

GLE СОБЫТИЯ В 25-ом ЦИКЛЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

¹Струминский А.Б., ¹Ожеедов В.А., ¹Садовский А.М., ²Григорьева И.Ю.

¹ИКИ РАН, ²ГАО РАН

astrum@cosmos.ru

Большинство солнечных протонов, ответственных за 73-е (28 октября 2021), 74-е (11 мая 2024), и 75-е GLE (8 июня 2024) события, были ускорены в слабых электрических полях $\sim 3 \cdot 10^{-5}$ В/см и не достигли жесткостей более 1650 МВ[1]. Эффективное электрическое поле (темп ускорения протонов) оценивалось по разнице времени между началом HXR излучения >100 кэВ и началом возрастания СП по данным ACS SPI (The AntiCoincidence Shield of the SPectrometer on the INTEGRAL space observatory), а также сетью нейтронных мониторов в случаях GLE событий. Если протоны и ускорялись в импульсной фазе родительских вспышек в более сильном поле $\sim 3 \cdot 10^{-4}$ В/см, то кратковременно и в недостаточном количестве для наблюдения раннего начала GLE. Так как временной профиль протонного возрастания ACS SPI в 76-м GLE (21 ноября 2024) практически идентичен профилям в предыдущих трех GLE, то эти выводы справедливы и для 76-го.

В GLE событиях 24-го цикла (71-м -17 мая 2012 и 72-м -10 сентября 2017) первые протоны, их вызвавшие, ускорялись в полях $>1 \cdot 10^{-4}$ В/см. В работе [2] ее авторы пришли к заключению, что нехватка мощных протонных событий в 24-м цикле по сравнению с предыдущими была связана с меньшей плотностью корональной плазмы. Так как большее электрическое поле соответствует большей плотности вещества, а неустойчивости в плазме должны развиваться при сравнимых β , то плотность магнитной энергии в короне в 25-м цикле должна быть еще меньше, чем в 24-м. Отметим, что магнитный поток в AR 2887, связанной с 73-м GLE, был наименьшим из всех AR, исследованных в [3]. По всей видимости, магнитный поток в AR 3664 (GLE74) и AR 3697 (GLE 75) должен был быть еще меньше при условии равенства площадей.

[1] Struminsky A.B. et al., Evidence of prolonged acceleration of solar protons in average electric fields less than $4 \cdot 10^{-4}$ V/cm //Advances in Space Research (2025), ISSN 0273-1177, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2025.05.003>.

[2] Vainio R. et al., Why is solar cycle 24 an inefficient producer of high-energy particle events? // A&A 604, A47 (2017) DOI: [10.1051/0004-6361/201730547](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201730547)

[3] Suleymanova R.A. et al., Magnetic Configuration of Active Regions Associated with GLE Events // Solar Physics (2024) 299:7 <https://doi.org/10.1007/s11207-023-02248-w>