Численное моделирование диагностики «Активная спектроскопия ИТЭР» с использованием технологии [[1]](#footnote-1)\*)трассировки лучей

1А.Ю. Шабашов, 2M. De Bock, 1С.В. Серов, 1С.Н. Тугаринов

1Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»
 «Проектный центр ИТЭР», г. Троицк, Россия
2ITER Organization

Был разработан код “cxrs” для моделирования спектров излучения плазмы, регистрируемых диагностикой «Активная спектроскопия ИТЭР» [1, 2]. Она основана на регистрации и анализе излучения, возникающего в результате перезарядки ядер лёгких примесей плазмы на нейтральных атомах диагностического пучка. Диагностика позволяет определить концентрацию и температуру ядер лёгких примесей, а также скорость движения плазмы как целого. Для разработки был выбран язык программирования Python. Использовались библиотеки Raysect [3] для реализации алгоритма трассировки лучей и CHERAB [4] для создания моделей плазмы, диагностического пучка нейтральных атомов и соответствующего излучения. Разработанный код позволяет учесть особенности геометрии стенки реактора ИТЭР и оценить вклад отражённого света в полученные спектры излучения плазмы.

Проведено моделирование плазмы со следующими параметрами в центре: плотность электронов $n\_{e}=10^{20} м^{-3}$; плотности лёгких примесей (Be и Ne) $n\_{Be}=n\_{Ne}=0,005 n\_{e}$; электронная температура $T\_{e}=16 КэВ$; ионная температура $T\_{i}=14 КэВ$ [5]. Также моделировался водородный диагностический пучок с мощностью 2 МВт и энергией 100 КэВ.

Результаты моделирования сравнивались со спектрами, полученными при помощи используемого долгое время кода SOS [6]. Сравнение яркости тормозного излучения показало разницу до 10%, что может быть объяснено различиями в задании геометрии плазмы для двух кодов. Различие в яркости излучения активной перезарядки составило до 22%. Было определено, что разница вызвана использованием различных атомных данных для моделирования излучения.

Для исследования влияния отражённого света были получены спектры излучения с отражающей стенкой и без. Замечено, что для различных типов излучения вклад отражённого света разный. Для тормозного излучения он гораздо больше, чем для излучения активной перезарядки и зависит от хорды наблюдения.

Работа выполнена в соответствии с государственным контрактом н.4а.241.19.20.1042 от 21.04.20.

Литература

1. *С.Н. Тугаринов и др.* Разработка концепции активной спектроскопической диагностики с использованием диагностического пучка атомов, применительно к установке ИТЭР // Физика плазмы. — 2004. — т. 30, № 2. — с. 147—154.
2. *С.В. Серов, С.Н. Тугаринов, M. Von Hellermann.* Моделирование спектров излучения плазмы ИТЭР с использованием кода ADAS для диагностики активная спектроскопия // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез. — 2018. — т. 41, № 2. — с. 89—94.
3. *Dr Alex Meakins, & Matthew Carr.* (2018, August 7). raysect/source: v0.5.2 Release (Version v0.5.2). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1341376>
4. *Dr Carine Giroud, Dr Alex Meakins, Dr Matthew Carr, Dr Alfonso Baciero, & Mr Corentin Bertrand.* (2018, March 23). CHERAB Spectroscopy Modelling Framework (Version v0.1.0). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1206142>
5. L. Garzotti et al 2019 Nucl. Fusion 59 026006
6. *M. von Hellermann et al.* Simulation of Spectra Code (SOS) for ITER Active Beam Spectroscopy. — В: Atoms 7.1, 2019. — doi: 10.3390/ atoms7010030
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/E/en/HP-Shabashov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)