

УТВЕРЖДАЮ

Директор CAO РАН

Г.Г. Валявин

«1» августа 2025 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук

Диссертация «Исследование внегалактических источников в обзорах неба на РАТАН-600», представляемая на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.1 Физика космоса, астрономия, выполнена в лаборатории радиоастрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук (CAO РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Кудряшова Анастасия Алексеевна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук (CAO РАН) в должности стажёра-исследователя в лаборатории радиоастрофизики.

В 2018 г. окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по специальности 03.05.01 Астрономия и ей присвоена квалификация «Астроном. Преподаватель».

В период подготовки диссертации соискатель обучался по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре CAO РАН по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, профиль 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия, а в 2024 году успешно окончила ее.

Научный руководитель - кандидат физ.-мат. наук Бурсов Николай Николаевич работает в лаборатории радиоастрофизики CAO РАН в должности старшего научного сотрудника.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Диссертация Кудряшовой А.А. посвящена изучению радиосвойств активных ядер галактик (АЯГ) на основе данных круглосуточных обзоров неба на Западном секторе РАТАН-600 CAO РАН.

Актуальность исследования обусловлена тем, что радиообзоры неба и дальнейшее изучение источников являются эффективным методом наблюдательной астрономии. Как правило, целью радиообзоров является составление каталогов источников на различных частотах, получение кривых блеска их радиоизлучения на разных временных масштабах для исследования механизмов и процессов, происходящих в объектах. С увеличением чувствительности современных радиотелескопов и совершенствованием методов измерений и обработки обнаруживаются популяции всё более слабых радиоисточников. Из работ Ю.Н. Парийского известно, что АЯГ -- квазары и мощные радиогалактики, преобладают

обнаружены три повторные вспышки на обеих частотах с временным масштабом переменности около 57 дней в системе источника.

Научная и практическая значимость результатов проведенных исследований заключается в следующем: разработанный новый алгоритм обработки измерений на РАТАН-600 может использоваться в рамках новых наблюдательных программ на Западном секторе телескопа; измерения 205 радиоисточников размещены в открытых базах данных и являются новыми данными для дальнейших исследований природы излучения космических объектов; ежедневные измерения АО 0235+164 и PKS 1614+051 могут быть использованы в дальнейшем исследовании и интерпретации механизмов переменности нетеплового излучения в блазарах на временных масштабах менее года.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием штатных программ обработки наблюдательных данных РАТАН-600 и общепризнанных в радиоастрономии методов. Алгоритм обработки данных построен на основе ранее апробированных работ сотрудников радиоастрономического сектора CAO РАН (Парийский Ю.Н., Коржавин А.Н., Трушкин С.А., Верходанов О.А., Майорова Е.К., Бурсов Н.Н.). Расчёты физических характеристик так же опираются на известные теоретические и практические работы. Результаты апробированы на семи конференциях и опубликованы в пяти рецензируемых журналах. Результаты применения новых методов согласуются с независимыми измерениями на Северном секторе РАТАН-600, полученными другими авторами.

Личный вклад автора. Автор принимал непосредственное участие в обработке измерений и интерпретации полученных результатов, отладке новой методики обработки. Автор принимал участие: в расчёте радиосветимости и радиогромкости источников в работе Sotnikova et al. 2021; в оценке масштабов переменности в работе Sotnikova et al. 2024a; в оценке уровня и масштабов переменности радиоизлучения блазаров АО 0235+164 и PKS 1614+051 с учетом межзвездного мерцания в работах Vlasyuk et al. 2024 и Sotnikova et al. 2024b. В работе Kudryashova et al. 2024 автор участвовал в обработке данных; автором осуществлен сбор всех доступных радиоизмерений источников в базе данных CATS; проведён поиск информации по радиоисточникам в базах данных SIMBAD, NED, Roma-BZCAT; выполнена кросс-идентификация источников с источниками оптических каталогов в SDSS (DR16), Gaia (DR3) Extragalactic, Pan-STARRS и с источниками инфракрасного каталога 2MASS; автором была рассчитана радиосветимость. Автор по всем задачам работал с литературными данными с последующим обзором затронутых проблем в работе. Во всех работах автор принимал участие в обсуждении полученных результатов.

Все результаты, выносимые на защиту, аргументированы и подробно изложены в пяти статьях соискателя, опубликованных в рецензируемых журналах списка ВАК. Представленные результаты и выводы обсуждались на шести всероссийских конференциях в виде устных и постерных докладов, а также на семинаре CAO РАН.

По докладу Кудряшовой А. А. на Ученом совете CAO РАН были заданы вопросы, на которые докладчик исчерпывающе ответил.

В выступлениях Пустильник С.А., Моисеев А.В., Богод В.М отметили хороший уровень доклада. Власюк В.В. отметил заметный профессиональный рост, Кудряшова А.А. стала специалистом в области обработки больших объемов данных на РАТАН-600. Власюк В.В. и Мо-

среди наблюдаемых в радиоконтинууме источников со спектральной плотностью потока в сантиметровой области спектра выше нескольких мЯн.

В ходе работы проведены круглосуточные обзоры неба на штатных радиометрах на разных склонениях; разработан алгоритм и программы обработки и калибровки измерений, полученных в обзорах в режиме неподвижной антенны с учётом параметров диаграммы направленности и усиления радиометров; обработаны большие массивы данных для каждого радиометра в условиях электромагнитных помех; измерены спектральные плотности потоков исследуемых источников и построены их кривые блеска; проведена кросс-идентификация исследуемых источников с объектами радио- и оптических каталогов, выполнена компиляция радиоспектров в широком диапазоне частот, анализ спектральных свойств источников и изучена статистика свойств выборки объектов; выполнен анализ свойств переменности радиоизлучения: временного масштаба, смещения по времени между частотами, периодичности, влияния мерцания на межзвёздной среде на наблюдаемый уровень переменности; проведено сравнение полученных результатов с данными из опубликованных работ.

На склонении пульсара в Крабовидной туманности был составлен новый каталог измерений спектральных плотностей потоков на 4.7 ГГц 205 радиоисточников с уровнем потока > 15 мЯн. Почти все источники являются малоизученными. Для четверти объектов измерения выполнены впервые на данной частоте. Для выборки ярких источников со средней плотностью потока 200 мЯн измерены кривые блеска.

На основе анализа кривых блеска показано, что плотность потока излучения блазара В2 1324+224 увеличилась в два раза на масштабе одного года наблюдений, у остальных объектов изменение уровня излучения было в среднем 20%.

Была измерена и проанализирована суточная кривая блеска на 4.7 ГГц блазара PKS 1614+051. Показано, что источник был слабо переменным и впервые измерен временной масштаб переменности радиоизлучения в системе источника $\tau \approx 25$ дней, что предполагает высокую компактность (малая доля парсека) излучающей области.

В результате ежедневных измерений плотности потока блазара АО 0235+164 на 2.3 и 4.7 ГГц на склоне яркой вспышки были впервые обнаружены три повторные вспышки меньшей амплитуды. Их временной масштаб составил 57 дней в системе источника, что вносит ограничение на размер излучающей области $R \ll 1$ пк. Обнаружена задержка максимумов излучения этих вспышек между 2.3 и 4.7 ГГц, равная 7 дням, что соответствует расстоянию $D < 0.1$ пк между областями генерации излучения.

Научная новизна работы заключается в следующем: представленная методика обработки и калибровки измерений на Западном секторе РАТАН-600 в режиме фиксированной высоты наблюдений является новой; составлен новый каталог измерений с месячным и годовым осреднением плотностей потоков для 205 АЯГ на частоте 4.7 ГГц; измерения для 50 источников в высокочастотной области спектра ($\nu \geq 4.7$ ГГц) выполнены впервые; для 26 наиболее ярких источников впервые измерены средние спектральные плотности потока за каждые три дня в течение года наблюдений; впервые измерены ежедневные плотности потоков радиоизлучения блазара PKS 1614+051 на 4.7 ГГц в период 2019–2020 гг. и впервые обнаружен временной масштаб переменности радиоизлучения 25 дней в системе отсчёта источника; впервые выполнены ежедневные измерения плотностей потоков блазара АО 0235+164 на частотах 2.3 и 4.7 ГГц в период 2021–2022 гг.; впервые

исеев А.В. также отметили внимание соискателя к высказываемым замечаниям при выступлениях на семинарах и их учет в дальнейшей работе. Валявин Г.Г. высказал мнение, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Мнение было поддержано другими членами Ученого совета.

Ученый совет пришел к заключению, что представленная диссертация является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой. Выполненная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и паспорту научной специальности, а соискатель заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование внегалактических источников в обзорах неба на РАТАН-600» Кудряшовой Анастасии Алексеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.1 Физика космоса, астрономия.

Заключение принято на заседании Ученого совета САО РАН 31 июля 2025 года.

Присутствовало на заседании 14 человек.

Результаты голосования: "за" – единогласно, протокол № 438 от 31 июля 2025 года.

Председатель Ученого совета
директор САО РАН
кандидат физ.-мат. наук



/Валявин Г.Г./

Ученый секретарь САО РАН
кандидат физ.-мат. наук

/Кайсина Е.И./