

Заявка на конкурс в номинации «Научная работа»

Аннотация

1. Авторы:

Ю.В. Думин, Б.В. Сомов

2. Название:

О наиболее типичной структуре трехмерного магнитного пересоединения

3. Ссылки на публикацию:

Письма в *Астрономический журнал*, том 42, №11 (2016), принята к печати 25 мая 2016г.

4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность:

Данная работа связана с проблемой идентификации и выявления относительной частоты различных типов трехмерного магнитного пересоединения. Важность этой темы определяется, прежде всего, тем, что механизм магнитного пересоединения используется в настоящее время для объяснения огромного спектра явлений как в космической, так и в лабораторной плазме; при этом акцент в последние годы переносится с упрощенных двумерных моделей (где пересоединение практически всегда развивается из нулевой точки одного и того же X-типа) к использованию более реалистичных трехмерных моделей (где оно может развиваться уже из гораздо более разнообразных геометрических конфигураций).

5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение:

Конкретная задача, решаемая в данной работе – это расчет вероятности появления нулевых точек различного типа (в которых инициируется процесс пересоединения) в случайном магнитном поле, а также исследование структуры магнитных силовых линий в окрестности таких точек.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность:

Проведенный в данной работе расчет основан на параметризации случайного магнитного поля коэффициентами его разложения по сферическим функциям в окрестности нулевой точки. После этого анализируется, насколько велики области вышеупомянутого параметрического пространства, соответствующие различным типам нулевых точек, и на этой основе делаются оценки вероятности их появления. Что касается исследования геометрической структуры совокупности силовых линий в окрестности нулевых точек, то оно производится путем интегрирования стандартных уравнений. Однако, особенность настоящей работы – использование сферических координат, тогда как во всех известных нам статьях других авторов исследование структуры силовых линий производилось в декартовых координатах. Основное достоинство сферической системы координат – это то, что коэффициенты разложения по сферическим функциям являются статистически-независимыми случайными переменными, так что для них не представляет труда задать физически адекватные распределения вероятностей. (С другой стороны, при использовании декартовых координат коэффициенты разложения остаются связанными уравнениями Максвелла, так что становится не совсем понятно, как корректно задавать их совместные статистические распределения.)

7. Полученные результаты и их значимость:

Основной результат проведенного анализа состоит в том, что трехмерное магнитное пересоединение с подавляющей вероятностью развивается из неосесимметричной нулевой точки типа “шестихвостки” (которая в работах других авторов называлась также “неправильным радиальным нулём”). Чрезвычайно любопытным является тот факт, что хотя “шестихвостка” (или “неправильный радиальный нуль”) была описана свыше 20 лет назад, ей никогда не уделялось серьезного внимания – абсолютное большинство авторов интуитивно предполагали, что наиболее типичным типом трехмерной нулевой точки является аксиально-симметричный “пропеллер”, хотя какого-либо обоснования статистической предпочтительности “пропеллера” никогда представлено не было.

Проведенный нами статистический анализ имеет и ещё одно интересное физическое следствие. Характерной геометрической особенностью “шестихвостки” является то, что на достаточно больших расстояниях она приближённо редуцируется к квази-двумерной структуре хорошо известного X-типа. Таким образом, полученный нами вывод о доминирующей роли “шестихвостки” естественным образом объясняет, почему двумерные модели магнитного пересоединения в большинстве случаев хорошо работают для описания крупномасштабных явлений.