

A. V. ДИДЕНКО, Л. А. УСОЛЬЦЕВА

АНАЛИЗ НАЗЕМНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ АВАРИЙНОМ ГЕОСТАЦИОНАРНОМ СПУТНИКЕ DSP F23

Анализ координатных и фотометрических наблюдений 2008-2009 гг. свидетельствует о нештатном состоянии DSP F23. Для аппаратов данного типа характерно изменения блеска с периодом, близким к 10 сек. Период вращения DSP F23 вокруг центра масс составляет 4391 сек., имеет место прецессия оси с углом, не превышающим $\pm 2^\circ$. Ориентация спутника относительно центра Земли практически сохранена, но отсутствует вращение вокруг оси, направленной в центр Земли. Последнее является основной причиной перехода аппарата в либрационный режим движения.

Спутники DSP являются частью системы NORAD (система тактического предупреждения и отражения нападения) BBC США с 1970 годов, [1]. Космические аппараты (КА) этой серии обозначаются как IMEWS (Integrated Missile Early Warning Satellites). Программа DSP (Defense Support Program) была разработана с целью обнаружения и сообщения в реальном времени о запусках ракет, ИСЗ и ядерных взрывах. Спутниковая система состоит из пяти космических аппаратов (КА). Три из них обеспечивают основное эксплуатационное обслуживание, два дополнительных являются дублирующими на случай возникновения проблем с основными спутниками.

В состав полезного груза входит телескоп с ИК-датчиком для выделения на земном фоне факелов от запуска ракет. Спутник выводится на геосинхронную экваториальную орбиту так, чтобы ось его вращения была направлена по нормали к поверхности Земли, скорость вращения

должна составлять 6 оборотов в минуту. Основное требование к космическому кораблю - обеспечить позиционный контроль для точного наведения системы.

Запуск DSP 23 (другие обозначения - IMEWS-23, USA-197) состоялся 11 ноября 2007 г. Аппарат относится к третьему поколению этой серии, его длина около 10 м, диаметр - 4,15 м, имеются четыре откидных солнечных батареи площадью около $1,8 \text{ м}^2$, вес $\sim 2,4$ тонны, потребляемая мощность $\sim 1250 \text{ W}$, [2]. В силу специфики задач, выполняемых спутниками DSP, имеющиеся официальные сведения (см., напр., [3]) об их положении и состоянии не всегда достоверны и, как следствие, недостаточно информативны для того, чтобы проводить отождествление.

В данной работе приведены результаты анализа координатной и фотометрической информации по DSP 23, полученной наземными пунктами наблюдений РК с февраля 2008 г. по сентябрь 2009 г.

и продолжал существовать в течение ~1,5 суток после прохождения задней границы выброса.

2. Каждый КВМ имел четко выраженный передний ударный фронт.

3. Использовались периоды, когда B_z компонента оказывала эффективное влияние на геомагнитную активность. Это связано с тем, что действие переднего ударного фронта и присутствие направленной к югу компоненты B_{zs} в каждом случае приводит к возникновению и развитию геомагнитной бури с внезапным началом.

При этих условиях отобраны 15 КВМ, в которых изучалось поведение B_z компоненты. Данные исследования приведены в таблице.

В 3-ем столбце таблицы приведены минимальные значения B_{zs} и соответствующие им минимальные значения индекса D_{st}^{\min} (4-й столбец), характеризующие мощность геомагнитных бурь, развитие которых связано с воздействием КВМ на магнитосферу. Как правило, минимальные значения индекса D_{st} магнитной бури следуют после наступления B_{zs}^{\min} . Характер изменения со временем D_{st} часто подобен характеру изменений B_{zs} .

15 выбранных нами распределений B_z компоненты, относящихся к периоду 1998-2005 гг., наложены друг на друга на один график. Значения величины компоненты находятся в интервале от +42,7 нТ до -49,3 нТ. Причем, все момен-

Характеристики B_z компоненты магнитного поля и структуры КВМ

№	Момент прихода переднего фронта КВМ	B_{zs}^{\min} , нТ	D_{st}^{\min} , нТ	ΔT , ч	$V_{\text{средн}}$, км/сек	L , а.е.
1	2	3	4	5	6	7
1	18.10.98 19h00m	-22,2	-112	10	396	0,37
2	21.10.99 01h33m	-28,2	-237	27	463	0,32
3	12.12.99 15h14m	-7,8	-85	17	514	0,42
4	06.04.00 16h21m	-22,1	-288	5	577	0,28
5	04.06.00 14h25m	-7,4	-35	9	476	0,35
6	15.07.00 14h17m	-49,3	-301	6	896	0,60
7	31.01.01 07h35m	-10,6	-45	2	417	0,25
8	31.03.01 00h23m	-46,3	-387	6	666	0,48
9	18.04.01 00h05m	-13,2	-114	3	495	0,14
10	11.10.01 16h20m	-11,7	-71	10	529	0,27
11	21.10.01 16h12m	-16,9	-187	7	581	0,45
12	24.11.01 05h38m	-33,0	-221	6	779	0,64
13	07.09.02 16h10m	-22,3	-181	1	490	0,40
14	26.07.04 22h30m	-17,7	-197	14	886	0,51
15	15.05.05 02h19m	-41,2	-263	4	802	0,54

ты прихода переднего фронта КВМ сведены вместе и отмечены на рисунке вертикальной стрелкой. Стрелкой отмечены также моменты начала геомагнитных бурь (МБ) с внезапным началом. Данные, представленные в таблице 1 и общий вид рис. 1 с наложенными распределениями значений B_z , позволяют рассмотреть основные свойства поведения B_z компоненты в структуре КВМ.

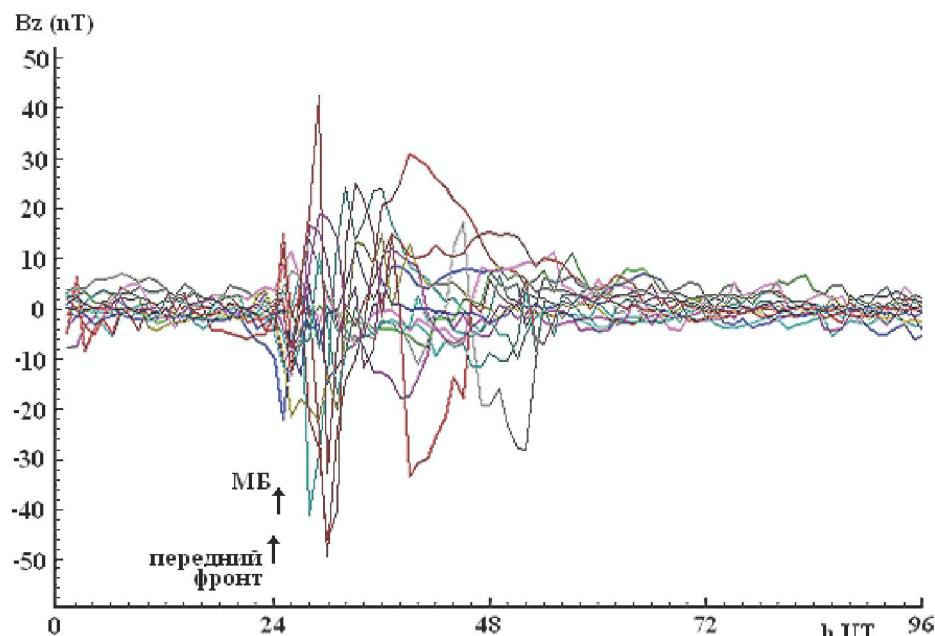


Рис. 1. Общий вид наложенных друг на друга 15 распределений B_z компоненты магнитного поля в плазме различных корональных выбросов массы и в участках со спокойным солнечным ветром

Вообще сама структура КВМ выделяется на фоне спокойного солнечного ветра своеобразным поведением вертикальной компоненты магнитного поля, которое проявляется в значительных по амплитуде колебаниях напряженности, как в сторону положительных (B_{zN}), так и отрицательных значений (B_{zs}). Нельзя говорить о преимущественном повороте к югу B_z компоненты, как перед прибытием ударного фронта, так и в теле выброса в период развития магнитной бури.

Амплитуда колебаний значений B_z компоненты в среде невозмущенного солнечного ветра вблизи Земли составляет ± 5 нТ. Следовательно, заслуживают внимания значения B_{zs} , превышающие фоновые ($B_{zs} < -5$ нТ), в течение, как минимум, нескольких часов. Подавляющее большинство значений B_{zs}^{\min} располагаются в интервале времени от 1 до 10 часов после прихода переднего ударного фронта (5-й столбец таблицы). Причем, наибольшие амплитуды изменений B_{zs} компоненты наблюдаются через 4-6 часов после прихода переднего фронта. Таким образом, при средней временной протяженности КВМ в 28 часов, в передовой части выбросов, равной $\sim 1/3$ от всего размера, сконцентрированы, в основном, участки с наибольшими амплитудами отрицательных значений B_z . После прохождения задней границы КВМ, вновь наблюдаются средние, фоновые значения.

При сопоставлении B_{zs}^{\min} и D_{st}^{\min} хорошая корреляционная связь между этими величинами ухудшается при значениях $B_{zs}^{\min} < -20$ нТ [3]. Это указывает на то, что для мощных магнитных бурь важную роль играет влияние и других параметров.

Используя характерные свойства поведения B_z компоненты в теле выброса, можно довольно точно оценить геометрическую протяженность структуры КВМ в направлении Солнце-Земля. Основную трудность представляет определение местоположения задней границы выброса. В каждом конкретном случае она соответствует моменту, где изменения значений B_z становятся в пределах фоновых (± 5 нТ). Для рассмотренных КВМ были определены средние скорости движения (6-й столбец таблицы) и временные протяженности выбросов от передней до задней границы. Рассчитанные с их помощью значения размеров КВМ в долях астрономической единицы представлены в 7-ом столбце таблицы.

Несмотря на взаимосвязь между значениями средней скорости V и размерами выброса L (коэффициент корреляции $k = 0,78$), наблюдается более слабое влияние скорости ($k = -0,61$) и размера выброса ($k = -0,53$) на мощность магнитной бури. Таким образом, эти параметры (V и L) не оказывают эффективного влияния на мощность при развитии магнитной бури.

При использовании распределений B_z компоненты поля с временным разрешением 1 час, соответствующее разрешению для значений Dst индекса, усредняются значения напряженности и времени существования наиболее важной B_{zs} компоненты поля. На рис. 2 показан ход B_z компоненты поля с временным разрешением 1 сек. по данным КА ACE (КВМ 24 ноября 2001 г.). Наглядно видно, что в течение часа значения B_z лежали в интервале от -40 до -50 нТ. При временном разрешении в 1 час минимальное значение B_z составляет всего -33 нТ.

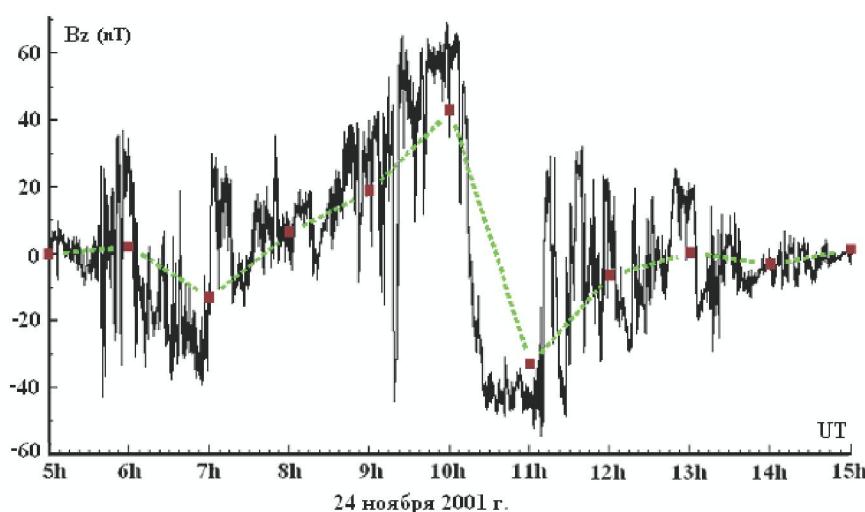


Рис. 2. Распределение значений B_z компоненты магнитного поля при усреднении по времени 1 сек в теле коронального выброса 24 ноября 2001 г. Прерывистой линией показаны значения при усреднении в 1 час

Прибытие ударного фронта коронального выброса к магнитосфере зарегистрировано в 5 часов 33 мин. (КА SOHO) и в 5 часов 56 мин. начавшись геомагнитная буря. Минимальное значение D_{st} равно -221 нТ, т.е. произошла мощная магнитная буря.

Основные результаты работы:

1. Характерным для поведения B_{zs} компоненты магнитного поля в КВМ является существование колебаний напряженности во всем теле выброса, превышающие средние фоновые, как в сторону положительных, так и отрицательных значений.

2. Средние значения B_{zs} компоненты для спокойного солнечного ветра составляют ± 5 нТ.

3. Ухудшение зависимости между значениями D_{st}^{min} индекса геомагнитных бурь и соответствующими величинами B_{zs}^{min} , при $B_{zs}^{min} < -20$ нТ, указывает на то, что имеются еще другие факторы, эффективно влияющие на мощность магнитных бурь.

4. Высокое временное разрешение позволяет выделить тонкоструктурные элементы плазмы с высокоамплитудными значениями B_z компонен-

ты поля, которые влияют на развитие магнитной бури.

Работа выполнена в рамках ПФИ, шифр Ф-0351.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akasofu S.-I., Olmsted C., Smith E.J., Tsurutani B., Okida R., Baker D.N. Solar wind variations and geomagnetic storms: A study of individual storms based on high time resolution ISEE-3 data // J. Geophys. Res. 1985. V. 90. P. 325-331.

2. Khabarova O.V. Current problems of magnetic storm prediction and possible ways of their solving // Sun and Geosphere. 2007. V. 2, № 1. P. 33-38.

3. Минасянц Г.С., Минасянц Т.М. Связь Dst – индекса мощных геомагнитных бурь с параметрами солнечного ветра // Изв. МОН РК. Сер. физ.-мат. 2009. № 4. С. 93-97.

Резюме

Массалардың тәждік шығаруларындағы планета-аралық магниттік өрістегі B_z құраушысы бағыттарының ерекшеліктері қарастырылды. Магниттік дауылдардың дамуына әсер ететін B_z құраушысы құрылымының сипаттамалық қасиеттері айқындалды.

Summary

The peculiarities of B_z component behaviors of Interplanetary magnetic field in the Coronal Mass Ejections are considered. The characteristics B_z component's structure, that influence on magnetic storms development, are found.

Астрофизический институт
им. В. Г. Фесенкова МОН РК,
г. Алматы

Поступила 20.04.2010г.