

Аннотация

1. Авторы

В. О. Незабудкин, Р. А. Кривонос, С. Ю. Сазонов, Р. А. Буренин, А. А. Лутовинов, Е. В. Филиппова, А. Ю. Ткаченко, М. Н. Павлинский, (ИКИ РАН, отдел 52)

2. Название

«Рентгеновское излучение центрального звездного диска по данным SRG/ART-XC»

3. Ссылки на публикации

1. В. Незабудкин, Р. Кривонос, С. Сазонов, Р. Буренин, А. Лутовинов, Е. Филиппова, А. Ткаченко, М. Павлинский, «X-ray emission of the Nuclear Stellar Disk as seen by SRG/ART-XC», *Journal of High Energy Astrophysics*, Февраль 2026, Том 50, Статья № 100473
DOI: 10.1016/j.jheap.2025.100473
(Принята 18 сентября 2025 г., доступна online с 23 сентября 2025 г.)

Данная публикация на конкурс научных работ ИКИ ранее не подавалась.

4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность

Центральная область Галактики представляет собой уникальную среду для изучения взаимодействия звездного населения, межзвездного газа и компактных объектов в условиях тесных взаимодействий и высокого гравитационного поля. Одним из ключевых структурных элементов является центральный звездный диск (ЦЗД, англ. – Nuclear Stellar Disk), чья масса и распределение до сих пор имеют значительные неопределенности и являются актуальными для исследований. Ранее вклад ЦЗД в рентгеновское излучение Галактического центра оставался слабо количественно определенным, несмотря на то что он является ключевой структурой центральной области. Телескопом XMM-Newton в 2023 году был обнаружен избыток рентгеновского излучения на единицу звездной массы в центральной части Млечного Пути, но свойства рентгеновского излучения самого ЦЗД напрямую не изучались. Отсутствие точных оценок ограничивало как интерпретацию Галактического рентгеновского фона, так и тестирование моделей эволюции компактных объектов. Уточнение его свойств необходимо для понимания природы Галактического рентгеновского фона, распределения компактных источников и эволюции центральных структур галактик.

5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение

Основная цель исследования заключалась в количественном определении вклада ЦЗД в рентгеновское излучение Галактического центра в диапазоне 4–12 кэВ по данным телескопа ART-XC обсерватории *Спектр-РГ*. Для этого в работе была получена двумерная модель рентгеновской поверхностной яркости ЦЗД, которая отделила его от излучения других компонентов: балджа, галактического диска, молекулярных облаков, ярких точечных источников и инструментального фона. После чего в работе была выполнена депроекция двумерной модели, что позволило впервые получить пространственную (трехмерную) модель рентгеновского излучения ЦЗД. Решение этой задачи имеет принципиальное значение для сопоставления рентгеновских наблюдений с моделями распределения звездной массы в центральном звездном диске и исследования свойств компактных объектов и галактик. Кроме того, количественная оценка удельной рентгеновской светимости ЦЗД на единицу звездной массы позволяет напрямую сравнивать его характеристики с другими областями Галактики, такими как галактический балдж и галактический диск, что дает новый инструмент для изучения распределения и эволюции слабых рентгеновских источников.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность

Впервые для анализа излучения ЦЗД были использованы широкоугольные наблюдения телескопа ART-XC на борту обсерватории *Спектр-РГ*. Используемые данные позволили изучить всю структуру ЦЗД целиком с равномерным временным покрытием. Применялась многоступенчатая обработка данных: моделирование фонового вклада, маскирование ярких источников, аппроксимация пространственного распределения несколькими функциями (Гауссовой, степенной и профилем Серсика). Далее была выполнена депроекция наиболее подходящей двумерной модели методом обратного преобразования Абея, что позволило восстановить трехмерное распределение светимости. Такой подход обеспечил сопоставление рентгеновских данных со звездными моделями непосредственно в трехмерном пространстве.

7. Полученные результаты и их значимость

- Показано, что ЦЗД формирует симметричную структуру рентгеновского излучения с характерными размерами ~ 300 пк \times 90 пк, что соответствует размерам ЦЗД по инфракрасным данным.
- Определена светимость ЦЗД в диапазоне 4–12 кэВ: 5.9×10^{36} эрг/с.
- Средняя удельная рентгеновская светимость ЦЗД на единицу звездной массы составляет $(5.6 \pm 0.6) \times 10^{27}$ эрг/с/ M_{\odot} , что примерно в 3.3 раза превышает значение аналогичной величины в хребте Галактики.
- Профиль полученной в работе 3D-модели рентгеновской светимости ЦЗД согласуется с профилем наиболее актуальной модели распределения звездной массы (Sormani et al. 2022) в пределах $\sim 30\%$.

Эти результаты подтверждают, что рентгеновское излучение ЦЗД обусловлено, главным образом, комплексным излучением слабых компактных источников (преимущественно катаклизмических переменных – двойных систем с аккрецирующим белым карликом), оставляя относительно небольшое “окно” для возможного наличия диффузной плазмы. Помимо этого, результат текущей работы подтверждает наличие избытка рентгеновского излучения в центральной части Галактики, а именно в области ЦЗД. Результаты работы задают новые количественные ограничения для моделей звездной эволюции и источников рентгеновского излучения в центральной области Галактики. Они также важны для дальнейшего совместного анализа с данными других обсерваторий, таких как eROSITA, NuSTAR, Chandra. Это обеспечивает фундамент для дальнейшего изучения процессов звездообразования и эволюции в условиях повышенной плотности населения звездных объектов и сильного гравитационного поля.