

Цикл работ Искажение дипольного магнитного поля плазмой во внутренней магнитосфере Земли

Статья 01 Возмущение магнитного поля в магнитосфере земли при образовании плато в радиальном распределении давления плазмы

Авторы: В. В. Вовченко^a, Е. Е. Антонова^b

a Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

b Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, Russia

Статья 02 Magnetic holes observed in the ring current region near the equatorial plane

Авторы: V.V. Vovchenko^a, E.E. Antonova^{b,a}, M. Stepanova^c

a Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

b Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, Russia

c Physics Department, Universidad de Santiago de Chile (USACH), Chile

Работы посвящены вопросам искажения дипольного магнитного поля плазмой во внутренней магнитосфере.

Первая статья связана с анализом нелинейного возмущения поля диполя системой поперечных токов, возникающих при таком радиальном распределении давления, когда давление почти не зависит от радиального расстояния (плато). Такое распределение давления наблюдалось в эксперименте. Путем нелинейного моделирования получены радиальные зависимости депрессии магнитного поля, плотности поперечного тока и объемов магнитных силовых трубок при различных значениях плазменного параметра. Показано, что

- возникновение плато в давлении плазмы приводит к формированию области, в которой поперечный ток близок к нулю; при спаде давления на границе плато образуется область с большими плотностями поперечного тока;

- внутри кольцевого тока с областью плато в давлении возникает значительное падение магнитного поля;

- искажение магнитного поля кольцевого тока с областью плато в давлении приводит к вытягиванию магнитных силовых линий и большим возрастаниям значений плазменного параметра;

- на границе области плато могут возникать существенные изменения радиального хода объема магнитной силовой трубки, и градиент объема может изменить знак, что имеет существенное значение для решения задачи о генерации системы продольных токов в магнитосфере.

- можно отметить, что данная работа может рассматриваться только как первый шаг в анализе роли областей с плато давления в образовании токовых систем магнитосферы Земли. Существование зазора между токами зоны 1 и 2 в картине распределения продольных токов Ииджимы и Потемры [Iijima and Potemra, 1976], которое может быть объяснено малостью радиальных градиентов давления в области, на которую проецируется зазор, требует дальнейшего внимательного исследования и разъяснения.

Вторая статья посвящена проблемам образования локальных областей с минимумом магнитного поля вблизи плоскости экватора. Ранее Saito et al. (2010) рассматривали радиальный профиль B_z компоненты магнитного поля для двух событий вблизи магнитного экватора, используя одновременные измерения из пяти космических аппаратов THEMIS на геоцентрическом расстоянии $\sim 10 R_E$ на ночной стороне. Они наблюдали область с минимумом магнитного поля в течение 20 минут, размер которой была несколько R_E . Петрукович и др. (2013) проанализировал данные спутников CLUSTER в среднем хвосте от 8 до 18 R_E и нашел лишь несколько событий, демонстрирующих явное квазистационарное явление с минимумом магнитного поля. Отсутствие четких случаев таких событий в хвосте магнитосферы могут быть связаны с наличием турбулентности. Уровень турбулентности имеет сильную зависимость от геоцентрического расстояния. Как показала Степанова и другие. (2009, 2011); Pinto et al. (2011), она уменьшается при приближении к Земле. В связи с этим вероятность нахождения стационарных областей с минимумом (максимумом) магнитного поля должно уменьшаться с удалением от Земли. По крайней мере в спокойные геомагнитные условия распределение плазмы при геоцентрическом расстоянии $< 10 R_E$ сравнительно стабильна, поэтому имеет смысл попытаться найти случаи минимума магнитного поля в области ближе к Земле. Мы проанализировали набор данных спутника AMPTE/CSE (апогей $\sim 8.8 R_E$) между 1984 и 1988 года. Использовались пролеты, когда B_z компонентой магнитного поля и ее модуль были близки. Всего было найдено 102 события с минимумом B . Было обнаружено, что эти случаи наблюдались для всех MLT и геоцентрическим расстоянием от 5 R_E до апогея AMPTE/CSE. Для некоторых событий было проанализировано поведение давления плазмы в области, где наблюдается минимум магнитного поля, и было обнаружено, что область с максимумом давления плазмы может совпадать с областью с минимумом магнитного поля. Было проведено численное моделирование для случая на ночной стороне. Для численного расчета невозмущенное магнитное поле состояло из дипольного поля и постоянного магнитного поля, направленного вдоль оси диполя. Это постоянное магнитное поле подбиралось так, чтобы после численного расчета магнитное поле на внешней границе совпадало с экспериментальным значением. Было получено приемлемое совпадение численных результатов с экспериментальными данными для случая на ночной стороне. Для случая на дневной стороне, когда минимум магнитного поля был зафиксирован как на восходящей так и на нисходящей части пролета (что подтверждает квазистационарность) максимум давления плазмы не обнаружен. Это может быть связано с тем, что этот случай был на геостационарных расстояниях $\sim 8 R_E$, где вклад в давление могут дать частицы с энергиями, которые меньше нижней ступеньки прибора (1.77 KeV). Так же мы исследовали связь между возникновением случаев с минимумом магнитного поля и индексами геомагнитной активности, а также параметрами солнечного ветра. Тот факт, что вероятность возникновения ям магнитного поля незначительно увеличивается с ростом геомагнитной активности, указывает на то, что области минимум B , расположенные на близких геоцентрических расстояниях, именно квазистационарны, и могут быть связаны именно с неоднородным распределением давления в плазме.