



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

**Руководитель темы**

г.н.с. зав. лаб., академик



Сюняев Р.А. (все разделы) (19.12.22)

Зам. руководителя темы  
в.н.с. зав. лаб., проф. РАН



Сазонов С.Ю. (все разделы) (19.12.22)

**Исполнители темы:**

с.н.с., к.ф.-м.н.

Арефьев В.А. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

Буренин Р.А. (разделы 1,2) (19.12.22)

г.н.с., академик РАН

Гильфанов М.Р. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

в.н.с., зав. лаб., д.ф.-м.н.

Гребенев С.А. (разделы 1) (19.12.22)

зав. лаб., д.ф.-м.н.

Измоленов В.В. (раздел 4) (19.12.22)

н.с., к.ф.-м.н.

Карасев Д.И. (разделы 5) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

Кривонос Р.А. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

Лапшов И.Ю. (разделы 1,5) (19.12.22)

начальник сектора

Левин В.В. (разделы 1,5) (19.12.22)

н.с., к.ф.-м.н.

Лыскова Н.С. (разделы 2) (19.12.22)

н.с., к.ф.-м.н.

Медведев П.С. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

зам. директора, чл.-корр.  
РАН

Лутовинов А.А. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

н.с., к.ф.-м.н.

Мереминский И.А. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

Мещеряков А.В. (разделы 2) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

Мольков С.В. (разделы 1,5) (19.12.22)

с.н.с., д.ф.-м.н.

Моисеев А.В. (разделы 2) (19.12.22)

зав. лаб., д.ф.-м.н.

Попель С.И. (раздел 3) (19.12.22)

н.с., к.ф.-м.н.

Семена А.Н. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

зав. лаб., д.т.н.

Семена Н.П. (разделы 1,5) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

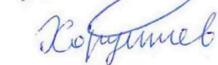
Ткаченко А.Ю. (разделы 1,2,5) (19.12.22)

н.с., к.ф.-м.н.

Филиппова Е.В. (разделы 1,5) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

н.с., к.ф.-м.н.

Хабибуллин И. И. (разделы 1,2) (19.12.22)

Хорунжев Г. А. (разделы 1,5) (19.12.22)

с.н.с., к.ф.-м.н.

г.н.с., академик РАН


Человеков И.В. (разделы 1) (19.12.22)

Чуразов Е.М. (разделы 1,2) (19.12.22)

Нормоконтроль



Карасев Д.И. (19.12.22)

## РЕФЕРАТ

В настоящем документе приведен отчет о научно-исследовательской деятельности групп и подразделений ФГБУН Института космических исследований РАН, участвующих в работах по теме “Вселенная” (FFWG-2022-0010). Документ содержит описания важнейших результатов, полученных в рамках международного проекта Спектр – Рентген – Гамма, а также аннотации других существенных работ, выполненных за 2022 год, в том числе в сотрудничестве с зарубежными учеными.

Новизна и значимость отмеченных результатов подтверждается большим числом публикаций в ведущих отечественных и зарубежных научных изданиях. Полный список публикаций по теме также приведен в настоящем отчете.

Полный объем отчета: 43 с.,

Число рисунков в отчете: 17

Число таблиц в отчете: 0

Полное число статей, приведенное в списке литературы: 47

Также приведены: 8 телеграмм+9 трудов конференций + 1 научно-популярная статья  
+1 патент.

Ключевые слова:

АСТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА  
НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ КОСМОЛОГИЯ, ЭФФЕКТ СЮНЯЕВА-ЗЕЛЬДОВИЧА,  
СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК, НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ, ПУЛЬСАРЫ, СВЕРХНОВЫЕ,  
ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ, РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ, ТЕЛЕСКОПЫ, АСТРОПЫЛЬ

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 Важнейшие (уникальные) результаты за 2022 год .....	7
2 Проведение фундаментальных исследований по теме «Вселенная» в области космологии, изучения строения и эволюции галактик, звезд, изучение глобальной структуры и эволюции нашей Вселенной.....	8
3 Раздел «Плазменно-пылевые процессы в космических объектах»	19
4 Раздел «Межпланетная среда»	21
5 Раздел «Научные исследования, поддержанные грантами РФФИ и Мегагрантом»	23
Заключение	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	35

## ВВЕДЕНИЕ

Институт космических исследований Российской академии наук проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в соответствии с государственным заданием ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ по следующим научным направлениям.

- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области астрофизики и радиоастрономии
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области Физики космической плазмы, энергичных частиц, Солнца и солнечно- земных связей
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планет и малых тел Солнечной системы
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планеты Земля
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области механики, систем управления и информатики
- Развитие исследовательской, конструкторской, опытно-экспериментальной базы научного космического приборостроения и методов экспериментальной физики

Эти направления НИР и ОКР соответствуют следующим направлениям фундаментальных исследований, указанным в Программе фундаментальных исследований государственных академий наук на 2021-2030 годы: 1.3.7. (Астрономия и исследования космического пространства ).

Фундаментальные и прикладные научные исследования в области астрофизики и радиоастрономии проводятся по теме ВСЕЛЕННАЯ  
Тема ВСЕЛЕННАЯ является частью государственного задания ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ.

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2022 году по теме ВСЕЛЕННАЯ. Исследования в области астрофизики высоких энергий, теоретической физики и наблюдательной космологии. Фундаментальные и прикладные научные исследования в области астрофизики и радио-интерферометрии

**Тема ВСЕЛЕННАЯ.** Исследования в области астрофизики высоких энергий, теоретической физики и наблюдательной космологии.

Гос. регистрация № 122042500020-2

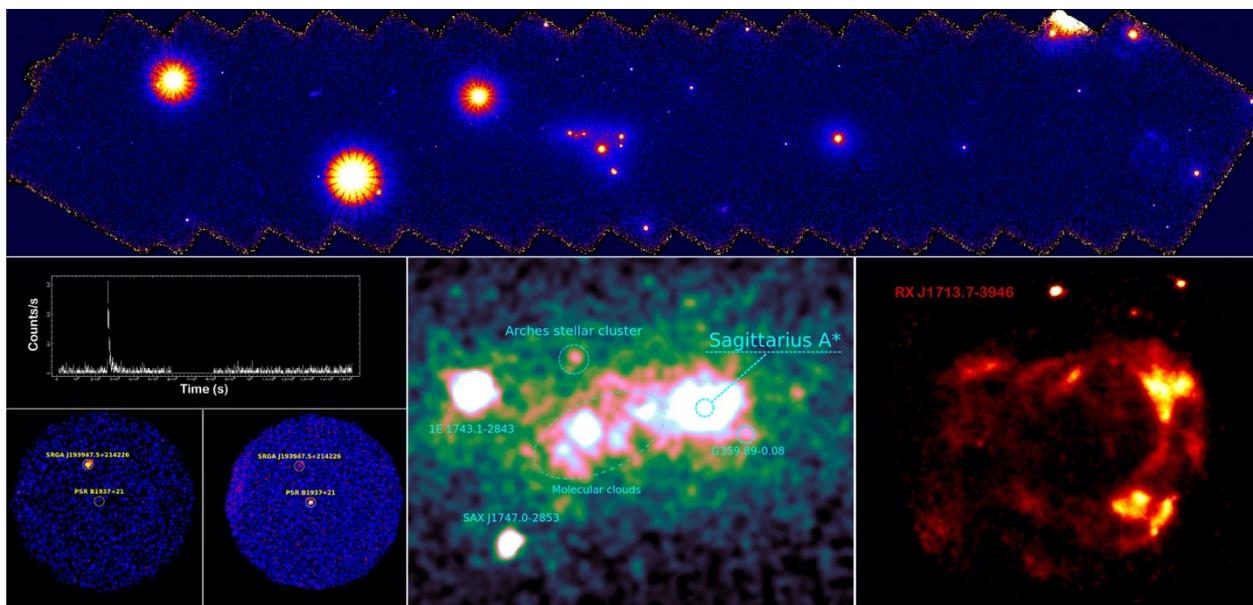
Научный руководитель академик Р.А. Сюняев

## Важнейшие (уникальные) результаты за 2022 год

### Галактика и метagalктика в жестких рентгеновских лучах – обзор неба с помощью телескопа ART-XC орбитальной обсерватории SRG

А.А. Лутовинов ([aal@cosmos.ru](mailto:aal@cosmos.ru)), С.Ю. Сазонов ([sazonov@cosmos.ru](mailto:sazonov@cosmos.ru)) и др.

Выпущен каталог источников, зарегистрированных в жестких рентгеновских лучах с помощью телескопа ART-XC им. М.Н. Павлинского обсерватории Спектр-РГ по данным первого года обзора всего неба. С помощью наблюдений на всех крупных российских оптических телескопах определена природа новых объектов, обнаруженных в ходе этого обзора. Открыто несколько десятков ранее неизвестных аккрецирующих белых карликов и нейтронных звезд в нашей Галактике, а также активно растущих сверхмассивных черных дыр в ядрах других галактик. Обнаружены транзиентные события разной природы – мощные вспышки на звездах, необычные объекты в Галактике, гамма-всплески; впервые построены детальные карты остатков вспышек сверхновых в жестких рентгеновских лучах. Для проведения более полной «переписи» рентгеновских источников в Галактике начиная с марта 2022 года телескоп ART-XC проводит глубокое сканирование Млечного Пути. Это позволяет отыскивать слабые источники жесткого рентгеновского излучения даже на дальнем крае Галактики, заглянув туда сквозь толщу пыли и газа.



1. Pavlinsky M., Sazonov S., Burenin R. et al. “SRG/ART-XC all-sky X-ray survey: Catalog of sources detected during the first year”. *Astronomy & Astrophysics*, 661, A38 (2022).

2. Zaznobin I., Sazonov S., Burenin R. et al. “Identification of three cataclysmic variables detected by the ART-XC and eROSITA telescopes on board the SRG during the all-sky X-ray survey”. *Astronomy & Astrophysics*, 661, A39 (2022).

3. Mereminskiy I., Dodin A., Lutovinov A. et al. "Peculiar X-ray transient SRGA J043520.9+552226/AT2019wey discovered with SRG/ART-XC". *Astronomy & Astrophysics*, 661, A32 (2022).
4. Lutovinov A., Tsygankov S., Mereminskiy I. et al. "SRG/ART-XC discovery of SRGA J204318.2+443815: Towards the complete population of faint X-ray pulsars". *Astronomy & Astrophysics*, 661, A28 (2022).
5. De. K., Mereminskiy I., Soria R. et al. "SRGA J181414.6-225604: A New Galactic Symbiotic X-Ray Binary Outburst Triggered by an Intense Mass-loss Episode of a Heavily Obscured Mira Variable". *The Astrophysical Journal*, 935, id.36 (2022)
6. Krivonos R., Arefiev V., Lapshov I. et al. "Wide-field X-ray observations of the supernova remnant Puppis A with the SRG/ART-XC telescope". *MNRAS*, 510, 3113 (2022).
7. Усков Г., Зазнобин И., Сазонов С. и др. «Новые активные ядра галактик, обнаруженные телескопами ART-XC и eROSITA обсерватории СРГ в ходе рентгеновского обзора всего неба». *Письма в Астрономический журнал*, 48, 95 (2022).
8. Мереминский И., Лутовинов А., Постнов К. и др. «Поиск рентгеновского излучения, предшествующего слиянию двойных нейтронных звезд, в данных обзора всего неба обсерваторией Спектр-РГ». *Письма в Астрономический журнал*, 48, 485 (2022)

**Гранты РФФИ 19-12-00396, 19-12-00423, 21-12-00210**

**Направление ПФНИ: 1.3.7 (Астрономия и исследования космического пространства)**

## **Раздел «Проведение фундаментальных исследований по теме «Вселенная» в области космологии, изучения строения и эволюции галактик, звезд, изучение глобальной структуры и эволюции нашей Вселенной»**

**StrayCats II: Обновленный каталог наблюдений телескопа NuSTAR с известной боковой засветкой**

*Кривонос Р.А. (ИКИ РАН)*

Архив данных орбитального телескопа NuSTAR содержит наблюдения, которые характеризуются сильной боковой засветкой от ярких источников рентгеновского излучения вне поля зрения телескопа. Такие наблюдения позволяют исследовать спектральные и временные характеристики источников. В данной работе представлен каталог таких наблюдений, который включает в себя почти 18 дополнительных месяцев наблюдений. StrayCats II имеет добавленные 53 уникальные записи и три новых

идентифицированных источника боковой засветки по сравнению с исходным каталогом. Общий каталог теперь содержит 489 наблюдений, 862 записи и 83 подтвержденных источников. Также были построены долгосрочные кривые блеска для каждого идентифицированного источника боковой засветки, используя доступные данные MAXI и Swift/BAT. Кроме того, были построены области засветки источников для 632 случаев.

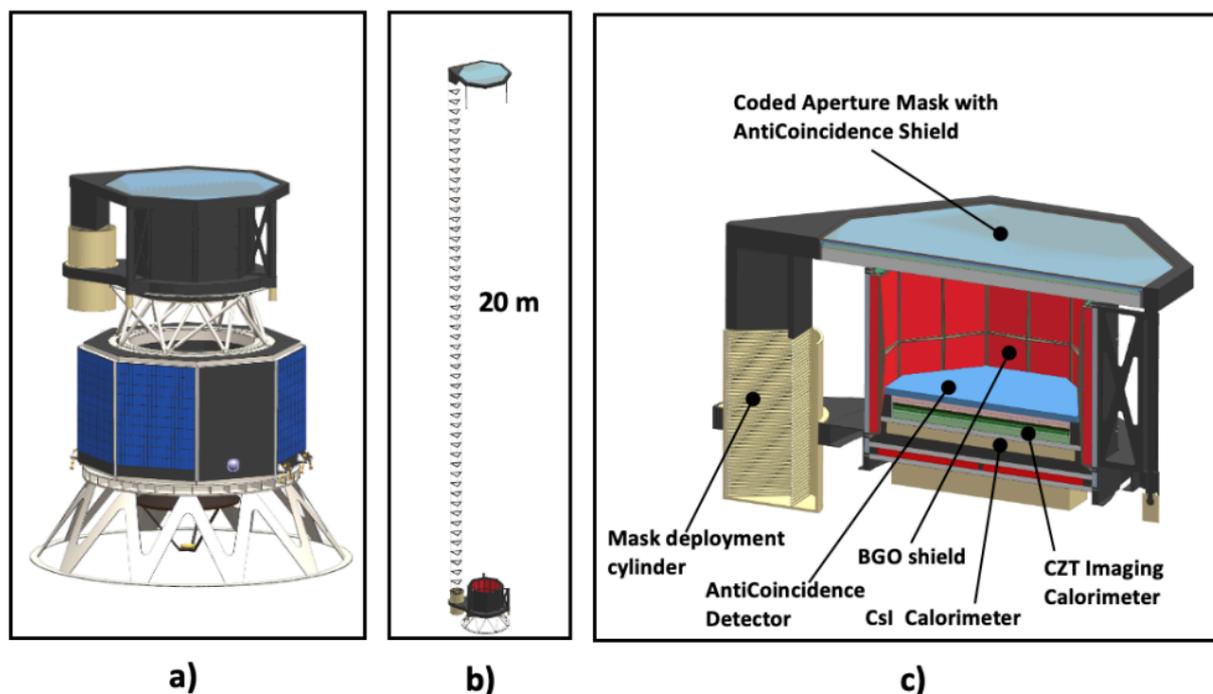
**Оригинальная статья/статьи:**

Лудлам Р., Грэфенитетт Б., Брумбак М., Томсик Дж., Бюиссон Д., Конеур Б., Мастеро Г., Вук Д., Кривонос Р., Джаоданд А., Мэдсен К. “StrayCats. II. An Updated Catalog of NuSTAR Stray Light Observations”, 26 июля 2022 принято к публикации в журнале *The Astrophysical Journal* (IF= 5.521, Q1), Том 934, Выпуск 1, id.59, <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7b27>.

**Исследование неба в гамма-лучах с помощью комбинированной маски с кодированной апертурой и телескопа Комптона -- эксперимент GECCO**

*Кривонос Р.А. (ИКИ РАН)*

Небо в гамма диапазоне энергий в настоящее время мало изучено. В данной работе представлена инновационная концепция миссии, основанная на наследии прошлых и текущих экспериментов, улучшающая чувствительность и, что очень важно, угловое разрешение наблюдений. Идея состоит в объединении телескопа Комптона и телескопа с кодирующей маской. Представлена мотивация такой концепции и определены научные цели миссии. GECCO (Galactic Explorer with a Coded Aperture Mask Compton Telescope) – это новая концепция телескопа следующего поколения, охватывающего жесткое рентгеновское излучение и мягкое гамма-излучение. Представлены потенциал и важность этого подхода, который устраняет пробел в наблюдениях в диапазоне энергий МэВ. Благодаря беспрецедентному угловому разрешению телескопа с кодирующей маской в сочетании с чувствительным телескопом Комптона такая миссия, как GECCO, сможет отделить дискретные источники от диффузного излучения, обнаружить отдельные галактические и внегалактические источники, позволит понять природу избытка гамма-излучения в центре Галактики и пузыри Ферми, а также проследит низкоэнергетические космические лучи и их распространение в Галактике. Такой прибор также обнаружит взрывные транзиентные источники гамма-излучения, что, в свою очередь, позволит идентифицировать и изучить астрофизические объекты, генерирующие гравитационные волны и нейтрино, в многоканальном контексте. Взгляд на плохо изученный энергетический диапазон также позволит открыть новые астрофизические явления.



**Рисунок 1.** Концепция эксперимента GECCO: а) с маской в походном положении для размещения на платформе космического аппарата б) телескоп с маской в развернутом положении, в) разрез телескопа.

**Оригинальная статья/статьи:**

Орландо Е., Ботачини Е., Моисеев А., Бодаги А., Колмар В., Енслин Т., Москаленко И., Негро М., Профумо С., Дигель С., Томсон Д., Бэринг М., Болотников А., Каннеди Н., Гарини Г., Еберли В., Грениер И., Хардинг А., Хартман Д., Херман С., Керр М., Кривонос Р., Лаурент Ф., Ланго Ф., Морсели А., Филипс Б., Сасаки М., Шаухан П., Шай Д., Скиннер Г., Смит Л., Штекер Ф., Стронг А., Стурнер С., Томсик Дж., Вадюасик З., Вульф Р., Ятес Э., Зиок К., Цоглауер А., “ Exploring the MeV sky with a combined coded mask and Compton telescope: the Galactic Explorer with a Coded aperture mask Compton telescope (GECCO)”, 6 июня 2022 принято к публикации в журнале *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* (IF= 5.521, Q1), Том 2022, Выпуск 7, id.036, <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2022/07/036>.

**Вероятностный метод учета фона для астрофизических наблюдений**

Лутовинов А.А., Семена А.Н., Кривонос Р.А., Штыковский А.Е., Ткаченко А.Ю. (ИКИ РАН)

В работе представлен новый статистический метод построения измерений за вычетом фона из наблюдательных данных, полученных рентгеновскими, и гамма-обсерваториями. Первоначально этот метод был специально разработан для построения изображений, учитывающих высокую долю фона и низкие скорости счета, наблюдаемые в данных обзора всего неба телескопом ART-XC им. М. Павлинского на борту миссии Спектр-РГ, хотя математический подход справедлив для других рентгеновских телескопов. Метод полностью учитывает пуассоновские флуктуации скорости счета астрофизических фотонов неба и фона частиц, так, что это не приводит к нефизическим отрицательным значениям скорости счета. Представлены аналитические формулы произвольных доверительных интервалов для подсчетов источников. Показано, что новое измерение точно сходится к стандартному методу вычитания фона. Используя эти результаты, были

построены несколько вариантов изображений, предназначенных для оптимизации различных научных целей как для направленных, так и для сканирующих телескопов. Используя реалистичные смоделированные данные скопления галактик, наблюдаемые с помощью ART-XC, было показано, что новый метод обеспечивает более надежное обнаружение излучения скопления по сравнению со стандартным вычитанием фона. Мы также демонстрируем его преимущества на реальных наблюдениях точечного источника телескопом ART-XC. Эти расчеты могут найти широкое применение для различных классов астрофизических источников, наблюдаемых с помощью рентгеновских телескопов.

**Оригинальная статья/статьи:**

*Элерт С., Чен Ц., Шварц Р., Хикокс Р., Лутовинов А., Семена А., Кривонос Р., Штыковский А., Ткаченко А., “ A probabilistic method of background removal for high energy astrophysics data”, 20 июля 2022 принято к публикации в журнале MNRAS (IF= 5.235, Q1), Том 515, Выпуск 4, <https://doi.org/10.1093/mnras/stac2072>*

**Скопление галактик Кома в радиодиапазоне**

*Н.С. Лыскова, Е.М. Чуразов*

Скопление галактик Кома — одно из самых массивных близких скоплений, которое активно изучается уже несколько десятилетий. Накопленный объем данных в оптическом, радио и рентгеновском диапазонах, а также наши глубокие наблюдения на GMRT позволили исследовать взаимосвязь между ориентацией и свойствами галактик, наблюдаемых в радиодиапазоне как протяженный источник с «хвостом», со свойствами межзвездной среды в скоплении. В работе представлена морфология радиогалактик с «хвостами» в поле скопления Кома, спектры, а также карты спектральных индексов. У галактики NGC 4839, являющейся самой яркой в одноименной группе галактик, обнаружен протяженный диффузный радио-«хвост», который совпадает с границами внутренней части «рентгеновского хвоста», образованного диффузным горячим газом группы. Как было показано нами ранее, группа NGC 4839 вероятнее всего влетела в скопление Кома несколько миллиардов лет назад, пересекла скопление по диагонали, затормозилась, развернулась, и сейчас начинает новый цикл падения на центр скопления. Однако данный сценарий слияния не является типичным. На основе информации о направлении радио-«хвостов» галактик и их скоростей сделан вывод о том, что эти галактики скорее всего на радиальных орбитах и только начинают свое падение на ядро Комы.

**Оригинальная статья/статьи:**

*D.V. Lal, N. Lyskova, C. Zhang, T. Venturi, W.R. Forman, C. Jones, E.M. Churazov, R. J. van Weeren, A. Bonafede, N.A. Miller, I.D. Roberts, A.M. Bykov, L. Di Mascolo, M. Brüggen, G. Brunetti, “High-resolution, High-sensitivity, Low-frequency uGMRT View of Coma Cluster of Galaxies”, the Astrophysical Journal, 934, 170, (2022), (IF=5.521, Q1), DOI: 10.3847/1538-4357/ac7a9b*

## **Оценка массы очень массивного скопления галактик SRGE CL2305.2-2248 по сильному линзированию**

*Н.С. Лыскова, А.А. Круглов, Р.А. Буренин, М.Р. Гильфанов, С.Ю. Сазонов, Р.А. Сюняев, И.И. Хабибуллин, Е.М. Чуразов*

Согласно имеющимся на сегодняшний день данным в рентгеновском и миллиметровом диапазоне длин волн скопление галактик SRGE CL2305.2-2248 является одним из наиболее массивных скоплений на больших красных смещениях ( $z = 0.76$ ) и представляет большой интерес для космологии. В поле данного скопления наблюдаются вытянутые в тангенциальном направлении структуры (арки), что говорит о том, что SRGE CL2305.2-2248 выступает в роли гравитационной линзы, усиливая и деформируя изображения далеких галактик. Наличие эффекта гравитационного линзирования позволяет получить независимую оценку массу скопления. На 1.5-м Российско-Турецком телескопе РТТ-150 были получены глубокие снимки, которые совместно с открытыми архивными данными космического телескопа Хаббла позволили выделить кандидаты в гравитационно-линзированные изображения далеких голубых галактик. Было получено фотометрическое красное смещение линзированного источника, использование которого совместно с оценкой радиуса кольца Эйнштейна позволило получить независимую оценку массы SRGE CL2305.2-2248, экстраполируя результаты по сильному линзированию на большие радиусы, а также используя модельные профили распределения плотности в релаксированных скоплениях. Такая экстраполяция приводит к оценкам массы в 1.5-3 раза меньшим, чем полученные по наблюдениям в рентгеновском и микроволновом диапазонах. Вероятной причиной такого расхождения может быть процесс слияния скоплений, что также подтверждается морфологией SRGE CL2305.2-2248 в оптическом диапазоне.

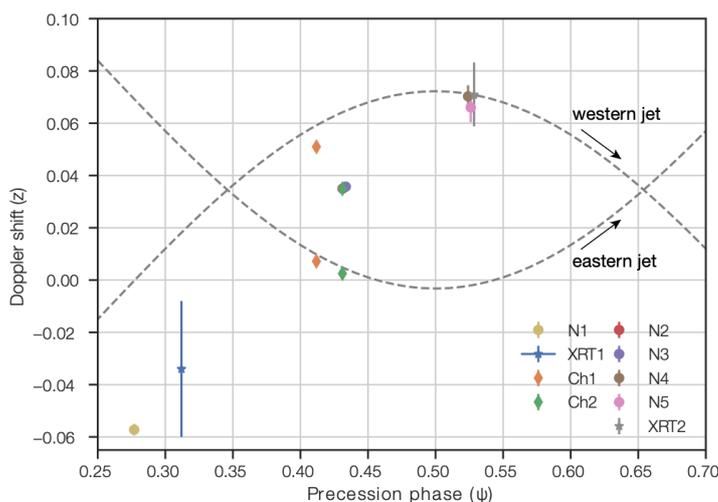
### **Оригинальная статья/статьи:**

*И.М. Хамитов, И.Ф. Бикмаев, Н.С. Лыскова, А.А. Круглов, Р.А. Буренин, М.Р. Гильфанов, А.А. Гроховская, С.Н. Додонов, С.Ю. Сазонов, А.А. Старобинский, Р.А. Сюняев, И.И. Хабибуллин, Е.М. Чуразов, "Оценка массы очень массивного скопления галактик SRGE CL2305.2-2248 по сильному линзированию", Письма в Астрономический журнал, 48, 1, (2022), (IF = 1.194, Q3), DOI: 10.31857/S0320010822010041*

### **Рентгеновские струи SS 433 в период вспышечной активности летом 2018 года** *П.С. Медведев, И. И. Хабибуллин, А. Н. Семена, И. А. Мереминский, С. Ю. Сазонов*

В работе представлен анализ рентгеновских данных, полученных в период вспышечной активности SS 433 в июле и августе 2018 года, в течение которого были зарегистрированы ярчайшие за всю историю наблюдений системы вспышки радиоизлучения на частотах 2–5 ГГц по данным телескопа РАТАН-600. Данные космических обсерваторий Swift/XRT и NICER были получены непосредственно во время радиовспышек в рамках программы срочных (ТоО) наблюдений. Наблюдения обсерваторией Chandra/HETGS и дополнительные квази-одновременные калибровочные наблюдения NICER были проведены в активной фазе системы между пиками интенсивности радиоизлучения. Показано, что во время пиковых значений радиопотока, линии излучения релятивистских струй уверенно регистрируются в рентгеновском спектре, а их основные параметры остаются стабильными, что может служить указанием на отсутствие существенных нарушений в механизмах коллимации и ускорения струй. В то же время, интенсивность рентгеновского излучения струй в эти моменты падает в 4–5 раз и восстанавливается до нормальных значений в течение ~10 дней. В период активности и во время радиовспышек обнаружены аномальные отклонения положений линий струй от предсказаний кинематической модели. Моделирование спектров Chandra при помощи модели излучения барионных струй SS 433 указывает на быстрые изменения в структуре ветра сверхкритического диска, частично блокирующего излучение от наиболее горячих областей джетов. Совокупность этих факторов указывает на возможную связь

возникновения радиовспышек и активных состояний SS 433 с возмущениями темпа переноса и оттока вещества в системе.



**Рисунок 1.** Доплеровские смещения линий джетов ( $z$ ) в зависимости от прецессионной фазы SS 433, найденные по данным телескопов NICER, Chandra и Swift/XRT. Предсказание положения линий согласно кинематической модели и эфемеридам Горанский 2011 изображено в виде двух пунктирных линий.

#### Оригинальная статья/статьи:

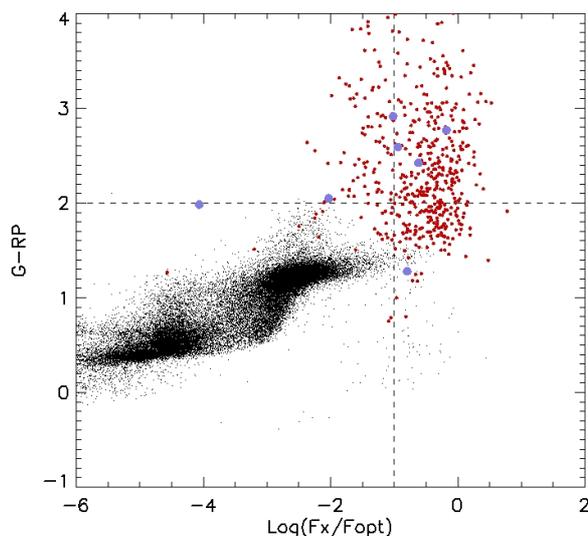
П.С. Медведев, И. И. Хабибуллин, А. Н. Семена, И. А. Мереминский, С. А. Трушкин, А. В. Шевченко, С. Ю. Сазонов, “Рентгеновские струи SS 433 в период вспышечной активности летом 2018 года”, *Письма в Астрономический журнал*, 48, 7, с. 506-522, 2022, ( $IF = 1.194$ ,  $Q3$ ), DOI <https://doi.org/10.1134/S1063773722070052>

#### Обнаружение АЯГ и квазаров со значимыми собственными движениями по данным Gaia в каталоге рентгеновских источников SRG/eROZITA

М. Р. Гильфанов, Р. А. Сюняев, П. С. Медведев

На основе сравнения каталога рентгеновски-активных звезд SRG/eROZITA и каталога спутника Gaia получена выборка из 502 пекулярных объектов, для которых Гайя, с одной стороны, детектирует параллакс или собственное движение и, с другой стороны, регистрирует признаки оптической протяженности. На диаграмме  $F_X/F_{opt}$  — цвет эти объекты в значительной степени отделены от основной массы звезд и находятся в области, характерной для галактик с активными ядрами. Согласно базе данных Simbad, около ~50% из них являются АЯГ и галактиками со спектроскопическими красными смещениями, и лишь ~1.4% являются подтвержденными объектами в нашей Галактике. Спектроскопические наблюдения 19 неотожествленных объектов на телескопе РТТ-150 показали, что 18 из них являются АЯГ, расположенными на красных смещениях ~0.01–0.3,

а один объект — М-звездой в нашей Галактике. Мы обсуждаем различные сценарии появления таких пекулярных объектов.



**Рисунок 1.** Рентгеновские звезды в пределах 200 пк (черные символы) и кандидаты в оптически протяженные объекты, отобранные по значению  $S$ -фактора, (красные символы) на плоскости цвет  $G-PP$  и отношение  $\log F_X/F_{opt}$ . Синими символами отдельно отмечены те из кандидатов в оптически протяженные объекты, которые были идентифицированы с источниками Млечного Пути.

#### Оригинальная статья/статьи:

*И. М. Хамитов, И. Ф. Бикмаев, М. Р. Гильфанов, Р. А. Сюняев, П. С. Медведев, М. А. Горбачев, Э. Н. Иртуганов, “Обнаружение АЯГ и квазаров со значимыми собственными движениями по данным Gaia в каталоге рентгеновских источников SRG/eROSITA”, Письма в Астрономический журнал, 48, 7, 2022, (IF = 1.194, Q3), DOI: 10.31857/S0320010822110092 (поддержана грантом РФФ 21-12-00343)*

#### Поиск рентгеновского излучения, предшествующего слиянию двойных нейтронных звезд, в данных обзора всего неба обсерваторией Спектр-РГ

*И.А. Мереминский, А.А. Лутовинов, В.А. Арефьев, И.Ю. Латинов, С.В. Мольков, С.Ю. Сазонов, А.Н. Семена, А.Ю. Ткаченко, А.Е. Штыковский*

В работе была получена оценка количества тесных двойных систем из нейтронных звезд, которые могут наблюдаться телескопами обсерватории СРГ непосредственно перед слиянием, которое должно сопровождаться значительным энерговыделением и может быть обнаружено как короткий гамма-всплеск или как «килоновая».

Также, впервые были получены ограничения на рентгеновскую светимость подобной системы — предтечи короткого гамма-всплеска GRB10919A, менее чем за два дня до слияния. Несмотря на то, что полученные ограничения достаточно мягкие, они могут использоваться для проверки моделей поздней эволюции подобных систем.

## Оригинальная статья/статьи:

*И.А. Мереминский, К.А. Постнов, А.А. Лутовинов, В.А. Арефьев, И.Ю. Лапинов, С.В. Мольков, С.Ю. Сазонов, А.Н. Семена, А.Ю. Ткаченко, А.Е. Штыковский, Ж. Лью, Й. Вилмс, А. Рау, Т. Доузер, И. Крекенбойм, «Поиск рентгеновского излучения, предшествующего слиянию двойных нейтронных звезд, в данных обзора всего неба обсерваторией Спектр-РГ», Письма в Астрономический журнал, 48, 7 (2022) (IF = 1.194, Q3), <https://doi.org/10.1134/S1063773722070064>, работа поддержана грантом РФФИ 19-29-11029.*

## Саморегулируемый блок с нагревательным элементом для термостабилизации приборного отсека космического аппарата

*М.В.Бунтов, А.М.Пристаи, Н.П.Семена, В.А.Липилин*

Представлено саморегулируемое устройство для обеспечения точной термостабилизации космических приборов, требующейся, в частности, для рентгеновских телескопов. Особенностью устройства является возможность построения системы терморегулирования без блока управления, что значительно повышает надежность такой системы. либрации L2.

**Патент на полезную модель № 211199 от 25 мая 2022 г.:**



## Обнаружение телескопом LOFAR слабого радиоизлучения от остатка сверхновой SRGe J0023+3625 = G116.6-26.1: исследование синхротронного гало Млечного Пути

Е.М. Чуразов, И.И. Хабибуллин, Р.А. Сюняев

В данных обзора неба интерферометра LOFAR на длине волны 2 метра обнаружено радиоизлучение от остатка вспышки сверхновой (ОВС) SRGe J0023+3625 = G116.6-26.1, который был недавно открыт в рентгеновском обзоре SRG/eROSITA. Радиоизображения показывают оболочечную структуру, совпадающую с рентгеновской границей ОВС. Экстраполяция наблюдаемой поверхностной яркости на частоту 1 ГГц означает, что на диаграмме поверхностная яркость - угловой размер этот объект находится намного ниже других остатков. Наблюдаемый поток радиоизлучения может соответствовать минимальному уровню, ожидаемому в модели адиабатического сжатия Ван-дер-Лаана, при условии, что объемная излучательная способность газа гало в полосе LOFAR составляет  $\sim 10^{-42}$  Ватт/м<sup>3</sup>/Гц/стерадиан. Если это так, то G116.6-26.1 можно рассматривать как первый пример остатка вспышки сверхновой в гало Млечного Пути. В рентгеновском и радиодиапазонах такие SNR могут использоваться в качестве локального индикатора тепловых и нетепловых компонентов, составляющих гало Млечного Пути.

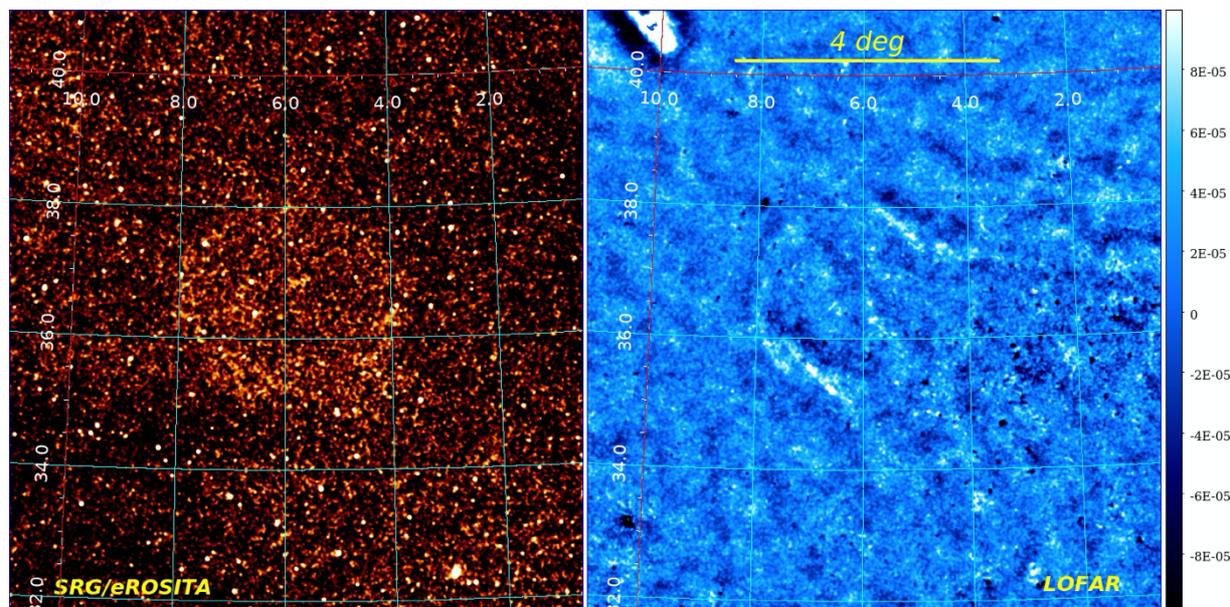


Рисунок 1. Сравнение изображений области вокруг источника SRGe J0023+3625 в рентгеновском (0.5-0.7 кэВ; eROSITA) и радио (144 МГц; LOFAR) диапазонах. Яркий объект в левом верхнем углу — галактика M31.

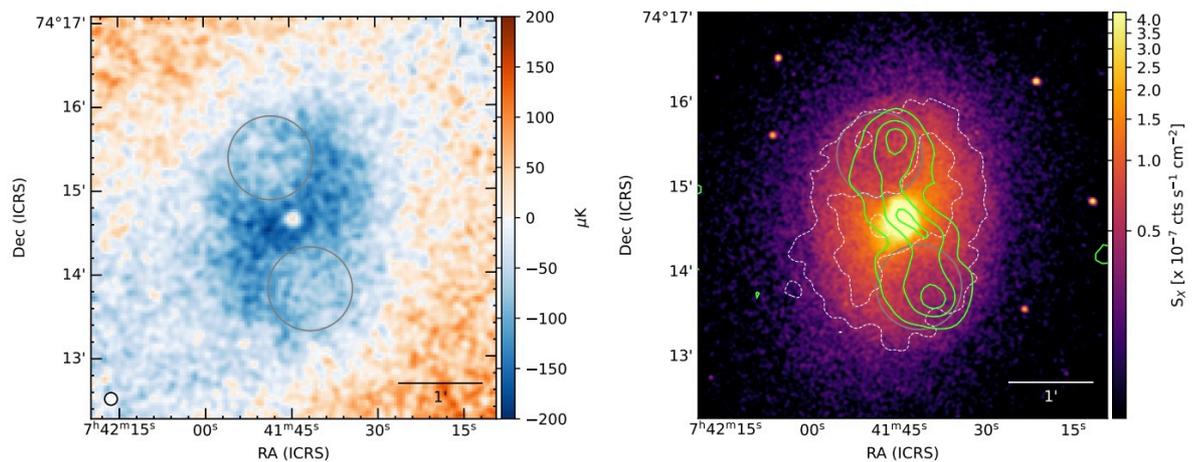
### Оригинальная статья/статьи:

Churazov E. M., Khabibullin I. I., Bykov A. M., Chugai N. N., Sunyaev R. A., Zinchenko I. I., "LOFAR detection of faint radio emission from the supernova remnant SRGe J0023+3625 = G116.6-26.1: probing the Milky Way synchrotron halo", *MNRAS*, 513, p.L83 (2022), (IF=5.235, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/mnrasl/slac039>

### Численное моделирование динамики горячего газа в скоплениях галактик и наблюдения скоплений в рентгеновском и миллиметровом диапазонах.

Е.М. Чуразов, Р.А. Сюняев

По данным наблюдений установлено, что давление в пузырях релятивистской плазмы, создаваемых сверхмассивными черными дырами, может быть доминировано именно нетепловой компонентой. Используя численное моделирование показано, что адвекция низкоэнтропийного газа всплывающими пузырями связана, главным образом, с захватом газа вихревыми течениями за пузырем. Показано, что контактные разрывы, возникающие при слиянии скоплений, устойчивы к дополнительным возмущениям, связанным с последующими слияниями. Измерены параметры диффузного излучения прото-скопления галактик на красном смещении  $z=2.16$ . Показано, что кроме излучения, связанного с обратным эффектом Комптона, в протоскоплении присутствует горячий газ, заполняющий формирующуюся гравитационную яму скопления.



**Рисунок 1.** Изображения скопления MS0735.6+7421 в миллиметровом (эффект Сюняева-Зельдовича) и рентгеновском диапазонах. Кружками показаны границы пузырей релятивистской плазмы, созданных активностью центральной сверхмассивной черной дыры.

#### Оригинальные статьи:

Zhang C., Zhuravleva I., Gendron-Marsolais M.-L., Churazov E., Schekochihin A. A., Forman W. R., "Bubble-driven gas uplift in galaxy clusters and its velocity features", *MNRAS*, 517, p.616 (2022), (IF=5.235, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/mnras/stac2282>

Orlowski-Scherer J., Haridas S. K., Di Mascolo L., Sarmiento K. P., Romero C. E., Dicker S., Mroczkowski T., Bhandarkar T., Churazov E., Clarke T. E., Devlin M., Gaspari M., Lowe I., Mason B., Sarazin C. L., Sievers J., Sunyaev R., "GBT/MUSTANG-2 9" resolution imaging of the SZ effect in MS0735.6+7421. Confirmation of the SZ cavities through direct imaging", *A&A*, 667, p.L6 (2022), (IF=6.24, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202244547>

Tozzi P., Gilli R., Liu A., Borgani S., Lepore M., Di Mascolo L., Saro A., Pentericci L., Carilli C., Miley G., Mroczkowski T., Pannella M., Rasia E., Rosati P., Anderson C. S., Calabró A., Churazov E., Dannerbauer H., Feruglio C., Fiore F., Gobat R., Jin S., Nonino M., Norman C., Röttgering H. J. A., "The 700 ks Chandra Spiderweb Field. II. Evidence for inverse-Compton and thermal diffuse emission in the Spiderweb galaxy", *A&A*, 667, p.A134 (2022), (IF=6.24, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202244337>

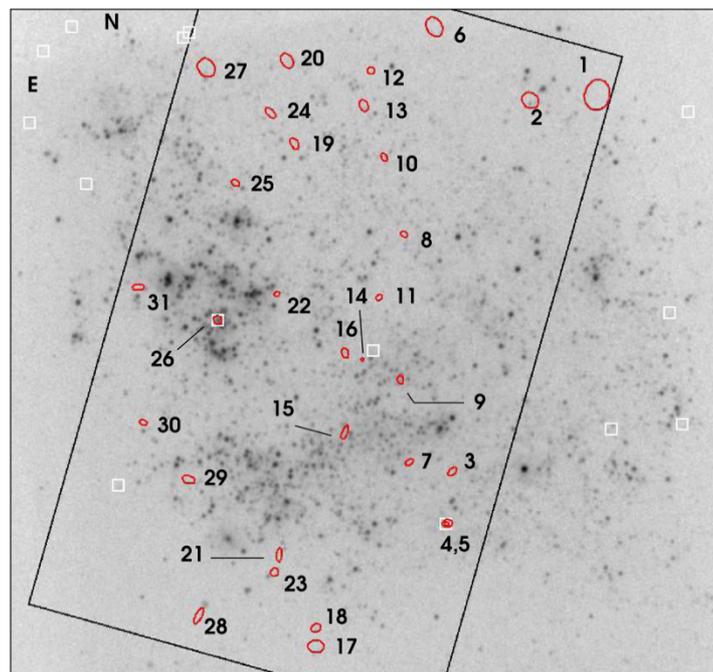
Vaezzadeh I., Roediger E., Cashmore C., Hunt M., ZuHone J., Forman W., Jones C., Kraft R., Nulsen P., Su Y., Churazov E., "Resilience of sloshing cold fronts against subsequent minor mergers", *MNRAS*, 514, p.518 (2022), (IF=5.235, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/mnras/stac784>

## Рентгеновские источники внутри гигантского пузыря в карликовой галактике

### IC 1613

А.В. Моисеев

Выполнено многоволновое исследование области современного звездообразования в близкой карликовой галактике IC1613 на основе наблюдений телескопов Chandra (рентген 0.3-8 keV), VLA (радио на 4.9 GHz), Swift (УФ, 2100Å), Spitzer (ИК 3.6-8 μ). Всего обнаружен 31 рентгеновский источник, проведена их классификация. Большинство источников, за исключением одного ранее известного остатка сверхновой, являются либо рентгеновскими тесными двойными системами низкой яркости, либо - активными галактиками заднего фона. Установлен верхний предел для диффузного рентгеновского излучения в области гигантской сверхоболочки.



**Рисунок 1.** Изображение центра галактики IC1613 в ультрафиолете (Swift UVOT), красным показаны рентгеновские источники по данным Chandra, белые квадраты - радиоисточники по данным VLA.

#### Оригинальная статья:

Schlegel E., Lacey Ch., Pannuti T., Lozinskaya T. A. Moiseev A., "The Nearby Dwarf Irregular Galaxy IC 1613 and Its Complex Bubble Region: Chandra and VLA Observations", *The Astronomical Journal*, Volume 163, Issue 2, id.66, 23 pp. (2022), (IF =6.263, Q1), DOI:10.3847/1538-3881/ac356b

## **Плазменно-пылевые процессы в космических объектах (лаборатория 513)**

### **О возможности разрушения пылевых частиц в протопланетных дисках кулоновским взрывом**

*Морозова Т.И.*

Рассмотрены процессы зарядки пыли в протопланетном диске. Показано, что в атмосфере диска в результате совместного воздействия излучения протозвезды, токов электронов и ионов из окружающей плазмы частицы могут приобретать аномально высокие положительные заряды, способствующие их дроблению в результате кулоновского взрыва. Для типичных условий такой процесс оказывается эффективным как для пористых пылинок микронных размеров, так и для субмикронных кристаллических частиц. Найдены критические заряды, необходимые для разрушения пылевых частиц, и заряды, приобретаемые частицами для различных их размеров и параметров пылевой плазмы. Рассчитаны критические размеры частиц в зависимости от расстояния до звезды. Показано, что кулоновский взрыв приводит к появлению каскада дробления крупных пылинок. Характер зависимости условия дробления от радиуса пылинки приводит к возможности формирования в некоторых областях протопланетных дисков бимодальных распределений пыли по размерам, где одна из фракций соответствует крупным частицам, не подверженным разрушению, а вторая фракция - мелким частицам субмикронного размера.

#### **Оригинальные статьи:**

*Morozova T. I., Garasev M.A., Kuznetsov I.A. On the possibility of dust grain destruction by the Coloumb explosion in protoplanetary disks // Radiophysics and Quantum Electronics. V. 65. No. 1. P. 1-7 (2022) (IF=1.078, Q3) DOI: 10.1007/s11141-022-10188-x]*

### **К вопросу об аномальной диссипации в плазме запыленной экзосферы Луны**

*Попель С.И., Голубь А.П.*

Рассмотрен процесс аномальной диссипации, связанной с эффектом зарядки пылевых частиц, в контексте описания динамики пылевых частиц в пылевой плазме лунной экзосферы. Получено уравнение, описывающее колебания пылевой частицы над лунной поверхностью, затухание которых определяется частотой зарядки пылевых частиц, характеризующей аномальную диссипацию. Проведено сравнение результатов, полученных в рамках разработанной аналитической модели динамики пылевых частиц и численных расчетов. Показано, что для пылевых частиц с размерами порядка 0.1 мкм, т.е. наиболее крупных частиц, поднимающихся над поверхностью Луны в результате электростатических процессов, аналитическая модель, описывающая процессы аномальной диссипации в пылевой плазме, позволяет получить вполне адекватные результаты. Тем самым, проведено доказательство важности процессов аномальной диссипации для случая пылевой плазмы в экзосфере Луны.

#### **Оригинальные статьи:**

*Popel S. I., Golub' A. P. On Anomalous Dissipation in the Plasma of the Dusty Lunar Exosphere // JETP Letters. V. 115. No. 10. P. 596-601 (2022), (IF=1.400, Q2), DOI: 10.1134/S0021364022100587]*

## **Нижнегибридные волны при взаимодействии метеорных хвостов с ионосферой Земли**

*Морозова Т.И., Попель С.И.*

Исследована возможность генерации нижнегибридных волн в метеороидных хвостах при их взаимодействии с ионосферой Земли. Нижнегибридные волны возбуждаются в результате развития неустойчивости бунемановского типа вследствие движения плазмы хвоста метеороида относительно магнитного поля Земли. Обсуждаются магнитомодуляционные процессы, обусловленные существованием в плазме нижнегибридных волн, в результате развития которых происходит генерация квазистационарных возмущений магнитного поля. Показано, что эти возмущения по порядку величины совпадают с наблюдаемыми магнитными полями, возникающими во время пролетов метеороидов.

### **Оригинальные статьи:**

*Morozova T. I., Popel S. I. Lower Hybrid Waves upon Interaction of Meteor Wakes with the Earth's Ionosphere // Plasma Physics Reports. V. 48. No. 7. P. 774-777 (2022), (IF=1.133, Q3) DOI: 10.1134/S1063780X22600384*

## **Топологические соотношения для «анемоновых» солнечных вспышек**

*Ю.В. Думин*

Рассмотрены так называемые «анемоновые» солнечные вспышки, которые представляют собой интересный тип космических явлений, где несколько нулевых точек магнитного поля связаны друг с другом и с магнитными источниками сепараторами, тем самым создавая сложные конфигурации ветвления. С помощью методов динамических систем получены универсальные топологические соотношения, являющиеся важным инструментом как для количественной оценки уже наблюдаемых вспышек анемонов, так и для предсказания новых вспышек в сложных магнитных конфигурациях.

### **Оригинальные статьи:**

*Zhuzhoma E. V., Medvedev V. S., Dumin Y. V., Somov B. V., "Topological quantification of the "anemone" (branching) solar flares", Physica D Nonlinear Phenomena, 436, 133320, (2022), (IF=3.751, Q1), DOI:10.1016/j.physd.2022.133320*

## **Лунная пыль над освещенной стороной Луны. Какую опасность она представляет для астронавтов**

*Попель С.И.*

Приведено обсуждение лунной пыли над освещенной стороной Луны, а также данных по разработке физико-математической модели, которая объясняет левитацию заряженных пылевых частиц над освещенной Солнцем поверхностью Луны практически для любых широт. В модели впервые учитывается влияние хвоста магнитосферы Земли. Полученные данные важны для планирования космических экспедиций «Луна-25» и «Луна-27», а также создания обитаемой лунной базы, обсуждения которой ведутся достаточно активно.

### **Оригинальные статьи:**

Попель С.И. Лунная пыль над освещенной стороной Луны. Какую опасность она представляет для астронавтов // Коммерсантъ-наука. 09.06.2022; <https://www.kommersant.ru/doc/5382496>

## **Межпланетная среда (лаборатория 534)**

### **Лайман-альфа излучение как способ исследования гелиосферы**

*В.В. Измоденов, И.И. Балюкин*

Понимание роли нейтральных атомов в формировании гелиосферного ударного слоя имеет важное значение для определения динамики внутри нашего локального пузыря. В работе приведены рекомендации, основанные на существующих измерениях, по проведению новых наблюдений Лайман- $\alpha$  излучения (121.567 нм), рассеянного на атомах водорода в гелиосфере, с высоким спектральным разрешением в рамках миссии по картированию гелиосферы. Предложенные наблюдения позволят детально исследовать процесс обмена импульсом при взаимодействии частиц солнечного ветра и энергичных нейтральных атомов, который является ключом к выявлению наиболее важных процессов, протекающих в гелиосфере.

### **Оригинальные статьи:**

*M. Mayyasi M., E. Quémerais, O.A. Katushkina, J. Clarke, V.V. Izmodenov, P. Brandt, J. Sokol, J. Linsky, I.I. Baliukin, "Using Lyman-alpha to Probe the Interior and Edges of the Heliosphere", Frontiers in Astronomy and Space Sciences, 9:106398, (2022), (IF=4.055, Q1), DOI: [10.3389/fspas.2022.1063981](https://doi.org/10.3389/fspas.2022.1063981)*

### **Исследование неустойчивости тангенциального разрыва в задаче взаимодействия солнечного ветра и кометных атмосфер**

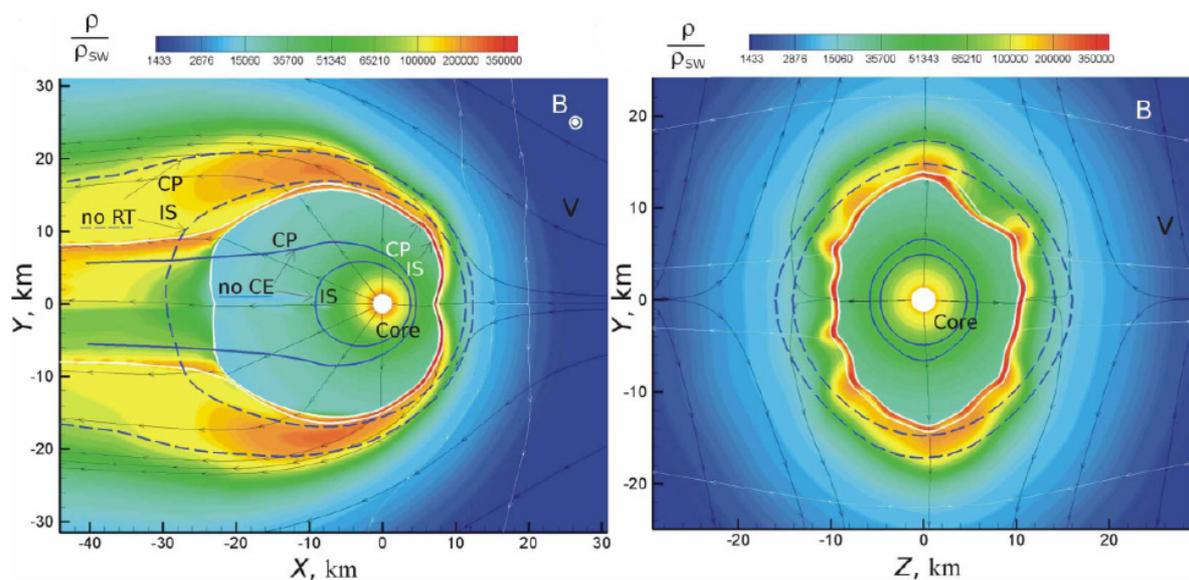
*Д.Б. Алексашов*

В 2004 году Европейское Космическое Агентство запустило космический корабль Розетта. После почти 10 лет полёта корабль приблизился к комете Чурюмова-Герасименко. В течение длительного времени корабль маневрировал возле кометы, наблюдая её окрестности. Наиболее интересным наблюдением было периодическое исчезновение магнитного поля. Было предположено, что это явление связано с неустойчивостью кометоплазмы, являющейся тангенциальным разрывом, разделяющим поток солнечного ветра и плазменную компоненту потока, истекающего из ядра кометы. Целью данной работы является изучение этой неустойчивости. Прежде всего мы рассчитали стационарное состояние с учётом перезарядки на молекулах воды и резонансной перезарядки. После этого мы решили нестационарную задачу, используя стационарное решение как начальное условие (см. рис. 1). Мы также исследовали устойчивость кометоплазмы аналитически в коротковолновом приближении.

Были получены следующие результаты:

а) показано (численно и аналитически), что скачок скорости на кометоплазме слишком слабый, чтобы преодолеть стабилизирующий эффект магнитного поля и вызвать неустойчивость Кельвина-Гельмгольца;

б) установлено, что основной причиной неустойчивости является перезарядка, и неустойчивость аналогична неустойчивости Рэля-Тейлора, имеющей место в жидкости в присутствии гравитационного поля.



**Рисунок 1.** Распределение плотности плазмы в окрестности кометы, полученное из решения нестационарной задачи о взаимодействии кометного газа с солнечным ветром. Момент времени – 3 минуты после начала эволюции стационарного состояния плазмы.

#### Оригинальные статьи:

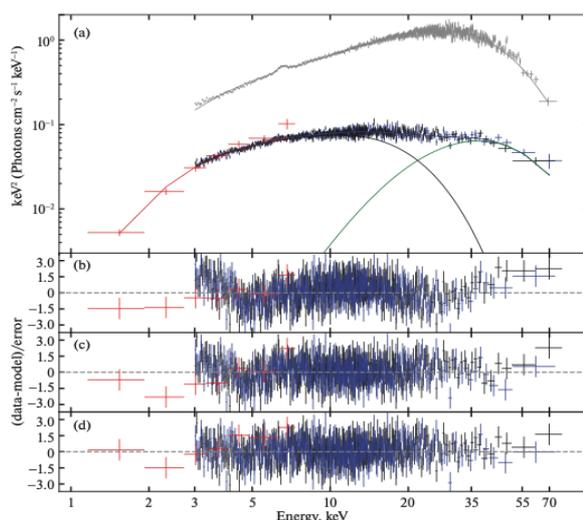
*D.B. Alexashov, V.B. Baranov, M.S. Ruderman, "On the stability of tangential discontinuity in the interaction of solar wind and cometary atmospheres", MNRAS, 513(1), 223-231, (2022), (IF=5.287, Q1), DOI: [10.1093/mnras/stac848](https://doi.org/10.1093/mnras/stac848), (РФФИ 19-01-00302, гос. задание – ИПМех (Баранов))*

## Раздел «Научные исследования, поддержанные грантами РФФИ и Мегагрантом»

### Изменение природы спектрального континуума и стабильность циклотронной линии в рентгеновском пульсаре GRO J2058+42

А.С. Горбан, С.В. Мольков, С.С. Цыганков, А.А. Муштуков, А.А. Лутовинов

В работе представлены результаты исследования транзиентного рентгеновского пульсара GRO J2058+42 по данным обсерватории NuSTAR в широком диапазоне энергий 0.3–79 кэВ. Был выполнен спектральный анализ, который показал, что при высоких светимостях спектр имеет типичную для аккрецирующих пульсаров форму, но при уменьшении светимости на порядок - спектр описывался двухкомпонентной моделью. Такое поведение было объяснено тем, что низкоэнергетическая часть спектра образуется в горячем пятне, а высокоэнергетическая - в результате резонансного комптоновского рассеяния на падающем веществе в аккреционном канале над поверхностью нейтронной звезды. В ходе работы была проведена фазово-разрешенная спектроскопия, результаты которой указывают на то, что положение циклотронной линии  $\sim 10$  кэВ согласуется с ранее полученными результатами, когда источник находился в состоянии с высокой светимостью.



**Рисунок 1.** (a) — Энергетический спектр GRO J2058+42, полученный по данным NuSTAR в августе 2019 г. (ObsID 90501336002) (зеленые и черные точки) и Swift/XRT (красные точки), сплошными линиями показана модель, наилучшим образом описывающая спектр; серыми точками показан энергетический спектр по данным NuSTAR, полученным в марте 2019 г. (ObsID 90501313002). (b) — Отклонение наблюдательных данных от модели PHABS\*(GAUSSIAN+COMPTT) без включения в модель других компонент, (c) — для модели PHABS\*(GAUSSIAN+COMPTT)\*GABS, (d) — отклонение наблюдательных данных от модели PHABS\*(GAUSSIAN+COMPTT+COMPTT).

#### Оригинальная статья/статьи:

А.С. Горбан, С.В. Мольков, С.С. Цыганков, А.А. Муштуков, А.А. Лутовинов, “Изменение природы спектрального континуума и стабильность циклотронной линии в рентгеновском пульсаре GRO J2058+42”, Письма в Астрономический Журнал, том 48, №4, с.279-289 (2022), (IF =1.194, Q3), DOI:<http://dx.doi.org/10.31857/S0320010822040027>; (поддержана грантом РФФИ 19-12-00423).

## **Исследование рентгеновского пульсара IGR J21343+4738 по данным обсерваторий NuSTAR, Swift и СРГ.**

*А.С. Горбан, С.В. Мольков, А.А. Лутовинов, А.Н. Семена*

В работе представлены результаты исследования рентгеновского пульсара IGR J21343+4738 по данным наблюдений обсерваториями NuSTAR, Swift и СРГ в широком диапазоне энергий 0.3–79 кэВ. В работе были оценены верхний и нижний пределы на магнитное поле нейтронной звезды в двойной системе  $B < 2.5 \times 10^{11}$  Гс и  $B > 3.4 \times 10^{12}$  Гс в связи с отсутствием особенностей поглощения в энергетических спектрах источника, как усредненном, так и фазово-разрешенных. Спектральный и временной анализ показали, что IGR J21343+4738 имеет все свойства квази-постоянного рентгеновского пульсара с периодом пульсаций  $322.71 \pm 0.04$  с и светимостью  $L_x \approx 3.25 \times 10^{35}$  эрг с<sup>-1</sup>. С помощью анализа долговременной переменности объекта в рентгеновских лучах был подтвержден возможный орбитальный период двойной системы на масштабе  $\sim 34.3$  дня, ранее обнаруженный в оптике.

### **Оригинальная статья/статьи:**

*А.С. Горбан, С.В. Мольков, А.А. Лутовинов, А.Н. Семена, “Исследование рентгеновского пульсара IGR J21343+4738 по данным обсерваторий NuSTAR, Swift и СРГ”, Письма в Астрономический Журнал, том 48, №12, (2022), (IF = 1.194, Q3), DOI: <http://dx.doi.org/10.31857/S0320010822110080>; (поддержана грантом РФФ 19-12-00423)*

## **Расширение наблюдательной базы для измерения периода осевого вращения и орбитального вращения рентгеновского пульсара SMC X-1 по данным боковой засветки телескопа NuSTAR**

*Кривонос Р.А. (ИКИ РАН)*

Архив данных телескопа NuSTAR содержит наблюдения, которые имеют заметную боковую засветку от ярких источников рентгеновского излучения, которые находились вне поля зрения, на угловом расстоянии от 1 до 4 градусов. Эти наблюдения позволяют исследовать спектральные и временные характеристики источников, что открывает дополнительные возможности для научных измерений. В данной работе был проведен временной анализ боковой засветки от массивной рентгеновской двойной системы SMC X-1. В частности, были измерены орбитальные эфемериды и построены профили импульсов в разных энергетических каналах. Были подтверждены орбитальные эфемериды SMC X-1 измеренные на других экспериментах. Было показано, что форма профиля импульса SMC X-1, оставаясь двухвершинным, значительно меняется со временем и лишь незначительно с энергией.

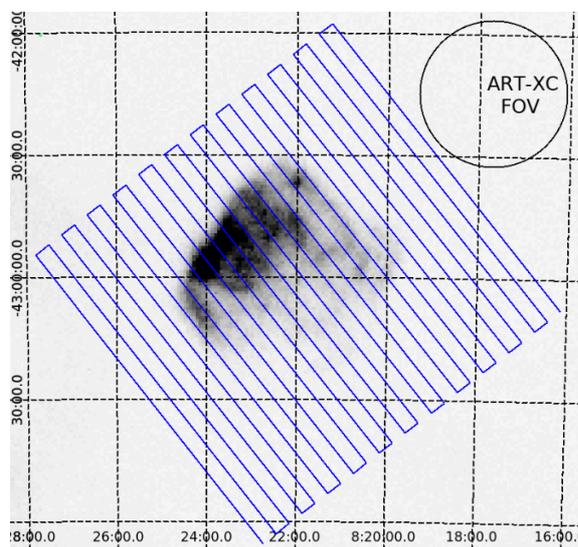
### **Оригинальная статья/статьи:**

*Брумбак М., Грефенштетт Б., Бюиссон Д., Бачетти М., Коннорс Р., Гарсия Х., Джаоданд А., Кривонос Р., Лудлам Р., Мэдсен К. Мастеруо Г., Томсик Дж., Вик Д., “Extending the Baseline for SMC X-1’s Spin and Orbital Behavior with NuSTAR Stray Light”, 20 февраля 2022 принято к публикации в журнале The Astrophysical Journal (IF= 5.521), Том 926, Выпуск 2, id.187, DOI: <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac4d24>; (поддержана грантом РФФ 19-12-00369)*

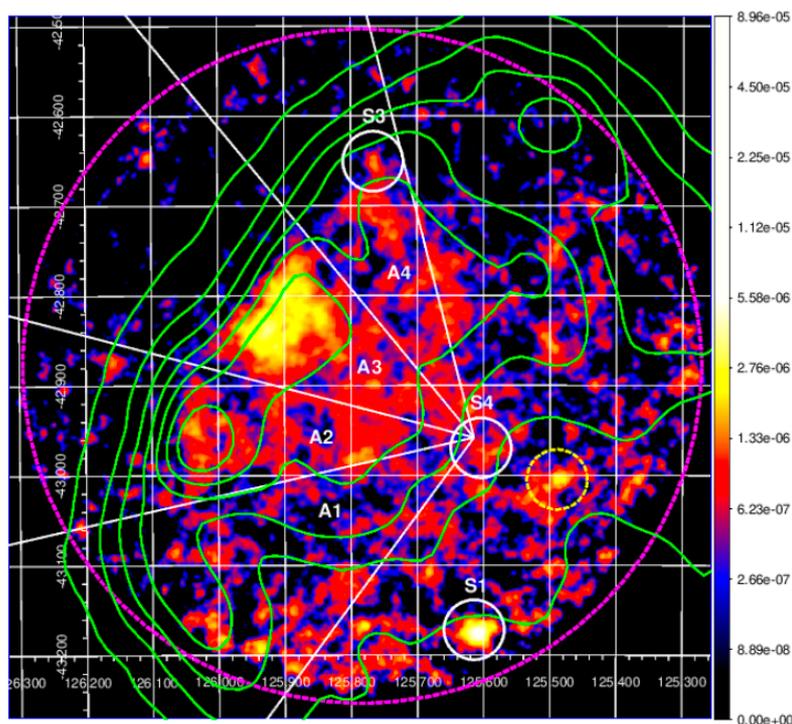
## Широкоугольное картографирование остатка вспышки сверхновой Корма А

*Кривонос Р., Арефьев В., Лапшов И., Филиппова Е., Буренин Р., Семена А., Гребенев С., Сазонов С., Штыковский А., Ткаченко А., Лутовинов А.,*

Обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма» (SRG) в настоящее время проводит четырехлетний рентгеновский обзор всего неба, начатый 12 декабря 2019 года. Наблюдения периодически прерываются для технологических операций с космическим аппаратом. Эти временные интервалы обычно используются телескопом ART-XC Михаила Павлинского для проведения калибровок. В этом контексте СРГ провел сканирование остатка вспышки сверхновой Корма А (Puppis A) с целью проверить качество изображения ART-XC и оптимизировать методику реконструкции изображений для протяженных объектов. Используя уникальные возможности визуализации ART-XC и его равномерный охват всей области Puppis A (Рис. 1), мы попытались исследовать морфологию этого остатка на энергиях выше 4 кэВ и провести поиск ранее неизвестных источников рентгеновского излучения. Корма А наблюдался в 2019-2020 гг несколькими наборами наблюдений с охватом области неба  $1,5^\circ \times 1,5^\circ$  с экспозицией 36 часов. Дополнительные глубокие наблюдения центральной части остатка Корма А были проведены в 2021 году и продолжались 31 час, чтобы выявить морфологию протяженного излучения. Рентгеновское излучение Корма А было обнаружено как протяженная структура в диапазоне энергий 4–6 кэВ на высоком уровне значимости. Морфология излучения в целом согласуется с ранее наблюдаемой в мягком рентгеновском диапазоне. Изображение глубокого неба Puppis A, полученное с помощью телескопа ART-XC (Рис. 2), характеризуется типичной морфологией расширяющейся оболочки остатка сверхновой, протяженным излучением и яркой областью излучения в северо-восточной части оболочки сверхновой. Также было обнаружено четыре точечных источника рентгеновского излучения, в том числе три объекта, указанные в каталогах, и один новый источник рентгеновского излучения.



**Рисунок 1.** Широкоугольное сканирующее наблюдение остатка вспышки сверхновой Корма А телескопом ART-XC обсерватории СРГ. Синие линии показывают движение оптической оси телескопа. Круг обозначает поле зрения телескопа. В качестве фонового изображения использована карта остатка, полученная телескопом ROSAT.



**Рисунок 2.** Широкоугольное изображение остатка вспышки сверхновой Корма А телескопом ART-XC обсерватории СРГ в диапазоне энергий 4-6 кэВ.

**Оригинальная статья/статьи:**

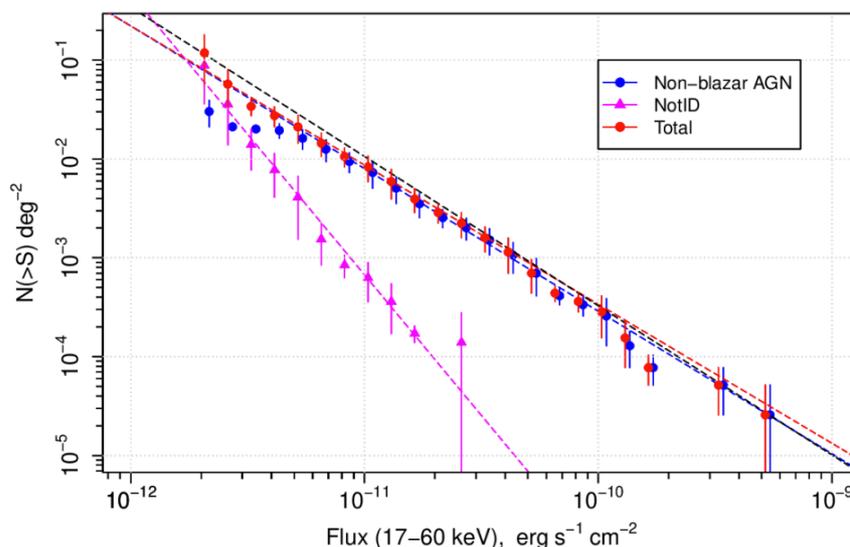
Кривонос Р., Арефьев В., Латишов И., Филиппова Е., Буренин Р., Семена А., Гребенев С., Сазонов С., Штыковский А., Ткаченко А., Лутовинов А., “Wide-field X-ray observations of the supernova remnant Puppis A with the SRG/ART-XC telescope”, 9 декабря 2021 принято к публикации в журнале MNRAS (IF= 5.235, Q1), <https://doi.org/10.1093/mnras/stab3647>; (поддержана грантом РФФ 19-12-00369)

**17-летний рентгеновский обзор всего неба по данным обсерватории ИНТЕГРАЛ**

Кривонос Р.А., Сазонов С.Ю., Кузнецова Е.А., Лутовинов А.А., Мереминский И.А., Цыганков С.С. (ИКИ РАН)

Международная гамма-обсерватория ИНТЕГРАЛ, созданная в 2002 г., продолжает успешную работу по наблюдению неба в области энергий  $E > 20$  кэВ. Наследие миссии уже включает большое количество открытых (или ранее мало изученных) источников жесткого рентгеновского излучения. Растущий архив ИНТЕГРАЛа позволяет провести обзор всего неба, включающий ряд глубоких внегалактических полей и самый глубокий в истории жесткий рентгеновский обзор Галактики. Воспользовавшись данными, собранными за 17 лет с помощью телескопа кодирующей апертуры IBIS обсерватории ИНТЕГРАЛ, мы провели обзор источников жесткого рентгеновского излучения, проанализировав информацию о потоках в полосе энергий от 17 до 290 кэВ. Каталог включает 929 объектов, 890 из которых превышают порог обнаружения  $4,5\sigma$ , а остальные обнаруживаются при  $4,0\sigma$ - $4,5\sigma$  и относятся к известным каталогизированным источникам жесткого рентгеновского излучения. Среди выявленных источников известной или предполагаемой природы 376 связаны с Галактикой и Магеллановыми облаками, в том числе 145 маломассивных и 115 массивных рентгеновских двойных, 79 катаклизмических переменных и 37 других типов; и 440 внегалактических, в том числе 429 активных галактических ядер (АЯГ), 2 сверхъярких источника, 1 сверхновая (AT2018cow) и 8 скоплений галактик. 113 источников остаются неизвестными. Впервые обнаружено 46

объектов в жестком рентгеновском диапазоне. Распределение LogN-LogS по 356 АЯГ измерено до потока  $2E-12$  эрг/с/см<sup>2</sup> и может быть описано степенным законом с наклоном  $1,44 \pm 0,09$  и нормировкой  $8E-3$  /град<sup>2</sup> при  $1E-11$  эрг/с/см<sup>2</sup>. Распределение LogN-LogS неклассифицированных источников указывает на то, что большинство из них имеют внегалактическое происхождение.



**Рисунок 1.** На рисунке показано распределение LogN-LogS по 356 АЯГ (синие точки). Распределение LogN-LogS неклассифицированных источников (фиолетовые точки) указывает на то, что большинство из них имеют внегалактическое происхождение, как видно из полного распределения (красные точки).

#### Оригинальная статья/статьи:

Кривонос Р.А., Сазонов С.Ю., Кузнецова Е.А., Лутовинов А.А., Мереминский И.А., Цыганков С.С. “ INTEGRAL/IBIS 17-yr hard X-ray all-sky survey”, 21 декабря 2021 принято к публикации в журнале MNRAS (IF= 5.235, Q1), Том 510, Выпуск 4, <https://doi.org/10.1093/mnras/stab3751> (поддержана грантом РФФ 19-12-00396)

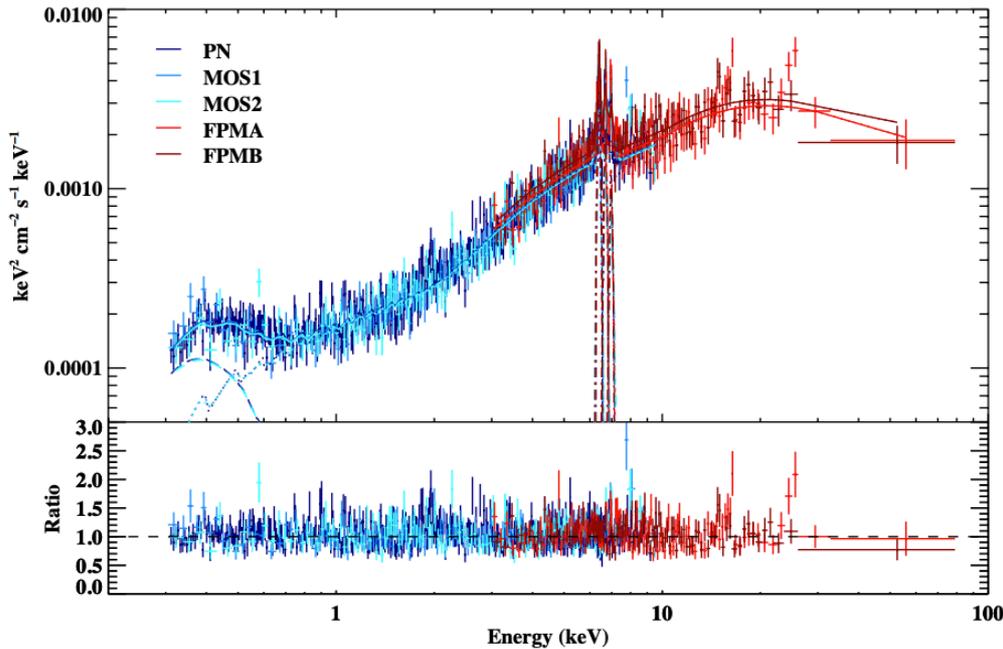
#### Классификация IGR J18007-4146 как промежуточного поляра по данным ХММ и НуСТАР

Кривонос Р.А. (ИКИ РАН)

Многие новые и неотожествленные галактические рентгеновские источники недавно были обнаружены в результате продолжающегося обзора всего неба обсерватории ИНТЕГРАЛ. Было показано, что значительная их часть относится к типу аккрецирующих белых карликов (БК), известных как катаклизмические переменные (КП).

Дополнительные наблюдения часто требуются для категоризации и классификации этих источников, а также могут выявить потенциально уникальные или интересные случаи. Одним из таких случаев является IGR J18007-4146, который, вероятно, является КП, основанным на дополнительных наблюдениях телескопом Чандра и ограничениях из оптических/ИК-каталогов. Используя одновременные наблюдения ХММ-Newton и НуСТАР, а также доступные оптические/ИК данные, мы подтверждаем природу IGR J18007-4146 как катаклизмическую переменную промежуточного типа. Временной анализ данных ХММ показывает периодический сигнал  $424,4 \pm 0,7$  с, который был интерпретирован как период вращения БК. Рентгеновский спектр хорошо описывается моделью теплового континуума с поглощением, мягким избытком и комплексом линии железа. По рентгеновскому спектру мы можем измерить массу БК, которая составляет

1,06 (+0,19 -0,10) солнечных масс, что означает, что IGR J18007-4146 более массивен, чем в среднем магнитные КП.



**Рисунок 1.** На рисунке показан рентгеновский спектр источника IGR J18007-4146 по данным обсерваторий XMM (синие точки) и NuSTAR (красные точки).

#### Оригинальная статья/статьи:

Коемур Б., Томсик Дж., Шау А., Мукай К., Кламель М., Харе Дж., Кривонос Р., Формашини Ф., “Classifying IGR J18007-4146 as an intermediate polar using XMM and NuSTAR”, 26 января 2022 принято к публикации в журнале MNRAS (IF= 5.235, Q1), Том 511, Выпуск 3, <https://doi.org/10.1093/mnras/stac263>; (поддержана грантом РФФ 19-12-00369)

#### Открытие транзиентной циклотронной линии в рентгеновском пульсаре Swift J1808.4-1754 и идентификация оптического компаньона

А.А.Лутовинов, Д.И.Карасев С.В. Мольков

По данным обсерваторий NuSTAR и Swift, собранным во время вспышки 2014 г., исследованы временные и спектральные свойства малоизученного рентгеновского пульсара Swift J1808.4-1754 в диапазоне энергий 0.8–79 кэВ. На кривой блеска источника обнаружены сильные пульсации с периодом  $909.73 \pm 0.03$  с, при этом доля пульсирующего излучения демонстрирует немонотонную зависимость от энергии с локальным минимумом в районе 17-22 кэВ. Обнаружены фазовые запаздывания в одной из составляющих профиля импульса, достигающие максимального значения примерно при одной и той же энергии. Усредненный по фазе спектр источника имеет степенную форму с экспоненциальным завалом на высоких энергиях, что характерно для рентгеновских пульсаров. Фазово-разрешенная спектроскопия выявила наличие линии циклотронного поглощения на  $\sim 21$  кэВ, что позволило нам оценить магнитное поле нейтронной звезды в  $2.4 \times 10^{12}$  Гс. Это делает Swift J1808.4-1754 членом очень небольшого семейства рентгеновских пульсаров с транзиентной циклотронной линией в узком фазовом диапазоне. Помимо этого, данные Nordic Optical Telescope позволили изучить свойства инфракрасного компаньона в системе и сделать вывод, что, скорее всего, это звезда класса Ве, находящаяся на расстоянии 5-8 кпк.

## Оригинальная статья/статьи:

Salganik, A., Tsygankov, S. S., Lutovinov A. A., Djurvik, Anlaug A., Karasev D. I., Molkov S. V., “Discovery of a pulse-phase-transient cyclotron line in the X-ray pulsar Swift J1808.4-1754 and identification of an optical companion”, *MNRAS*, 514, p. 2707 (2022), (IF = 5.287, Q1), DOI:10.1093/mnras/stac1462 (поддержана грантом РФФИ 19-12-00423)

## Открытие самой яркой «коровы» на небе рентгеновским телескопом СРГ/еРОЗИТА

П.С. Медведев, С.Ю. Сазонов, М.Р. Гильфанов, Г.А. Хорунжев, Р.А. Сюняев

Среди рентгеновских транзиентов, открытых в ходе обзора всего неба телескопа СРГ/еРОЗИТА особое внимание привлек источник SGR J154754.2+443907, обнаруженный в июле 2020 г. 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. Но открытие рентгеновского излучения принципиально изменило это представление. Существует класс оптических транзиентов, связанных со взрывами сверхновых, которые характеризуются «быстрыми» кривыми блеска и голубым избытком в континууме. Среди них наиболее загадочный и крайне немногочисленный подкласс – объекты типа AT2018cow («корова»). Вспышки «коров» характеризуются светимостью в 1000 раз больше, чем у обычных сверхновых-коллапсаров. Такая светимость не может быть объяснена распадом радиоактивного никеля-56 и требует альтернативных источников энергии. До сих пор было известно только четыре таких объекта. Широкая международная кампания по исследованию нового источника, в которой активное участие приняли ученые ИКИ РАН, подтвердила, что SGR J154754.2+443907 является пятым объектом этого типа. В многоволновых наблюдениях участвовали 10-метровый оптический телескоп Кека, крупнейшие радиотелескопы VLA и GMRT, космические рентгеновские обсерватории СРГ, Chandra, Swift и XMM-Newton. Телескоп СРГ/еРОЗИТА наблюдал этот объект вскоре после пика кривой блеска. Эти наблюдения показали, что SGR J154754.2+443907 является самой мощной из известных «коров», со светимостью более  $2 \cdot 10^{43}$  эрг/с. Объяснить такую светимость могла бы молодая быстро вращающаяся нейтронная звезда со сверхсильным магнитным полем (магнитар) или только что рожденная черная дыра, аккрецирующая вещество разорвавшейся звезды-прародителя. В любом случае, мы стали свидетелями рождения релятивистского компактного объекта в результате взрыва массивной звезды.

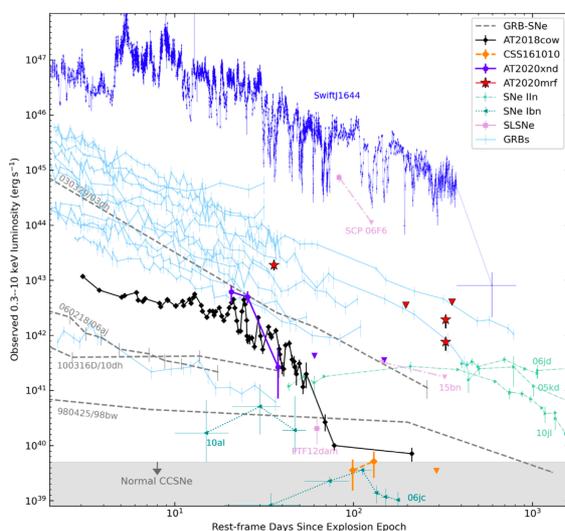


Рисунок 1. Рентгеновская кривая блеска AT2020mrf в сравнении с кривыми блеска других объектов типа «корова», а также обычных сверхновых и послесвечений космических гамма-всплесков.

## Оригинальная статья:

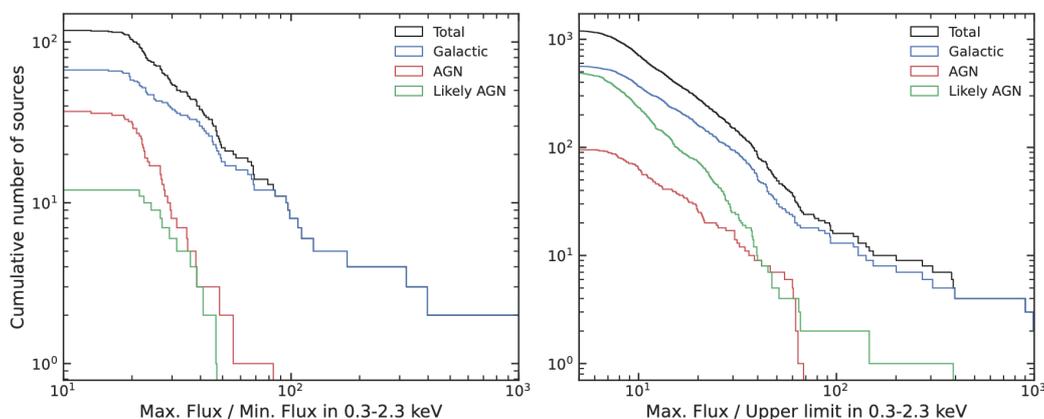
Y. Yao, A.Y.Q. Ho, P. Medvedev, A.J. Nayana, D.A. Perley, S. R. Kulkarni, P. Chandra, S. Sazonov, M. Gilfanov, G. Khorunzhev, D.K. Khatami, R. Sunyaev, “The X-Ray and Radio Loud Fast Blue Optical Transient AT2020mrf: Implications for an Emerging Class of Engine-driven Massive Star Explosions”, *The Astrophysical Journal*, V. 934, p. 104 (2022), (IF = 5.874, Q1), DOI: [10.3847/1538-4357/ac7a41](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7a41), (поддержана грантом РНФ 21-12-00343)

## Сильно переменные активные ядра галактик в обзоре неба СРГ/eROSITA: I. Построение выборки и каталог объектов, задетектированных в низком состоянии

П.С. Медведев, М. Р. Гильфанов, С. Ю. Сазонов, Р. А. Сюняев, Г. А. Хорунжев

Используя данные, полученные телескопом eРОЗИТА в период с декабря 2019 г. по февраль 2022 г., мы провели систематический поиск и исследование всех переменных внегалактических рентгеновских источников на масштабах переменности от полугода.

В результате этой работы нам удалось найти 1325 источников, рентгеновский поток от которых в диапазоне энергий 0.3–2.3 кэВ менялся более чем в 10 раз на уровне достоверности не менее чем 99.73%. Кумулятивное распределение отобранных источников по максимальной амплитуде их переменности ( $R_x$ ) показано на Рис. 13. Отождествление и классификация отобранных источников производилась при помощи каталога Gaia DR3, каталога известных АЯГ Million Quasars и инфракрасного обзора WISE. Из 1325 источников 635 объекта были классифицированы нами как АЯГ или как кандидаты в АЯГ. В работе Медведев и др. 2022 мы опубликовали каталог из 49 объектов из отобранных 635, для которых был статистически значимо задетектирован поток в низком состоянии. Мы подробно изучили спектральные характеристики в низких и высоких состояниях для источников из вышеописанной выборки из 49 сильно переменных АЯГ. Оказалось, что спектры в высоком состоянии в среднем мягче, чем в низком состоянии. Помимо этого, мы изучили группу из 10 “потухших” АЯГ, для которых зарегистрировано значительное падение рентгеновского потока между двумя обзорами, после чего в последующих обзорах поток не восстановился до значений, сравнимых с максимальным. Ни для одного источника из этой группы не было найдено статистически значимых изменений колонки поглощения вдоль луча зрения. Такие изменения могли бы указывать на связь “потухших” АЯГ с классом т.н. “changing-look” АЯГ. Исследования в этом направлении будут продолжены для более широкой выборки из 635 кандидатов в АЯГ.



**Рисунок 1.** Распределение выборки сильно переменных источников по максимальной амплитуде переменности, зарегистрированной по данным 5 обзоров СРГ/eROSITA в диапазоне энергий 0.3–2.3 кэВ. На левой панели показаны источники, которые детектируются в обзорах, в которых зарегистрирован их наименьший поток

(правдоподобие > 6). На правой панели показаны источники, не детектируемые в обзорах, относительно которых получено наиболее значимое изменение потока.

**Оригинальная статья/статьи:**

*П.С. Медведев, М. Р. Гильфанов, С. Ю. Сазонов, Р. А. Сюняев, Г. А. Хорунжеев, “Highly Variable Active Galactic Nuclei in the SRG/eROSITA All-Sky Survey: I. Catalog of Sources Detected in the Low State”, Astronomy Letters, 12, 48, (2022), (IF = 1.194, Q3), DOI: (поддержана грантом РФФ 21-12-00343)*

**Исследование SRGA J181414.6-225604 — новой симбиотической рентгеновской двойной системы в нашей Галактике**

*И.А. Мереминский, А.А. Лутовинов, А.Н. Семена*

Исследована природа рентгеновского транзиента SRGA J181414.6-225604, открытого телескопом ART-XC в 2021 году. Благодаря многоволновой наблюдательной кампании удалось классифицировать его как симбиотическую рентгеновскую двойную систему, в которую входит компактный объект — скорее всего нейтронная звезда, и мирида — красный гигант позднего спектрального класса.

Из анализа спектральных распределений энергии, полученных по архивным фотометрическим данным, было показано, что в 2019 году в системе произошел мощный эпизод образования пыли, приведший к наблюдавшемуся потусклению звезды в ближнем ИК-диапазоне. Через несколько лет, медленно расширяющаяся пылевая оболочка достигла компактного объекта. Приток вещества на поверхность нейтронной звезды вызвал рентгеновскую вспышку, которую и зарегистрировал ART-XC. Данный сценарий является уникальным и ранее не наблюдался в симбиотических рентгеновских системах.

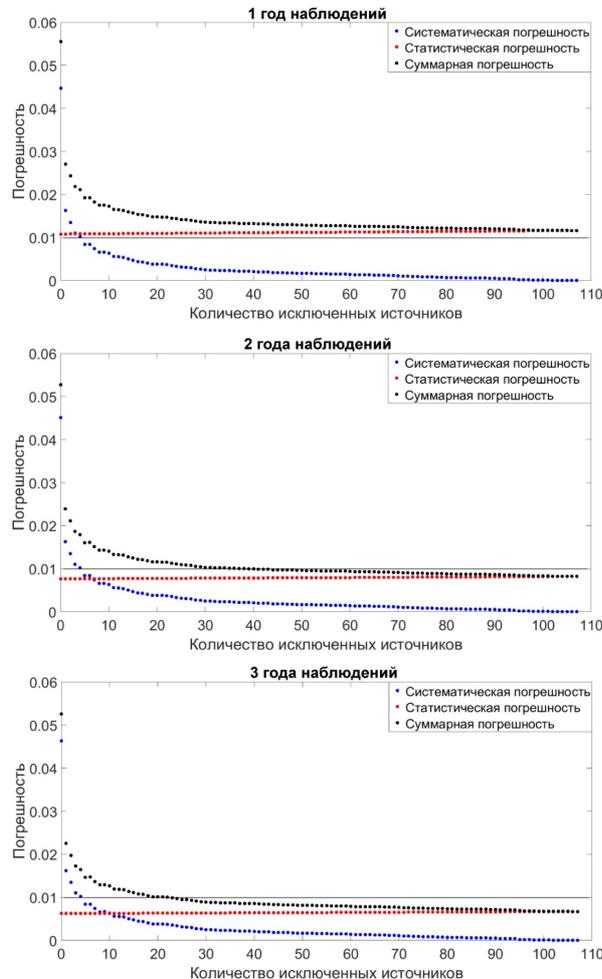
**Оригинальная статья/статьи:**

*K. De, I. Mereminskiy, R. Soria, C. Conroy, E. Kara, A. Shreya, M. C. B. Ashley, M. L. Boyer, D. Chakrabarty, B. Grefenstette, M. Hankins, L. A. Hillenbrand, J. E. Jencson, V. Karambelkar, M. M. Kasliwal, R. M. Lau, A. Lutovinov, A. M. Moore, N. Mason, C. Panagiotou, D. R. Pasham, A. Semena, R. Simcoe, J. Soon, G. P. Srinivasaragavan, T. Travouillon, Y. Yao, «SRGA J181414.6-225604: A New Galactic Symbiotic X-Ray Binary Outburst Triggered by an Intense Mass-loss Episode of a Heavily Obscured Mira Variable», The Astrophysical Journal, 935, 36, (2022) (IF = 5.874, Q1), <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7c6e>, (работа поддержана грантом РФФ 19-12-00423)*

**Монитор всего неба для высокоточного измерения космического рентгеновского фона с борта МКС**

*Д.В. Сербинов, Н.П. Семена, А.Н. Семена, А.А. Лутовинов, В.В. Левин, С.В. Мольков, А.В. Кривченко, А.А. Ротин, М.В. Кузнецова (ИКИ РАН)*

В статье рассматривается планирующийся в 2022 – 2025 гг. эксперимент Монитор всего неба (МВН) на борту Международной космической станции по высокоточному измерению космического рентгеновского фона (КРФ) методом модуляции апертуры. Разработана методика, позволяющая минимизировать погрешность измерений в рамках эксперимента МВН. Проведено моделирование основных результатов эксперимента, показавшее возможность достижения рекордной точности измерения КРФ. Рассмотрены основные системы МВН и приведены результаты полётных и наземных экспериментов по измерению характеристик этих систем.



**Рисунок 1.** Погрешности определения КРФ за 1, 2 и 3 года наблюдений

### Оригинальная статья/статьи:

*D.V. Serbinov, N.P. Semena, A.N. Semena, A.A. Lutovinov, V.V. Levin, S.V. Molkov, A.V. Krivchenko, A.A. Rotin, M.V. Kuznetsova «All-Sky Monitor for High-Accuracy Measurement of the Cosmic X-ray Background Onboard the International Space Station» опубликовано 21 октября 2022 в журнале Astronomy Letters (IF = 1,194), Vol. 48, № 4, pp. 222-242, <https://doi.org/10.1134/S1063773722040053> (поддержана грантом 14.W03.31.0021 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации).*

### Новые активные ядра галактик, обнаруженные телескопами ART-XC и eROSITA обсерватории СРГ в ходе рентгеновского обзора всего неба.

*Г. С. Усков, И. А. Зазнобин, С. Ю. Сазонов, А. Н. Семена, М. Р. Гильфанов, Р. А. Буренин, Р. А. Кривонос, П. С. Медведев, Г. А. Хорунжеев, Р. А. Сюняев*

Представлены результаты отождествления 17 рентгеновских источников, обнаруженных в диапазоне энергий 4–12 кэВ телескопом ART-XC им. М.Н. Павлинского в течение первого года обзора всего неба обсерватории СРГ. Три из них были открыты телескопом ART-XC, а остальные уже были известны ранее как рентгеновские источники, однако их природа оставалась неизвестной. С помощью 1.6-м телескопа АЗТ-33ИК Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН и 1.5-м Российско-турецкого телескопа Национальной обсерватории TUBITAK были получены оптические спектры девяти источников, расположенных на северном небе ( $\delta > -20$ ). Для остальных объектов были проанализированы архивные оптические спектры, полученные в ходе обзора 6dF. Все исследованные объекты оказались сейфертовскими галактиками (8 – первого типа, 7 – второго типа и 2 – промежуточного типа 1.8) на красных смещениях до  $z \approx 0.15$ . По данным телескопов eROSITA и ART-XC обсерватории СРГ получены рентгеновские спектры в диапазоне 0.2–20 кэВ для восьми

источников. У трех из них обнаружено значительное внутреннее поглощение ( $N_H > 10^{22} \text{ см}^{-2}$ ), причем два из них, вероятно, являются сильно поглощенными ( $N_H \sim 10^{23} \text{ см}^{-2}$ ). Эта статья является продолжением серии публикаций по оптическому отождествлению активных ядер галактик, обнаруженных телескопом ART-XC.

#### **Оригинальная статья/статьи:**

*Г. С. Усков, И. А. Зазнобин, С. Ю. Сазонов, А. Н. Семена, М. Р. Гильфанов, Р. А. Буренин, М. В. Еселевич, Р. А. Кривонос, А. Р. Ляпин, П. С. Медведев, Г. А. Хорунжеев, Р. А. Сюняев, «Новые активные ядра галактик, обнаруженные телескопами ART-XC и eROZITA обсерватории SRG в ходе рентгеновского обзора всего неба», Письма в Астрономический журнал, 48, № 2, стр. 95 (2022), (IF=1.194, Q3), DOI:10.31857/S032001082202005X, (поддержана грантом РФФИ 19-12-00396)*

#### **Поиск далеких и ярких рентгеновских квазаров в ходе обзора неба SRG/eROZITA (программа DaLeQo). Первые результаты по наблюдениям на телескопе БТА**

*Г.А. Хорунжеев, А.В.Мещеряков, П.С.Медведев, Р.А.Буренин, Р.А.Кривонос, Г.С.Усков, И.А.Зазнобин, Р.А. Сюняев, С.Ю.Сазонов, М.Р.Гильфанов*

В работе проведена спектроскопическая проверка качества отбора системы SRGz, разработанной в ИКИ РАН для поиска кандидатов в далекие квазары среди рентгеновских источников SRG/eROZITA. Благодаря наблюдениям на 6-метровом телескопе БТА ограниченной выборки кандидатов в далекие квазары удалось впервые оценить чистоту отбора кандидатов системы SRGz для слабых источников в оптике ( $i > 20.2$ ). Чистота выборки оптически слабых кандидатов в квазары на  $z > 3$  составляет около 50%. Для открытых квазаров удалось впервые получить оценки масс СМЧД и темпы аккреции вещества в них.

Был подтвержден один из самых далеких рентгеновских кандидатов квазары SRG/eROZITA на красном смещении  $z=5.02$ . Квазары на  $z > 5$  – редчайшие источники на небе. До этого только один рентгеновский квазар на  $z=5.5$  был открыт в обзоре SRG/eROZITA в слепом поиске среди кандидатов с фотометрическими красными смещениями.

#### **Оригинальная статья/статьи:**

*Г.А.Хорунжеев, С.Н.Додонов, А.В.Мещеряков, А.В.Моисеев, А.А.Гроховская, С.С.Котов, Е.А.Малыгин, Р.И.Уклеин, Е.С.Шабловинская, П.С.Медведев, В.Д.Борисов, Р.А.Буренин, Р.А.Кривонос, Г.С.Усков, И.А.Зазнобин, Р.А.Сюняев, С.Ю.Сазонов, М.Р.Гильфанов, "Поиск далеких и ярких рентгеновских квазаров в ходе обзора неба SRG/eROZITA (программа DaLeQo). Первые результаты по наблюдениям на телескопе БТА", Письма в Астрономический журнал, 48, №2, 77-94, (2022), (IF=1.194, Q3), DOI:<http://dx.doi.org/10.1134/S1063773722020037>, (поддержана грантом РФФИ 21-12-00343)*

## Заключение

В настоящем отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2022 г. по теме «Вселенная». По результатам этих исследований сотрудниками ИКИ РАН в 2022 г. были опубликованы 65 научных статей (27 без поддержки РНФ). Из них:

- статьи в зарубежных изданиях – 31
- статьи в отечественных научных рецензируемых журналах – 16
- научно-популярные статьи – 1
- статьи в сборниках материалов конференций - 9
- астрономические телеграммы – 8
- также был получен 1 патент на полезную модель.

Одним из важнейших и уникальных результатов, полученных в ИКИ РАН за 2022 год, был признан результат, относящийся к теме «Вселенная»:

**“ Галактика и метagalктика в жестких рентгеновских лучах – обзор неба с помощью телескопа ART-XC орбитальной обсерватории СРГ ”**

В заключение отметим, что работы по теме «Вселенная» проводились в соответствии с утвержденным планом и полностью выполнены.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### ***Публикации по теме ВСЕЛЕННАЯ (27)***

Всего научных публикаций в 2022г: 47 (без трудов конференций и телеграмм)

В том числе в зарубежных изданиях: 31 (из них 12 РФ)

Статьи в отечественных рецензируемых журналах: 16 (из них 8 РФ)

В соавторстве с иностранными учеными: 25

-----  
статьи в сборниках и материалах конференций: 9

Телеграммы: 8

Статьи в научно - популярных изданиях: 1

### **Публикации в российских журналах**

- 1) *И.М. Хамитов, И.Ф. Бикмаев, Н.С. Лыскова, А.А. Круглов, Р.А. Буренин, М.Р. Гильфанов, А.А. Гроховская, С.Н. Додонов, С.Ю. Сазонов, А.А. Старобинский, Р.А. Сюняев, И.И. Хабибуллин, Е.М. Чуразов, "Оценка массы очень массивного скопления галактик SRGE CL2305.2-2248 по сильному линзированию", Письма в Астрономический журнал, 48, 1, (2022), (IF = 1.194, Q3), DOI: 10.31857/S0320010822010041*
- 2) *И.А. Мереминский, К.А. Постнов, А.А. Лутовинов, В.А. Арефьев, И.Ю. Лапинов, С.В. Мольков, С.Ю. Сазонов, А.Н. Семена, А.Ю. Ткаченко, А.Е. Штыковский, Ж. Лью, Й. Вилмс, А. Рау, Т. Доузер, И. Крекенбойм, «Поиск рентгеновского излучения, предшествующего слиянию двойных нейтронных звезд, в данных обзора всего неба обсерваторией Спектр-РГ», Письма в Астрономический журнал, 48, 7 (2022), (IF = 1.194, Q3), <https://doi.org/10.1134/S1063773722070064>*
- 3) *П.С. Медведев, И. И. Хабибуллин, А. Н. Семена, И. А. Мереминский, С. А. Трушкин, А. В. Шевченко, С. Ю. Сазонов, "Рентгеновские струи SS 433 в период вспышечной активности летом 2018 года", Письма в Астрономический журнал, 48, 7, с. 506-522, 2022, (IF = 1.194, Q3), DOI <https://doi.org/10.1134/S1063773722070052>*
- 4) *Burenin R. A., "Forced Photometry for Pan-STARRS1 Objects Based on WISE Data", Astronomy Letters, 48, 153, (2022), DOI:10.1134/S1063773722030021*
- 5) *Morozova T. I., Garasev M.A., Kuznetsov I.A. On the possibility of dust grain destruction by the Coloumb explosion in protoplanetary disks // Radiophysics and Quantum Electronics. V. 65. No. 1. P. 1-7 (2022) (IF=1.078, Q3) DOI: 10.1007/s11141-022-10188-x]*
- 6) *Popel S. I., Golub' A. P. On Anomalous Dissipation in the Plasma of the Dusty Lunar Exosphere // JETP Letters. V. 115. No. 10. P. 596-601 (2022), (IF=1.400, Q2), DOI: 10.1134/S0021364022100587]*
- 7) *Morozova T. I., Popel S. I. Lower Hybrid Waves upon Interaction of Meteor Wakes with the Earth's Ionosphere // Plasma Physics Reports. V. 48. No. 7. P. 774-777 (2022), (IF=1.133, Q3) DOI: 10.1134/S1063780X22600384*

- 8) *Shtykovsky A. E., Arefiev V. A., Lutovinov A. A., "Broadband Analysis of the Wind System X1908+075 Based on NuSTAR Data", Astronomy Letters, 48, 284, (2022), (IF=1.194, Q3), DOI:10.1134/S1063773722060068*

### **Научно-популярные работы**

*Попель С.И. Лунная пыль над освещенной стороной Луны. Какую опасность она представляет для астронавтов // Коммерсантъ-наука. 09.06.2022; <https://www.kommersant.ru/doc/5382496>*

### **С поддержкой РФФ**

- 1) *А.С. Горбан, С.В. Мольков, С.С. Цыганков, А.А. Муштуков, А.А. Лутовинов, "Изменение природы спектрального континуума и стабильность циклотронной линии в рентгеновском пульсаре GRO J2058+42", Письма в Астрономический Журнал, том 48, №4, с.279-289 (2022), (IF =1.194, Q3), DOI:http://dx.doi.org/10.31857/S0320010822040027; (поддержана грантом РФФ 19-12-00423)*
- 2) *А.С. Горбан, С.В. Мольков, А.А. Лутовинов, А.Н. Семена, "Исследование рентгеновского пульсара IGR J21343+4738 по данным обсерваторий NuSTAR, Swift и СРГ", Письма в Астрономический Журнал, том 48, №12, (2022), (IF =1.194, Q3), DOI:http://dx.doi.org/10.31857/S0320010822110080; (поддержана грантом РФФ 19-12-00423)*
- 3) *П.С. Медведев, М. Р. Гильфанов, С. Ю. Сазонов, Р. А. Сюняев, Г. А. Хорунжеев, "Highly Variable Active Galactic Nuclei in the SRG/eROSITA All-Sky Survey: I. Catalog of Sources Detected in the Low State", Astronomy Letters, 12, 48, (2022), (IF = 1.194, Q3), DOI: (поддержана грантом РФФ 21-12-00343)*
- 4) *D.V. Serbinov, N.P. Semena, A.N. Semena, A.A. Lutovinov, V.V. Levin, S.V. Molkov, A.V. Krivchenko, A.A. Rotin, M.V. Kuznetsova «All-Sky Monitor for High-Accuracy Measurement of the Cosmic X-ray Background Onboard the International Space Station» опубликовано 21 октября 2022 в журнале Astronomy Letters (IF = 1,194), Vol. 48, № 4, pp. 222-242, <https://doi.org/10.1134/S1063773722040053> (поддержана грантом 14.W03.31.0021 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации)*
- 5) *Г. С. Усков, И. А. Зазнобин, С. Ю. Сазонов, А. Н. Семена, М. Р. Гильфанов, Р. А. Буренин, М. В. Еселевич, Р. А. Кривонос, А. Р. Ляпин, П. С. Медведев, Г. А. Хорунжеев, Р. А. Сюняев, «Новые активные ядра галактик, обнаруженные телескопами ART-XC и eРОЗИТА обсерватории СРГ в ходе рентгеновского обзора всего неба», Письма в Астрономический журнал, 48, № 2, стр. 95 (2022), (IF=1.194, Q3), DOI:10.31857/S032001082202005X, (поддержана грантом РФФ 19-12-00396)*
- 6) *Г.А.Хорунжеев, С.Н.Додонов, А.В.Мещеряков, А.В.Моисеев, А.А.Гроховская, С.С.Котов, Е.А.Малыгин, Р.И.Уклеин, Е.С.Шабловинская, П.С.Медведев, В.Д.Борисов, Р.А.Буренин, Р.А.Кривонос, Г.С.Усков, И.А.Зазнобин, Р.А.Сюняев, С.Ю.Сазонов, М.Р.Гильфанов, "Поиск далеких и ярких рентгеновских квазаров в ходе обзора неба СРГ/eРОЗИТА (программа DaLeQo). Первые результаты по наблюдениям на телескопе БТА", Письма в Астрономический журнал, 48, №2, 77-94, (2022), (IF=1.194, Q3),*

DOI:<http://dx.doi.org/10.1134/S1063773722020037>, (поддержана грантом РНФ 21-12-00343)

- 7) И. М. Хамитов, И. Ф. Бикмаев, М. Р. Гильфанов, Р. А. Сюняев, П. С. Медведев, М. А. Горбачев, Э. Н. Иртуганов, "Обнаружение АЯГ и квазаров со значимыми собственными движениями по данным Gaia в каталоге рентгеновских источников SRG/eROSITA", *Письма в Астрономический журнал*, 48, 7, 2022, (IF = 1.194, Q3), DOI: 10.31857/S0320010822110092 (поддержана грантом РНФ 21-12-00343)
- 8) Belvedersky M. I., Meshcheryakov A. V., Medvedev P. S., Gilfanov M. R., "SRGz: Building an Optical Cross-Match Model for the X-ray SRG/eROSITA Sources Using the Lockman Hole Data", *Astronomy Letters*, 48, 109, (2022), (IF=1.194, Q3) DOI:10.1134/S1063773722020013 (поддержана грантом РНФ 21-12-00343)

### Публикации в иностранных журналах

- 1) Ludlam R. M., Grefenstette B. W., Brumback M. C., Tomsick J. A., Buisson D. J. K., Coughenour B. M., Mastroserio G., Wik D., Krivonos R., Jaodand A. D., Madsen K. K., "StrayCats. II. An Updated Catalog of NuSTAR Stray Light Observations", *The Astrophysical Journal*, 934, 59, (2022), (IF= 5.521, Q1), DOI:10.3847/1538-4357/ac7b27
- 2) Orlando E., Bottacini E., Moiseev A. A., Bodaghee A., Collmar W., Ensslin T., Moskalenko I. V., Negro M., Profumo S., Digel S. W., Thompson D. J., Baring M. G., Bolotnikov A., Cannady N., Carini G. A., Eberle V., Grenier I. A., Harding A. K., Hartmann D., Herrmann S., Kerr M., Krivonos R., Laurent P., Longo F., Morselli A., Philips B., Sasaki M., Shawhan P., Shy D., Skinner G., Smith L. D., Stecker F. W., Strong A., Sturmer S., Tomsick J. A., Wadiasingh Z., Woolf R. S., Yates E., Ziock K.-P., Zoglauer A., "Exploring the MeV sky with a combined coded mask and Compton telescope: the Galactic Explorer with a Coded aperture mask Compton telescope (GECCO)", *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2022, 036, (2022), (IF= 5.235), DOI:10.1088/1475-7516/2022/07/036
- 3) Ehlert S., Chen C. T., Swartz D., Hickox R. C., Lutovinov A., Semena A., Krivonos R., Shtykovsky A., Tkachenko A., "A probabilistic method of background removal for high energy astrophysics data", *MNRAS*, 515, 5185, (2022), (IF= 5.235, Q1), DOI:10.1093/mnras/stac2072
- 4) D.V. Lal, N. Lyskova, C. Zhang, T. Venturi, W.R. Forman, C. Jones, E.M. Churazov, R. J. van Weeren, A. Bonafede, N.A. Miller, I.D. Roberts, A.M. Bykov, L. Di Mascolo, M. Brüggen, G. Brunetti, "High-resolution, High-sensitivity, Low-frequency uGMRT View of Coma Cluster of Galaxies", *the Astrophysical Journal*, 934, 170, (2022), (IF=5.521, Q1), DOI: 10.3847/1538-4357/ac7a9b

- 5) Churazov E. M., Khabibullin I. I., Bykov A. M., Chugai N. N., Sunyaev R. A., Zinchenko I. I., "LOFAR detection of faint radio emission from the supernova remnant SRGe J0023+3625 = G116.6-26.1: probing the Milky Way synchrotron halo", *MNRAS*, 513, p.L83 (2022), (IF=5.235, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/mnras/slac039>
  
- 6) Zhang C., Zhuravleva I., Gendron-Marsolais M.-L., Churazov E., Schekochihin A. A., Forman W. R., "Bubble-driven gas uplift in galaxy clusters and its velocity features", *MNRAS*, 517, p.616 (2022), (IF=5.235, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/mnras/stac2282>
  
- 7) Orłowski-Scherer J., Haridas S. K., Di Mascolo L., Sarmiento K. P., Romero C. E., Dicker S., Mroczkowski T., Bhandarkar T., Churazov E., Clarke T. E., Devlin M., Gaspari M., Lowe I., Mason B., Sarazin C. L., Sievers J., Sunyaev R., "GBT/MUSTANG-2 9" resolution imaging of the SZ effect in MS0735.6+7421. Confirmation of the SZ cavities through direct imaging", *A&A*, 667, p.L6 (2022), (IF=6.24, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202244547>
  
- 8) Tozzi P., Gilli R., Liu A., Borgani S., Lepore M., Di Mascolo L., Saro A., Pentericci L., Carilli C., Miley G., Mroczkowski T., Pannella M., Rasia E., Rosati P., Anderson C. S., Calabró A., Churazov E., Dannerbauer H., Feruglio C., Fiore F., Gobat R., Jin S., Nonino M., Norman C., Röttgering H. J. A., "The 700 ks Chandra Spiderweb Field. II. Evidence for inverse-Compton and thermal diffuse emission in the Spiderweb galaxy", *A&A*, 667, p.A134 (2022), (IF=6.24, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202244337>
  
- 9) Vaezzadeh I., Roediger E., Cashmore C., Hunt M., ZuHone J., Forman W., Jones C., Kraft R., Nulsen P., Su Y., Churazov E., "Resilience of sloshing cold fronts against subsequent minor mergers", *MNRAS*, 514, p.518 (2022), (IF=5.235, Q1), DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/mnras/stac784>
  
- 10) Zhuzhoma E. V., Medvedev V. S., Dumin Y. V., Somov B. V., "Topological quantification of the "anemone" (branching) solar flares", *Physica D Nonlinear Phenomena*, 436, 133320, (2022), (IF=3.751, Q1), DOI: [10.1016/j.physd.2022.133320](https://doi.org/10.1016/j.physd.2022.133320)
  
- 11) M. Mayyasi M., E. Quémerais, O.A. Katushkina, J. Clarke, V.V. Izmodenov, P. Brandt, J. Sokol, J. Linsky, I.I. Baliukin, "Using Lyman-alpha to Probe the Interior and Edges of the Heliosphere", *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 9:106398, (2022), (IF=4.055, Q1), DOI: [10.3389/fspas.2022.106398](https://doi.org/10.3389/fspas.2022.106398)
  
- 12) D.B. Alexashov, V.B. Baranov, M.S. Ruderman, "On the stability of tangential discontinuity in the interaction of solar wind and cometary atmospheres", *MNRAS*, 513(1), 223-231, (2022), (IF=5.287, Q1), DOI: [10.1093/mnras/stac848](https://doi.org/10.1093/mnras/stac848)

- 13) S.B. Howell , V.V. Izmodenov, S.M. Kopeikin, P. Marziani , C. Puzzarini , M. Rengel, S.W. McIntosh, D. Fraix-Burnet, I. Kanik, "Editorial: Frontiers in astronomy and space sciences: Rising stars", *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 9:991696, (2022), (IF=4.055, Q1), DOI: [10.3389/fspas.2022.991696](https://doi.org/10.3389/fspas.2022.991696)
- 14) Schwobe A., Buckley D. A. H., Kawka A., König O., Lutovinov A., Maitra C., Mereminskiy I., Miller-Jones J., Pichardo Marcano M., Rau A., Semena A., Townsend L. J., Wilms J., "Identification of SRGt 062340.2-265751 as a bright, strongly variable, novalike cataclysmic variable", *Astronomy and Astrophysics*, 661, A42, (2022), (IF=6.24, Q1), DOI:10.1051/0004-6361/202141153
- 15) Yao Y., Lu W., Guolo M., ... Medvedev P., ... Stern D., Ravi V., Sunyaev R., Bloom J. S., Graham M. J., Kool E. C., Mahabal A. A., Masci F. J., Purdum J., Rusholme B., Sharma Y., Smith R., Sollerman J., "The Tidal Disruption Event AT2021ehb: Evidence of Relativistic Disk Reflection, and Rapid Evolution of the Disk-Corona System", *The Astrophysical Journal*, 937, 8, (2022), (IF= 5.521, Q1), DOI:10.3847/1538-4357/ac898a
- 16) Doroshenko V., Poutanen J., Tsygankov S. S., Suleimanov V. F., ... Sunyaev R. A., ... Vink J., Wu K., Xie F., "Determination of X-ray pulsar geometry with IXPE polarimetry", *Nature Astronomy*, 6, 1433, (2022), DOI:10.1038/s41550-022-01799-5
- 17) Krawczynski H., Muleri F., Dovčiak M., Veledina A., ... Semena A. N., ... Trois A., Tsygankov S., Turolla R., Vink J., Wu K., Xie F., Zane S., "Polarized x-rays constrain the disk-jet geometry in the black hole x-ray binary Cygnus X-1", *Science*, 378, 650, (2022), DOI:10.1126/science.add5399
- 18) Reusch S., Stein R., Kowalski M., van Velzen S., Franckowiak A., ... Medvedev P., ... Sunyaev R., van Santen J., Walters R., Zhang B. T., Zimmerman E., "Candidate Tidal Disruption Event AT2019fdr Coincident with a High-Energy Neutrino", *Physical Review Letters*, 128, 221101, (2022), DOI:10.1103/PhysRevLett.128.221101
- 19) Schlegel E., Lacey Ch., Panmuti T., Lozinskaya T. A. Moiseev A., "The Nearby Dwarf Irregular Galaxy IC 1613 and Its Complex Bubble Region: Chandra and VLA Observations", *The Astronomical Journal*, Volume 163, Issue 2, id.66, 23 pp. (2022), (IF =6.263, Q1), DOI:10.3847/1538-3881/ac356b

- 1) Брумбак М., Грефенштетт Б., Бюиссон Д., Бачетти М., Коннорс Р., Гарсия Х., Джаоданд А., Кривонос Р., Лудлам Р., Мэдсен К. Мастеро Г., Томсик Дж., Вук Д., “Extending the Baseline for SMC X-1’s Spin and Orbital Behavior with NuSTAR Stray Light”, 20 февраля 2022 принято к публикации в журнале *The Astrophysical Journal* (IF= 5.521, Q1), Том 926, Выпуск 2, id.187, DOI:<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac4d24>; **(поддержана грантом РФФ 19-12-00369)**
- 2) Кривонос Р., Арефьев В., Лапинов И., Филиппова Е., Буренин Р., Семена А., Гребенев С., Сазонов С., Штыковский А., Ткаченко А., Лутовинов А., “Wide-field X-ray observations of the supernova remnant Puppis A with the SRG/ART-XC telescope”, 9 декабря 2021 принято к публикации в журнале *MNRAS* (IF= 5.235, Q1), <https://doi.org/10.1093/mnras/stab3647>; **(поддержана грантом РФФ 19-12-00369)**
- 3) Кривонос Р.А., Сазонов С.Ю., Кузнецова Е.А., Лутовинов А.А., Мереминский И.А., Цыганков С.С. “INTEGRAL/IBIS 17-yr hard X-ray all-sky survey”, 21 декабря 2021 принято к публикации в журнале *MNRAS* (IF= 5.235, Q1), Том 510, Выпуск 4, <https://doi.org/10.1093/mnras/stab3751> **(поддержана грантом РФФ 19-12-00396)**
- 4) Коенур Б., Томсик Дж., Шау А., Мукай К., Клавель М., Харе Дж., Кривонос Р., Формашини Ф., “Classifying IGR J18007-4146 as an intermediate polar using XMM and NuSTAR”, 26 января 2022 принято к публикации в журнале *MNRAS* (IF= 5.235, Q1), Том 511, Выпуск 3, <https://doi.org/10.1093/mnras/stac263>; **(поддержана грантом РФФ 19-12-00369)**
- 5) Salganik, A., Tsygankov, S. S., Lutovinov A. A., Djurvik, Anlaug A., Karasev D. I., Molkov S. V., “Discovery of a pulse-phase-transient cyclotron line in the X-ray pulsar Swift J1808.4-1754 and identification of an optical companion”, *MNRAS*, 514, p. 2707 (2022), (IF = 5.287, Q1), DOI:10.1093/mnras/stac1462 **(поддержана грантом РФФ 19-12-00423)**
- 6) Y. Yao, A.Y.Q. Ho, P. Medvedev, A.J. Nayana, D.A. Perley, S. R. Kulkarni, P. Chandra, S. Sazonov, M. Gilfanov, G. Khorunzhev, D.K. Khatami, R. Sunyaev, “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*, V. 934, p. 104 (2022), (IF = 5.874, Q1), DOI: [10.3847/1538-4357/ac7a41](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7a41), **(поддержана грантом РФФ 21-12-00343)**
- 7) K. De, I. Mereminskiy, R. Soria, C. Conroy, E. Kara, A. Shreya, M. C. B. Ashley, M. L. Boyer, D. Chakrabarty, B. Grefenstette, M. Hankins, L. A. Hillenbrand, J. E. Jencson, V. Karambelkar, M. M. Kasliwal, R. M. Lau, A. Lutovinov, A. M. Moore, N. Mason, C. Panagiotou, D. R. Pasham, A. Semena, R. Simcoe, J. Soon, G. P. Srinivasaragavan, T. Travouillon, Y. Yao, «SRGA J181414.6-225604: A New Galactic Symbiotic X-Ray Binary Outburst Triggered by an Intense Mass-loss Episode of a Heavily Obscured Mira Variable», *The Astrophysical Journal*, 935, 36, (2022) (IF = 5.874, Q1), <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7c6e> **(работа поддержана грантом РФФ 19-12-00423)**
- 8) Salganik A., Tsygankov S. S., Lutovinov A. A., Mushtukov A. A., Mereminskiy I. A., Molkov S. V., Semena A. N., “First characterization of a new high-mass X-ray binary in LMC eRASSU J050810.4-660653 with SRG/ART-XC, NuSTAR, and Swift”, *MNRAS*, 514, 4018, (2022) DOI:10.1093/mnras/stac1608 **(работа поддержана грантом РФФ 19-12-00423)**
- 9) Bykov A. M., Uvarov Y. A., Churazov E. M., Gilfanov M. R., Medvedev P. S., “Spatially resolved X-ray spectra of the galactic SNR G18.95-1.1: SRG/eROSITA view”, *Astronomy*

*and Astrophysics*, 661, A19, (2022) DOI:10.1051/0004-6361/202141024 **(работа поддержана грантом РФФ 21-72-20020)**

- 10) Doroshenko V., Staubert R., Maitra C., Rau A., Haberl F., Santangelo A., Schwobe A., Wilms J., Buckley D. A. H., Semena A., Mereminskiy I., Lutovinov A., Gromadzki M., Townsend L. J., Monageng I. M., "SRGA J124404.1-632232/SRGU J124403.8-632231: New X-ray pulsar discovered in the all-sky survey by the SRG", *Astronomy and Astrophysics*, 661, A21, (2022) DOI:10.1051/0004-6361/202141147**(работа поддержана грантом РФФ 19-12-00423)**
- 11) Lutovinov A. A., Tsygankov S. S., Mereminskiy I. A., Molkov S. V., Semena A. N., Arefiev V. A., Bikmaev I. F., Djurvik A. A., Gilfanov M. R., Karasev D. I., Lapshov I. Y., Medvedev P. S., Shtykovsky A. E., Sunyaev R. A., Tkachenko A. Y., Anand S., Ashley M. C. B., De K., Kasliwal M. M., Kulkarni S. R., van Roestel J., Yao Y., "SRG/ART-XC discovery of SRGA J204318.2+443815: Towards the complete population of faint X-ray pulsars", *Astronomy and Astrophysics*, 661, A28, (2022) DOI:10.1051/0004-6361/202141630 **(работа поддержана грантом РФФ 19-12-00423)**
- 12) Bykov S. D., Gilfanov M. R., Tsygankov S. S., Filippova E. V., "ULX pulsar Swift J0243.6+6124 observations with NuSTAR: dominance of reflected emission in the super-Eddington state", *MNRAS*, 516, 1601, (2022) DOI:10.1093/mnras/stac2239 **(поддержана грантом 14.W03.31.0021 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации)**

### **Публикации конференций**

- 1) Banerjee S., Gilfanov M., Bhattacharyya S., Sunyaev R., "Signature of black hole event horizon in X-ray binary spectra", 44th COSPAR Scientific Assembly. Held 16-24 July, 44, 2190, (2022)
- 2) Sun M., Boselli A., Churazov E., Donahue M., Forman W. R., Gaspari M., Tremblay G. R., Voit M., Waldron W. V., "Constraining star formation with the deepest HST images of M87", *HST Proposal*, 17037, (2022)
- 3) Brumback M., Grefenstette B., Buisson D., Bachetti M., Connors R., Garcia J., Jaodand A., Krivonos R., Ludlam R., Madsen K., Mastroserio G., Tomsick J., Wik D., "Using NuSTAR stray light to extend the baseline for SMC X-1's spin and orbital behavior", *AAS/High Energy Astrophysics Division*, 54, 110.69, (2022)
- 4) Grefenstette B., Ludlam R., Brumback M., Buisson D., Garcia J., Hare J., Jaodand A., Krivonos R., Madsen K., Mastroserio G., Slaughter C., Tomsick J., Wik D., Yang L., Yun H., Zoglauer A., "StrayCats: A catalog of NuSTAR Stray Light Observations", *AAS/High Energy Astrophysics Division*, 54, 110.24, (2022)
- 5) Khamitov I. M., Özişik T., Alis S., Bikmaev I. F., Burenin R. A., Dindar M., Dindar S., Ertan N., Fişek S., Glushkov M. V., Güver T., Kılıç Y., Okuyan O., Süvari S., Tat A., Yelkenci F. K., "Multi-object spectroscopy in the observational complex of the RTT150", *Astronomy at the Epoch of Multimessenger Studies*, 56, (2022) 10.51194/VAK2021.2022.1.1.010

- 6) Postnov K., Kuranov A., Yungelson L., Gil'fanov M., "X-ray luminosity function of accreting neutron stars and black holes", *Astronomy at the Epoch of Multimessenger Studies*, 296, (2022) 10.51194/VAK2021.2022.1.1.114
- 7) Gorban A. S., Molkov S. V., Tsygankov S. S., Lutovinov A. A., "Study of the transient X-ray pulsar XTE J1946 + 274 observed with NuSTAR", *Astronomy at the Epoch of Multimessenger Studies*, 279, (2022) 10.51194/VAK2021.2022.1.1.105
- 8) Baliukin I., Izmodenov V., Alexashov D., "Energetic pickup proton population downstream of the termination shock as revealed by IBEX-Hi data", *44th COSPAR Scientific Assembly. Held 16-24 July, 44, 1204*, (2022)
- 9) Izmodenov V., Alexashov D., "Effect of the electron thermal conduction of the thickness of the heliosheath and the global heliosphere", *44th COSPAR Scientific Assembly. Held 16-24 July, 44, 3202*, (2022)

## Телеграммы

- 1) Bikmaev I., Khamitov I., Irtuganov E., Gorbachev M., Sakhbullin N., Burenin R., "GRB221009A: RTT-150 optical observations", *GRB Coordinates Network*, 32743, 1, (2022)
- 2) Semena A., Mereminskiy I., Lutovinov A., Tkachenko Y., Molkov S., "SRG/ART-XC detection of a new outburst from HMXB Swift J1816.7-1613", *The Astronomer's Telegram*, 15641, 1, (2022)
- 3) Bikmaev I., Khamitov I., Irtuganov E., Gorbachev M., Sakhbullin N., Burenin R., "GRB221009A: RTT-150 optical observations", *GRB Coordinates Network*, 32752, 1, (2022)
- 4) Lapshov I., Molkov S., Mereminsky I., Semena A., Arefiev V., Tkachenko A., Lutovinov A., SRG/ART-XC Team, "GRB221009A/Swift J1913.1+1946: SRG/ART-XC observation", *GRB Coordinates Network*, 32663, 1, (2022)
- 5) Zaznobin I., Burenin R., Eselevich M., "GRB 221009A: Sayan observatory 1.6-m telescope observations", *GRB Coordinates Network*, 32729, 1, (2022)
- 6) Zaznobin I. A., Sazonov S. Y., Mereminskiy I. A., Burenin R. A., Lutovinov A. A., Semena A. N., Molkov S. V., Lyapin A. R., Eselevich M. V., "On V520 Mon - the optical counterpart of MAXI J0655-013/SRGA J065513.5-012846", *The Astronomer's Telegram*, 15582, 1, (2022)
- 7) Mereminskiy I., Semena A., Lutovinov A., Molkov S., Tkachenko A., Lapshov I., "SRG/ART-XC detection of the ongoing activity from historical X-ray source AX J1538.3-5541", *The Astronomer's Telegram*, 15251, 1, (2022)

- 8) Grebenev S. A., Krivonos R. A., "Reactivation of IGR J17091-3624 in hard X-rays visible with INTEGRAL", *The Astronomer's Telegram*, 15283, 1, (2022)