

УДК 539.1

Система внутриреакторного контроля для экспериментальных исследований в области ядерной физики. Матросов В.А., Гнеденко В.Г., Морозов Н.М., Шифман И.М., Орлов С.С., Красильников В.Ф., Богданов Н.Н. // Научное приборостроение. Автоматизация научных исследований. Л.: Наука, 1988, с.42

Описана система, предназначенная для контроля нейтронного поля ядерных энергетических установок. Лит. - 3 назв., ил. - 1.

В.А.Матросов, В.Г.Гнеденко, Н.М.Морозов, И.М.Шифман, С.С.Орлов,
В.Ф.Красильников, Н.Н.Богданов (ДНПО "Буревестник")

СИСТЕМА ВНУТРИРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Одним из направлений исследований, направленных на улучшение динамических характеристик, повышение экономичности и увеличение мощности промышленных и исследовательских ядерных реакторов, являются изучение объемных распределений полей нейтронов в активной зоне. Требования к точности, эффективности и быстродействию этого класса экспериментов обусловили создание автоматизированной системы внутриреакторного контроля (ВРК).

Разработанная ДНПО "Буревестник" система ВРК-1 предназначена для контроля нейтронного поля ядерных энергетических установок. Она обеспечивает сбор экспериментальных данных, обработку их на ЭВМ и выдачу оператору информации о пространственном распределении поля нейтронов и характеристик нейтронного потока.

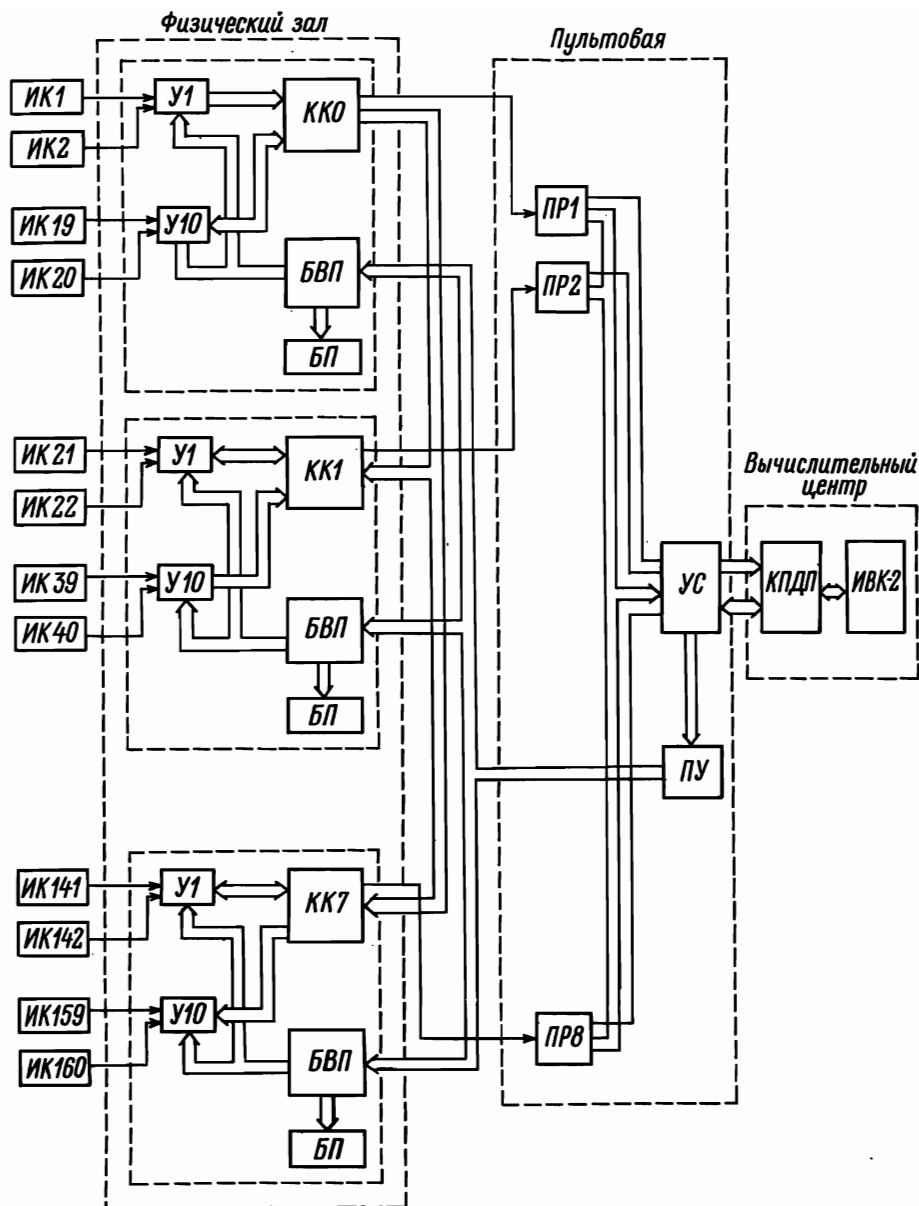
Разработка выполнена в рамках Программы приборного и метрологического обеспечения атомной энергетики на базе средств измерения сверхмалых сигналов при активном участии ИАЭ им.И.В.Курчатова (Григорьев А.С., Зорин Ю.И., Кузьмин А.Н.) и Воронежского опытного завода "Эталон" (Сатаров В.В., Устименко Н.Ф., Низовцев Ю.Е.).

Система ВРК построена на базе ИВК-2, включенного, в свою очередь, в вычислительную сеть. Интерфейс системы допускает возможность работы в многозадачном и многопользовательском режимах. Датчиками ВРК-1 являются ионизационные камеры. ВРК-1 позволяет производить измерение токов в диапазоне 10^{-12} - 10^{-7} А с погрешностью, не превышающей 4 %. Диапазон разбит на четыре поддиагона, их переключение осуществляется автоматически. Время коммутации и преобразования всех 160 каналов не превышает 4 мс.

Система обеспечивает контроль работоспособности измерительных каналов, а также автоматическую коррекцию дрейфа нуля.

В качестве первичных преобразователей использованы ионизационные камеры типа МКД.

Территориальная разобщенность помещений (до 50 м), в которых размещены стойки с электрометрическими усилителями блок управления и вычислительным центром обусловила необходимость использования трех режимов работы: местного управления -



непосредственно на стойках; дистанционного управления - из пультной; управление от ЭВМ.

Во избежание контура заземления применена гальваническая развязка цифровой и аналоговой частей, а также, для исключения перекрестных полей, гальваническая развязка электрометрических усилителей друг от друга.

Структурная схема ВРК-1

Токовые сигналы с ионизационных камер (ИК) поступают на электрометрические усилители (У), где усиливаются и преобразуются в напряжение (рисунок). Совместно с коммутатором каналов (КК) формируется широтно-импульсный сигнал (ШИМ-сиг-

нал), который коаксиальным кабелем передается в преобразователь (ПР). Кроме измерительной информации ШИМ-сигнал содержит ряд служебных команд, в частности, информацию об исправности источников питания ионизационных камер, размещенных в блоках питания У.

В преобразователе ШИМ-сигнал преобразуется в параллельный код и поступает в устройство сопряжения (УС), где мультиплексируется, усиливается по току и подается на контроллер связи с ЭВМ, расположенной в блоке расширения системы ИВК-2.

Электронметрический усилитель содержит усилитель тока, усилитель напряжения с автоматическим переключением поддиапазонов, устройство формирования ШИМ-сигнала, состоящее из генератора пилообразного напряжения и компаратора. На компаратор подается усиленный измерительный сигнал и напряжение с генератора пилообразного напряжения, управляемого сигналом коммутатора каналов. При совпадении уровней компаратор вырабатывает импульс, который подается на КК. На основании двух временных меток: сигнала управления генератора пилообразного напряжения и импульса с компаратора КК формирует ШИМ-сигнал, состоящий из трех временных зон. Служебная зона содержит служебные команды, рабочая зона является информационной, третья зона - временной интервал, необходимый для передачи информации ИВК, разделяет сигналы ШИМ, которые передаются из КК в ПР. КК содержит также мультиплексор на 20 информационных каналов и схему синхронизации. Все КК тактируются одним генератором, расположенным в опорном коммутаторе каналов (ККО).

Преобразователь содержит устройство преобразования ШИМ-сигнала в параллельный пятнадцатиразрядный код, восемь разрядов которого составляет мантисса, а четыре разряда - порядок и три разряда служебной информации. Кроме того, преобразователь формирует импульс, соответствующий окончанию преобразователя ШИМ-сигнала в параллельный код. Этим импульсом осуществляется, во-первых, запись сформированного кода в буферный регистр ПР и, во-вторых, формирование сигнала готовности преобразователем к выдаче информации.

УС на основании сигналов готовности формирует сигнал системной готовности и передает его на контроллер. Во время непосредственной передачи данных в память ЭВМ УС дешифрует код опроса и формирует импульсы считывания информации соответствующих преобразователей, которые разрешают выдачу кодов из буферных регистров ПР.

УС также обеспечивает согласование выходных цепей с линией связи, дешифрацию и передачу в блок включения питания (БВП) команд дистанционного управления от ИВК, через пульт управления (ПУ).

БВП обеспечивает включение питания крейта, управление режимами и выдачу питающих напряжений на ионизационные камеры.

Для обеспечения заданного быстродействия системы разработан контроллер прямого доступа к памяти (КПДП), ориентированный на работу в операционных системах реального времени.

Контроллер позволяет вводить заданные объемы измерительной и служебной информации, а также программно управлять режимами работы ВРК-1. Конструктивно контроллер выполнен в виде двух плат: драйвера и селектора. Контроллер содержит следующие служебные регистры:

базового адреса (РБА), предназначенного для задания начального адреса массива памяти ЭВМ;

счетчика слов (РСС), служащего для записи числа необходимых к передаче в память слов;

команд и состояний (РКС), управляющего режимом работы контроллера и отображающего его текущее состояние.

Со стороны общей шины ЭВМ контроллер позволяет осуществлять следующие операции: запись слова в РБА; запись слова в РСС; запись слова в РКС; чтение регистра РКС; чтение регистра РКС с паузой; передачу заданного количества слов в память ЭВМ и генерацию вектора прерывания по окончании передачи; генерацию вектора прерывания в случае ошибки при передаче данных в память ЭВМ.

Заданный объем данных передается в память группами по восемь слов. Запрос на прямой доступ производится по приходу с УС сигнала системной готовности. После того, как прямой доступ разрешен, контроллер вырабатывает тактовые импульсы, формируя код опроса устройства сопряжения. По каждому импульсу производится выборка слова и передача его в память. Передав восемь слов, контроллер освобождает шину и ждет очередного сигнала готовности. Передача ведется со скоростью $0,5 \cdot 10^6$ слов в секунду, причем эта скорость ограничена в основном за счет длины кабеля между ЭВМ и УС.

Путем программной установки определенных битов в регистре РКС производится выбор одного из режимов работы ВРК-1.

Организация работы системы и выбор блочно-модульного конструктива "Черешня" позволяет осуществлять по количеству каналов набор системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новопашенный Г.Н. Информационно-измерительные системы. М.: Высшая школа, 1977.
2. Отт Г. Методы подавления шумов и помех в электронных системах. М.: Мир, 1979.
3. Рабинович С.Г. Погрешность измерений. Л.: Энергия, 1978.