

### **1. Авторы – сотрудники ИКИ РАН:**

Е.Е. Григоренко, Малова Х.В., Попов В.Ю., Зеленый Л.М.

**другие авторы:** Р. Колева

**2. Название: "Шировая компонента магнитного поля в хвосте магнитосферы Земли и ее вариации в токовом слое"** (на языке оригинала: " A shear  $B_Y$  field in the Earth's magnetotail and its variations in the current sheet")

### **3. Ссылка на публикацию:**

Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, doi: 10.1016/j.jastp.2017.08.018, 2017

### **4. Общая формулировка проблемы.**

Причины плохой корреляции между шировой компонентой магнитной поля в Плазменном Слое (ПС) магнитосферного хвоста и соответствующей компонентой Межпланетного Магнитного Поля (ММП).

### **5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение.**

Задачей данной работы является исследование корреляции между величиной шировой компоненты магнитного поля, одновременно наблюдаемой пятью спутниками THEMIS в ПС на различных радиальных расстояниях от Земли (от 9 до 31  $R_E$ ,  $R_E$  - радиус Земли), и соответствующей компонентой ММП. Обсуждаются механизмы, связанные с внутренней динамикой хвоста, которые существенно модулируют шировое поле в ПС и, тем самым ухудшают его корреляцию с ММП.

### **6. Используемый подход, его новизна и оригинальность.**

В работе использовались данные многоспутниковых миссий THEMIS и Cluster. Были рассмотрены 9 интервалов наблюдений THEMIS в феврале-марте 2009 года. В течение этого времени 5 спутников THEMIS одновременно находились в центральной области ПС, при этом спутники были распределены по X-координате от  $-30 R_E$  до  $-9 R_E$ , а их пространственное разделение вдоль Y-направления не превышало  $3 R_E$ . Такая спутниковая конфигурация позволяет исследовать радиальное распределение магнитного поля в ПС и его динамику в радиальном направлении. Все анализируемые наблюдения выполнены в полуночном секторе хвоста:  $|Y| \leq 5 R_E$ , где эффект фларинга (углового раствора) силовых линий незначителен. Построенные зависимости ширового поля  $B_Y$  от расстояния до нейтрального слоя, на которое косвенно указывает величина  $B_X$  – компоненты магнитного поля,  $B_Y(B_X)$ , позволили исследовать локальные пространственные профили распределения поля  $B_Y$  в направлении нормали к ТС. Для оценки характерных времен жизни колоколообразных распределений  $B_Y$  были использованы данные по быстрому флэппингу (колебаниям) ТС наблюдаемых спутниками Cluster в 17 пересечениях ПС, опубликованных в работе Grigorenko et al. (2015). Построены гистограммы вероятностей распределения колоколообразного и квадрупольного профилей шировой магнитной компоненты  $B_Y$  в ТС хвоста магнитосферы.

### **7. Полученные результаты и их значимость.**

В предыдущих статистических исследованиях были сделаны оценки эффективности проникновения ММП в хвост магнитосферы и приведены соответствующие коэффициенты корреляции. Большой разброс результатов, полученных в этих работах указывает на неоднозначность связи между шировым полем в ПС хвоста и соответствующей компонентой ММП. В данной работе мы показали, что величина корреляции сильно зависит от внутренней динамики хвоста. В частности, наилучшая корреляция ( $CC > 0.6$ ) имеет место между  $B_Y$  компонентой в ПС и  $B_Y$  в ММП во время спокойных условий, когда высокоскоростные потоки плазмы в ПС отсутствовали. Во время активных периодов, когда в ПС наблюдались ускоренные плазменные потоки, корреляция между  $B_Y$  в ПС и  $B_Y$  в ММП - невелика ( $CC < 0.5$ ). Причина плохой корреляции состоит в том, что локальные токовые системы, связанные с

распространяющимися ускоренными потоками плазмы и диполизационными фронтами, могут существенно модулировать фоновое поле  $B_y$  в ПС.

Также в работе выполнено исследование пространственных распределений поля  $B_y$  в направлении нормали к Токовому Слою (ТС) хвоста. Показано существование двух типов конфигураций, которые могут самосогласованно генерироваться в ТС: 1) “квадрупольное” распределение  $B_y$  поля, как правило, связанное с холловской системой токов в окрестности X-линии и 2) симметричное “колоколообразное” распределение, образующееся за счет усиления  $B_y$  вблизи нейтральной плоскости ТС и его ослабления к краям слоя. Многоточечные спутниковые наблюдения на установили сравнительно короткое время жизни квадрупольных конфигураций поля  $B_y$  во время наблюдения X-линии на расстоянии от Земли  $X > -30 R_E$ . Одновременные наблюдения спутников THEMIS P1 и P2 показали, что такое распределение наблюдалось в течение нескольких минут в пределах радиальных расстояний от X-линии  $\sim 12 R_E$ . Напротив, симметричное «колоколообразное» распределение поля  $B_y$  в ТС оказалось более устойчивым: его время жизни по нашим оценкам составляет до десяти минут. Однако, данное распределение более локализовано в пространстве, что, возможно, связано с локальными особенностями квази-адиабатической динамики ионов в ТС