

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Политехническая ул., 26, С.-Петербург, 194021
Телефон: (812) 297-2245 Факс: (812) 297-1017
post@mail.ioffe.ru http://www.ioffe.ru



10.12.2015 № 11217-1006/01/2015.1

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе
д.ф.-м.н. С.В. Лебедев

На № _____ от _____

дата:

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации И. И. Хабибуллина «**Внегалактические транзиентные источники в планируемом обзоре неба обсерватории СПЕКТР-РГ и архивных данных ROSAT и XMM-NEWTON. Моделирование рентгеновского излучения релятивистских струй**», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

1. Актуальность темы диссертации

Диссертация И. И. Хабибуллина посвящена, в первую очередь, разработке методов и оценке перспектив обнаружения различных типов транзиентных рентгеновских источников и исследования популяций таких объектов в ходе обзора неба телескопом eROSITA орбитальной обсерватории Спектр-РГ (далее – eRASS). Благодаря рекордной чувствительности четырехлетнего обзора eRASS в нем может быть зарегистрировано несколько миллионов внегалактических рентгеновских источников и порядка миллиона источников в Галактике. Помимо большого количества постоянно присутствующих на небе источников (таких как активные ядра галактик и скопления галактик) в ходе обзора появится возможность регистрировать и редкие транзиентные события. К последним относятся, в частности, рентгеновские послесвечения космических гамма-всплесков (GRB) и рентгеновские вспышки, связанные с приливным разрушением звезд в гравитационном поле сверхмассивных черных дыр (TDE). Вопрос максимально полной и надежной идентификации подобных событий в обзоре eRASS, чему посвящены первые две части работы, исключительно важен. Не менее важна и цель третьей части работы -- проверка предложенной методики обнаружения TDE на архивных данных обсерваторий ROSAT и XMM-Newton. Целью последней части работы является детальное моделирование характеристик рентгеновского излучения барионных релятивистских струй (джетов), на данный момент наблюдаемых только на примере уникальной Галактической системы SS 433. Предсказание наблюдаемых характеристик излучения барионного джета в зависимости от его физических параметров важно для интерпретации наблюдений действующих (Chandra/HETG) и перспективных (ASTRO-H/SXS) рентгеновских спектрометров высокого разрешения. Таким образом, тема представленной диссертационной работы **несомненно актуальна.**

2. Достоверность и научная новизна основных результатов и выводов диссертационной работы

Достоверность представленных в диссертации результатов обеспечена использованием современных и апробированных методов моделирования физических процессов, средств обработки и анализа наблюдательных данных. Следующие результаты диссертации являются **существенно новыми**:

- Впервые предложены методики идентификации рентгеновских послесвечений космических гамма-всплесков и вспышек рентгеновского излучения, связанных с приливным разрушением звезд в гравитационном поле сверхмассивных черных дыр в контексте обзора eRASS. На базе предложенных методик впервые оценен ожидаемый темп детектирования подобных событий в зависимости от предполагаемых свойств их популяций.
- Впервые проведен систематический поиск рентгеновских вспышек TDE в данных обзора всего неба обсерватории ROSAT путем их кросс-корреляции с данными точечных наведений обсерватории XMM-Newton. В результате найдено от 2 до 4 кандидатов с различной вероятностью ассоциации с TDE, что позволило получить оценку частоты подобных событий в локальной Вселенной (до $z \sim 0.18$) на уровне $R \sim 3 \times 10^{-5}$ событий в год на галактику.
- Впервые выполнены расчеты переноса излучения в линиях стандартного рентгеновского диапазона в контексте излучения релятивистских барионных джетов на примере сверхкритического аккретора SS 433. Поставлены ограничения на величину уменьшения интенсивности линий в результате совместного действия резонансного и комптоновского рассеяния для широкого диапазона значений параметров джета. Впервые получены предсказания тонкой структуры линий и искажения близлежащего континуума доступные для детектирования новейшими рентгеновскими спектрометрами высокого разрешения.

3. Научная и практическая значимость основных результатов и выводов диссертационной работы

Результаты работы и предложенные методики имеют важное значение для анализа данных действующих обсерваторий и для планирования будущих астрофизических экспериментов в области наземной и внеатмосферной астрономии, в частности:

- Предложенные методики могут быть использованы для идентификации рентгеновских послесвечений космических гамма-всплесков и рентгеновских вспышек TDE в ходе проведения обзора eRASS и обзоров, схожих с ним по характеристикам. Полученные оценки ожидаемого темпа детектирования подобных событий позволяют планировать требуемую обширность последующих наблюдений источников телескопами наземной и орбитальной поддержки.
- Полученное ограничение на среднюю наблюдаемую частоту TDE в локальной Вселенной может быть использовано для проверки теоретических предсказаний в данной области. Кроме того, в ходе систематического поиска TDE автором получена выборка вспышек активных ядер галактик, дальнейшее исследование которых может помочь пролить свет на механизмы переменности этих источников.
- Представленные результаты расчетов спектра излучения релятивистских барионных джетов в линиях стандартного рентгеновского диапазона могут быть использованы для интерпретации данных действующей обсерватории Chandra и, в недалеком будущем, обсерватории ASTRO-H.

4. Оценка диссертационной работы в целом

Представленная диссертационная работа выполнена на профессиональном уровне и соответствует стандартам современной астрофизики высоких энергий.

Основные замечания к диссертации сводятся к следующему:

- В тексте диссертации отсутствует раздел, посвященный описанию телескопа eROSITA и общей стратегии обзора eRASS, а ссылка на базовую публикацию на эту тему (Мерлони и др. 2012) впервые приводится лишь на второй странице Главы 2. Кроме того, поскольку значительная часть работы выполнена с использованием архивных данных обсерваторий ROSAT и XMM-Newton, краткое сравнение характеристик этих телескопов с предполагаемыми возможностями eROSITA было бы весьма уместно.
- Выделение космических гамма-всплесков с ГэВ-ной спектральной компонентой в отдельную категорию (отличную от «длинных» GRB) не выглядит оправданным в рамках представленной работы.
- К сожалению, в работе лишь вскользь обсуждается оценка ошибки в определении степенного индекса спада яркости послесвечения гамма-всплесков. Между тем, возможности обзора eRASS по данному параметру представляются весьма интересными.

Сделанные замечания не влияют на высокую оценку данной диссертационной работы. Диссертация И. И. Хабибуллина представляет законченное научное исследование. Автором разработаны методики идентификации внегалактических транзиентных источников в планируемом обзоре неба обсерватории СПЕКТР-РГ, выполнен поиск событий приливного разрушения в архивных данных обсерваторий ROSAT и XMM-Newton, проведено моделирование рентгеновского излучения релятивистских струй на примере Галактического источника SS 433. Степень апробации диссертационной работы высока.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в научных и образовательных целях в ФТИ им. А. Ф. Иоффе, ИКИ РАН, ГАО РАН, ФИАН, ГАИШ МГУ и других отечественных и зарубежных астрофизических центрах.

Диссертация И. И. Хабибуллина удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия, а ее автор И. И. Хабибуллин несомненно заслуживает присуждения ему искомой степени.


Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Отзыв одобрен астрофизическим семинаром ФТИ им. А. Ф. Иоффе 8 декабря 2015 г.

В.н.с. сектора теоретической астрофизики,
ФТИ им. А.Ф. Иоффе, д.ф.м.н.

 А. Д. Каминкер

Отзыв составил:
в.н.с., к.ф.-м.н.

 Д. Д. Фредерикс

С.-Петербург, ул. Политехническая д. 26, ФТИ им. А.Ф. Иоффе,
сл. т. (812) 292-7177, e-mail: fred@mail.ioffe.ru