

Фундаментальные и прикладные научные исследования в области астрофизики и радиоинтерферометрии

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

Гос. регистрация № 0120.0 602990

Научный руководитель академик Р.А. Сюняев

Обнаружение скоплений галактик в обзоре всего неба спутником PLANCK по эффекту Сюняева-Зельдовича, интерпретация данных и оптическое отождествление с помощью Российско-Турецкого телескопа.

Буренин Р. А., М.Р.Гильфанов, Р.А.Сюняев, Е.М.Чуразов

Продолжены работы по оптическому отождествлению скоплений галактик, обнаруженных по измерениям эффекта Сюняева-Зельдовича в обзоре всего неба космической обсерватории им. Планка. В течение последних четырех лет на наблюдения по этой программе на телескопе РТТ150 было выделено более 200 темных и серых ночей, что составляет около 25% всего темного и серого времени за указанный период. Заметный объем наблюдений далеких скоплений был выполнен также на 6-м телескопе САО РАН (БТА). В результате, наблюдения на РТТ150 и БТА позволяют обеспечить существенную часть (около четверти) всех наблюдений по программе оптической поддержки обзора Планка. (рис. 1).

Оригинальные статьи:

Planck Collaboration, «Planck intermediate results. XXVI. Optical identification and redshifts of Planck clusters with the RTT150 telescope», *Astronomy & Astrophysics*, 582, A29 (2015); IF=4.438

Planck Collaboration, «Planck 2013 results. XXXII. The updated Planck catalogue of Sunyaev-Zeldovich sources», *Astronomy & Astrophysics*, 581, A14 (Planck Collaboration, «Planck intermediate results. XXXVII. Evidence of unbound gas from the kinetic Sunyaev-Zeldovich effect», *Astronomy & Astrophysics*, in press, arXiv:1504.03339 (2015); IF=4.438

Perrott Y. C., Olamaie M., Rumsey C., ... , Burenin R., ..., et al. «Comparison of Sunyaev-Zel'dovich measurements from Planck and from the Arcminute Microkelvin Imager for 99 galaxy clusters», *Astronomy & Astrophysics*, 580, A95 (2015); IF=4.438



Рис. 1
Средняя по небу флуктуирующая (по углу) часть отклонений спектра реликтового излучения от чернотельного по данным спутника «ПЛАНК» и «Телескопа на Южном Полюсе»

Р.А.Сюняев, Риши Кхатри

Используя данные спутника ПЛАНК и «Телескопа на Южном Полюсе» удалось впервые за 25 лет улучшить почти на порядок величины классические пределы на искажения спектра реликтового излучения, полученные прибором COBE-FIRAS. Получены как нижний, так и верхний пределы искажений. Обсуждаемые искажения спектра связаны с тепловым эффектом Сюняева-Зельдовича и с ожидаемым наличием химического потенциала в распределении Бозе-Эйнштейна, являющимся следствием энерговыделения любой природы в ранней Вселенной. Прибор HFI на спутнике ПЛАНК в отличие от COBE-FIRAS не способен выполнять абсолютные измерения яркости неба, но имеет заметно более высокую чувствительность к угловым флуктуациям спектральных отклонений и позволяет определять их вклад в среднюю по небу амплитуду искажений (в дополнение к полностью изотропной компоненте искажений спектра). Новые пределы особо важны для оценок вклада «теплого» газа во Вселенной в среднюю плотность барионов.

Оригинальные статьи:

Khatri, Rishi; Sunyaev, Rashid, “Limits on the fluctuating part of y -type distortion monopole from Planck and SPT results” *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, Issue 08, article id. 013, pp. (2015), impact factor=5.810

Khatri, Rishi; Sunyaev, Rashid, “Constraints on μ -distortion fluctuations and primordial non-Gaussianity from Planck data” *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, Issue 09, article id. 026, pp. (2015), impact factor=5.810

О возможности уточнения орбиты спутников по данным наблюдений одиночных рентгеновских пульсаров

М. Г. Ревнивцев, А. А. Лутовинов, С. В. Мольков, В. А. Арефьев, М. Н. Павлинский

В настоящее время в мире существует большой интерес к развитию технологий, позволяющих использовать информацию о рентгеновском излучении пульсирующих космических источников, с целью получения навигационных решений для космических аппаратов (КА) дальнего космоса. Нами проиллюстрирована методика определения пространственного положения КА по уже существующим данным космической рентгеновской обсерватории RXTE. Мы показываем, что с использованием рентгеновского детектора эффективной площадью около 0.6 м² в диапазоне энергий 3–15 кэВ можно определять положение космического аппарата в направлении на пульсар в Крабовидной туманности с точностью до 730 м за время накопления сигнала около 1000 с. Расширение диапазона энергий до 1 кэВ (эффективность спектрометра RXTE/PCA сильно падает на энергиях ниже 3 кэВ) позволит при такой же эффективной площади получать точность позиционирования КА около 400–450 м, а при использовании детекторов с эффективной площадью ≈ 1 м² в диапазоне энергий 1-10 кэВ – до 300-350 м.

Оригинальная статья:

М. Г. Ревнивцев, О.Э. Гаджилы, А. А. Лутовинов, С. В. Мольков, В. А. Арефьев, М. Н. Павлинский, а.г.тучин, «О возможности уточнения орбиты спутников по данным наблюдений одиночных рентгеновских пульсаров», письма в астрономический журнал, т.41, стр. 490, impact factor=1.432 (для переведенной версии)

Определение красных смещений и расстояний до скоплений галактик по рентгеновским данным и эффекту Сюняева-Зельдовича.

Е. Чуразов, А. Вихлинин, Р. Сюняев

Как правило, наблюдать далекие объекты сложно из-за падения потока с расстоянием. Для массивных скоплений галактик на красных смещениях больше 1 это не так. Космологическая эволюция скоплений галактик заданной массы компенсирует падение рентгеновского потока с увеличением красного смещения. Далекие скопления более компактные, плотные и горячие. Это означает, что будущие рентгеновские обзоры неба, например, обзор обсерватории Спектр-Рентген-Гамма, смогут детектировать скопления на любых красных смещениях. Для далеких скоплений рентгеновский поток дает оценку массы скопления, а в сочетании с измерениями эффекта Сюняева-Зельдовича, еще и красное смещение.

Churazov, E., Vikhlinin, A., & Sunyaev, R. "(No) dimming of X-ray clusters beyond $z \sim 1$ at fixed mass: crude redshifts and masses from raw X-ray and SZ data", 2015, MNRAS, 450, 1984, impact factor = 5.107.

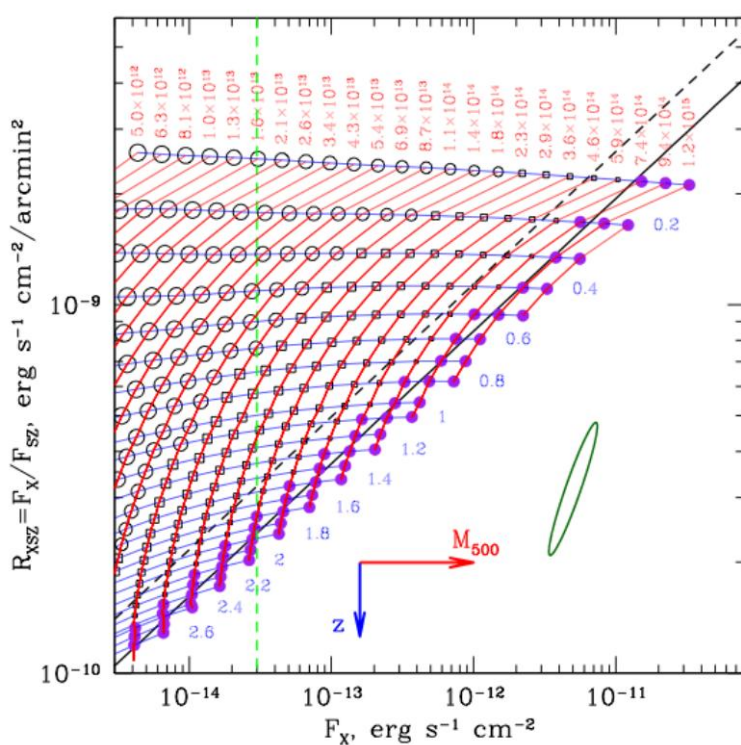


Рис.1 Ожидаемое распределение скоплений, подчиняющихся стандартному эволюционному сценарию, на плоскости рентгеновский поток и отношение потока к амплитуде эффекта Сюняева-Зельдовича. На заметных красных смещениях эти две измеряемые величины сразу дают оценку массы и красного смещения скопления.

Пределы на темп распада стерильных нейтрино из рентгеновских данных.

М. Андерсон, Е. Чуразов, Дж. Брегман

В 2014 году сразу несколько групп заявили о возможном детектировании линии на энергии ~ 3.5 кэВ от скоплений галактик, которая, возможно, связана с распадом стерильных нейтрино (темной материи) с массой ~ 7 кэВ. Поскольку аналогичная линия должна наблюдаться и в менее массивных гало, у которых нет собственного мощного рентгеновского излучения, то можно получить более сильные ограничения. Нами поставлены верхние пределы на темп распада стерильных нейтрино (с образованием линий в рентгеновском диапазоне) используя совокупный сигнал от большой выборки

галактик. Этот предел оказался ниже, чем темп, заявленный другими группами, использовавшими наблюдения скоплений галактик. Таким образом, можно заключить, что надежных свидетельств в пользу гипотезы о стерильных нейтрино с массой порядка 5 - 12 кэВ и заметным углом смешивания пока нет.

Anderson, M., Churazov, E., & Bregman, J. "Non-detection of X-ray emission from sterile neutrinos in stacked galaxy spectra", 2015, MNRAS, 452, 3905, impact factor = 5.107.

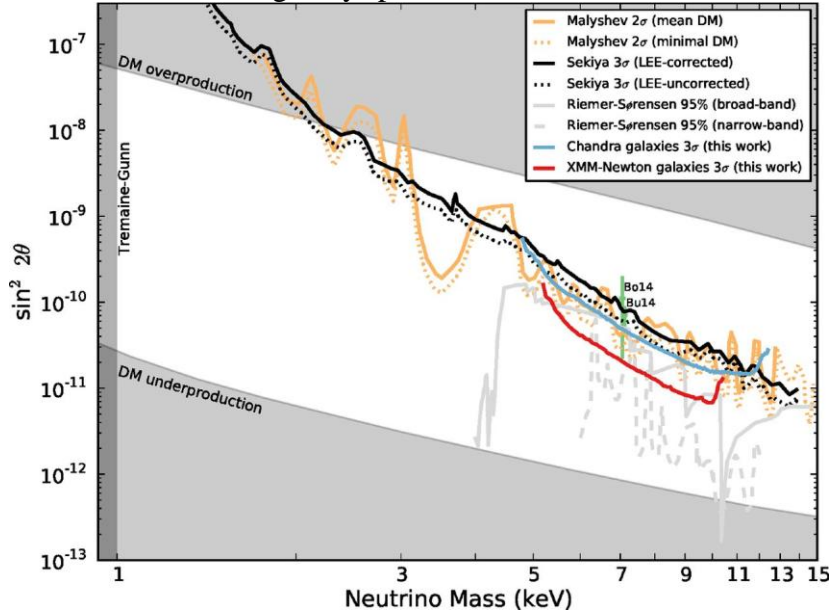


Рис.1 Пределы на темп распада стерильных нейтрино из рентгеновских данных по совокупности большой выборки галактик (красная кривая). Верхние пределы лежат заметно ниже, чем объявленное ранее детектирование (зеленые кресты).

Сверхновая SN2014J в оптическом и гамма-диапазонах

Е.Чуразов, Р.Сюняев, С.Гребенев

Проведено детальное сравнение наблюдений SN2014J с классическими моделями взрывов сверхновых звезд первого типа используя весь массив данных наблюдений обсерватории ИНТЕГРАЛ в гамма-диапазоне. Одновременно, проведены оптические наблюдения спектров на поздней стадии, когда оболочка становится более прозрачной. Показано, что вся совокупность наблюдательных данных отлично согласуется с предположением о почти симметричном взрыве белого карлика с массой, близкой к Чандрасекаровскому пределу.

1. Churazov, E., Sunyaev, R., Isern, J., Vikmaev, I., Bravo, E., Chugai, N., Grebenev, S., Jean, P., Knödseder, J., Lebrun, F., & Kuulkers, E. "Gamma-rays from Type Ia supernova SN2014J", 2015, ApJ, 812, 62, impact factor = 5.993.

2. И. Ф. Бикмаев, Н. Н. Чугай, Р. А. Сюняев, Е. М. Чуразов, И. М. Хамитов, Н. А. Сахибуллин, А. Галеев, А. Э. Ахметханова, "Сверхновые Ia SN 2014j и SN 2011fe на небулярной стадии", 2015, Письма в Астрономический Журнал, том 41, в. 12, с.1., impact factor = 1.43.

Поглощение излучения сверхмягких источников веществом звездного ветра.

М.Р.Гильфанов

Поглощение излучения аккрецирующего белого карлика веществом, истекающим из двойной системы, могло бы объяснить малость наблюдаемых популяций сверхмягких

рентгеновских источников в галактиках и тем самым иметь значительные последствия для моделей предшественников Сверхновых типа Ia. На основе самосогласованного расчета ионизационного баланса в веществе звездного ветра было продемонстрировано, что фотоионизация играет критическую роль и радикально уменьшает непрозрачность звездного ветра для излучения белого карлика. Для полного поглощения излучения белого карлика требуется темп оттока вещества из двойной системы на порядок выше, чем предполагалось ранее. Это делает сценарии, рассматривающие поглощенные белые карлики в качестве основных предшественников сверхновых Ia нереалистичными. Также были подробно исследованы наблюдательные проявления гипотетических поглощенных белых карликов.

Статья: Nielsen M. & Gilfanov M. Attenuation of supersoft X-ray sources by circumstellar material MNRAS, 2015, 453, 2927 impact factor = 5.107

Роль Классических Новых в производстве Сверхновых Ia.

М.Р.Гильфанов

Исследована статистика Классических Новых в контексте происхождения Сверхновых типа Ia. На основе численных моделей Новых рассчитано количество и временные свойства Классических Новых, производимых типичным белым карликом в режиме нестационарного ядерного горения, в процессе роста его массы до предела Чандрасекхара. Вместе с наблюдаемым темпом вспышек Классических Новых это позволяет определить максимальный вклад этих систем в наблюдаемый темп вспышек Сверхновых. Используя данные обзора POINT-AGAPE галактики M31, мы получили ограничение $(1-5) \times 10^{-4}/\text{yr}$, что составляет не более 2-7% от темпа вспышек Сверхновых в этой галактике. Также обсуждается статистика быстрых Классических Новых, темп распада кривой блеска которых не превышает 10 дней. Такие Новые производятся наиболее массивными белыми карликами, вблизи предела Чандрасекхара, и их темп характеризует режим ядерного горения на последних стадиях набора массы, непосредственно перед взрывом Сверхновой. В работе исследованы перспективы детектирование таких Новых в обзорах класса PTF (Palomar Transient Factory) и сформулированы требования к таким обзорам, целью которого является определение истинного темпа вспышек быстрых Новых.

Статьи:

1. Soraisam M. & Gilfanov M. Constraining the role of novae as progenitors of Type Ia Supernovae Astronomy & Astrophysics, 2015, в печати
2. Soraisam M., Gilfanov M., W.Wolf, L.Bildsten Population of post-nova supersoft X-ray sources MNRAS, 2015, 455, 668

Почему ненаблюдаемы туманности, ионизованные излучением сверхмягких рентгеновских источников.

М.Гильфанов

Аккрецирующие белые карлики, с термоядерным горением водорода на поверхности приводят к возникновению т.н. сверхмягких рентгеновских источников. Ожидается, что эти источники способны ионизовать окружающую межзвездную среду, приводя к формированию вокруг них туманностей, наподобие планетарных туманностей. Тем не менее, до сих пор обнаружена только одна такая туманность вокруг сверхмягкого источника Cal 83 в Большом Магеллановом Облаке. Ранее, на основании этого был сделан вывод о том, что большинство сверхмягких источников не могли обладать высокой светимостью в течение значительной части их аккреционной истории, либо, что плотность межзвездной среды вокруг них значительно меньше, чем вокруг источника Cal 83. Продemonстрировано, что наиболее вероятно вторая возможность. На основе современных представлений о структуре межзвездной среды продемонстрировано, что большинство сверхмягких источников расположено в областях низкой плотности газа, а

источник Cal 83 расположен в области, плотность газа в которой в 40 раз превышает среднюю. Вероятность такого события составляет ~18%, в хорошем согласии с со статистикой наблюдаемых сверхмягких источников. Построена модель типичной туманности вокруг сверхмягкого источника и сформулированы требования к обзору Большого Магелланова Облака с целью обнаружения таких объектов.

Статья: Woods, T. & Gilfanov M. Where are all of the nebulae ionized by supersoft X-ray sources? MNRAS, 2015, in press impact factor = 5.107

Обзор области Галактического центра в рентгеновских лучах телескопом JEM-X обсерватории INTEGRAL

Гребенев С.А., Мереминский И.А.

По данным 10 лет (2003–2013 гг.) наблюдений неба рентгеновским телескопом JEM-X обсерватории INTEGRAL выполнен обзор центральной области Галактики радиусом 20° . Экспозиция в центре поля, в направлении непосредственно на центр Галактики, достигла 4.8 Мс. Построены карты области в диапазонах энергий 5–10 и 10–25 кэВ, составлен каталог зарегистрированных источников. Вместе с 83 источниками, выявленными на интегральных картах, в него включены 22 транзиентных источника, на них не присутствующих, но уверенно регистрируемых во время вспышек длительностью нескольких дней. Один из постоянных источников IGRJ17452-2909 - новый. В отличие от каталога источников, зарегистрированных жестким рентгеновским телескопом обсерватории IBIS/ISGRI, большую часть источников данного каталога составляют мало-массивные рентгеновские двойные – LMXB (73 из 105 источников) и лишь 18+3 — массивные двойные и катаклизмические переменные. Из внегалактических источников в каталог входят 3 AGN и скопление галактик. Четыре источника все еще не отождествлены.

Для квазипостоянных LMXB каталога построена функция рентгеновской светимости, хорошо согласующаяся с модельной функцией, следующей из наблюдений близких галактик спутником CHANDRA. Впервые функция средней светимости получена для популяции транзиентных и сильно переменных LMXB-систем. Показано, что она может быть получена из модельной сдвигом по оси светимостей и перенормировкой на число транзиентов. Сравнение функций позволило предположить, что широко обсуждаемое уплощение, наблюдаемое в функции светимости близких галактик при $\lg(L_x[\text{эрг/с}]) < 37$, связано с существованием в этом интервале светимостей множества транзиентных систем при практически отсутствии постоянных. Не учет транзиентов при построении функции светимости и приводит к характерному излому, даже если исходная функция распределения рентгеновских систем по светимостям имеет гладкий характер.

Письма в Астрон. журнал (*Astronomy Letters*), 2015, т. 41, с. 828–848 (IF 1.432).

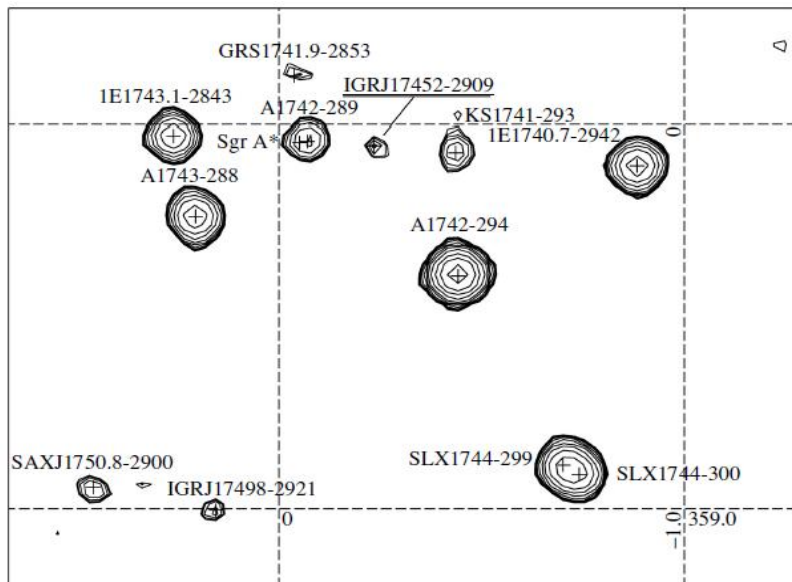


Рис.1 Карта отношения сигнала к шуму S/N в центральной области Галактики в диапазоне 5–10 кэВ. Получена по данным телескопа JEM-X обсерватории INTEGRAL. Источник IGRJ17452-2909 (9.2 s) ранее известен не был.

QPO и LFN в спектре мощности быстрой переменности рентгеновской новой SWIFT J174510.8-262411. Фрактальный анализ кривых блеска

Просветов А.В., Гребенев С.А.

Приведены результаты исследования обсерваториями INTEGRAL, SWIFT и VLA рентгеновской новой SWIFT J174510.8-262411 в сентябре-октябре 2012 г. на ранней стадии вспышки. Основное внимание уделено анализу спектра мощности флуктуаций рентгеновского излучения источника, в котором обнаружен мощный пик квазипериодических осцилляций (QPO). Прослежена эволюция параметров пика QPO со временем, выявлена корреляция между частотой QPO, параметрами низкочастотного шума (LFN), потоками рентгеновского и радиоизлучения, а также степенью поляризации радиоизлучения. Показано изменение фрактальных свойств кривых блеска источника в стандартном рентгеновском диапазоне <10 кэВ в зависимости от частоты пика QPO. В жестком рентгеновском диапазоне 20-80 кэВ кривые блеска источника фрактальных свойств не имели, несмотря на большую по сравнению со стандартным диапазоном амплитуду QPO и LFN. Результаты наблюдений могут быть объяснены в предположении, что рентгеновское излучение источника формируется в облаке высокотемпературной плазмы, окружающей черную дыру, а квазипериодические осцилляции образуются на его границе — в месте соприкосновения с аккреционным диском, их частота отражает кеплеровское движение вещества на соответствующем радиусе.

Письма в *Астрономический журнал (Astronomy Letters)*, 2015, т. 41, с. 595–608 (импакт-фактор 1.432).

Рентгеновская новая MAXI J1828-249. Эволюция широкополосного спектра излучения во время вспышки 2013-2014 гг.

Гребенев С.А., Просветов А.В., Буренин Р.А., Кривонос Р.А., Мещеряков А.В.

По данным орбитальных обсерваторий SWIFT, INTEGRAL, MAXI/ISS и наземного телескопа РТТ-150 выполнено исследование широкополосных (от оптики до жесткого рентгена) спектров излучения рентгеновской новой MAXI J1828-249 (и их эволюции) во время ее вспышки в 2013-2014 гг. Предполагалось проверить справедливость утверждения о формировании оптического и инфракрасного (OIR) излучения таких систем в результате рентгеновского прогрева внешних областей аккреционного диска. Оказалось, что OIR-излучение MAXI J1828-249 определяется продолжением степенной компоненты, ответственной за ее жесткое рентгеновское излучение. Вклад внешних областей аккреционного диска, даже с учетом их рентгеновского прогрева, оказался очень умеренным во время "высокого" состояния источника и полностью отсутствующим во время "низкого" или "жесткого" состояния. Данный результат предполагает, что значительная часть OIR излучения таких систем формируется в той же области, где образуется их жесткое излучение. Это может быть комптоновское или синхрокомптоновское излучение высокотемпературной плазмы в центральной раздутой неустойчивостями области аккреционного диска, синхротронное излучение горячей короны над диском или синхротронное излучение его релятивистских струй (джетов).

Письма в *Астрономический журнал (Astronomy Letters)*, 2016, т. 41, № 2, в печати. (импакт-фактор 2015 года 1.432).

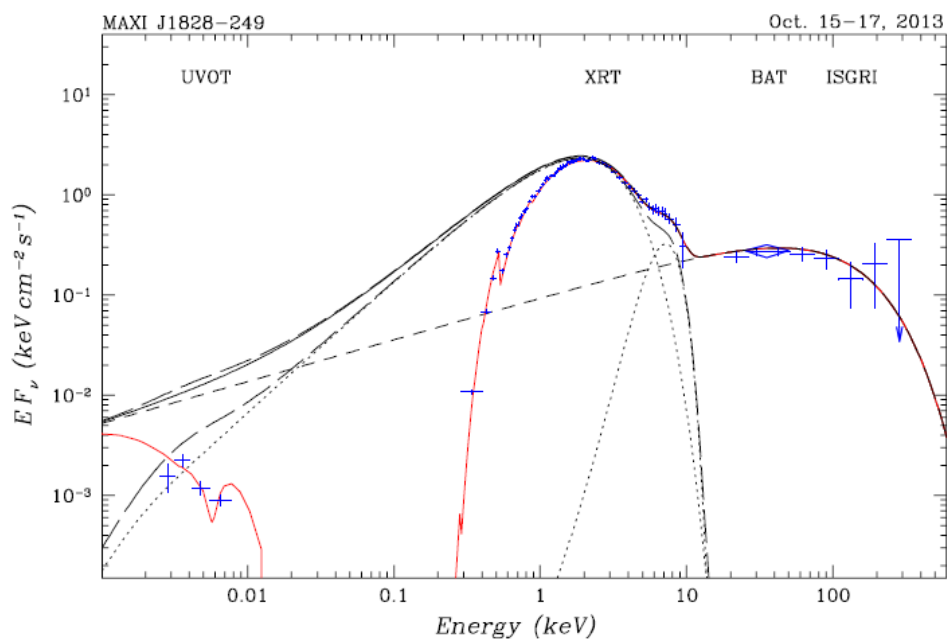


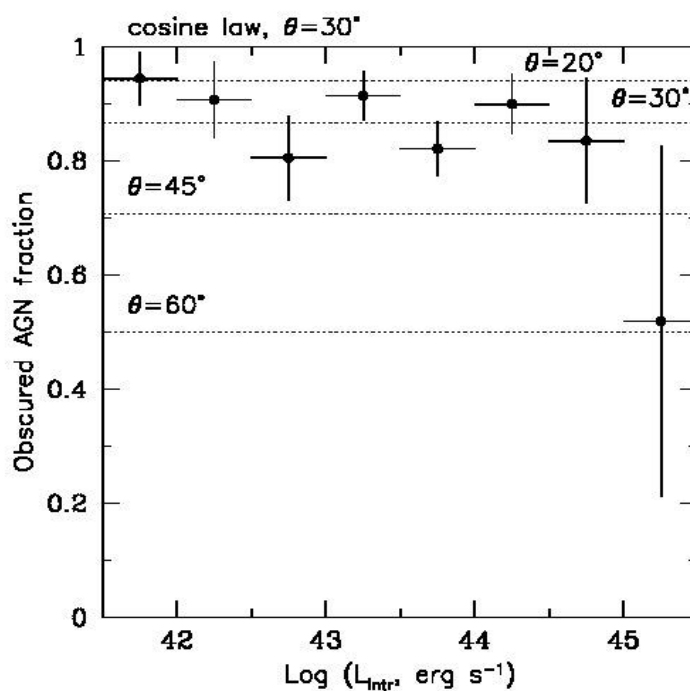
Рис.1 Спектр излучения рентгеновской новой MAXI J1828-249, полученный обсерваториями INTEGRAL и SWIFT 15–18 октября 2013 г.. Сплошной красной линией показан результат его аппроксимации моделью, учитывающей возможное облучение аккреционного диска жестким излучением, сплошной черной — то же без поглощения.

Уменьшается ли доля поглощенных активных ядер галактик с ростом светимости?

Сазонов С.Ю., Чуразов Е.М., Кривонос Р.А.

На основе выборки активных ядер галактик, зарегистрированных в жестких рентгеновских лучах обсерваторией ИНТЕГРАЛ, исследован вопрос о природе наблюдаемого уменьшения доли поглощенных АЯГ с увеличением светимости. Поглощение излучения в газопылевом торе препятствует обнаружению поглощенных АЯГ, а отражение рентгеновского излучения от тора увеличивает вероятность обнаружения непоглощенных АЯГ. Вместе эти селекционные эффекты должны приводить к уменьшению наблюдаемой доли поглощенных АЯГ с увеличением светимости. С помощью расчетов методом Монте-Карло показано, что если центральный источник рентгеновского излучения в АЯГ изотропен, то истинная доля поглощенных АЯГ все же должна падать со светимостью. При этом угол полуоткрытия тора должен составлять менее 30 град в АЯГ низкой светимости и более 45 град в более мощных АЯГ. Если же излучение центральной черной дыры сколлимировано вдоль оси аккреционного диска, то этот угол должен составлять около 30 градусов, независимо от светимости АЯГ. S. Sazonov, E. Churazov and R. Krivonos "Does the obscured AGN fraction really depend on luminosity?", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 454, 1202 (2015). IF: 5.107

Рис. 1. Истинная зависимость доли поглощенных АЯГ от светимости.



Определение природы слабых рентгеновских источников из обзора области галактического центра обсерватории ASCA

Лутовинов А.А., Ревнивцев М.Г., Карасев Д.И., Шиманский В.В., Буренин Р.А., Бикмаев И.Ф., Воробьев В.С., Цыганков С.С., Павлинский М.Н.

В работе изложены результаты отождествления шести объектов из рентгеновских обзоров области Галактического центра и плоскости Галактики, проведенных обсерваторией ASCA: AX J173548-3207, AX J173628-3141, AX J1739.5-2910, AX J1740.4-2856, AX J1740.5-2937, AX J1743.9-2846. Для уточнения координат оптических компаньонов этих источников были использованы данные рентгеновских обсерваторий Chandra, XMM-Newton, а также телескопа XRT обсерватории Swift. После этого нами была проведена серия спектрометрических наблюдений установленных оптических компаньонов на телескопе РТТ-150. Анализ рентгеновских и оптических спектров, а также фотометрических измерений в широком диапазоне длин волн по данным оптических и инфракрасных каталогов, позволил определить природу исследуемых источников. В области локализации источника AX J173628-3141 обнаружены два рентгеновских объекта, один из которых является G-звездой с активной короной, а второй, возможно, симбиотической звездой — красным гигантом с аккрецирующим белым карликом. Три источника (AX J1739.5-2910, AX J1740.5-2937, AX J1743.9-2846) оказались активными звездами классов G–K, предположительно, объектами типа RS CVn, один (AX J1740.4-2856) — M карликом, и еще один (AX J173548-3207) — скорее всего, маломассивной рентгеновской двойной системой в выключенном состоянии. Получены оценки расстояний и соответствующие светимости источников в мягком рентгеновском диапазоне энергий (0.5–10 кэВ), при этом анализ данных глубоких наблюдений области Галактического центра, проведенных обсерваторией ИНТЕГРАЛ, не выявил ни от одного из них значимого потока в диапазоне энергий >20 кэВ.

Оригинальная статья/статьи:

Лутовинов А.А., Ревнивцев М.Г., Карасев Д.И., Шиманский В.В., Буренин Р.А., Бикмаев И.Ф., Воробьев В.С., Цыганков С.С., Павлинский М.Н. “Определение природы слабых рентгеновских источников из обзора области галактического центра обсерватории ASCA” Письма в Астрономический журнал, 2015, том 41, № 5, с. 201–218 (impact factor переводной версии 1.432); <http://arxiv.org/abs/1505.00006>

Определение эфемерид, масс и темпа изменения орбитальных периодов десяти затменных массивных рентгеновских двойных систем

Лутовинов А.А.

Представлены эфемериды десяти затменных массивных рентгеновских двойных систем (НМХВ) LMC X-4, Cen X-3, 4U 1700-377, 4U 1538-522, SMC X-1, IGR J18027-2016, Vela X-1, IGR J17252-3616, XTE J1855-026 и OAO 1657-415 с помощью данных более чем десятилетнего мониторинга этих источников с ASM/RXTE и IBIS/ИНТЕГРАЛ. Эти наблюдения позволили нам уточнить темп изменения орбитального периода для шести систем, а также впервые измерить апсидальное движение в системах Vela X-1 и 4U 1538-522. Также получены новые оценки на массы нейтронных звезд в исследуемых системах. На усредненных орбитальных кривых блеска обнаружены сложные структуры при входе и выходе из затмений, связанные, по-видимому, с аккреционными струями. Полученные результаты представляют собой базу данных, которые могут быть использованы для популяционных и эволюционных исследований НМХВ, а также для теоретического моделирования долговременных изменений аккреции в системах, излучающих за счет аккреции из звездного ветра.

Публикации:

M. Falanga, E. Bozzo, A. Lutovinov, J. M. Bonnet-Bidaud, Y. Fetisova, and J. Puls «Ephemeris, orbital decay, and masses of ten eclipsing high-mass X-ray binaries» *A&A*, 577, A130 (2015) IF=4.378

IGR J17463-2854 — возможная симбиотическая двойная система в области галактического центра

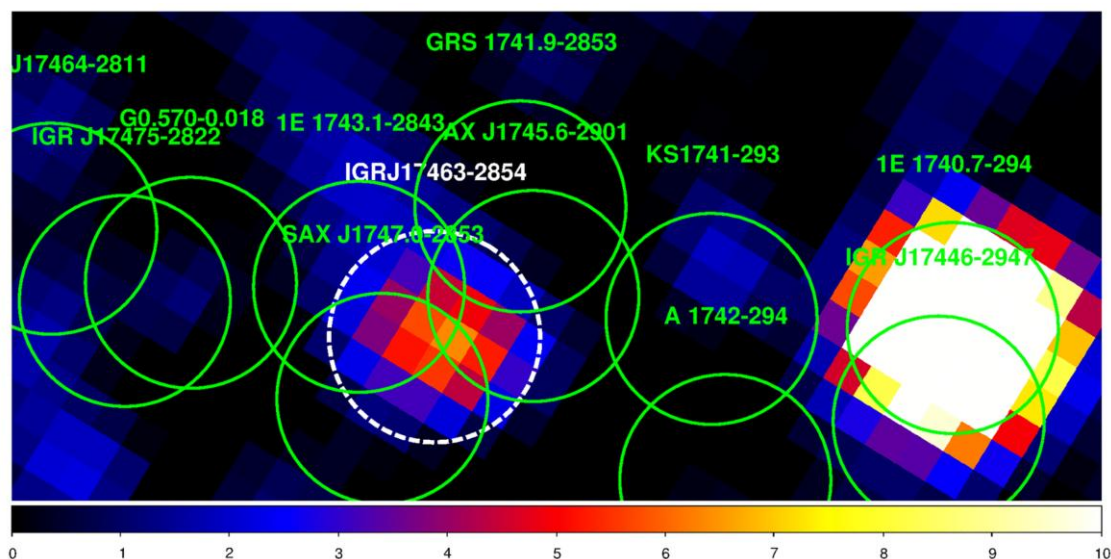
Карасев Д.И., Цыганков С.С., Лутовинов А.А.

Проведено исследование по определению природы жесткого рентгеновского источника IGR J17463-2854, расположенного в направлении балджа Галактики. При использовании данных рентгеновских обсерваторий ИНТЕГРАЛ и Chandra показано, что в области локализации исследуемого объекта регистрируются пять точечных источников мягкого рентгеновского излучения, имеющих приблизительно одинаковые потоки в диапазоне энергий 2–10 кэВ. Кроме того, в спектрах всех этих источников обнаружено значительное поглощение на низких энергиях. На основе данных инфракрасного обзора балджа VVV (VISTA/ESO) были отождествлены три из пяти источников и определены величины соответствующих звезд в фильтрах J, H, K, для остальных двух источников получены верхние пределы на потоки. Анализ диаграмм “цвет–видимая величина” показал, что один из этих объектов скорее всего относится к классу достаточно редко встречающихся объектов — симбиотических двойных систем, состоящих из белого карлика и красного гиганта. Результаты были получены с использованием уточненных значений величин поглощения и закона поглощения, отличающегося в этом направлении от стандартного.

Оригинальная статья:

Карасев Д.И., Цыганков С.С., Лутовинов А.А. «IGR J17463-2854 — возможная симбиотическая двойная система в области галактического центра»; Письма в *Астрономический журнал*, 2015, том 41, № 8, с. 430–443, IF = 1.432 (переведенная версия)

Рис1. Изображение неба по данным обсерватории ИНТЕГРАЛ, усредненное по орбитам 667, 844 и 1025, в которых исследуемый объект наиболее значимо регистрировался.



Определение параметров долговременной переменности рентгеновского пульсара LMC X-4

Мольков С.В., Лутовинов А.А.

Исследована временная переменность рентгеновского потока, регистрируемого от массивной двойной системы LMC X-4 на временных масштабах от нескольких десятков дней до десятков лет, т. е. значительно превышающих орбитальный период (1.408 дня). В частности, исследован 30-дневный цикл модуляции излучения от источника (суперорбитальная или прецессионная переменность) и уточнены орбитальный период и его первая производная. Показано, что прецессионный период на временном интервале 1989–2015 гг. находится вблизи равновесного значения $P_{\text{sup}}=30.37$ дня, а наблюдаемые исторические изменения фазы данной переменности могут быть интерпретированы в рамках модели “красного шума”. Получен аналитический закон, по которому прецессионная фаза может быть определена с точностью до 5% на всем рассматриваемом интервале времени. Используя архивные данные нескольких астрофизических обсерваторий, мы нашли 43 рентгеновских затмения в системе LMC X-4, которые в совокупности с девятью ранее упоминавшимися в литературе позволили определить параметры модели, описывающей эволюцию орбитального периода. В результате показано, что ускорение орбитального вращения выше, чем считалось ранее.

Оригинальная статья/статьи:

ПИСЬМА В АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2015, том 41, №10, с. 609–623, impact factor =1.297

Поиск быстрых осцилляций в системе V0332+53

Ревнивцев М.Г., Мольков С.В., Павлинский М.Н.

Основной целью нашего исследования был поиск быстрых осцилляций в потоке ярчайшего галактического аккрецирующего пульсара V0332+53. Такие осцилляции предсказаны некоторыми моделями аккреционных колонок в замагниченных нейтронных звездах и ранее были обнаружены именно для данного пульсара по данным мягкой области рабочего диапазона детекторов PCA обсерватории RXTE. В результате, используя данные PCA/RXTE как для V0332+53 так и для других ярких источников, а также привлекая компьютерное моделирование, мы продемонстрировали, что найденные ранее осцилляции связаны с инструментальными эффектами. Дополнительный сигнал в килогерцовой области спектра мощности в мягких энергетических каналах возникает в результате эффекта «перекачки» событий из жесткой части энергетического спектра в мягкую. Если пара событий приходит с интервалом времени мене чем ~ 170 мкс, то второму систематически приписывается меньшая энергия, что предположительно объясняется частичной экранировкой поля детектора электронным облаком, рожденным при регистрации первого события. Таким образом, неискаженный спектр мощности по данным PCA может быть получен только для полного энергетического диапазона. Проведенные нами далее исследования показали отсутствию каких-либо осцилляций в потоке от V0332+53 в полосе частот 200-1500 Гц. В рамках модели осцилляций «фотонных пузырей» в аккреционной колонке, отсутствие осцилляций до 1кГц говорит о том, что сечение аккреционной колонки у поверхности нейтронной звезды маленькое – отношение линейного размера сечения к высоте колонки не превышает значение 10-3.

Оригинальная статья/статьи:

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 451, Issue 4, p.4253-4258 (08/20115), impact factor =5.107

Космологическая модель с $f(R)$ гравитацией и стерильными нейтрино массой около 1 эВ

Чудайкин А. С., Горбунов Д. С., Старобинский А. А., Буренин Р. А.

Исследована роль стерильных нейтрино массой около 1 эВ в моделях с видоизмененной гравитацией вида $f(R)$. Показано, что с учетом современных космологических данных, включение в космологическую модель дополнительных видов нейтрино соответствующей массы не позволяет получить любые наперед заданные параметры видоизмененной гравитации. Это связано с тем, что суммарная масса нейтрино ограничивается не только измерениями роста возмущений плотности, но и другими измерениями. В частности, суммарная масса нейтрино оказывается достаточно хорошо ограничена данными по анизотропии РИ и по наблюдению барионных акустических осцилляций.

Оригинальная статья:

Chudaykin A. S., Gorbunov D. S., Starobinsky A. A., **Burenin, R. A.**, "Cosmology based on $f(R)$ gravity with $O(1)$ eV sterile neutrino", Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Issue 05, id. 004 (2015); arXiv:1412.5239; IF=5.810

Рентгеновские обзоры Галактики по данным обсерватории ИНТЕГРАЛ

Р.А. Кривонос, А.А. Лутовинов, М.Г. Ревнивцев, Е.М. Чуразов, Р.А. Сюняев

Обсерватория ИНТЕГРАЛ продолжает накапливать системную информацию об источниках рентгеновского излучения в Галактике и за ее пределами. На основе обзора уже сделано множество работ по исследованию свойств популяций объектов от звездных систем (Ревнивцев и др., 2008; Лутовинов и др., 2013) до активных ядер галактик (Сазонов и др., 2007, 2015). В 2015 году нами были проведены следующие работы: 1) по переписи жестких рентгеновских источников на энергиях выше 100 кэВ (Рис. 1), и 2) работа по идентификации двух ранее неизвестных источников, обнаруженных в обзоре гамма-обсерватории ИНТЕГРАЛ (Томсик и др., 2015).

Оригинальная статья/статьи:

Krivosos, R., Tsygankov, S., Lutovinov, A., Revnivitsev, M., Churazov, E., Sunyaev, R., "INTEGRAL 11-year hard X-ray survey above 100 keV", 4/2015, MNRAS, 448, 3766, impact factor = 5.107, <http://mnras.oxfordjournals.org/content/448/4/3766>

Tomsick, J. A., Krivosos, R., Rahoui, F., Ajello, M., Rodriguez, J., Barriere, N., Bodaghee, A., Chaty, S., "Chandra identification of two AGN discovered by INTEGRAL", 5/2015, MNRAS, 449, 597, impact factor = 5.107, <http://mnras.oxfordjournals.org/content/449/1/597>

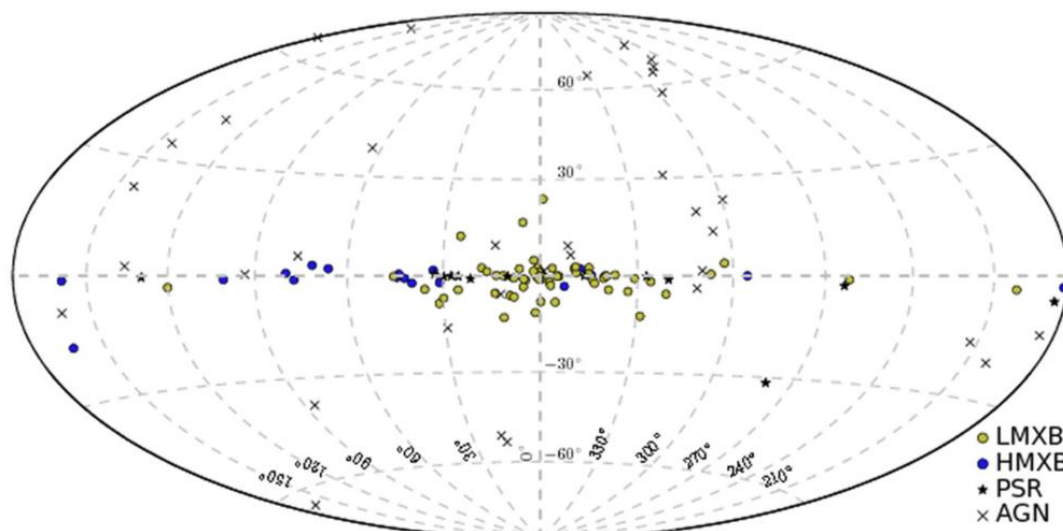


Рис.1 Карта неба с источниками рентгеновского излучения, зарегистрированными на энергиях выше 100 килоэлектронвольт с помощью данных гамма-обсерватории ИНТЕГРАЛ (Кривонос и др., 2015)

Пульсирующее рентгеновское излучение от двойной системы 2RXP J130159.6-635806 по данным обсерватории НуСТАР

Р.А. Кривонос, А.А. Лутовинов

Благодаря новым наблюдениям массивной двойной системы 2RXP J130159.6-635806 с помощью обсерватории НуСТАР (Рис. 1) удалось впервые получить спектр высокого качества, а также измерить период пульсации рентгеновского излучения. Оказалось, что период пульсирующего излучения системы за последние 20 лет сократился на 100 секунд, что является уникальным явлением среди подобных систем.

Оригинальная статья/статьи:

Krivosnos, R. A., Tsygankov, S. S., Lutovinov, A. A., Tomsick, J. A., Chakrabarty, D., Bachetti, M., Boggs, S. E., Chernyakova, M., Christensen, F. E., Craig, W. W., Fuerst, F., Hailey, C. J., Harrison, F. A., Lansbury, G. B., Rahoui, F., Stern, D., Zhang, W. W., "NuSTAR Discovery of an Unusually Steady Long-term Spin-up of the Be Binary 2RXP J130159.6-635806", 8/2015, The Astrophysical Journal, 809, impact factor = 5.993, 140, <http://dx.doi.org/10.1088/0004-637X/809/2/140>

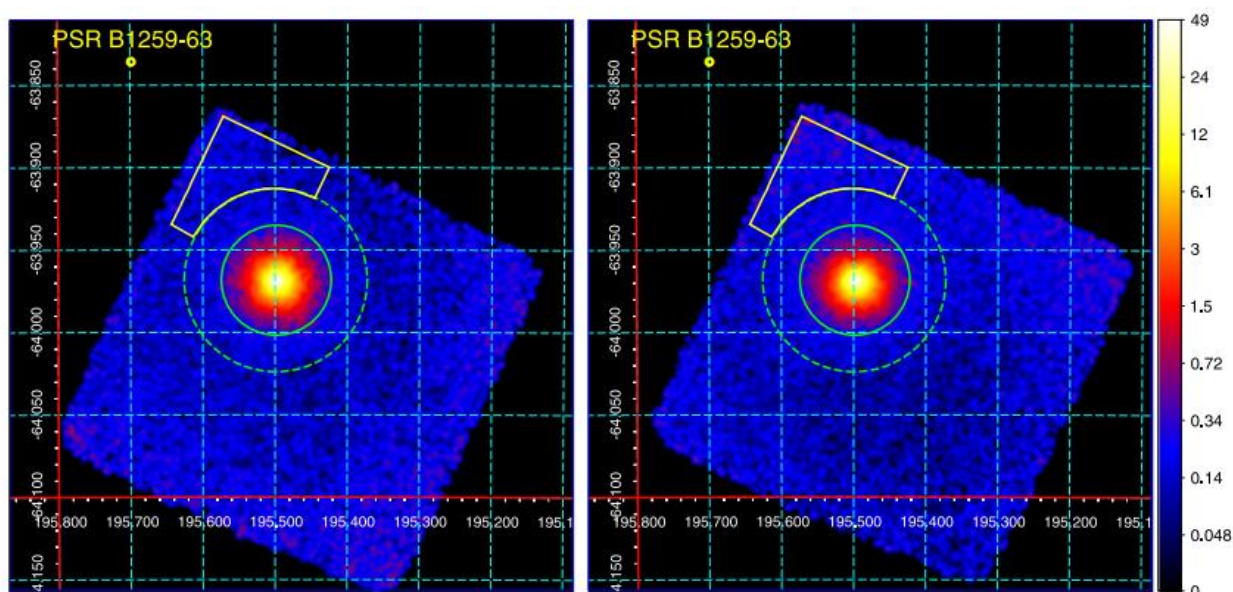


Рис.1 Карта неба с источниками рентгеновского излучения 2RXP J130159.6-635806, зарегистрированными с помощью данных орбитального телескопа НуСТАР (Кривонос и др., 2015). Спектральный и временной анализ был выполнен в кружке со сплошной линией. Штриховая линия показывает максимальное расстояние от источника, где он доминирует над фоном. Желтый регион был использован для оценки фона.

Поиск катаклизмических переменных по данным рентгеновского обзора неба 400d.

Ткаченко А.Ю., Ревнивцев М.Г., Буренин Р.А., Мещеряков А.В., Воробьев В.С., Павлинский М.Н.

Приведены первые результаты поиска катаклизмических переменных среди точечных рентгеновских источников, обнаруженных в части обзора неба площадью 400 кв. градусов, выполненного по данным телескопа ROSAT (400d), для которой имеются также фотометрические данные Слоановского обзора неба. Необходимые оптические наблюдения кандидатов в катаклизмические переменные проводились на Российско-Турецком 1.5-м телескопе (РТТ-150). Показано, что один из четырех исследованных объектов (400D J0019126+220733) является катаклизмической переменной, два – квазарами на красном смещении $z \sim 2$, природа одного объекта остается невыясненной, однако мы можем исключить его из списка возможных кандидатов в катаклизмические переменные: его спектр не содержит характерных эмиссионных особенностей.

Оригинальная статья/статьи:

Ткаченко А.Ю., Ревнивцев М.Г., Буренин Р.А., Мещеряков А.В., Воробьев В.С., Павлинский М.Н., Поиск катаклизмических переменных по данным рентгеновского обзора неба 400d // ПАЖ /Astronomy Letters, impact factor =1.297 / 1.432, 2015, т.41, №5, стр.196.

Состояние телескопа ART-XC проекта Спектр-РГ

Павлинский М., Акимов В., Левин В., Кривченко А., Ротин А., Кузнецова М., Лапшов И., Ткаченко А., Семена Н., Бунтов М., Глушенко А., Арефьев В., Яскович А., Гребенев С., Сазонов С., Ревнивцев М., Лутовинов А., Мольков С., Кривonos Р., Сербинов Д., Куделин М., Дроздова Т., Воронков С., Сюняев Р., Чуразов Е., Гильфанов М. и др.

В работе показан текущий статус работ по созданию телескопа ART-XC, входящего в состав проекта Спектр-РГ. Приведены результаты наземной калибровки летных зеркальных систем ART-XC. Проведено исследование свойств КДИ рентгеновских детекторов ART-XC на рентгеновском стенде НИКС ИКИ РАН. По результатам этой работы определено мертвое время, эффективность и фоновая скорость счета детекторов.

Оригинальная статья:

M. Pavlinsky, V. Akimov, V. Levin, A. Krivchenko, A. Rotin, M. Kuznetsova, I. Lapshov, A. Tkachenko, N. Semena, M. Buntov, A. Glushenko, V. Arefiev, A. Yaskovich, S. Grebenev, S. Sazonov, M. Revnivitsev, A. Lutovinov, S. Molkov, R. Krivonos, D. Serbinov, M. Kudelin, T. Drozdova, S. Voronkov, R. Sunyaev, E. Churazov, M. Gilfanov, V. Babushkin, I. Lomakin, A. Menderov, M. Gubarev, B. Ramsey, K. Kilaru, S.L. O'Dell, J. Kolodziejczak, R. Elsner, V. Zavlin, D. Swartz, Status of ART-XC / SRG instrument // Proc. SPIE 9603, Optics for EUV, X-Ray, and Gamma-Ray Astronomy VII, 96030C (4 September 2015); doi: 10.1117/12.2190184

Спектральная модель теплового рентгеновского излучения барионных джетов

Хабибуллин И. И., Медведев П. С., Сазонов С. Ю.

Произведен расчет и представлена общедоступная (<http://hea133.iki.rssi.ru/public/bjet/>) спектральная модель теплового рентгеновского излучения барионного джета, основанная на свойствах хорошо изученного Галактического микроквара SS 433, для широкого диапазона параметров, характеризующих джет, которые могут иметь место в тесных двойных системах. Излучение джета находится путем суммирования вкладов тонких слоев приблизительно постоянной температуры (см. Рис. 1), при этом температурный профиль находится самосогласованно с учетом охлаждения за счет адиабатического расширения и потерь на излучение. Поскольку модель предсказывает не только форму, но и светимость излучения, ее нормировка не является свободным параметром, если расстояние до источника известно достаточно точно. Данная модель может быть использована не только для первоначального анализа данных рентгеновской спектроскопии высокого разрешения SS 433, но также и для поиска компонент, связанных с

излучением барионных джетов, в спектрах Галактических рентгеновских двойных (например, 4U 1630-47), ультраярких рентгеновских источников (например, Holmberg II X-1), а также возможного аналога SS 433 в галактике NGC 7793 (S26).

Khabibullin, Medvedev & Sazonov, MNRAS, 2015, в печати, DOI: 10.1093/mnras/stv2432, Thermal X-ray emission from a baryonic jet: a self-consistent multicolour spectral model, MNRAS, IF = 5.107, <http://arxiv.org/abs/1510.05563>

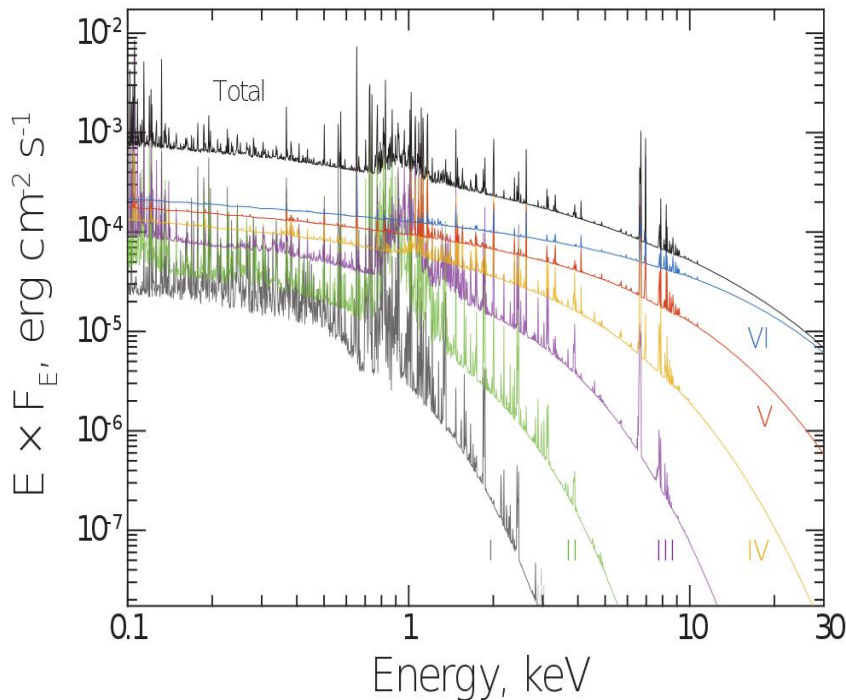


Рис.1. Вклад областей джета с температурой в шести диапазонах (границы которых распределены логарифмически-равномерно в диапазоне от 0.2 до 20 кэВ) в полное излучение джета для модели с температурой основания 20 кэВ и значением параметра адиабатичности 0.5.

Измерение красных смещений скоплений галактик $z < 0.45$ с высокой точностью по фотометрическим данным SDSS-III

А. В. Мещеряков (ИКИ), В. В. Глазкова (ВМиК МГУ), С. В. Герасимов (ВМиК МГУ), Р. А. Буренин (ИКИ), Г.А.Хорунжеев (ИКИ)

Представлен новый метод измерения красных смещений скоплений галактик по данным фотометрического обзора неба SDSS-III. Высокоточные измерения photo-z галактик красной последовательности с использованием методик машинного обучения на тренировочной выборке из больших красных галактик BOSS LOWZ позволяют определять красные смещения скоплений в диапазоне $z < 0.45$ с точностью $\sigma_{\text{phot}} = 0.011$. Точность предложенного метода оценивалась на скоплениях галактик из каталога 400d.

Оригинальная статья/статьи:

Письма в *Астрономический журнал* 2015, том 41, №7, с. 339–349, impact factor =1.297 (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2015AstL...41..307M>)

Сравнение простых методов оценки массы для медленно вращающихся эллиптических галактик

Лыскова Н.С., Чуразов Е.М.

Точное определение масс большого количества галактик на разных красных смещениях имеет важнейшее значение для понимания процессов их формирования и эволюции со временем. Были детально изучены простые и надежные методы, которые позволяют из минимального набора наблюдательных данных в оптическом диапазоне получить несмещенную оценку массы с известным и умеренным разбросом. Проведено сравнение подобных подходов на (i) аналитических моделях, (ii) выборке модельных галактик, полученных в результате численного моделирования, а также на (iii) выборке галактик раннего типа, которые уже были проанализированы передовыми методами. Показано, что, в целом, простые подходы позволяют получить практически несмещенную оценку массы при усреднении по выборке.

Предложен новый индикатор полной массы эллиптической галактики. Согласно тестам на модельных галактиках локальное значение дисперсии лучевых скоростей σ_p на радиусе R_2 , где наблюдаемый профиль поверхностной яркости убывает как R^{-2} , может быть использовано в качестве индикатора полной массы галактики.

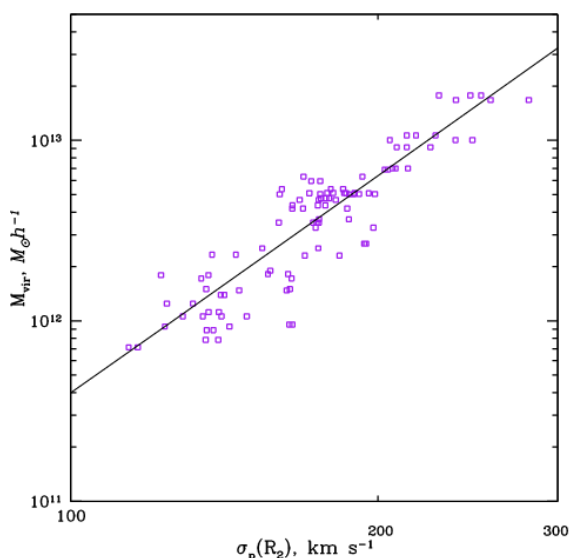


Рис. 1. Виральные массы модельных галактик как функция локального значения дисперсии лучевых скоростей на R_2 .

Оригинальная статья:

Lyskova N., Thomas J., Churazov E., Tremaine S., Naab T. Comparison of simple mass estimators for slowly rotating elliptical galaxies. MNRAS, 2015, v. 450, pp. 3442-3457, impact factor = 5.107, doi = 10.1093/mnras/stv835, <http://mnras.oxfordjournals.org/content/450/4/3442>

Раздел Астропыль

Проведены наблюдения (совместно с ГАИШ МГУ) и обработан большой объем с 1980 по 2015 гг. фотометрических наблюдения в инфракрасной области спектра 1-5 мкм затменной системы эpsilon Возничего. Система состоит из Сверхгиганта класса F вращающегося вокруг невидимого более массивного и горячего компонента, окруженного пылевым диском. Зафиксировано посинение цвета в моменты начала и конца затмения (рис. 1), которое мы связываем с рассеянием света на краях пылевого диска. Этот эффект указывает на наличие в пылевом диске крупных частиц. Кроме того, наблюдается фазовый ход показателя цвета J-M (рис. 1), который можно объяснить тем,

что пылевой диск нагревается Сверхгигантом и из-за большой эллиптичности орбиты (рис. 2) температура видимой с Земли его части существенно изменяется.

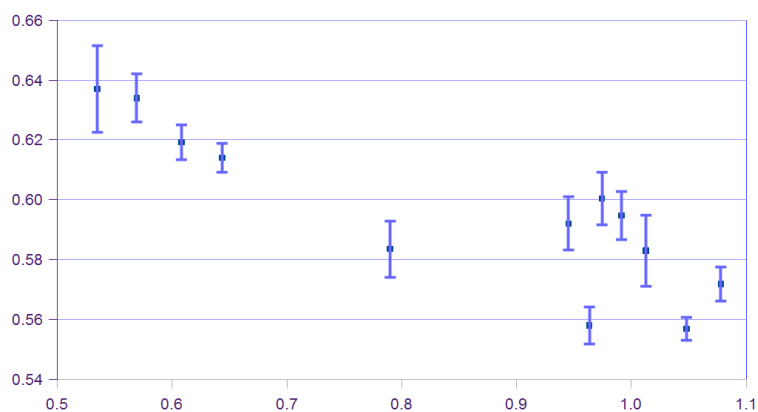


Рис. 1. Зависимость показателя цвета J-M эpsilon Возничего от фазы блеска.

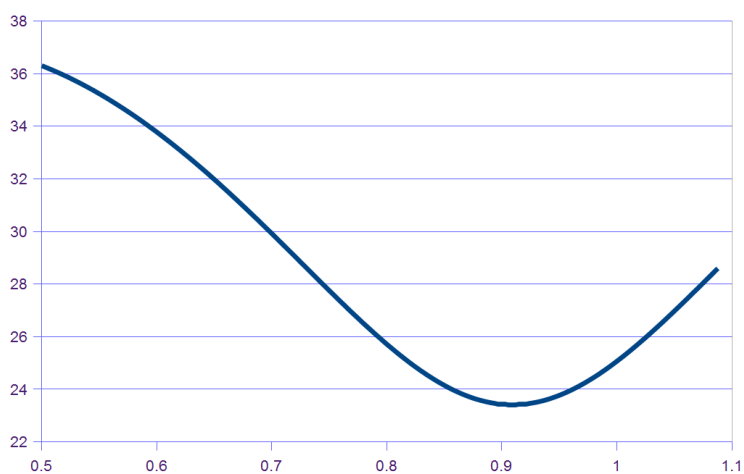


Рис. 2. Зависимость расстояния (а.е.) между компонентами системы эpsilon Возничего в зависимости от фазы блеска.

Проведены широкоугольные поляризационные измерения фона сумеречного неба. Получены данные, позволяющие восстановить поляризационную функцию рассеяния на частицах серебристых облаков, которые были зарегистрированы в Подмоскowie вечером 5 июля 2015 года (рис. 3). Разрабатываемый в настоящее время метод будет использовать неоднородности в поле серебристых облаков для определения их поляризации в зависимости от угла рассеяния. Поляризационные данные будут использоваться для определения формы и размеров ледяных частиц, формирующих серебристые облака. Предварительная оценка дает размер этих частиц, согласующийся со спутниковыми и лидарными данными, ~100 нм.



Рис. 3. Одно из изображений неба в период масштабного появления серебристых облаков вечером 5 июля 2015 года.

На основе поляризационного анализа фона однократного рассеяния был выявлена значительная деполаризация рассеянного солнечного излучения на высотах более 80 км перед визуальным максимумом метеорного потока Персеиды. Практически такая же деполаризация была зарегистрирована в 2013 году (рис.4). Эти наблюдения подтверждают гипотезу о существовании отдельного роя малых частиц в потоке Персеиды.

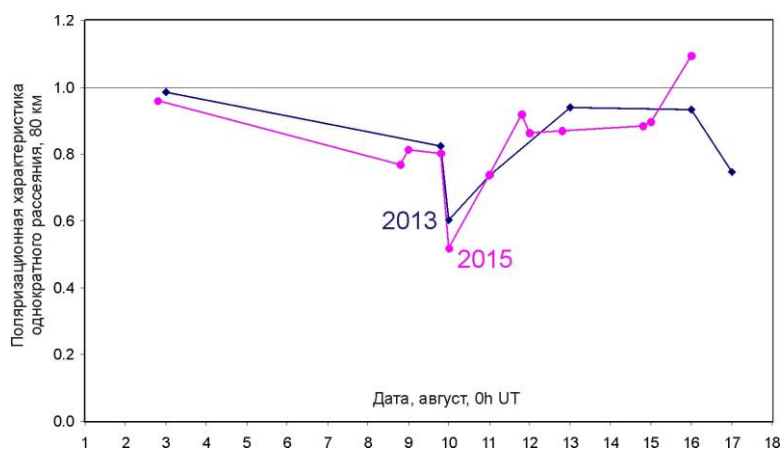


Рис. 4. Поляризационная характеристика однократного рассеяния выше 80 км (отношение наблюдаемой и релеевской поляризации, усредненное по углам рассеяния) по наблюдениям в августе 2013 и 2015 годов. Характерная погрешность измеряемой величины составляет 0.02.

Конференции:

Маслов И.А., Татарников А.М., Таранова О.Г., Шенаврин В.И. Сравнение инфракрасных характеристик минимумов блеска затменной переменной эpsilon Возничего по наблюдениям 1980-2014 гг. "Астрономия от ближнего космоса до космологических далей" XII съезд Астрономического Общества, МГУ ГАИШ, Москва, Россия, 25-30 мая 2015.

Угольников О.С., Маслов И.А., Козелов Б.В. Поляризационный мониторинг мезосферы средних и полярных широт на основе измерений фона сумеречного неба. Тезисы докладов 19-й международной конференции молодых ученых "Состав атмосферы. Атмосферное

электричество. Климатические эффекты". Пос. Шепси Краснодарского края, 25-29 мая 2015.

Раздел «Радиоинтерферометр»

Научный руководитель проф. Др. физ-мат наук Л.И. Матвеевко.

Подтемы:

1. Исследования природы активной области ядра радиогалактики М 87.

Продолжены исследования сверхтонкой структуры радиогалактики М 87 в миллиметровом – сантиметровом диапазоне волн [1]. Для исключения неоднозначности определения меры вращения исследована структура галактики на близких частотах 3-х сантиметрового диапазона, со сверхвысоким угловым разрешением, достигающим 50 мксек. дуги. Истечение релятивистского потока происходит в двух противоположных направлениях. В структуре биполярного потока выделены высокоскоростная и низкоскоростная составляющие рис 1. длины волн $\lambda=2$ см – а, $\lambda=3.5$ см - б и $\lambda=3.7$ см -в. Коаксиальная структура определяется последовательной эжекцией плазмы по мере накопления избыточного углового момента. Размеры кольцевых сопел уменьшаются по мере приближения к центру по степенной зависимости $\varnothing(n)=10^{-(0.3n-1.8)}$ мксек дуги. Экспоненциально растет электронная температура и скорость истечения плазмы, достигая 10^{13} К. Скорость эжекции высокоскоростного потока достигает 0.1с. Вкрапления в низкоскоростных потоках соответствуют тангенциальным направлениям кольцевых токов, формирующих магнитное поле типа соленоида. Структура высокоскоростных потоков джета и контрджета – зеркальное отражение друг друга и соответствует конической спирали с расходящимся шагом. Отличие размеров определяется отличием скоростей.

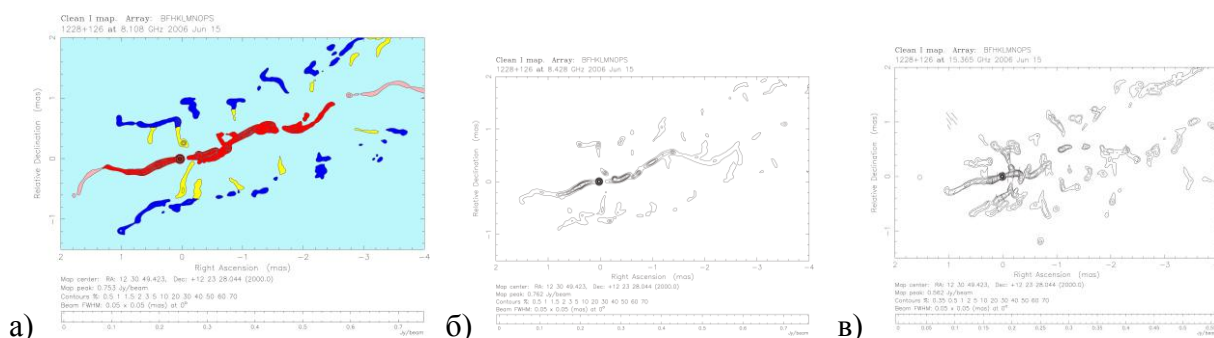


Рис. 1 Структура активной области радиогалактики М 87 на волнах $\lambda=3.7$ см –а, $\lambda=3.5$ см – б, и $\lambda=2$ см -в. Биполярный высокоскоростной поток окружен низкоскоростной составляющей. Разрешение 50 мксек. дуги.

Фрагменты высокоскоростного потока имеют спектры с низкочастотными завалами. Частота излома снижается по мере удаления от эжектора. Магнитное поле фрагментов соответствует $50 \leq \rho \leq 500$ мГс на расстояниях $-0.25 \leq \rho \leq 0.26$ мксек дуги и далее снижается до 0.2 мГс.

2. **Объекты с активными ядрами 3С 454.3 и 3С 345.** По данным РСДБ наблюдений на волне 7 мм в течение 70 эпох 2007 – 2013 гг. построены карты активных областей объектов 3С 454.3 и 3С 345 с предельным угловым разрешением до 20 мксек. дуги, в том числе в поляризованном излучении. Проанализирована зависимость углового разрешения от чувствительности в пределах до 0.5 мксек. дуги. В качестве примеров приведены карты объекта 3С 454.3 с разрешением 100 и 20 мксек. дуги, рис. 2 а - 2 в. Для

сравнения приведена карта объекта со стандартным разрешением рис. 2 г. Проводится анализ полученных результатов.

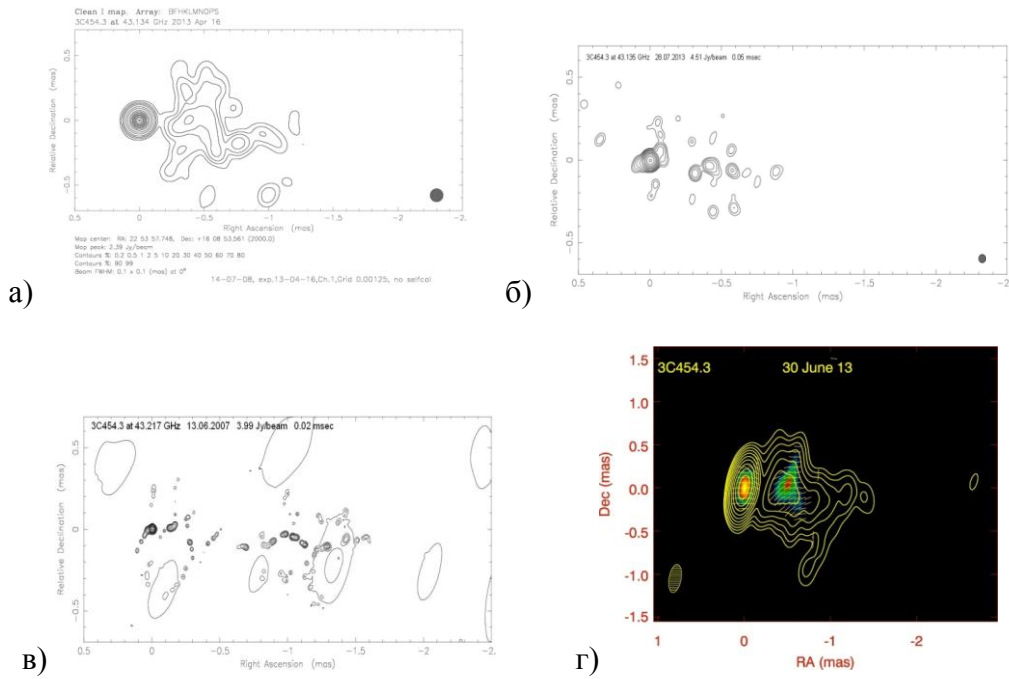


Рис. 2. Структура активной области квазара 3С 454.3 на волне $\lambda=7$ мм, эпоха 18.04.2013: разрешение 100 мк сек. Дуги – а, 50 мксек. дуги – б, 20 мк.сек. дуги – в и стандартное изображение – г. В правом нижнем углу приведены диаграммы усреднения.

На рис. 3. приведены изображения активной области объекта 3С 454.3 в поляризованном излучении на волнах $\lambda=3$ см и $\lambda=2$ см.

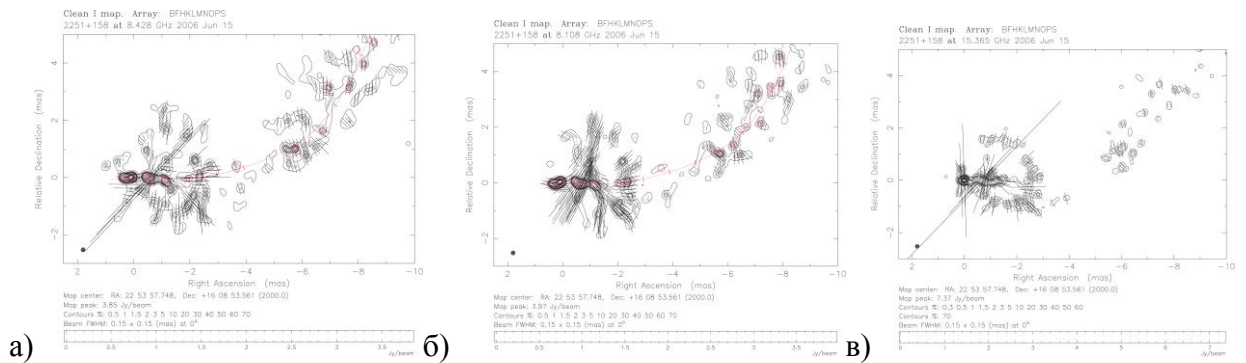


Рис. 3. Структура активной области квазара 3С 454.3 в поляризованном излучении на волнах $\lambda=3.5$ см - а, $\lambda=3.7$ см – б и $\lambda=2$ см – в. Разрешение 0.15 мсек. дуги.

На рис.4 показана тонкая структура активной области квазара 3С 345 на волне $\lambda= 2$ см на одну из эпох, разрешение 50 мксек. дуги.

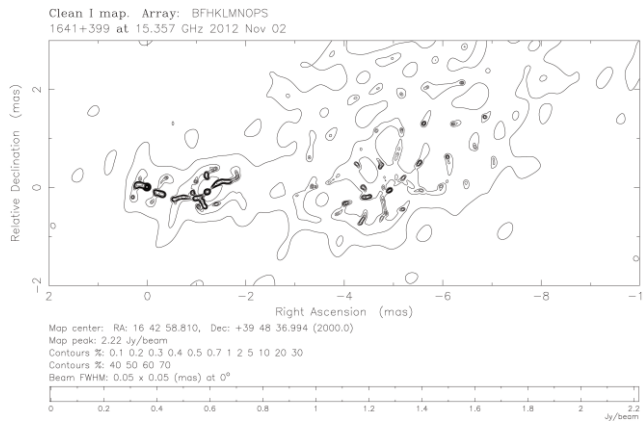


Рис. 4. Структура активной области квазара 3C 345, $\lambda=2$ см, разрешение 50 мксек. дуги.

3. **Радиогалактика Лебедь А.** Исследована тонкая структура активной области радиогалактики Лебедь А на волне $\lambda=2$ см с предельным угловым разрешением 20 мк сек. дуги. Установлено, что яркостная температура потока на выходе сопла достигает $T_b \approx 4 \cdot 10^{12}$ К. Высокоскоростные биполярные потоки джета и контрджета имеют спиралевидную форму с расходящимся шагом, зеркально отражающие друг друга. Размеры джета превышают размеры контрджета примерно в 3.5 раза, что определяется его повышенной скоростью, Рис. 5. Взаимодействие с окружающей средой коллимирует и ускоряет потоки. Обнаружена и определена природа низкоскоростной составляющей – пустотелых трубок, окружающих высокоскоростные потоки[2].

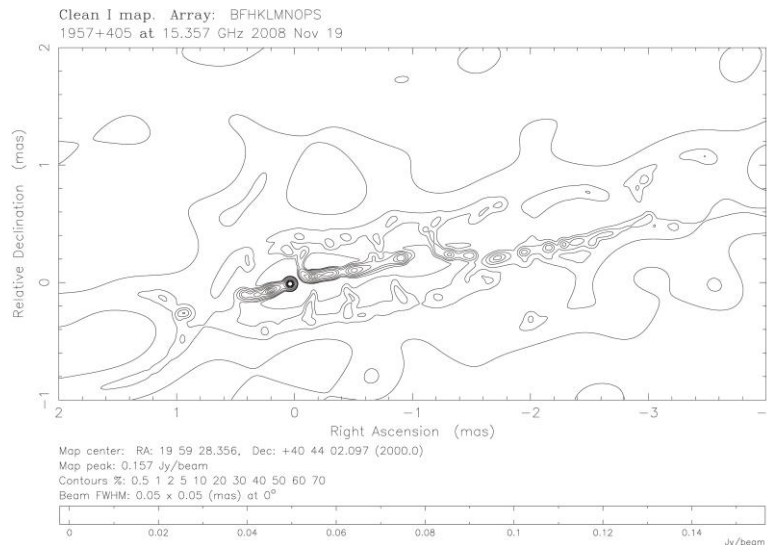


Рис.5. Тонкая структура активной области радиогалактики Леб. А на волне $\lambda=2$ см, эпоха 10.11.2008. Разрешение 50 мк сек. дуги.

Выводы. Результаты проведенных исследований тонкой структуры активных областей ядер галактик свидетельствуют о вихревой природе, аналогичной – антицентрифуге. Равномерное прямолинейное движение вещества неустойчиво. Небольшое отклонение плотности вещества, скорости приводит к завихрению. Окружающее вещество перетекает по спирали к центру вихря и эжектируется в виде биполярного потока по мере накопления избыточного углового момента. Остаток выпадает в центре, формируя массивное тело, гравитационное поле которого ускоряет и стабилизирует процесс. Вращающиеся эжектированные потоки, взаимодействуя с окружающей средой, ускоряются и

фокусируются. Структуры джета и контрджета идентичны и являются зеркальным отражением друг друга. Гидродинамическая неустойчивость потоков вызывает прецессию – формирование структуры потока типа расходящейся конической спирали с переменным шагом, а реактивное воздействие – искривление плоскости диска. В стенках вращающихся потоков возбуждаются кольцевые токи – соосные магнитные поля. Истечение биполярного потока - равновероятно в обе стороны, но движение по оси магнитного поля приводит к ускорению джета, а противоположном - торможению контрджета [3,4,5].

Планируется провести анализ данных многолетних наблюдений на волне 7 мм (70 эпох 2007 – 2013 гг.) в течение 2016-2017 гг. Разработать модель кинематики объектов с активными ядрами.

2. Центр обработки радиоинтерферометрических данных ИКИ – ИПА отв. к.ф.м.н. Демичев В.А.

В рамках совместных работ ИКИ-ИПА создан центр обработки и хранения РСДБ данных наблюдений на системе КВАЗАР-КВО. Предусмотрена обработка коррелированных РСДБ данных, включая калибровку и хранение. Построение изображений исследуемых объектов с предельным угловым разрешением, том числе в поляризованном и спектральном излучении. За основу принято стандартное программное обеспечения типа AIPS, Difmap, SCHED, модифицированное под требования исследований тонкой структуры объектов. Управление процессом обработки осуществляется пользователями через интернет.

Вычислительный комплекс состоит из 5 основных модулей (рис.2.1)

- Серверный модуль обеспечивает связь элементов на основе гигабитной сети Ethernet, с реальной пропускной способностью до 110 Мбайт/с. Имеет программную защиту типа Firewall от несанкционированного доступа. Обеспечивает перекачку данных с архивов ИПА РАН и EVN. Основа Acer P4 3GHz.
- Общий объем хранилища данных 6 Терабайт. Внешнее хранилище объемом 3 Терабайта дублирует хранения результатов обработки и используются как буфер для манипуляции с данными – преобразования, усреднения, объединения, вырезки необходимых сегментов и первичной калибровки. На основе Dell Optiplex 780 Core2 Duo 3GHz, 2 Gb RAM 2x 3 Tb HDD + Хранилище данных WD MyBook 3 Tb.
- Модуль для расчета астрометрических параметров – пересчет частот в лучевые скорости, построения U-V покрытий, составление программ наблюдений. Программа SCHED. На основе Dell Optiplex 780 Core2 Duo 3GHz, 2 Gb RAM.
- Модуль для построения радиокарт – позволяет проводить детальный анализ данных, чистку и построение радиокарт с помощью программы Caltech Difmap. База - Dell Optiplex 780 Core2 Duo 3GHz, 4 Gb RAM
- Модуль анализа данных. Позволяет строить радиокарты различных масштабов, стрип-распределения, спектры деталей, зависимости относительного положения от скорости линии. Производить фитинг гауссовых компонент, обработку данных «вручную». База - Dell Optiplex 780 Core2 Duo 3GHz, 2 Gb RAM



Рис.2.1. Вычислительный комплекс ИКИ-ИПА для обработки данных РСДБ наблюдений.

Проведены испытания, получены спектры, и изображение активной области галактики NGC 4258 в мазерном излучении водяного пара, рис. 2.2 и Ориона КЛ, рис. 2.3.

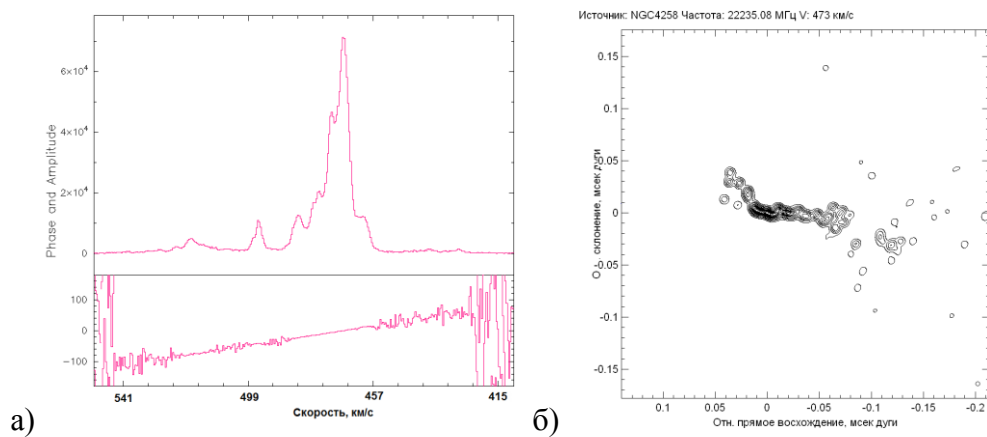


Рис.2.2. Спектр излучения активной области галактики NGC4258 - (а) и изображение активной области мазерного излучения с разрешением 5 мсек дуги - (б).

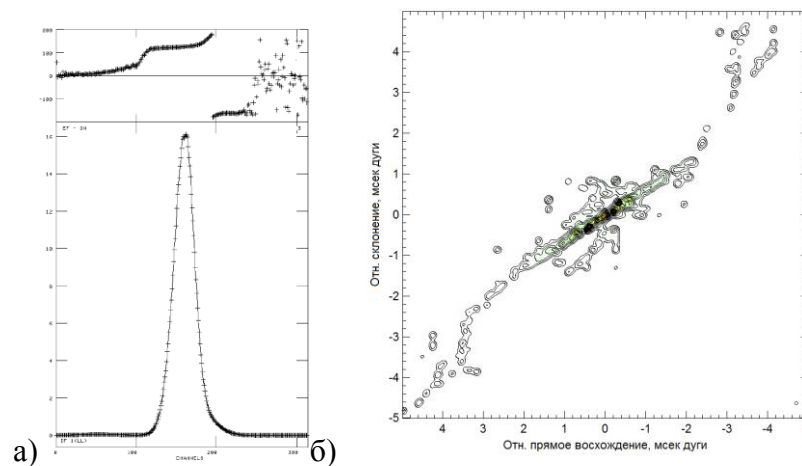


Рис.2.3. Спектр мазерного излучения Ориона КЛ, эпоха 06.2012 - (а) и радиокарта биполярного потока с разрешением 0.1 мсек дуги(б).

Публикации

1. Матвеевко Л.И., Селезнев С.В. Кинематика ядра радиогалактики М 87 // ПИСЬМА В АЖ, 2015, том 41, №12, с. 772–802
2. Матвеевко Л.И., Селезнев С.В. Тонкая структура джета радиогалактики Леб А // ПИСЬМА В АЖ, 2015, том 41, №12, с. 803–807
3. Матвеевко Л.И. Доклад «Многоликое единство» XXXII Всероссийская конференция , Пушино, 20-23 апреля 2015
4. Матвеевко Л.И. Доклад «Multi-Face Unity» XIII Русско-Финский симпозиум Пулковско, Май 25-29, 2015
5. Матвеевко Л.И. Доклад «Кинематика ядра» Конференция ИПА 20-23 апреля, 2015