

## СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ FERMI LAT И ВОЗМОЖНЫЕ СКРЫТЫЕ ПРОТОННЫЕ ВОЗРАСТАНИЯ

<sup>1</sup>Струминский А.Б., <sup>2</sup>Григорьева И.Ю., <sup>1</sup>Садовский А.М.  
<sup>1</sup>ИКИ РАН, <sup>2</sup>ГАО РАН  
astrum@cosmos.ru

После открытия длительного солнечного  $\gamma$ -излучения в 1991 году [1] природа ускоренных протонов, способных породить в ядерных реакциях длительное время нейтроны и  $\pi$ -мезоны — источники вторичного  $\gamma$ -излучения, остается неоднозначной. Это могут быть, как протоны, ускоряющиеся длительное время на Солнце, так и уже ускоренные протоны, захваченные магнитными структурами в короне. Также обсуждается возможность попадания в солнечную атмосферу протонов, ускоренных на ударной волне коронального выброса массы (КВМ). При этом связь между потоками длительного солнечного  $\gamma$ -излучения и солнечными протонными событиями в межпланетной среде также остается неоднозначной. Являются ли протоны, взаимодействующие на Солнце, и протоны, распространяющиеся в межпланетной среде, представителями одной популяции, ускоренной в одном источнике [2]?

После запуска FermiGRO и начала в 2011 году наблюдений телескопом LAT (Large Area Telescope) солнечных вспышек, сопровождавшихся длительным  $\gamma$ -излучением  $>100$  МэВ (Fermi LAT Solar Flares – FLSF) [3], коллекция FLSF вспышек [4], непрерывно пополняется ([https://hesperia.gsfc.nasa.gov/fermi/lat/qlook/lat\\_events.txt](https://hesperia.gsfc.nasa.gov/fermi/lat/qlook/lat_events.txt)) и насчитывает уже десятки событий. В докладе мы обращаем внимание на две FLSF 2026 года (X1.4 с «радио»-нулем 02:56 UT 30 марта и X2.5 с «радио»-нулем 08:10 UT 24 апреля), которые оставили заметный след в Мониторе радиационной обстановки ART XC Спектра-РГ (<https://monitor.srg.cosmos.ru/>). Детекторы ART XC не зарегистрировали первичное НХР излучение в FLSF X1.4 30 марта, но зарегистрировали вторичное НХР излучение от протонного события с максимумом 3 апреля, характерным для переноса частиц магнитными структурами солнечного ветра. Напротив, FLSF X2.5 оказалась рекордной в первичном НХР излучении, зарегистрированном на сегодня ART XC, но при этом его детекторы не показали явного протонного возрастания. Высказывается предположение, что протонные возрастания в гелиосфере должны сопровождать все случаи FLSF. Эти протонные возрастания могут быть скрыты (FLSF X2.5) или усилены (FLSF X1.4) для наблюдателя условиями распространения на Солнце и в гелиосфере.

Работа поддержана субсидиями по теме «МАСКА» ГАО РАН (ИЮГ) и «Плазма» ИКИ РАН (ВАО и АБС, АМС).

1. Ryan J.M. Long-Duration Solar Gamma-Ray Flares. Space Sci. Rev. 2000. V. 93. P. 581
2. Ramaty R., Mandzhavidze N. et al. JASR. 1993. V. 13. No 9. P. 275.
3. Ajello M., Albert A., Allafort A. et al. Impulsive and long duration high-energy gamma-ray emission from the very bright 2012 March 7 solar flares. ApJ. 2014. V. 789. Iss. 1. Art. 20.
4. Ajello M. et al. First Fermi-LAT Solar Flare Catalog // ApJ Suppl. 2021. V. 252. Art. 13