

УДК: 550.385

ДИНАМИКА ВЫСОКОШИРОТНОЙ МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ В ПЕРИОД ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ 24.02.2023 - 02.03.2023

А.С. Манина^{1,2}, В.В. Калегаев^{1,2}, В.Д. Николаева², Р.Е. Сараев^{1,2}, А.Р. Иванова^{1,2}, Н.А. Власова²

¹Физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, alinmanina73@yandex.ru

²Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

DYNAMICS OF THE EARTH'S HIGH-LATITUDE MAGNETOSPHERE DURING THE PERIOD OF GEOMAGNETIC ACTIVITY 02/24/2023 - 03/22/2023

A.S. Manina^{1,2}, V.V. Kalegaev^{1,2}, V.D. Nikolaeva², R.E. Sarajev^{1,2}, A.R. Ivanova^{1,2}, N.A. Vlasova²

¹Moscow State University Faculty of Physics, Moscow, Russia, alinmanina73@yandex.ru

²Lomonosov Moscow State University Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow, Russia

Аннотация. Магнитосфера Земли — это динамичная и непрерывно изменяющаяся система, форма которой меняется под влиянием межпланетной среды: солнечного ветра и межпланетного магнитного поля. Вариации параметров солнечного ветра и межпланетного магнитного поля могут быть триггером для развития в магнитосфере геомагнитных бури следствием которых являются выпадения частиц в области овала и сильные вариации потоков частиц радиационных поясов Земли. Магнитосферу можно разделить на внутреннюю и внешнюю части и находящуюся между ними — авроральную магнитосферу.

Ключевые слова: магнитосфера, область открытых силовых линий, авроральный овал, радиационные пояса Земли

Abstract. The Earth's magnetosphere is a dynamic and continuously changing system, the shape of which changes under the influence of the interplanetary medium: the solar wind and the interplanetary magnetic field. Variations in the parameters of the solar wind and the interplanetary magnetic field can be a trigger for the development of geomagnetic storms in the magnetosphere, which result in particle precipitations in the oval region and strong variations in particle fluxes of the Earth's radiation belts. The magnetosphere can be divided into internal and external parts and the auroral magnetosphere located between them.

Keywords: magnetosphere, area of open lines of force, auroral oval, radiation belts of the Earth

Магнитосфера Земли подвергается воздействию межпланетной среды. Изменения параметров солнечного ветра и межпланетного магнитного поля приводят к геомагнитным возмущениям, в результате которых изменяются структура силовых линий магнитного поля и динамика потоков заряженных частиц [Лазутин, 2012]. Наиболее яркие проявления можно наблюдать в высокоширотной магнитосфере. Инструментом для изучения топологии магнитного поля могут служить потоки заряженных частиц. Одновременное присутствие разных популяций заряженных частиц создают уникальную возможность для исследования структуры и динамики высокоширотной магнитосферы во время магнитной бури. Среди них можно выделить:

- солнечные энергичные протоны (внешняя магнитосфера);
- энергичные электроны внешнего радиационного пояса (внутренняя магнитосфера);
- выпадающие авроральные частицы (авроральная магнитосфера).

24–25.02.2023 г. на Солнце наблюдалась серия взрывных процессов, в результате которых в околоземном пространстве были зарегистрированы два солнечных протонных события. Корональный выброс массы от 24.02 пришел в околоземное пространство 26.02, предшествующая ему ударная волна была зарегистрирована на в ~18 UT. В магнитосфере произошла сильная магнитная буря с $|Dst|_{max} \sim 140$ нТл.

Представлены результаты исследования во время магнитной бури 27.02.2023 г. динамики высокоширотных границ основных магнитосферных структур: области проникновения солнечных протонов с энергиями $3 \div 10$ МэВ [Власова и др., 2021]; области выпадения авроральных электронов и ионов с энергиями ~ 30 эВ $\div 30$ кэВ [Иванова, Калегаев, 2022; Newell et al., 1996]; положений границ захвата и максимальных потоков электронов с энергиями >100 кэВ и >300 кэВ внешнего радиационного пояса Земли. Работа выполнена на основе экспериментальных данных по потокам заряженных частиц, полученных на низкоорбитальных полярных спутниках Метеор-М2 и DMSP в вечернем и утреннем секторах по местному времени.

Получено, что во время главной фазы магнитной бури границы всех исследуемых магнитосферных структур смещаются на более низкие широты и наблюдается сильная утрене–вечерняя асимметрия всей области высокоширотной магнитосферы. В вечернем секторе магнитосферы наблюдается более сильное смещение границ по сравнению с утренними часами, что связано с развитием асимметричного кольцевого тока на главной фазе бури. На фазе восстановления магнитной бури положение максимумов потоков электронов внешнего радиационного пояса смещается на более низкие широты, а граница захвата электронов внешнего радиационных поясов – на более высокие широты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Власова Н.А., Тулупов В.И., Калегасев В.В. Некоторые особенности солнечных протонных событий 07.III.2011 и 20.II.2014 // *Космические исследования*. 2021. Т. 59, № 4. С. 296–305. DOI: 10.31857/S0023420621040063.

Лазутин Л.Л. *Мировые и полярные магнитные бури*. МГУ НИИЯФ. М. 2012. ISBN 978-5.

Иванова А.Р., Калегасев В.В. Динамика ночных границ аврорального овала во время магнитной бури 27–29.V.2017 // *Космические исследования*. 2022. Т. 60, № 5. С. 357–367. DOI: 10.31857/S0023420622050028.

Newell P.T., Feldstein Y.I., Galperin Y.I., Meng C.I. Morphology of nightside precipitation // *J. Geophys. Res.: Space Phys.* 1996. V. 101, iss. A5. P. 10737–10748. DOI: 10.1029/95JA03516.