

1) Авторы: И. И. Хабибуллин, П. С. Медведев, С. Ю. Сазонов, отдел 52 ИКИ РАН.

2) Название:

"Тепловое рентгеновское излучение барионного джета: самосогласованная многотемпературная спектральная модель."

("Thermal X-ray emission from a baryonic jet: a self-consistent multicolour spectral model").

3) Ссылки: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 455, Issue 2, p.1414-1427, 01.2016

<http://adsabs.harvard.edu/abs/2016MNRAS.455.1414K>

4) Запуск релятивистских струйных выбросов вещества (джетов) является одним из фундаментальных предсказаний теории дисковой аккреции в сверхкритическом режиме. Однако, единственным объектом, в котором постоянно наблюдаются барионные джеты до недавнего времени был галактический микроквазар SS 433.

В последние годы были открыты несколько новых источников в которых есть указания на наличие барионных джетов (например, в объекте S26 в Галактике NGC7793 и ультраярком сверхмягком рентгеновском источнике ULS-1 в галактике M81), однако условия формирования (и наблюдаемости) барионных джетов по-прежнему неясны. Детальное изучение свойств джетов в SS 433, а также поиск и исследование похожих объектов, должны помочь в прояснении этого вопроса, а следовательно и определении конкретных физических механизмов запуска и коллимации таких джетов.

5) На примере SS 433 известно, что ближайшая к аккреционному диску область барионных джетов производит оптически тонкое рентгеновское излучение, изучение спектральных свойств которого позволяет определить ключевые параметры джетов: кинетическую энергию, скорость, угол коллимации и др. Для этого необходимо детальное моделирование этого излучения в зависимости от параметров джета с учетом характеристик существующих и планируемых рентгеновских обсерваторий.

6) Тепловое рентгеновское излучение джета находится путем суммирования вкладов тонких слоев постоянной температуры, при этом температурный профиль находится самосогласованно с учетом охлаждения за счет адиабатического расширения и потерь энергии на излучение. Набор параметров модели включает: 1) кинетическую светимость джета; 2) температуру газа у основания джета; 3) оптическую толщину по томсоновскому рассеянию в основании джета; 4) металличность газа, 5) угол раскрытия джета, 6) баллистическую скорость газа.

Поскольку модель предсказывает не только форму, но и светимость излучения, ее нормировка не является свободным параметром, если известно расстояние до источника. Модель представлена в виде fits-библиотеки спектров, рассчитанных для широкого диапазона параметров джета, которые могут иметь место в рентгеновских двойных системах.

7) Нами произведен расчет и представлена общедоступная спектральная модель теплового рентгеновского излучения барионного джета, основанная на свойствах

хорошо изученного Галактического микроквара SS 433. Модель доступна по адресу: <http://hea133.iki.rssi.ru/public/bjet/> и может быть использована в программных системах для анализа спектральных данных, таких как *Xspec*, *Sherpa* и др.

При помощи построенной модели, нами проведено исследование возможности использования простых наблюдаемых характеристик рентгеновского излучения (таких как наклон отношение потоков в различных энергетических полосах, отношение потоков в линиях и в континууме) для диагностики физических параметров джетов (температуры и плотности у основания) без использования сложного анализа широкополосного спектра высокого разрешения. Наша модель показала, что наклон рентгеновского спектра в полосе от 3 до 6 кэВ, наиболее чувствителен к температуре основания джета и практически очень слабо зависит от других параметров модели. За счет ярких линий группы железа в области 6-7 кэВ, отношение потоков в полосах [6-9] / [3-6] кэВ позволяет оценить металличность газа в джете. Дополнительную информацию о плотности газа в джете можно получить, анализируя отношения потоков в линиях наиболее ярких триплетов гелие-подобных ионов тяжелых элементов (неона, кремния, серы и железа).

Представленная модель может быть использована не только для анализа данных рентгеновской спектроскопии высокого разрешения SS 433, но также и для поиска компонент, связанных с излучением барионных джетов, в спектрах Галактических рентгеновских двойных (например, 4U 1630-47), ультраярких рентгеновских источников (например, Holmberg II X-1), а также возможного аналога SS 433 в галактике NGC 7793 (S26). Новые данные космической обсерватории NuStar в жесткой рентгеновской области в скором времени также помогут определить точность построенной нами модели и направления ее дальнейшего развития.