

#### Аннотация работы на конкурс работ ИКИ 2019

1. Авторы: Shustov P., Zhang X., Pritchett P., Artemyev A., Angelopoulos V., Yushkov E., Petrukovich A.
2. Название: Statistical Properties of Sub-Ion Magnetic Holes in the Dipolarized Magnetotail: Formation, Structure, and Dynamics
3. Ссылки на публикацию: Shustov, P., Zhang, X.-J., Pritchett, P., Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Yushkov, E., et al. ( 2019). Statistical properties of sub-ion magnetic holes in the dipolarized magnetotail: Formation, structure, and dynamics. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 124, 342– 359. <https://doi.org/10.1029/2018JA025852>
4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность: Горячая плазма хвостовой области земной магнитосферы (как и плазма магнитосфер других планет солнечной системы) преимущественно состоит из высокоэнергичных ионов (протонов солнечного ветра и тяжёлых ионов ионосферного происхождения) и электронов. При этом основные процессы нагрева и ускорения заряженных частиц (пересоединение силовых линий магнитного поля, адиабатический и турбулентный нагрев) наиболее эффективны для ионной компоненты плазмы. Таким образом, в магнитосферной физике плазмы существует нерешённый вопрос: какие механизмы ответственны за передачу энергии от горячей ионной компоненты холодной электронной компоненте в бесстолкновительной плазме? Решение этого вопроса лежит в области исследования так называемых суб-ионных плазменных структур, масштабы которых сопоставимы с ионными масштабами (ионным ларморовским радиусом), но достаточно малы, чтобы обеспечить эффективное взаимодействие с электронными. Одними из представителей таких структур в хвосте магнитосферы Земли являются суб-ионные магнитные дыры, экспериментальному и статистическому изучению которых посвящена представленная работа.
5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение: в работе собрана подробная статистика наблюдения магнитных дыр в хвосте магнитосферы спутниками THEMIS. На основе полученных данных, а также с использованием численных моделей эволюции функции распределения, решается задача происхождения горячей компоненты электронов, которая формирует магнитные дыры. В работе выдвигается и подтверждается гипотеза, о том, что данная популяция электронов проникает в область спокойной плазмы за фронтом из области горячей плазмы до фронта диполяризации.
6. Используемый подход, его новизна и оригинальность: путем визуального отбора и дальнейшей автоматической обработки событий, впервые собрана крупная база данных наблюдаемых за фронтом деполяризации магнитных дыр. Проведен дальнейший анализ функций распределения электронов и ионов внутри магнитных дыр, наблюдаемых за областью фронта диполяризации в спокойной плазме. Было изучено распределение электронных токов внутри каждой из 259 отобранных магнитных дыр двумя независимыми способами: прямым интегрированием измерений функции распределения электронов и вычислением градиентов измеряемого магнитного поля (в предположении, что магнитная дырка движется вместе с плазмой, с характерной скоростью равной скорости потока ионов). Проведено сравнение полученных характеристик плазмы внутри магнитных дыр с частицами до фронта диполяризации с использованием численной модели учета адиабатического нагрева).

7. Полученные результаты и их значимость: Анализ собранной статистики наблюдения магнитных дыр позволил установить прямую связь между суб-ионными магнитными дырками в хвосте магнитосферы и диполяризационным фронтом. Было выяснено, что магнитные дыры являются нелинейной фазой развития неустойчивости, возникающей на диполяризационном фронте. А именно, за счет возникновения неустойчивости на фронте, электроны, образуют компактную устойчивую структуру (магнитную дыру), повышенное плазменное давление в которой компенсируется недостатком магнитного давления, и в виде такой структуры электроны проникают в область диполяризованного хвоста непосредственно за фронт диполяризации.