источники жесткого и мягкого рентгеновского излучения Солнечной вспышки — мгд моделирование

А.И. Подгорный1, И.М. Подгорный2

1Фзический институт РАН им. П.Н. Лебедева, г. Москва, Россия, [podgorny@lebedev.ru](mailto:podgorny@lebedev.ru)  
2Институт астрономии РАН, Москва, Россия, [podgorny@inasan.ru](mailto:podgorny@inasan.ru)

Первичное освобождение энергии во время солнечной вспышки на высотах 15000 — 30000 км объясняется появлением над активной областью в магнитном поле короны токового слоя, в магнитном поле которого накапливается энергия ~1032 эрг, необходимая для солнечной вспышки. Быстрое освобождение магнитной энергии при переходе токового слоя в неустойчивое состояние вызывает ряд явлений, которые объясняются электродинамической моделью солнечной вспышки, основанной на наблюдательных данных и результатах численного магнитогидродинамического моделирования. При численном моделировании никаких предположений о механизме вспышки не делалось, все условия брались из наблюдений. Для стабилизации возникающих численных неустойчивостей использовалась специально разработанная разностная схема, реализованная в программе ПЕРЕСВЕТ. Согласно электродинамической модели, в токовом слое должен появиться источник мягкого теплового рентгеновского излучения вследствие нагревания плазмы, вызванного диссипацией магнитного поля. Источники пучкового жесткого рентгеновского излучения располагаются в местах пересечения с солнечной поверхностью силовых линий, выходящих из токового слоя. Они появляются в результате взаимодействия пучков электронов, ускоренных в продольных токах, с плотной плазмой нижних слоев солнечной атмосферы. Разработан метод поиска положения токового слоя, основанный на свойстве, согласно которому максимум плотности тока располагается в его центре. Найденное положение токового слоя совпадает с наблюдаемым положением источника мягкого рентгеновского излучения для вспышки, произошедшей 27 мая 2003 г в 02:53 в активной области NOAA 10365. Для поиска источников жесткого рентгеновского излучения система позволяет строить проекции магнитных силовых линий в любой выбранной плоскости. Рисунок демонстрирует совпадение с точностью до нескольких угловых секунд положения источника жесткого рентгеновского излучения с точками пересечения с поверхностью Солнца силовых линий, проходящих на близком (~ 3000 км) расстоянии от токового слоя. Слева показаны проекции трех таких линий на плоскость, перпендикулярную солнечной поверхности. На карте наблюдаемого жесткого рентгеновского излучения, полученного на космическом аппарате RHESSI места пересечения линий с солнечной поверхностью расположены справа (http://rhessidatacenter.ssl.berkeley.edu). Они обозначены знаками +.

