

Малова Х.В., Григоренко Е.Е., Попов В.Ю., Петрукович А.А., Зеленый Л.М., Улькин А.А. Цикл «"Тонкие токовые слои в космической плазме как самоорганизующиеся системы: взаимосвязь структуры с нелинейной динамикой частиц плазмы».

Представлены 2 работы (Малова, Григоренко, Попов, Петрукович, Зеленый):

1) Malova H.V., Mingalev O.V., Grigorenko E.E., Mingalev I.V., Melnik M.N., Popov V.Yu., Delcourt D.C., A.A. Petrukovich, Shen C., Rong Z.J., Zelenyi L.M. Formation of self-organized shear structures in thin current sheets, *Journal of Geophysical Research*, v. 120, 2015, doi:10.1002/2014JA020974,

2) Улькин А.А., Малова Х.В., Попов В.Ю., Зеленый Л.М., Моделирование различных сценариев равновесия тонкого токового слоя в хвосте магнитосферы Земли, *Физика плазмы*, №1, Т.41, №2, С. 170-187, 2015. (In Engl.: Ul'kin A.A., Malova H.V., Popov V.Yu., Zelenyi L.M., Modeling of Different Scenarios of Thin Current Sheet Equilibria in the Earth's Magnetotail, *Plasma Physics Reports, Maik Nauka/Interperiodica Publishing*, V.41, № 2, с. 154-170.

Работы посвящены исследованию структуры относительно тонких токовых слоев в космической плазме (чья толщина сопоставима с гирорадиусами вращения частиц в магнитном поле). С помощью модели, основанной на методе крупных частиц (Malova et al.), исследованы механизмы самосогласованного формирования сдвиговой магнитной компоненты в токовом слое. Показано, что сдвиговое магнитное поле образуется в ТТС в результате самосогласованной эволюции некоторого первоначального магнитного возмущения в центре токового слоя. Найдены две формы сдвиговых компонент, симметричная и антисимметричная относительно поперечной к слою пространственной координаты. Показано, что формирование ТТС с магнитным сдвигом происходит одновременно с генерацией продольных токов в центре слоя, которые порождаются за счет асимметрии квазиadiaбатического движения частиц в сдвиговом магнитном поле. Продемонстрировано, что ионные дрейфовые токи также могут вносить вклад в эволюцию магнитного сдвига, но их вклад невелик и зависит от величины нормальной компоненты B_z и амплитуды начального возмущения в ТТС. Представленные параметрические зависимости иллюстрируют области существования различных типов равновесных ТТС, которые демонстрируют высокую вероятность возникновения симметричных сдвиговых конфигураций при малых величинах нормальной магнитной составляющей.

Работа Улькина с соавторами посвящена самосогласованному моделированию равновесного тонкого токового слоя в плазменном хвосте магнитосферы Земли. Исследование зависимости структуры ТТС от динамики частиц плазмы и геометрии магнитного поля – основная цель данной работы. Построена численная гибридная самосогласованная модель ТТС, в которой натяжение магнитных силовых линий уравнивается инерцией ионов, движущихся через слой. Динамика ионов рассматривается в квазиadiaбатическом приближении, а движение электронов - в приближении проводящей жидкости. В численном эксперименте исследована структура ТТС и динамика частиц в нем в зависимости от изменения параметров $\{\kappa, b_z\}$ (где κ - параметр адиабатичности, b_z - безразмерная нормальная компонента магнитного поля) для двух возможных сценариев: 1) $b_z = const$; параметр адиабатичности κ растет, что соответствует эффективному уменьшению энергии частиц; 2) параметр κ растет пропорционально b_z , что означает фиксированную энергию частиц. Показано, что в первом сценарии, уменьшение энергии ионов, и, соответственно, их гирорадиусов, способствует уменьшению толщины ТТС при увеличении κ . При этом уменьшение

радиуса кривизны магнитных силовых линий приводит к росту электронных токов, возникающих за счет дрейфа кривизны. Численными расчетами найдено, что токовые равновесия могут существовать в параметрической области $0.05 \leq \kappa \leq 0.7$. Чем ближе величина параметра адиабатичности к верхней границе, тем больший вклад вносят электронные токи в полную плотность тока в магнитосферном хвосте. При $\kappa = 0.7$ ТТС поддерживается только электронными токами кривизны, в то время как ионное движение становится хаотическим и вклада в ток не дает. При еще больших значениях параметра κ равновесных решений в рамках данной одномерной модели не существует, т.е. найдены границы применимости одномерной квазиadiaбатической модели токового слоя. Во втором сценарии, рост параметра κ одновременно с нормальной компонентой магнитного поля способствует накоплению квазизахваченной плазмы вблизи ТТС, его утолщению и уменьшению амплитуды как ионных, так и электронных токов. В результате, равновесные решения существуют в гораздо более узкой параметрической области $0.05 \leq \kappa \leq 0.25$. Последствия существования параметрических границ равновесных решений для ТТС в реальных геомагнитных условиях является предметом обсуждения.