

ПОЛНОВОЛНОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НИЖНЕГИБРИДНЫХ ВОЛН В ПЛАЗМЕ ТОКАМАКА ФТ-2 С НЕМАКСВЕЛЛОВСКОЙ ФУНКЦИЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ, ЯВЛЯЮЩЕЙСЯ РЕШЕНИЕМ УРАВНЕНИЯ ФОККЕРА-ПЛАНКА *)

Нечаев С.А., Ирзак М.А., Трошин Г.А., Теплова Н.В.

*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,
sergey.nechaev@mail.ioffe.ru*

Одним из самых популярных и эффективных методов безындукционной генерации тока в плазме токамака является метод, основанный на использовании медленных нижнегибридных (НГ) волн. Затухание НГ волн на электронах по механизму Ландау приводит к квазилинейной диффузии электронов в пространстве скоростей, из-за чего при достаточном уровне высокочастотной мощности на функции распределения электронов (ФРЭ) по скоростям образуется плато, и в плазме генерируется НГ ток [1]. Эволюцию функции распределения во времени и пространстве под действием квазилинейной диффузии и столкновений частиц обычно определяют из решения уравнения Фоккера-Планка. Отклонения ФРЭ от равновесного распределения Максвелла, в свою очередь, приводят к изменению тензора диэлектрической проницаемости плазмы и, как следствие, модифицируют условия распространения и поглощения НГ волн. Поэтому при численном моделировании НГ волн в плазме токамака представляется важным исследовать влияние немаксвелловского вида ФРЭ на распространение и поглощение НГ волн.

В настоящей работе описана модификация двумерного полноволнового кода WaveTOP2D [2, 3], основанного на численном решении волнового уравнения в двумерно-неоднородной плазме токамака в тороидальной геометрии, с целью учета немаксвелловской ФРЭ в продольной компоненте тензора диэлектрической проницаемости, определяющей затухание по механизму Ландау на электронах. В работе представлены результаты полноволновых расчетов распространения и поглощения НГ волны в плазме токамака ФТ-2 с ФРЭ, рассчитанной независимо путем решения уравнения Фоккера-Планка в соответствующем программном модуле кода рей-трейсинга FRTC [4, 5], основанного на приближении геометрической оптики. Также представлено сравнение результатов моделирования НГ волн в токамаке ФТ-2, полученных с помощью полноволнового кода WaveTOP2D и рей-трейсинга FRTC – как в случае максвелловской, так и немаксвелловской ФРЭ. Сделаны выводы относительно того, при каких условиях учёт немаксвелловской ФРЭ оказывает существенное влияние на профиль поглощения НГ волн, что в конечном итоге может изменить эффективность генерации НГ тока.

Работа выполнена при поддержке государственного контракта ФТИ им. А.Ф. Иоффе 0034-2021-0003.

Литература

- [1]. N.J. Fisch // Reviews of Modern Physics, V. 59 (1), P. 175, 1987.
- [2]. E.Z. Gusakov, V.V. Dyachenko, M.A. Irzak et al. // Plasma Physics and Controlled Fusion, V. 52 (7), P. 075018, 2010.
- [3]. M.A. Irzak, S.A. Nechaev // Technical Physics, V. 68 (11), P. 361-372, 2023.
- [4]. A.R. Esterkin, A.D. Piliya // Nuclear fusion, V. 36 (11), P. 1501, 1996.
- [5]. A.N. Saveliev // EPJ Web of Conferences, V. 157, P. 03045, 2017.

*) [DOI – тезисы на английском](#)