

Разработан новый алгоритм обработки изображений обсерватории ИНТЕГРАЛ

Новый метод обработки данных орбитальной рентгеновской обсерватории ИНТЕГРАЛ разработал Роман Кривонос, сотрудник Института космических исследований РАН и Института астрофизики Общества им. Макса Планка (Германия). Благодаря этому на изображениях, полученных обсерваторией, были выявлены новые слабые источники рентгеновского излучения, которые не удавалось зафиксировать ранее. Итогом работы стал новый каталог наиболее глубокого на сегодняшний день обзора неба в жестком рентгеновском диапазоне (17—60 кэВ).

Рентгеновская обсерватория ИНТЕГРАЛ (Европейское космическое агентство, запуск 2002 года) работает на околоземной орбите уже более семи лет, предоставляя в распоряжение исследователей ценнейшие данные о рентгеновском и гамма-излучении галактических и внегалактических источников. Столь долгое время работы исключительно ценно для исследователей: чем дольше работает обсерватория, тем больше время наблюдений, соответственно, как и в обычной фотографии, тем более отдаленные и слабые объекты она способна зафиксировать.

Но, к сожалению, в данном случае количество не автоматически переходит в качество. Чем больше время наблюдений, тем сильнее на конечный результат влияют систематические эффекты ошибки, искажающие изображение и ухудшающие чувствительность наблюдений. Если продолжить аналогию с фотоаппаратом, то в случае длинной экспозиции систематической ошибкой, или шумом, смазывающим изображение при длинной выдержке, будет дрожание рук, которое может свести на нет высокую чувствительность матрицы фотоаппарата.

В случае с рентгеновской обсерваторией ИНТЕГРАЛ причиной подобных систематических эффектов служит сама конструкция обсерватории, или, вернее, ее главного инструмента — телескопа IBIS (аббревиатура английского выражения Imager on Board the INTEGRAL Satellite или «изображающее устройство на борту спутника ИНТЕГРАЛ»). Телескоп представляет собой позиционно-чувствительную матрицу полупроводниковых детекторов, над которой находится пластина с прорезанными в определенном порядке отверстиями — так называемая кодирующая маска. Поток рентгеновских фотонов падает на детекторы через маску, в результате чего на матрице появляется узор из засвеченных и затененных (там, где фотоны не смогли пройти через маску) единиц изображения — пикселей. По этому узору и данным об ориентации обсерватории в конкретный момент времени затем можно восстановить изображение рентгеновского источника.

К сожалению, эта столь просто описываемая процедура требует сложных алгоритмов обработки данных, которые должны учитывать, во-первых, ложные сигналы, возникающие на матрице в силу конструктивных особенностей телескопа, и, во-вторых, довольно сильный рентгеновский «фон» — галактическое и внегалактическое фоновое рентгеновское излучение, которые также могут создавать сильные «помехи» при идентификации отдельных источников на изображениях обсерватории.

В случае ИНТЕГРАЛа особенно важно учитывать фоновое рентгеновское излучение нашей Галактики, поскольку значительная часть наблюдательного времени обсерватории посвящена исследованию именно этой области неба и, в частности, центра Галактики.

Соответственно, чтобы выделить на полученном изображении отдельные источники, надо «очистить» его от фонового сигнала, который, в свою очередь, требуется правильно моделировать.

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

Новый метод обработки данных, разработанный Романом Кривоносом, сотрудником ИКИ РАН и Института астрофизики Общества им. Макса Планка (Германия) содержит более точную, по сравнению, с предшествующими, модель галактического фонового излучения, в которой, в частности, учтены вариации его интенсивности. Основой этой модели стали данные наблюдений Галактики в ближнем инфракрасном диапазоне, которые хорошо коррелируют с рентгеновским излучением Галактики.

«Второй шаг» при обработке данных ИНТЕГРАЛА, — исключение крупномасштабных артефактов, которые остаются на изображении после удаления фоновых сигналов.

Благодаря новому алгоритму систематические эффекты удалось практически полностью исключить на изображениях участков неба вне галактической плоскости. На изображениях, где содержатся участки Галактики, систематические эффекты также существенно подавлены. В итоге фон на изображениях ИНТЕГРАЛа стал более равномерным и появилась возможность детектировать слабые рентгеновские источники, ранее неотличимые от фона.

Более того, новый алгоритм оказался едва ли не наиболее эффективным средством обработки данных ИНТЕГРАЛа, позволяющим «вытащить» из данных обсерватории почти всю информацию, которую они содержали, с учетом характеристик самого телескопа. Или, говоря другими словами, чувствительность внегалактических наблюдений практически достигла технического предела, определенного самим телескопом. В случае галактических наблюдений, где интенсивность фоновых «помех» выше, этот предел еще не достигнут, но тем не менее полученный результат представляет значительный шаг вперед.

Главным итогом работы стал наиболее глубокий на сегодняшний день обзор всего неба в жестких рентгеновских лучах (17—60 кэВ), выполненный за 7 лет работы обсерватории (2002—2009).

В каталог, составленный по результатам обзора, вошел 521 источник. Из числа объектов, природа которых понятна, 262 находятся в нашей Галактике, а 219 — за ее пределами, на расстояниях до 1 миллиарда световых лет. Большая часть внегалактических источников (214) — это активные ядра галактик, поэтому по данным каталога можно проследить, как подобные объекты развивались во Вселенной в течение последнего миллиарда лет. Кроме этого, число галактических источников, в которое входят аккрецирующие черные дыры и нейтронные звезды, значительно больше, чем в аналогичных более ранних каталогах.

По словам Романа Кривоноса, новый обзор Галактики представляет пример того, что можно будет увидеть в ближайших к нам галактиках с помощью рентгеновских обсерваторий будущего.

Описание используемого алгоритма и каталог источников описаны в статьях, принятых к публикации в журнал *Astronomy&Astrophysics*.

Дополнительная информация:

Кривонос Роман Александрович, научный сотрудник ИКИ РАН
krivonos@iki.rssi.ru

Сайт отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН
<http://hea.iki.rssi.ru/ru/index.php>

Пресс-релиз на сайте ЕКА (иллюстрации)

INTEGRAL completes deepest all-sky survey in hard X-rays

<http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=47532>

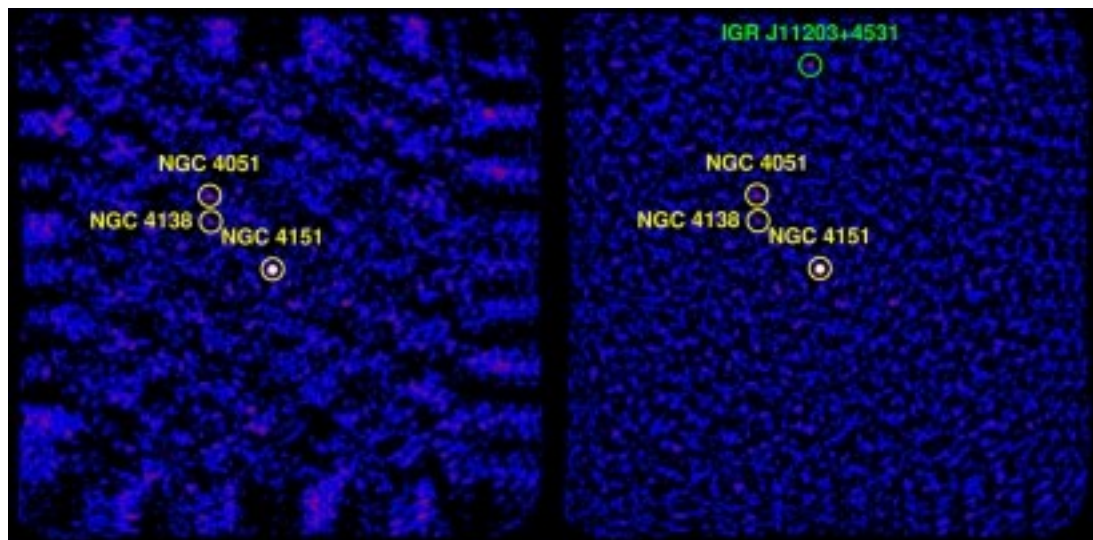
Оригинальные статьи:

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

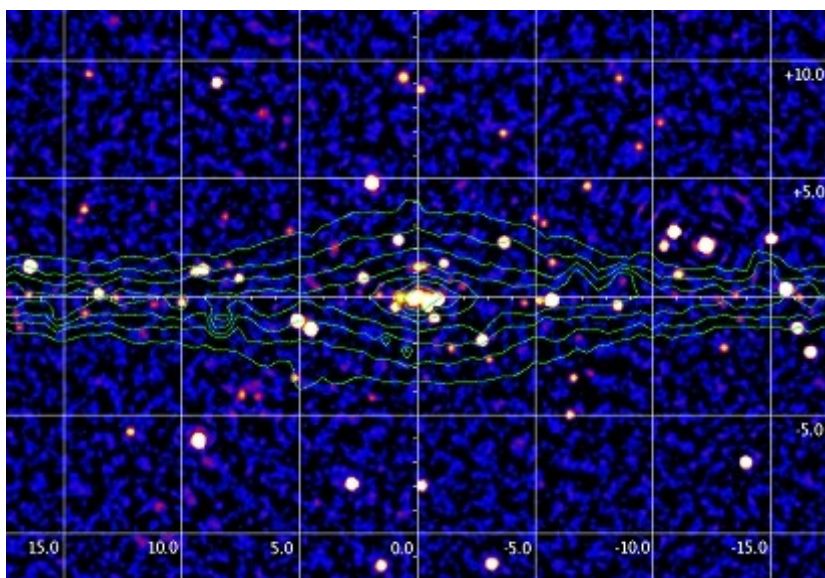
Krivosos, R., et al. [2010], INTEGRAL/IBIS 7-year All-Sky Hard X-Ray Survey – Part I: Image Reconstruction <http://arxiv.org/abs/1006.2463>

Krivosos, R., et al. [2010], INTEGRAL/IBIS 7-year All-Sky Hard X-Ray Survey – Part II: Catalog of Sources <http://arxiv.org/abs/1006.4437>



© Krivosos, R., et al., A&A, in press (10.1051/0004-6361/200913814), 2010, reproduced with permission © ESO

Область неба в районе галактики NGC 4151, общее время экспозиции — 280 тысяч секунд. Слева: изображение, реконструированное с использованием обычного метода, демонстрирующее высокий уровень помех от систематических ошибок (характерное чередование засвеченных и темных пикселей). Справа: изображение, полученное в результате использования нового алгоритма обработки данных. Все крупномасштабные артефакты удалены, фоновое изображение неба настолько равномерно, что возможно детектировать новый источник жесткого рентгеновского излучения, IGR J11203+4531 (обозначен зеленым кружком). Угловой размер каждого изображения — 30x30 квадратных градусов.



ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

© Roman Krivonos (RSDC, Moscow, Russia, and MPA, Garching Germany), *Astronomy Letters*, 2010 in press; map of the Galactic Ridge emission from M. Revnivtsev et al., 2006

Карта центральной области Галактики (Галактический балдж), восстановленная по данным наблюдений семи лет (2002—2009 гг.) с помощью IBIS/ISGRI на борту обсерватории ИНТЕГРАЛ, в энергетическом диапазоне 17—60 кэВ. Зеленые контуры обозначают уровни поверхностной яркости Галактики в инфракрасном диапазоне по наблюдениям аппарата COBE/DIRBE, которые раскрывают структуру балджа и диска во внутренних областях Галактики. Яркость излучения Галактики в ближнем инфракрасном диапазоне также соответствует интенсивности фонового рентгеновского излучения Галактики.