

Авторы: Сербинов Д.В., Павлинский М.Н., Семена А.Н., Семена Н.П.,
Лутовинов А.А., Мольков С.В., Бунтов М.В., Арефьев В.А., Лапшов И.Ю.

Название статьи: MVN experiment – All sky monitor for measuring cosmic X-ray background of the universe onboard the ISS

Ссылка на публикацию: Serbinov, D.V., Pavlinsky, M.N., Semena, A.N. et al. MVN experiment – All sky monitor for measuring cosmic X-ray background of the universe onboard the ISS. *Exp Astron* 51, 493–514 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10686-021-09699-8>

Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность

Статья посвящена высокоточному измерению космического рентгеновского фона.

В 1962 году было сделано одно из важнейших открытий в области рентгеновской астрономии – открыт космический рентгеновский фон Вселенной. С тех пор космический рентгеновский фон (КРФ) исследовали многие орбитальные астрофизические обсерватории. Было доказано, что КРФ складывается из излучения большого количества дискретных источников, при этом подавляющее большинство этих источников являются активными ядрами галактик – аккрецирующими сверхмассивными черными дырами. Таким образом, исследование КРФ позволяет изучать историю сверхмассивных черных дыр во Вселенной, а в конечном итоге и историю эволюции самой Вселенной.

Измеряемой характеристикой КРФ является его поверхностная яркость. В настоящее время полученные значения поверхностной яркости КРФ отличаются на 10 – 15 %, и эта неопределенность является весьма существенной. Поэтому повышение точности измерения поверхностной яркости КРФ является очень актуальной астрофизической проблемой.

Сложность измерения поверхностной яркости КРФ состоит в отделении потока КРФ от всех других событий, регистрируемых детектором. Существует несколько способов решения этой проблемы. Самые надежные результаты в измерении КРФ на сегодняшний день получены методом модуляции поля зрения прибора. На основе этого метода в ИКИ РАН разрабатывается эксперимент по высокоточному измерению

поверхностной яркости КРФ с борта МКС – Монитор Всего Неба (МВН), подробно описанный в данной статье.

Конкретная решаемая в работе задача и ее значение

В статье предлагается методика обработки результатов космического эксперимента МВН, планируемого на МКС с 2022 по 2025 г., которая позволяет определить поверхностную яркость КРФ в наименее исследованном диапазоне 6...70 кэВ с точностью не хуже 1%.

Для минимизации суммарной ошибки измерения был предложен оригинальный подход к оптимальному отбору научных данных, позволяющий достичь заявленной точности измерения, и проведено моделирование прогнозируемых результатов, подтвердившее заявленную точность измерения.

В статье также приведено описание аппаратной части эксперимента. Основным инструментом МВН являются рентгеновские детекторы на основе теллурида кадмия (CdTe), работающие в диапазоне 6 – 70 кэВ. В эксперименте реализован предложенный М.Г. Ревнивцевым метод модуляции апертуры посредством вращающегося экрана – обтюратора, непрозрачного для рентгеновского излучения в рабочем энергетическом диапазоне детекторов.

Используемый подход, его новизна и оригинальность

Моделирование прогнозируемых результатов эксперимента осуществлялось с использованием метода HEALPix. Оригинальность примененного подхода заключалась в том, что суммарная ошибка была минимизирована посредством поиска оптимального соотношения между систематической ошибкой, возникающей из-за наличия в поле зрения монитора ярких источников, и случайной ошибкой, определяемой временем экспозиции неба. В процессе моделирования результатов эксперимента была построена карта экспозиции неба, отобраны области неба, пригодные для измерения КРФ, вырезаны отдельные точечные рентгеновские источники, вносящие существенный вклад в систематическую ошибку измерений. Для моделирования использовался каталог обсерватории SwiftBAT.

Полученные результаты и их значимость

Полученные результаты позволяют наиболее полным образом использовать измерения, которые будут проводиться планируемым экспериментом MBH, что дает возможность измерить поверхностную яркость КРФ в диапазоне 6...70 кэВ с беспрецедентной точностью ниже 1 %. Данный результат, как показано выше, является весьма существенным для исследования эволюции Вселенной.