

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КВАЗИОПТИЧЕСКОГО И ПОЛНОВОЛНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТРАЖЕНИЯ ВОЛНОВОГО ПУЧКА ОТ ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ЦИКЛОТРОННОГО РЕЗОНАНСА В ТЕРМОЯДЕРНОЙ ПЛАЗМЕ *)

Чувакин П.А., Балакин А.А., Господчиков Е.Д., Хусаинов Т.А., Шалашов А.Г.

ИПФ РАН, Нижний Новгород, Россия, p.chuvakin@ipfran.ru

Моделирование распространения, поглощения и рассеяния волн электронного циклотронного диапазона в турбулентной горячей магнитоактивной плазме, удерживаемой в крупномасштабных магнитных ловушках УТС, благодаря различию характерных волновых масштабов – длины волны и характерных масштабов пространственной дисперсии с масштабами неоднородности среды, в целом успешно описывается с помощью асимптотических подходов, использующих в том или ином виде ВКБ приближение. Одним из наиболее полных таких подходов является квазиоптический подход [1], позволяющий сводить векторную задачу распространения и поглощения волн в плавно-неоднородной среде к решению скалярного эволюционного параболического уравнения вдоль опорной траектории (опорного луча). Было продемонстрировано, что этот подход успешно справляется с одновременным учетом диссипации, пространственной неоднородности, пространственной и временной дисперсии и дифракции, не требуя при этом малости поперечных размеров пучка по сравнению с масштабами неоднородности среды [2]. Квазиоптический подход успешно применялся к моделированию нагрева и генерации тока в тороидальных [3] и аксиально-симметричных установках УТС [4].

Одним из волновых эффектов, существенно ограничивающих эффективность электронного циклотронного резонансного (ЭЦР) нагрева, является отражение волн при наклонном падении на область резонанса [5-6]. Отметим, что при этом резонансный характер взаимодействия электромагнитной волны с горячей слабoreлятивистской магнитоактивной плазмой приводит к тому, что в области резонанса может нарушаться ВКБ-приближение. Соответственно возникает вопрос о точности квазиоптического приближения и пределах его применимости для данной задачи.

В настоящей работе путем сопоставления с результатами полнОВОЛНОВОГО моделирования распространения волн в окрестности ЭЦР резонанса, на второй гармонике в слабoreлятивистской плазме [7] проводится верификация квазиоптического подхода, обсуждаются его точность и пределы применимости.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 19-72-20139).

Литература

- [1]. Балакин А.А., Балакина М.А., Пермитин Г.В., Смирнов А.И // Физика плазмы, 2007, 33(4), 337-345.
- [2]. Maj O., Balakin A.A., Poli E. // Plasma Phys. and Contr. Fusion, 2010, 52(8), 085006.
- [3]. Balakin A.A., Balakina M.A., Westerhof E. // Nucl. Fusion, 2010, 48(6), 065003.
- [4]. Шалашов А.Г., Балакин А.А., Хусаинов Т.А., Господчиков Е.Д., Соломахин А.Л. // ЖЭТФ, 2017, 151(2), 379-395.
- [5]. Сахаров А.С. // Физика плазмы, 2019, 45(4), 291-302.
- [6]. Хусаинов Т.А. и др., Квазиоптическое моделирование сценариев с электронным циклотронным нагревом плазмы на второй гармонике на установке ГДЛ // Физика плазмы (принята к публикации), 2024
- [7]. Господчиков Е.Д., Чувакин П.А., Шалашов А.Г. // Физика плазмы, 2023, Т. 49(10), 953-963

*) [DOI – тезисы на английском](#)