

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Специальная астрофизическая обсерватория
Российской академии наук
(САО РАН)

УДК 520; 523.3; 523.9; 524
№



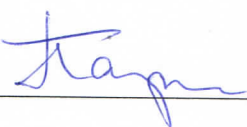
КРАТКИЙ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ОТЧЁТ
о ходе выполнения научно-исследовательской работы по теме
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАТАН-600 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАННЕЙ
ВСЕЛЕННОЙ»
Программы ОФН-17
«Межзвездная и межгалактическая среда: активные и протяженные объекты»
ЗА 2016 ГОД

Отчет принят на заседании ученого совета САО РАН «13» декабря 2016 года
(протокол №351).

Нижний Архыз
2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы
академик

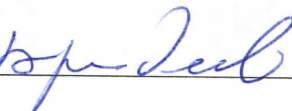


Ю.Н.Парийский (введение, раздел 1,
заключение)

Исполнители темы



Т.А. Семенова (Введение, раздел 1,
заключение)



О.В. Верходанов (Введение, раздел 1,
заключение)



А.В. Темирова (раздел 1)

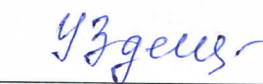


П.Г. Цыбулев (раздел 1)



Н.Н. Бурсов (раздел 1)

Нормоконтролер



Ш.А. Узденова

РЕФЕРАТ

Отчет 10 с., 1 рис., 1 прил.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, КОСМОЛОГИЯ, ГАЛАКТИКИ

Цель работы - осуществление научной и научно-технической деятельности, в том числе проведение фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, в области астрономии и астрофизики.

В рамках проведения программы «Использование РАТАН-600 для исследования Ранней Вселенной» глубокий околоризитный обзор на РАТАН-600 - RZF (RATAN ZENITH Field) в сантиметровом диапазоне ($\lambda=7.6$ см) выявил радиогалактики с ультра-крутыми и крутыми спектрами, которые являются возможными кандидатами в предельно далекие объекты.

По объектам RZF-каталога построены спектры почти всех источников, попадающих в центральную полосу обзора.

В этой полосе наблюдений ($41^{\circ}30'42''\pm 2'$) обнаружено 448 объектов, причем из них 74 объекта с USS спектрами ($\alpha \leq -1.1$), т.е. 16,5 %, 75 объектов с крутыми спектрами ($-1.1 \leq \alpha \leq -0.9$), т.е. 16,7 %, 163 объекта с нормальными спектрами ($-0.9 < \alpha \leq -0.5$), т.е. 36,5 %, 120 объектов с плоскими спектрами ($-0.5 < \alpha < 0.5$), т.е. 26,7 % и 11 объектов с инвертированными спектрами ($\alpha \geq 0.5$), всего 2,5 %, для 5 объектов тип объектов не определен из-за недостатка данных (1,1%).

По результатам оптических отождествлений в этой области RZF и SDSS-обзоров получено, что 46,5% объектов отождествлены (т.е. из 448 RZF-объектов, 208 отождествлены).

В нашей USS выборке 11 источников с $L_{1.4\text{GHz}} > 10^{25}$ Вт/Гц при $z_{\text{ph gal}} > 0.5$ можно рассматривать как возможных кандидатов в радио громкие активные ядра галактик (AGNs). В выборке 74 источников с USS спектрами обнаружены 3 GPS (Gigahertz Peaked Spectrum) объекта, и только для одного из них определена радио светимость $L_{1.4\text{GHz}} > 10^{26}$. Такие радиоисточники с самопоглощением на низких частотах интересны тем, что представляют собой начало эволюционного пути галактик в крупно масштабные радиоисточники.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А	10
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	10

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

RZF - RATAN ZENITH Field – зенитное поле РАТАНа

USS - ultra steep spectra – ультра крутые спектры

H_zRGs - High z Radio Galaxies – радиогалактики на высоких красных смещениях

SDSS – Sloan Digital Sky Survey – Слоановский цифровой обзор неба

AGN – active galactic nuclei – активные галактические ядра

ВВЕДЕНИЕ

В предельно глубоких обзорах в сантиметровом диапазоне на РАТАН-600 были найдены мощные радиогалактики, возникшие в первые 10% жизни Вселенной. Они исследованы с привлечением лучших зарубежных интерферометрических систем типа MERLIN, больших оптических и ИК телескопов. Принято считать, что эти объекты связаны со сверхмассивными черными дырами первого поколения. Оказалось неожиданным, что в Ранней Вселенной были черные дыры с массой более $10^9 M_{\text{sun}}$.

Соотношение “спектральный индекс – красное смещение” является одним из ключевых при поиске и исследовании далеких радиогалактик.

Спектральные характеристики радиоисточников относятся к числу наиболее простых и легко определяемых. В первых классических работах по формированию сверхмассивных черных дыр, ответственных за радиоизлучение радиогалактик, предполагалось, что темпы их формирования сравнимы с возрастом Вселенной и на красных смещениях $z > 2$ мощных радиогалактик еще не должны быть. Наблюдения, однако, показали, что это не так, и есть популяция очень далеких и мощных радиогалактик с красными смещениями около $z \sim 5$. Обработка предельно глубоких обзоров на РАТАН-600 позволила существенно уточнить природу предельно далеких объектов во Вселенной типа радиогалактик FR II на $z \gg 1$. Совместные радио и оптические исследования (проект “Большое Трио” с использованием 3 больших телескопов: РАТАН-600, VLA и 6-метрового телескопа САО) уже выявили радиогалактики с предельно высокой радио светимостью на $z=4.514$ (RCJ0311+0507), возникшими в первый миллиард лет жизни Вселенной.

Опыт показал, что особенно интересны объекты с ультра-крутыми ($\alpha < -1.1$, $S_{\nu} \sim \nu^{-\alpha}$) и в некоторой степени объекты с крутыми спектрами ($-1.1 < \alpha < -1$). Глубокий околзенитный обзор на РАТАН-600 - RZF (RATAN ZENITH Field) в сантиметровом диапазоне ($\lambda=7.6$ см) выявил радиогалактики с ультра-крутыми и крутыми спектрами, которые являются возможными кандидатами в предельно далекие объекты. Тем не менее, USS (ultra steep spectra) спектры не могут быть гарантом обнаружения HzRGs (High z Radio Galaxies) далеких галактик и наоборот.

1 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

По объектам RZF-каталога построены спектры почти всех источников, попадающих в центральную полосу обзора. В этой полосе наблюдений ($41^{\circ}30'42'' \pm 2'$) обнаружено 448 объектов, причем из них 74 объекта с USS спектрами ($\alpha \leq -1.1$), т.е. 16,5 %, 75 объектов с крутыми спектрами ($-1.1 < \alpha < -0.9$), т.е. 16,7 %, 163 объекта с нормальными спектрами ($-0.9 < \alpha < -0.5$), т.е. 36,5 %, 120 объектов с плоскими спектрами ($-0.5 < \alpha < 0.5$), т.е. 26,7 % и 11 объектов с инвертированными спектрами ($\alpha > 0.5$), всего 2,5 %, для 5 объектов тип объектов не определен из-за недостатка данных (1,1%).

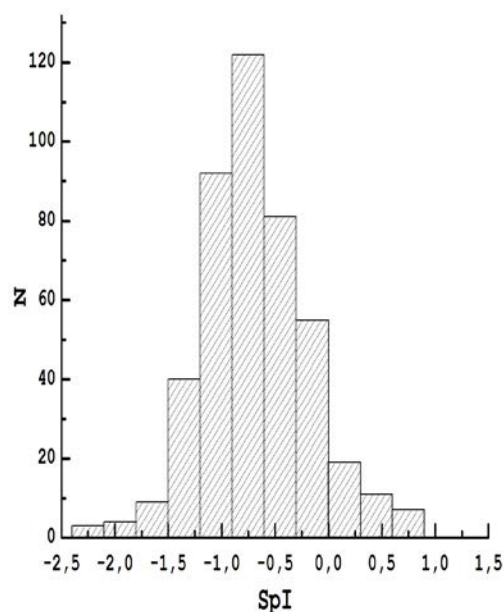


Рис. 1. Распределение спектральных индексов по данным RZF-каталога в центральной полосе обзора (N= 448 объектов).

По результатам оптических отождествлений в этой области RZF и SDSS-обзоров получено, что 46,5% объектов отождествлены (т.е. из 448 RZF-объектов, 208 отождествлены). Из 208 объектов по типу 125 интерпретируются как “Galaxy” (галактики), а 74-“Star” (“звезды”, возможно структура данных объектов не определена) из них 9 – “QSO” (квazarы). Также для 57 объектов в SDSS обзоре определяется выбранное поле, но не выделяются сами объекты, которые обозначены, как “EF” - пустое поле. Для 5 объектов не определены спектральные характеристики, но 3 из них отождествлены в SDSS обзоре. Для части объектов RZF-каталога (31 объект) определены фотометрические красные смещения и светимости, для некоторых объектов фотометрическое красное смещение определено в данных SDSS обзора, причем 25 объектов оказались галактиками, 6 – звездообразными объектами.

Большинство радио источников нашей выборки остаются неразрешенными в NVSS (разрешение $\sim 45''$) и FIRST (разрешение $5''.4$) изображениях, поэтому требуются

наблюдения с высокой разрешающей способностью для определения морфологии, физических размеров, яркостной температуры радио излучающих областей для исследования природы AGN в затененной среде. В нашей USS выборке 11 источников с $L_{1.4\text{GHz}} > 10^{25}$ Вт/Гц при $z_{\text{ph gal}} > 0.5$ можно рассматривать как возможных кандидатов в радио громкие активные ядра галактик (AGNs). В выборке 74 источников с USS спектрами обнаружены 3 GPS (Gigahertz Peaked Spectrum) объекта, и только для одного из них определена радио светимость $L_{1.4\text{GHz}} > 10^{26}$. Такие радиоисточники с самопоглощением на низких частотах интересны тем, что представляют собой начало эволюционного пути галактик в крупномасштабные радиоисточники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По объектам RZF-каталога построены спектры почти всех источников, попадающих в центральную полосу обзора. В этой полосе наблюдений ($41^{\circ}30'42''\pm 2'$) обнаружено 448 объектов, причем из них 74 объекта с USS спектрами.

По результатам оптических отождествлений в этой области RZF и SDSS-обзоров получено, что 46,5% объектов отождествлены (т.е. из 448 RZF-объектов, 208 отождествлены). Из 208 объектов по типу 125 интерпретируются как “Galaxy” (галактики), а 74-“Star” (“звезды”, возможно структура данных объектов не определена) из них 9 – “QSO” (квazarы). Также для 57 объектов в SDSS обзоре определяется выбранное поле, но не выделяются сами объекты, которые обозначены, как “EF” - пустое поле. Для 5 объектов не определены спектральные характеристики, но 3 из них отождествлены в SDSS обзоре.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

В РОССИЙСКИХ РЕФЕРИРУЕМЫХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛАХ

1. O.V.Verkhodanov, E.K.Maioirova, O.P.Zhelenkova, D.I.Solov'ev, and M.L.Khabibullina, Sources of the RCR catalog with normal and flat spectra according to data from the Planck microwave survey, *Astronomy Reports*, 2016, V.60, No. 7, pp. 630-654.