

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию М.М.Лисакова
«Исследование вспышечной активности квазара 3С 273 на наземных и
космических телескопах»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Диссертационная работа Михаила Михайловича Лисакова «Исследование вспышечной активности квазара 3С 273 на наземных и космических телескопах» выполнена в Астрокосмическом центре ФИАН. Работа состоит из Введения, четырех глав и заключения, содержит библиографический список из 180 наименований, 40 рисунков и 14 таблиц. Общий объем диссертации — 135 страниц. Диссертация посвящена одной из **актуальных** проблем современной астрофизики – исследованию структуры, кинематики и физических условий джетов активных ядер галактик (АЯГ) на конкретном примере квазара 3С 273.

С каждым новым технологическим прорывом в технике наблюдений астрономы не только приближаются к пониманию природы изучаемых объектов, но и сталкиваются с новыми проблемами. Запуск «РадиоАстроны», ставшего одним из важнейших инструментов в исследовании внегалактических объектов, позволил убедиться в том, что существующие теоретические модели квазаров далеки от совершенства.

Автор диссертации в течение длительного времени активно участвует в проекте «РадиоАстрон»; в ходе юстировочных работ была обнаружена систематическая погрешность наведения телескопа, исправление которой позволило в полтора раза повысить чувствительность интерферометра.

В результате наблюдений «РадиоАстроны» получены экстремально высокие ($>10^{13}$ К) значения яркостной температуры компактных деталей в джете 3С 273, что требует критического анализа существующих моделей джетов квазаров, как в статике, так и в динамике.

Среди многочисленных **новых результатов**, помимо обнаружения превышения яркостной температуры над пределом «Комптоновской катастрофы», следует отметить разработанный и примененный автором метод измерения видимого смещения положения ядра во время вспышки по группе компонент. Эти результаты, полученные на самом большом на сегодняшний день наземно-космическом интерферометре и тщательно проанализированные автором, безусловно **достоверны** и хорошо **обоснованы** и представляют ценность и для дальнейшего анализа.

М.М. Лисаков в выполнении поставленной задачи продемонстрировал широкую эрудицию, знание методов и инструментов исследований в разных частотных диапазонах, хорошее знакомство с литературой по теме исследования.

Производят хорошее впечатление ссылки, там, где это необходимо, на соавторов, совместно проводивших работу, а также указания на статьи автора, на которых данная глава основана.

Вместе с тем после прочтения диссертации остаются некоторые вопросы, на которые хотелось бы обратить внимание автора. Это касается, в частности, раздела 2.2, посвященного поиску задержек между кривыми блеска в разных энергетических диапазонах. Дискуссии относительно локализации гамма-вспышек не утихают уже много лет — предлагались модели, в которых гамма-излучение рождается в области формирования широких эмиссионных линий (см. напр. статьи Ю. Поутанена и соавторов) и альтернативные, где это излучение возникает в десятке парсек вниз по течению струи, а относительная кратковременность этих событий объясняется малым числом ячеек во фронте ударной волны, излучающих жесткие гамма-кванты (модель TEMZ А.Маршера). Запаздывание радиоизлучения относительно гамма-потока может служить аргументом в пользу более глубокого места рождения гамма-квантов, но не является ключевым для решения этого вопроса. В частности, в работе Dotson et al., *ApJ*, 809, 164 (2015) указано, что время спадания гамма-вспышек, возникающих в области ШЭЛ, не должно зависеть от энергии гамма-квантов, тогда как в области молекулярного тора (то есть ниже по течению) скорость падения должна зависеть от энергии квантов. Было бы полезно — по мере возможности — проверить это обстоятельство на примере 3C 273.

В тексте диссертации, написанной очень хорошим языком, удивительно мало опечаток и неточных оборотов; отметим некоторые из них:

стр.5: земли=>Земли; стр.8: требуют наличие=>требуют наличия; гамма и оптическим излучением=>гамма и оптической светимостью; стр.47: найденные задержки близки к задержкам=>найденная задержка близка к интервалу; на этой же странице описание метода FR-RSS из работы Петерсона грешит неточностями; стр.56: позволяет=>позволяет.

При сопоставлении моделирования компонент 3C 273 даются ссылки на работу [83] Jorstad et al.(2011), тогда как в исходной статье [A1] приводится ссылка на работу Jorstad et al.(2012), что, по-видимому, более точно.

Однако вышеупомянутые недостатки не снижают в целом положительного впечатления от работы диссертанта и не умаляют актуальности, обоснованности и достоверности основных выводов и

заклучений диссертанта. Работа является важным достижением в изучении структуры и эволюции джетов активных ядер галактик .

Все результаты, выносимые на защиту, прошли апробацию на многих авторитетных российских и международных конференциях и симпозиумах, опубликованы в ведущих астрономических журналах. Изложение и оформление диссертационной работы полностью соответствует решению и раскрытию поставленной цели. Автореферат работы полностью отражает ее содержание.

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 – Михаил Михайлович Лисаков – несомненно заслуживает присуждения искомой степени.

Доктор физ.-мат. наук
профессор Санкт-Петербургского
государственного университета,
зав. лабораторией наблюдательной астрофизики
СПбГУ

В.М. Ларионов

18.10.2017