

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**  
на диссертацию Малыгина Евгения Андреевича.  
«Исследование геометрии и кинематики центральных областей  
активных галактик»

Мы живем в эпоху получения первых изображений сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик. Тем не менее, детальное пространственное строение связанных с ними «аккреционных машин» недоступно прямым наблюдениям. Несмотря на то, что в рамках Унифицированной схемы создана общая картина строения активного ядра, многое остаётся непонятным, включая весьма общие вопросы, такие, как величина спина и магнитного поля, структура пылевого тора и т.д. Исследование переменности спектральных и фотометрических характеристик, а также изучение поляризации излучения позволяет понять структуру излучающей области. Особенно актуально, хотя и методически сложно — совмещение обоих методов, то есть проведение поляриметрического мониторинга. Перечисленные подходы реализованы в данной диссертации.

Целью исследования, поставленного перед Е.А. Малыгиным в аспирантуре САО РАН его первым научным руководителем В.Л. Афанасьевым, являлось изучение физических характеристик, а также геометрии и кинематики вещества в центральной области вокруг активного галактического ядра по наблюдениям как на 6-м телескопе САО РАН, так и на оптических телескопах меньшего диаметра.

Для решения данной проблемы перед аспирантом были поставлены следующие конкретные задачи:

- 1) Адаптировать методику фотометрического эхокартирования в среднеполосных фильтрах для определения размеров областей формирования широких линий.
- 2) Определить скорости вращения газа в этих областях, массу и спин сверхмассивной черной дыры, параметры аккреционного диска и геометрическую ориентацию систем.
- 3) Адаптировать методику поляриметрического эхокартирования в среднеполосных оптических фильтрах для определения радиуса сублимации пыли.
- 4) Выполнить методическое исследование нового фокального редуктора MAGIC метрового телескопа Цейсс-1000 САО РАН с целью высокоточных наблюдений внегалактических объектов.

Перечисленные задачи были Евгением Андреевичем успешно решены. В своей работе Евгений Андреевич опирался на уже развитый в САО РАН инструментарий по изучению поляризационных характеристик в спектрах активных галактических ядер и их спектральной переменности, а также был интенсивно вовлечен в работы по развитию таких методов исследований, как фотометрический мониторинг в среднеполосных фильтрах и поляризационный мониторинг активных ядер галактик.

На основе выполненных с его участием наблюдений методом фотометрического эхокартирования удалось измерить размер областей формирования широких линий в двух галактиках с активными ядрами, а также оценить в них массу центральных черных дыр. В галактике VII Zw 244 ему удалось обнаружить экваториальное рассеяние поляризованного света в бальмеровских линиях водорода. Анализируя полученный материал удалось разобраться с геометрической ориентацией аккреционной системы, оценить спин черной дыры и величину магнитного поля. Подобные же параметры были получены им и для галактики LEDA 3095839, но уже методом поляриметрического мониторинга. Еще для двух

галактик по результатам поляриметрического эхокартирования удалось измерить радиусы областей экваториального рассеяния. Последний параметр — очень важен для лучшего понимания строения аккреционной машины активных галактик, но его измерения редки, из-за сложности применяемых методов.

Заметное место в диссертации уделено методикам наблюдений и обработки данных, прежде всего на новом приборе MAGIC 1-м телескопа САО РАН. Научно-методическое исследование данного прибора, оценка точности измерения с помощью него линейной поляризации — важная часть диссертационной работы.

Евгений Андреевич успешно продемонстрировал владение всем инструментарием, необходимым астрофизику-экспериментатору: самостоятельное выполнение наблюдений, методические работы с наблюдательной аппаратурой, включая разработку методики обработки и анализа данных, работа с литературой по тематике, написание научных статей. Он многократно лично представлял результаты своей работы на всероссийских и международных конференциях.

Считаю, что работа Е.А. Малыгина «Исследование геометрии и кинематики центральных областей активных галактик» полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а соискатель заслуживает присуждения ему искомой степени по специальности 1.3.1 - «Физика космоса, астрономия».

18 августа 2023 г.

Научный руководитель,  
доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник САО РАН

А.В. Моисеев

Подпись А.В. Моисеева заверяю:  
ученый секретарь САО РАН,  
кандидат физико-математических наук

Е.И. Каисина

