Расчет магнитного равновесия со свободной границей В сферическом токамаке Глобус-М2 с использованием кинетических данных [[1]](#footnote-1)\*)

Киселев Е.О., Балаченков И.М., Бахарев Н.Н., Варфоломеев В.И., Гусев В.К., Жильцов Н.С., Курскиев Г.С., Минаев В.Б., Мирошников И.В., Патров М.И., Петров Ю.В., Сахаров Н.В., Скрекель О.М., Тельнова А.Ю., Ткаченко Е.Е., Токарев В.А., Тюхменева Е.А., Хромов Н.А., Щеголев П.Б.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

Реконструкция равновесия является важной частью анализа экспериментальных данных токамаков, позволяющей узнать границу плазмы, положения измерений диагностики томсоновского рассеяния в потоковых координатах, энергоcодержание, геометрию магнитного поля и т.д.

 Для анализа измерений на сферическом токамаке Глобус-М2 был написан код равновесия с свободной границей на языке python. Решение уравнения Грэда-Шафранова осуществляется с помощью метода итераций Пикарда, интегрируя функцию Грина [1,2,3]. Самая вычислительно затратная часть кода, была оптимизирована с помощью библиотеки для транскомпиляции кода в llvm – numba. Базисные функции, представляющие *p′ -* градиент давления и *ff′ -* градиент полоидального тока представлены в виде [3]:

$$p^{'}\left(ψ\_{n}\right)=A\_{1}ψ\_{n}\left(1-ψ\_{n}\right)$$

$$ff^{'}\left(ψ\_{n}\right)=B\_{0}+B\_{1}ψ\_{n}-\left(B\_{0}+B\_{1}\right)ψ\_{n}^{2}$$

где *A1, B0, B1 -* свободные параметры плазмы, а $ψ\_{n}$ – нормализованный поток полоидального магнитного поля. Параметры *A1, B0, B1* определяются на основе сравнения с доступными экспериментальными данными: потоком полоидального магнитного поля, измеренным магнитными петлями, сигналом диамагнитной петли и кинетическим давлением плазмы (получено с использованием диагностики томсоновского рассеяния и CXRS).

В работе представлены результаты применения кода для нескольких серий разрядов в токамаке Глобус-М2 с омическим и NBI нагревом в широком диапазоне электронной плотности от 0.5 1019 м-3 до 13 1019 м-3, магнитным полем 0.8 и 0.9 Т и плазменным током от 300 кА до 400 кА. Проведено сравнение данных расчета равновесия с существующими экспериментальными измерениями – диамагнитным и кинетическим энергозапасом, положением внешней ноги сепаратрисы, получаемым с помощью тепловизора и т.д. Сравнивается также диамагнитный сигнал и энергозапас, полученный с помощью расчета равновесия, где используются только измерения магнитных петель. Проведено сравнение с вычислениями кода PET.

Литература

1. Y.M. Jeon et al 2015 Journal of the Korean Physical Society 67, 843–853.
2. L.L. Lao et al 1985 Nucl. Fusion 25 1421
3. S.A. Sabbagh et al 2001 Nucl. Fusion 41 1601
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/CF-Kiselev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)