РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ ДИАГНОСТИКИ ИТЭР ВЕРТИКАЛЬНАЯ НЕЙТРОННАЯ КАМЕРА [[1]](#footnote-1)\*)

Нагорный Н.В., Малютин А.Ю., Немцев Г.Е., Портоне С.С., Миронова Е.Ю., Миронов А.Ю., Звонарева А.А., Журавлев М.К.

Частное учреждение «ИТЭР-Центр», support@iterrf.ru

Вертикальная нейтронная камера (ВНК) – диагностическая система токамака ИТЭР, построенная на основе многоканальных нейтронных коллиматоров и предназначенная для измерения профиля нейтронного источника и профиля термоядерной мощности в реальном времени. Всего в ВНК установлено 12 блоков детектирования, и каждый блок детектирования содержит два алмазных детектора и две ионизационные камеры деления. В данной работе приведена архитектура системы управления и сбора данных ВНК.

Импульсные сигналы от детекторов ВНК поступают на блок предусилителей (в предлагаемой архитектуре каждый модуль предусилителя получает сигналы от 4-х детекторов – один модуль предусилителя на один блок детектирования). Все модули предусилителей имеют функцию приема внешнего тестового сигнала для задач калибровки и тестирования. Модули предусилителей расположены в условиях повышенной радиации, поэтому они не содержат устройств управляющей электроники. Функции по управлению предусилителями, обеспечение их электропитанием и подача напряжения смещения на детекторы объединены в модулях управления предусилителями на основе медленных контроллеров. Модули управления предусилителями располагаются в диагностической галерее – зоне менее интенсивных потоков гамма и нейтронного излучения – и, в свою очередь, получают команды от быстрых контроллеров (связка промышленного ПК и шасси NI PXI с необходимым периферийным оборудованием). Также быстрые контроллеры используются для передачи тестового сигнала нужной частоты и формы и обеспечения гибкости управления.

Для уменьшения уровня электромагнитных помех передача информации от предусилителей на быстрые контроллеры, а также передача тестовых сигналов от контроллеров на модули предусилителей осуществляется по оптическим линиям через устройства оптических приемопередатчиков.

Регистрация сигналов с блоков детектирования осуществляется c помощью АЦП под управлением FPGA. При выборе модулей АЦП учитывались требования к оцифровке сигналов, наличие оборудования в каталоге ИТЭР, сложность интеграции и разработки программного обеспечения для этих модулей. Ипульсы на входе АЦП имеют длительность порядка 15 нс. Для оцифровки импульсов с необходимой точностью используется 12-битный АЦП с частотой дискретизации не менее 500 МГц. При такой конфигурации между одним шасси PXI и одним промышленным ПК будет генерироваться поток данных 8 ГБ/с, а для всей ВНК – 48 ГБ/с. Собранные и предварительно обработанные с помощью FPGA данные со всех измерительных каналов передаются на ведущий быстрый контроллер с помощью сети Synchronous Databus Network ITER для расчёта профиля нейтронного источника. Временная синхронизация системы достигается с помощью сети Time Communication Network ITER, на уровне аппаратуры сбора данных.

Архитектура ВНК, представленная в данной работе отвечает требованиям, предъявляемым к диагностике.

Работа выполнена в соответствии с государственным контрактом от 21.04.2020 № Н.4а.241.19.20.1042 «Разработка, опытное изготовление, испытание и подготовка к поставке специального оборудования в обеспечение выполнения российских обязательств по проекту ИТЭР в 2020 году».

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