

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Д.А. Морозовой
«Анализ возмущений в джетах блазаров с сильным гамма-излучением»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Диссертация Морозовой Дарьи Адиковны «Анализ возмущений в джетах блазаров с сильным гамма-излучением» посвящена одной из актуальнейших проблем современной астрофизики – исследованию активных ядер галактик (АЯГ). А именно, экспериментальному исследованию в широком частотном диапазоне (от радио до гамма) одного из подклассов АЯГ – блазаров. Для решения поставленной задачи были использованы многочисленные данные, полученные как в собственных наблюдениях автора, так и взятые литературы.

В настоящее время существует множество теорий, которые пытаются объяснить феномен активных ядер галактик, вплоть до привлечения экзотических теорий, включая «новую физику». Единственным критерием в выборе между разными теориями является эксперимент и именно этому посвящена работа диссертанта.

Морозова Д.А. провела достаточно подробный и квалифицированный обзор модели джета и определения параметров джета на основе РСДБ-наблюдений. Подробно излагать содержание диссертационной работы в настоящей аудитории бессмысленно; естественно, что члены диссертационного совета ознакомились с содержанием обсуждаемой работы. Однако на некоторых моментах хочу остановиться подробнее.

Ключевым направлением исследования было определение кинематических параметров джетов блазаров с сильным гамма излучением. Для этой цели: были проведены многолетние оптические многоцветные мониторинговые наблюдения четырех блазаров на телескопах LX-200 и АЗТ-8; обработаны результаты этих наблюдений; проведена обработка и моделирование данных РСДБ-наблюдений на частоте 43 ГГц. Также были привлечены доступные литературные данные из высокочастотных наблюдений (вплоть до ТэВ-энергий). На основе этого огромного массива наблюдательных данных для четырех блазаров (S4 0954+65, S5 0716+71, PKS 1510-089 и PKS 1222+216):

- был проведен поиск корреляции между разными проявлениями активности объектов и их отдельных деталей с использованием данных во всех используемых частотных диапазонах (появление, эволюция, кинематика);

- проводился поиск корреляции с радиокартами;
- были определены кинематические параметры джетов исследуемых объектов.

К несомненно важнейшим результатам, полученным Д.А. Морозовой относятся детальный анализ радиокарт и их совместный анализ с данными из других частотных диапазонов: обнаружение сверхсветовых компонент джетов, совмещение их с моментами оптических вспышек. Особенно важным является, что оптические наблюдения проводились не только в интенсивности, но и в поляризации, что позволило сделать выводы о магнитном поле в джетах, которое, как полагают, ответственно за возникновение оптических вспышек. Обнаруженная синхронизация вспышек в оптическом и гамма-диапазоне служит подтверждением возникновения этих событий в одних и тех же областях парсекового джета блазаров.

Естественно, в одной диссертационной работе невозможно решить проблему физики АЯГ. Однако результаты, полученные в обсуждаемой работе, позволяют выбирать между разными теориями. Кроме того, эти выводы дают указание на проведение дальнейших **целевых** экспериментальных исследований для понимания физики и эволюции исследуемых объектов.

Все результаты, выносимые на защиту, прошли апробацию на многих авторитетных российских и международных конференциях и симпозиумах, опубликованы в ведущих астрономических журналах, таких как *Astronomical Journal*, *Astrophysical Journal*, *Astrophysical Journal Letters*, *Astronomy & Astrophysics*. Изложение и оформление диссертационной работы полностью соответствует решению и раскрытию поставленной цели. Автореферат работы полностью отражает ее содержание.

В Приложениях приведен огромный наблюдательный материал, который может быть использован в последующих исследованиях.

Автор в выполнении поставленной задачи продемонстрировал широкую эрудицию, знание методов и инструментов исследований в разных частотных диапазонах, прекрасное знание подобных исследований в мире: список процитированной литературы составляет 128 наименований.

Работа прекрасно иллюстрирована, что существенно упрощает и облегчает восприятие излагаемого материала. Вместе с тем имеются и замечания, как общего характера, так и по оформлению диссертационной работы.

На стр. 22 параметры Стокса обозначены прописными буквами (q и u), хотя в русскоязычной научной литературе принято обозначать их с заглавной буквы. Правда, на стр. 59 параметры Стокса уже идут с заглавной буквы Q и U).

На той же странице делается утверждение «Поскольку зависимость степени и позиционного угла поляризации от длины волны достаточно мала в случае блазаров». А в следующем предложении уже идет ссылка на это утверждение – «как обсуждалось выше, можно пренебречь зависимостью поляризации от длины волны». Естественно, для такого утверждения необходимо более подробное обсуждение, либо ссылка на соответствующий литературный источник.

При обсуждении вспышки у источника S6 0716+71 говорится о совпадении в разных частотных диапазонах. Было бы интересно посчитать коэффициенты корреляции для вспышек, по которым есть достаточное количество наблюдений.

На стр. 80 утверждается, что «Однако данная вспышка совпала с мощной вспышкой в радиодиапазоне на 1 мм, 7 мм и 2 см...», но указания, откуда взяты эти радиоданные, отсутствуют.

Оппоненту кажется, что в работе имеет место излишне подробное изложение некоторых материалов из учебников: метод РСДБ-наблюдений; процедура CLEAN; объяснение сверхсветовых скоростей. Табл. 1.4 (Расположение телескопов VLBA) не информативна для целей исследования.

По-видимому, вследствие перевода с англоязычной литературы в ряде случаев имеет место некорректное наименование устоявшихся терминов. Например, «системная температура» вместо «температуры системы»; «коэффициент коррелятора»; есть ссылка на автора по фамилии «Риз», естественно, идет речь о Мартине Рисе. Порой в тексте не сразу удается уловить разницу между «ядром» и «ядром джета». Название раздела 1.3. – «Наблюдения в радиодиапазоне с помощью РСДБ и их обработка» отдает немножко тавтологией. Довольно часто вместо «плотности потока» используется «поток».

На стр. 45 утверждается, что «определено расстояние ядра джета радиогалактики». Расстояние всегда измеряется от чего то.

Есть замечания к оформлению таблиц и рисунков. На Рис. 2.1 и 2.4 нет ссылки на источник; на некоторых рисунках и подписях к рисункам нет единиц измерения, например, Рис. 3.9, 1А; на Рис. 6.4 не совсем ясна кривая блеска в радиодиапазоне (разные значки). Таблицы: на стр. 63 говорится о разделении вспышек на две группы – А и Б и есть ссылка на таблицу, однако в указанной таблице уже другие обозначения групп – А и В; в Табл. А.2 не указаны единицы измерения, там же в некоторых строчках встречается, что $size = 0.000$; Табл. 3.1 – единица измерения в диапазонах должна быть одинаковой, либо в длинах волн, либо в частотах; желательно указывать откуда взяты данные, ибо по тексту не всегда удается установить.

Также встречаются опечатки и орфографические ошибки: например, пропущенные буквы и пробелы (стр. 10-11, 24); нарушение форматирования текста (стр. 21) и др.

Однако вышеупомянутые недостатки не снижают в целом положительного впечатления от работы диссертанта и никоим образом не умаляют актуальности, обоснованности и достоверности основных выводов и заключений диссертанта. Работа является крупным достижением в исследовании физики эволюции блазаров и дает экспериментальную основу для дальнейших продвижений в уточнении унифицированной модели активных ядер галактик.

Полученные в диссертационной работе Д.А. Морозовой результаты имеют важное значение для изучения вопросов структуры и эволюции джетов блазаров. Диссертация по актуальности, объему проделанной работы, достоверности и значимости полученных результатов полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия, а ее автор – Морозова Дарья Адиковна – несомненно заслуживает присуждения искомой степени.

Заместитель директора по научной работе
Специальная астрофизическая обсерватория РАН
Доктор физ.-мат. наук

М.Г. Мингалиев

12.11.2014

Подпись Мингалиева М.Г. заверяю

Ученый секретарь САО РАН
Кандидат физ.-мат. наук

Е.И. Кайсина

