

УДК 523.98

**Многотемпературная модель меры эмиссии горячей плазмы
солнечной короны на основе монохроматических изображений в
линии Mg XII 8.42 Å (СПИРИТ/ КОРОНАС-Ф) и полных потоках
в диапазонах 0.5–4 и 1–8 Å (GOES)**

С.А. Богачев, И.А. Житник, С.В. Кузин, Ф.М. Урнов, С.В. Шестов

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва
sshstov@dgap.mipt.ru

Для решения ряда задач физики Солнца, например выбора механизма энерговыделения в короне, необходимы наиболее точные данные о параметрах горячей плазмы солнечной короны – пространственном распределении электронных температуры, плотности, меры эмиссии (МЭ), дифференциальной меры эмиссии (ДМЭ) и их эволюции со временем. Основным источником информации о горячей корональной плазме является излучение в мягком рентгеновском диапазоне спектра, и на сегодняшний день получен огромный объем наблюдательной информации об излучении в этом спектральном диапазоне. Существенным фактором, ограничивающим дальнейший прогресс в проведении диагностики корональной плазмы по наблюдательным данным, является либо отсутствие информации о спектральном составе излучения (в случае телескопических или фотометрических наблюдений), либо о пространственной локализации монохроматического излучения (в случае спектроскопических наблюдений). В связи с этим особую актуальность приобретает разработка методов совместного анализа рентгеновских изображений и спектров, полученных одновременно в разных спектральных диапазонах на различных космических аппаратах.

Нами предлагается общий метод восстановления ДМЭ, который позволяет использовать данные различных космических экспериментов (как потоки в монохроматических линиях, так и в спектральных диапазонах), удобен для анализа временной динамики ДМЭ, а быстрота расчета позволяет оперативно исследовать модификации данного метода. В настоящей работе использованы полный поток в резонансной линии Mg XII 8.42 Å, полученный по монохроматическим изображениям спектрогелиографа Mg XII комплекса приборов СПИРИТ на КА КОРОНАС-Ф, и широкополосные рентгеновские данные GOES 0.5–4 и 1–8 Å.

Интенсивность коронального излучения обычно записывают в виде $I = \int_t G(T)y(T)dt$, где $G(T)$ –

светимость плазмы с температурой T , $y(T) = DEM(T)$ – дифференциальная мера эмиссии, зависимость I и $G(T)$ от λ подразумевается. В предлагаемом методе мы раскладываем полную интенсивность излучения на сумму интенсивностей по температурным интервалам ΔT_i : $I = \sum_i I_i = \sum_i Y(\Delta T_i) \cdot G(\Delta T_i)$, где $Y(\Delta T_i)$ – полная мера эмиссии в температурном интервале ΔT_i , а

$G(\Delta T_i) = \langle G(T) \rangle_{\Delta T_i}$. Выбор границ температурных интервалов определяется спектральной чувствительностью приборов регистрации и физическими условиями в излучающей плазме. Записывая разложение полной интенсивности, регистрируемой каждым из приборов, получаем

систему точно решаемых алгебраических уравнений, если число температурных интервалов равно числу приборов регистрации.

В наших исследованиях были выбраны интервалы температур $\Delta T_1 = 1.5 - 4.2$ МК, $\Delta T_2 = 4.2 - 10$ МК и $\Delta T_3 = 10 - 20$ МК. Нижняя граница 1.5 МК определяется границей чувствительности приборов. Выбор интервалов 1.5–4.2 и 4.2–10 основан на результатах спектроскопических наблюдений короны (SERTS, КОРОНАС-Ф), где в распределении ДМЭ наблюдаются относительно широкие максимумы с температурами 2 и 5 МК. Третий температурный интервал 10–20 МК описывает наиболее горячую плазму вспышечных процессов (верхняя граница подбиралась индивидуально на основе данных RHESSI). Функции $G(T)$ и $G(\Delta T_i)$ рассчитывались при помощи базы данных CHIANTI. Для анализа был выбран временной интервал с 26-го по 28-е февраля 2002 г., для которого данные Mg XII доступны с временным разрешением 1.5 мин, а данные GOES – 1 мин. По временным профилям потоков, регистрируемых каждым из приборов, были получены временные профили меры эмиссии в указанных температурных интервалах.

Основные результаты моделирования: был обнаружен разный температурный состав во вспышечных событиях разного типа (импульсных и долгоживущих); максимумы излучения температурных компонент для долгоживущего вспышечного события наблюдались в разное время (“горячая” опережала “холодную” на полчаса).

Совместный анализ временной динамики ДМЭ, полученной при помощи данного метода и серии монохроматических изображений Солнца в линии Mg XII 8.42 Å, полученных спектрогелиографом Mg XII, открывает возможности для определения пространственного распределения электронных температуры и плотности плазмы солнечной короны.