

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

**«Рентгеновский хребет» Галактики: история изучения**

Природа возникновения так называемого «хребта Галактики» – рентгеновского излучения, распределенного вдоль галактической плоскости, долгое время оставалась загадкой для астрономов всего мира. На картинке (рис. 1) это излучение видно как длинная полоса, протянутая вдоль Галактического диска. Проблема заключалась в том, что оно имеет все признаки излучения очень горячего газа – с температурой 10 – 100 миллионов градусов. Столь горячий газ часто находят в гигантских скоплениях галактик, чья масса, в сотни и тысячи раз больше массы нашей Галактики (например,  $10^{14}$  –  $10^{15}$  масс Солнца — сто или даже тысяча триллионов), позволяет удерживать его от «разбегания». Но сохранить такой газ в диске нашей Галактики не представляется никакой возможности. Если же предположить, что газ улетает из Галактики, то энергия, необходимая, чтобы восполнить постоянные потери, превышает все известные нам резервуары энергии в Галактике.

Таким образом, обнаруженное галактическое рентгеновское «свечение» требовало либо пересмотра нашего понимания энергетики Галактики, либо альтернативного объяснения его возникновения.

Одна из естественных альтернатив формирования рентгеновского хребта Галактики — сложение большого количества слабых, не различимых для предыдущих орбитальных обсерваторий, источников, подобно тому, как видимое глазу излучение Млечного пути складывается из света многих далеких и от этого очень слабых звезд. Однако такая гипотеза, впервые высказанная более 20 лет назад, долгое время считалась нереальной.

Крутой поворот произошел благодаря циклу работ Михаила Ревнивцева и его коллег из ИКИ РАН. Гипотеза была впервые косвенно подтверждена благодаря комплексным исследованиям, проведенным при помощи орбитальной обсерватории RXTE (НАСА). Михаил Ревнивцев и его коллеги смогли получить высококачественную карту хребта Галактики и показать, что распределение излучения хребта Галактики на небе очень близко повторяет распределение обычных звезд.

Кроме того, «перепись» слабо излучающего рентгеновского населения нашей Галактики, проведенная Сергеем Сазоновым и его коллегами из ИКИ РАН, прямо указала на возможные классы источников, дающие вклад в протяженное свечение «хребта». Ими оказались, во-первых, аккрецирующие белые карлики – остатки «умерших» звезд, чье вещество практически полностью выгорело. Размеры их очень малы, а масса и плотность необычайно велики, поэтому они обладают сильным гравитационным полем. Из-за этого белый карлик, входящий в двойную звездную систему, мало-помалу «стягивает» вещество со второй звезды (процесс падения вещества и называется аккрецией), которое разогревается до высоких температур и рождает рентгеновское излучение. Второй класс источников – звезды с активными коронами, в тысячи раз активнее нашего Солнца.

Следующей ступенью в разрешении загадки формирования галактического «хребта» должно было стать прямое разделение рентгеновского излучения из области плоскости Галактики на отдельные источники. С этой целью группа, возглавляемая Михаилом Ревнивцевым, подала заявку на сверхглубокое наблюдение области галактической плоскости орбитальной обсерваторией Chandra (НАСА), с лучшим в мире в настоящее время угловым

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

разрешением в рентгеновских лучах. Для наблюдений была специально выбрана область галактической плоскости, как можно более близкая к центру Галактики, чтобы сигнал от загадочного галактического «свечения» был максимален, а межзвездное поглощение – минимально (иными словами, из этой области рентгеновские лучи идут к наблюдателю практически беспрепятственно).

В 2008 году такое наблюдение было проведено. Его общая продолжительность составила около миллиона секунд, т.е. более 11 дней непрерывных наблюдений определенной точки на небе.

Наблюдения дали уникальные по богатству данные о галактических источниках в области центра Галактики. В кружке радиусом всего 2,5 угловые минуты (т.е. приблизительно в 10 раз меньше размера полной Луны на небе) было обнаружено 473 (!) отдельных источника рентгеновского излучения (рис. 2). Большинство из них, по всей видимости, являются аккрецирующими белыми карликами и звездами с активными коронами. Достаточно сказать, что самые слабые из обнаруженных источников рентгеновского излучения дали за все время наблюдений всего по несколько фотонов. Т.е. фактически обнаружены объекты, от которых на Землю за несколько дней приходит всего 1 фотон на телескоп с диаметром более метра!

По результатам наблюдений было показано, что рентгеновское излучение, ставившее в тупик астрономов всего мира на протяжении не одного десятка лет, действительно обладает составной природой. В частности, на энергиях более 5 – 7 кэВ (рентгеновский диапазон электромагнитного излучения) обнаруженные точечные источники позволяют объяснить  $88 \pm 12\%$  всего галактического свечения в исследованном направлении – практически, всё или большую его часть.

Из оставшейся неразрешенной доли свечения значительный вклад могут вносить источники, еще более слабые, чем те, которые были обнаружены в проведенных наблюдениях. Кроме этого, малая часть может принадлежать горячей разреженной межзвездной среде, разогретой взрывами сверхновых.

Загадка рентгеновского «хребта» Галактики была решена, но одновременно перед астрофизиками возникли новые задачи – необходимо тщательнее изучить такой богатый набор данных по галактическим источникам рентгеновского излучения.

Для этого требуется значительно улучшить понимание звездного населения в выбранной области, а значит – получить максимальную информацию о нем во всех спектральных диапазонах.

Выбранная область хорошо «рассмотрена» в инфракрасном диапазоне (орбитальная обсерватория *Spitzer*, НАСА, см. рис. 4). Но в оптическом диапазоне, к сожалению, до недавнего времени такой картины не было, только малую часть области наблюдал космический телескоп им. Хаббла.

Чтобы исправить это положение, группа астрофизиков из ИКИ РАН под руководством Родиона Буренина провела большую наблюдательную кампанию на Российско-Турецком телескопе РТТ-150 (рис. 3). Ее данные позволили получить основные характеристики звездного населения в этой области: возраст, типичное расстояние от Солнца и т.д. Кроме этого, на их основе можно измерить межзвездное поглощение на луче зрения в исследуемой области, то есть, фактически, понять, насколько сигнал от далеких объектов ослабляется на пути к

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

наблюдателю. Планируется также получить изображения этой области на 6-метровом телескопе «Магеллан» (Чили).

Разрешение загадки «хребта» Галактики показало, насколько важно понимать свойства слабых рентгеновских источников в галактиках. Огромным шагом вперед в этом направлении должен стать рентгеновский обзор всего неба астрофизической орбитальной обсерваторией «Спектр-РГ», которая в настоящее время разрабатывается Россией совместно с Германией и запланирована к запуску в 2012 г.

### Иллюстрации

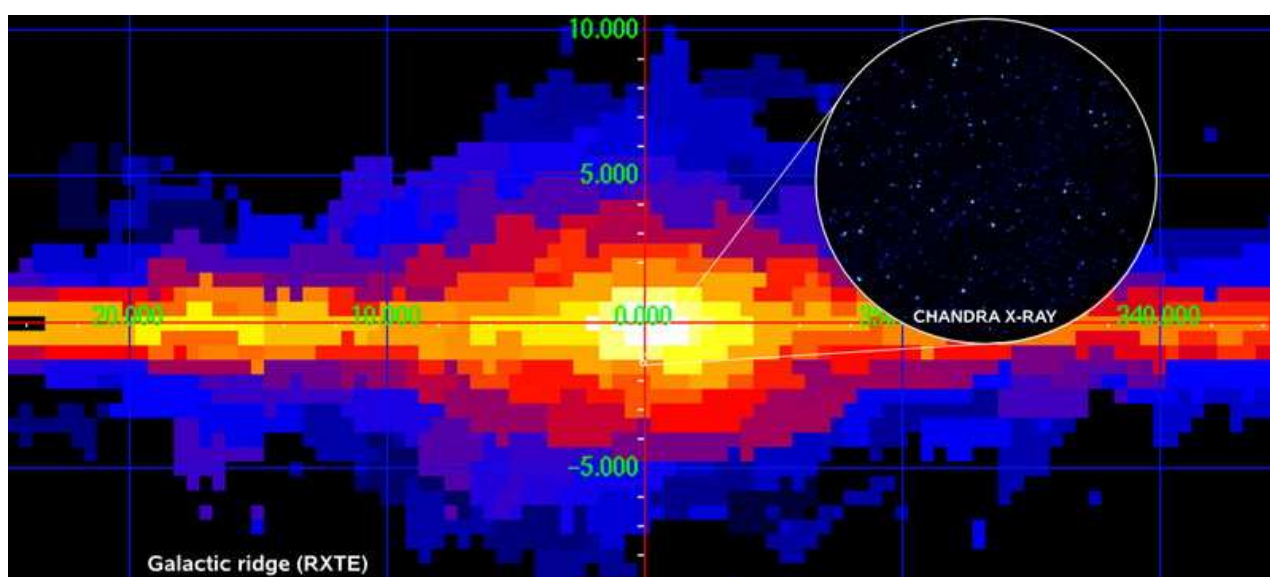
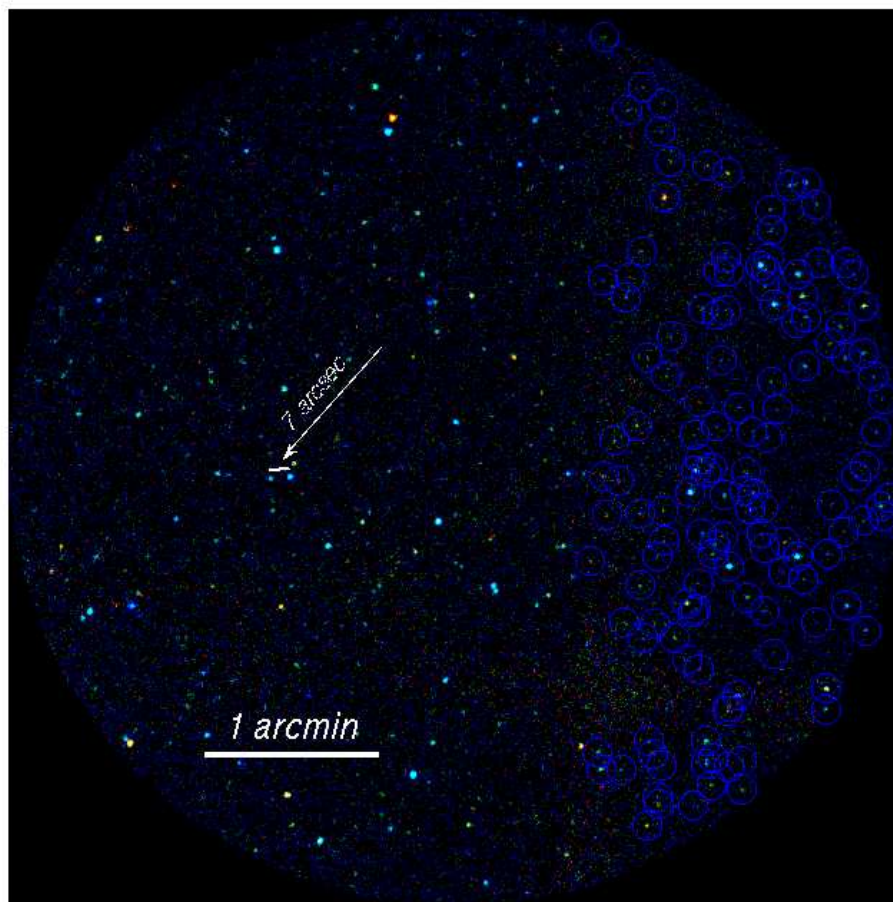


Рис. 1. Изображение «хребта» Галактики – протяженного рентгеновского свечения, расположенного вдоль галактического диска. На врезке показано изображение маленькой области вблизи галактического центра, наблюдавшегося обсерваторией Chandra в течение миллиона секунд (см. рис.2). Хорошо видна огромная плотность источников рентгеновского излучения (на достигнутом уровне чувствительности поверхностная плотность объектов ~100 000 объектов на кв. градус)

Иллюстрация более высокого качества доступна по адресу:

[http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/67keVline\\_chandra\\_annotate.png](http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/67keVline_chandra_annotate.png)

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

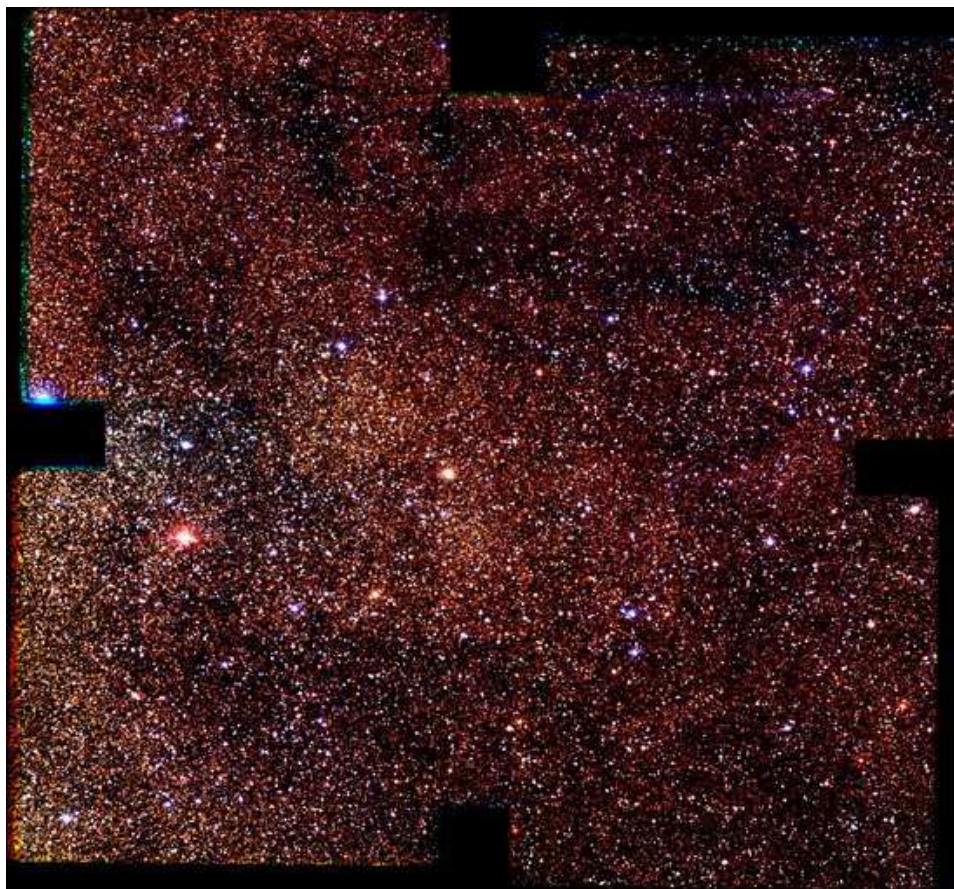


*Рис. 2. Изображение области неба в области галактической плоскости по данным телескопа Chandra. Разные цвета показывают фотоны разных энергий, красный – 0.5 – 1 кэВ, зеленый 1 – 3 кэВ, синий 3 – 7 кэВ. Источники, обнаруженные в исследованном поле, обозначены кружками (только для части изображения, чтобы не загромождать рисунок).*

*Иллюстрация более высокого качества доступна по адресу*  
[http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/Ridge\\_Nature\\_fig2.png](http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/Ridge_Nature_fig2.png)



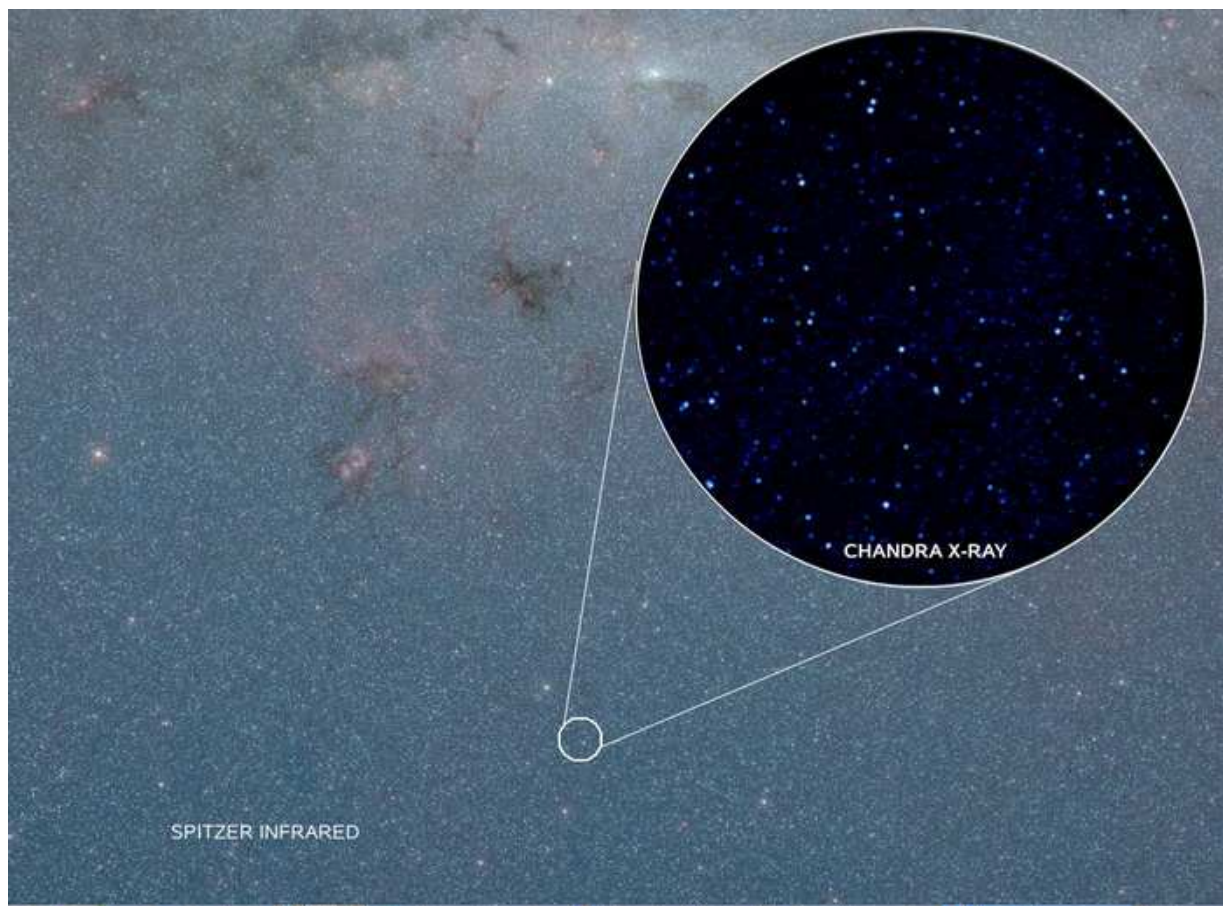
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ



*Рис. 3. Изображение области галактической плоскости вблизи центра Галактики, полученное при помощи Российско-Турецкого телескопа РТТ-150 (Буренин и др. 2009). Поле зрения телескопа Chandra в сверхглубоких наблюдениях составляет примерно четверть изображения. Хорошо видны области, в которых излучение далеких звезд поглощено межзвездной пылью (темные области вокруг центра изображения). Т.о., видно, что наблюдения телескопа Chandra направлены в «окно», более-менее свободное от межзвездной пыли, что позволило значительно улучшить чувствительность проведенных наблюдений.*

*Иллюстрация более высокого качества доступна по адресу*  
[http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/Ridge\\_Nature\\_fig3.jpg](http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/Ridge_Nature_fig3.jpg)

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ



*Рис. 4. Изображение области центра Галактики (центр Галактики сверху в центре изображения) в инфракрасном спектральном диапазоне, полученное космическим телескопом Spitzer. На врезке показана область, исследованная обсерваторией Chandra. Видна огромная плотность рентгеновских источников, создающих рентгеновский «хребет» Галактики, аналогично тому, как излучение в инфракрасном диапазоне создается огромным количеством звезд.*

*Иллюстрация более высокого качества доступна по адресу:*

[http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/chandra\\_on\\_spitzer.png](http://hea.iki.rssi.ru/ru/cutenews/data/upimages/chandra_on_spitzer.png)