

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

Е.Е. Григоренко

**другие авторы:** Е.А. Кронберг, П. Дали

**2. Название:** Нагрев и ускорение заряженных частиц во время магнитных диполизаций

**3. Ссылка на публикацию:** Космические исследования, №16 2017 - принята к публикации

**4. Общая формулировка проблемы.** Механизмы нагрева и ускорения заряженных частиц во время магнитных диполизаций.

**Актуальность.** Диссипация энергии в токовом слое ближних областей геомагнитного хвоста, происходящая в процессе магнитных диполизаций приводит к нагреву и ускорению различных плазменных компонент. В настоящее время считается, что эти процессы связаны с формированием суббуравовой токовой петли, а инъекции ускоренной плазмы во внутреннюю магнитосферу и ионосферу вносят вклад в авроральные возмущения и развитие суббури. Таким образом понимание механизмов, ответственных за ускорение и нагрев плазмы в ближнем хвосте, а также их эволюция во время магнитных диполизаций является актуальной проблемой магнитосферной физики.

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

Задачей данной работы является определение на какой фазе магнитной диполизации и за счет каких процессов происходит нагрев и ускорение различных плазменных компонент: электронов, протонов и тяжелых ионов. Данное исследование важно для понимания развития во времени диссипативных процессов в токовом слое ближнего хвоста во время магнитных диполизаций.

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

Для решения поставленных задач использованы многоспутниковые наблюдения уникальной миссии Cluster. До сих пор протонная температура определялась только по измерениям тепловой плазмы в эксперименте CIS/CODIF. В периоды горячего плазменного слоя протонная популяция может иметь максимум потока на энергиях близких к верхнему энергетическому порогу прибора CODIF или даже превышать его. В этих случаях протонная температура определяется неправильно. В нашей статье для определения температуры протонов и вычисления отношения протонной и электронной температур мы впервые привлекли данные энергичного масс-спектрометра RAPID, используя оригинальную методику, разработанную немецкими со-авторами разработчиками прибора).

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

Установлено, что до начала диполизации отношение протонной и электронной температур ( $T_p/T_e$ ) составляло  $\sim 6 - 7$ . В момент наблюдения первого фронта диполизации  $T_p/T_e$  уменьшается до  $\sim 3 - 4$ . Минимальное значение  $T_p/T_e$  ( $\sim 2.0$ ) наблюдается за фронтом, во время «турбулентной» фазы диполизации. Наблюдаемые в это время уменьшения  $T_p/T_e$  связаны с увеличением  $T_e$ , тогда как протонная температура либо уменьшается, либо остается неизменной. Уменьшения величины  $T_p/T_e$  во время магнитных диполизаций совпадают с усилениями волновой активности в широком диапазоне частот вплоть до электронной гирочастоты,  $f_{ce}$ . Высокочастотные моды могут резонансно взаимодействовать с электронами, вызывая их нагрев.

Также установлено, что ускорение ионов разных масс до энергий в несколько сот кэВ также наблюдается во время диполизаций. При этом, показатель степенного энергетического спектра уменьшается (доля энергичных ионов возрастает) во время усиления низкочастотных электромагнитных флуктуаций на частотах соответствующих гирочастоте данной ионной компоненты.

Таким образом, можно заключить, что процессы взаимодействия волн и частиц играют существенную роль в увеличении энергии частиц плазмы во время магнитных диполизаций.