.761$ (SDSS DR10), BL, переменный источник в гамма-диапазоне [50].

RCR J125240.81+044828.7 (NVSS J125240+044828). Источник отождествляется со звездным объектом SDSS J125240.90+044827.5, который виден во всех полосах WISE, т.е. вероятный квазар.

RCR J125917.50+044533.4 (NVSS J125917+044533). Рядом с родительской галактикой SDSS J125917.54+044533.8 ($z_{\text{ph}} \sim 0.5$) есть еще галактика SDSS J125916.84+044541.3 (приблизительно $13''$) с $z_{\text{ph}} \sim 0.5$.

RCR J133010.24+050037.5 (NVSS J133010+050037). Отождествлен с квазаром SDSS J133010.43+050038.0 ($z = 2.374$, SDSS DR10).

RCR J133303.89+045146.1 (NVSS J133303+045146 и NVSS J133308+045029). Отождествлен с квазаром SDSS J133307.00+045048.5 ($z = 1.405$, SDSS DR10), BL. Объект исследовался по программе «Большое Трио».

RCR J133510.39+045415.3 (NVSS J133510+045415). Отождествлен с UKIDSS LAS J133510.29+045414.4, следы объекта видны на сумме кадров $i + r$ SDSS, рядом (примерно $5''$) еще один такой же слабый объект. Оба «накрываются» WISE J133510.38+045415.2.

RCR J133920.76+050159.3 (NVSS J133920+050159). Отождествлен с квазаром SDSS J133920.66+050158.9 ($z = 1.358$, SDSS DR10), BL.

RCR J134725.53+045509.0 (NVSS J134725+045509). Отождествлен с галактикой SDSS J134725.65+045509.9 ($z = 0.648$, SDSS DR10), AL.

RCR J140008.21+050053.9 (NVSS J140008+050053). Отождествлен с галактикой SDSS J140008.26+050052.3 ($z = 0.568$, SDSS DR10), AL.

RCR J140348.39+045632.1 (NVSS J140348+045632). Отождествляем с WISE J140348.23+045634.6, следы объекта различимы на сумме кадров SDSS в i, r -фильтрах, UKIDSS LAS в J и K -фильтрах.

RCR J141247.30+045430.0 (NVSS J141247+045430). В окрестности родительской галактики SDSS J141247.44+045431.5 ($z = 0.136$, SDSS DR10) имеются слабые объекты.

RCR J141715.51+045020.6 (NVSS J141715+045020). Отождествляем с WISE J141715.56+045020.5, следы объекта различимы на кадрах UKIDSS LAS в *J* и *K*-фильтрах.

RCR J141757.01+045038.1 (NVSS J141757+045038). Родительская галактика — SDSS J141756.88+045045.1 ($z = 0.594$, SDSS DR10), в $6''$ от нее есть слабый объект.

RCR J142104.21+050845.0 (NVSS J142104+050845). Родительская галактика SDSS J141756.88+045045.1 ($z = 0.455$, SDSS DR10, AbL), в $2''9$ от нее есть слабый объект. Вошел в выборку LLC-объектов (low-luminosity compact) [51].

RCR J142409.47+043451.7 (NVSS J142409+043451). FRS, отождествлен с SDSS J142409.50+043452.0 ($z = 0.666$, SDSS DR10), по спектру SDSS объект классифицирован как галактика (есть слабые эмиссионные линии и линии поглощения), тип BL Lac [52], измерена поляризация [53].

RCR J142545.16+045041.1 (NVSS J142545+045041). Отождествляем с WISE J142545.02+045042.1, следы объекта различимы на кадрах UKIDSS LAS в *J* и *K*-фильтрах.

RCR J143433.74+044646.0 (NVSS J143433+044646 и NVSS J143429+044629). Отождествляем с WISE J143432.78+044641.6, следы объекта различимы на кадрах UKIDSS LAS в *K*-фильтре.

RCR J143536.42+045158.9 (NVSS J143536+045158 и NVSS J143531+045341). Отождествлен с квазаром SDSS J143534.06+045243.8 ($z = 0.378$, SDSS DR10, BL). Классифицируется как Sy1 [54].

RCR J143945.64+045545.2 (NVSS J143945+045545). Объект исследовался по программе «Большое Трио». По кадрам с 6-м телескопа БТА оценка звездной величины $R > 25$. Следов на кадрах других обзоров не обнаружено.

RCR J144037.11+050707.3 (NVSS J144037+050707). Отождествляется с SDSS J144037.02+050707.4, на кадре UKIDSS LAS (*K*) видно два слабых пика, разделенных расстоянием в $1''2$. Е-пик (UKIDSS LAS J144037.02+050707.3) совпадает с SDSS J144037.02+050707.4, а W-пик совпадает с WISE J144036.95+050707.5.

RCR J144124.08+045557.5 (NVSS J144124+045557). Отождествлен с галактикой SDSS J144124.11+045556.7 ($z = 0.399$, SDSS DR10, AbL). Рядом ($3''8$) — SDSS J144124.01+045553.0.

RCR J144257.64+045325.5 (NVSS J144257+045325). Отождествлен с IC 1048 ($z = 0.005$ [55], которая входит в группу LGG 386 [56].

RCR J144334.91+045258.5 (NVSS J144334+045258). Отождествляем с WISE J144334.97+045257.8, следы объекта видны в *K*-фильтре UKIDSS LAS.

RCR J144617.88+050740.9 (NVSS J144617+050740). Объект исследовался по программе «Большое Трио», $z = 0.273$ [39].

RCR J145032.99+050824.6 (NVSS J145032+050824). Отождествлен с квазаром SDSS J145032.97+050822.4 ($z = 1.635$, SDSS DR10, BL). Рядом ($5''$) находится звезда SDSS J145033.17+050826.1.

RCR J145323.07+045803.9 (NVSS J145323+045803). Отождествлен с галактикой SDSS J145323.03+045803.5 ($z = 0.452$, SDSS DR10, AGN BL, AbL).

RCR J145333.81+045104.2 (NVSS J145333+045104). Отождествлен с Sy2-галактикой SDSS J145333.82+045104.5 ($z = 0.119$, SDSS DR10, BL, AbL).

RCR J145625.83+045645.2 (NVSS J145625+045645; 4C 05.61). Объект исследовался по программе «Большое Трио», $z = 2.130$ [39].

RCR J151052.23+045206.7 (NVSS J151052+045206). Отождествлен с галактикой SDSS J151052.20+045203.7 ($z = 0.081$, SDSS DR10, BL, AbL). Окружена слабыми объектами, в $13''$ находится галактика SDSS J151053.71+045208.3 с $z_{\text{ph}} \sim 0.09$. Имеется еще одна близкая на снимке пара галактик ($9''5$) SDSS J151051.79+045211.4 ($z = 0.515$, SDSS DR10) и SDSS J151051.48+045208.7 ($z_{\text{ph}} \sim 0.5$).

RCR J151054.66+045410.6 (NVSS J151054+045410). Отождествлен с галактикой SDSS J151056.34+045357.7 ($z = 0.399$, SDSS DR10, AbL). Рядом ($3''8$) находится галактика SDSS J151056.32+045401.4 $z_{\text{ph}} \sim 0.3$.

RCR J151543.71+050330.0 (NVSS J151543+050330). Отождествляется с WISE J151543.63+050331.5, следы объекта видны в *K*-фильтре UKIDSS LAS.

RCR J151855.13+045114.5 (NVSS J151855+045114). Отождествляем с WISE J151855.09+045113.7, следы объекта видны в *K*-фильтре UKIDSS LAS.

RCR J152026.93+045713.3 (NVSS J152026+045713). Отождествляем с UKIDSS LAS J152026.76+045714.3, следы объекта видны на *i+r*-кадре SDSS. Рядом ($1''9$) — SDSS J152026.60+045715.0 и SDSS J152026.60+045715.0 ($3''1$).

RCR J152114.51+043020.0 (NVSS J152114+043020; 4C+04.51). GPS-источник с $z = 1.296$ [57], переменный в радиодиапазоне.

RCR J153032.13+045050.2 (NVSS J153032+045050). Слабый объект, следы которого видны на *H* и *K*-кадрах UKIDSS LAS, находится рядом со звездой SDSS J153032.25+045049.2 (2nd9).

RCR J154333.90+045219.3 (NVSS J154333+045219). FSRs, отождествляется с галактикой CGCG 050-083 ($z = 0.040$ [49]) или SDSS J154333.95+045219.2, которая входит в группу.

RCR J155021.76+050630.2 (NVSS J155021+050630). Отождествляем с SDSS J155021.58+050633.9, который смещен от радиоисточника на 5".

RCR J155035.26+052710.6 (NVSS J155035+052710; 4C 05.64). FSRs, отождествлен с квазаром SDSS J155035.27+052710.4 ($z = 1.420$, SDSS DR10, AbL) с поляризацией в радиодиапазоне и с высокой оптической поляризацией более 3% (HP). Рентгеновский и гамма-источник, есть переменность в радиодиапазоне

RCR J155148.09+045930.5 (NVSS J155148+045930). Объект исследовался по программе «Большое Трио». По кадрам с 6-м телескопа БТА оценка звездной величины $R = 23.5$. Есть в обзоре UKIDSS LAS: J155148.07+045930.6.

RCR J155431.52+051726.7 (NVSS J155431+051726). Отождествляется с SDSS J155431.54+051724.2, рядом имеется еще одна слабая галактика SDSS J155431.18+051726.7.

RCR J161637.49+045932.8 (NVSS J161637+045932). FRSQ, HFP и рентгеновский источник с $z = 3.215$ [58]. С квазаром связано несколько AbLS. В работе [59] на глубоких снимках отмечено несколько компаньонов, причем для одного из них, находящегося на расстоянии примерно 6"6, определено $z = 3.215$ (по Ly α).

RCR J161907.23+045559.5 (NVSS J161907+045559). Отождествляется с WISE J161907.30+045558.5, следы объекта видны в z -фильтре SDSS.

RCR J165833.47+051515.6 (NVSS J165833+051515). FRSQ с $z = 0.879$ [60], с HP и рентгеновским излучением.

RCR J165920.67+050550.5 (NVSS J165920+050550). Отождествление — GSC2.3 N3AU005047 и WISE J165920.59+050551.0.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе было проведено исследование карт микроволнового фонового излучения в области радиоисточников RCR-каталога. Были исследованы поля радиусом 1.5 ширины диаграммы направленности на высоких частотах Planck на предмет присутствия положительного сигнала на уровне отношения сигнал/шум $1\sigma < S < 3\sigma$. Следуя гипотезе о повышенной вероятности появления положительного отклика на картах микроволнового фона разных частот, если в исследуемой области заведомо присутствует радиогалактика, по измерениям микроволновых карт Planck мы оценили плотности потока RCR-радиоисточников. Представлен каталог 117 радиоисточников с данными измерений и соответствующие непрерывные спектры от радио до субмиллиметрового диапазона. Проведено отождествление радиоисточников в инфракрасном (UKIDSS и WISE) и оптическом диапазонах (DPOSS и SDSS). Независимые оценки плотности потока исследуемых радиоисточников, представленные в каталоге эксперимента Planck (в нашем списке таких объектов 16 штук), говорят об удовлетворительной точности оценки потока по представленной методике.

Распределение энергии в спектрах радиоисточников, характеризующееся подъемом в субмиллиметровом диапазоне, показанное на рис. 4 и 6, говорит о наличии пылевой компоненты, описанной в [61, 62] и присутствующей в активных ядрах галактик.

Наличие подобных источников, трудновычищаемых на картах микроволнового фона из-за малой интенсивности потока излучения, затрудняет проведение статистического анализа космического микроволнового фона по картам Planck на масштабах менее 7' и поэтому представляет отдельный интерес.

Статистика пиков космического микроволнового фона в области исследуемых радиоисточников RCR-каталога (таблицы 3 и 4) показывает отличие для объектов разных типов: (1) источники с плоскими спектрами (т.е. из спектрального диапазона $-0.5 < \alpha \leq 0.5$) в среднем в 1.2 раза чаще попадают в область положительных пиков, чем объекты с крутыми спектрами, при установке уровня обнаружения 1σ ; (2) среднее число холодных пятен в диапазоне $S/N > 2.0$ в 7'-окрестности RCR-источников очень мало как по сравнению с данными для горячих пятен, так и по сравнению с моделями. Этот факт может говорить о неслучайности выделения отобранных источников в микроволновом диапазоне, чей положительный вклад нивелирует ожидаемые статистические оценки для холодных пятен на картах CMB Planck.

В следующих работах будут исследованы статистика космического микроволнового фонового сигнала в направлении на потенциальные протоскопления галактик в окрестности далеких радиосточников и зависимость микроволнового отклика от типа популяции радиосточников.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны своим коллегам Н. Н. Бурсову, Н. С. Соболевой и А. В. Темировой за подготовку исходного RC-каталога и полезные дискуссии в процессе переобработки данных в диапазоне прямых восхождений 7^{h} – 17^{h} . Авторы также выражают свою признательность ESA — за открытый доступ к результатам наблюдений и обработки данных в Planck Legacy Archive. При построении непрерывных радио спектров применялась база данных радиоастрономических каталогов CATS (<http://cats.sao.ru>) [63, 64]. В работе использованы система обработки радиоастрономических данных FADPS [65, 66] и пакет GLESP [24, 27, 67] для анализа протяженного излучения на сфере. Исследования по данной теме были частично поддержаны грантами РФФИ № 13-02-00027, 14-07-00361, 12-07-00503.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. C. L. Bennett, D. Larson, J. L. Weiland, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **208**, 20 (2013).
2. P. A. R. Ade et al. (Planck Collab.), *Astron. and Astrophys.* **571**, A1 (2014).
3. M. Hasselfield, M. Hilton, and T. A. Marriage, *J. Cosmology and Astroparticle Phys.* **07**, 008 (2013).
4. K. K. Schaffer, T. M. Crawford, K. A. Aird, et al., *Astrophys. J.* **743** 90 (2011).
5. Ya. B. Zeldovich and R. A. Sunyaev, *Astrophys. and Space Sci.* **4**, 301 (1969).
6. P. A. R. Ade et al. (Planck Collab.), *Astron. and Astrophys.* **536**, A8 (2011).
7. P. A. R. Ade et al. (Planck Collab.), *Astron. and Astrophys.* **571** A16 (2014).
8. P. A. R. Ade et al. (Planck Collab.), *Astron. and Astrophys.* **571** A20 (2014).
9. P. A. R. Ade et al. (Planck Collab.), *Astron. and Astrophys.* **571** A28 (2014).
10. P. A. R. Ade et al. (Planck Collab.), *Astron. and Astrophys.* **571** A12 (2014).
11. Ю. Н. Парийский и Д. В. Корольков, в *Итоги науки и техники. Астрономия*, Ред. Р. А. Сюняев (ВИНИТИ, Москва, 1986) Т. 31, с. 73.
12. Yu. N. Parijskij, N. N. Bursov, N. M. Lipovka, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **87**, 1 (1991).
13. W. M. Goss, Y. N. Pariiskii, N. S. Soboleva, et al., *Sov. Astron.* **36**, 343 (1992).
14. A. I. Kopylov, V. M. Goss, Yu. N. Pariiskii, et al., *Astronomy Reports* **39**, 543 (1995).
15. Y. N. Parijskij, W. M. Goss, A. I. Kopylov, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **40**, 5 (1996).
16. Yu. N. Pariiskii, V. M. Goss, A. I. Kopylov, et al., *Astronomy Reports* **42**, 425 (1998).
17. T. Pursimo, K. Nilsson, P. Teerikorpi, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **134**, 505 (1999).
18. O. V. Verkhodanov, Yu. N. Parijskij, N. S. Soboleva, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **52**, 5 (2001).
19. O. P. Zhelenkova and A. I. Kopylov, *Astrophysical Bulletin* **64**, 109 (2009).
20. O. P. Zhelenkova and A. I. Kopylov, *Astrophysical Bulletin* **63**, 346 (2008).
21. N. S. Soboleva, E. K. Majorova, O. P. Zhelenkova, et al., *Astrophysical Bulletin* **65**, 42 (2010).
22. O. P. Zhelenkova, N. S. Soboleva, E. K. Majorova, and A. V. Temirova, *Astrophysical Bulletin* **68**, 26 (2013).
23. E. Bertin and S. Arnouts, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **117**, 393 (1996).
24. O. V. Verkhodanov, A. G. Doroshkevich, P. D. Naselsky, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **58**, 40 (2005).
25. R. J. Hanisch, A. Farris, E. W. Greisen, et al., *Astron. and Astrophys.* **376**, 359 (2001).
26. A. Lewis, A. Challinor, and A. Lasenby, *Astrophys. J.* **538**, 473 (2000).
27. A. G. Doroshkevich, P. D. Naselsky, O. V. Verkhodanov, et al., *Int. J. Modern Phys. D* **14**, 275 (2005).
28. M. L. Khabibullina and O. V. Verkhodanov, *Astrophysical Bulletin* **64**, 123 (2009).
29. I. N. Reid, C. Brewer, R. J. Brucato, et al., *Publ. Astron. Soc. Pacific* **103**, 661 (1991).
30. D. J. York, J. Adelman, J. E. Anderson, et al., *Astron. J.* **120**, 1579 (2000).
31. A. Lawrence, S. J. Warren, O. Almaini, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **379**, 1599 (2007).
32. R. M. Cutri, E. L. Wright, T. Conrow, et al., *AllWISE Data Release* (2013).
33. J. J. Condon, W. D. Cotton, E. W. Greisen, et al., *Astron. J.* **115**, 1693 (1998).
34. R. L. White, R. H. Becker, D. J. Helfand, et al., *Astrophys. J.* **475**, 479 (1997).
35. C. P. Ahn, R. Alexandroff, P. Allende, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **211**, 17 (2014).
36. О. П. Желенкова, *Информатика и ее применение* **6**, 5 (2012).
37. P. W. Lucas, M. G. Hoare, A. Longmore, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **391**, 136 (2008).
38. S. E. Healey, R. W. Romani, G. Cotter, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **175**, 97 (2008).
39. Yu. N. Parijskij, A. I. Kopylov, A. V. Temirova, et al., *Astronomy Reports* **54**, 675 (2010).
40. J. P. Huchra, L. M. Macri, K. L. Masters, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **199**, 26 (2012).
41. P. A. A. Lopes, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **380**, 1608 (2007).
42. A. Hewitt and G. Burbidge, *Astrophys. J. Suppl.* **87**, 451 (1993).
43. M. A. Strauss, A. Michael, J. P. Huchra, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **83**, 29 (1992).

44. R. Falomo and M.-H. Ulrich, *Astron. and Astrophys.* **357**, 91 (2000).
45. G. T. Richards, A. D. Myers, A. G. Gray, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **180**, 67 (2009).
46. M. Ackermann, M. Ajello, A. Allafort, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **209**, 34 (2013).
47. P. C. Hewett and V. Wild, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **405**, 2302 (2010).
48. F. N. Owen and R. A. White, *Astron. J.* **95**, 10 (1988).
49. E. Falco, M. Kurtz, M. Gellar, et al., *Publ. Astron. Soc. Pacific* **111**, 438 (1999).
50. Abdo A.A., Ackermann M., Ajello M., et al., *Astrophys. J.* **715**, 429 (2010).
51. M. Kunert-Bajraszewska, M. P. Gawronski, A. Labiano, and A. Siemiginowska, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **408**, 2261 (2010).
52. E. Massaro, P. Giommi, C. Leto, et al., *Astron. and Astrophys.* **495**, 691 (2009).
53. J. Heidt and K. Nilsson, *Astron. and Astrophys.* **529**, A162 (2011).
54. M. P. Veron-Cetty and P. Veron, *Astron. and Astrophys.* **518**, A10 (2010).
55. T. Oosterloo and S. Shostak, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **99**, 379 (1993).
56. A. M. Garcia, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **100**, 47 (1993).
57. N. de Vries, I. A. G. Snellen, Schilizzi, et al., *Astron. and Astrophys.* **464**, 879 (2007).
58. S. Djorgovski, H. Spinrad, P. McCarthy, and M. A. Strauss, *Astron. J.* **299**, L1 (1985).
59. S. Djorgovski, M. A. Strauss, H. Spinrad, et al., *Astron. J.* **93**, 1318 (1987).
60. S. H. Pravdo and F. E. Marshall, *Astron. J.* **281**, 570 (1984).
61. J.D. Collier, J. K. Banfieldm, R. P. Norris, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **439**, 545 (2014).
62. P. A. R. Ade et al. (Planck Collab.), submitted to *Astron. and Astrophys.*; arXiv:1407.5452.
63. O. V. Verkhodanov, S. A. Trushkin, H. Andernach, and V. N. Chernenkov, *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **58**, 118 (2005).
64. O. V. Verkhodanov, S. A. Trushkin, H. Andernach, and V. N. Chernenkov, *Data Science J.* **8**, 34 (2009).
65. O. V. Verkhodanov, *ASP Conf. Ser.* **125**, 46 (1997).
66. O. V. Verkhodanov, B. L. Erukhimov, M. L. Monosov, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **36**, 132 (1993).
67. A. G. Doroshkevich, O. B. Verkhodanov, P. D. Naselsky, et al., *Int. J. Modern Phys. D* **20**, 1053 (2011).

Investigation of the RCR Catalog Sources in the Millimeter and Submillimeter Ranges Based on the Planck Mission Data

**O. V. Verkhodanov, E. K. Majorova, O. P. Zhelenkova, M. L. Khabibullina, D. I. Solovyov, and
Yu. N. Parijskij**

We have studied the regions of the microwave background radiation maps of the Planck experiment in the neighborhood of the RCR catalog radio sources. From the processed data for bright radio sources in the microwave range, we plotted the calibration curves which allow the brightness of the objects to be measured. For the first time, for 117 objects we obtained estimates of flux density at the millimeter and submillimeter waves, prepared the spectra, conducted identification, and gathered available information from databases. Faint microwave sources, difficult to clear out, additionally contribute to the secondary anisotropy at angular scales smaller than $7'$.

Keywords: catalogs—surveys—galaxies: active—radio continuum: galaxies—submillimeter: galaxies—cosmic background radiation