



**Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Главная (Пулковская) астрономическая
обсерватория Российской академии наук**

196140, Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, дом 65.
Тел.: (812) 363-7400. Факс: (812) 704-24-27.
E-Mail: map@gao.spb.ru
ОКПО 02698453, ОГРН 1037821018421
ИНН / КПП 7810207327 / 781001001

Адрес: 196140, Санкт-Петербург,
Пулковское шоссе 65,
Тел.: (812) 363-74-00,
Эл. адрес: gnedin@gao.spb.ru

№ _____

На № _____

ОТЗЫВ

о диссертации А.В.Просветова «Переменность рентгеновского излучения и широкополосные спектры аккрецирующих черных дыр в маломассивных двойных системах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

1. Актуальность темы диссертации.

В астрофизике чрезвычайно актуальной является проблема исследования аккрецирующих черных дыр звездных масс, входящих в тесные двойные системы. Особый интерес представляют, так называемые, рентгеновские новые, представляющие маломассивные двойные системы с компактными объектами (нейтронными звездами или черными дырами). Именно исследование рентгеновских двойных систем является эффективным инструментом изучения поведения вещества в экстремальных условиях, что является одним из основных направлений современной физики. После запуска рентгеновской космической обсерватории ИНТЕГРАЛ, благодаря широкому полю зрения и высокой чувствительности инструментов обсерватории, была выполнена обширная программа глубоких наблюдений таких объектов в Галактической плоскости. Маломассивные двойные системы с черными дырами составляют популяцию, которая содержит более 80% всех известных черных дыр. Как правило, эти объекты находятся в «выключенном» состоянии, но иногда вспыхивают на несколько месяцев в результате нестационарной аккреции на черную дыру. Поскольку система маломассивная, то излучение звезды-компаньона, как правило, мало и возникает идеальная ситуация для исследования взаимосвязи оптического и рентгеновского излучения аккреционного диска вокруг черной дыры. Детальный анализ всех результатов наблюдений, включающий также данные зарубежных космических обсерваторий, был выполнен в представленной к защите диссертационной работе.

Это открывает новые возможности для более точного определения физических параметров и основных характеристик черных дыр, входящих в состав наблюдавшихся рентгеновских двойных систем. Поэтому тема данной диссертационной работы несомненно актуальна.

2. Научная новизна основных результатов и выводов диссертационной работы.

Следующие результаты диссертации являются существенно новыми.

- По результатам наблюдений, выполненных обсерваторией ИНТЕГРАЛ и другими международными рентгеновскими обсерваториями, впервые показано, что оптическое и инфракрасное излучение рентгеновских новых формируется в той же области основного энерговыделения, которая ответственна за жесткое рентгеновское излучение.
- На основе полученных результатов наблюдений установлен единый степенной закон спектрального распределения излучения исследованных объектов в широком диапазоне энергий: от инфракрасного и оптического диапазонов до мягких гамма-лучей.
- На основе анализа кривых блеска исследуемых источников впервые выполнено измерение фрактальной размерности эффекта быстрой переменности излучения аккрецирующих черных дыр.
- Важнейшим результатом диссертации является определение сильной зависимости фрактальной размерности рентгеновских кривых блеска излучения исследованных объектов от частоты квазипериодических осцилляций.
- Для исследованных источников впервые обнаружена корреляция между интенсивностью радиоизлучения, степенью его поляризации и мощностью квазипериодических осцилляций в рентгеновском излучении.

3. Степень обоснованности и достоверности основных результатов диссертационной работы.

Основные результаты и выводы диссертации вполне достоверны и надежны, так как базируются на эффективной программе наблюдений, выполненных космической рентгеновской обсерваторией ИНТЕГРАЛ и рядом других международных космических рентгеновских обсерваторий. Диссертантом разработана эффективная программа исследования быстрой переменности кривых блеска аккрецирующих черных дыр с применением эффективного метода фрактального анализа кривых блеска излучения данных объектов. Выполнено сравнение с результатами расчетов других авторов, затронувших проблемы, рассмотренные в данной диссертации.

4. Научная и практическая значимость основных результатов и выводов диссертации.

Результаты и выводы, представленные в данной диссертационной работе, имеют важное значение для планирования астрофизических наблюдений в области

исследования галактических и внегалактических рентгеновских источников. Широкое использование в исследовании кривых блеска рентгеновских источников найдет разработанный в диссертации метод фрактального анализа. Перспективность его применения в исследовании быстрой переменности астрономических объектов не вызывает сомнений. Следует подчеркнуть, что установленная диссертантом прямая связь фрактальной размерности кривых блеска представленных рентгеновских источников с параметрами спектра мощности позволяет существенно ограничить количество моделей, разрабатываемых в настоящее время для объяснения механизма формирования квазипериодических колебаний в рентгеновском излучении объектов данного класса.

5. Оценка диссертационной работы в целом.

Данная диссертационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне.

Основное замечание к диссертации относится к проблеме обнаруженного диссертантом интересного эффекта корреляции между фрактальной размерностью кривых блеска и частотой пика квазипериодических колебаний, а также между интенсивностью и поляризацией радиоизлучения и частотой данного пика. Дело в том, что для черных дыр в двойных системах и активных галактических ядер обнаружено эмпирическое соотношение, связывающее между собой частоту пика квазипериодических осцилляций с величинами скорости аккреции и массы черной дыры (см., например, McHardy et al., Nature, 444, 730, 2006; Kording et al., MNRAS, 380, 301, 2007), а также с величиной магнитного поля вблизи последней устойчивой орбиты аккреционного диска (см. работу: М.Ю.Пиотрович и др., *Астрофизический Бюллетень*, 66, 320, 2011). Возникает вопрос, подтверждает ли полученный диссертантом результат данное эмпирическое соотношение. Автору следовало обсудить данную проблему, хотя бы в краткой форме.

Сделанное замечание следует рассматривать как рекомендацию для дальнейшего исследования, и оно ни в коем случае не влияет на высокую оценку данной диссертационной работы.

Диссертация А.В.Просветова является законченным научным исследованием, в котором на основе наблюдений, выполненных космической рентгеновской обсерваторией ИНТЕГРАЛ и рядом других космических обсерваторий, установлена и исследована связь оптической, инфракрасной и ультрафиолетовой компонент излучения маломассивных двойных систем с рентгеновской компонентой, а также разработан и успешно применен фрактальный метод исследования переменности кривых блеска данных объектов. Все результаты работы опубликованы в рецензируемых научных журналах. Апробация работы высока.

Диссертация А.В.Просветова 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 А.В.Просветов несомненно заслуживает присуждения ему искомой степени.

Зав. Астрофизическим Отделом ГАО РАН,

Доктор физ.-мат. наук,

Профессор

Отзыв заверяю: Ученый секретарь ГАО РАН,

Кандидат физ.-мат. наук



(Ю.Н.Гнедин)

(Т.П.Борисевич)