МОДЕЛИРОВАНИЕ вч-РАЗРЯДА ДЛЯ ЧИСТКИ первых зеркал оптических диагностик итэр МЕТОДОМ ЧАСТИЦ-В-ЯЧЕЙКАХ [[1]](#footnote-1)\*)

1Варшавчик Л.А., 1Когаков С.И., 1Люллин З.Г., 1Старовойтов Е.А., 1,2Мухин Е.Е.

1ФТИ им Иоффе, Санкт-Петербург, 194021, Политехническая 26, Россия.  
 [post@mail.ioffe.ru](mailto:post@mail.ioffe.ru),  
2СПбГУ, Физический факультет, Санкт-Петербург, 198504, Ульяновская 3,  
 [physics@spbu.ru](mailto:physics@spbu.ru)

Оптические элементы внутривакуумных диагностик ИТЭР будут подвержены загрязнению распыленными материалами первой стенки и других технических конструкций, что может привести к потере работоспособности диагностик. Для предотвращения запыления диагностических зеркал предполагается их чистка между разрядами ИТЭР потоками ионов благородных газов (гелия) в емкостном ВЧ разряде, в котором одним из электродов является сама очищаемая поверхность [1]. Численное моделирование такого ВЧ разряда в геометрии узла первого зеркала позволит оптимизировать систему чистки.

Моделирование ВЧ разряда в объеме узла первого зеркала диагностики ИТЭР является сложной задачей, в первую очередь из-за необходимости проведения полностью трехмерных расчетов и использования нерегулярной расчетной сетки для корректного описания границ. Помимо этого, важным требованием является выполнение условия неразрывности тока на электродах, что приводит к нестандартной постановке задачи расчета локальных электрических полей в объеме из-за необходимости учета тока смещения. Для моделирования был выбран метод частиц-в-ячейках.

Для реализации моделирования ВЧ разряда в описанных условиях проводится разработка соответствующий модулей в дополнение к уже существующему Монте-Карло коду KITe [2], созданному в нашей лаборатории. KITe позволяет моделировать транспорт нейтральных частиц и ионов в сложных 3D геометриях с учетом столкновений с атомами фонового газа (имеющих собственную тепловую скорость), а также столкновений с поверхностями окружающих конструкций, с возможностью включения внешних электрического и магнитного полей.

Задача моделирования ВЧ разряда на базе существующего задела кода KITe состоит из следующих блоков: 1) ввод в код электронов и связанных с ними неупругих реакций; 2) создание математической модели и реализация расчета локальных электрических полей на основе распределения объемного заряда; 3) решение уравнения электрической цепи, в которой канал разряда является ее элементом с сосредоточенными параметрами. В настоящий момент разработка данных основных этапов завершена и проводится отладка и тестирование кода на простых моделях.

После завершения этапа тестирования будут проводиться расчеты в геометриях узла первого зеркала диагностик ИТЭР. Данный подход позволит уменьшить время на разработку конструкций диагностик и найти оптимальные работоспособные решения.

Доклад подготовлен как отчет о работе для Организации ИТЭР (контракт Росатома № ◦ Н.4а.241.19.22.), поддержана грантом Фонда развития теоретической физики и математики «БАЗИС» и работами ФТИ им Иоффе в рамках государственного задания РФ 0034–2019–0001.

Литература

1. Shigin P. et al. RF discharge mirror cleaning system development for ITER diagnostics //Fusion Engineering and Design. – 2021. – Т. 164. – С. 112162.
2. Varshavchik L. et al. Three-dimensional simulation of neutral transport in gases and weakly ionized plasmas (2021) Plasma Physics and Controlled Fusion, 63 (2), art. no. 025005

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/E/en/KH-Varshavchik_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)