МГД МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ГЕОЭФФЕКТИВНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В СОЛНЕЧНОМ ВЕТРЕ

Н.А. Бархатов[1], К.Г. Иванов[3], О.А. Шейнер[2], А.Н. Мельник[3]

[1] Нижегородский государственный педагогический университет, Нижний Новгород

[2] Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ), Нижний Новгород

[3] Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (ИЗМИРАН), Троицк

Поставлена обратная задача по определению характера происхождения крупномасштабных возмущений параметров среды и межпланетного магнитного поля, обусловленных проявлением солнечной активности. В основу положены данные наблюдений уединенных возмущений, которые модифицировались в процессе их переноса в окрестность Земли. С этой целью были идентифицированы возможные источники уединенных крупномасштабных возмущений, зарегистрированных с помощью спутниковой системы OMNI в окрестностях Земли. За 1979 год выбрано 17 событий, имеющих возмущения плотности длительностью около суток на фоне спокойных интервалов. Анализ полученных данных позволил условно разделить всю информацию о возмущениях на 3 группы, отвечающие определенным солнечным событиям. Согласно (Иванов, 1996), эти группы отвечают комбинациям "вспышка + стример", "стример + волокно", а также отдельному "волокну".

Для изучения эволюции наиболее распространенных крупномасштабных возмущений во время их переноса от Солнца к Земле была разработана специальная компьютерная программа, позволяющая проводить численное моделирование магнитогидродинамических (МГД) течений и анализ волновых процессов в солнечном ветре (Бархатов и др., 2000). При этом учитывалось наличие газодинамического давления. Достоинством этой программы является возможность пространственно-двумерного описания среды солнечного ветра. Такой подход позволил резко увеличить скорость выполнения численных экспериментов на современных персональных компьютерах. Дополнительно, в качестве вспомогательного инструмента использовалась встроенная одномерная вычислительная модель МГД уравнений. Ее применение позволяет быстро проверить свойства решений, которые могут быть выявлены в одномерном приближении.

В работе были выполнены численные эксперименты МГД компьютерного моделирования эволюции уединенных возмущений из выявленных групп. В качестве начальных условий для исходных возмущений выбирались характерные параметры, отвечающие гелиосферным стримерам, токовым слоям, волокнам, быстрым магнитным облакам и ударным волнам. Учтено, что рассматриваемое возмущение может быть и комбинацией разных источников.

Ниже приведено сопоставление схематического изображения события, состоящего из комбинации "стример + волокно" по данным системы OMNI (Рис. 1а),

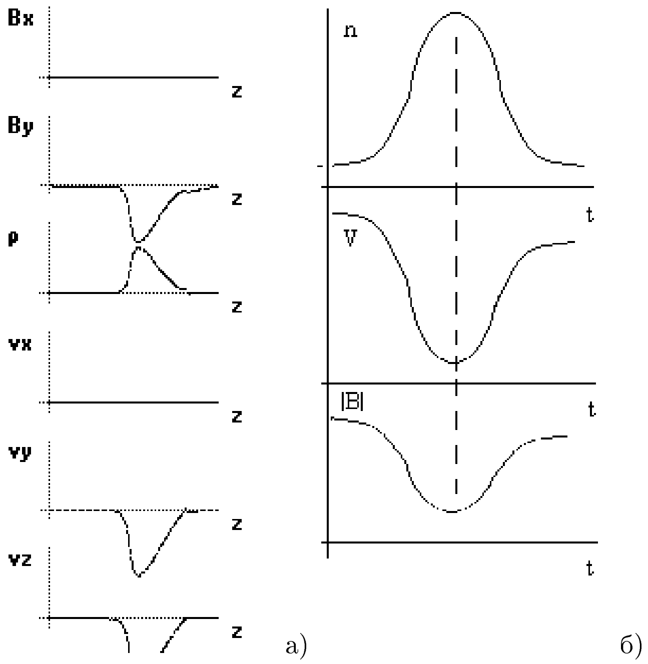
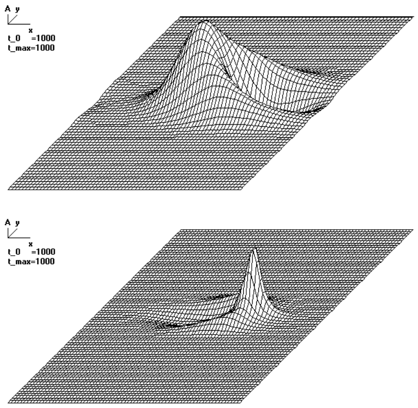


Рис.1. а) Схематическое изображение комбинации “стример + волокно”: n - концентрация, v - скорость солнечного ветра, B - магнитное поле. б) Численный эксперимент по моделированию комбинации(ось Z направлена на наблюдателя).

и результата численного эксперимента (Рис. 1б). Для примера, на Рис. 2а показано полученное в результате численного эксперимента распределение возмущенной компоненты магнитного поля в моделированном волокне. Приведенная компонента продольна межпланетному магнитному полю. Модель стримера представлена возмущением плотности (Рис. 2б).

Проанализировано также влияние величин скорости и температуры фонового солнечного ветра на процесс эволюции задаваемых МГД возмущений и амплитуды возникающих при этом вторичных возмущений.

В результате проведенного моделирования сделан вывод о наиболее вероятных причинах двух десятков, зарегистрированных на орбите Земли, крупномасштабных уединенных возмущений,”атаковавших” магнитосферу Земли в 1979 году.



а)

б)

Рис.2. а) Распределение возмущенной компоненты магнитного поля в моделированном волокне. б) Возмущение плотности в стримере. Ось X направлена на наблюдателя.

Литература

Иванов К.Г., 1996, Геомагнетизм и аэрономия, 36, 19

Бархатов Н.А., Беллюстин Н.С., Левитин А.Е., Сахаров С.Ю., 2000, Известия ВУЗов "Радиофизика", 43, 285