

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ СУЗ ДЛЯ ПРОЕКТА «АЭС-2006»

Настоящая статья посвящена некоторым аспектам структурного построения единого цифрового программно-аппаратного комплекса оборудования системы управления и защиты реактора, предлагаемого ФГУП «НПП ВНИИЭМ» и ЗАО «СНИИП-СИСТЕМАТОМ», для разработки и поставки в рамках проекта «АЭС-2006».

Предлагаемый комплекс оборудования СУЗ будет поставляться единым поставщиком (ФГУП «НПП ВНИИЭМ»), иметь единый комплект эксплуатационной документации, включая документацию на отдельные виды оборудования и системную эксплуатационную документацию, и будет сдаваться заказчику как законченная система комиссионно по результатам комплексных испытаний, проводимых на территории поставщика.

Система управления и защиты реактора входит в состав АСУТП энергоблока и представляет собой сложную многофункциональную систему, предназначенную для реализации защиты и управления мощностью реактора во всех режимах работы.

ФГУП «НПП ВНИИЭМ» и ЗАО «СНИИП-СИСТЕМАТОМ» имеют многолетний опыт совместных разработок и внедрения на отечественных и зарубежных АЭС оборудования СУЗ.

В основу концепции разработки единого комплекса оборудования системы управления и защиты положены следующие основные принципы:

- использование для проекта «АЭС-2006» наиболее эффективных технических решений, примененных в проектах 3-го блока Калининской АЭС, АЭС «Тяньвань» и АЭС «Куданкулам»;
- создание типовых единиц оборудования, позволяющих на их базе создавать системы различной конфигурации;
- сокращение номенклатуры аппаратных и программно-аппаратных средств и их разумной унификации;

- увеличение доли средств вычислительной техники в общем объеме технических средств, что позволяет не только увеличить глубину диагностики оборудования, но и сделать систему адаптируемой к изменяемым алгоритмам управления;

- создание в рамках СУЗ информационно-диагностической системы, осуществляющей в полном объеме сбор, обработку, архивирование и представление информации по обслуживаемой системе, связь по стандартным интерфейсам со смежными системами и системой верхнего уровня АСУТП энергоблока.

Реализация этих принципов в сочетании с наличием единого поставщика позволит существенно повысить конкурентоспособность, надежность и безопасность эксплуатации системы.

В состав комплекса оборудования СУЗ входит:

- оборудование иницирующей части аварийной и предупредительной защиты реактора и иницирующей части управляющей системы безопасности (УСБ);

- оборудование исполнительной части аварийной и предупредительной защиты реактора АЗ–ПЗ;

- оборудование группового и индивидуального управления и контроля положения, осуществляющее управление мощностью реактора в аварийных режимах и режимах нормальной эксплуатации;

- оборудование автоматического регулирования мощности реактора;

- оборудование информационно-диагностической сети СУЗ (ИДС-СУЗ);

- оборудование управления приводами органов регулирования (ОР) на стенде вертикальном;

- оборудование электропитания устройств, входящих в состав комплекса СУЗ.

Учитывая, что в составе СУЗ наиболее ответственной и влияющей на безопасность является подсистема, реализующая защитные функции реактора, то при разработке комплекса оборудования СУЗ для проекта «АЭС-2006» особое внимание уделялось именно этой подсистеме.

Как уже было сказано ранее, функциональные подсистемы в составе комплекса СУЗ, в том числе и подсистема, реализующая защитные функции реактора, создаются на базе типовых единиц обо-

рудования, что делает их инвариантными к принимаемой в конкретном проекте структуре реализации защитных функций реактора.

Для проекта «АЭС-2006» проработаны и предлагаются два варианта комплекса оборудования СУЗ, отличающиеся друг от друга структурой реализации защитных функций.

В основу первого варианта положена традиционная для российских АЭС структура подсистемы, реализующая защитные функции и состоящая из двух трехканальных комплектов оборудования, осуществляющих формирование команд на срабатывание защит по мажоритарному принципу «два из трех». Этот вариант системы в рамках проекта «АЭС-2006» ориентирован на вторую очередь Нововоронежской АЭС.

В основу второго варианта положена традиционная для европейских АЭС четырехканальная структура подсистемы, реализующей защитные функции, с формированием команд на срабатывание защит по мажоритарному принципу «два из четырех». Этот вариант системы в рамках проекта «АЭС-2006» предполагается внедрить на второй очереди Ленинградской АЭС.

Оба варианта имеют следующие отличительные признаки и преимущества, ранее не реализованные в проектах отечественных АЭС:

- объединение инициирующей части аварийной защиты и запуска систем безопасности, что позволит по сравнению с существующими проектами как минимум в 1,5 раза сократить количество датчиков;
- реализацию принципа разнообразия/диверситетности, что позволит снизить вероятность отказов системы по общей причине.

Для реализации принципа разнообразия/диверситетности предлагается выполнение двух комплектов инициирования защитных функций (первый вариант структуры) или диверситетных подканалов в четырехканальной структуре (второй вариант) различными производителями и на различных аппаратных и программно-аппаратных средствах: традиционных средствах «жесткой» логики и микропроцессорной техники.

На рис. 1 и 2 приведены структуры единого комплекса оборудования СУЗ (первый и второй варианты соответственно), где ДТП – датчики технологических параметров; АКНП – аппаратура контроля нейтронного потока; РПУ – резервный пульт управления; СГИУ – система группового и индивидуального управления; АРМ – автоматическое регулирование мощности; ОДУ – органы дистанци-

онного управления; БПУ – блочный пункт управления; СВБУ – система верхнего блочного уровня.

Управление приводами ОР в аварийных режимах, требующих снижения мощности реактора, а также в режимах нормальной эксплуатации осуществляется оборудованием группового и индивидуального управления и контроля положения СГИУ, выполненным на базе средств вычислительной техники.

Оборудование СГИУ осуществляет управление приводами ОР в двух основных режимах: режиме ручного управления и автоматическом режиме. В рамках СГИУ оборудование, реализующее логику взаимодействия режимов работы СГИУ, приоритет команд управления в зависимости от действий оператора (выбранного режима управления, формирования команд дистанционного управления отдельными ОР или группами ОР) и формирование команд управления от автоматического регулятора мощности реактора выполнено на средствах программируемой техники. Это позволяет сделать СГИУ «открытой» системой, легко адаптируемой к изменению алгоритмов и логики управления.

Автоматическое регулирование мощности реактора в рамках предлагаемого комплекса осуществляется трехканальным регулятором мощности реактора АРМ, выполненным также на средствах вычислительной техники и имеющим развитые средства программно-аппаратной диагностики и отладки программного обеспечения.

Все оборудование, входящее в состав комплекса оборудования СУЗ, объединено в единое информационное пространство посредством информационно-диагностической сети СУЗ. Оборудование информационно-диагностической сети осуществляет в полном объеме:

- сбор, обработку и архивирование информации по параметрам РУ, зарегистрированным двумя комплексами/четырьмя диверситетными подканалами подсистемы, инициирующей срабатывание защиты;
- сбор информации по фактам и первопричинам срабатыванию защит с присвоением метки единого времени АСУТП;
- сбор информации по функционированию и состоянию оборудования, включая датчики параметров РУ, датчики положения и приводы ОР;

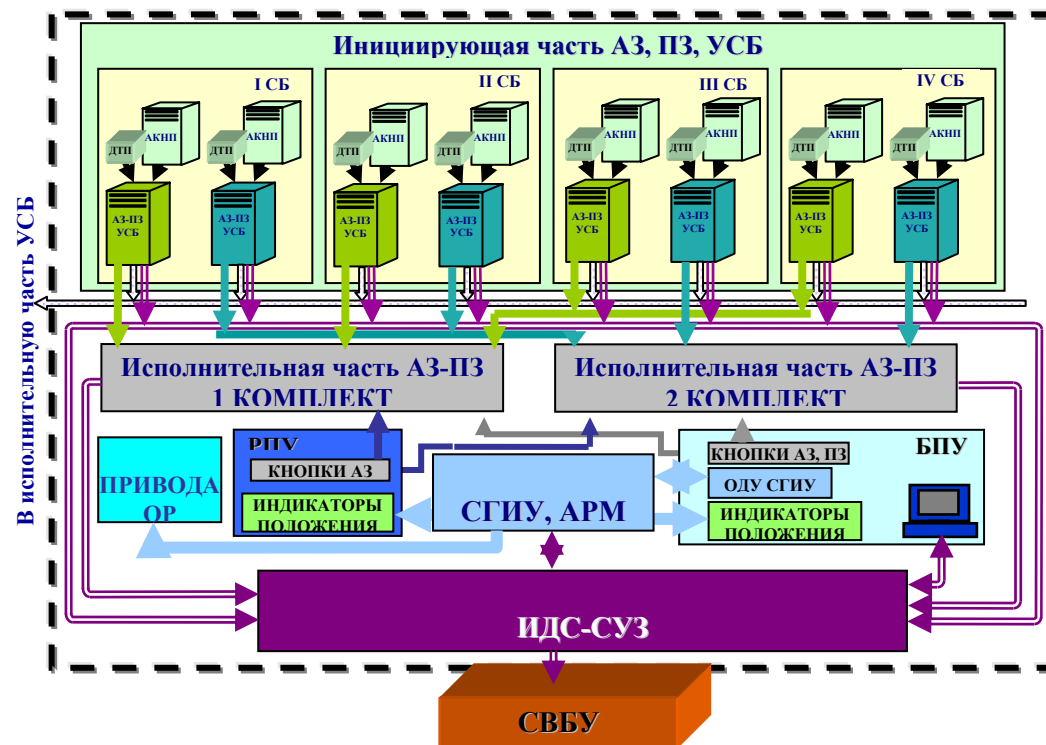


Рис.1. Структура комплекса оборудования СУЗ (вариант 1)

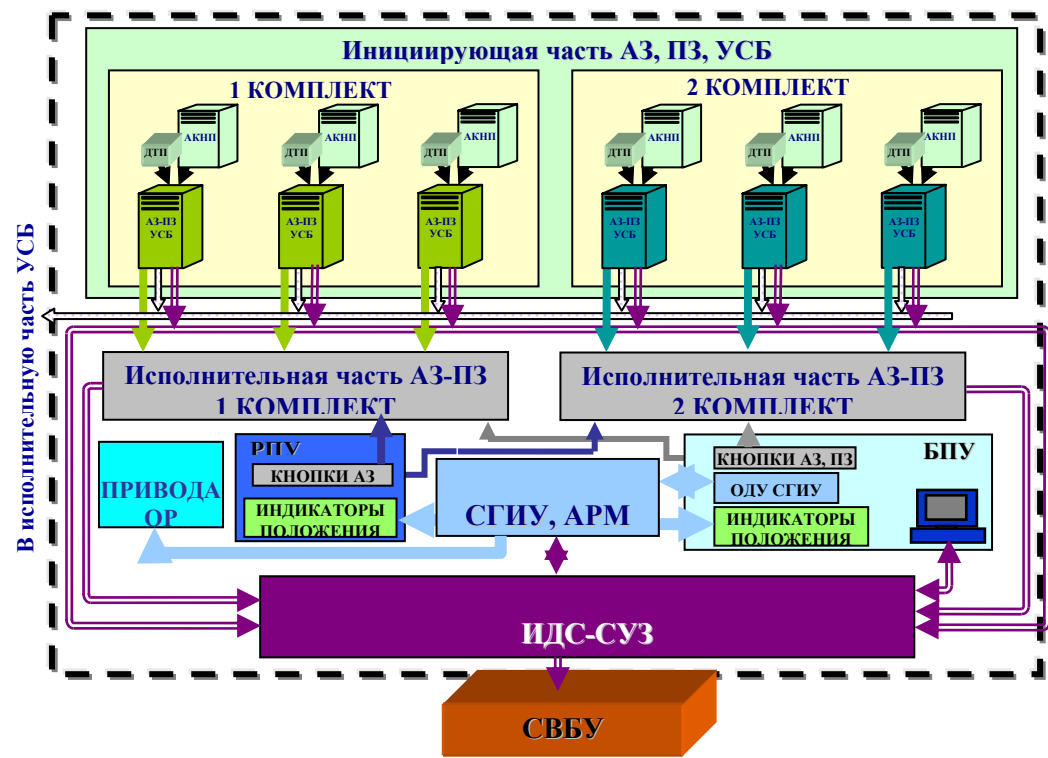


Рис.2. Структура комплекса оборудования СУЗ (вариант 2)

- информационную поддержку оперативного персонала БПУ по отображению информации по положению ОР и другой информации, необходимой оператору для ведения процесса управления;
- диагностику состояния оборудования с передачей обобщенных результатов диагностики для отображения на БПУ;
- информационную поддержку обслуживающего персонала при обнаружении и локализации неисправностей оборудования;
- регистрацию действий оператора по управлению РУ;
- передачу всей зарегистрированной информации в смежные системы и верхний уровень АСУТП энергоблока.

Кроме того, ИДС-СУЗ будет иметь в своем составе станцию отображения и протоколирования, вынесенную в зону обслуживающего персонала и позволяющую производить в рабочем порядке анализ всей зарегистрированной информации.

Отдельно следует сказать о совершенно новой разработке в рамках этого проекта – об оборудовании иницирующей части защит, разработанной ФГУП «НПП ВНИИЭМ» на базе микропроцессорной техники, а именно: на базе специально разработанных аппаратно-программных средств¹, отвечающих жестким требованиям российских и международных стандартов и правил, предъявляемых к цифровым системам класса безопасности 2.

Разработанные средства обеспечивают возможность реализации на их основе конфигураций программируемых контроллеров конкретного целевого назначения с минимальными затратами времени на проектирование.

Все компоненты базового ПО разработаны с учетом требований МЭК 60880 и РД ЭО 0554-2005 по 2-му классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97 для использования в составе оборудования данного класса безопасности.

Базовое программное обеспечение проходит процедуру верификации и валидации (включая независимый внешний аудит исходных текстов ПО).

¹ Протопопов М.В., Иванчук В.Б., Рахматуллин М.М. Базовые аппаратно-программные средства цифровой системы аварийной защиты реактора ВВЭР (см. настоящий том).

Выводы

1. Предлагаемый для проекта «АЭС-2006» цифровой комплекс оборудования СУЗ имеет следующие организационные и технические преимущества по сравнению с эксплуатируемыми на действующих АЭС:

- наличие единого поставщика, единого комплекта эксплуатационной документации;
- сдача заказчику в виде законченной системы «под ключ» по результатам комплексных испытаний на полигоне поставщика;
- объединение иницилирующей части аварийной защиты и запуска систем безопасности;
- реализация принципа разнообразия/диверситетности в подсистеме, реализующей защитные функции;
- наличие единой информационно-диагностической сети, являющейся мощным средством информационной поддержки персонала и обеспечивающей связь по стандартным интерфейсам со смежными системами и верхним уровнем АСУТП энергоблока.

2. Внедрение единого комплекса оборудования СУЗ позволит:

- сократить стоимость оборудования за счет его унификации, трудозатрат и затрат на приобретение составляющих его частей и расходов на эксплуатацию и дальнейшее сопровождение оборудования;
- сократить длительность пусконаладочных работ на АЭС;
- повысить конкурентоспособность, надежность и безопасность эксплуатации системы;
- сократить количество кабельных связей.