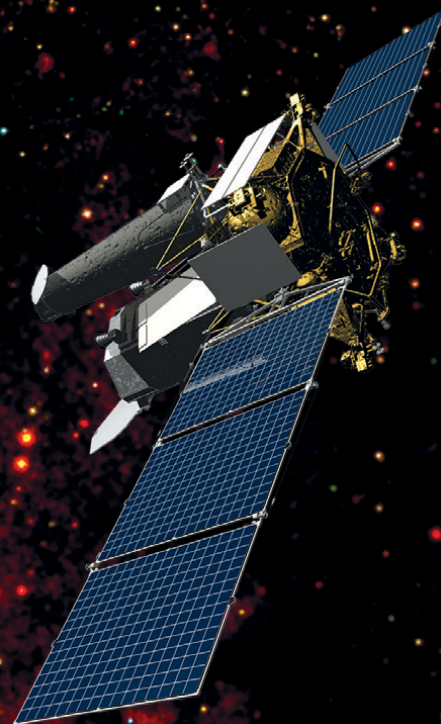


# ВСЕ НЕБО НА ДВОИХ

## ТЕЛЕСКОПЫ ОБСЕРВАТОРИИ «СПЕКТР-РГ» ПЕРЕПИСЫВАЮТ КАРТУ ВСЕЛЕННОЙ



Виктория КОЛЕСНИЧЕНКО

**В ИЮНЕ КОСМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ «СПЕКТР-РГ» ЗАВЕРШИЛА НАЧАЛЬНЫЙ ЦИКЛ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВЕДЯ СВОЙ ПЕРВЫЙ ОБЗОР ВСЕГО НЕБА В РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ ВОЛН. ОБА ТЕЛЕСКОПА МИССИИ – ART-XC И EROSITA – РАНЕЕ УЖЕ ПРЕДОСТАВИЛИ МИРУ ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛЮБОВАТЬСЯ УНИКАЛЬНЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ СВОИХ НАБЛЮДЕНИЙ. СФОРМИРОВАННЫЕ ПО ИТОГАМ ЭТАПА КАРТЫ ДЕМОНСТРИРУЮТ УДИВИТЕЛЬНЫЙ И СЛОЖНЫЙ «РЕЛЬЕФ» ВСЕЛЕННОЙ.**

Непревзойденное качество созданных карт обусловлено тем, что «в сравнении с аналогами у телескопов обсерватории «Спектр-РГ», наряду с высокой чувствительностью, достаточно широкие поля зрения для такого класса инструментов. Это позволяет за полгода провести обзор небесной сферы целиком, то есть увидеть объекты всего неба, получить карту Вселенной, доступной для рентгеновского диапазона волн». Об этом рассказал профессор РАН, заместитель директора по научной работе Института космических исследований (ИКИ) РАН Александр Лутовинов.

По его словам, «Спектр-РГ» – очень важный инструмент для решения космологических задач, таких как прослеживание эволюции сверхмас-

сивных черных дыр. Кроме того, регистрируемые обсерваторией данные способствуют пониманию эволюционных особенностей объектов определенных классов.

«Космические объекты живут очень долго, а век человека, да и всего человечества, ничтожен по сравнению с масштабами Вселенной. Жизнь одного небесного тела проследить невозможно, а когда мы видим космические объекты одного и того же класса, которые находятся на разных этапах своей эволюции, мы можем построить достаточно разумные теории. Поэтому такие карты очень нужны – они необходимы для больших исследований», – поясняет А.А. Лутовинов.



Он отмечает, что существовавшие до сих пор и работающие сейчас рентгеновские инструменты с зеркалами косоугольного падения при очень хороших характеристиках чувствительности имели небольшие поля зрения. «Они могут просканировать участок неба очень глубоко, даже дальше, чем eROSITA или ART-XC, но размер этого участка будет очень небольшой. А нам хочется судить о Вселенной в целом. Если же сконцентрироваться на отдельном фрагменте неба, то, конечно, можно делать некие выводы и обо всей Вселенной, но они не всегда окажутся правильными».

## В ЖЕСТКОМ РЕНТГЕНЕ

Российский телескоп ART-XC, который также использует технику зеркал косоугольного падения, позволил впервые получить карту неба в жестком рентгеновском диапазоне. В результате первого этапа сканирования небесной сферы (продолжался с 8 декабря 2019 г. по 10 июня 2020 г.) были получены изображения, особенностью которых является высокое угловое разрешение: лучше одной угловой минуты. Как отмечают ученые ИКИ РАН, до сегодняшнего дня карта всего неба сравнимой четкости существовала лишь в мягком рентгеновском диапазоне (на энергиях ниже 2 кэВ). Ее получили 30 лет назад по итогам работы германской обсерватории ROSAT.

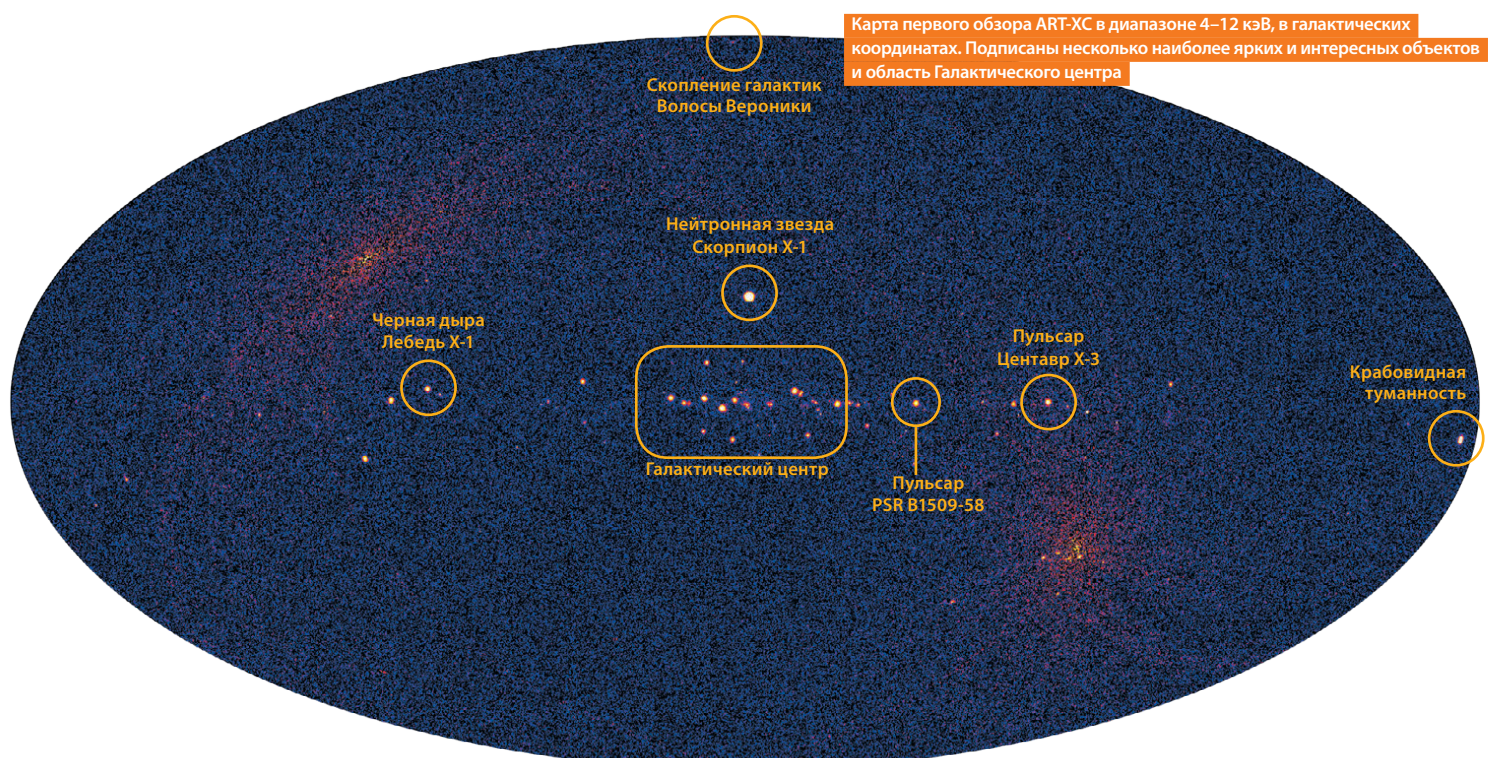
В результате первого обзора телескопом ART-XC было зарегистрировано около 600 источников. Две трети из них – галактические, а имен-

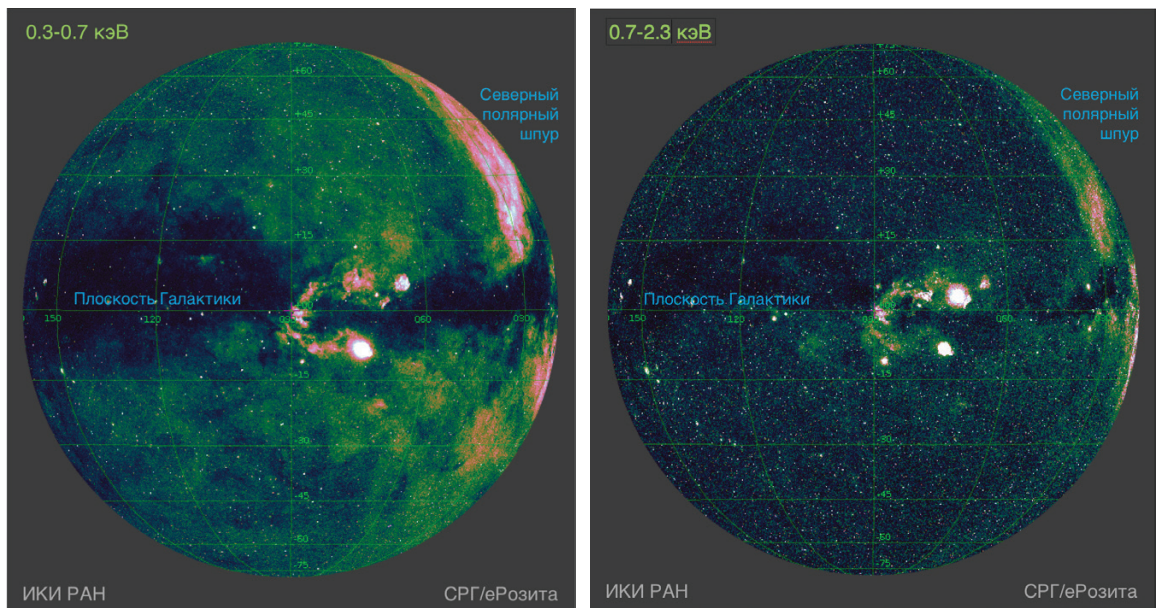
но компактные объекты с черными дырами, нейтронными звездами, белыми карликами, а также остатки вспышек сверхновых. Около одной трети источников – внегалактические: главным образом, активные галактические ядра, несколько массивных скоплений галактик. Чувствительность обзора телескопа будет увеличиваться пропорционально времени экспозиции.

Обзоры неба в жестком рентгене исторически оказывались более сложными и требовали других технологий для создания телескопов.

Если в результате первого обзора неба eROSITA зарегистрировала примерно миллион источников, то ART-XC «разглядел» несколько сотен. Это связано с тем, что с увеличением энергии количество фотонов быстро падает.

«Чем мягче диапазон, тем больше фотонов и тем больше источников можно увидеть на небе, – объясняет Александр Лутовинов. – Зато, как говорил научный руководитель телескопа ART-XC Михаил Николаевич Павлинский, у нас каждый фотон на вес золота! И это действительно так. Одной из задач российского телескопа ART-XC как раз является построение карты в жестком диапазоне. Важность этих наблюдений заключается в том, что существуют объекты, которые может видеть ART-XC, но не видит eROSITA. Это в основном так называемые поглощенные активные ядра галактик – сверхмассивные черные дыры, которые находятся далеко-далеко от нас – в центрах галактик».





Карты половины всего неба в диапазоне 0.3–0.7 кэВ (слева) и 0.7–2.3 кэВ, полученные телескопом eROSITA в ходе первого обзора неба

В нашей Галактике тоже есть объекты такого плана: это нейтронные звезды, которые пребывают в двойной системе с обычной звездой-сверхгигантом, «скрытые» мощнейшим звездным ветром от инструментов, работающих в мягком диапазоне.

### В МЯГКОМ ВАРИАНТЕ

Телескоп eROSITA завершил обзор небесной сферы 11 июня. За первые полгода работы команда миссии получила и обработала около 165 гигабайт данных, собранных семью камерами eROSITA. Итоги первого полугодия оказались впечатляющими: карта небесной сферы от этого телескопа примерно в 4 раза более чувствительная, чем карта, созданная 30 лет назад обсерваторией ROSAT. Кроме того, eROSITA зафиксировала в 10 раз больше источников, чем ее «предшественница». За полгода работы телескопу удалось удвоить число источников, зарегистрированных за 60 лет рентгеновской астрономии.

Российские и немецкие ученые совместно обрабатывают данные, полученные этим телескопом. На построенной многоцветной карте в более мягком диапазоне энергий (0.3–0.7 кэВ) заметны остатки вспышек сверхновых и излучение межзвездного газа с температурой в сотни тысяч градусов Кельвина, а также более ста тысяч достаточно близких звезд с коронами намного мощнее солнечной. В центре карты расположена сверхмассивная черная дыра, имеющая массу 4 млн солнечных масс.

На первой карте всего неба представлено 400 млн рентгеновских фотонов, зарегистрированных детекторами в диапазоне энергий от 300 электрон-вольт (эВ) до 2.3 килоэлектрон-вольт (кэВ). Хорошее угловое разрешение (около 20 угловых секунд) и высокая чувствительность телескопа eROSITA позволили зарегистрировать более миллиона компактных источников и десятки тысяч протяженных. Однако все эти объекты невозможно показать на одном изображении. Наиболее яркие из них (речь идет всего лишь о тысячах источников) заметны на карте как точки.

Три четверти задетектированных источников – квазары и ядра активных галактик, находящиеся в сотнях миллионов и миллиардах световых лет от нас, далеко за пределами нашей Галактики. Кроме того, на карте присутствует около 20 тысяч скоплений галактик.

«Уже сейчас мы сможем начать использовать этот набор объектов, находящихся на гигантских расстояниях, для определения времени их появления во Вселенной и уточнения ее свойств и параметров, то есть в целях космологии», – считает научный руководитель обсерватории «Спектр-РГ» академик Рашид Сюняев. Кроме того, данные телескопа eROSITA позволят ученым «уточнить количество атомарного и молекулярного газа и пыли в различных направлениях на небе».

В результате сканирования небесной сферы удалось точнее определить характеристики структуры горячего газа в Млечном Пути. Кроме



того, полученная информация позволит ученым лучше изучить окружающую Галактику среду. Эти данные крайне важны для понимания истории формирования Галактики.

«Эта карта всего неба полностью меняет наш взгляд на высокоэнергичные процессы во Вселенной, – отметил Петер Предел, научный руководитель телескопа eROSITA в Институте внеземной физики Общества имени Макса Планка (MPG, Германия). – Мы видим такое богатство деталей – красота этого изображения просто поражает».

Ожидается, что итоговая карта eROSITA будет примерно в 5 раз чувствительнее первой, а число источников на ней должно возрасти более чем в 10 раз.

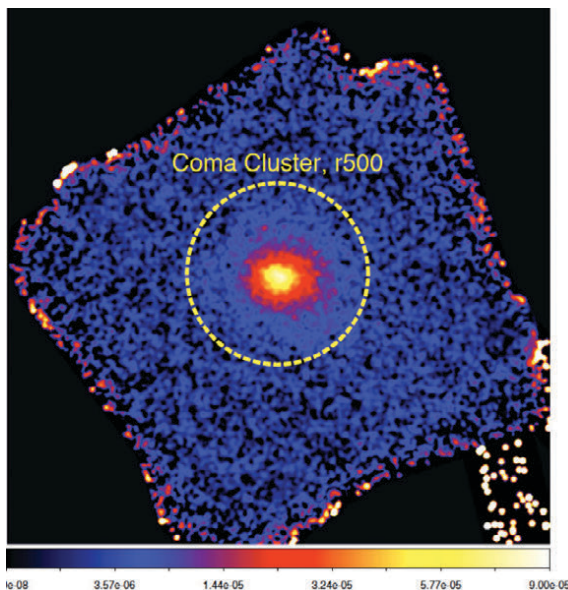
«Тогда появится уверенность, что наши карты и каталоги источников будут использоваться астрофизиками и космологами всех стран мира как минимум следующие двадцать лет, пока не появятся более совершенные рентгеновские телескопы и ученые не решат, что пора делать новую, еще более чувствительную, карту рентгеновского неба», – убежден Рашид Сюняев.

### УВИДЕТЬ ВОЛОСЫ ВЕРОНИКИ

Телескопы обсерватории «Спектр-РГ» продолжают работу. Перед началом второго обзора телескоп ART-XC на протяжении двух дней – 16 и 17 июня – «смотрел» на скопление галактик в созвездии Волосы Вероники. В результате составлена карта распределения горячего газа в скоплении в жестких рентгеновских лучах. Такая «тренировка» телескопа перед вторым этапом научной программы показала его впечатляющие возможности детектировать протяженные объекты с низкой поверхностной яркостью.

Второй обзор небесной сферы продлится до конца года. Всего намечено получить восемь подобных карт за время работы обсерватории. На реализацию этого плана уйдет четыре года, после чего обсерватория перейдет в режим точечных наведений на самые интересные объекты неба.

Александр Лутовинов отметил, что успех обсерватории «Спектр-РГ» основывается на уникальной кооперации предприятий Роскосмоса, Росатома и институтов РАН, и выразил надежду, что полученный опыт позволит и дальше создавать уникальные научные приборы и реализовывать сложнейшие проекты в интересах российской и мировой науки. ■



Изображение скопления галактик в созвездии Волосы Вероники, размером 3×3 градуса, полученное телескопом ART-XC в диапазоне энергий 4–12 кэВ. Цветом показана интенсивность излучения

### ПОТЕРЯ ДЛЯ НАУКИ И СТРАНЫ

1 июля 2020 года скончался Михаил Николаевич Павлинский, заместитель директора ИКИ РАН по проекту «Спектр-РГ», научный руководитель по телескопу ART-XC. Как отмечает Александр Лутовинов, успех обсерватории «Спектр-РГ» стал возможен во многом именно благодаря энергии, упорству и настойчивости Михаила Павлинского, взявшего на себя практически всю работу по подготовке и реализации миссии.

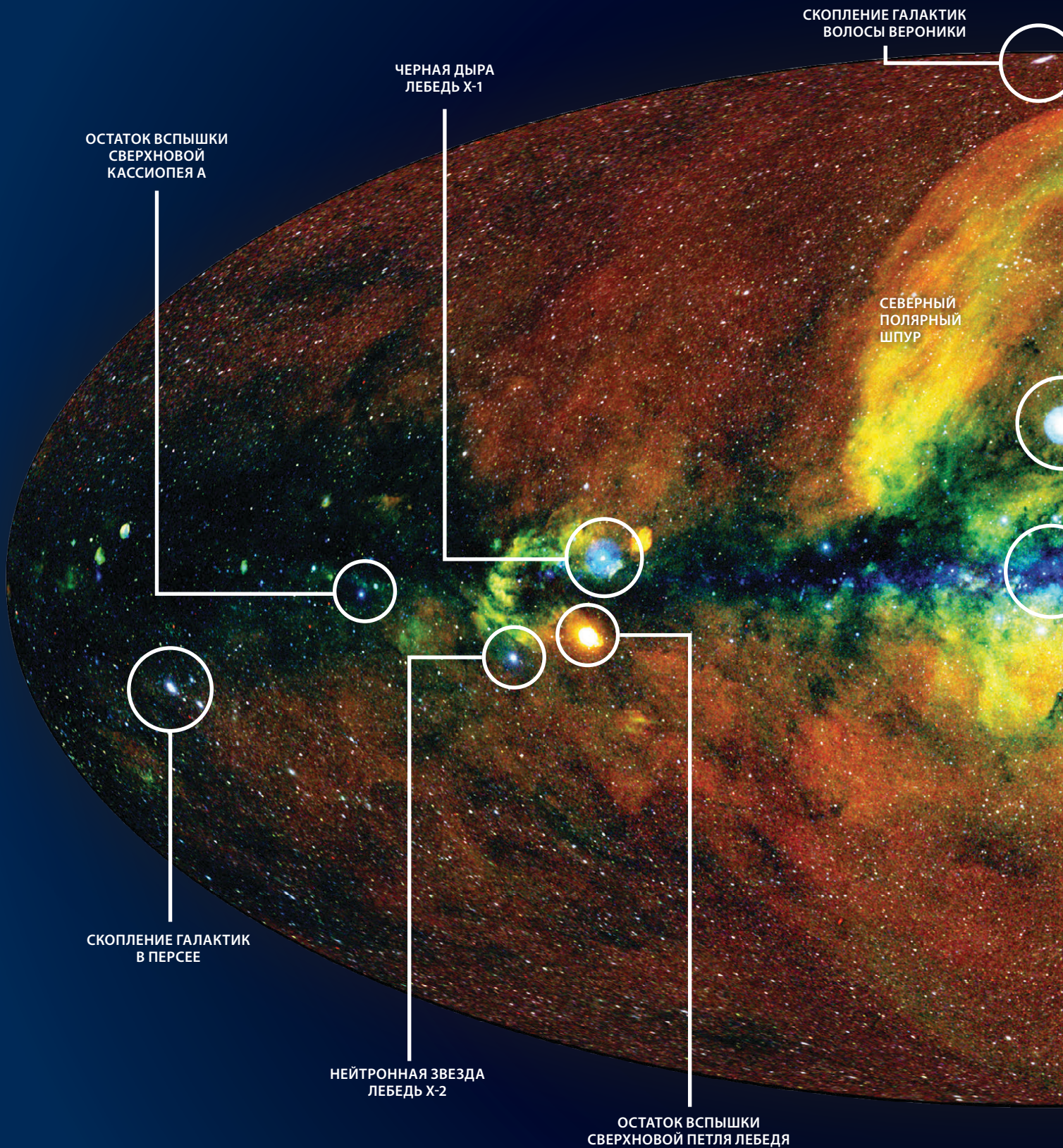
«Это гигантская потеря для всех нас, для страны, для науки и конкретно для экспериментальной астрофизики. Михаил Николаевич был уникальным человеком, специалистом широчайшего кругозора и знаний. Он работал до последнего дня, до последней минуты: сам обрабатывал поступающие данные, присылал изображения, занимался калибровкой, проводил совещания по скайпу, спорил, учил молодежь, объяснял, где и что не так. И, конечно, когда он получил первую карту, когда увидел свое детище, ради которого, можно сказать, жил последние 20 лет, он был счастлив».

Коллеги Михаила Николаевича скорбят о потере учителя, наставника, друга. Созданный им коллектив продолжает его работу, реализуя его идеи и разработки.





# РЕНТГЕНОВСКАЯ КАРТА ВСЕГО НЕБА





ПО ДАННЫМ ТЕЛЕСКОПА EROSITA ОБСЕРВАТОРИИ «СПЕКТР-РГ»  
ДИАПАЗОН ЭНЕРГИЙ – 0.3-2/3 КЭВ

