

ПАРАМЕТРЫ МАГНИТОСФЕРНЫХ ТОКОВЫХ СИСТЕМ ВО ВРЕМЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В МАЕ 1998 г.



А.А. Луковникова, В.Е. Сдобнов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Россия, Иркутск

ДАННЫЕ И МЕТОД

Используя результаты расчетов изменения ЖГО (ΔR_{ob}) от ЖГО (R_c) по данным мировой сети станций КЛ и изменений ЖГО от R_c относительно фонового уровня 30 апреля 1998 г. в рамках осесимметричной модели ограниченной магнитосферы Земли (ΔR_{cal}), рассчитываются некоторые параметры магнитосферных токовых систем (DR и DCF): радиусы и сила кольцевого тока (r_c), токов на магнитопаузе (r_m) и вклад этих токовых систем в Dst-индекс.

РЕЗУЛЬТАТЫ

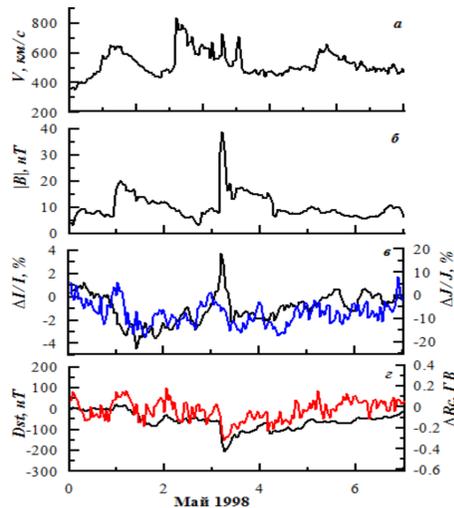


Рисунок 1 - Скорость СВ (а); модуль ММП (б); амплитуды вариаций интенсивности КЛ (в) на станциях КЛ Иркутск 3 (черная линия, левая шкала) и вариации изотропной составляющей интенсивности первичных КЛ с жесткостью $R=4$ ГВ (синяя линия, правая шкала); изменения ЖГО (ΔR) (г) для частиц с $R=4$ ГВ (красная линия, правая шкала) совместно с Dst-индексом (черная линия, левая шкала)

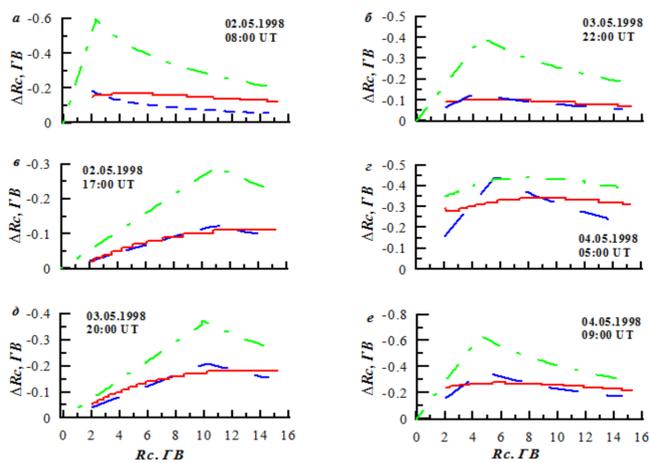


Рисунок 2 - Зависимость изменения ЖГО от R_c для разных фаз умеренных геомагнитных бурь 2-4 мая 1998 г.: а, б – начальная фаза; в, г – главная фаза, д, е – фаза восстановления. Красная сплошная линия – результаты, полученные по данным мировой сети станций КЛ методом СГС, синяя штриховая линия – расчет по осесимметричной модели ограниченной магнитосферы с кольцевым током. Зеленая штрихпунктирная линия – вклад в изменения ЖГО от кольцевого тока, рассчитанный по осесимметричной модели ограниченной магнитосферы.

ВЫВОДЫ

По данным наземных измерений на мировой сети станций КЛ в рамках осесимметричной модели токовых систем магнитосферы Земли получены их некоторые характеристики (радиус, сила тока) в периоды геомагнитных возмущений в мае 1998 г.

Показано:

- повышение интенсивности КЛ 4 мая на низко- и среднеширотных станциях связано с уменьшением ЖГО;
- вклад эффективного кольцевого тока в изменения ЖГО ~50–60%, в величину Dst-индекса – ~60–70%;
- изменения ЖГО, рассчитанные по данным мировой сети станций КЛ и по модели ограниченной магнитосферы с кольцевым током удовлетворительно согласуются между собой.

Полученные по данным наземных наблюдений КЛ на мировой сети КЛ результаты могут быть использованы для количественной оценки параметров некоторых токовых систем в магнитосфере в периоды геомагнитных возмущений.

Фазы геомагнитной бури	Дата и время	Параметры токовых систем					
		r_c	I_c	r_m	I_m	Dst_{cal}	Dst_{ob}
Начальная	2.05.1998 08:00 UT	4,8	12,7	8,9	3,7	-36	-24
	3.05.1998 22:00 UT	3,5	10,4	9,0	1,6	-38	-57
Главная	2.05.1998 17:00 UT	2,3	10,4	8,7	0,73	-64	-85
	4.05.1998 05:00 UT	3,2	13,3	8,4	1,93	-154	-205
Восстановления	3.05.1998 20:00 UT	2,4	10,1	9,1	0,70	-104	-70
	4.05.1998 09:00 UT	3,5	11,4	9,0	1,73	-114	-135

Таблица 1 Радиус кольцевого тока r_c в единицах радиуса Земли, сила кольцевого тока I_c в единицах 10^6 А, расстояние до подсолнечной точки r_m в единицах радиуса Земли, сила тока на магнитопаузе I_m в единицах 10^6 А, рассчитанный Dst-индекс Dst_{cal} (нТл) в рамках осесимметричной модели ограниченной магнитосферы для разных фаз развития геомагнитных бурь, наблюдаемые значения Dst-индекса Dst_{ob} (нТл)

Максимальная амплитуда модуляции частиц 2 мая на станции КЛ Иркутск 3 составляла ~4,5 %, вариации изотропной составляющей интенсивности первичных КЛ с жесткостью $R=4$ ГВ ~18 %. 4 мая наблюдалось повышение интенсивности КЛ на низко- и среднеширотных станциях. На станции КЛ Иркутск 3 оно составило ~4 %. На высокоширотных станциях КЛ увеличения скорости счета не наблюдалось. Мы предполагаем, что этот эффект обусловлен уменьшением ЖГО. Расчеты показали, что для низко- и среднеширотных станций изменение ЖГО составило от ~0,2 до ~0,4 ГВ.

Изменения ЖГО, полученные по данным мировой сети станций КЛ и по модели ограниченной магнитосферы с кольцевым током удовлетворительно согласуются между собой, за исключением отдельных периодов главной фазы геомагнитной бури 4 мая. Это связано с тем, что во время геомагнитной бури, помимо резкого усиления кольцевого тока и токов на магнитопаузе, происходит значительное усиление других токовых систем (например, продольных и ионосферных токов, токов хвоста), что не учитывается осесимметричной моделью ограниченной магнитосферы с кольцевым током.

Рассчитанные радиусы кольцевого тока r_c и тока на магнитопаузе r_m отражают суммарный вклад нескольких токовых систем, поэтому точнее говорить об эффективных радиусах токовых систем, которые дают вклады в Dst-индекс. Минимальные радиусы кольцевого тока r_c наблюдаются в главной фазе геомагнитной бури и возрастают на фазе восстановления. По параметрам токовых систем в рамках осесимметричной модели ограниченной магнитосферы Земли вклад эффективного кольцевого тока в изменения ЖГО составляет ~50–60%, в величину Dst-индекса – ~60–70%.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России. Результаты получены на оборудовании Центра коллективного пользования «Ангара» <http://ckp-rf.ru/ckp/3056/> и Уникальной научной установки «Российская национальная наземная сеть станций космических лучей (Сеть СКЛ)»

1. Кичигин Г.Н., Сдобнов В.Е. Жесткости геомагнитного обреза космических лучей в модели ограниченной магнитосферы с кольцевым током // Геомагнетизм и аэронавигация. 2017. Т.57, №2. С.149-153.
2. Alexeev I.I., Belenkaya E.S., Kalegaev V.V., Feldstein Y.I., Grafe A. Magnetic storms and magnetotail currents. J. Geophys. Res. 1996, vol. 101, pp. 7737–7747.
3. Feldstein Y.I., Levitin A.E., Kozyra J., Tsurutani B.T., Prigancova A., Alperovich L., Gonzalez W.D., Mall U., Alexeev I.I., Gromova L.I., Dremukhina L.A. Self-consistent modeling of the large-scale distortions in the geomagnetic field during the 24–27 September 1998 major magnetic storm. J. Geophys. Res. 2005, vol. 110, no. A11. DOI: 10.1029/2004JA010584.
4. Ganushkina N.Yu., Pulkkinen T.I., Kubyshkina M.V., Singer H.J., Russell C.T. Long-term evolution of magnetospheric current systems during storms. Ann. Geophys. 2004, vol. 22, pp. 1317–1334.
5. Kalegaev V.V., Ganushkina N.Yu., Pulkkinen T.I., Kubyshkina M.V., Singer H.J., Russell C.T. Relation between the ring current and the tail current during magnetic storms. Ann. Geophys. 2005, vol. 26, no. 2, pp. 523–533.
6. Maltsev Y.P., Arykov A.A., Belova E.G., Gvozdevsky B.B., Safargaleev V.V. Magnetic flux redistribution in the storm time magnetosphere. J. Geophys. Res. 1996, vol. 101, pp. 7697–7707.
7. Ohtani S., Nose M., Rostoker G., Singer H., Lui A.T.Y., Nakamura M. Storm-substorm relationship: Contribution of the tail current to Dst. J. Geophys. Res. 2001, vol. 106, pp. 21199–21209.
8. URL: <https://www.solarmonitor.org>
9. URL: <http://omniweb.gsfc.nasa.gov>
10. URL: <http://cdaw.gsfc.nasa.gov>