

Рентгеновский портрет среднего скопления галактик по данным СРГ/eROSITA.

Авторы: Лыскова Н.С., Чуразов Е.М., Хабибуллин И.И., Сюняев Р.А.

Название: X-ray surface brightness and gas density profiles of galaxy clusters up to $3 \times R500c$ with SRG/eROSITA

Ссылка на публикацию: <https://doi.org/10.1093/mnras/stad2305>

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 525, Issue 1, October 2023, Pages 898–907

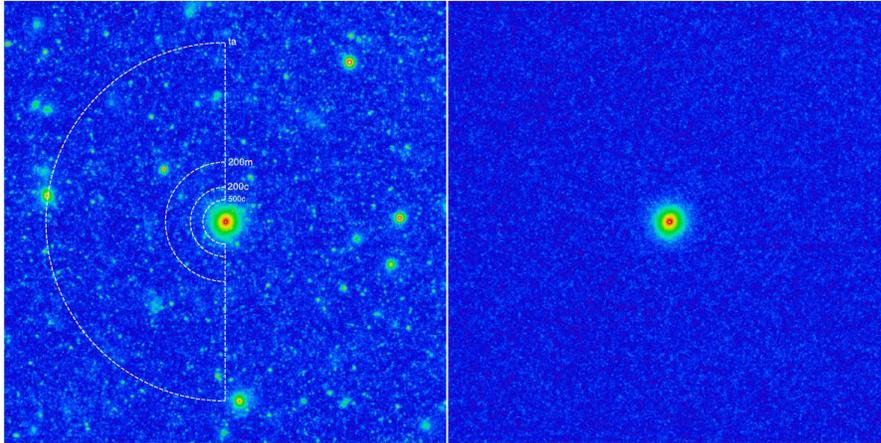
Пресс-релиз по данной работе: <https://iki.cosmos.ru/news/rentgenovskiy-portret-srednego-skopleniya-galaktik-anfas-i-v-profil-po-dannym-srg-erosita>

Аннотация:

Скопления галактик — самые крупные гравитационно связанные системы во Вселенной. В оптическом диапазоне они «выглядят» как повышенная концентрация эллиптических галактик на небольшом участке неба. При этом пространство между ними кажется пустым. Но в рентгеновском диапазоне длин волн это пространство заполнено горячим газом, простирающимся до... И вот здесь начинается самое интересное. Детектирование рентгеновского газа на больших расстояниях от центра скопления является крайне сложной задачей.

Используя данные обзора всего неба СРГ/eROSITA и выборку из примерно 40 скоплений галактик с известными массами и красными смещениями, мы получили усредненное изображение скопления галактик. Предварительно приведя все скопления к одной массе и одному угловому размеру и убрав рентгеновские источники, не связанные со скоплением, все изображения индивидуальных скоплений были «сложены» вместе. Такой подход увеличивает эффективное время наблюдений, что позволяет надежнее детектировать сигнал на больших расстояниях от центра скопления, а также минимизирует вклад особенностей отдельных скоплений.

Итоговое изображение показано на рисунке, где фон изображения (справа) выглядит исключительно ровным и однородным. Это позволяет выделить слабое рентгеновское излучение (на уровне менее 1% от фона) на больших расстояниях от центра скопления.



Изображение “усредненного” скопления галактик в рентгеновском диапазоне длин волн, полученное на основе данных СРГ/еРОЗИТА, без вычитания точечных и протяженных источников, не относящихся к скоплению, (слева) и с вычитанием источников (справа)

Из полученного изображения «усредненного» скопления был получен профиль плотности газа. Излучение от скопления удалось детектировать вплоть до трех расстояний $R500$ — на рекордно большом удалении от центра. К примеру, на основе данных рентгеновской обсерватории XMM-Newton (ESA) была изучена область до $\sim (1-1.5) R500$ (см. работу Pratt et al 2022). Более того, вместе с измерениями профиля давления можно сразу получить и профили температуры и энтропии газа, если использовать эффект Сюняева-Зельдовича.

Мы сравнили наблюдаемый профиль плотности газа с теоретическим, полученным в результате численного моделирования в рамках стандартной космологической модели Λ CDM в работе O’Neil et al. 2021. Эти профили неплохо согласуются друг с другом, несмотря на упрощенное описание динамики газа в численных расчетах.

Теперь это описание можно еще улучшить используя прямые наблюдения обсерватории «Спектр-РГ». В частности, данные телескопа СРГ/еРОЗИТА показывают, что на больших расстояниях от центра горячий газ остается относительно однородным, а не «скупивается» в плотные комки. Все эти результаты важны и для понимания физических процессов на краях скоплений и как основа для измерения космологических параметров нашей Вселенной с помощью скоплений галактик.