

# Исследование экстремальных значений положения границы проникновения протонов СКЛ в магнитосферу Земли во время магнитных бурь

И.Мягкова<sup>1</sup>, Б.Юшков<sup>1</sup>, А.Богомолов<sup>1</sup> и К.Кудела<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В.Скобельцына, МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, 119991, Россия

<sup>2</sup> Институт экспериментальной физики Словацкой АН, Кошице, 04353, Словакия

Хорошо известно, что если во время прихода к Земле солнечных космических лучей (СКЛ) происходит магнитная буря, то во время её главной фазы СКЛ проникают глубоко в магнитосферу Земли (например, [1]) и, следовательно, представляют один из существенных факторов радиационной опасности для низкоорбитальных космических аппаратов [2]. Поэтому определение минимальной широты, на которую могут проникнуть протоны СКЛ во время сильных магнитных бурь и возможность оценить эту широту исходя из геомагнитных индексов, весьма актуально.

На основе наблюдений ИСЗ КОРОНАС-Ф (высота орбиты 500-350 км, наклонение  $83.5^\circ$ ) были определены минимальные значения инвариантной широты  $\Lambda$ , на которую проникали солнечные протоны с энергиями 1-5 и 50-90 МэВ во время магнитных бурь, для которых максимальная амплитуда Dst-индекса превышала 100 нТ. За время работы КОРОНАС-Ф (с 14.08.01 по 20.06.05) произошло 48 таких бурь. Во время 22-х из них в эксперименте на КОРОНАС-Ф в полярных шапках наблюдались солнечные протоны с энергиями 1-5 МэВ и во время 14-ти – протоны с энергией 50-90 МэВ.

Для найденных значений  $\Lambda$ , определяемой из соотношения  $L=1/\cos^2(\Lambda)$ , где  $L$  – параметр Мак-Илвайна, были вычислены коэффициенты корреляции  $\Lambda$  с индексами Dst и  $K_p$ . Было получено, что коэффициент корреляции  $\Lambda$  от Dst существенно выше в вечернем и ночном секторах магнитного локального времени (MLT), чем в утреннем и дневном как для протонов низких, так и для более высоких энергий (0.9 и 0.68 для 1-5 МэВ, 0.84 и 0.75 для 50-90 МэВ). Коэффициенты корреляции  $\Lambda$  от  $K_p$  ниже и составляют от 0.58 до 0.64. Использование множественной регрессии для оценки  $\Lambda$  по значениям обоих индексов одновременно (Dst и  $K_p$ ) показало, что в рамках рассматриваемой задачи (экстремальные значения  $\Lambda$  для сильных магнитных бурь) Dst- индекс достаточно хорошо позволяет оценить  $\Lambda$  без привлечения второго индекса ( $K_p$ ).

- [1] Кузнецов, С.Н., Юшков, Б.Ю., Кудела, К., Мягкова, И.Н. Динамика границы проникновения солнечных космических лучей в магнитосферу Земли по данным ИСЗ КОРОНАС-Ф. *Астрон. Вестник*, 41, №, 448-453, 2007
- [2] Leske, R.A., Mewaldt, R.A., Stone, E.C., von Rosenvinge, T.T. Observations of geomagnetic cutoff variations during solar energetic particle events and implications for the radiation environment at the Space Station. *J. Geophys. Res.*, 10, A12, 30,011-30,019, 2001