

ОЦЕНКИ ЖЕСТКОСТИ СПЕКТРА И МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПОТОКА ПРОТОНОВ: СВЯЗЬ С РАДИО-ВСПЛЕСКАМИ В ДИАПАЗОНЕ 245-15400МГц

В.А. Ожередов¹, А.Б. Струминский¹, Ю.И. Григорьева²

¹ИКИ РАН

²ГАО РАН

ozheredov2026@gmail.com

В работе [1] было высказано утверждение о том, что всплеск жесткого рентгена на антисовпадатальной защите ACS-SPI на борту КА INTEGRAL может нести информацию о работе стохастического ускорителя солнечных протонов. В настоящий момент INTEGRAL выключен, и вместо ACS-SPI мы используем сигнал в трех HXR-диапазонах с детекторов телескопа ART-XC на борту Spectr-RG. Однако, способность этих HXR-детекторов «видеть» самые ранние (δt порядка 10 мин) из пришедших на Землю протонов в данном случае оборачивается недостатком: в моменты времени $t > dt$ мы регистрируем сумму сигнала от ускорителя и протонного возрастания. Вместе с тем, во вспышечных процессах генерируются гиротронные и плазменные частоты в диапазоне 245-15400MHz (RSTN-данные), чьи значимые всплески, согласно нашей гипотезе, совпадают с интервалами непрерывной работы ускорителя. Используя метод нечеткой границы распределений фона и амплитуды в RSTN радио-всплесках, мы выделили временные сегменты, отвечающие за работу ускорителя, для протонных событий на интервалах с 09 мая 2024 по 08 июня 2024, с 10 ноября 2025 по 14 ноября 2025, а также события 28 октября 2021 и 18 января 2026. Жесткость спектра протонного события оценивалась по параметрам bandFunction-модели аппроксимации спектра флюенса протонов по данным GOES, а жесткость спектра первичного HXR-возрастания – по показателю степенной аппроксимации. Выяснилось, что произведение индекса непрерывности на радио-флюенс хорошо коррелирует с амплитудой протонного события, а жесткость спектра первичного HXR-возрастания на ART-XC коррелирует с жесткостью спектра протонного события.

[1] Struminsky, A. et al. (2025). Evidence of prolonged acceleration of solar protons in average electric fields less than $4 \cdot 10^{-4}$ V/cm. *Advances in Space Research*. 76. 10.1016/j.asr.2025.05.003.