

# УСКОРЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В КОЛЛАПСИРУЮЩИХ МАГНИТНЫХ ЛОВУШКАХ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК: СОВРЕМЕННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И МОДЕЛИ

**Грицык П.А., Сомов Б.В.**

ГАИШ МГУ, г. Москва, Россия, [pgritsyk@gmail.com](mailto:pgritsyk@gmail.com)

Ускорение заряженных частиц до высоких энергий остается актуальной проблемой современной астрофизики применительно к различным по своим масштабам и природе явлениям. Солнечные вспышки в этой связи представляют особый интерес, поскольку могут быть изучены самым всесторонним образом с помощью современных многоспектральных наземных и космических обсерваторий. На основе аналитического решения соответствующего кинетического уравнения [1] в настоящей работе проведено моделирование солнечной вспышки класса M7.7, произошедшей 19 июля 2012 г. Корональный источник жесткого рентгеновского излучения в вершине вспышечной петли был интерпретирован в приближении модели тонкой мишени, а хромосферный источник в ее основании – в приближении толстой мишени с учетом эффекта обратного тока. Рассчитанный спектр хромосферного источника с высокой точностью соответствует данным наблюдений со спутника *RHESSI*. При совпадающем показателе наклона интенсивность модельного спектра коронального источника существенно ниже наблюдаемой. Данное несоответствие устранено учетом в модели тонкой мишени эффекта ускорения электронов в корональной магнитной ловушке [2], которая, сжимаясь в продольном и поперечном направлениях, удерживает внутри себя частицы. Такая, хорошо известная модель, предполагает эффективное действие двух механизмов ускорения частиц: ускорение Ферми первого порядка и бетатронный нагрев. В сравнении с классической моделью тонкой мишени в таких ловушках формируются спектры жесткого рентгеновского излучения с тем же показателем наклона, но большей интенсивностью [3]. Полученные в настоящей работе результаты представляют собой подтверждение существования и высокой эффективности ускорения электронов в коллапсирующих магнитных ловушках во время солнечных вспышек. Наши новые результаты на примере высокоточных наблюдений со спутника *RHESSI* демонстрируют ранее теоретически предсказанный эффект двухшажного ускорения частиц в солнечных вспышках [4], когда первым шагом является ускорение электрическим полем в области магнитного пересоединения, а вторым – ускорение внутри коллапсирующей магнитной ловушки.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 16-02-00585А.

1. Грицык П.А., Сомов Б.В. // Письма в Астрон. журн. 2014. Т. **40**. С. 554.
2. Грицык П.А., Сомов Б.В. // Письма в Астрон. журн. 2016. Т. **42**. С. 586.
3. Богачев С.А., Сомов Б.В. // Письма в Астрон. журн. 2007. Т. **33**. С. 62.
4. B.V. Somov, T. Kosugi // *Astrophys. J.* 1997. V. **485**. P. 859.