МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ГАММА СПЕКТРОМЕТРА в измерениях С ВЫСОКОЙ ЗАГРУЗКОЙ

Хилькевич Е.М., Шевелев А.Е., Чугунов И.Н., Гин Д.Б., Ильясова М.В., Дойников Д.Н., Найденов В.О., Полуновский И.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, Россия, 194021, С.-Петербург, Политехническая ул., 26, e.khilkevitch@mail.ioffe.ru

Гамма спектрометрия высокотемпературной плазмы позволяет измерять ряд важных параметров, такие как ток и энергия убегающих электронов, концентрации и функции распределения быстрых ионов, ускоренных в результате ион-циклотронного нагрева, параметры примесных ионов. На токамаке ИТЭР предполагается размещение нескольких гамма спектрометрических диагностик, в том числе и гамма спектрометр на основе сцинтилляционного кристалла LaBr3(Ce) в составе системы анализаторов атомов перезарядки.

Энергетическое распределение и интенсивность гамма излучения из плазмы токамака значительно меняется как от разряда к разряду, так и в течение разряда. Таким образом, важно обеспечить работу гамма диагностики в большом диапазоне загрузок. Для этого требуется увеличить максимальную загрузку, при которой спектр гамма излучения может быть получен без значительных искажений.

При регистрации гамма кванта веществом сцинтиллятора происходит вспышка света, которая с помощью ФЭУ может быть зарегистрирована как электрический сигнал с амплитудой, прямо пропорциональной поглощённой сцинтиллятором энергии. Сигнал с детектора может быть записан с помощью АЦП. Одна из основных проблем получения спектра при большой загрузке заключается в том, что большое число импульсов, генерируемых гамма квантами при поглощении веществом сцинтиллятора, оказываются наложенными друг на друга. Доля наложенных импульсов зависит от времени высвечивания сцинтилляционного кристалла и от числа регистрируемых сигналов в единицу времени (загрузки детектора). Таким образом, выбор кристалла с меньшим временем высвечивания и использование высокоскоростного АЦП позволяет уменьшить число таких импульсов. С другой стороны, можно проводить дополнительную цифровую обработку сигнала, измеряемого на выходе спектрометрического тракта с целью получения информации о событиях, сигналы которых наложены друг на друга.

Был разработан ряд алгоритмов, которые позволяют эффективно разделять наложенные события, и которые планируется применять при обработке сигналов с токамака ИТЭР. Показан пример работы на тестовых сигналах, а так же на сигналах, полученных в ходе измерений жесткого рентгеновского излучения гамма-спектрометром LaBr3(Ce) на токамаках ФТИ (Туман-3М, ФТ-2).

Работа частично поддержана из средств Государственного контракта РФ № Н.4а.241.9Б.17.1001 от 31.01.2017. Для проведения исследований была использована экспериментальная база ФТИ им. А.Ф. Иоффе.