

1. Авторы:

Роман Кривонос (ИКИ РАН)

2. Название работы:

Рентгеновский обзор Галактики по данным телескопа NuSTAR и поиск следов распада стерильного нейтрино

3. Ссылки на публикацию:

- I. Tomsick, John A.; Lansbury, George B.; Rahoui, Farid; Clavel, Maïca; Fornasini, Francesca M.; Hong, JaeSub; Aird, James; Alexander, David M.; Bodaghee, Arash; Chiu, Jeng-Lun; Grindlay, Jonathan E.; Hailey, Charles J.; Harrison, Fiona A.; **Krivos, Roman A.**; Mori, Kaya; Stern, Daniel, "Galactic Sources Detected in the NuSTAR Serendipitous Survey", The Astrophysical Journal Supplement Series, Volume 230, Issue 2, article id. 25, 16 pp., **06.2017**
- II. Fornasini, Francesca M.; Tomsick, John A.; Hong, JaeSub; Gotthelf, Eric V.; Bauer, Franz; Rahoui, Farid; Stern, Daniel; Bodaghee, Arash; Chiu, Jeng-Lun; Clavel, Maïca; Corral-Santana, Jesús; Hailey, Charles J.; **Krivos, Roman A.**; Mori, Kaya; Alexander, David M.; Barret, Didier; Boggs, Steven E.; Christensen, Finn E.; Craig, William W.; Forster, Karl; Giommi, Paolo; Grefenstette, Brian W.; Harrison, Fiona A.; Hornstrup, Allan; Kitaguchi, Takao; Koglin, J. E.; Madsen, Kristin K.; Mao, Peter H.; Miyasaka, Hiromasa; Perri, Matteo; Pivovarov, Michael J.; Puccetti, Simonetta; Rana, Vikram; Westergaard, Niels J.; Zhang, William W., "The NuSTAR Hard X-Ray Survey of the Norma Arm Region", The Astrophysical Journal Supplement Series, Volume 229, Issue 2, article id. 33, 39 pp., **04.2017**
- III. Perez, Kerstin; Ng, Kenny C. Y.; Beacom, John F.; Hersh, Cora; Horiuchi, Shunsaku; **Krivos, Roman**, "Almost closing the ν MSM sterile neutrino dark matter window with NuSTAR", Physical Review D, Volume 95, Issue 12, id.123002, **06.2017**
- IV. Fornasini, Francesca M.; Tomsick, John A.; Bachetti, Matteo; **Krivos, Roman A.**; Fürst, Felix; Natalucci, Lorenzo; Pottschmidt, Katja; Wilms, Jörn, "An XMM-Newton and NuSTAR Study of IGR J18214-1318: A Non-pulsating High-mass X-Ray Binary with a Neutron Star", The Astrophysical Journal, Volume 841, Issue 1, article id. 35, 15 pp. **05.2017**
- V. Rahoui, Farid; Tomsick, John. A.; **Krivos, Roman**, "Identifying four INTEGRAL sources in the Galactic plane via VLT/optical and XMM-Newton/X-ray spectroscopy", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 465, Issue 2, p.1563-1572, **02.2017**

4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность:

Рентгеновский обзор плоскости Галактики. Проведение рентгеновских обзоров Галактики позволяет систематически исследовать известные типы

звездного населения Галактики (популяционный синтез, функция светимости, распределение по диску Галактики, и т.д.), а также находить новые типы объектов, ранее не известных совсем, или только теоретически предсказанных.

Поиск следов распада стерильного нейтрино. Задача происхождения Темной Материи является фундаментальной в современной астрофизике. Кандидатами на роль Темной Материи могут быть массивные, нейтральные и стабильные в космологических масштабах времени частицы, которые участвуют только в гравитационных (и, возможно, слабых) взаимодействиях. Одним из кандидатов на эту роль являются стерильные нейтрино. Поиск следов распада стерильных нейтрино был проведен на многих существующих рентгеновских миссиях.

5. Конкретная решаемая в работе задача и ее решение

Рентгеновский обзор плоскости Галактики. Надежная регистрация новых источников рентгеновского излучения, и определение их спектральных и временных характеристик, затем классификация обнаруженных объектов.

Поиск следов распада стерильного нейтрино. Задача состоит в поиске следов распада стерильного нейтрино в рабочем диапазоне детекторов телескопа НуСТАР 3-160 кэВ, (детектирование линии излучения) или определению верхнего предела на излучение в линии.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность

Рентгеновский телескоп НуСТАР, запущенный на околоземную орбиту в 2012 году, является первым рентгеновским телескопом косоугольного падения на энергиях выше 10 кэВ. На практике это дает возможность проводить высокочувствительные измерения рентгеновских спектров в широком диапазоне 3-80 кэВ. В данном диапазоне, НуСТАР на два порядка более чувствительный инструмент, чем телескоп ИБИС на борту ИНТЕГРАЛа. Это открывает новые возможности для изучения слабых рентгеновских источников в Галактике. За пять лет работы на орбите, был накоплен большой массив наблюдений плоскости Галактики.

Для поиска следов распада стерильного нейтрино был использован оригинальный метод измерения поверхностной яркости, используя боковую (несфокусированную) засветку детекторов телескопа НуСТАР.

7. Полученные результаты и их значимость

Используя данные, полученные с телескопа НуСТАР, Томсик и др. (2017) обнаружили 16 новых источников слабого рентгеновского излучения, из них 8 были идентифицированы с близкими звездами (3 с определенными расстояниями по данным спутника Gaia), остальные были определены как кандидаты в катаклизмические переменные, маломассивные и массивные системы. Авторы провели оценку поверхностной плотности массивных

систем в Галактике на малых потоках, и сделали вывод о возможности большой популяции массивных систем малой светимости.

Форнашини и др. (2017) представили обзор спирального рукава Norma, проведенным телескопом NuSTAR. Площадь обзора составила около квадратного градуса с общей экспозицией 1.8 Мс. Было обнаружено 38 источников рентгеновского излучения. Авторы работы провели детальное исследование спектральных и временных характеристик зарегистрированных источников, с целью их классификации. Большинство источников являются, предположительно, катаклизмическими переменными, со средней массой Белого Карлика 0.6 масс Солнца, что хорошо согласуется с измерениями рентгеновского фона Галактики, однако ниже, чем наблюдается непосредственно в галактическом центре.

Используя боковую засветку телескопа NuSTAR, Перез и др., (2017) провели поиск следов распада стерильного нейтрино, одного из кандидатов в частицы Темной Материи. Было поставлено ограничение на существование распада стерильного нейтрино в диапазоне 10-50 кэВ в центре Галактики, что на порядок величины превышает предыдущие эксперименты.

В дополнение к этим работам, были проведены исследование рентгеновских источников, открытых на обсерватории ИНТЕГРАЛ (Форнашини и др., 2017; Рахоуи и др., 2017)