

ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Кутькина Александра Михайловича
«Исследование переменности блазаров в широком диапазоне длин волн»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
«астрофизика и звездная астрономия» (01.03.02).

Диссертационная работа А.М. Кутькина посвящена исследованию долговременной переменности внегалактических радиоисточников, относящихся к классу блазаров.

Переменность блазаров, как и активных ядер галактик в целом, до сих пор является предметом дискуссий. На сегодняшний день не прекращаются споры о местоположении областей, излучающих в различных диапазонах спектра. Вопрос о наличии или отсутствии корреляции между характеристиками переменности в широком частотном диапазоне является предметом интенсивного обсуждения в литературе. Вопросы существования цикличности или квазипериодичности в излучении блазаров также остаются открытыми, ответ на них позволяет пролить свет на динамику этих систем, и грамотно планировать наблюдения источников, исходя из фазы их активности. Другим важным аспектом переменности являются временные задержки вспышек, наблюдаемых на разных частотах. Причины данного явления кроются, по-видимому, в механизмах поглощения в релятивистских выбросах блазаров, поэтому, измерения этих задержек дают прямой выход на физические параметры источников.

Эти **актуальные** вопросы рассмотрены в работе.

В диссертации четыре главы.

Первая глава представляет собой литературный обзор, где рассмотрены характеристики АЯГ, их наблюдательные проявления и т.п. Описан эффект смещения радио ядра с частотой наблюдений. Данный эффект необходимо учитывать при проведении прецизионной астрометрии, когда координаты внегалактических источников необходимо измерять с высочайшей точностью порядка микросекунд дуги. Сдвиг ядра также должен учитываться при сопоставлении карт интенсивности на разных частотах, что влияет, например, на определение спектрального индекса вдоль релятивистского выброса. Наконец, по измерениям этого эффекта можно оценить ряд параметров джета: напряженность магнитного поля, линейные размеры и др.

Во второй главе отдельно исследуются кривые блеска источников с помощью методик гармонического и вейвлетного анализа, при этом используется несколько независимых методов для обнаружения гармонических составляющих переменности, что обеспечивает дополнительную **достоверность** результатов. С помощью вейвлетного анализа кривых блеска 3C273 в радиодиапазоне удалось показать, что восьмилетний цикл, позиционированный ранее как стабильный период, на самом деле эволюционирует и в итоге затухает. В рентгеновской кривой блеска 3C273 обнаружен циклический компонент с меняющейся частотой. Эти результаты являются **новыми**. Ценность обнаружения квази-периодических компонентов переменности и их эволюционных особенностей заключатся также в информации о фазе активности источников, когда в максимуме блеска плотность потока возрастает в разы. Во время вспышек объект можно наблюдать на интерферометрах с относительно небольшой чувствительностью, например в проекте «Радиоастрон». **Достоверность результатов** вытекает из использования проверенных методик гармонического (два независимых метода) и вейвлетного анализа данных, а также из критического сравнения с результатами других авторов.

В третьей главе проводится кросс-корреляционный анализ кривых блеска источников на разных частотах. Благодаря привлечению данных интерферометрии впервые строго доказано, что данные долговременного многочастотного мониторинга могут быть использованы для независимого определения величины эффекта смещения радио ядра с частотой. Этот **важный** результат имеет также и **практическую ценность**, так как позволяет существенно снизить трудозатраты и сократить инструментальные ресурсы, используемые сейчас для измерения указанного эффекта. То обстоятельство, что автор использует два различных метода определения временных задержек и проводит грамотный учет ошибок измерений, обеспечивает дополнительную **достоверность и обоснованность результатов**.

В четвертой главе автор рассматривает приложения проведенного анализа и проводит обсуждение результатов. Здесь же рассматривается вопрос о ионизации межзвездной среды излучением центральной машины источника 3C454.3. Основными результатами главы являются рассчитанные физические параметры выбросов источников: напряженность магнитного поля, линейные размеры, и др. Сделаны выводы о скорости и влиянии градиента внешнего

давления в выбросе 3C454.3 на масштабах 10–100 пк, а также проведен расчет полной кинетической светимости джета. Эти независимые измерения являются **новыми** и должны учитываться при дальнейших исследованиях активных ядер галактик. Их **достоверность** обеспечивается проведенным сравнением с результатами других авторов, полученными иными методами.

Таким образом, тема диссертации является актуальной, а результаты представляются обоснованными, новыми и достоверными.

Замечания по диссертации:

1. К сожалению, диссертация достаточно небрежно оформлена.

А) На многих рисунках одновременно присутствуют надписи на русском и английском языках, что затрудняет восприятие.

Б) На рис. 2.11 - 2.13 и 2.17 -2.18 штриховая линия, соответствующая уровню значимости 0.01 практически не видна. На рис.2.14 и 2.19 линию обозначающую конус влияния можно обнаружить, обладая сильным воображением.

В) На стр. 66 СКО названо дисперсией сигнала.

2. Не понятно, для чего понадобилось рассматривать модель, в которой переменность АЯГ имеет чисто шумовую природу. От этой идеи уже давно отказались, поскольку все экспериментальные данные указывают, что переменность является результатом физических эволюционных процессов в ядрах и джетах АЯГ. Кстати, результаты анализа характеристик переменности, проведенные автором, не дают оснований для пересмотра классических моделей возникновения переменности внегалактических радиоисточников.

3. В рамках модели двойной системы СМЧД должна наблюдаться ярко выраженная гармоническая компонента (как в двойных системах звездных масс). С моей точки зрения это критический тест существования ДСМЧД. Остальные циклические компоненты можно объяснить изменением геометрических характеристик системы со временем.

Отмеченные недостатки, однако, не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации, которое полностью соответствует специальности 01.03.02 – Астрофизика и звездная астрономия. Основные результаты опубликованы в ведущих астрономических рецензируемых журналах.

Диссертация отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кутькин Александр Михайлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

Заведующий лабораторией «РАТАН-600»

Государственного астрономического ,

института им. П.К.Штернберга МГУ

кандидат физико-математических наук

А.Г. Горшков

Подпись зав.лаб ГАИШ МГУ А.Г.Горшкова заверяю

Директор ГАИШ МГУ

академик РАН, профессор

А.М.Черепашук



(Гербовая печать МГУ)