

Крупномасштабная структура межпланетного магнитного поля по геомагнитным данным для периода 1984-1989 гг.

A.H.Зайцев, В.А.Попов

Large-Scale Structure of the Interplanetary Magnetic Field as Derived from Geomagnetic Data for 1984-1989

A.N.Zaitsev and V.A.Popov

Abstract

Large-scale magnetic variations of the sector structure of the interplanetary magnetic field are considered in connection with the general character of the development of solar activity and dynamics of the heliospheric current layer from the minimum to the maximum of solar activity. The presence of a two-sector structure is noted. The data on the determination of the sector structure of the interplanetary magnetic field are given on the basis of 1984-1989 ground based observations at the Vostok and Resolute Bay stations.

Введение

Впервые возможность определения секторной структуры межпланетного магнитного поля (СС ММП) по наземным геомагнитным данным была показана С.М.Мансуровым [1]. Такие же работы были выполнены Л.Свалгаардом [2] и далее проявление СС ММП в вариациях магнитного поля Земли было названо эффектом Свалгаарда-Мансурова. В настоящее время данные по СС ММП являются одним из важных методов оценки крупномасштабной структуры межпланетного магнитного поля. Границы секторов ММП ассоциируются с положением гелиосферного токового слоя (ГТС) на уровне орбиты Земли, что дает возможность по данным об СС ММП проследить изменение положения ГТС во времени. По определению СС ММП представляет собой среднесуточную характеристику направления ММП от Солнца (+) и к Солнцу (-). Впоследствии было показано, что на самом деле по наземным геомагнитным вариациям определяется U -компонента ММП, вдоль направления утро-вечер [3,4]. Но с учетом того, что направление вектора скорости солнечного ветра, переносящее крупномасштабное магнитное поле Солнца, меняется по мере удаления от Солнца по спирали Архимеда, то

У- компонента ММП на орбите Земли фактически определяет X- компоненту ММП вблизи Солнца, а ее изменения однозначно связаны с положением ГТС [5,6] .

В настоящее время определение СС ММП проводится по данным станций Восток и Резольют Бей. Сводный каталог определений СС ММП за 1957-1983 гг. опубликован в ИЗМИРАН в виде препринта и имеется на ЭВМ [7] . В настоящей работе приводятся определения СС ММП за 1984-1989 гг. В этот период наблюдался минимум солнечной активности и переход к новому 22-му циклу. Представляется важным рассмотреть крупномасштабные изменения СС ММП в связи с общим характером развития солнечной активности и динамики гелиосферного токового слоя.

Исходные данные

Таблица представляет определения СС ММП в виде 27-дневных рядов полусуточных значений знаков секторов, соотнесенных к последовательным оборотам Солнца по Бартельсу. Светлый квадрат означает направление 0° Солнца, темный квадрат - 180° Солнца. Видно, что в конце 21-го цикла вплоть до февраля 1968 г. сохраняется четырехсекторная структура ММП. В то же время видна и компонента двухсекторной структуры, дающая смещение положения секторов во времени: например, в ноябре 1985 г. - марте 1986 г. Затем ГТС занимает положение в плоскости солнечного экватора, что приводит к хаотическому распределению в СС ММП. Этот период длится вплоть до ноября 1986 года. Солнечная активность в это время находится в своем минимуме, среднемесячное число солнечных пятен не превышает 15. Затем вновь происходит восстановление регулярной двухсекторной структуры межпланетного поля, а затем и четырехсекторной.

Обсуждение данных

Из приведенных данных видно, что характер изменений СС ММП в целом соответствует данным, известным из наблюдений за магнитным полем Солнца на уровне фотосферы и далее в пересчете на уровень короны [8]. Вблизи минимума солнечной активности ГТС находится практически на солнечном экваторе, так что любые небольшие отклонения ГТС при вращении Солнца [8] дают изменения знака секторной структуры, которые мы определяем по геомагнитным данным. Как правило, в этом случае мы имеем четырехсекторную структуру ММП. Такая структура ММП наблюдается в минимуме солнечной активности, не сопровождающейся переполусовкой главного магнитного поля Солнца [8] . В случае же переполусовки магнитного поля Солнца ГТС претерпевает большие динамические изменения. При приближении к максимуму солнечной активности ГТС занимает положение перпендикулярно плоскости солнечного экватора, что дает в основном двухсекторную структуру ММП. Эти процессы достаточно хорошо прослеживаются в таблице. В самом деле, в период 1984-1985 гг. основной является двухсекторная структура, затем практически весь 1986 г. длится переход между циклами активности, дающий многосекторную структуру ММП, а с 1987 г. восстанавливается регулярная структура ММП. В

1989 г. при подходе к максимуму солнечной активности четко видна двухсекторная структура ММП. Ввиду непрерывности наблюдений за вариациями магнитного поля, представляется возможным определение компонент ММП не только в виде суточных характеристик секторных границ, но и за более короткие промежутки времени [9]. В этом случае можно будет определять более мелкие детали структуры ГТС и межпланетной среды по их эффективному воздействию на магнитосферу Земли.

Выводы

Определения крупномасштабной структуры ММП по геомагнитным данным для периода 1984–1989 гг. подтверждают выводы о динамике ГТС, полученные для перехода от 2-го к 22-му циклу солнечной активности [8]. Непрерывный мониторинг положения ГТС вблизи Земли вполне успешно может быть осуществлен на основе наземных геомагнитных наблюдений в полярных шапках Земли. Продолжительный ряд определений СС ММП позволяет отслеживать изменения в крупномасштабной структуре ГТС. Учитывая большую информативность в регистрации вариаций магнитного поля, возможно определение параметров ММП с высоким временным разрешением, ограниченным временем транспортного пробега (10–40 мин.) воздействия солнечного ветра на магнитосферу Земли.

В заключение настоящей работы считаем своим приятным долгом выразить благодарность В.Н.Ишкову за обсуждение работы и А.И.Иванову за помощь при оформлении графиков СС ММП.

Литература

1. Мансуров С.М./ Геомагн. и аэрон. 1969. Т.9. № 4. С.768–770.
2. Svalgaard L. / Danish Meteor. Ins. Geophys. Papers. R-6. 1968.
3. Friis-Christensen E., Lassen K., Wilhjelm J. et al./ J. Geophys. Res. 1972. Vol. 77. P.337–350.
4. Сумарук П.В., Фельдштейн Я.И./ Космич. исслед. 1973. Т.2. N I. С.155–160.
5. Svalgaard L., Wilcox J.M./ Solar Phys. 1975. Vol.41. N 2. P.461–475.
6. Hoeksema J.T./ Adv. Space Res. 1989. Vol.9. No.4 P.141–152.
7. Каталог Мансурова С.М. Полярность межпланетного магнитного поля за период 1957–1983г./ Препринт ИЗМИРАН № 52 (526), М. 1984
8. Hoeksema J.T., Wilcox J.M., Scherer P.H./ J. Geophys. Res. 1983. Vol.88. No. A12. P.9910–9918.
9. Зайцев А.Н., В.А. Попов/ В сб.: Антарктика. 1989. № 29. С.204–207.

Институт земного магнетизма,
ионосферы и распространения
радиоволн АН СССР

Поступила в редакцию
5 апреля 1990 г.