

О характере флуктуаций ММП в диапазоне

частот $10^3 - 10^5$ Гц

В.Н.Обридко, Б.Д.Шельтинг

Флуктуации и квазипериодические колебания магнитного поля в межпланетной среде в зависимости от частот обычно принято делить на два диапазона (см., например, [1]).

В коротковолновом диапазоне $3 \cdot 10^4 - 1$ Гц предполагается, что энергия флуктуаций большого масштаба передается флуктуациям более мелкого масштаба вплоть до характерных размеров порядка гирорадиуса [1]. В этом диапазоне фиксируются распространяющиеся от Солнца возмущения. Мы можем считать, что измерительное устройство (например, магнитометр на борту ИСЗ) находится на силовой линии, исходящей из малой области на Солнце с приблизительно однородными условиями. Частоты $10^3 \div 10^4$ Гц соответствуют характерным размерам $2 \cdot 10^3 \div 2 \cdot 10^4$ км на Солнце (при скорости вращения 2 км/с). Тонкая пространственная структура меньших размеров (если она существует в короне, откуда исходят силовые линии ММП) должна смазываться в процессе распространения. Поэтому магнитометр фиксирует только временные колебания в данном диапазоне частот. В работе [2] авторами изучен спектр колебаний в диапазоне $3 \cdot 10^4 \div 10^5$ Гц и показано, что характер спектра, по-видимому, определяется временными изменениями на Солнце с последующим перераспределением по частотам. При этом наклон спектра не постоянный, как должно быть при пассивной передаче энергии возмущения от больших масштабов к малым, а уменьшается с переходом к высоким частотам.

В длинноволновом диапазоне $f < 3 \cdot 10^4$ характер спектра должен быть иной. В этой области частот следует учитывать, что геоэффективная область как бы скользит по неоднородной поверхности Солнца (сканирование поверхности). В переходном диапазоне $3 \cdot 10^4 \div 10^5$ Гц можно ожидать колебаний, связанных как с периодическими структурами на Солнце (и, как их отражение, структурами и ММП), так и с распространяющимися возмущениями. Условно эти два типа колебаний будем называть структурными или временными соответственно. Еще более низкие частоты $< 10^3$ Гц соответствуют стационарным крупномасштабным образованиям на Солнце.

Для выявления колебаний в диапазоне $10^3 \div 10^5$ Гц необходимы длинные и стационарные реализации, поэтому нами были взяты относительно невозмущенные или слабо возмущенные периоды солнечной активности. Мы выбрали два контрольных интервала: относительно спокойный период 14-20 июля 1965 г. и период слабой активности 5-7 июня 1965 г.

В течение 14-20 июля на Солнце не было развитых активных областей; площади всех мелких одиночных пятен составляли 100 м.д.п.; две слабые вспышки (балла I и I+ соответственно) произошли 19 июля 1965 г. вне активных областей на самом краю диска (долгота $> 70^\circ W$)

5-7 июня 1965 г. на диске было четыре активных области с общей площадью пятен ~ 350 м.д.п.; зафиксирована одна вспышка (7 июня) балла I с координатами $12S, 45^\circ W$.

Исследование спектров флуктуаций с помощью метода Фурье имеет вытекающее из принципиальных особенностей этого метода недостаточное разрешение по частотам в области низких частот. Этого можно избежать, ис-

пользуя коррелоопериодограммный анализ, в котором можно задавать любое разрешение во всем диапазоне интересующих нас частот [3,4]. Мы провели сравнение спектров, полученных этими двумя методами. На первый взгляд, спектры различаются, но при подробном изучении оказывается, что основные характеристики у них общие. Спектр коррелоопериодограмм имеет гораздо больше максимумов, чем спектр Фурье, но все их можно разбить на некие группировки около самых больших, которые имеются и в спектрах Фурье (значения периодов основных максимумов в коррелоопериодограммах и спектрах Фурье совпадают с большой степенью точности). Прилегающие к основным максимумам малые по амплитуде максимумы в коррелоопериодограммах являются их гармониками при спектральном разложении данной реализации с учетом конечности ее длины.

Для получения больших периодов использовались реализации порядка 1-3 суток, при этом колебания с периодами порядка суток можно получить только методом коррелоопериодограмм. Сразу можно предположить, что спектр должен быть довольно сложным, так как в результате неполной стационарности (прохождение по диску небольших пятен) возможна амплитудная и фазовая модуляция.

1. Коррелоопериодограммы показали в суточных реализациях модуляцию спектра периодом $\sim 20-22$ часов, а в двух-трех суточных - реальные максимумы тех же значений. Этот период определенно связан на Солнце с характерными размерами около десяти гелиографических градусов ($\sim 1.6 \cdot 10^5$ км), т.е. отражает наличие слабых активных областей или элементов крупномасштабного распределения магнитного поля.

2. Во многих спектрах и коррелоопериодограммах имеются максимумы с периодом $\sim 4-8$ часов. Они могут быть гармониками основного периода 22 часа. Однако период 4 часа соответствует размерам супергранулы и, возможно, является реальным структурным. Кроме того, Е.В. Иванов [5] по анализу ультрафиолетового излучения Солнца нашел временные колебания таких периодов.

3. Колебания с периодами порядка 2-3 часов в невозмущенные интервалы появляются довольно редко, тогда как в слабо активные - присутствуют практически во всех реализациях. Возможное их происхождение - модуляция возмущенных потоков 160-минутными солнечными колебаниями.

Таким образом, переход от преимущественно временных флуктуаций к пространственным (структурным) неоднородностям реализуется при $f \sim 7 \cdot 10^{-5}$ Гц.

Литература

1. Топтыгин И.Н. Космические лучи в межпланетных магнитных полях. - М.: Наука, 1983. - 302 с.
2. Шельтинг Б.Д., Вальчук Т.Е., Фельдштейн Я.И., Обридко В.Н. Флуктуации межпланетного и геомагнитного полей в связи с протонными вспышками. - Геомагн. и аэрон., 1984, т.24, № 4, с. 557-565.

3. Копецкий М., Кузлин Г.В. К вопросу об 11-летней вариации средней продолжительности жизни групп солнечных пятен. - Иссл. по геомагн., аэрон. и физ. Солнца, 1971, вып.2, с.167-179.
4. Григорьев В.М., Пещеров В.С. О двух модах твердотельного вращения крупномасштабных солнечных магнитных полей. - Иссл. по геомагн., аэрон. и физ. Солнца, 1983, вып.65, с.3-12.
5. Ivanov E.V. Long-Term Quasi-Periodic Oscillations of EUV-Flux on the Sun. - Solar Phys., 1983, vol.89, N 1, p.261-273.

Институт земного магнетизма,
ионосферы и распространения
радиоволн АН СССР

Поступила в редак-
цию 10 июля 1985г.