

1. Кирпичев И.П., Антонова Е.Е.
2. Утечка высокоэнергичной (от 5 до 300 кэВ) магнитосферной плазмы через магнитопаузу с точки зрения анализа параметров каппа-распределения.
3. Kirpichev, I. P., E. E. Antonova, and M. Stepanova (2017), Ion leakage at dayside magnetopause in case of high and low magnetic shears, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 122, doi:10.1002/2016JA023735  
Кирпичев И.П., Антонова Е.Е., Знаткова С.С., Эволюция показателя спектра энергичных протонов при пересечении магнитопаузы в подсолнечной точке, *Геомагнетизм и аэрономия*. Т. 55, № 6, с. 733–738, doi:10.7868/S001679401506005X.
4. Проблема формирования функций распределения частиц в бесстолкновительной магнитосферной плазме является одной из основных в физике магнитосферы. Базовой функцией распределения, которая формируется в результате развития различных кинетических неустойчивостей, является каппа-распределение.

В магнитосферных погранслоях происходит перемешивание частиц солнечного и внутримангитосферного происхождения. В результате, функции распределения около магнитопаузы часто имеют два максимума и не могут аппроксимироваться одним каппа-распределением. Изучению переходных областей вблизи магнитопаузы посвящено большое число работ. Было показано, что локальные плазменные и магнитные характеристики (температура, концентрация, давление, величина магнитного поля) не только сильно варьируют в течение индивидуальных пролетов, но также меняются от события к событию. Однако, несмотря на это, удается выделить качественно различные типы пересечений [Phan et al., 1994; Phan and Paschman, 1995] - с небольшими (low shear  $<30^\circ$ ) и большими (high shear  $>60^\circ$ ) относительными сдвигами направления вектора магнитного поля при пересечении магнитопаузы. В первом случае наблюдается сравнительно плавное нарастание магнитного поля при переходе из магнитослоя в магнитосферу, во втором происходит резкий скачек. Отмечается, что при условиях больших сдвигов возможно проникновение энергичных ( $\sim 40$  кэВ) протонов магнитосферы через магнитопаузу в магнитослой.

Каппа-распределения хорошо аппроксимируют спектры частиц внутри магнитосферы [Christon et al., 1988, 1989, 1991; Н.Ф. Писаренко и др, 2002; Pissarenko et al., 2002; Stepanova and Antonova, 2015] и в магнитослое [Ogasawara et al. 2013]. Однако информация об изменениях параметров каппа-распределений в различных областях магнитосферы крайне ограничена, что затрудняет анализ процессов их формирования.

Проводились сравнения функций распределения в магнитослое и в магнитосфере [Paschalidis et al., 1994; Eastman and Christon, 1995]. Однако, до настоящего времени практически не изучена эволюция параметров в каппа-распределениях при переходе через магнитопаузу. Особый интерес представляют при этом наблюдения с хорошим временным разрешением, так как они дают возможность анализировать процессы эволюции спектров.

5. Прослежена временная эволюция ионных спектральных характеристик (от 5 до 300 кэВ) с высоким разрешением (до 3 с) при пересечении подсолнечной магнитопаузы.
6. В данной работе впервые произведена аппроксимация ионных спектров в магнитослое би-каппа распределением. На основе данного подхода произведено сравнение спектральных характеристик энергичных ионных распределений перед и под магнитопаузой в подсолнечной точке магнитосферы Земли, позволяющее проследить эволюцию спектров.
7. Выявлено два режима утечки (leakage) высокоэнергичной (от 5 до 300 кэВ) плазмы из магнитосферы:
  - при большом повороте магнитного поля ( $\phi_B > 60^\circ$ ) - с незначительными изменениями спектральных характеристик
  - при малом повороте магнитного поля ( $\phi_B < 30^\circ$ ) – с уменьшением концентрации в десятки и сотни раз

Показано, что полное распределение плазмы магнитослоя хорошо аппроксимируется би-каппа распределением для обоих типов пересечения. Применение такой методики позволяет явно выделить две существенно разных популяции - высоко и низко энергичную.

Предложено объяснение реализации разных режимов утечки, основанное на анализе изменений магнитного поля:

- При большом повороте магнитного поля регистрируются большие градиенты величины магнитного поля. Если ларморовский радиус частицы оказывается сравним с пространственным масштабом этой неоднородности, то частица может покинуть магнитосферу. Попадая в область с пониженным и сильно возмущенным и неоднородным магнитным полем вероятность возвращения в магнитосферу существенно падает.
- При малом повороте магнитного поля градиенты величины магнитного поля сглаживаются - масштаб неоднородности становится больше ларморовского радиуса и осуществляется обычный режим диффузии в почти однородном поле.