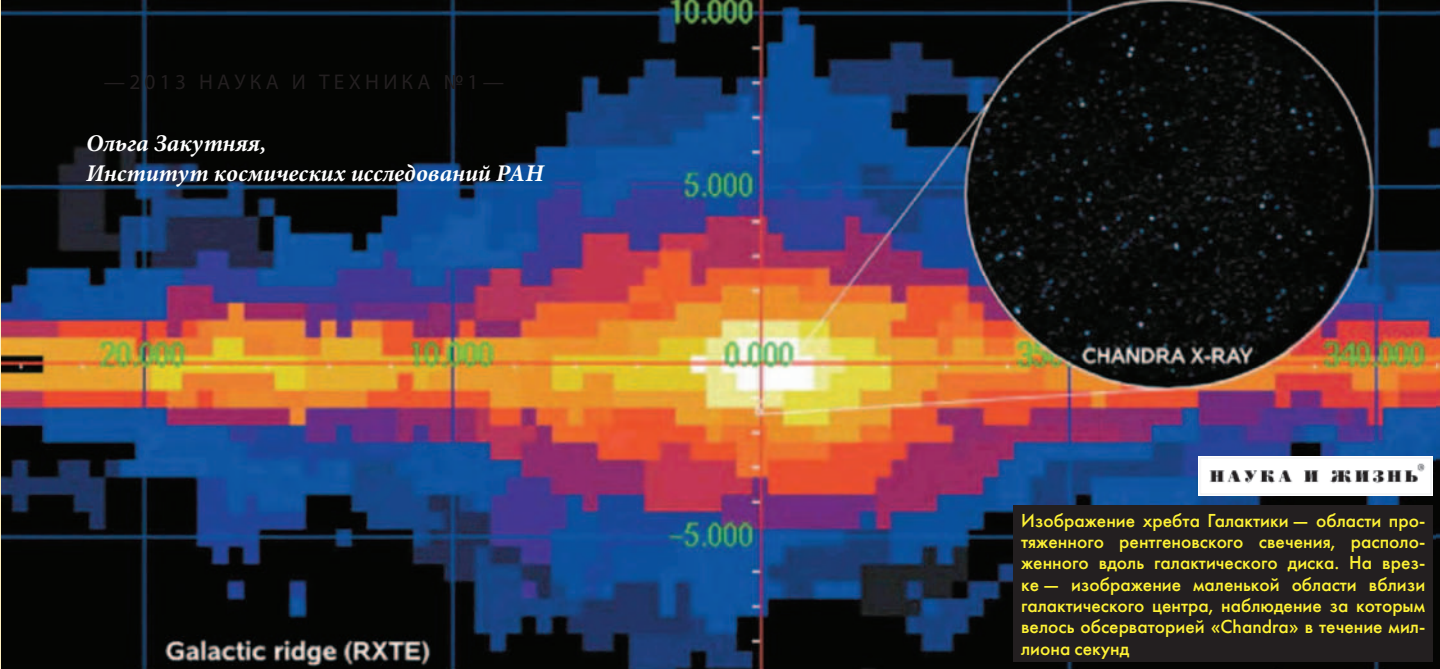


Ольга Закутняя,
Институт космических исследований РАН



Изображение хребта Галактики — области протяженного рентгеновского свечения, расположенного вдоль галактического диска. На врезке — изображение маленькой области вблизи галактического центра, наблюдение за которым велось обсерваторией «Chandra» в течение миллиона секунд

РЕНТГЕНОВСКИЕ ТАЙНЫ ГАЛАКТИКИ

Загадочное свечение диска Галактики в рентгеновских лучах, открытое более 25 лет назад, наконец-то нашло свое объяснение. Группа астрофизиков из Института космических исследований РАН (ИКИ РАН) под руководством Михаила Ревнивцева экспериментально показала, что рентгеновское излучение диска нашей Галактики складывается из излучений миллионов слабых источников — в основном так называемых белых карликов и звезд с активными коронами.

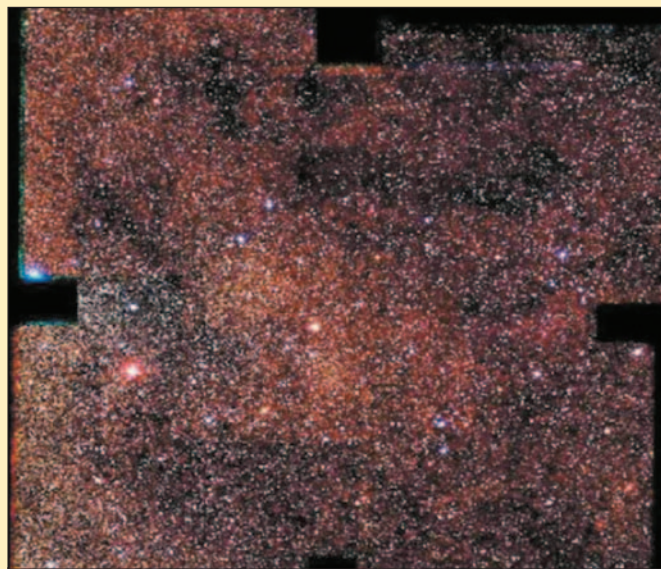
Рентгеновское излучение, распределенное вдоль галактической плоскости, называют хребтом Галактики. Его природа долгое время оставалась загадкой для астрономов всего мира. Проблема заключалась в том, что оно имеет все признаки излучения очень горячего газа температурой 10-100 млн градусов. Столь горячий 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). Это позволяет удерживать его от «разбегаания». Но сохранить такой газ в диске нашей Галактики не представляется физически возможным. 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 почти 30 лет назад галактическое рентгеновское «свечение» требовало либо пересмотра нашего понимания энергетики Галактики, либо альтернативного объяснения его возникновения.

Одна из возможных гипотез формирования рентгеновского хребта Галактики — сложение большого количества слабых, неразличимых для предыдущих орбитальных обсерваторий источников, подобно тому, как видимое глазу излучение Млечного Пути складывается из света многих далеких 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. Гипотеза впервые была косвенно подтверждена благодаря комплексным исследованиям, проведенным на орбитальной обсерватории RXTE (NASA), в ходе которых получена высококачественная карта хребта Галактики и показано, 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, которые дают вклад в протяженное свечение хребта. Ими оказались аккрецирующие белые карлики, 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.



Изображение области галактической плоскости вблизи центра Галактики, полученное при помощи российско-турецкого телескопа РТТ-150. Хорошо видны области, в которых излучение далеких звезд поглощено межзвездной пылью (темные области вокруг центра изображения). Видно, что наблюдения телескопа «Chandra» направлены в «окно», более или менее свободное от межзвездной пыли



Изображение области центра Галактики в инфракрасном спектральном диапазоне, полученное космическим телескопом NASA «Спитцер» («Spitzer»). На врезке показана область, исследованная обсерваторией «Чандра» («Chandra»). Видна огромная плотность рентгеновских источников, создающих рентгеновский хребет Галактики

ной области, то есть получить максимально возможную информацию о нем во всех спектральных диапазонах, включая инфракрасный и оптический.

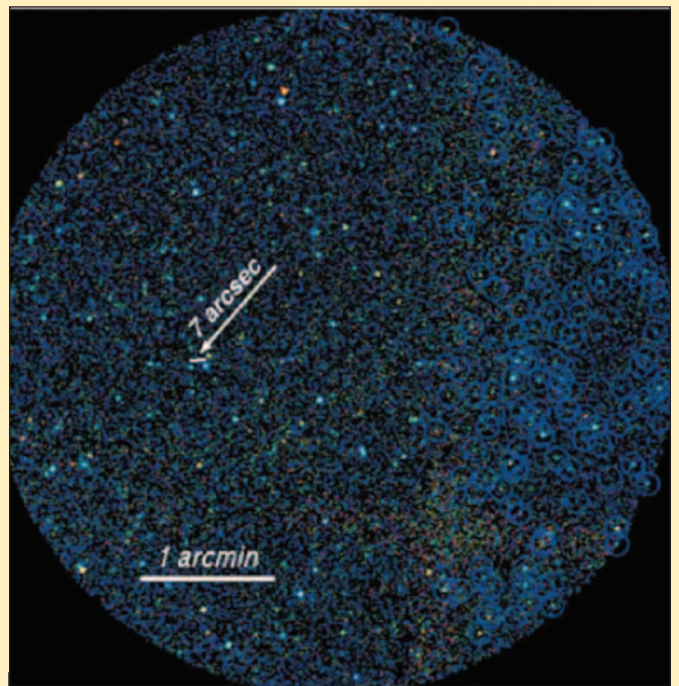
Выбранная область хорошо рассмотрена в инфракрасном диапазоне (орбитальная обсерватория «Spitzer», NASA). Но в оптическом диапазоне, к сожалению, до недавнего времени такой картины не было, только малую часть области наблюдал космический телескоп «Хаббл». Чтобы исправить это положение, группа астрофизиков из ИКИ РАН под руководством Родиона Буренина провела обширные наблюдения с помощью российско-турецкого телескопа РТТ-150. Данные позволили получить основные характеристики звездного населения в этой области: возраст, типичное расстояние от Солнца и т.д. Кроме того, 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 наблюдателю. Планируется также получить изображения этой области на шестиметровом телескопе «Magellan» (Чили). Огромным шагом вперед должен стать рентгеновский

Следующей ступенью в разрешении загадки формирования галактического хребта должно было стать прямое разделение рентгеновского излучения на отдельные источники. С этой целью в 2008 году проведено сверхглубокое наблюдение области галактической плоскости с помощью орбитальной обсерватории «Chandra» (NASA), имеющей лучшее в мире угловое разрешение в рентгеновских лучах. Для наблюдений специально выбрали область галактической плоскости как можно более близкую 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). Общая продолжительность наблюдения составила около миллиона секунд, то есть более 11 дней непрерывных наблюдений определенной точки на небе.

Наблюдения дали уникальные по богатству данные. В кружке радиусом всего 2,5 угловой минуты (то есть приблизительно в 10 раз меньше размера полной Луны на небе) было обнаружено 473 (!) отдельных источника рентгеновского излучения. 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. То есть фактически обнаружены объекты, от которых на Землю за несколько дней приходит всего один фотон на телескоп с диаметром более метра!

Результаты наблюдений показали, что рентгеновское излучение действительно имеет составную природу. В частности, на энергиях более 5-7 кэВ обнаруженные точечные источники позволяют объяснить 88+12% всего галактического свечения в исследованном направлении. Из оставшейся неразрешенной доли свечения значительный вклад в него могут вносить источники еще более слабые, чем те, которые были обнаружены в проведенных наблюдениях. Кроме того, малая часть может принадлежать горячей разреженной межзвездной среде, разогретой взрывами сверхновых.

Теперь астрофизики тщательно изучают данные по галактическим источникам рентгеновского излучения. Для этого требуется значительно углубить наши знания звездного населения в выбран-



Изображение части неба в области галактической плоскости по данным американского телескопа «Чандра» («Chandra»). Разные цвета показывают фотоны разных энергий: красный отвечает энергиям 0,5-1 кэВ, зеленый — 1-3 кэВ, синий — 3-7 кэВ. Источники свечения, обнаруженные в исследованном поле, обозначены кружками (только для части изображения, чтобы не загромождать рисунок)

обзор всего неба астрофизической орбитальной обсерваторией «Спектр-РГ», которая разрабатывается Россией совместно с Германией и планируется к запуску в 2014 году.

