

## СВЯЗЬ КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ХВОСТЕ МАГНИТОСФЕРЫ С НАЗЕМНЫМИ ПУЛЬСАЦИЯМИ ТИПА Pi2

<sup>1</sup>В.А. Мартинес, <sup>2</sup>В.А. Пилипенко

### CORRELATION BETWEEN QUASIPERIODIC DISTURBANCES IN THE MAGNETOSPHERE TAIL AND SURFACE Pi2 PULSATIONS

V.A. Martines, V.A. Pilipenko

Рассмотрено событие, в котором Pi2 были связаны с осцилляциями направленного к Земле потока плазмы. По нашему мнению, модуляция потока плазмы обусловлена волноводной модой плазменного слоя, возбуждающей альфевеновские волны.

Импульсные возмущения Pi2 в ночной магнитосфере обычно представляются просто как затухающий цуг колебаний в момент начала суббури. Однако в структуру колебаний Pi2 могут давать вклад несколько почти одновременных источников. В частности, для некоторых событий пульсации Pi2 были интерпретированы как вынужденный отклик на квазипериодические вариации направленного к Земле потока плазмы в хвосте магнитосферы (Bursty Bulk Flows) [1]. В данной работе мы более детально рассмотрим одно из этих событий с несколько иной точки зрения.

The event in which Pi2s correlate with oscillations of the earthward plasma flow is under consideration. In our opinion, the plasma flow modulation is caused by the plasma layer waveguide mode exciting Alfvén waves.

Impulse Pi2 disturbances in the night magnetosphere are usually considered as a damping wave train at the moment of substorm commencement. However, several nearly simultaneous sources can contribute to the structure of Pi2 oscillations. Particularly, for some events Pi2s have been interpreted as a forced response to quasiperiodic variations of the earthward plasma flow in the magnetosphere tail (Bursty Bulk Flows) [1]. Here we examine one of such events from some other point of view.

#### Возмущения в ночной магнитосфере

Спутник «Geotail» (GT) 22.07.1998 (день 203) находился в хвосте магнитосферы вблизи полуночного меридиана ( $X \sim -9 R_E$ ,  $Z \sim R_E$ ). Данные по скорости плазмы  $V$  и магнитному полю  $B$  на GT показывают три последовательные активизации. Во время первой, наиболее интенсивной, в 06:55 UT, происходит диполизация  $B$  (рис. 1). Начало возмущения совпадает с появлением потока плазмы к Земле со средней скоростью  $V_x \sim 200$  км/с. Этот поток испытывает интенсивные осцилляции с периодом  $T \sim 100$  с и амплитудой  $\delta V_x \sim 200$  км/с. Магнитограммы сети CARISMA показывают, что во время активизации наблюдалась плавная магнитная бухта. Геомагнитная проекция спутника (по модели T-96) приходится между станциями GIM (67.1°) и ISL (64.9°). Таким образом, в данном событии колебания на GT и наземных станциях соответствуют практически одной и той же силовой линии. После появления магнитной бухты на магнитограммах на наземных станциях наблюдаются колебания типа Pi2 с тем же  $T$ , что на GT. Наибольшую амплитуду эти колебания имеют на станциях GIM и RAB на широте  $\sim 67^\circ$  (рис. 1). Высокая когерентность пульсаций на этих разнесенных по долготе станциях дает возможность определить, что Pi2 распространяются в азимутальном направлении на запад с набегом фазы  $\sim 30\text{--}50^\circ$  и скоростью  $\sim 450$  км/с, что соответствует волновому числу  $m \sim 3\text{--}4$ .

Данные по авроральной светимости в УФ-диапазоне со спутника «Polar» (рис. 2) показывают, что в момент возмущения происходит уроччение светимости в виде вытянутого в широтном направлении локализованного пятна (по-видимому, аврорального стримера) вблизи ст. FSM (65.6°). Наложение мощности Pi2-пульсаций на интенсивность аврорального УФ-свечения (рис. 2) показывает, что наибольшая

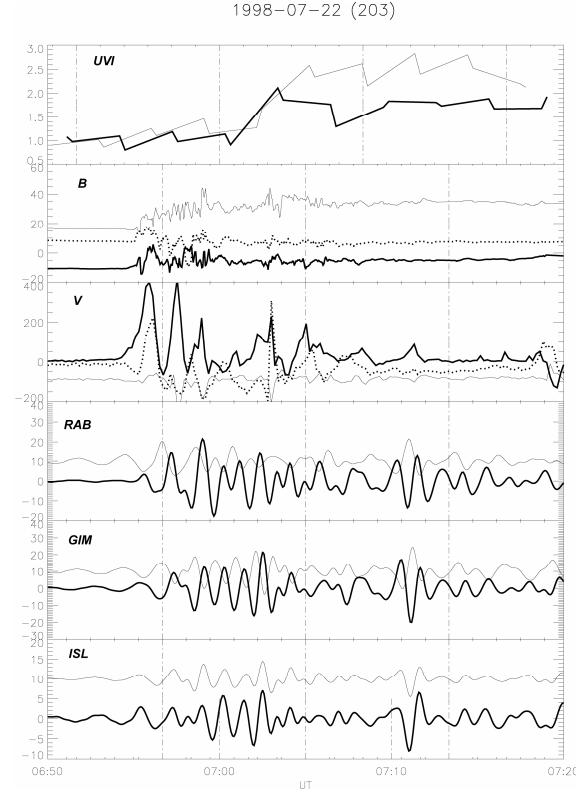
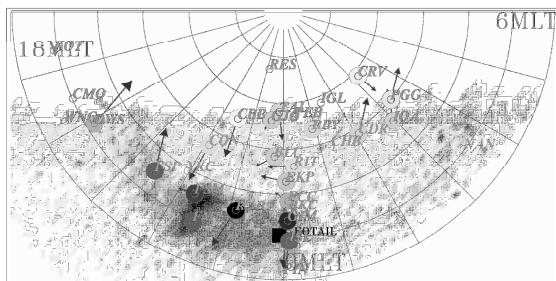


Рис. 1. Вариации 22.07.1998 УФ авроральной светимости в полосе 1700 Å (сплошная линия) и 1500 Å (пунктир), компонента магнитного поля  $B_x$  (сплошная тонкая),  $B_y$  (пунктир),  $B_z$  (сплошная толстая) на GT, компонента скорости плазмы  $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$  на GT и геомагнитного поля в полосе 6–25 мГц на ст. RAB (67.5°), GIM (66.9°), ISL (64.5°).

интенсивность Pi2 приходится на полюсную границу пятна светимости.



*Rис. 2.* Распределение интенсивности сияния в полосе УФ 1700 Å на момент 06:59:24 UT 22.07.1998. Степень затемнения кружков, отмечающих положение станций, соответствует интенсивности Pi2-колебаний. Стрелки указывают вектор возмущения горизонтальной компоненты магнитного поля. Чёрным квадратом отмечена проекция спутника GT.

### Обсуждение и выводы

Согласно сценарию [1], пульсирующий по неустановленной причине поток плазмы возбуждает в области перехода от вытянутых к дипольным силовым линиям, где поток плазмы резко тормозится, быструю магнитозвуковую волну, которая затем «засвечивает» всю внутреннюю магнитосферу. Не отвергая полностью эти представления, мы полагаем, что результаты наблюдений могут быть интерпретированы с иной точки зрения. По нашему мнению, наблюдавшиеся возмущения представляют се-

рию псевдобрейкапов. Поскольку наблюдаемый период Pi2 мал по сравнению с характерным фундаментальным периодом альфвеновских колебаний на этих широтах, возможно, что колебания обусловлены волноводной модой, распространяющейся вдоль плазменного слоя. На его внутренней границе захваченные в волновод колебания частично трансформируются в альфвеновские колебания [2]. Возбуждаемые альфвеновские колебания модулируют поток плазмы из хвоста магнитосферы. Для возбуждения осцилляторного движения плазмы с  $\delta V \sim 200$  км/с в магнитном поле  $B_0 \sim 10$  нТл необходимы электрические поля  $\delta E \sim 2$  мВ/м, что является вполне разумной величиной. Малые  $\delta B$  могут быть объяснены пространственной структурой колебаний, имеющих пучность  $\delta E$  и узел  $\delta B$  вблизи GT.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 07-05-00185а.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kepko L., Kivelson M.G. // J. Geophys. Res. 1999. V. 104. P. 25021.
2. Мазур Н.Г., Федоров Е.Н., Пилипенко В.А. // Физика плазмы. 2003. Т. 27, № 9. С. 773.

<sup>1</sup>Институт физики Земли РАН, Москва

<sup>2</sup>Институт космических исследований РАН, Москва