

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

**Физический
ИНСТИТУТ**



*имени
П.Н.Лебедева*

Российской академии наук

Ф И А Н

119991, ГСП-1, Москва
Ленинский проспект, 53 ФИАН
Телефон: (499) 135 1429
(499) 135 4264
Телефакс: (499) 135 7880
<http://www.lebedev.ru>

Дата **11.12.2023 г.**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФИАН
член-корр. РАН, д.ф.-м.н.


Н.Н.Колачевский

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения науки
Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук

Диссертация «Многодиапазонные исследования линейной поляризации и ее переменности в активных ядрах галактик» выполнена в Астрокосмическом центре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (АКЦ ФИАН). В период подготовки диссертации Зобнина Дарья Игоревна работала в АКЦ ФИАН в должности младшего научного сотрудника.

Д.И.Зобнина окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, по специальности «Астрономия» в 2018 г. Она обучалась в очной аспирантуре ФИАН в период с 24 октября 2018 г. по 23 октября 2022 г. по специальности «Астрофизика и звездная астрономия» (01.03.02). Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 31-22 выдана 12 октября 2022 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель: Пушкарев Александр Борисович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории радиоастрономии и внегалактических исследований Крымской астрофизической обсерватории РАН.

Рецензентом выступил: Пашенко Илья Николаевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории внегалактической радиоастрономии АКЦ ФИАН.

По итогам обсуждения диссертационной работы и рассмотрения диссертации на семинаре АКЦ ФИАН, а также на заседании Ученого совета АКЦ ФИАН 11 декабря 2023 г. было принято следующее решение.

Актуальность темы. Исследование магнитного поля релятивистской струи активного ядра галактики (АЯГ) является актуальной задачей современной астрофизики, поскольку магнитное поле способствует запуску, ускорению и коллимации релятивистской струи. Источником информации о структуре и мере упорядоченности магнитного поля является линейная поляризация. Градиент меры вращения поперек струи и асимметрии в поперечном распределении линейной поляризации указывают на наличие крупномасштабного магнитного поля, а сильная переменность линейно-поляризованного излучения — на присутствие в плазме турбулентности и ударных волн. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) позволяет достичь достаточного углового разрешения для исследования внутренних областей струи на масштабах нескольких парсек. В оптическом диапазоне угловое разрешение современных телескопов значительно хуже. На данный момент струи в этой области спектра детектируются только у близких источников. По этой причине для получения информации о магнитном поле из оптической поляризации используются данные о радио-оптическом сдвиге положения источника и цвете в оптическом диапазоне, а также метод эхокартирования и многодиапазонные наблюдения. Эта дополнительная информация необходима для разделения вклада струи и вклада аккреционного диска в оптическую поляризацию.

Целью данной диссертации является изучение конфигурации и степени упорядоченности магнитного поля релятивистской струи активного ядра галактики, а также изменения со временем этих характеристик поля вдоль и поперек струи. Для достижения заявленной цели были поставлены и решены следующие **задачи**: 1) анализ вклада релятивистской струи, аккреционного диска, полярных и экваториальных областей рассеяния излучения, а также пылевого тора в интегральную оптическую поляризацию АЯГ на основе опубликованных данных; 2) исследование направления и степени интегральной оптической линейной поляризации АЯГ, у которых наблюдаются значимые радио-оптические сдвиги положения; 3) построение РСДБ-карт переменности степени и направления линейной поляризации, а также стековых карт полной и поляризационной интенсивности, степени и направления поляризации, карт медианы по эпохам поляризационной интенсивности и степени поляризации для выборки из 436 АЯГ на частоте 15 ГГц; 4) исследование переменности направления поляризации ядер и выбросов как целого с использованием построенных РСДБ-карт соответствующего распределения на частоте 15 ГГц; 5) анализ эволюции переменности степени и направления поляризации, медианы степени поляризации по эпохам, стековых распределений степени поляризации, ее направления, поляризационной интенсивности вдоль и поперек хребтовой линии выброса с использованием построенных РСДБ-карт на частоте 15 ГГц.

Личный вклад. Вклад соискателя во все результаты, выносимые на защиту, является основным или равным вкладу соавторов.

Достоверность результатов диссертации основывается на использовании данных наблюдений, полученных на инструментах мирового уровня, и традиционных методах обработки данных. Полученные результаты проверялись с помощью стандартных статистических подходов таких, как рандомизационный тест и Монте-Карло моделирование. Достоверность дополнительно обоснована апробацией основных результатов на научных конференциях и семинарах, а также их публикацией в международных журналах.

Научная новизна результатов заключается в применении многодиапазонных методов анализа к выборке, состоящей более чем из 200 активных ядер галактик, что позволило выделить источники с ярким протяженным оптическим выбросом и получить информацию о конфигурации магнитного поля в их струе. Анализ более 400 активных ядер с общим временным интервалом РСДБ-наблюдений до 24 лет и достаточно высокой для отслеживания морфологических изменений скважностью способствовал получению статистически значимых результатов о конфигурации и степени упорядоченности магнитного поля релятивистского выброса на масштабах нескольких парсек, а также изменения со временем

этих характеристик поля.

Ценность и практическая значимость научных работ соискателя. Результаты работ показывают, что наблюдения в нескольких диапазонах электромагнитного спектра, в данном случае в радио и оптическом, позволяют исследовать структуру и физические условия в системе «аккреционный диск — струя». Это служит мотивацией подобных исследований. Полученные в диссертации результаты являются значимыми для более глубокого понимания свойств магнитного поля в релятивистских струях и уточнения моделей релятивистских выбросов, поскольку получены из анализа богатого наблюдательного материала.

Диссертация соответствует всем требованиям, установленным пунктами 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Диссертация соответствует специальности «Физика космоса, астрономия» по физико-математическим наукам (1.3.1). Материалы диссертации и результаты, выносимые на защиту, представлены соискателем в трех научных статьях, опубликованных в рецензируемых журналах из списка ВАК. Содержание диссертации изложено доступно, корректно и полно.

Диссертация Зобниной Дарьи Игоревны «Многодиапазонные исследования линейной поляризации и ее переменности в активных ядрах галактик» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «Физика космоса, астрономия» (1.3.1).

Заключение принято единогласно на заседании Ученого совета АКЦ ФИАН. Присутствовало на заседании 11 человек, протокол № 6/23 от "11" декабря 2023 г.

Руководитель АКЦ ФИАН,
д.ф.-м.н.

С. Ф. Лихачев