

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.113.04 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 22 сентября 2022 г. протокол № 2 о присуждении Кузнецовой Екатерине Александровне, гражданке РФ, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Рентгеновское излучение диффузной среды и звёздных остатков в центральной части Галактики» в виде рукописи по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звёздная астрономия» принята к защите 06 июля 2022 г. (протокол №1) диссертационным советом Д 002.113.04, созданным на базе Федерального государственного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук, 117997 г. Москва, ул. Профсоюзная 84/32, приказ N 25/нк от 28.01.2021 г.

Соискатель Кузнецова Екатерина Александровна, гражданка РФ, 1994 года рождения, окончила Физический факультет Московского Государственного Университета (МГУ) им. М.В. Ломоносова в 2017 году. С 2013 года работала техником-программистом в Научно-исследовательском институте Ядерной физики (НИИЯФ) им. Д.В. Скобельцына Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова, с 2017 года работает младшим научным сотрудником отдела Астрофизики высоких энергий в Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН).

Диссертация выполнена в отделе Астрофизики высоких энергий ИКИ РАН.

Научные руководители – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук Лутовинов Александр Анатольевич, заместитель директора ИКИ РАН и кандидат физико-математических наук Кривонос Роман Александрович, старший научный сотрудник отдела Астрофизики высоких энергий ИКИ РАН. Под руководством Александра Анатольевича Лутовинова была выполнена часть диссертации, посвящённая исследованиям рентгеновского излучения остатка вспышки сверхновой RX J1713.7-3946 и магнитара SGR J1745-2900. Роман Александрович Кривонос руководил работой, касающейся исследования рентгеновского излучения молекулярных облаков Галактического центра, а именно: Стрелец Б2 и облака, расположенного в окрестности звёздного скопления Арки.

Официальные оппоненты:

Быков Андрей Михайлович, гражданин РФ, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, руководитель Отделения физики плазмы, атомной физики и астрофизики Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук и

Зиракашвили Владимир Николаевич, гражданин РФ, доктор физико-математических наук,

главный научный сотрудник Лаборатории астрофизических исследований Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН) в своем положительном отзыве, подготовленном главным научным сотрудником Отдела нестационарных звезд и звездной спектроскопии д.ф.-м.н. Н.Н. Чугаев, одобренном на заседании астрофизического семинара ИНАСАН, утвержденном и.о. директора ИНАСАН д.ф.-м.н. М.Е. Сачковым, отмечает, что в диссертации Кузнецовой Е.А. получены важные результаты об источниках нетеплового и теплового рентгеновского излучения в центре нашей Галактики и молодого остатка сверхновой в направлении галактического центра, рассматриваемая диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, автор диссертации заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звёздная астрономия».

Соискатель имеет **19** опубликованных работ, в том числе в рецензируемых журналах **10** работ, по теме диссертации опубликовано **7** работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано **4** работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Kuznetsova, E. A.**, Krivonos, R. A., Clavel, M., Lutovinov, A. A., Chernyshov, D., Hong, J., Mori, K., Ponti, G., Tomsick, J., Zhang, S., Investigating the origin of the faint non-thermal emission of the Arches cluster using the 2015-2016 NuSTAR and XMM-Newton X-ray observations // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2019. Vol.484, no.2, P.1627. <https://doi.org/10.1093/mnras/stz119>.
2. **Kuznetsova, E. A.**, Krivonos, R. A., Churazov, E. M., Lyskova, N. S., Lutovinov, A. A., Progressive steepening of the SNR RX J1713.7-3946 X-ray spectrum from XMM-Newton to INTEGRAL // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2019. Vol.489, no.2, P.1828. <https://doi.org/10.1093/mnras/stz2261>.
3. **Кузнецова, Е. А.**, Лутовинов, А. А., Семена, А. Н., Фазированная спектроскопия магнитара SGR J1745-2900 по данным обсерватории NuSTAR // Письма в Астрономический журнал. 2021. Т.47, №4, С.250. <https://doi.org/10.31857/S0320010821040070>.
4. **Kuznetsova, E. A.**, Krivonos, R. A., Lutovinov, A. A., Clavel, M., Sgr B2 hard X-ray emission with INTEGRAL after 2009: still detectable? // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2022. Vol.509, no.2, P.1605. <https://doi.org/10.1093/mnras/stab3004>.

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:

Была построена многолетняя эволюция рентгеновского излучения молекулярного облака Стрелец Б2 в энергетическом диапазоне 30–80 кэВ по всем доступным данным обсерватории ИНТЕГРАЛ за период 2003–2019 гг. Полученная кривая блеска согласуется как с линейным уменьшением потока на всем периоде наблюдений, так и с появлением постоянной компоненты после фазы линейного спада, причем согласно статистическим параметрам вторая модель является более предпочтительной. Для фаз второй модели были определены спектральные характеристики и проведено обсуждение возможных физических гипотез.

Был проведён подробный пространственный и спектральный анализ излучения окрестности скопления Арки по данным наблюдений телескопа NuSTAR и получено указание на возможный выход излучения облака Арки на постоянный уровень. Также был проведён подробный спектральный анализ отдельных частей излучения облака по данным обсерватории ХММ-Ньютон, который показал, что нетепловое излучение облака Арки является комбинацией излучений с различными спектральными параметрами, что может быть обусловлено различной геометрией отражения вспышки и/или разными вспышками сверхмассивной чёрной дыры (СМЧД) Стрелец А*.

Проведены детальное пространственное и спектральное исследования остатка вспышки сверхновой RX J1713.7–3946 на энергиях выше 17 кэВ по данным обсерватории ИНТЕГРАЛ. Сравнение изображения RX J1713.7–3946, полученного обсерваторией ИНТЕГРАЛ, с картой распределения поверхностной яркости RX J1713.7–3946 в рентгеновском диапазоне на энергиях ниже 10 кэВ по данным обсерватории ХММ-Ньютон показало, что положения ударных волн на низких и высоких энергиях рентгеновского диапазона согласуются, что указывает на единый механизм формирования излучения. Кроме того, было показано, что спектр RX J1713.7–3946 укрупняется с ростом энергии, что согласуется с аналитической моделью электронов, ускоренных на ударной волне в режиме диффузии, близкому к пределу Бома.

Была проведена подробная фазированная спектроскопия магнитара SGR J1745–2900 по данным орбитального телескопа NuSTAR в широком энергетическом диапазоне, в результате которой были выявлены изменения видимой области формирования теплового излучения, коррелирующие с профилем импульса, при неизменной температуре. Обнаружено, что доля

пульсирующего излучения в энергетических диапазонах 3–5 и 5–10 кэВ увеличивается с уменьшением потока излучения магнитара, что, возможно, обусловлено уменьшением радиуса области формирования теплового излучения.

Научная и практическая значимость исследования обоснована тем, что:

Исследования рентгеновского излучения молекулярных облаков Галактического центра позволят дополнить картину отражения рентгеновской вспышки СМЧД Стрелец А*, определить геометрию расположения облаков, количество вспышек и их возраст и энерговыделение, что прольёт свет на процессы аккреции, приводящие к вспышкам на СМЧД. Считается, что аккреция вещества из Галактического балджа на СМЧД приводит к росту её массы. Таким образом, знание механизмов, приводящих к вспышкам на СМЧД, поможет пролить свет и на процессы увеличения массы СМЧД. Также такие исследования помогут ограничить популяцию космических лучей в Галактическом центре. Исследование рентгеновского излучения оболочек сверхновых дополнит картину механизма ускорения космических лучей. Подробная фазированная спектроскопия рентгеновского излучения магнитаров может помочь в исследовании процесса формирования излучения и вспышек магнитаров.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Результаты работы докладывались на семинарах, российских и международных конференциях. Все основные результаты работы и ее защищаемые положения подробно изложены в публикациях диссертанта в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и индексируемых научными базами Scopus, Web of Science, РИНЦ.

Личный вклад соискателя:

Диссертант принимал активное участие на всех этапах работы, в том числе, участвовал в постановке задач и выборе методов их исследования, анализе экспериментальных данных и интерпретации результатов. По результатам диссертации было опубликовано 4 статьи в рецензируемых научных изданиях. В подготовке и написании каждой статьи диссертант сыграл определяющую роль. Во всех выносимых на защиту результатах личный вклад автора диссертационной работы является основным и определяющим.

На заседании 22 сентября 2022 года, проводившемся в удаленном интерактивном режиме, 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 за решение научных задач, имеющих значение для развития астрофизики, присудить Кузнецовой Екатерине Александровне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 16

докторов наук по специальности диссертации 01.03.02, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: « за » присуждение учёной степени 17, «против» присуждения учёной степени нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя диссертационного совета Д 002.113.04

д.ф.-м.н., академик РАН

 Е.М. Чуразов

Учёный секретарь диссертационного совета Д 002.113.04

к.ф.-м.н.



 А.Ю. Ткаченко

Дата оформления заключения 22 сентября 2022 г.