

1. Авторы

Буринская Татьяна Михайловна, Шевелёв Марк Михайлович

2. Название

Генерация аврорального километрового излучения в источнике конечных размеров в дипольном магнитном поле

3. Ссылки на публикации

Генерация аврорального километрового излучения в неоднородной плазме магнитосферы, *Геомагнетизм и аэрономия*, 2017, т. **57**, №1, сс. 19 – 27

Генерация аврорального километрового излучения в источнике конечных размеров в дипольном магнитном поле II, *Физика плазмы*, 2017, т. **43**, №9, сс. 745 – 750

4. Общая формулировка проблемы

Авроральное километровое радиоизлучение (АКР) является самым мощным нетепловым излучением, распространяющимся от Земли в диапазоне частот от 20 до 1000 кГц, полная мощность которого может достигать $10^7 - 10^9$ Вт. Исследования процессов формирования АКР проводятся на протяжении многих десятилетий со времени его открытия в 1965 году, однако до сих пор не построена теория, которая позволила бы получить спектральные характеристики и мощности, наблюдаемые экспериментально. В настоящее время наиболее вероятной считается генерация АКР вследствие возбуждения электронной циклотронной мазерной неустойчивости в авроральной области в кавернах пониженной плотности, где выполняется условие $\omega_p/\omega_c \ll 1$, где ω_p , ω_c – плазменная и циклотронная частота электронов, соответственно. Источником свободной энергии для генерации АКР служат потоки слаборелятивистских электронов, распространяющиеся к Земле в этих кавернах. Современные исследования сосредоточены, главным образом, на поиске эффективных механизмов усиления излучения при его распространении от места рождения до момента выхода из области с пониженной плотностью.

5. Решаемая в работе задача

В настоящей работе проведён детальный анализ механизма усиления излучения, предложенного Буринской в 2013 году, который учитывает глобальную неоднородность магнитного поля Земли. На основе анализа нескольких тысяч траекторий, построенных при различных начальных значениях волновых векторов, подтверждено предположение о ключевой роли неоднородности магнитного поля в формировании спектра АКР. Установлено, что определяющим

фактором набора волнами энергии является не величина инкремента неустойчивости, а время жизни волны в источнике, которое и определяется глобальной неоднородностью магнитного поля. Показано, что учёт параллельной с магнитным полем компоненты скорости потока электронов приводит к существенному увеличению диапазона частот возбуждаемого потоком излучения.

6. Новизна и оригинальность подхода

Работа посвящена механизму усиления аврорального километрового радиоизлучения, учитывающему глобальную неоднородность магнитного поля Земли. Особое внимание в работе уделяется учёту параллельной магнитному полю составляющей скорости пучка слаборелятивистских электронов, которой ранее не уделялось внимания, так как она не оказывает влияния на инкремент. Однако, как показали наши исследования, учёт компоненты скорости потока вдоль магнитного поля может приводить к уширению спектра излучения более чем на порядок. Известная проблема численного решения уравнений геометрической оптики для волн, набирающих энергию, связана с необходимостью коррекции компонент волнового вектора, которую в случае трёхмерного моделирования чрезвычайно сложно провести, не внося ошибок в траекторию распространения волны. В настоящей работе используется авторский метод коррекции волновых векторов, основанный на выборе наибольшей локальной компоненты волнового вектора, что позволило значительно уменьшить вычислительные ошибки.

7. Полученные результаты и их значимость

На основе анализа большого числа траекторий подтверждено предположение о ключевой роли неоднородности магнитного поля в усилении аврорального километрового радиоизлучения (АКР) до величин, согласующихся с экспериментально наблюдаемыми. Получены области значений начальных волновых векторов и частот, для которых усиление является наибольшим, при этом максимальную энергию набирают волны с частотой, превосходящей частоту отсечки холодной плазмы на высоте их рождения. Установлено, что учёт продольной к магнитному полю составляющей скорости потока электронов необходим, так как приводит к значительному уширению спектра возбуждаемых колебаний.