

Авторы

С.Ю. Сазонов, М.Р. Гильфанов, П.С. Медведев, Г.А. Хорунжев, Р.А. Сюняев, А.Н. Семена, Р.А. Буренин, А.В. Мещеряков, Г.С. Усков, И.А. Зазнобин

Название

Уникальные внегалактические рентгеновские транзиенты, открываемые в ходе обзора всего неба орбитальной обсерватории СРГ с помощью телескопа eРОЗИТА

Ссылки на публикации

1) *Sazonov S., Gilfanov M., Medvedev P., Yao Y., Khorunzhev G., Semena A., Sunyaev R., Burenin R., Lyapin A., Meshcheryakov A., Uskov G., Zaznabin I., Postnov K.A., Dodin A.V., Belinski A.A., Cherepashchuk A.M., Eseevich M., Dodonov S.N., Grokhovskaya A.A., Kotov S.S., Bikmaev I.F., Zhuchkov R.Ya., Gumerov R.I., van Velzen S., Kulkarni S.*

“First tidal disruption events discovered by SRG/eROSITA: X-ray/optical properties and X-ray luminosity function at $z < 0.6$ ”

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (Q1, IP: 5.235)

Volume 508, Issue 3, pp.3820-3847

Published December 2021

DOI: 10.1093/mnras/stab2843

Статья получила 29 ссылок за 8 месяцев (NASA ADS).

2) *Yao Y., Ho A.Y.Q., Medvedev P., Nayana A. J., Perley D.A., Kulkarni S. R., Chandra P., Sazonov S., Gilfanov M., Khorunzhev G., Khatami D.K., Sunyaev R.*

“The X-Ray and Radio Loud Fast Blue Optical Transient AT2020mrf: Implications for an Emerging Class of Engine-driven Massive Star Explosions”

The Astrophysical Journal (Q1, IP: 5.874)

Volume 934, Issue 2, id.104, 20 pp.

Published August 2022

DOI: 10.3847/1538-4357/ac7a41

Статья получила 7 ссылок за 2 месяца (NASA ADS).

Результаты и их значимость

1) В 70-х – 80-х годах было предсказано, что при пролете звезды около массивной черной дыры в ядре галактики ее может разорвать приливными силами, а последующая аккреция вещества разрушенной звезды на черную дыру приведет к мощной вспышке рентгеновского излучения. Несколько событий приливного разрушения (СПР) были впервые обнаружены в начале 90-х годов с помощью немецкой обсерватории ROSAT. Ученые с нетерпением ждали запуска российской обсерватории СРГ, чтобы начать массированный поиск СПР во Вселенной. В статье, опубликованной в MNRAS, сообщается о первых результатах этого поиска.

Сначала был составлен каталог ярких рентгеновских источников, которые были обнаружены с помощью телескопа eРОЗИТА обсерватории СРГ в ходе второго полугодового (10 июня – 14 декабря 2020 г.) обзора неба (на половине неба, за которую отвечает российский консорциум eРОЗИТА), но при этом не детектировались в ходе первого обзора. Сравнение с астрометрическим каталогом спутника Gaia показало, что многие из этих объектов являются звездами в нашей Галактике. Для исследования остальных, предположительно внегалактических, транзиентов были организованы наблюдения на всех крупных телескопах России (6-метровый телескоп БТА САО РАН, 2.5-метровый телескоп КГО ГАИШ МГУ, 1.6-метровый телескоп АЗТ-33ИК ИСЗФ СО

РАН, 1.5-метровый Российско-турецкий телескоп) и 10-метровом телескопе Кека на Гавайях. По полученным оптическим спектрам удалось классифицировать все эти объекты и выделить среди них шестнадцать СПР, тринадцать из которых обсуждаются в статье в MNRAS.

О том, что мы имеем дело с разрушением звезды около массивной черной дыры, свидетельствуют мягкость рентгеновского излучения, присутствие галактики в области локализации рентгеновского источника и отсутствие мощных эмиссионных линий в оптическом спектре галактики. Ближайшее из событий приливного разрушения, открытых обсерваторией SRG, произошло на расстоянии около 500 миллионов световых лет от нас, а самое далекое – на красном смещении 0.58, т.е. случилось около 6 миллиардов лет назад. При этом в некоторых случаях были измерены рентгеновские светимости вплоть до 10^{45} эрг/с и выше, что говорит об огромном темпе аккреции вещества на черную дыру.

На основе полученной уникальной выборки впервые построена функция рентгеновской светимости событий приливного разрушения. Оказалось, что частота появления таких событий во Вселенной уменьшается с увеличением светимости, а в среднем приливные разрушения звезд происходят примерно раз в сто тысяч лет в расчете на одну галактику.

Большинство СПР, открываемых телескопом eROZITA, проявляют себя только в рентгеновских лучах, что отличает их от событий, которые обнаруживаются в оптических обзорах, в частности с помощью Установки по поиску транзиентов им. Цвикки (ZTF). При этом некоторые события, которые находит eROZITA, все же проявляют себя также и в оптике. Согласно некоторым моделям, рентгеновское излучение должно рождаться во внутренней области толстого аккреционного диска, формирующегося из вещества разрушенной звезды. Однако это излучение наблюдатель сможет увидеть только при наблюдении вдоль оси диска. При наблюдении же под большим углом будет регистрироваться только оптическое излучение, возникающее в результате переработки рентгеновского излучения при его прохождении через толщу диска. С этим может быть связано разнообразие наблюдаемых свойств СПР. Работа по поиску СПР по данным SRG продолжается, и к настоящему моменту подтверждено уже более полсотни таких событий на российской половине неба eROZITA.

2) Среди кандидатов в СПР, открытых в ходе второго обзора всего неба телескопа SRG/eROZITA особое внимание привлек рентгеновский источник SRGe J154754.2+443907, который был обнаружен в июле 2020 г. Оказалось, что за сорок дней до этого наземные установки ZTF и ATLAS зарегистрировали в этом же месте новый оптический транзиент AT2020mrf. Первоначально AT2020mrf был классифицирован как обычная сверхновая II типа, образующаяся при коллапсе массивной звезды в конце ее жизни. Но открытие телескопом SRG/eROZITA рентгеновского излучения и форма оптической кривой блеска источника принципиально изменили это представление.

Существует класс оптических транзиентов, связанных со взрывами сверхновых, которые характеризуются «быстрыми» кривыми блеска и голубым избытком в континууме – так называемые FBOT (Fast Optical Blue Transient). Изучать их сложно, потому что их блеск быстро падает. Среди них наиболее загадочный и крайне немногочисленный подкласс – объекты типа AT2018cow («корова»). Вспышки «коров» характеризуются рекордной светимостью, которая в пике может достигать 10^{43} эрг/с, что в 1000 раз ярче обычных сверхновых-коллапсаров. Такая светимость не может быть объяснена распадом радиоактивного никеля-56 и требует альтернативных источников энергии. До сих пор было известно всего лишь четыре таких объекта. Широкая международная кампания по исследованию нового источника на длинах волн от радио до рентгена, в которой активное участие приняли ученые ИКИ РАН,

подтвердила, что SRGe J154754.2+443907 является пятым объектом типа «корова». В многоволновых наблюдениях участвовали 10-метровый оптический телескоп Кека, крупнейшие радиотелескопы VLA (США) и GMRT (Индия), космические рентгеновские обсерватории СРГ (Россия), Chandra и Swift (NASA), XMM-Newton (ESA).

Телескоп СРГ/ePOЗИТА наблюдал этот объект вскоре после пика кривой блеска. Эти наблюдения показали, что SRGe J154754.2+443907 является самой яркой из известных «коров», со светимостью более $2 \cdot 10^{43}$ эрг/с. Объяснить такую светимость могла бы молодая быстро вращающаяся (с периодом порядка 10 миллисекунд) нейтронная звезда со сверхсильным магнитным полем (порядка 10^{14} Гаусс) – так называемый магнитар, или только что рожденная черная дыра, аккрецирующая вещество разорвавшейся звезды-прародителя в сверхкритическом режиме. В любом случае не вызывает сомнений, что мы стали свидетелями рождения релятивистского компактного объекта в результате взрыва массивной звезды.