

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.113.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук, 117997, ГСП-7, Москва, Профсоюзная ул. д. 84/32, по диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25 декабря 2015г. протокол № 3 о присуждении Хабибуллину Ильдару Инзиловичу, гражданину РФ ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Внегалактические транзиентные рентгеновские источники в планируемом обзоре неба обсерватории Спектр-РГ и архивных данных ROSAT и XMM-Newton. Моделирование рентгеновского излучения релятивистской струи» в виде рукописи по специальности 01.03.02 — Астрофизика и звездная астрономия принята к защите 29 сентября 2015г. (№ протокола 1) диссертационным советом Д 002.113.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук, 117997, ГСП-7, Москва, Профсоюзная ул. д. 84/32, номер приказа Минобрнауки 75/нк от 15.02.2013г.

Соискатель Хабибуллин Ильдар Инзилович, гражданин РФ, 1990г. рождения, в 2012г. окончил с отличием Московский физико-технический институт (государственный университет) (МФТИ (ГУ)), с 2012 по настоящий момент обучается в аспирантуре ИКИ РАН. Хабибуллин И. И. работает в должности младшего научного сотрудника сектора научной поддержки обсерватории Спектр-РГ отдела Астрофизики высоких энергий в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН).

Диссертация выполнена в отделе Астрофизики высоких энергий ИКИ РАН.  
Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Сазонов Сергей Юрьевич, руководитель сектора научной поддержки обсерватории Спектр-РГ отдела Астрофизики высоких энергий ИКИ РАН.

Официальные оппоненты:

Фабрика Сергей Николаевич, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, профессор, зав. лабораторией физики звезд Специальной астрофизической обсерватории РАН,

Шакура Николай Иванович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, профессор, руководитель отдела релятивистской астрофизики Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (ФТИ им. А.Ф. Иоффе) в своём положительном заключении, подготовленным в.н.с. лаборатории экспериментальной астрофизики ФТИ им. А.Ф. Иоффе к.ф.-м.н. Д.Д. Фредериксом, подписанном в.н.с. сектора теоретической

астрофизики ФТИ им. А.Ф. Иоффе д.ф.-м.н. А. Д. Каминкером и зам.директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе д.ф.-м.н. С.В. Лебедевым, указывает, что диссертация Хабибуллина И.И. соответствует всем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 Астрофизика и Звездная Астрономия, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы в рецензируемых научных журналах, где является первым автором. В работах представлены все основные положения диссертации, общий объём работ 6,8 печатных листов:

1. Khabibullin I., Sazonov S., X-ray line formation in the spectrum of SS 433 // *Astronomy Letters*, 2012, v. 38, pp. 443-467

(Хабибуллин И. И., Сазонов С.Ю., Формирование рентгеновских линий в спектре SS 433 // Письма в *Астрономический Журнал*, 2012, Т. 38, с. 503-529 )

2. Khabibullin I., Sazonov S., Sunyaev R., SRG/eROSITA prospects for the detection of GRB afterglows // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS)*, 2012, v. 426, pp. 1819-1828

3. Khabibullin I., Sazonov S., Sunyaev R., SRG/eROSITA prospects for the detection of stellar tidal disruption // *MNRAS*, 2014, v. 437, pp. 327-337

4. Khabibullin I., Sazonov S., Stellar tidal disruption candidates found by cross-correlating the ROSAT Bright Source Catalogue and XMM-Newton observations // *MNRAS*, 2014, v. 444, pp. 1041-1053

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в данной области науки и наличием публикаций в соответствующей сфере исследований.

Ведущая организация была выбрана на основании широкой известности ее достижений в рассматриваемой области науки, которая показывает безусловную способность определения данной организацией научной ценности диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана методика обнаружения и идентификации послесвечений гамма-всплесков в ходе обзора всего неба телескопом eROSITA обсерватории Спектр-РГ, основанная на поиске источников со степенной формой спада яркости на масштабе одного дня. Найдено, что ожидаемый темп детектирования для "слепого" поиска послесвечений длинных гамма-всплесков составляет 4-8 событий в год в зависимости от предполагаемой формы  $\log N - \log S$  распределения гамма-всплесков в области потоков ниже порога детектирования современных гамма-мониторов, а следовательно в конце обзора будет получена первая несмещенная в сторону гамма-ярких событий выборка рентгеновских послесвечений. Темп детектирования послесвечений с заранее известным приблизительным положением по зарегистрированному гамма-мониторами триггеру оценен на уровне нескольких десятков событий в год.

Разработана методика обнаружения и идентификации вспышек излучения в результате приливного разрушения звезд центральными сверхмассивными черными дырами (СМЧД) галактик, основанная на поиске источников с мягким спектром и очень большой амплитудой переменности на масштабе одного года, измеряемой путем сравнения яркости источника в последовательных полугодовых снимках неба в ходе обзора eROSITA. Найдено, что уникальная выборка размером от нескольких сотен до нескольких тысяч кандидатов будет получена по окончании обзора, что позволит с большой точностью измерить частоту таких событий в локальной Вселенной (до  $z \sim 0.15$ ), а также исследовать статистические свойства СМЧД их родительских галактик, т.к. показано, что эффективность детектирования слабо зависит от массы СМЧД в диапазоне от  $10^6$  до  $10^7$  масс Солнца. Темп детектирования событий приливного разрушения с релятивистскими джетами в ходе обзора eROSITA ожидается (со значительной неопределенностью) на уровне одного детектирования в каждом из восьми снимков неба eROSITA с возможностью обнаружения вплоть до  $z \sim 4$ .

В результате проведенного систематического поиска событий приливного разрушения среди ярких источников, зарегистрированных в ходе обзора всего неба обсерватории ROSAT и оказавшихся в полях наблюдений обсерватории XMM-Newton, было найдено четыре источника с различной степенью вероятности ассоциации с такими событиями. Получена оценка средней частоты событий приливного разрушения в исследованном объеме Вселенной (до  $z \sim 0.18$ ) на уровне  $R \sim 3 \times 10^{-5}$  событий в год на галактику.

В результате детального Монте-Карло моделирования излучения в линиях стандартного рентгеновского диапазона барионных релятивистских джетов сверхкритического аккректора SS 433 было найдено, что рассеяние внутри джетов, вместе с нутационным движением и вкладом линий-сателлитов, приводит к заметному дополнительному уширению линий, а следовательно и к завышенным оценкам величины угла раскрытия джетов по ширине рентгеновских линий. Показано, что эффект уменьшения интенсивности линий за счет рассеяния внутри джета не превосходит 60%, а значит, объяснение таких аномалий как избыточная относительная яркость линий никеля только в терминах эффектов рассеяния затруднительно. Получены предсказания для тонкой структуры линий в широком диапазоне параметров джета, имея ввиду характеристики рентгеновского микрокалориметра планируемой к запуску в 2016 году обсерватории ASTRO-H. Помимо этого, предсказано искажение формы непрерывного спектра вблизи ярких линий за счет вклада рассеянного излучения, который оказывается сравнимым (или даже больше) вклада рекомбинационной и двухфотонной компонент.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

- получено ограничение на среднюю наблюдаемую частоту TDE в локальной Вселенной, которое может быть использовано для сравнения с теоретическими предсказаниями.

- представленные результаты расчетов спектра излучения релятивистских барионных джетов в линиях стандартного рентгеновского диапазона могут быть использованы для теоретической интерпретации данных обсерваторий Chandra и, в скором будущем, обсерватории ASTRO-H.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- предложенные методики могут быть использованы для идентификации (в ходе проведения обзора всего неба eRASS) рентгеновских послесвечений гамма-всплесков и вспышек излучения в результате приливного разрушения звезд СМЧД;

- полученные оценки ожидаемых темпов детектирования позволяют планировать требуемую обширность последующих наблюдений телескопами наземной и орбитальной поддержки;

- проведенные расчеты эффективности детектирования и отождествления (например, ввиду присутствия конкурирующих источников различных классов) в ходе eRASS, могут быть использованы для поисков транзиентов в обзорах, схожих по характеристикам с eRASS;

- побочным продуктом систематического поиска TDE является выборка вспышек активных ядер галактик, дальнейшее исследование которых может помочь пролить свет на механизмы переменности этих источников.

Достоверность полученных результатов подтверждается тем, что:

Результаты работы были представлены на более чем 10 российских и 4 международных конференциях, опубликованы в 4 статьях в высокорейтинговых реферируемых журналах, а также представлены в открытом доступе на сайте электронных препринтов arXiv.org. Некоторые результаты были подтверждены в более поздних работах соискателя, а также в схожих исследованиях других групп.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

Все результаты, представленные в диссертации, были получены лично автором диссертации при поддержке научного руководителя и других соавторов публикаций. Автор диссертации участвовал непосредственно в постановке решаемых в диссертации задач, разработке методов их решения на основе численного моделирования и кросс-корреляционного анализа, а также интерпретации данных наблюдений. Диссертация отвечает на вопросы поставленных научных задач и проблем и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана, общего подхода к задачам и взаимосвязи полученных выводов.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, и принял решение присудить Хабибуллину Ильдару Инзиловичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 11 докторов наук по специальности диссертации 01.03.02, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: « за » присуждение учёной степени 18, «против» присуждения учёной степени нет , недействительных бюллетеней нет .

Председатель диссертационного совета

академик



Сюняев Рашид Алиевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.ф.-м.н.

Ткаченко Алексей Юрьевич