

М.В.Ефанов (5 курс, каф. ФП), В.В. Буланин, к.ф-м.н., доц.

ДВУМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОЙ РЕФРАКЦИИ ЗОНДИРУЮЩЕГО ПУЧКА

Целью исследования являлось двухмерное 2D моделирование рассеяния электромагнитных волн на флуктуациях электронной плотности в условиях, когда в плазме существует отсечка для микроволнового зондирующего пучка. Моделирование проводилось при условии выполнения борновского приближения, т.е. для однократного рассеяния при условии малости амплитуды флуктуаций концентрации. Основное отличие этой работы от других работ по 2D моделированию рассеяния — это учет конечной диаграммы направленности антенны.

Расчет проводился для случая использования зондирования и приема рассеянного излучения обыкновенной моды одной антенны. Рассмотрен важный для измерения вращения плазмы случай наклонного зондирования плазмы. При проведении численного эксперимента рассматривался слой плазмы с линейным нарастанием концентрации вдоль радиального направления токамака, а тороидальная геометрия была заменена прямоугольной геометрией. Конечным результатом этого моделирования являются 2D профили аппаратных функций для вычисления отклика детектора $I(t)$ рассеянного излучения при гомодинном приеме:

$$I(t) = \eta \int \delta n(\vec{r}, t) \cdot \langle \vec{E}_i(\vec{r}, t) \vec{E}_{lo}(\vec{r}, t) \rangle \cdot d^3 r, \quad (1)$$

где $\delta n(x, y)$ — флуктуации плотности, E_i — поле зондирующего излучения в объеме рассеяния, E_{lo} — фиктивное поле, которое возникает в плазме с той же неоднородностью коэффициента преломления при работе приемной антенны в режиме передачи. В расчетах поля E_i и E_{lo} представлялись в виде суперпозиций функций Эйри.

Полученные аппаратные функции позволили сразу сделать выводы относительно пространственной локальности метода и его селективности по волновым числам флуктуаций. Численное моделирование подтвердило основной вывод аналитического рассмотрения о том, что обычный метод рефлектометрического исследования флуктуаций не обладает пространственным разрешением из-за возможного рассеяния вперед на флуктуациях большого масштаба. Напротив, метод обратного микроволнового рассеяния при наклонном зондировании обладает хорошим радиальным (для тороидальных систем) разрешением и разрешением по полоидальным волновым числам. Расчеты аппаратных функций были выполнены для условий близких к условия экспериментов в токамаках большого масштаба.