

# СИСТЕМА ВНУТРИРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЯ АЭС С РЕАКТОРОМ ТИПА ВВЭР-1200

Якуба В.В., студент группы 244101

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Сацук С.М. – заведующий кафедрой электроники, канд. техн. наук

Целью данной работы является изучение аспектов системы внутриреакторного контроля, выявление ее недостатков и внесение изменений или дополнений в систему для улучшения ее экономических и/или технических параметров и упрощения работы персонала.

Для обеспечения экономической и безопасной эксплуатации реакторной установки необходимо наличие точной и оперативной информации о распределении полей энерговыделения, температуры и других теплотехнических и ядерно-физических параметров внутри активной зоны. Эту задачу выполняет система внутриреакторного контроля (СВРК), в состав которой, в общем случае, входят датчики, линии связи, электронная измерительная аппаратура, а также ЭВМ, алгоритмы и программы для обработки полученной информации. Структура СВРК изображена на рисунке 1.

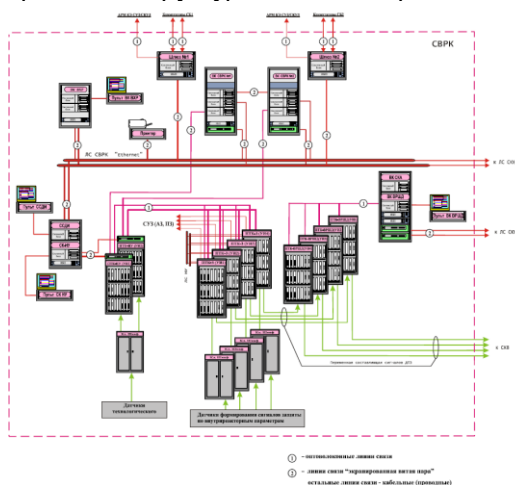


Рисунок 1 – Структура СВРК

Для системы внутриреакторного контроля свойственна деградация. Деградация – состояние, которое характеризуется наличием отказов в работе или выходом из строя отдельных элементов и узлов, в различной степени влияющих на выполнение системой своих функций. Разделяют четыре степени деградации. Степень деградации повышается при увеличении количества неисправных СВРД. Деградация влияет на работоспособность системы и может привести к ошибкам или авариям.

Для минимизации эффектов деградации и проведения быстрой своевременной диагностики системы, необходимо внедрить в СВРК автоматизированную диагностику измерительных каналов. Основные компоненты системы — это компьютер и монтажная тумба для создания рабочего места. Для удобства работы с системой предусмотрен человеко-машинный интерфейс с различными окнами для получения сотрудниками необходимой информации. Проанализировав оборудование, входящее в состав СВРК, было выявлено то, что больше изменений можно внести в автономную систему диагностики измерительных каналов.

Хранение параметров настройки в локальных *ini* и *txt*-файлах на каждом рабочем месте затрудняет управление конфигурацией системы. Для предотвращения этого необходимо хранить параметры на серверном оборудовании СВРК. Для этого могут подойти сервера ВК СВРК, однако в целях экономии занимаемого места, возможно и подключение отдельного сервера к системе диагностики.

Одной из ключевых особенностей является деградация СВРК. Диагностика СВРК не дает достаточного объема данных о состоянии ДПЗ и о пространственном энерговыделении. Для отображения состояния датчиков активная зона поделена на три части.

Для каждой из трех областей будет характерен свой график выдаваемого тока ДПЗ от времени работы датчиков. На основе данных характеристик система диагностики будет производить анализ ДПЗ с выдачей информации для персонала. Для этого будут собираться данные ДПЗ с каждой СВРД. После этого вычисляется среднее арифметическое значение силы тока для каждой СВРД. Далее вычисляется разница среднего значения от экспериментального значения тока ДПЗ. Если разница превышает  $\pm 5\%$ , то дальше система переходит к следующей проверке датчика. Для этого она

сравнивает значение тока ДПЗ с значением по теоретическому графику. Для зоны I если отклонение не превышает 0,5%, то датчик считается полностью работоспособным. Если отклонение находится в диапазоне (0,5%;1%) то датчик считается частично работоспособным и информация об этом выдается оперативному персоналу. Если отклонение превышает 1%, то датчик считается неработоспособным. Для зоны II диапазон для режима частичной работоспособности следующий: (1,5%;2%) и если отклонение выходит за 2%, то датчик признается неработоспособным. Для зоны III диапазон для режима частичной работоспособности следующий: (2,5%;3%) и если отклонение выходит за 3%, то датчик признается неработоспособным. Далее информация о частично работоспособных и неработоспособных датчиках передается оперативному персоналу. Для этого необходимо на главное окно добавить новый формат «Данные по ДПЗ» в котором будет отображаться активная зона с расположенными в ней СВРД. Внешний вид данного формата изображен на рисунке 2.

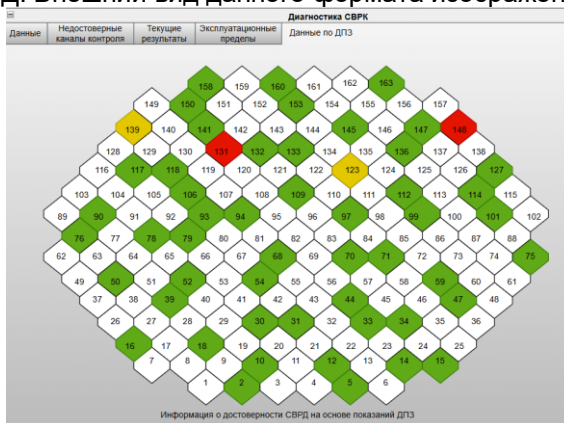


Рисунок 2 – Формат «Данные по ДПЗ»

Как видно из рисунка 2 для идентификации достоверности показаний СВРД по ДПЗ предусмотрена цветовая индикация. Если СВРД окрашена в зеленый цвет, то она работоспособна и ее показания достоверны. Если СВРД окрашена в желтый цвет, то это значит, что 3 или более ДПЗ признаны системой частично работоспособными. Если СВРД окрашена в красный цвет, то это значит, что 3 или более ДПЗ признаны системой неработоспособными. Далее при двойном нажатии откроется новое окно, где можно будет просмотреть в каком режиме, сейчас находятся ДПЗ. Полный алгоритм приведен на рисунке 3.

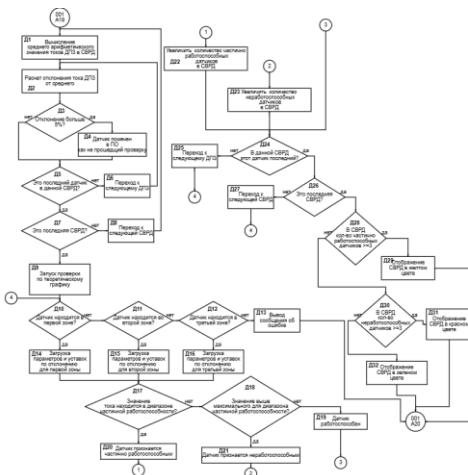


Рисунок 3 – Алгоритм проверки сигналов ДПЗ

**Список использованных источников:**

1. «Опыт физических испытаний системы внутриреакторного контроля при вводе в эксплуатацию энергоблока №1 Белорусской аэс». Калинушкин А.Е., Ковель А.И. Мильто Н.В., Мусихин А.М., Семченков Ю.М., доклад на II Международной научно-технической конференции, Минск 27 апреля 2021г.
2. «Белорусская АЭС. Энергоблоки №1 и №2. Технологический проект АСУТП. СКУД». Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» т.7, 2016г.
3. Atesvrk.narod.ru – Современная СВРК - О СВРК и специалистах, которые их налаживают [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://www.atesvrk.narod.ru/Modern\\_svrk.html](https://www.atesvrk.narod.ru/Modern_svrk.html). (дата обращения: 10.02.2026).
4. Саунин Ю.В. Разработка методик комплексных испытаний систем внутриреакторного контроля ВВЭР: Автореферат, дис. канд. техн. наук. – ОАО ОКБ «Гидропресс», Подольск, 2010.
5. Саунин Ю.В., Добротворский А.Н., Семенехин А.В. Разработка и применение специализированного ПО при проведении комплексных испытаний системы внутриреакторного контроля реакторов ВВЭР «Тяжелое машиностроение» – 2008. – ноябрь 11.
6. Саунин Ю.В., Добротворский А.Н., Семенехин А.В. Специализированное программное обеспечение для проведения комплексных испытаний системы внутриреакторного контроля реакторов ВВЭР/Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР: Сб. тр. 6-ый междунард. научн. – техн. конф., Подольск, 26 мая – 29 мая 2009 г. – Подольск, ОАО ОКБ «Гидропресс».