

УДК 523.985

Исследование рентгеновского излучения солнечной вспышки 5 июля 2009 г. дифференциальным методом

*В.А. Ковалев¹, Т.Е. Вальчук¹, В.Н. Ишков¹, И.Г. Костюченко²,
М.И. Савченко³, Ю.Е. Чариков³*

¹ Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В. Пушкова РАН, Троицк, Россия

² Физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, Москва, Россия

³ Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 21 октября 2010 г.

С помощью дифференциального метода, предложенного одним из авторов ранее, проанализированы данные КОРОНАС-ФОТОН скорости счета 9 каналов мягкого (SXR) (1.7–16.9 кэВ) и одного жесткого (HXR) канала (> 20 кэВ) рентгеновского излучения вспышки 5 июля 2009 г. Рентгеновский класс вспышки – C2.7. Излучение выше 25 кэВ не регистрировалось. В усредненных временных профилях потока SXR, температуры и меры эмиссии обнаружены ускоренные и замедленные по сравнению с экспоненциальным законом режимы на фазах роста и спада.

Нагрев до максимальной температуры $T \sim 17$ МК (450 сек.) двухступенчатый: ускоренный начальный процесс (< 300 сек.) сменяется замедленным. Последующее охлаждение (> 450 сек.) также происходит в два этапа: ускоренное (450–500 сек.) и замедленное (500–600 сек.). Изменения потока “квазисинхронны” во времени с изменениями температуры вспышечной плазмы T .

Ускоренное возрастание меры эмиссии EM (< 400 сек.) сменяется на замедленный рост EM (400–550 сек.). Последующий спад EM также происходит в два этапа: ускоренный (550–600 сек.) и замедленный (600–700 сек.). Запаздывание максимума EM (550 сек.) относительно максимума T объясняется инерционностью отклика вспышечной плазмы на нагрев магнитной трубки потоками ускоренных частиц, проникающих в хромосферу и вызывающих ее “испарение”.

Доминирующая роль ускоренных частиц, генерирующих HXR, в динамике плазмы вспышки проявляется в обнаруженном новом эффекте (модифицированном эффекте Нойперта): максимум потока HXR (420 сек.) совпадает с максимумом производной меры эмиссии.

Показано, что ускоренный нагрев представляет собой начальную стадию режима с обострением и может возникать в случае нелинейного объемного источника $\sim T^b$, $b > 1$. Переход к замедленному режиму нагрева происходит в результате радиационного охлаждения $\sim -EM \times L(T)$, где $L(T)$ – известная немонотонная функция температуры.