Диагностика жесткого рентгеновского излучения на токамаке Т-15МД [[1]](#footnote-1)\*)

1,2,3Саврухин П.В., 1,2Шестаков Е.А., 1Храменков А.В., 3Лисовой П., 3Прохоров И.

1НИЦ «Курчатовский институт», 123182, Москва, РФ, [psavrukhin@bk.ru](mailto:psavrukhin@bk.ru)  
2ЧУ «ИТЭР центр», 123182, Москва, РФ  
3НИУ «МЭИ», 111250, Москва, РФ

Диагностика жесткого (E ~ 0.1-10 МэВ) и надтеплового (E ~ 10-150 кэВ) рентгеновского излучения является одной из основных методик исследования пространственной и временной эволюции пучков ускоренных электронов в токамаке. Измерение спектральных характеристик пучков надтепловых электронов позволяет также оценить эффективность неиндукционного поддержания тока в квазистационарных режимах разряда. Особый интерес представляет собой исследование быстропеременных возмущений излучения на начальной стадии разряда и в момент срыва плазмы.

В докладе приводится обзор диагностик, используемых на токамаке Т-15МД для регистрации быстропеременных возмущений надтеплового и жесткого рентгеновского излучения (временное разрешение до 0.1-10 мс). Комплекс состоит из многоракурсной системы регистрации надтеплового рентгеновского излучения в потоковом режиме на основе СdTe детекторов Eurorad с трубчатыми коллиматорами, многоканальной системы спектрометрических СdTe детекторов Eurorad с интегрированными усилителями и двухканальных спектрометров на основе сцинтилляционных детекторов из бромида лантана LaBr3 (D38.1×38.1мм). Локальные распределения интенсивности рентгеновского излучения (c пространственным разрешением до 3-5 см) определяются с использованием методики томографической реконструкции на основе модифицированного метода Кормака [1]. Для восстановления спектральных характеристик излучения используется система численного спектрометрического анализа экспериментальных данных.

Детекторы СdTe располагаются в блоках детектирования, объединенных с системой предварительного усиления и фильтрации сигналов. Блоки детектирования размещаются в защитных цилиндрических экранах с тефлоновой изоляцией. Перед детектором располагается входное окно из бериллиевой фольги толщиной 25 мкм, ограничивающей регистрацию потоков мягкого рентгеновского излучения. Сигнал с детектора обрабатывается с помощью системы усиления сигналов с дистанционным управлением, состоящей из собственно усилителей и блока питания. Оперативное тестирование детекторов обеспечивается модулем генерации импульсов, расположенным в корпусе блока усилителей. Для снижения уровня наводок используется источник бесперебойного питания с блоком управления, обеспечивающим отключение от внешней сети во время импульса токамака

Приводится проект расположения диагностик на установке токамак Т-15МД, результаты расчета системы подвижных трубчатых коллиматоров, а также результаты тестирования и калибровки детекторов и программ обработки данных на лабораторном стенде с использованием рентгеновской трубки и калиброванного набора источников излучения.

Работа выполнена при содействии Росатом.

Литература

1. П.В. Саврухин, Е.А. Шестаков, А.В. Храменков; Физика плазмы, Том 44, номер 12, 2018, стр.951.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/BB-Savrukhin_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)