

The logo for IMPULSE, featuring the word in a bold, blue, sans-serif font. The letter 'I' is stylized with a small triangle at its top.

СЕВЕРОДОНЕЦКОЕ НПО «ИМПУЛЬС»

ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ СИСТЕМЫ
КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

СОДЕРЖАНИЕ

3. О ПРЕДПРИЯТИИ

9. ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЕРХНЕГО БЛОЧНОГО УРОВНЯ

11. СИСТЕМА ВНУТРИРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЯ

13. АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ НЕЙТРОННОГО ПОТОКА

15. КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ

17. СИСТЕМА ГРУППОВОГО И ИНДИВИДУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

19. АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ

21. УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ

24. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЕЙ «ТЕЧЬ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ИЗ ПЕРВОГО КОНТУРА
ВО ВТОРОЙ ЭКВИВАЛЕНТНЫМ СЕЧЕНИЕМ $Dy\ 100''$

25. УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕАКТОРНОГО И ТУРБИННОГО
ОТДЕЛЕНИЙ

26. АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ

28. СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБИНЫ

30. КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРВОГО КОНТУРА
РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

36. СИСТЕМА СОХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПРОЕКТНЫХ И ЗАПРОЕКТНЫХ АВАРИЙ
«ЧЕРНЫЙ ЯЩИК»

38. ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ОПЕРАТОРОВ

39. СИСТЕМА АВАРИЙНОГО И ПОСЛЕАВАРИЙНОГО МОНИТОРИНГА

41. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПА БОР-10 (БОРНОЙ КИСЛОТЫ)

46. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

46. ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ МСКУ-3

49. ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ МСКУ-4

53. УСТРОЙСТВО СВЯЗИ С ПАНЕЛЬЮ ОПЕРАТОРА УСПО

55. АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ – ШКАФ ДИСКРЕТНЫХ
СИГНАЛОВ ШДС

57. РЕЗЕРВИРОВАННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЛЕР – ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ И КОММУТАЦИИ ШУК

58. РАБОЧИЕ СТАНЦИИ ПС5140

61. НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА НКУ РТЗО-И

63. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ АВТОМАТЫ ИА-3, ИА-4

64. ЩИТОВОЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ РЕГИСТРАТОР РЩ-1

65. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИГНАЛОВ ПрС

66. ШЛЕЙФЫ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ И ТЕРМОКОНТРОЛЯ

67. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СКУ

73. ЛИЦЕНЗИИ, СЕРТИФИКАТЫ



О ПРЕДПРИЯТИИ

Северодонецкое научно-производственное объединение «Импульс» – разработчик, производитель и поставщик высоконадежных систем контроля и управления (СКУ), лидер рынка СКУ для атомной энергетики Украины.

Компания основана в 1956 году как базовое предприятие по разработке программно-технических комплексов для автоматизации технологических процессов. За более чем шестидесятилетнюю историю работы предприятием были разработаны и введены в эксплуатацию десятки тысяч систем контроля и управления для атомной и тепловой энергетики, железных дорог, нефтегазовой, химической, аэрокосмической промышленности, металлургии, машиностроения, геофизики, обороны и т. д.



1	Производство	288 чел.
2	НИОКР	223 чел.
3	Управление и инженерные службы	162 чел.
4	Службы обеспечения качества	67 чел.

ОПЫТ РАБОТЫ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ



СНПО «Импульс» работает в атомной энергетике с 1976 года. За это время сменилось несколько поколений разработчиков, был сформирован и постоянно обновляется коллектив профессионалов, обладающих опытом и навыками работы в особо ответственных отраслях. Этот опыт включает все этапы жизненного цикла систем автоматизации – от обследования объекта и проектирования до авторского сопровождения и технической поддержки эксплуатации.

Основная продукция СНПО «Импульс» – СКУ на базе технических средств автоматизации и программного обеспечения собственной разработки, в совокупности обеспечивающие выполнение всех функций, важных для безопасности энергоблоков атомных электростанций. СНПО «Импульс» является одной из немногих компаний в мире, обладающих техническими решениями и технологиями, позволяющими реализовать полнофункциональные цифровые АСУ ТП энергоблоков. Оборудование производства СНПО «Импульс» успешно эксплуатируется на энергоблоках АЭС Украины, Армении, Болгарии, России, Словакии и других стран.

93405, Украина, г. Северодонецк Луганской обл., пл. Победы, 2
 Телефон/факс: (+38-06452) 2-95-87
impuls@imp.lg.ua, www.imp.lg.ua

РЕФЕРЕНТНОСТЬ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ АЭС

СИСТЕМА	ОБЪЕКТ ВНЕДРЕНИЯ
Информационно-вычислительная система верхнего блочного уровня (ИВС)	Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4 Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-6 Кольская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Балаковская АЭС, энергоблоки №№ 1-4 Ростовская АЭС, энергоблок № 1
Система внутриреакторного контроля (СВРК)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-6 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4 Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
Аппаратура контроля нейтронного потока (АКНП)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-6 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1-3 Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4 Армянская АЭС, энергоблок № 2
Комплекс электрооборудования системы управления и защиты реакторов типа ВВЭР (КЭ СУЗ)	Кольская АЭС, энергоблок № 4
Система группового и индивидуального управления (СГИУ)	Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-3 Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2, 6 Кольская АЭС, энергоблок № 4 (в составе КЭ СУЗ)
Автоматический регулятор мощности (АРМ-И)	Кольская АЭС, энергоблок № 4 (в составе КЭ СУЗ)
Управляющая система безопасности энергоблока на жесткой логике (УСБ)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 3-5 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
Цифровая управляющая система безопасности технологическая (УСБТ)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5
Система автоматического регулирования управляющих систем безопасности (САР УСБ)	Хмельницкая АЭС, энергоблок № 2
Управляющая система нормальной эксплуатации энергоблока на жесткой логике (СНЭ)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 3, 4 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
Цифровая система нормальной эксплуатации реакторного и турбинного отделений (СНЭ РО, ТО)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5 Хмельницкая АЭС, энергоблок № 2
Автоматизированная система регулирования турбинного отделения (АСР ТО)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
Система регулирования турбины (СРТ)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
Комплексная система диагностики реакторной установки (КСД)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5 Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1-3
Система регистрации важных параметров эксплуатации (СРВПЭ, «Черный ящик»)	Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5
Центр технической поддержки операторов в аварийных ситуациях (ЦТП)	Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 3, 4 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
Система послеаварийного мониторинга реакторной установки (ПАМС)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4 Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
Система управления аварией «Течь теплоносителя из первого контура во второй» (СУА ТПКВ)	Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2 Хмельницкая АЭС, энергоблок № 2 Ровенская АЭС, энергоблок № 4
Система контроля концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты)	Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-3 Армянская АЭС, энергоблок № 2 Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5 Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1, 3 Хмельницкая АЭС, энергоблок № 1 АЭС «Моховце», энергоблоки №№ 3, 4

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СКУ АЭС

Совокупность систем контроля и управления производства СНПО «Импульс» обеспечивает выполнение всех функций, важных для безопасности энергоблоков АЭС:

- формирование и выдачу сигналов предупредительной и аварийной защит для снижения мощности и остановки реакторной установки;
- измерение нейтронной мощности и реактивности в различных режимах работы реакторной установки;
- контроль технологических параметров и идентификацию исходных событий, которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации и могут стать причиной нарушения условий безопасной эксплуатации энергоблока;
- выдачу команд защитных действий на исполнительные механизмы технологических систем безопасности;
- оповещение персонала о нарушениях нормальной эксплуатации и нарушениях условий безопасной эксплуатации энергоблока;
- контроль технического состояния и режимов работы технологического оборудования;
- контроль, отображение и документирование информации о параметрах, характеризующих работу реакторной установки и энергоблока в целом;
- автоматическое и дистанционное управление технологическими системами нормальной эксплуатации;
- сбор, обработку и хранение информации о возникновении нарушений нормальной эксплуатации и аварий, их развитии; фактических алгоритмах работы систем и элементов, важных для безопасности; действиях персонала по устранению обнаруженных нарушений;
- диагностирование технических средств и программного обеспечения СКУ, предоставление персоналу информации о неисправностях СКУ.



ДОЛГОСРОЧНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Начиная с самых ранних этапов разработки систем, СНПО «Импульс» активно сотрудничает с заказчиками для достижения наилучших результатов, а также обеспечивает авторское сопровождение в течение всего жизненного цикла оборудования и систем.

Сотрудничество при проектировании СКУ

Тесное сотрудничество разработчиков с эксплуатационным персоналом, проектными, регулирующими и научно-исследовательскими организациями при проектировании СКУ является гарантией того, что в результате будет разработана система, в которой учтены особенности конкретного объекта автоматизации.



Поддержка при вводе в эксплуатацию

Специалисты СНПО «Импульс» осуществляют шеф-монтаж оборудования и кабельных связей, а также участвуют в проведении тестирования и вводе в эксплуатацию СКУ, гарантируя экономичный, быстрый и безопасный запуск системы.

Сопровождение эксплуатации:

- постоянная техническая поддержка эксплуатационных служб;
- выполнение модификаций по запросу заказчика;
- выполнение гарантийных и послегарантийных ремонтов.

Постоянная техническая поддержка эксплуатационных служб:

- инженерно-техническая поддержка персонала эксплуатирующей организации в режиме «24 часа/7 дней в неделю»;
- консультации по эксплуатации и проведению технического обслуживания СКУ в межремонтный период работы энергоблока, периоды ППР и пуска энергоблока.



ПАРТНЕРЫ СНПО «ИМПУЛЬС» В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ



ГП «НАЭК «Энергоатом»



Государственная инспекция ядерного регулирования Украины



Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности



Государственный центр регулирования качества поставок и услуг Украины (ГП «Госцентркачества»)



Национальный Научный центр «Институт метрологии»



Институт ядерных исследований НАН Украины



ГП «Харьковский научно-исследовательский институт комплексной автоматизации»



ПАО «Киевский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт "Энергопроект"»



ОАО «Харьковский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт "Энергопроект"»



ООО «Научно-производственное объединение «Импульс-Киев»



Орган по сертификации продукции и систем качества СЕРТАТОМ



ПАО «ТУРБОАТОМ»



Framatome GmbH, Германия

PHOTONIS

Компания «Photonis», Франция

vúje

VUJE, a.s., Словакия



ŠKODA JS a.s., Чехия



ООД «Интерприборсервиз», Болгария



СЕ «Специална Енерготехника» ООД, Болгария



ОАО «Концерн Росэнергоатом», Россия

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

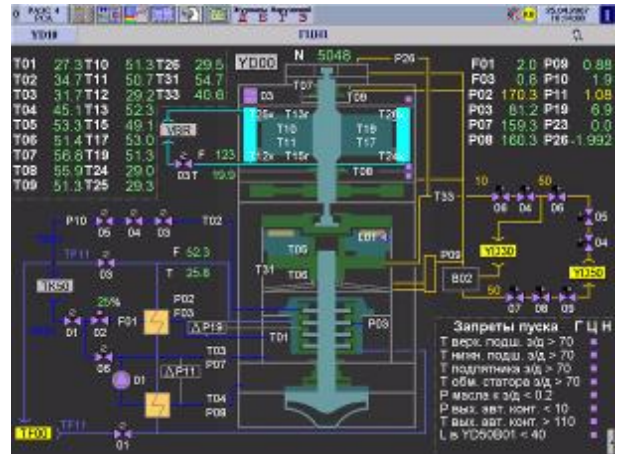
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ВЕРХНЕГО БЛОЧНОГО УРОВНЯ

Информационно-вычислительная система верхнего блочного уровня ИВС является одним из основных компонентов АСУ ТП энергоблоков с реакторами ВВЭР-440, ВВЭР-1000.

Функции ИВС:

- предоставление информации персоналу в оперативном контуре блочного щита управления и локальных постах управления;
- регистрация и документирование параметров технологического процесса во всех режимах работы блока;
- контроль критических функций безопасности;
- контроль основных параметров безопасности;
- выдача рекомендаций по управлению оборудованием в переходных режимах работы энергоблока;
- расчет и анализ технико-экономических показателей оборудования энергоблока;
- предоставление справочной информации о технологическом оборудовании и средствах АСУ ТП энергоблока;
- метрологическая калибровка измерительных каналов.

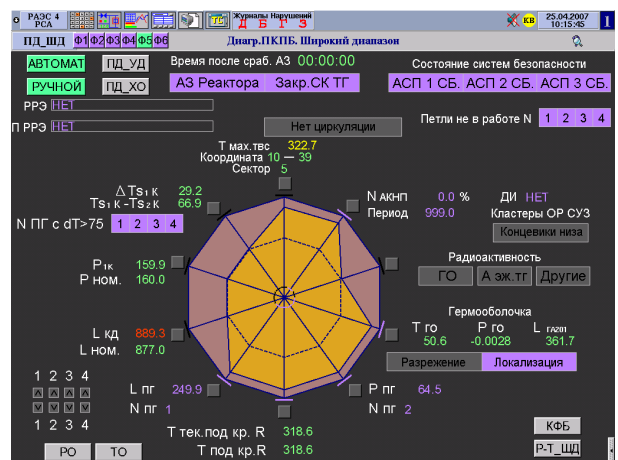


Состав ИВС:

- нижний уровень – реализован на базе отказоустойчивых промышленных контроллеров МСКУ-4;
- верхний уровень – реализован на базе промышленных рабочих станций ПС5140.

Преимущества системы:

- возможность поэтапной модернизации действующих ИВС с сохранением проектных функций;
- встроенные функции подсистемы представления параметров безопасности СППБ;
- применение унифицированных протоколов информационного обмена со смежными системами;
- широкий перечень дополнительных функций, адаптация эргономики управления под предпочтения эксплуатационного персонала;
- высокая степень апробации технических решений благодаря многолетнему опыту эксплуатации на энергоблоках АЭС;
- наличие встроенных автоматизированных средств калибровки измерительных каналов.



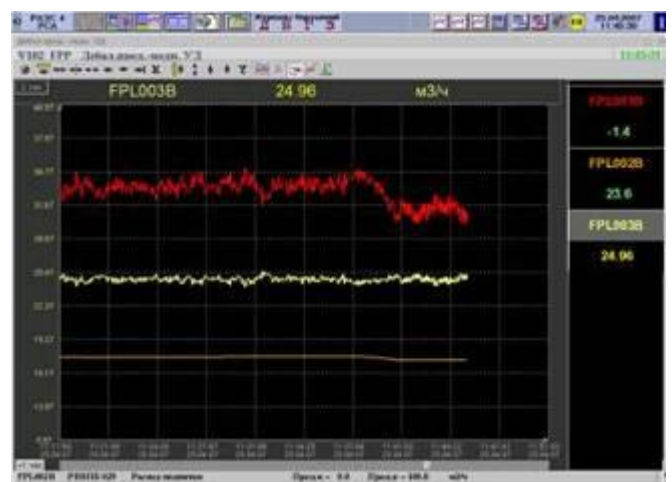
Класс безопасности – 3.
Категория безопасности – С.

Объекты внедрения:

- Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4
- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-6
- Кольская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Балаковская АЭС, энергоблоки №№ 1-4
- Ростовская АЭС, энергоблок № 1.



Оборудование ИВС, подготовленное для поставки на Запорожскую АЭС



Видеокадры РМОТ ИВС

СИСТЕМА ВНУТРИРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЯ

Система внутрореакторного контроля СВРК-М обеспечивает контроль нейтронно-физических и теплогидравлических параметров первого контура реакторной установки (РУ), а также информационную поддержку оператора для оптимизации протекания технологических процессов РУ.

Функции СВРК-М:

- циклический сбор данных от внутрореакторных и общетехнологических датчиков РУ;
- корректировка инерционности сигналов датчиков прямого заряда;
- расчеты нейтронно-физических и теплогидравлических параметров активной зоны и первого контура РУ;
- контроль текущих параметров и формирование сигналов об отклонениях от границ технологических уставок;
- отображение параметров состояния активной зоны и РУ в форме видеодиаграмм, протоколов и графиков;
- ведение архива измеренных и вычисленных параметров, а также дискретных событий и признаков отклонения от границ уставок;
- оперативная оценка параметров распределения энерговыделения по высоте активной зоны и сравнение их с уставками, зависящими от степени выгорания топлива;
- передача сигнала ПЗ-2 в систему управления и защиты при превышении границ уставок локального энерговыделения и/или запаса до кризиса теплообмена;
- текущий непрерывный прогноз распределения энерговыделения;
- прогноз распределения энерговыделения по запросу оператора при заданных управляющих воздействиях;
- контроль качества оперативного восстановления поля энерговыделения.



ПС5140

Состав СВРК-М:

- нижний уровень – реализован на базе отказоустойчивых промышленных контроллеров МСКУ-4;
- верхний уровень – реализован на базе промышленных рабочих станций ПС5140 с применением резервированных коммутаторов Ethernet для связи с нижним уровнем.

Преимущества системы:

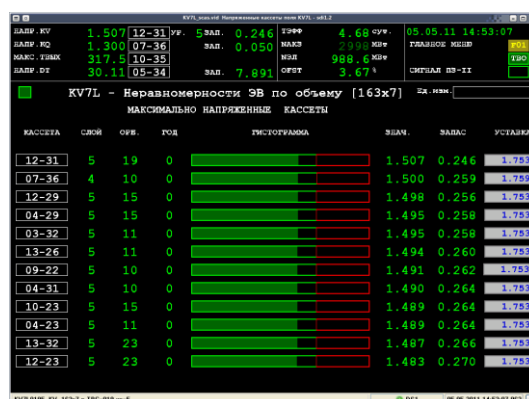
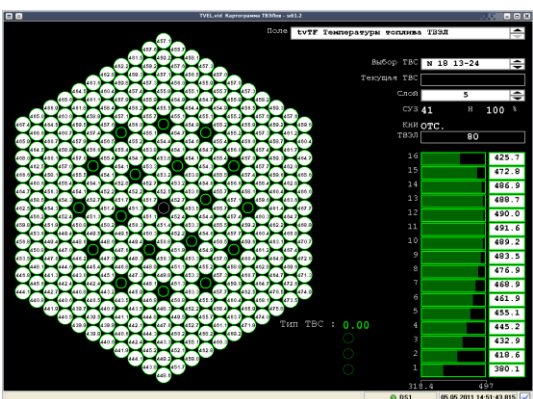
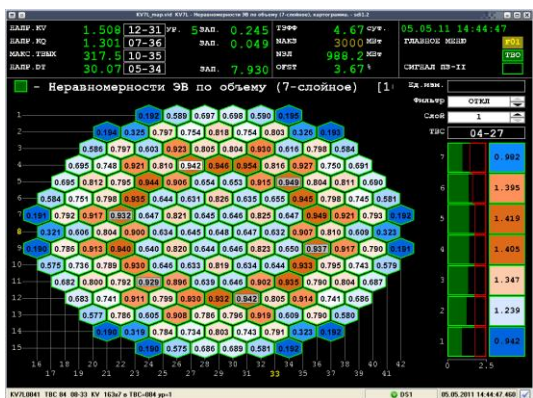
- возможность контроля нейтронно-физических и теплогидравлических параметров активной зоны в стационарных и переходных режимах, в том числе в режимах работы энергоблока на повышенной мощности;
- возможность контроля активных зон с топливом ТВС-WR производства компании Westinghouse, включая активные зоны со «смешанными» нагрузками (модификация СВРК-М с интеграцией программных и технических средств подсистемы физических расчетов «BEACON» эксплуатируется на Запорожской АЭС);
- информационная поддержка оператора для эксплуатации АЭС в маневровых режимах;
- возможность внедрения новых топливных циклов;

- высокая степень апробации технических решений благодаря многолетнему опыту эксплуатации на энергоблоках АЭС.

Класс безопасности – 3.
 Категория безопасности – В.

Объекты внедрения:

- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-6
- Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4
- Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2



Видеокадры PMOT СВРК

АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ НЕЙТРОННОГО ПОТОКА



Аппаратура контроля нейтронного потока АКНП-ИФ входит в состав системы управления и защит (СУЗ) энергоблоков АЭС.

Функции АКНП-ИФ:

- контроль, непрерывная регистрация и архивирование текущих значений относительной физической мощности реактора, скорости (периода) ее изменения и реактивности;
- формирование дискретных сигналов превышения уставок аварийной и предупредительной защит, уставок управления и регулирования по относительной физической мощности и периоду для СУЗ и подсистем АСУ ТП энергоблока;
- представление в оптическом и акустическом виде аналоговых и дискретных сигналов операторам блочного, резервного щитов управления и перегрузочной машины, обслуживающему персоналу;
- автоматическая корректировка измерений нейтронной мощности с учетом теплофизических и других параметров, характеризующих состояние реакторной установки;
- контроль фиксации внутрикорпусных устройств по результатам анализа флуктуаций сигналов нейтронных детекторов;
- контроль подкритичности реакторной установки.

Состав АКНП-ИФ:

- два комплекта АКНП-ИФ АПЗ-СКП для СУЗ и блочного щита управления;
- один комплект АКНП-ИФ РЩУ для резервного щита управления.

В каждый комплект входит три независимых канала контроля нейтронного потока. Каждый канал контроля нейтронного потока включает в себя:

- устройства детектирования в составе:
 - блоки детектирования на базе ионизационных камер (для пускового и рабочего диапазонов), борных или гелиевых коронных радиационно-стойких высокочувствительных счетчиков нейтронов (для системы контроля перегрузки топлива СКП);
 - блоки усиления и преобразования сигналов в цифровой код;
- устройство накопления и обработки;



- устройство ввода уставок мощности;
- устройства регистрации и отображения на блочном щите управления и пульте перегрузочной машины для отображения и архивирования текущих параметров, а также для передачи информации в смежные системы энергоблока – общие для трех каналов контроля нейтронного потока.



Блок детектирования для пускового и рабочего диапазонов



Блок детектирования для СКП

Преимущества АКНП-ИФ:

- автоматизация калибровки каналов контроля плотности нейтронного потока в процессе эксплуатации АКНП-ИФ при помощи метрологически аттестованного имитатора кинетики реактора, разработанного СНПО «Импульс» (имитация сигналов осуществляется во всем диапазоне контроля нейтронного потока без необходимости доступа к датчикам в зоне ограниченного доступа);
- высокая точность благодаря применению высокочувствительных борных и гелиевых датчиков нейтронов;
- интеграция системы контроля перегрузки топлива в состав АКНП;
- отсутствие влияния остаточных показаний устройств детектирования после работы на мощности благодаря использованию флуктуационного режима ионизационной камеры;
- возможность оперативной тарировки показаний мощности на БЩУ с автоматическим пересчетом коэффициентов тарировки;
- высокая отказоустойчивость системы благодаря применению резервированных технических средств и диверсного программного обеспечения.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Объекты внедрения:

- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-6
- Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4
- Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1-3
- Армянская АЭС, энергоблок № 2

КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СУЗ

Комплекс электрооборудования системы управления и защиты КЭ СУЗ объединяет в себе функции СГИУ и АРМ-И и является исполнительной частью СУЗ энергоблоков АЭС.



Функции КЭ СУЗ:

- функции СГИУ – автоматическое управление перемещением органов регулирования (ОР) СУЗ по сигналам защит, дистанционное управление перемещением ОР СУЗ по командам оператора, АРМ-И, индикация текущего положения и состояния ОР СУЗ на БЩУ и РЩУ;
- функции АРМ-И – автоматическое регулирование мощности РУ и давления в ГПК;
- гарантированное электропитание приводов СУЗ и аппаратуры КЭ СУЗ;
- регистрация и визуализация параметров, их изменений и нарушений;
- передача информации в смежные системы.

Состав КЭ СУЗ:

- исполнительная часть аварийной защиты, состоящая из двух резервированных диверсных комплектов;
- система группового и индивидуального управления органами регулирования СГИУ;
- автоматический регулятор мощности АРМ-И;
- подсистема электропитания;
- информационно-диагностическое оборудование.

Преимущества КЭ СУЗ:

- исключение ложного срабатывания АЗ благодаря применению трех независимых каналов аварийных команд на «жесткой» логике;
- применение принципа диверсности (блоки защит, промежуточные реле и силовые контакторы первого и второго комплекта исполнительной части АЗ-ПЗ выполнены с использованием различной элементной базы);
- возможность оперативного переключения любого привода и датчика положения ОР СУЗ на резервные каналы силового управления и контроля положения;

- автоматизированная поддержка проведения физических экспериментов.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Объекты внедрения:

Кольская АЭС, энергоблок № 4

СИСТЕМА ГРУППОВОГО И ИНДИВИДУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Система группового и индивидуального управления СГИУ является исполнительной частью СУЗ энергоблоков АЭС.

Функции СГИУ:

- автоматическое управление перемещением ОР по сигналам защит, автоматического регулятора мощности или по командам оператора;
- индикация текущего положения и состояния ОР на блочном и резервном щитах управления;
- регистрация, визуализация и архивирование параметров;
- передача информации в смежные системы энергоблока.



Состав СГИУ:

- подсистема группового и индивидуального управления;
- подсистема формирования команд защит на «жесткой логике»;
- подсистема контроля положения ОР СУЗ и индивидуального электропитания датчиков положения;
- подсистема управления приводами с устройствами силового питания приводов;
- подсистема электропитания, обеспечивающая гарантированное силовое, резервное и оперативное электропитание;
- оборудование щитов управления (пульт ручного управления, компьютеризированный пульт оперативного наблюдения и комплект индикаторов положения для щитов управления);
- сервер контроля и диагностирования.

Преимущества системы:

- дублированное исполнение каждого канала силового управления приводом с обеспечением «горячего» резервирования функций защит и управления за счет автоматического безударного перехода управления приводом с отказавшего канала на резервный с сохранением всех функций управления;
- управление приводами различных типов с возможностью переключения;
- возможность управления ОР во всех режимах ручного и автоматического управления, а также режимах защиты РУ;
- электропитание силового оборудования постоянным током, что позволяет исключить механический АВР и обеспечить безударный переход с основного ввода электропитания на резервный при отказе или снижении напряжения на основном вводе;
- автоматизированная поддержка проведения физического эксперимента по проверке эффективности ОР СУЗ;
- развитая система диагностирования с определением и регистрацией пропуска шагов, проскальзывания, заклинивания кластера;
- включение в комплект поставки стенда для испытаний приводов СУЗ.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Объекты внедрения:

- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-3
- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2, 6
- Кольская АЭС, энергоблок № 4 (в составе КЭ СУЗ)

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ

Автоматический регулятор мощности АРМ-И предназначен для автоматического регулирования мощности реактора.

Функции АРМ-И:

- автоматическое регулирование мощности РУ и ограничение мощности РУ в зависимости от давления в главных паровых коллекторах (ГПК);
- автоматическое регулирование давления в ГПК;
- ввод и архивирование значений технологических параметров и текущих данных (режимы работы и регулирования, управляющие и информационные сигналы во внешние системы, техническое состояние оборудования АРМ-И и т. д.);
- отображение на экране устройства регистрации и отображения (УРО) данных о ходе технологического процесса;
- визуальная сигнализация формирования управляющих воздействий АРМ-И, изменения условий эксплуатации, режимов работы и регулирования, изменения технического состояния каналов АРМ-И;
- отображение трендов параметров, протоколов проверки состояния и настроек каналов АРМ-И;
- поддержка действий персонала при изменении настроек каналов АРМ-И;
- отображение на дисплее рабочего места эксплуатационного персонала текущих технологических и диагностических данных о состоянии АРМ-И в текстовой, цифровой и графической форме.

Состав АРМ-И:

- подсистема автоматического регулирования – формирует управляющие воздействия для поддержания технологических параметров в соответствии с заданными алгоритмами регулирования (состоит из трех каналов автоматического регулирования мощности, реализованных на базе промышленных контроллеров серии МСКУ);
- подсистема связи с оператором – служит для выбора режима работы и регулирования, сигнализации состояния АРМ-И (реализована на базе ключа выбора режима работы и блока ключей и индикаторов, размещаемых на блочном щите управления);
- подсистема технического диагностирования и архивирования – служит для хранения, отображения и архивирования технологической и диагностической информации, а также для изменения настраиваемых параметров функционирования АРМ-И (реализована на базе УРО, встроенного в устройство автоматического регулирования мощности, и удаленной рабочей станции);



Устройство автоматического регулирования мощности



Устройство регистрации и отображения



Ключ выбора режима работы

- подсистема коммутации – служит для организации внутрисистемных обменов сообщениями между каналами АРМ, УРО и удаленной рабочей станцией (реализована на базе сетевого оборудования устройства автоматического регулирования мощности (УАРМ) – коммутатора и преобразователя локальной сети).

Преимущества АРМ-И:

- формирование управляющих воздействий по мажоритарному принципу "2 из 3";
- возможность автоматического регулирования мощности реактора в трех режимах – поддержание заданного значения плотности нейтронного потока, поддержание заданного значения давления в ГПК, ограничение мощности в зависимости от давления в ГПК;
- автоматизация выполнения неоперативных проверок работоспособности и калибровки измерительных каналов УАРМ.



Блок ключей и индикаторов

Класс безопасности – 3.
Категория безопасности – В.

Объекты внедрения:

Кольская АЭС, энергоблок № 4 (в составе КЭ СУЗ)

УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ

Цифровая управляющая система безопасности технологическая УСБТ энергоблоков АЭС предназначена для инициирования срабатывания и управления системами безопасности.

Функции УСБТ:

- контроль технологических параметров и идентификация исходных событий посредством первичной обработки входных сигналов и формирования токовых сигналов в трех взаимно резервирующих каналах МСКУ;
- формирование последовательности команд защитных действий по логике «2/4», предусмотренных для обнаруженного исходного события (защиты САОЗ, ИПК компенсатора давления, расхолаживание (БРУ-А), защиты ИПК САОЗ, алгоритмы ступенчатого пуска дизель-генератора и др.);
- формирование команд технологических защит и блокировок по логике «2/3», «2/2», «1/2», «1/1» (защиты и блокировки систем паропроводов и питательных трубопроводов, БЗОК, системы технической воды, газодувок, вентиляционных систем и кондиционирования, маслонасосов и др.);
- автоматическое регулирование технологических параметров;
- автоматическое управление исполнительными механизмами (ИМ);
- дистанционное управление и индикация состояния ИМ на БЩУ, РЩУ;
- формирование технологической и вызывной сигнализации на БЩУ, РЩУ;
- передача в ИВС энергоблока данных о значениях технологических параметров, состоянии защит, блокировок и ИМ, диагностических данных;
- визуализация, архивирование и протоколирование текущих данных.

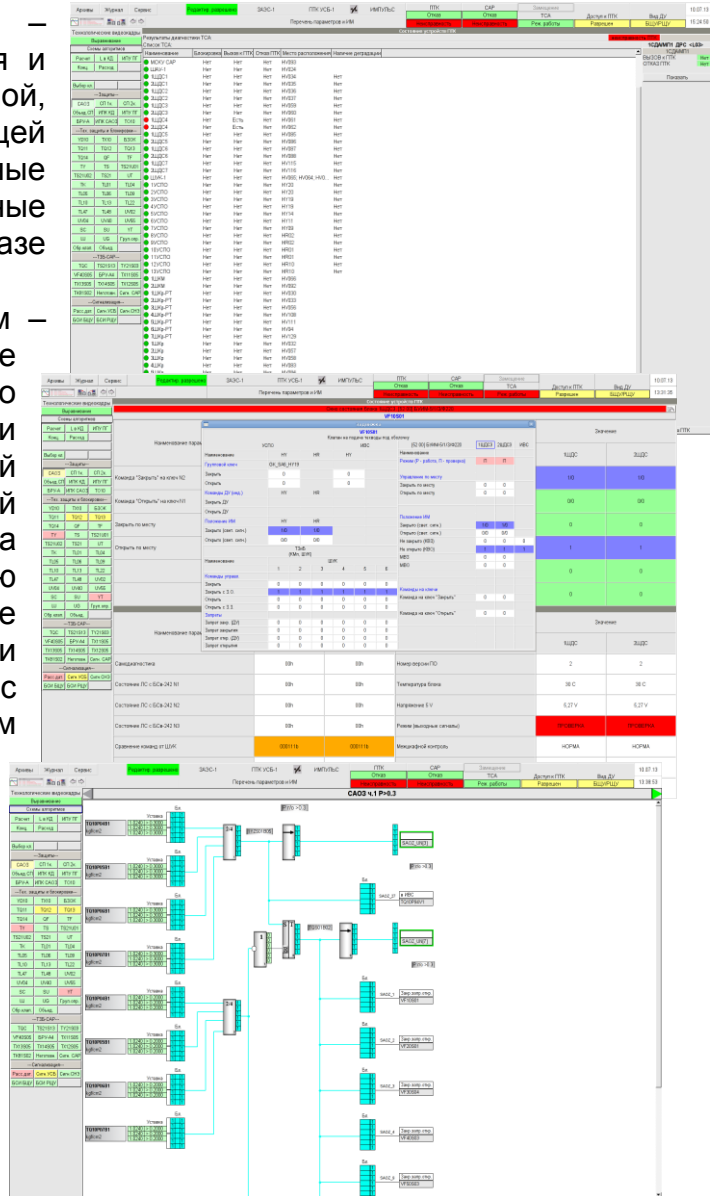
Состав УСБТ:

- подсистема контрольно-измерительных приборов и распределителей токовых сигналов – выполняет первичную обработку входных сигналов с обеспечением резервированного питания первичных преобразователей, формирует токовые сигналы для внешних потребителей (реализована на базе промышленных контроллеров серии МСКУ);
- подсистема управления и коммутации – обеспечивает выдачу последовательности команд защитных действий, команд технологических защит, блокировок и сигнализации, а также организацию внутрисистемных обменов информацией между компонентами УСБТ по цифровым радиальным оптоволоконным линиям связи (реализована на базе шкафов ШУК);
- подсистема автоматического регулирования – обеспечивает формирование управляющих воздействий для поддержания технологических параметров



(давления в парогенераторах, скорости расхолаживания первого контура, уровня в парогенераторах в аварийных режимах и др.) в соответствии с заданными алгоритмами регулирования, контроль исправности каналов ввода аналоговых сигналов и реализацию заданных алгоритмов управления при наличии отказов (включает МСКУ САР, реализованный на базе промышленного контроллера МСКУ, и инженерную станцию ИС САР, реализованную на базе рабочей станции ПС5140). Подсистема САР, дополненная оборудованием связи с панелью оператора, может поставляться отдельно в виде системы САР УСБ;

- подсистема управления ИМ – формирует сигналы управления и состояния ИМ запорной, пневмоотсечной, регулирующей арматуры, дискретные выходные сигналы, передаваемые в смежные подсистемы (реализована на базе шкафов ШДС и ШКр);
- подсистема связи с оператором – обеспечивает выполнение функций дистанционного управления ИМ, индикации состояния ИМ, технологической сигнализации и вызывной сигнализации (реализована на базе устройств связи с панелью оператора (выносные контроллеры УСПО на БЩУ) и панелей сигнализации с проектно-компонованным набором табло);
- подсистема технического диагностирования и архивирования – обеспечивает прием, обработку, визуализацию, архивирование и протоколирование данных о состоянии технологических параметров, ИМ и данных технического диагностирования УСБТ, настройку оперативно изменяемых параметров и передачу текущих данных в сеть верхнего уровня ИВС энергоблока (включает серверы диагностирования и архивирования, реализованные на базе рабочей станции ПС5140).



Преимущества системы:

- высокая отказоустойчивость благодаря применению резервированных технических средств (трехканальные промышленные контроллеры МСКУ, резервированные УСПО, ШДС, ШУК и рабочие станции);
- эргономичный и интуитивно понятный операторский интерфейс;
- высокий уровень защищенности системы от киберугроз;
- удобство эксплуатации и технического обслуживания благодаря применению модульной структуры компонентов системы с возможностью быстрой замены неисправных модулей.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Объекты внедрения:

Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1- 5

Хмельницкая АЭС, энергоблок № 2 (в объеме САР УСБ)

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЕЙ «ТЕЧЬ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ИЗ ПЕРВОГО КОНТУРА ВО ВТОРОЙ ЭКВИВАЛЕНТНЫМ СЕЧЕНИЕМ Ду 100»

Система управления аварией «Течь теплоносителя из первого контура во второй эквивалентным сечением Ду 100» СУА ТПКВ предназначена для диагностирования течей из первого во второй контур энергоблока АЭС, идентификации аварийных парогенераторов и автоматизации алгоритма по их локализации.

Функции СУА ТПКВ:

- измерение активности острого пара (γ -фона) в парогенераторах;
- прием и первичная обработка аналоговых и дискретных сигналов от смежных систем (СНЭ, УСБ, АЗ-ПЗ, БЩУ);
- выполнение вычислительных и логических операций в соответствии с алгоритмом управления аварией, согласованным с регулятором в сфере ядерной энергетики;
- формирование и выдача команд управления (сигналов включения, запрета включения) исполнительными механизмами СНЭ, УСБ;
- сигнализация о работе системы на щитах управления;
- передача в ИВС данных о значениях технологических параметров, состоянии оборудования и результатах самодиагностики.

Состав СУА ТПКВ:

- четыре устройства сбора и обработки данных на базе промышленных контроллеров серии МСКУ;
- коммутаторы локальной сети, инженерно-диагностическая станция и удаленная диагностическая станция на базе рабочих станций ПС5140.



Преимущества системы:

- уменьшение количества ручных операций, выполняемых оперативным персоналом, и минимизация возможных ошибочных действий персонала в случае аварии;
- надежная изоляция поврежденного парогенератора;
- исключение возможности работы паросбросных устройств аварийного парогенератора на пароводяной смеси и воде, исключение выхода радиоактивного теплоносителя первого контура в окружающую среду;
- достоверность результатов измерений благодаря использованию трех блоков детектирования для каждого парогенератора;
- возможность автономной проверки функционирования методом имитации сигналов на входах алгоритмов управления аварией с отображением хода проверки на блок-схеме проверяемого алгоритма;
- возможность интеграции СУА ТПКВ и УСБТ.

Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – В.

Объекты внедрения:

- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Хмельницкая АЭС, энергоблок № 2
- Ровенская АЭС, энергоблок № 4

УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕАКТОРНОГО И ТУРБИННОГО ОТДЕЛЕНИЙ

Цифровые управляющие системы нормальной эксплуатации реакторного и турбинного отделений УСНЭ РО, УСНЭ ТО предназначены для реализации функций управления нормальной эксплуатацией технологических систем энергоблоков АЭС.

Функции УСНЭ:

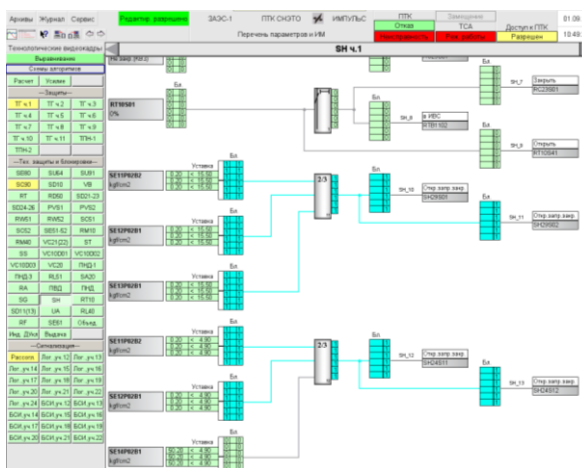
- первичная обработка входных сигналов и формирование токовых сигналов;
- формирование команд согласно алгоритмам технологических защит, блокировок и сигнализации;
- автоматическое регулирование технологических параметров с возможностью изменения настроек с рабочего места оператора САР на БЩУ;
- дистанционное управление и индикация состояний исполнительных механизмов;
- визуализация, архивирование и протоколирование текущей технологической и диагностической информации;
- передача в ИВС энергоблока данных о значениях технологических параметров, состоянии защит, блокировок и ИМ, диагностических данных.



Состав УСНЭ:

- подсистема контрольно-измерительных приборов и распределителей токовых сигналов;
- подсистема управления и коммутации;
- подсистема автоматического регулирования;
- подсистема управления ИМ;
- подсистема связи с оператором;
- подсистема технического диагностирования и архивирования.

Технические средства, на которых построены программно-технические комплексы УСНЭ РО и УСНЭ ТО производства СНПО «Импульс», аналогичны техническим средствам из состава УСБТ (за исключением диверсных комплектов) и имеют те же преимущества.



Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – В.

Объекты внедрения:

- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5
- Хмельницкая АЭС, энергоблок № 2

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Функции АСР ТО:

- автоматическое регулирование технологических параметров турбинного отделения;
- функционально-групповое управление электрогидравлической системой регулирования турбины;
- дистанционное управление исполнительными механизмами;
- блокировка регуляторов и регулирующих клапанов;
- технологическая и вызывная сигнализация;
- визуализация и архивирование данных о значениях технологических параметров, состоянии блокировок и исполнительных механизмов;
- передача в ИВС данных о значениях технологических параметров, состоянии блокировок и исполнительных механизмов.



Состав АСР ТО:

- подсистема управления – обеспечивает реализацию алгоритмов по функциям блокировок и технологической сигнализации с выдачей команд управления в аппаратуру управления ИМ, а также передачу технологических и диагностических данных в сервер диагностирования и архивирования (реализована на базе шкафов управления и коммутации ШУК);
- подсистема автоматического регулирования (АСР) – обеспечивает реализацию алгоритмов АСР и выдачу команд АСР в подсистему управления (включает МСКУ АСР, реализованный на базе промышленного контроллера МСКУ, инженерную станцию ИС АСР, реализованную на базе рабочей станции ПС5140, и рабочее место оператора РМ АСР на БЩУ);
- подсистема управления ИМ – служит для управления ИМ запорной и регулирующей арматуры (реализована на базе шкафов дискретных сигналов ШДС);
- подсистема связи с оператором – предназначена для приема команд управления индикацией от подсистемы управления, передачи в подсистему управления команд дистанционного управления от ключей, выдачи сигналов индикации положения ИМ (реализована на базе устройств связи с панелью оператора УСПО);



PM АСР

- подсистема технического диагностирования и архивирования – обеспечивает прием, обработку, визуализацию, архивирование и протоколирование данных о состоянии технологических параметров, ИМ и данных технического диагностирования АСР ТО, а также настройку оперативно изменяемых параметров (включает серверы диагностирования и архивирования, реализованные на базе рабочей станции ПС5140).



ПС5140 (АСР ТО)

Преимущества системы:

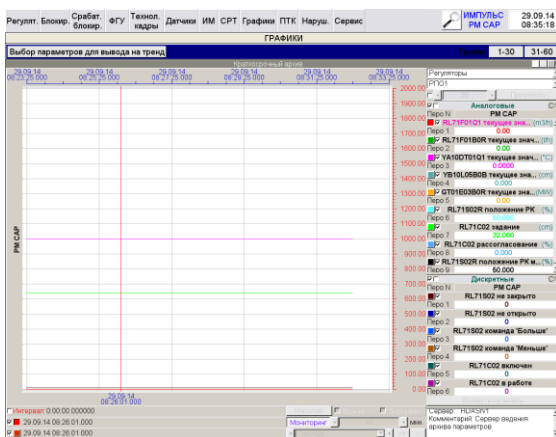
- высокая отказоустойчивость благодаря применению резервированных технических средств (трехканальные промышленные контроллеры МСКУ, резервированные УСПО, ШДС, ШУК и рабочие станции);
- реализация обмена данными между подсистемами по резервированным оптоволоконным линиям связи;
- возможность обмена данными с ПТК СНЭ ТО по цифровому каналу;
- эргономичный и интуитивно понятный операторский интерфейс;
- удобство эксплуатации и технического обслуживания благодаря применению модульной структуры компонентов системы с возможностью быстрой замены неисправных модулей.

Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – В.

Объекты внедрения:

Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2



Видеокарты PM CAP

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБИНЫ



Функции СРТ:

- автоматический и полуавтоматический разворот турбины;
- синхронизация турбогенератора (ТГ) с электрической сетью;
- нагружение или разгружение ТГ с заданным оператором темпом;
- поддержание на заданном уровне параметров турбогенератора (частота вращения – точность регулирования не хуже ± 10 об/мин, мощность – точность регулирования не хуже ± 10 МВт, давление пара в главном паровом коллекторе – точность регулирования не хуже $\pm 0,5$ кгс/см²) в пусковых и эксплуатационных режимах;
- обеспечение разгружения ТГ в режимах сброса нагрузки при работе технологических защит турбинной, реакторной установки или защит генератора;
- дистанционное управление регулируемыми клапанами турбины по командам оператора;
- выполнение следующих защитных действий:
 - предотвращение недопустимого повышения частоты вращения турбины при сбросах нагрузки;
 - перевод турбины на холостой ход либо собственные нужды с поддержанием номинальной частоты вращения после сброса нагрузки;
 - формирование защит при превышении допустимой частоты вращения турбины;
 - ограничение плановых изменений мощности.



ШЭРС-1

Состав СРТ:

- шкаф электронного регулятора скорости ШЭРС-1, шкаф системы регулирования турбины ШСРТ-1, реализованные на базе промышленных контроллеров МСКУ;
- сервер диагностирования и архивирования, инженерная станция системы автоматического регулирования, реализованные на базе рабочих станций ПС5140;
- рабочие места оператора РМО.

Преимущества системы:

- надежное выполнение функций электронного автомата безопасности (удержание турбины на уровне мощности, который имелся в момент отказа основной электрогидравлической системы регулирования);
- высокое быстродействие (длительность основного цикла работы – 10 мс, время реакции на дискретные сигналы от противоаварийной автоматики и сигналы положения выключателя генератора – не более 5 мс, время формирования сигнала «Защита по частоте вращения ротора ТГ» от исходного события (изменение частоты) – не более 5 мс);
- возможность поставки в составе УСНЭ ТО, что уменьшает количество оборудования за счет применения в СРТ рабочих станций УСНЭ;
- возможность работы в трех режимах:
 - с использованием электронной части электрогидравлической системы регулирования;
 - с использованием электронного регулятора скорости;
 - в режиме ручного управления.

Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – В.

Объекты внедрения:

Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2



ШСРТ-1

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРВОГО КОНТУРА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ



Функции КСД:

- углубленное комплексное техническое диагностирование основного оборудования первого контура РУ путем сопоставления и анализа диагностической информации, полученной от систем контроля и управления энергоблока, локальных систем диагностики и собственных баз данных;
- обеспечение централизованного доступа инженера-диагноста к оперативной и архивной диагностической информации, поступающей от различных источников (ИВС, ЛСД, АСРК и др.) и позволяющей определять и прогнозировать техническое состояние эксплуатируемого оборудования первого контура РУ;
- передача в локальную вычислительную сеть энергоблока параметров для предоставления персоналу.

Состав КСД:

- система верхнего уровня КСД в составе:
 - дублированный вычислительный сервер КСД на базе двух взаиморезервирующих рабочих станций;
 - рабочее место инженера-диагноста КСД на базе двух взаиморезервирующих рабочих станций;
- система виброшумовой диагностики СВРШД;
- система обнаружения свободных и слабозакрепленных предметов СОСП;
- система контроля протечек теплоносителя первого контура РУ СКПТ;
- система виброконтроля и диагностики главных циркуляционных насосов СВКД ГЦН;
- система диагностирования остаточного ресурса оборудования РУ СДОР;
- система контроля перемещения трубопроводов СКПТр.



Рабочая станция

Система виброшумовой диагностики СВРЩД

Система предназначена для мониторинга и диагностирования вибрационного состояния оборудования первого контура РУ, контроля:

- траектории теплового перемещения основного оборудования первого контура РУ в режимах разогрева-расхолаживания для выявления нештатных траекторий перемещений, вызванных дефектами опор контролируемого оборудования;
- вибрационного состояния основного оборудования первого контура РУ, включая корпус реактора, с целью выявления аномальных вибраций, вызванных изменением жесткостных характеристик опор, ослаблением узлов крепления оборудования или возрастанием вынуждающих вибрацию сил;
- вибрационного состояния ТВС с целью выявления аномальных вибраций, вызванных ослаблением узлов крепления или возросшим влиянием со стороны теплоносителя;
- вибрационного состояния шахты реактора с целью выявления аномальных вибраций, вызванных износом узлов крепления или возросшим влиянием со стороны теплоносителя.

Функции СВРЩД:

- ввод, преобразование и сравнение с уставками сигналов от датчиков вибрации, виброперемещения, блоков детектирования нейтронов и датчиков прямого заряда (возможность приема шумовых сигналов от всех датчиков ДПЗ РУ – 448 сигналов);
- прием информации о технологических параметрах РУ от ИВС энергоблока;
- архивирование данных мониторинга и диагностики;
- расчетное диагностирование вибрационного состояния с учетом текущих и архивных данных, формирование отчетов;
- передача в вычислительный сервер КСД информации о состоянии диагностируемого оборудования.

Состав СВРЩД:

- вибропреобразователи пьезоэлектрические, датчики относительных перемещений, блоки детектирования;
- преобразователи сигналов детекторов нейтронов ПСДН-3;
- измерительная техника на базе аппаратуры комплексной системы диагностики АКСД.2;
- вычислительный сервер СВРЩД на базе рабочей станции ПС5140.

Объект диагностирования		Управление диагностированием		Результаты диагностирования		
Сценарий	Текущий режим	Выполнить до запросу	Период автоматически (мин)	Отчет открыть	По группе	Диагнозы
Корпус РУ	Выполняется	Выполнить	30	Отчет	Норм	Не сформирован
ТВС	Остановлен	Выполнить	30	Отчет	Норм	Норм
ВКУ	Остановлен	Выполнить	30	Отчет	Норм	Норм
Ост.оборудование петля	Остановлен	Выполнить	30	Отчет	Норм	Норм
АСВ	Остановлен	Выполнить	30	Отчет	Норм	Норм



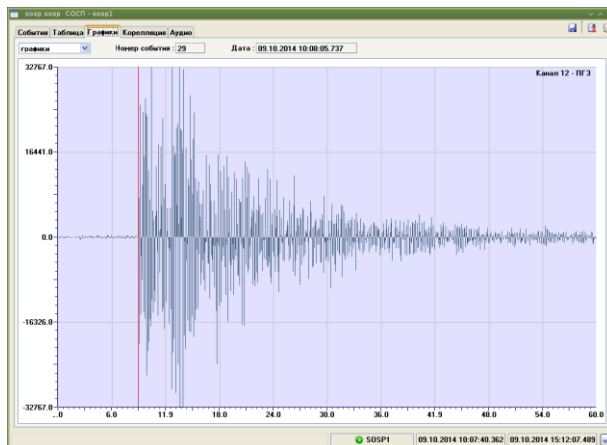
АКСД.2

Система обнаружения свободных и слабозакрепленных предметов СОСП

Система предназначена для раннего обнаружения и определения места нахождения в потоке теплоносителя свободно перемещающихся предметов и деталей оборудования с ослабленным креплением с использованием акустических датчиков, установленных на поверхности оборудования первого контура РУ.

Функции СОСП:

- ввод, преобразование и сравнение с уставками шумовых сигналов от акустических датчиков;
- контроль корпусного шума основного оборудования и трубопроводов первого контура РУ, определение наличия в потоке теплоносителя свободных и слабозакрепленных предметов массой от 0,05 кг и более на расстоянии 1 м от первичного преобразователя;
- архивирование данных, прослушивание и запись акустических сигналов;
- контроль работоспособности каналов приема и обработки сигналов датчиков;
- предоставление результатов диагностирования оператору и передача в вычислительный сервер КСД.



Состав СОСП:

- акустические датчики (пьезоэлектрические вибропреобразователи);
- импульсные молотки;
- станция электропитания импульсных молотков;
- измерительная техника на базе аппаратуры комплексной системы диагностики АКСД.2;
- вычислительный сервер СОСП на базе рабочей станции ПС5140.

Система контроля протечек теплоносителя первого контура СКПТ

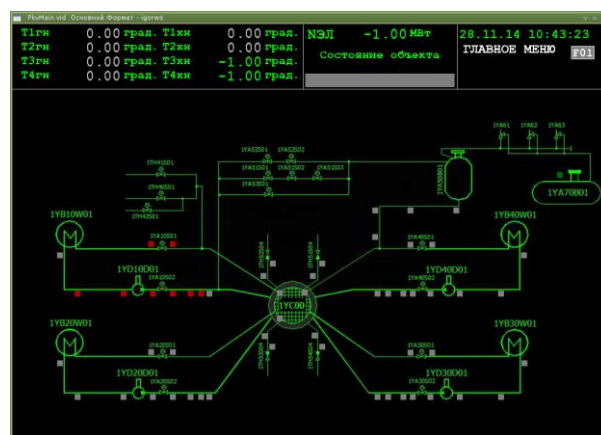
Система предназначена для контроля герметичности оборудования и трубопроводов главного циркуляционного контура РУ, своевременного обнаружения места течи теплоносителя первого контура РУ, оценки ее величины в режимах нормальной эксплуатации, с нарушениями нормальной эксплуатации и в режиме «малая течь».

Функции СКПТ:

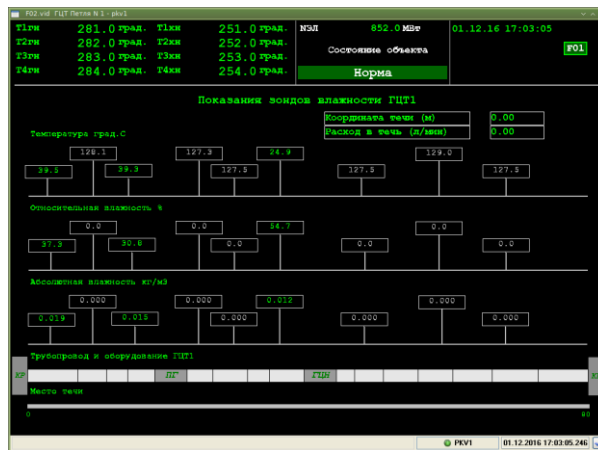
- ввод, преобразование и сравнение с уставками сигналов от датчиков влажности и температуры, акустических датчиков;
- прием информации от информационно-вычислительной системы энергоблока;
- комплексный анализ по определению места (с отклонением не более ± 2 м) и величины течи с минимальным регистрируемым расходом теплоносителя в течь 1 л/мин за время не более 10 мин от момента ее фактического возникновения;
- архивирование данных;
- предоставление результатов диагностирования оператору и передача в вычислительный сервер КСД;
- формирование предупредительной сигнализации.

Состав СКПТ:

- подсистема акустического контроля (ПАК) в составе:
 - датчики акустические;



- измерительная техника на базе аппаратуры комплексной системы диагностики АКСД.2;
- вычислительный сервер СКПТ ПАК на базе рабочей станции ПС5140;
- подсистема контроля влажности (ПКВ) в составе:
 - датчик относительной влажности и температуры;
 - измерительная техника на базе аппаратуры комплексной системы диагностики АКСД.2;
 - вычислительный сервер СКПТ ПКВ на базе рабочей станции ПС5140.

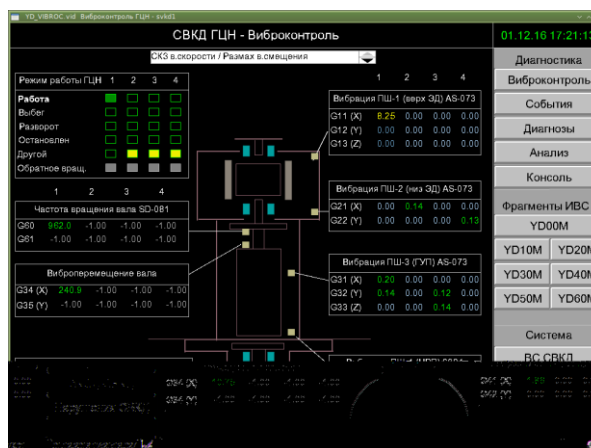


Система виброконтроля и диагностики главных циркуляционных насосов СВКД ГЦН

Система предназначена для мониторинга вибрационных параметров ГЦН с целью раннего обнаружения аномальных состояний механической и электрической части, прогнозирования технического состояния на основании комплексного анализа вибрационных характеристик и теплотехнических параметров.

Функции СВКД ГЦН:

- ввод, преобразование и сравнение с уставками сигналов от датчиков виброконтроля;
- непрерывный контроль вибрационного состояния ГЦН и идентификация медленно развивающихся дефектов;
- контроль вибрационных характеристик в различных режимах работы ГЦН, включая режим выбега ротора при отключении питания электродвигателя;
- анализ, архивирование и протоколирование данных;
- диагностика состояния ГЦН с предоставлением результатов инженеру-диагносту и формированием сигнализации.



Состав СВКД ГЦН:

- датчики виброконтроля;
- первичные преобразователи сигналов датчиков ГЦН;
- измерительная техника на базе аппаратуры комплексной системы диагностики АКСД.2;
- вычислительный сервер СВКД ГЦН на базе рабочей станции ПС5140.

Система диагностирования остаточного ресурса СДОР

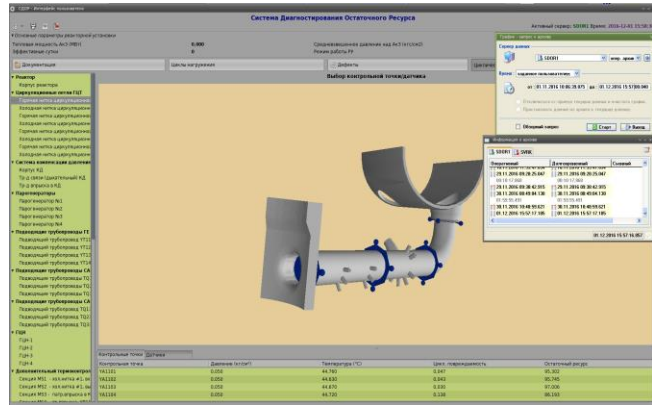
Система предназначена для расчета накопленного усталостного повреждения металла в наиболее напряженных точках конструкции и оценки остаточного ресурса элементов основного оборудования первого контура РУ (реактор с крышкой без внутрикорпусных устройств, компенсатор давления, парогенераторы, главные циркуляционные трубопроводы, трубопроводы САОЗ и КД) на основе непрерывного контроля теплотехнических параметров в различных режимах эксплуатации РУ.

Функции СДОР:

- ввод и преобразование сигналов от датчиков термоконтроля (контроль термопульсаций и стратификации теплоносителя), сбор и накопление информации, поступающей от вычислительного сервера КСД;
- расчет усталостного повреждения и остаточного ресурса в контрольных (наиболее нагруженных) точках;
- оценка остаточного ресурса металла оборудования и трубопроводов;
- ведение баз данных, регистрация сигналов, полученных от ИВС, КСД и собственных датчиков;
- предоставление информации оперативному персоналу.

Состав СДОР:

- датчики температуры (термопары);
- комплекс управляющий вычислительный на базе промышленного контроллера МСКУ;
- вычислительный сервер СДОР на базе рабочей станции ПС5140.



Система контроля перемещения трубопроводов СКПТр

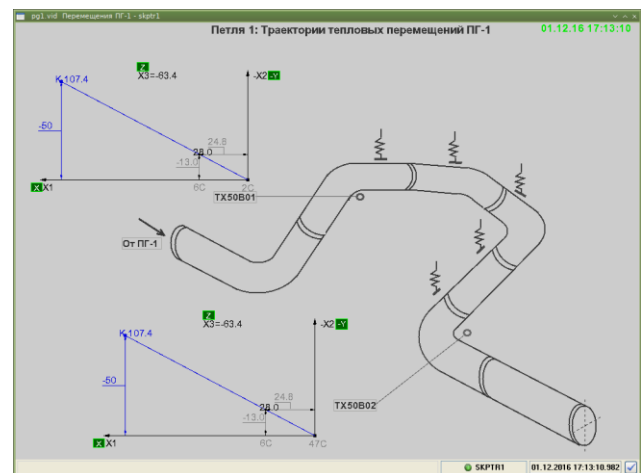
Система СКПТр предназначена для постоянных замеров и фиксации максимальных перемещений трубопроводов в условиях нормальной эксплуатации энергоблока и в переходных режимах (пуск, останов, частичный сброс нагрузки) для предоставления информации оперативному и техническому персоналу.

Функции СКПТр:

- прием и обработка сигналов от датчиков трёхкоординатного перемещения, приём технологических сигналов давления и температуры в ПГ;
- постоянный дистанционный контроль перемещения трубопроводов по трём взаимно перпендикулярным осям и ведение базы данных;
- предоставление оператору информации о перемещениях трубопроводов в виде видеogramм;
- передача информации о перемещениях и нарушениях допустимых границ перемещений в смежные системы;
- представление информации персоналу энергоблока о неисправностях и сбоях, формирование сигнализации о недопустимых перемещениях трубопроводов.

Состав СКПТр:

- датчик трёхкоординатного перемещения ДТП;
- комплекс управляющий вычислительный на базе промышленного контроллера МСКУ;
- вычислительный сервер СКПТр на базе рабочей станции ПС5140.



Преимущества системы:

- централизация широкого спектра функций диагностики оборудования первого контура РУ в единой системе при сохранении автономности локальных систем диагностики;
- комплексное и достоверное определение поврежденного или изношенного оборудования РУ благодаря наличию локальных систем диагностики, в которых применены различные методы оценки контролируемых параметров;
- апробированные диагностические алгоритмы КСД позволяют оценивать интенсивность воздействия повреждающих факторов и обоснованно рекомендовать проведение работ по углубленной оценке технического состояния элементов энергоблока и выполнение ремонтных процедур по текущему техническому состоянию оборудования РУ;
- конструкция и расположение на трубопроводах узлов крепления датчиков обеспечивают удобство монтажа, а также беспрепятственный периодический контроль металла трубопроводов без сопутствующего демонтажа узлов крепления;
- удобство эксплуатации благодаря эргономичному операторскому интерфейсу и наличию развитой системы предоставления текущей и ретроспективной информации эксплуатационному персоналу;
- применение унифицированных технических средств.

Класс безопасности КСД – 4.

Категория безопасности КСД – не классифицирована.

Объекты внедрения КСД:

- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5
- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4
- Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1-3

СИСТЕМА СОХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПРОЕКТНЫХ И ЗАПРОЕКТНЫХ АВАРИЙ «ЧЕРНЫЙ ЯЩИК»

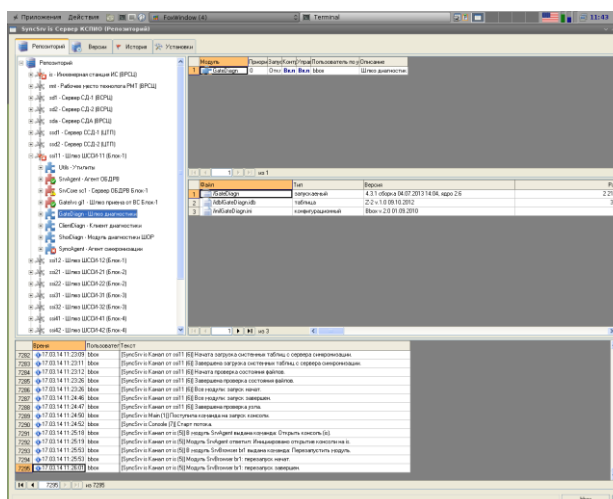
Система «Черный ящик» предназначена для хранения и представления персоналу информации о параметрах энергоблоков АЭС в аварийных и послеаварийных условиях проектных и запроектных аварий.

Функции системы «Черный ящик»:

- сбор информации от систем - источников данных;
- регистрация и сохранение информации в долговременном архиве;
- предоставление персоналу информации о параметрах энергоблоков АЭС в виде графиков и видеороликов.

Состав системы «Черный ящик»:

- комплекс регистрации и представления данных, принимаемых от подсистемы концентрации данных (КРГД), в составе:
 - дублированные серверы данных;
 - сервер долговременного архива;
 - рабочее место технолога;
 - инженерная станция;
 - технические средства, образующие радиоканал для передачи данных;
- комплекс концентрации данных, принимаемых от подсистемы ввода данных (КВД), в составе:
 - дублированные серверы сбора данных;
 - технические средства, образующие радиоканал передачи данных к КРГД;
- комплекс ввода данных от систем-источников данных энергоблоков в составе:
 - дублированные шлюзы оптического разветвления и связи, состоящие из шлюза связи с системами-источниками и шкафа оптического разветвления, который обеспечивает прием данных от внешних систем и передачу сигналов в ИВС и СРВПЭ (разветвление);
 - технические средства, образующие радиоканал передачи данных к КВД.

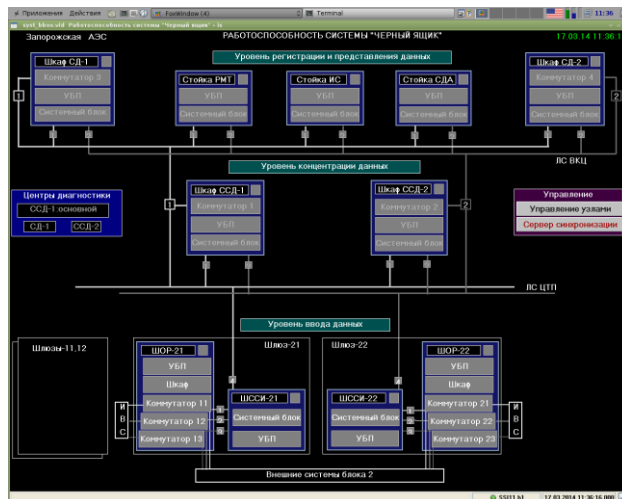


Преимущества системы:

- применение высоконадежного апробированного радиоканала для передачи данных;
- реализация обмена данными между компонентами по резервированным оптоволоконным линиям связи;
- высокая отказоустойчивость системы благодаря применению резервированных технических средств.

Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – С.



Объекты внедрения:

- Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4
- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5

ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ОПЕРАТОРОВ

Функции ЦТП:

- экспертная поддержка действий оперативного персонала БЦУ по управлению энергоблоками в аварийном режиме и при ликвидации последствий аварии;
- контроль за ведением технологического режима и выдача рекомендаций по его оптимизации при нормальной эксплуатации;
- получение и обработка информации от смежных диагностических и информационных систем;
- предоставление эксплуатационному персоналу необходимой информации.

Состав ЦТП:

- программно-технический комплекс информационной связи ЦТП со смежными системами и представления состояния параметров энергоблоков в составе:
 - инженерные станции;
 - операторские станции;
 - серверы архивирования ЦТП;
 - шлюз связи с внутренним кризисным центром;
 - переносные рабочие места;
 - экран коллективного пользования;
- комплекс средств обеспечения безопасности в составе:
 - оборудование контроля радиационной обстановки (дозиметр-радиометр);
 - оборудование видеонаблюдения за действиями операторов блочного и резервного щитов управления (видеокамеры, видеорегистратор, аппаратура связи, мониторы видеонаблюдения).

Преимущества системы:

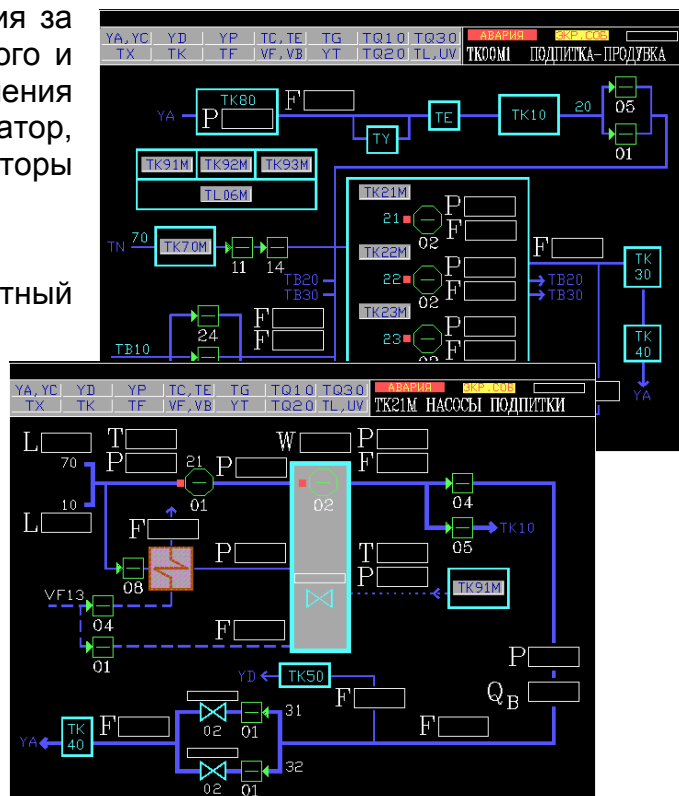
- эргономичный и интуитивно понятный операторский интерфейс;
- применение апробированных технических и программных решений;
- высокая отказоустойчивость системы благодаря применению резервированных технических средств;
- непрерывная самодиагностика всех компонентов системы глубиной до сменного блока с формированием сигнализации о неисправности.

Класс безопасности – 4.

Категория безопасности – не классифицирована.

Объекты внедрения:

- Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 3, 4



СИСТЕМА АВАРИЙНОГО И ПОСЛЕАВАРИЙНОГО МОНИТОРИНГА

Система аварийного и послеаварийного мониторинга ПАМС предназначена для контроля параметров безопасности и состояния систем реакторной установки во время проектных и запроектных аварий на АЭС.

ПАМС обеспечивает функции аварийного и послеаварийного мониторинга при любых учитываемых проектом исходных событиях, а также при запроектных авариях (в том числе связанных с тяжелым повреждением топлива).



Функции ПАМС:

- мониторинг при помощи аварийных контрольно-измерительных приборов (АКИП) следующих параметров РУ:
 - уровня теплоносителя в реакторе – для определения уровня применяются термоэлектрические преобразователи, размещаемые внутри корпуса сборки внутрореакторных детекторов прямого заряда;
 - уровня в бассейне выдержки – для измерения уровня применяются чувствительные элементы на основе метода импульсной рефлектотрии;
 - температуры в бассейне выдержки – для измерения температуры применяются термопреобразователи с диапазоном измерения 0 - 300 °С;
 - температуры в гермооболочке (ГО) – для измерения температуры применяются термометры сопротивления с диапазоном измерения 0 - 300 °С;
 - мощности дозы излучения в ГО – для контроля мощности дозы излучения применяются блоки детектирования (ионизационные камеры) с диапазоном измерения 10^{-4} - 10^5 Гр/ч;
 - давления над активной зоной – для измерения давления применяются датчики давления 0 - 25 МПа;
 - давления в ЗЛА – для измерения давления применяются датчики давления 0 - 1 МПа;
 - уровня в прямках ГО – для измерения уровня применяются датчики разности давлений 0 - 70 кПа;
- обеспечение оперативного персонала АЭС и штаба аварийных работ информацией о состоянии основных функций безопасности и систем реакторной установки с помощью технических средств ПАМС, устойчивых к аварийным условиям, а также данных, получаемых от штатных систем, при условии сохранения их работоспособности;
- предоставление информации о состоянии и эффективности защитных барьеров по непосредственным показаниям АКИП при отказе штатных систем контроля в запроектных авариях;
- передача данных ПАМС в систему «Черный ящик» и кризисные центры.

Состав ПАМС:

- верхний уровень ПАМС – промышленные контроллеры МСКУ и панельные компьютеры, квалифицированные по условиям применения;
- нижний уровень ПАМС – аварийные контрольно-измерительные приборы, квалифицированные для условий проектных и запроектных аварий.

Преимущества системы:

- высокая отказоустойчивость благодаря применению распределенной двухуровневой структуры с использованием двух независимых каналов измерения, обработки и представления данных;
- применение технических средств, квалифицированных для условий проектных и запроектных аварий, в том числе аварий с потерей теплоносителя (ЛОСА);
- применение АКИП с расширенным диапазоном измерений контролируемых технологических параметров РУ;
- обеспечение работоспособности ПАМС в условиях максимального расчетного землетрясения и полного обесточивания энергоблока (blackout);
- надежное электропитание оборудования ПАМС благодаря применению устройства бесперебойного питания УБП-15, обеспечивающего питание ПАМС при полном обесточивании энергоблока на время до 8 часов.

Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – В.

Объекты внедрения:

- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1, 2
- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-4
- Хмельницкая АЭС, энергоблоки №№ 1, 2

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПА БОР-10 (БОРНОЙ КИСЛОТЫ)

Основная функция системы контроля концентрации бора на базе нейтронных анализаторов растворов НАР-И – автоматическое непрерывное измерение концентрации бора-10 (борной кислоты) в теплоносителе на энергоблоках АЭС с реакторами типа ВВЭР.

Состав НАР-И:

- основное оборудование – устройства детектирования (датчики) и устройства преобразования и обработки информации (УПО), комплектуемые в следующих исполнениях:
 - НАР-И-Н – укомплектован датчиком навесного типа УДт-1Н (устанавливается на технологических трубопроводах);
 - НАР-И2-Н – укомплектован датчиком навесного типа УДт-1Н с меньшим уровнем излучения;
 - НАР-И2-НЭ – укомплектован датчиком навесного типа УДт-2Н (включает водородосодержащий материал, экранирующий от нейтронного излучения);
 - НАР-И-П – укомплектован датчиком погружного типа (устанавливается в баках и емкостях);
 - НАР-И-Пр1 – укомплектован одноканальным датчиком проточного типа УДт-2Пр1 с одной кюветой, подключенной линией проботбора к технологической системе;
 - НАР-И-Пр2 – укомплектован двухканальным датчиком проточного типа УДт-2Пр2 с двумя кюветами, подключенными линиями проботбора к технологическим системам;
 - НАР-И-К – укомплектован датчиком контрольного типа УДт-2К (устанавливается в лабораторном помещении);
 - НАР-И-Н-ИС – укомплектован датчиком навесного типа и индикатором символьным, индицирующим концентрацию борной кислоты на щитах управления;
 - НАР-И-П-ИС – укомплектован датчиком погружного типа и индикатором символьным, индицирующим концентрацию борной кислоты на щитах управления;
- дополнительное оборудование (входит в состав поставки опционально):
 - америций-бериллиевые и плутоний-бериллиевые источники быстрых нейтронов;
 - индикатор символьный ИНС;
 - устройство регистрации и отображения УРО;
 - шкаф технологический ШТ для установки УПО, УРО;
 - контейнер для хранения и транспортирования источников быстрых нейтронов.



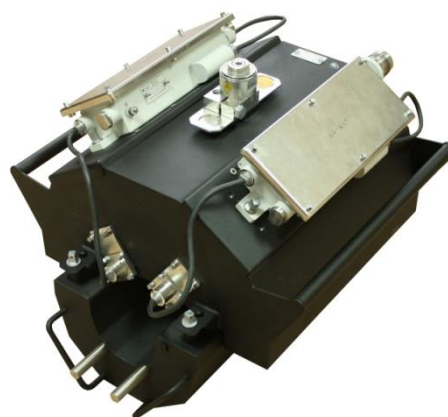
Устройство детектирования навесного типа УДт-1Н

Обеспечивает измерение концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты) в трубопроводах диаметрами 89, 108, 133, 159, 325, 630 мм.



Устройство детектирования навесного типа УДт-2Н

Обеспечивает измерение концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты) в трубопроводах диаметрами 108, 159, 325 мм (отдельные исполнения УДт для разных диаметров).



Устройство детектирования погружного типа УДт-1П

Обеспечивает измерение концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты) в технологических баках и емкостях с охранной гильзой диаметром 120 мм.



Устройство детектирования проточного типа УДт-2Пр

УДт-2Пр выполняет измерение концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты) в гильзах, подключаемых линиями проботбора к технологическим системам АЭС.

Разработаны два исполнения: УДт-2Пр1 (одноканальный вариант) и УДт-2Пр2 (двухканальный вариант).

Технологическая часть обеспечивает регулирование расхода раствора, измерение параметров протекающего раствора (давление, расход).



Устройство детектирования контрольного типа УДт-2К

УДт-2К обеспечивает:

- измерение концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты) в рабочих эталонах растворов, используемых для калибровки рабочих бормеров навесного, погружного и проточного типов;
- измерение концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты) в растворах с неизвестной концентрацией;
- определение атомной доли изотопа бор-10 в борной кислоте.



Устройство преобразования и обработки УПО

Функции:

- расчет концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты);
- индикация значений в цифровом и графическом видах;
- передача информации во внешние системы по дублированным линиям связи интерфейса RS-485 и в виде токового сигнала (0-5 мА или 4-20 мА).



Индикатор символьный ИнС

Функции:

- индикация в цифровой форме текущей концентрации изотопа бор-10 (борной кислоты) на панелях щитов управления;
- формирование дискретного сигнала предупредительной сигнализации.



Контейнер для хранения и транспортирования источников

Сертифицированный по мощности поглощенной дозы контейнер, предназначенный для хранения и транспортировки одного источника быстрых нейтронов (америций-бериллиевого или плутоний-бериллиевого).

Контейнер выполнен в виде тележки с жестко закрепленным на ней каркасом, в который устанавливается съемный контейнер.

Съемный контейнер



Источник



Контейнер



Устройство регистрации и отображения УРО

Функции:

- формирование архива НАР-И;
- контроль работоспособности всех НАР-И энергоблока;
- отображение на сенсорном экране панельного компьютера архивных данных, в том числе концентраций бора-10 (борной кислоты) в любой технологической точке;
- поверка (калибровка) НАР-И проточного типа.

Для питания панельного компьютера применяется модуль питания МПт.

Панельный компьютер



Модуль питания МПт



Шкаф технологический ШТ

Обеспечивает возможность установки и подключения внешних связей к УПО или УРО. Подключение кабелей питания и сигнальных кабелей УПО производится к клеммникам шкафа ШТ (кабели от клеммников к УПО входят в состав системы).

Потребляемая мощность ШТ с четырьмя установленными УПО не превышает 160 W.

Степень защиты ШТ – IP23.

Основные метрологические характеристики НАР-И

Исполнение	Значения концентрации, г/кг		Абсолютная погрешность, г/кг		Значения концентрации, г/кг		Относительная погрешность, %
	бор-10	борная кислота	бор-10	борная кислота	бор-10	борная кислота	
НАР-И-Н	0÷0,192	0÷6	0,0048	0,15	0,192÷1,6	6÷50	2,5
НАР-И-П			0,0048	0,15			2,5
НАР-И2-НЭ			0,0058	0,18			3,0
НАР-И2-Н			0,0067	0,21			3,5
НАР-И-Пр1	0÷0,32	0÷10	0,0032	0,1	0,32÷1,6	10÷50	1,0
НАР-И-Пр2			0,0032	0,1			1,0
НАР-И-К			0,00192	0,06			0,6

Преимущества системы:

- высокая точность при непрерывном анализе концентрации бора-10 (борной кислоты) в технологических контурах АЭС;
- малое время готовности оборудования после включения питания (не более 20 мин) и время установления значения выходного сигнала при однократном скачкообразном изменении концентрации (не более 20 с);
- отсутствие дополнительных погрешностей НАР-И от воздействия внешних факторов (гамма-излучения мощностью поглощенной дозы 0,22 Гр/ч, температуры внешней среды до 90 °С, температуры измеряемого раствора до 110 °С);
- возможность комплектования боромеров америций-бериллиевыми источниками быстрых нейтронов, имеющими срок службы 20 лет;
- обеспечение возможности эксплуатации НАР-И в аварийных условиях при температуре внешней среды и раствора до 150 °С (для навесных датчиков при температуре раствора до 265 °С);
- подтвержденное испытаниями соответствие жестким требованиям промышленных стандартов по электромагнитной совместимости, устойчивости к воздействию окружающей среды, сейсмоустойчивости, вибрационным и ударным нагрузкам.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Объекты внедрения:

- Ровенская АЭС, энергоблоки №№ 1-3
- Армянская АЭС, энергоблок № 2
- Запорожская АЭС, энергоблоки №№ 1-5
- Южно-Украинская АЭС, энергоблоки №№ 1, 3
- Хмельницкая АЭС, энергоблок № 1
- Моховце АЭС, энергоблоки №№ 3, 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Технические средства автоматизации (ТСА), разрабатываемые и производимые СНПО «Импульс», являются основой для проектирования СКУ.

Разработка и изготовление ТСА для поставки на АЭС в составе СКУ выполняются с соблюдением норм и правил национальных и международных стандартов, в изделиях применяется элементная база ведущих мировых производителей, при этом все комплектующие проходят тщательный входной контроль.

ТСА производства СНПО «Импульс», используемые в составе СКУ, обладают следующими основными характеристиками:

- высокая отказоустойчивость благодаря применению резервированной модульной структуры с возможностью замены функциональных блоков и модулей без отключения питания («горячая» замена);
- применение в ТСА программного обеспечения и инструментальных средств программирования собственной разработки, верифицированных и прошедших апробацию в составе систем, важных для безопасности АЭС;
- подтвержденное испытаниями соответствие жестким требованиям промышленных стандартов по электромагнитной совместимости, устойчивости к воздействию окружающей среды, сейсмоустойчивости, вибрационным и ударным нагрузкам;
- глубокая непрерывная самодиагностика оборудования с локализацией неисправностей до сменного блока и формированием сигнализации;
- высокая надежность оборудования благодаря применению промышленных серийных компонентов и высококачественных технологий разработки и изготовления технических и программных средств;
- возможность долгосрочной эксплуатации (средний срок службы – не менее 30 лет).

ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ МСКУ-3

Микропроцессорные управляющие вычислительные комплексы МСКУ-3 – семейство проектно-компонованных, гибко программируемых промышленных контроллеров, предназначенных для применения в качестве:

- подсистем нижнего уровня АСУ ТП;
- интеллектуальных автономных систем контроля и управления;
- промышленных контроллеров отказоустойчивых систем автоматизации особо ответственных объектов.

Функции МСКУ-3:

- ввод и обработка данных от датчиков аналоговых и дискретных сигналов;
- реализация алгоритмов контроля и управления, различных законов регулирования, защит, блокировок, пуска и останова оборудования;
- формирование и выдача аналоговых и дискретных сигналов, команд управления;
- взаимосвязь с внешними абонентами, осуществляемая по интерфейсам на основе оптоволоконных линий связи:
 - Ethernet;
 - UART.



Состав МСКУ-3:

Состав конкретного МСКУ-3 определяется особенностями его применения в системе контроля и управления.

Составные части МСКУ-3:

- микропроцессорные контроллеры КМп, оснащенные портами интерфейса Ethernet и функционирующие под управлением системного программного обеспечения (ПО) реального времени, разработанного в СНПО «Импульс»;
- модули связи с объектом МСО, предназначенные для ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- модули связи БПСв, предназначенные для организации цифровых внешних связей МСКУ-3;
- модули контроля оборудования МКО, предназначенные для контроля работоспособности и состояния оборудования, размещенного в шкафу МСКУ-3;
- панели кроссовые ПКр, предназначенные для подключения объектов кабелей;
- панели соединительные ПСд, предназначенные для связи кроссовых панелей с модулями связи с объектом и для защиты от электромагнитных помех;
- каркасы монтажные, предназначенные для установки контроллеров и модулей связи с объектом.

Основные характеристики:

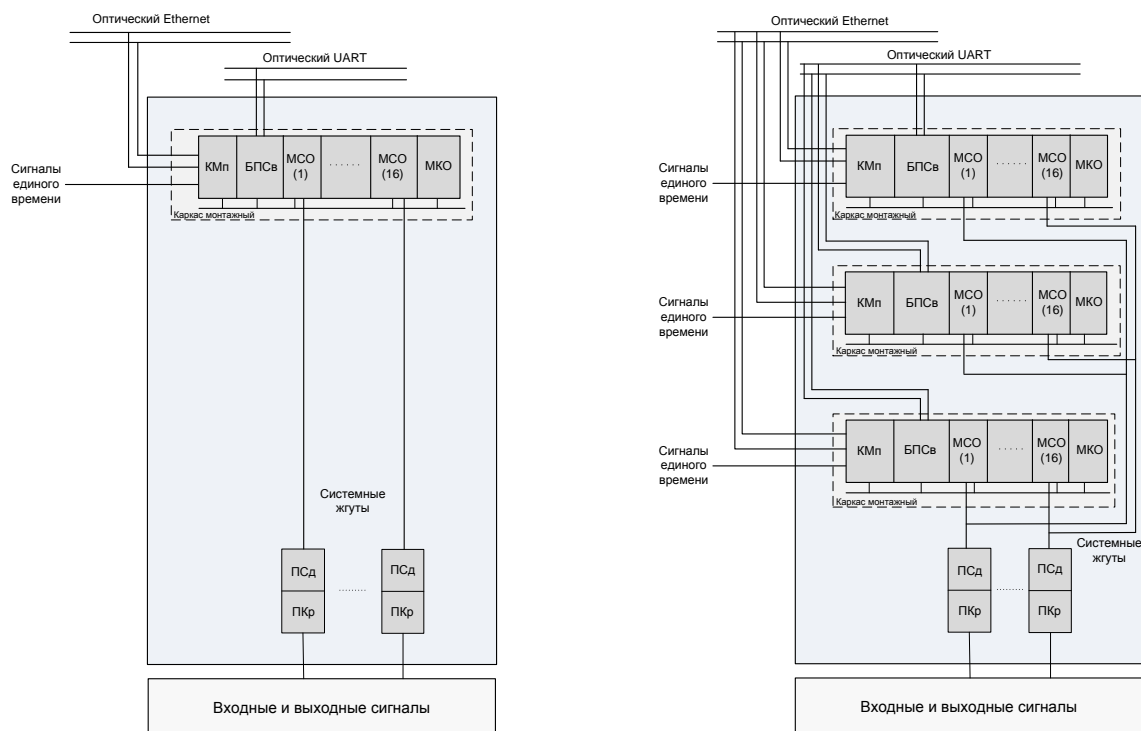
- возможность применения МСКУ-3 нерезервированного исполнения или исполнения с трехкратным резервированием контроллеров и модулей связи с объектом;
- применение системного ПО реального времени и инструментальных средств программирования ИСАПР собственной разработки, верифицированных и прошедших апробацию в составе систем, важных для безопасности АЭС;
- МСКУ-3 являются зарегистрированными средствами измерений, метрологическая калибровка и аттестация обеспечивается с помощью сервисного ПО, разработанного в СНПО «Импульс»;
- отсутствие принудительной вентиляции (охлаждение осуществляется путем естественной циркуляции воздуха через вентиляционные решетки);
- высокая надежность электропитания благодаря применению резервированной системы питания шкафа как переменным, так и постоянным током.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Основные технические характеристики МСКУ-3

Характеристика	Значение
Количество каналов ввода/вывода:	256
Параметры входных аналоговых сигналов постоянного тока и напряжения: - напряжение среднего уровня / погрешность..... - постоянный ток / погрешность..... - напряжение низкого уровня / погрешность..... - сопротивление / погрешность.....	0-2,5; 0-10 В / $\pm 0,025$ % 0-5, 0-20 мА / $\pm 0,1$ % $\pm 10, \pm 20, \pm 40$ мВ / $\pm 0,05$ % 0-100, 0-200, 0-400 Ом / $\pm 0,05$ %
Параметры входных дискретных сигналов: - сопротивление замкнутого контакта..... - сопротивление разомкнутого контакта..... - напряжение постоянного тока.....	менее 500 Ом более 10 кОм 0-4,8 В / 19,2-28,8 В
Параметры выходных аналоговых сигналов: - ток / погрешность.....	0-5, 0-20 мА / $\pm 0,2$ %
Параметры выходных дискретных сигналов: - электромагнитное реле..... - твердотельное реле.....	0,5 А / 50 В до 0,5 А / 12-36 В
Тип процессора контроллера	Intel Atom
Интерфейсы связи	Ethernet 100BASE-FX, RS-422, UART
Физическая среда канала связи: - Ethernet 100BASE-FX, UART..... - RS-422.....	оптоволоконный кабель «витая пара»
Условия эксплуатации: - диапазон температур..... - относительная влажность.....	5-50 °С до 95 %
Потребляемая мощность, не более.....	300 Вт
Электропитание	до 6 фидеров переменного и/или постоянного тока 220 В
Конструкция – напольный шкаф (высота×ширина×глубина).....	1942×610×862 мм
Масса, не более.....	350 кг



Структурные схемы МСКУ-3 без резервирования и с трехкратным резервированием

ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ МСКУ-4

Микропроцессорные управляющие вычислительные комплексы МСКУ-4 близки по функциональным возможностям к промышленным контроллерам МСКУ-3. При этом в МСКУ-4 обеспечена программная и аппаратная диверсность по отношению к МСКУ-3, что позволяет использовать их для построения диверсных СКУ.

Функции МСКУ-4:

- ввод и обработка данных от датчиков аналоговых и дискретных сигналов;
- реализация алгоритмов контроля и управления, различных законов регулирования, защит, блокировок, пуска и останова оборудования;
- формирование и выдача аналоговых и дискретных сигналов, команд управления;
- взаимосвязь с внешними абонентами, осуществляемая по интерфейсам на основе оптоволоконных линий связи:
 - Ethernet;
 - UART.

Состав МСКУ-4:

Состав конкретного МСКУ-4 определяется особенностями его применения в системе контроля и управления.

Составные части МСКУ-4:

- микропроцессорные контроллеры КМп, оснащенные портами интерфейса Ethernet и функционирующие под управлением системного ПО реального времени, разработанного в СНПО «Импульс»;
- модули связи с объектом МСО, предназначенные для



ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов;

- модули связи МСв, предназначенные для организации обмена данными между КМп и МСО, а также обеспечивающие внешние связи МСКУ-4;
- модули контроля оборудования МКО, предназначенные для контроля работоспособности и состояния оборудования, размещенного в шкафу МСКУ-4;
- панели кроссовые ПКр, предназначенные для подключения объектовых кабелей;
- панели соединительные ПСд, предназначенные для связи кроссовых панелей с модулями связи с объектом и для защиты от электромагнитных помех;
- каркасы монтажные, предназначенные для установки контроллеров и модулей связи с объектом.

Основные характеристики:

- более гибкая адаптация к требованиям заказчика за счет наличия различных схем резервирования как центральной части (контроллеров КМп), так и каналов ввода/вывода (модулей связи с объектом МСО);
- применение системного и инструментального ПО собственной разработки, диверсного по отношению к ПО МСКУ-3;
- МСКУ-4 являются зарегистрированными средствами измерений, метрологическая калибровка и аттестация обеспечивается с помощью сервисного ПО, разработанного в СНПО «Импульс»;
- отсутствие принудительной вентиляции (охлаждение осуществляется путем естественной циркуляции воздуха через вентиляционные решетки);
- высокая надежность электропитания благодаря применению резервированной системы питания шкафа как переменным, так и постоянным током.

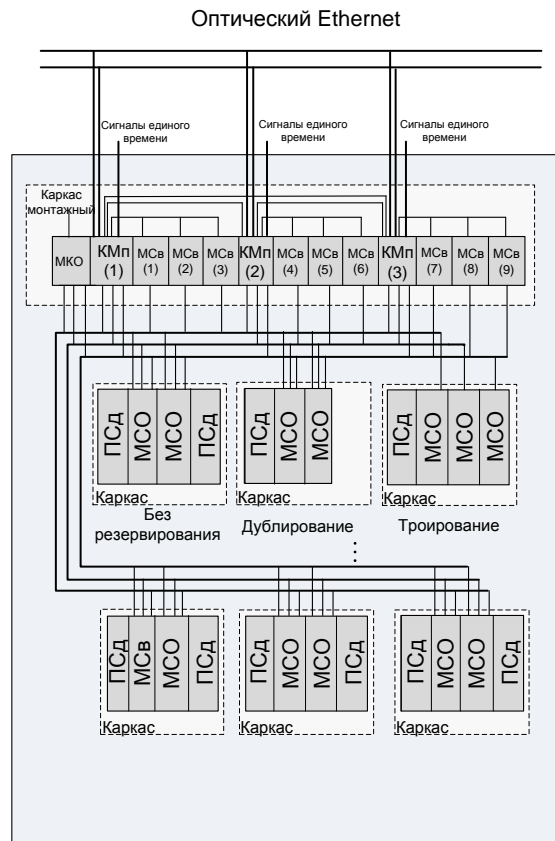
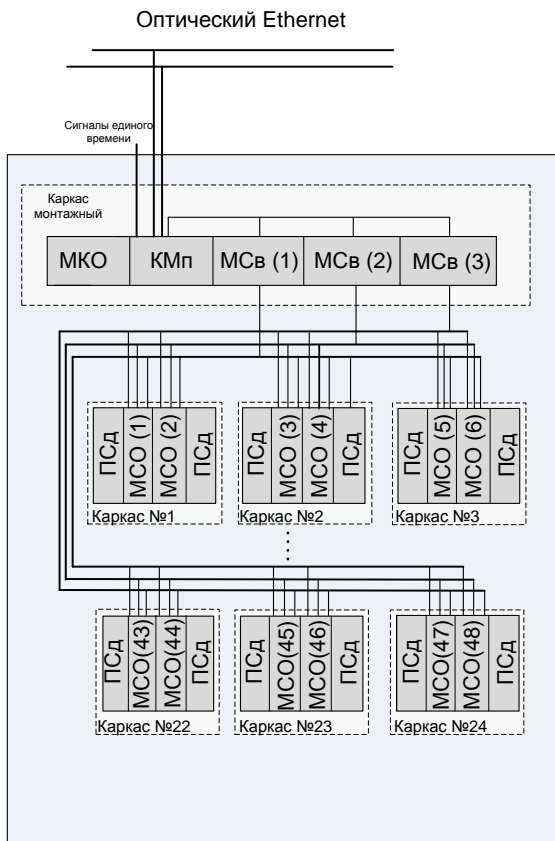
Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Основные технические характеристики МСКУ-4

Характеристика	Значение
Количество каналов ввода/вывода (включая ведомые шкафы):	до 10 944
Параметры входных аналоговых сигналов постоянного тока и напряжения: - напряжение среднего уровня / погрешность..... - постоянный ток / погрешность..... - напряжение низкого уровня / погрешность..... - сопротивление / погрешность..... - постоянный ток низкого уровня / погрешность..... - частота / погрешность.....	0-2,5; 0-10 В / $\pm 0,025$ % 0-5, 0-20 мА / $\pm 0,05$ % $\pm 10, \pm 20, \pm 40, \pm 80$ мВ / $\pm 0,025$ % 0-50-150, 0-50-250, 0-100-300, 0-100-500 Ом / $\pm 0,025$ % 0-5 мкА / $\pm 0,05$ %; -0,5...0,5 мкА / $\pm 0,25$ % от 45 до 55 Гц / $\pm 4 \cdot 10^{-3}$ % от 50 Гц
Параметры входных дискретных сигналов: - сопротивление замкнутого контакта..... - сопротивление разомкнутого контакта..... - напряжение уровня «0»..... - напряжение уровня «1».....	менее 650 Ом более 4,84 кОм 0-15, 0-20, 0-40 В 15-30, 79-120, 164-253 В

Характеристика	Значение
Параметры выходных аналоговых сигналов: - ток / погрешность.....	0-20 мА / ±0,025 %
Параметры выходных дискретных сигналов: - электромагнитное реле..... - твердотельное реле.....	постоянный ток – 0,1 А / 250 В переменный ток – 0,5 А / 250 В постоянный ток – 0,4 А / 12-36 В переменный ток – 0,2 А / 187-242 В
Тип процессора контроллера:	Intel Atom
Интерфейсы связи: - тип..... - количество: - Ethernet 100BASE-FX, не более..... - RS-422, RS-485, не более.....	Ethernet 100BASE-FX, RS-485, RS-422 14 418
Физическая среда канала связи: - Ethernet 100BASE-FX - RS-422, RS-485.....	оптоволоконный кабель «витая пара»
Потребляемая мощность, не более.....	400 Вт
Электропитание:	до 2 фидеров переменного и/или постоянного тока 220 В
Сечение подключаемых на пружинные клеммники объектовых кабелей:	От 0,35 до 2,5 мм ²
Условия эксплуатации: - диапазон рабочих температур..... - влажность	0-50 °С до 95 %
Конструкция – напольный шкаф (высота×ширина×глубина).....	2056×610×900 мм
Масса шкафа, не более.....	500 кг



Структурные схемы МСКУ-4 без резервирования и с резервированием

УСТРОЙСТВО СВЯЗИ С ПАНЕЛЬЮ ОПЕРАТОРА УСПО

Устройство связи с панелью оператора УСПО представляет собой выносной контроллер, устанавливаемый в панелях щитов управления и предназначенный для взаимодействия с органами управления и сигнализации (ключи, лампы, табло), расположенными на панелях.

Функции УСПО:

- прием сигналов типа «сухой контакт» с командами от ключей дистанционного управления исполнительными механизмами (в том числе от ключей с избыточным кодированием), ключей выбора режима, ключей и кнопок опробования, съема мигания и звука;
- выдача потенциальных сигналов управления индикаторами положения исполнительных механизмов;
- выдача потенциальных сигналов управления табло технологической сигнализации и потенциальных сигналов управления звуковыми сигнализаторами.



Состав УСПО:

- монтажный каркас 6U 19”;
- блоки питания;
- блоки связи, обеспечивающие обмен данными с другими устройствами из состава СКУ по оптоволоконным линиям связи;
- функциональные сборки следующих типов:
 - сборка блоков приема информации БПИ для опроса кодированных ключей;
 - сборка блоков приема информации БПИ для опроса ключей без кодирования;
 - сборка блоков индикации БИд для управления индикаторами положения исполнительных механизмов;
 - сборка блоков сигнализации БС для управления табло технологической сигнализации и звуковыми сигнализаторами.

Основные характеристики:

- высокая отказоустойчивость благодаря применению резервированных структур функциональных сборок (блоки в составе сборок дублированы) и системы электропитания;
- передача сигналов от ключей, ламп и табло сигнализации производится в цифровом виде по резервированным оптическим линиям связи, что значительно уменьшает кабельные связи между СКУ и панелями управления.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

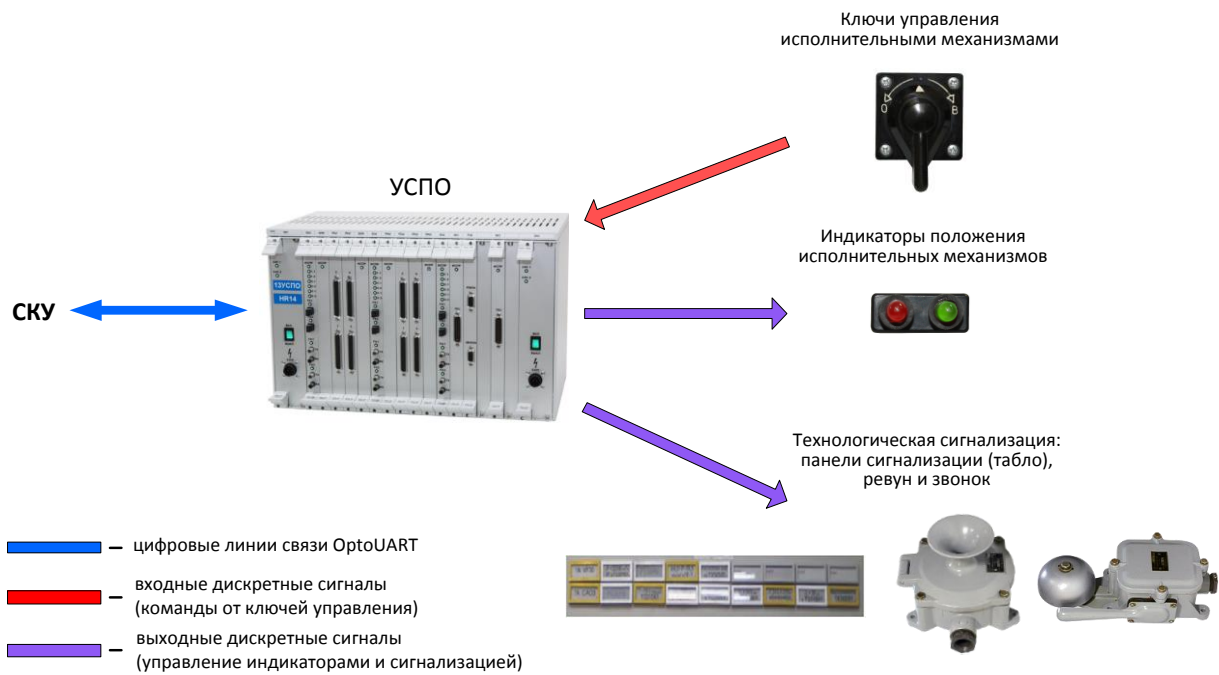


Схема взаимодействия УСПО с подключаемым оборудованием

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ – ШКАФ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ ШДС

Шкафы дискретных сигналов ШДС в составе СКУ предназначены для реализации функции управления исполнительными механизмами.

Функции ШДС:

- формирование сигналов управления и контроля состояния исполнительными механизмами запорной, пневмоотсечной, регулирующей арматуры и электродвигателями;
- формирование дискретных выходных сигналов в смежные системы;
- ввод дискретных сигналов из смежных систем.

Состав ШДС:

- распределители питания от двух вводов;
- блоки питания (по два на каждое устройство формирования сигналов);
- устройства формирования сигналов на базе монтажных каркасов 6U 19", в которых установлены:
 - функциональные блоки (максимальное количество функциональных блоков, устанавливаемых в ШДС, составляет 72 шт.);
 - блоки связи, обеспечивающие обмен данными с другими устройствами из состава СКУ по оптоволоконным линиям связи;
 - блок контроля.



Шкафы дискретных сигналов ШДС могут быть установлены попарно с идентичной компоновкой для их взаимного резервирования.

Для подсоединения цепей двух взаимно резервирующих ШДС к исполнительным механизмам по схеме «ИЛИ» (параллельное подключение) применяется шкаф кроссовый ШКр. В состав ШКр входят 72 пассивные соединительные панели ПСд, обеспечивающие объединение сигналов от двух взаимно резервирующих ШДС (соединители с одной стороны ШКр) для подключения к исполнительным механизмам (клеммные массивы с другой стороны ШКр).

Основные характеристики:

- возможность дублирования функциональных блоков (в составе пары ШДС) и системы электропитания (дублирование блоков и распределителей питания);
- значительное количество возможных подключений (до 72 исполнительных механизмов на один шкаф ШДС).

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

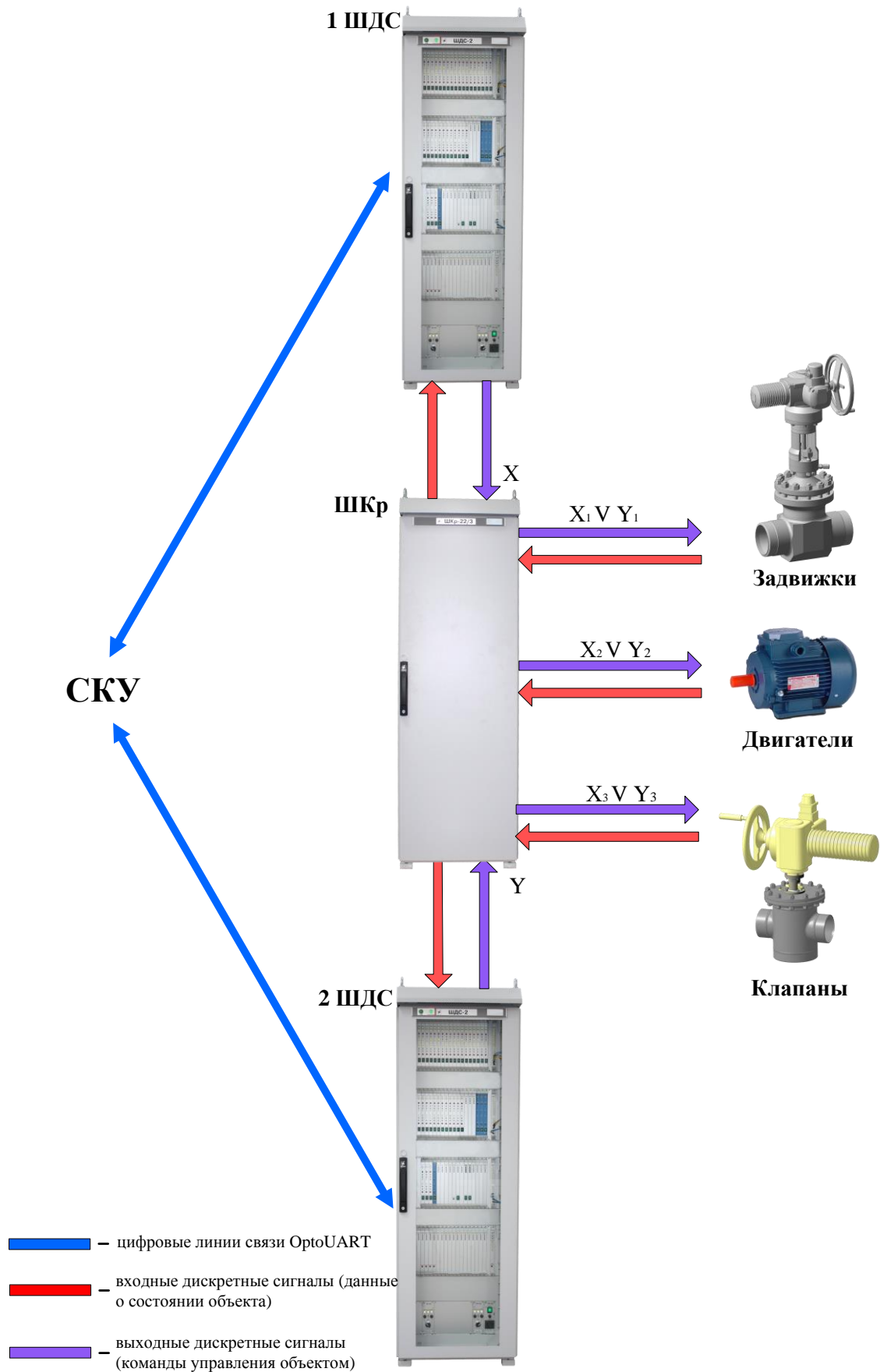


Схема взаимодействия ШДС и ШКр с подключаемым оборудованием

РЕЗЕРВИРОВАННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЛЕР – ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ И КОММУТАЦИИ ШУК

Шкаф управления и коммутации ШУК предназначен для реализации технологических алгоритмов и обмена данными между компонентами СКУ в управляющих системах безопасности и системах нормальной эксплуатации. ШУК может применяться для компоновки резервированных подсистем управления и коммутации путем установки взаимно резервирующих шкафов, выполняющих идентичные функции и реализующих идентичные алгоритмы.

Функции ШУК:

- реализация алгоритмов по функциям защитных действий (алгоритмы защит с логическими схемами «2004»), технологических защит и блокировок (алгоритмы с логическими схемами «2003», «2002», «1002», «1001») и сигнализации;
- коммутация цифровых данных между устройствами системы контроля и управления через цифровые оптические каналы связи.

Состав ШУК:

- распределители питания;
- блоки питания;
- оптоволоконные кроссы;
- контроллер микропроцессорный, функционирующий под управлением системного ПО реального времени, разработанного в СНПО «Импульс»;
- блок управления;
- блоки связи;
- блок контроля.

Основные характеристики:

- обеспечение высокой отказоустойчивости центральной части и управляющей сети благодаря использованию резервированных шкафов ШУК в составе СКУ;
- применение системного ПО реального времени и инструментальных средств программирования ИСАПР собственной разработки, верифицированных и прошедших апробацию в составе систем, важных для безопасности АЭС;
- высокая надежность питания благодаря применению независимых дублированных блоков и распределителей первичного электропитания постоянного или переменного тока.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.



РАБОЧИЕ СТАНЦИИ ПС5140

Рабочие станции ПС5140 представляют собой проектно-компонуемые промышленные компьютеры, используемые в качестве серверов диагностирования и архивирования, инженерных станций, рабочих мест операторов и шлюзов, функционирующие под управлением программного обеспечения операторских станций, разработанного в СНПО «Импульс» на базе ОС Linux.

Функции ПС5140:

- в качестве рабочего места оператора – сбор и предоставление информации оператору о ходе технологического процесса;
- в качестве сервера диагностирования и архивирования – сбор технологической и диагностической информации от всех устройств СКУ, архивирование и предоставление оператору актуальной и ретроспективной информации;
- в качестве инженерной станции – сбор, архивирование и предоставление информации оператору, возможность изменения функциональных настроек СКУ;
- в качестве шлюза – сбор и передача информации.

Состав ПС5140:

- модуль процессорный в составе:
 - стальной высокопрочный корпус с алюминиевой лицевой панелью;
 - блок вытяжных вентиляторов;
 - три отсека для накопителей 5.25", два отсека для накопителей 3.5" или 2.5" в корзине на противоударной подвеске;
 - PICMG-генмонтажная плата на 14 слотов PCI/PCI-e;
 - блок процессорный с процессором Intel Core I5/I7;
 - оперативная память DDR3;
 - видеоконтроллер;
 - накопители информации на жестких магнитных дисках HDD и на твердотельных дисках SSD;
 - резервированный источник питания с возможностью «горячей» замены;
- устройство бесперебойного питания;
- устройства отображения – широкоформатные мониторы;
- устройство аварийного включения резерва;
- сетевое оборудование;
- конструктив со следующими возможными элементами компоновки:
 - стол – рабочее место оператора;
 - тумба-подставка – размещение мониторов операторских рабочих станций;
 - тумба – размещение модуля процессорного, устройства бесперебойного питания;
 - шкаф-тумба – размещение модуля процессорного, устройства бесперебойного питания, сетевого или другого дополнительного оборудования;



- шкаф – размещение промышленных мониторов, модулей процессорных и сетевого оборудования.

Основные характеристики:

- возможность универсального использования в системах контроля и управления;
- применение высоконадежных устройств бесперебойного питания промышленного исполнения с резервированными блоками питания и аккумуляторными батареями, работающими параллельно по выходу, что позволяет производить замену блоков питания и аккумуляторных батарей без отключения рабочей станции;
- применение программного обеспечения операторских станций собственной разработки, верифицированного и прошедшего апробацию в составе систем, важных для безопасности АЭС;
- возможность подключения до четырех мониторов к одной рабочей станции;
- возможность использования для непрерывной работы;
- конструкция, обеспечивающая удобство эксплуатации и технического обслуживания.

Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – В.

Условия эксплуатации

Воздействующий фактор	Значения воздействующих факторов	
	Рабочие	Предельные
Температура, °С: – нижнее значение – верхнее значение	18 27	- 50
Относительная влажность, %: – нижнее значение – верхнее значение	20 80	- 90 (длительность воздействия 2 ч.)
Барометрическое давление, кПа: – нижнее значение – верхнее значение	86 108	- -



Варианты конструктивных исполнений рабочих станций

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА НКУ РТЗО-И

Низковольтные комплектные устройства – распределители трехфазного переменного тока закрытого исполнения, одностороннего обслуживания НКУ РТЗО-И предназначены для распределения электроэнергии потребителям небольшой мощности.

Состав НКУ РТЗО-И:

- шкаф вводный (ШВ);
- шкаф функциональный управляющий (ШФНУ) со следующими типами блоков: БУЗ – блок управления запорной арматурой; БУД – блок управления двигателем; БУК – блок управления клапаном; БРС – блок распределительный. В ШФНУ могут устанавливаться до 12 блоков БУЗ, БУК, БУД или до 36 блоков БРС.

В сборку РТЗО могут быть объединены до семи ШФНУ с одним ШВ.

Функции НКУ РТЗО-И:

- ШВ предназначен для выполнения функций:
 - приём по двум вводам трехфазного переменного тока;
 - распределение электроэнергии переменного тока в главные цепи шкафов ШФНУ и защита главных цепей от токов перегрузки и короткого замыкания;
 - автоматическое включение резерва, обеспечивающее подачу входного электропитания с возможностью настройки следующих параметров:
 - U_{min} - при значении входного напряжения любой фазы менее U_{min} осуществляется переход на резервный ввод;
 - U_{max} - при значении входного напряжения любой фазы более U_{max} осуществляется переход на резервный ввод;
 - автоматический переход с резервного ввода на основной;
 - времени задержки перехода с основного ввода на резервный;
 - времени задержки перехода с резервного ввода на основной;
 - сбор и передача диагностической информации в модуль ввода-вывода ШФНУ по электрическим линиям связи;
 - контроль наличия напряжения и отображение параметров рабочего напряжения главной цепи, формирование сигнализации в случае его отклонения от нормы или неисправности;
- ШФНУ предназначен для выполнения следующих функций:
 - распределение посредством БРС электроэнергии трехфазного переменного тока напряжением 400/230 В, частотой 50 Гц, с контролем токов потребления;
 - управление исполнительными механизмами (ИМ) посредством блоков БУЗ, БУК и БУД, имеющих программное обеспечение, настраиваемое под конкретный тип ИМ;
 - транслирование трехфазного переменного тока до 100 А по каждой фазе и напряжением 400/230 В в другие ШФНУ сборки РТЗО;
 - выдача команд управления приводами;



Сборка РТЗО-И

- диагностирование работоспособности оборудования ИМ и передача диагностической информации по цифровому интерфейсу;
- формирование сигнализации по результатам диагностирования.

Основные характеристики:

- значительное уменьшение оборудования по сравнению с РТЗО-69 и РТЗО-88 за счет увеличения числа присоединений в одном шкафу (до 12 присоединений в зависимости от исполнения);
- уменьшение до 8 раз кабельных связей по сравнению с существующими РТЗО-69 и РТЗО-88 за счет цифрового оптического интерфейса с верхним уровнем управления;
- быстрое изменение конфигурации шкафа для обеспечения взаимодействия с разными типами ИМ, определяемыми заказчиком;
- возможность быстрого восстановления работоспособности без обесточивания шкафа или сборки РТЗО;
- удобство эксплуатации и технического обслуживания за счет применения унифицированных сменных модулей;
- ввод силового кабеля в шкаф ШВ может осуществляться как сверху, так и снизу шкафа;
- тип соединения блоков управления (БУЗ, БУД, БУК) и БРС – выдвижной;
- изменение настроек блоков управления осуществляется с лицевой панели;
- наличие встроенной функции диагностирования арматуры, позволяющей оперативно оценивать текущее состояние арматуры и ее отдельных узлов;
- в блоках управления реализован режим проверки, обеспечивающий имитацию выполнения команды управления без ее физической выдачи;
- блоки управления могут находиться в трех состояниях: рабочем, тестовом и отключенном. В тестовом состоянии осуществляется проверка и настройка, при этом отключены силовые, входные и выходные цепи;
- диапазон мощности нагрузки – от 0,1 до 22 кВт;
- рабочие напряжения – ~230, ~ 400 В;
- рабочие напряжения цепей управления – ~ 230, —24 В;
- номинальный ток сборки РТЗО – 100 А;
- прочность изоляции силовых цепей – 2100 В постоянного тока;
- прочность изоляции цепей управления – 1500 В постоянного тока.



**Сборка РТЗО-И
с открытым ШФНУ**

Диагностические функции:

- контроль электропитания;
- контроль токов нагрузки по трем фазам;
- контроль состояния конечных выключателей;
- контроль выполнения команд управления с определением источника команд;

- определение $\cos \varphi$;
- контроль симметричности напряжения питания и токов потребления ИМ;
- контроль чередования фаз;
- сбор и передача диагностической информации.

Сейсмостойкость: кат. I по ПНЭГ-5-006 (7 баллов).

ЭМС: группа IV по СОУ НАЕК 100:2016.

Виды защиты электродвигателя:

- тепловая;
- от токов короткого замыкания.

Диапазон температуры окружающей среды – от плюс 5 до плюс 60 °С.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Степень защиты – IP31.

Срок службы – 30 лет.

Объекты внедрения:

Запорожская АЭС

УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА ИА-3, ИА-4

Функции ИА-3, ИА-4:

- управление электроприводами регулирующей арматуры;
- плавный пуск электродвигателя;
- электродинамическое торможение электродвигателя.

Технические характеристики ИА-3:

- мощность управляемых электродвигателей – от 3 до 15 кВт;
- диапазон рабочих температур окружающего воздуха – от +5 до +75 °С;
- команды управления ДУ-О и ДУ-3 характеризуются постоянным или пульсирующим напряжением 24 В;
- питание ИА-3 – трехфазное напряжение 220/380 В.



Технические характеристики ИА-4:

- мощность управляемых электродвигателей – от 0,06 до 3,5 кВт;
- диапазон рабочих температур окружающего воздуха – от +5 до +50 °С;
- команды управления ДУ-О и ДУ-3 характеризуются диапазоном постоянного или пульсирующего напряжения от 18 до 34 В;
- питание ИА-4 – трехфазное напряжение 220/380 В.

Основные характеристики:

- конструктивное исполнение (выносной прибор для настенного или щитового монтажа) обеспечивает удобство монтажа и технического обслуживания;
- возможность реализации различных вариантов управления исполнительными автоматами:
 - от местных регуляторов;
 - от контроллеров систем контроля и управления;
 - от пульта оператора-технолога (вручную);
- использование нескольких режимов работы:
 - непрерывного;
 - кратковременного;
 - повторно-кратковременного с частотой до 630 включений в час.



Класс безопасности – 3.

Категория безопасности – В.

Степень защиты – IP 54.

Объекты внедрения:

- Хмельницкая АЭС
- Запорожская АЭС
- Ровенская АЭС
- Южно-Украинская АЭС
- Балаковская АЭС
- Ростовская АЭС
- Курская АЭС
- АЭС «Козлодуй» (Болгария)

ЩИТОВОЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ РЕГИСТРАТОР РЦ-1

Функции РЦ-1:

- ввод и обработка сигналов термоэлектрических преобразователей, термопреобразователей сопротивления, датчиков напряжения, датчиков токового сигнала, датчиков сопротивления, а также дискретных сигналов;
- регистрация и архивирование значений входных аналоговых и дискретных сигналов;
- линеаризация характеристик термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления;
- извлечение квадратного корня из значения входного сигнала тока;
- формирование выходных дискретных сигналов как функций от значений и признаков переходов за уставки входных аналоговых сигналов, значений входных дискретных сигналов, признаков состояния РЦ-1;
- формирование выходных дискретных сигналов как функций от значений и уставок входных аналоговых и дискретных сигналов, признаков состояния РЦ-1;
- выдача результатов измерений и диагностической информации на встроенный TFT-дисплей в виде цифровых значений, графиков и гистограмм;
- контроль подключения датчиков.



Технические характеристики РЦ-1:

- разработаны исполнения с 4, 8, 12 и 16 гальванически развязанными универсальными входными аналоговыми каналами;
- разработаны исполнения с 8, 16 и 24 гальванически развязанными выходными аналоговыми каналами;
- время опроса 16 каналов – не более 200 мс;
- обмен данными осуществляется по интерфейсу RS-485;
- погрешность измерения входных аналоговых каналов 0,1 %;
- время архивирования данных – от 2 суток до 1 года (в зависимости от интервала архивирования);
- возможность сохранения информации архива на USB-накопитель;
- температура окружающей среды – от +5 °С до +60 °С.



Основные характеристики:

- конструктивное исполнение, обеспечивающее удобство монтажа и технического обслуживания, а также установку на места показывающих приборов, использовавшихся на щитах управления энергоблоками АЭС;
- удобство эксплуатации благодаря интуитивно понятному операторскому интерфейсу;

- использование универсальных гальванически развязанных входных аналоговых каналов;
- широкая номенклатура принимаемых сигналов от датчиков;
- два варианта дисплея с размерами 6,4” и 10,4”.

Класс безопасности – 2.

Категория безопасности – А.

Степень защиты: лицевая панель – IP 54, корпус – IP 20.

Объекты внедрения:

Запорожская АЭС

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИГНАЛОВ ПрС

Преобразователь сигналов ПрС – прибор для щитового монтажа, предназначенный для замены измерительных преобразователей ЭП 4700 АС, ЭП 4701 АС и блоков извлечения корня ЭП 4710 АС.

Функции ПрС:

- преобразование сигнала термоэлектрического преобразователя или термопреобразователя сопротивления в унифицированный сигнал постоянного тока или напряжения постоянного тока с возможностью линейаризации номинальной статической характеристики датчика;
- преобразование входного сигнала постоянного тока в унифицированный сигнал постоянного тока или напряжения с возможностью выполнения функции извлечения квадратного корня;
- питание первичных измерительных преобразователей типа «Сапфир-22»;
- выдача результатов измерений на магистраль RS-485;
- выдача результатов измерений и диагностической информации на встроенный ЖК-индикатор;
- выдача дискретного сигнала типа «сухой контакт» при выходе контролируемого параметра за верхнюю или нижнюю границу.



Основные характеристики:

- контроль исправности входного и выходного канала;
- выдача всей необходимой информации (значение входного аналогового сигнала, диапазон входного аналогового сигнала, значение температуры холодного спая, значение выходного аналогового сигнала, индикация неисправности) на ЖК-индикатор;
- защита от короткого замыкания в цепи нагрузки аналогового выхода;
- возможность проведения настройки на выбранный тип датчика и диапазон работы, а также калибровку в автоматическом режиме;
- гальваническая развязка цепей питания, входного аналогового сигнала, выходного аналогового сигнала, выхода на магистраль RS-485, входных дискретных и выходного дискретного сигналов;
- возможность оперативной замены устройства без перекоммутации питающих, информационных и управляющих цепей.

Степень защиты – IP31.

Объекты внедрения:

- Хмельницкая АЭС
- Запорожская АЭС
- Ровенская АЭС
- Южно-Украинская АЭС

ШЛЕЙФЫ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ И ТЕРМОКОНТРОЛЯ

Шлейфы энерговыделения (ЭВ) и термоконтроля (ТК) предназначены для применения в системах внутриреакторного контроля.

Функция шлейфов – передача электрических сигналов к узлу соединения:

- шлейфы ЭВ – от разъемов сборок внутриреакторных детекторов (СВРД) до узла электрического соединения на бетонной шахте;
- шлейфы ТК – от разъемов устройств компенсационных типа УК-82, УТ-0186, соединительной коробки термоконтроля чехлов приводов ОР СУЗ или их аналогов.



Состав шлейфов:

- высокотемпературная вставка в шлейфах ЭВ;
- термо- и влагозащищенный кабель, заключенный в нержавеющей оплетку;
- разъем для присоединения к СВРД или устройствам компенсационным;
- устройство для герметизации разъема после его присоединения к СВРД;
- элементы защиты от механических повреждений;
- комплект монтажных частей.



Основные характеристики:

- высокая стойкость к температуре и радиации;
- влагозащищенность, возможность работы в условиях паровоздушной смеси;
- сохранение работоспособности в аварийных и послеаварийных условиях, в том числе при аварии с потерей теплоносителя (ЛОСА);
- сохранение работоспособности при локальных перегревах до уровня температуры теплоносителя первого контура.



Объекты внедрения:

- Запорожская АЭС
- Хмельницкая АЭС

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СКУ

Совокупность программных продуктов, разработанных в СНПО «Импульс», создает, совместно с техническими средствами, основу для проектирования СКУ.

Разработка программного обеспечения выполнена по технологии, рекомендованной стандартами IEC 60880, IEC 62138, при этом каждая фаза разработки завершается формированием документации, верификацией и документированием процесса верификации.

Состав системного программного обеспечения:

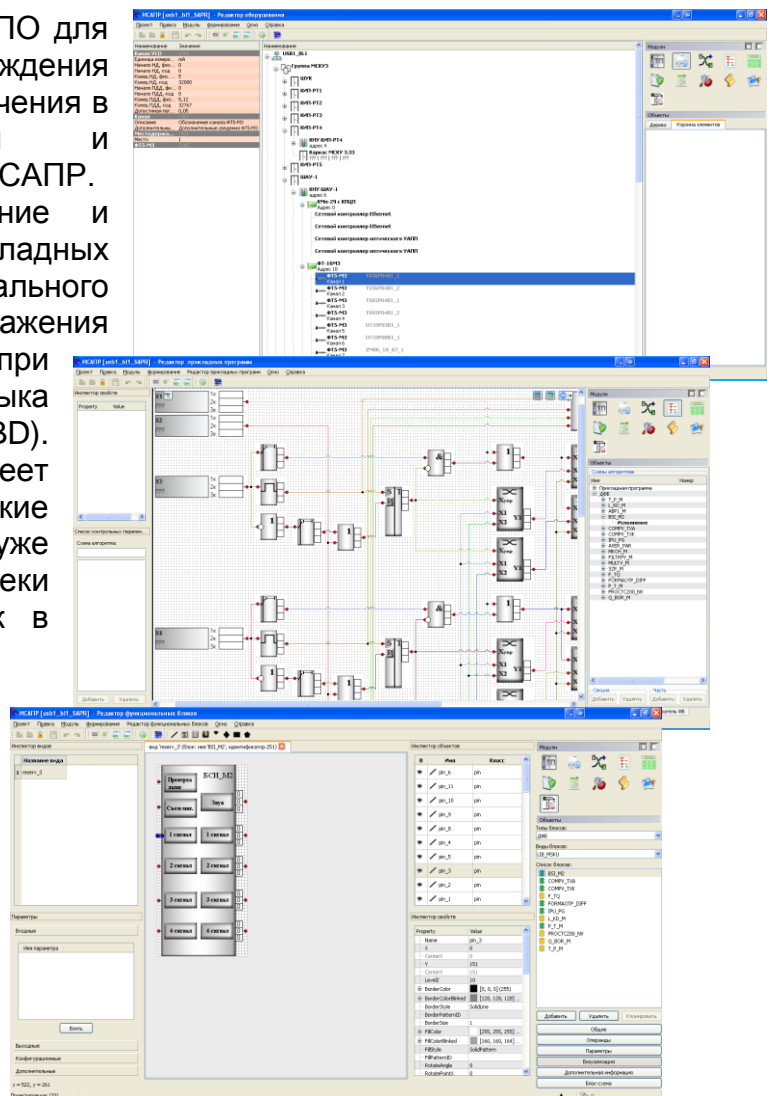
- инструментальное ПО для подготовки и отладки прикладного программного обеспечения;
- системное ПО реального времени;
- ПО операторских станций;
- тестовое и сервисное ПО.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

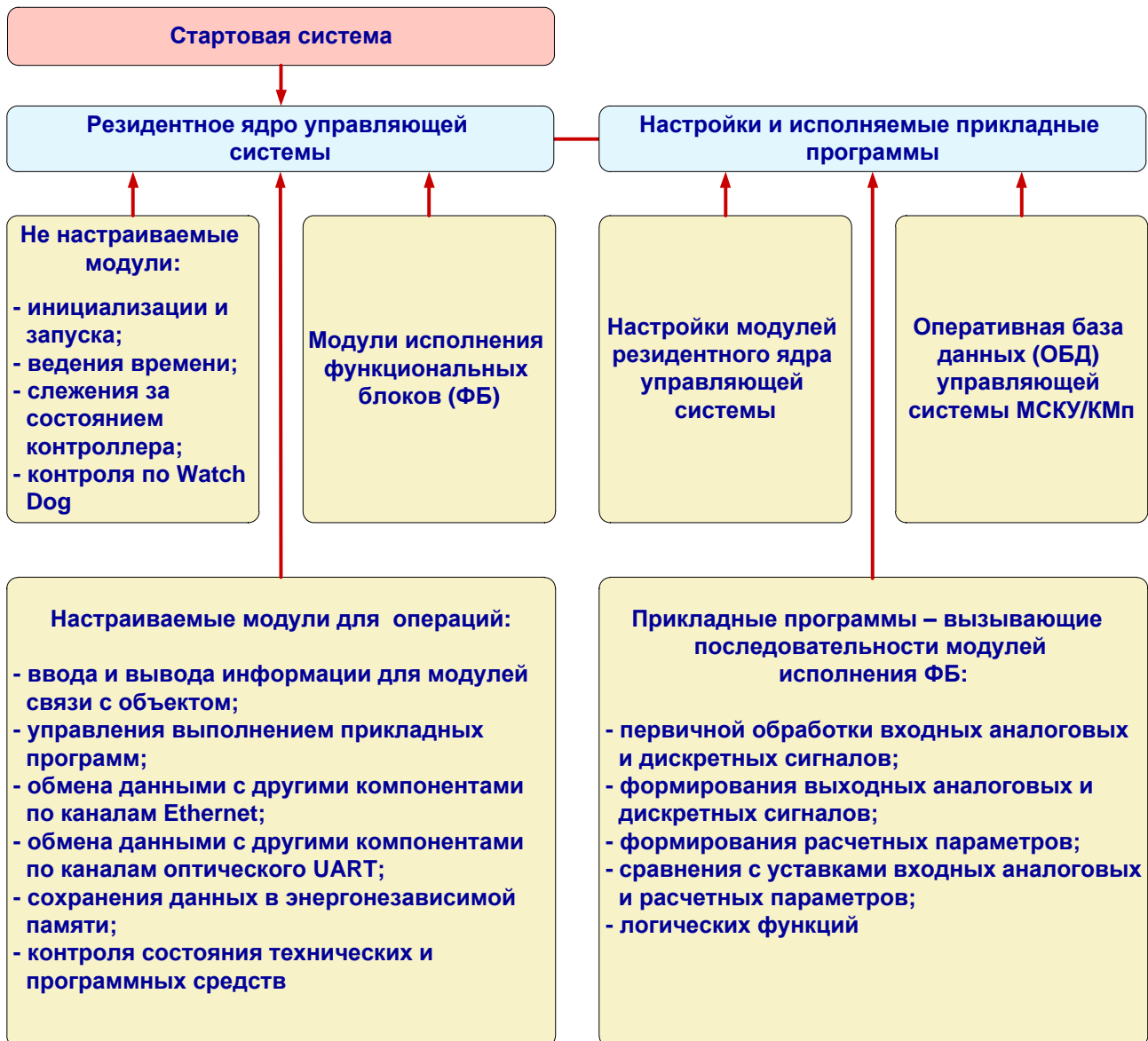
В качестве инструментального ПО для подготовки, отладки и сопровождения прикладного программного обеспечения в СНПО «Импульс» разработан и применяется комплекс программ ИСАПР.

ИСАПР обеспечивает создание и редактирование настроек и прикладных программ системного ПО реального времени, а также настроек отображения ПО операторских станций при помощи графического языка функциональных блок-схем (язык FBD). При этом пользователь имеет возможность применять логические функциональные блоки из уже существующей обширной библиотеки либо создать собственный блок в специальном редакторе.

ИСАПР обладает широким набором возможностей, интуитивно понятным графическим интерфейсом, а также имеет модульную структуру, что обеспечивает надежность, удобство и простоту использования, ускоряет процесс овладения навыками работы с программным продуктом.



СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ



Системное ПО реального времени представлено следующими компонентами:

- стартовой системой контроллера;
- ядром управляющей системы.

Основные функции стартовой системы контроллера:

- начальное тестирование контроллера;
- инициализация контроллера;
- запуск управляющей системы.

Стартовая система записывается в Flash-память системных программ при производстве и недоступна пользователю. Запуск стартовой системы из Flash-памяти осуществляется автоматически при включении контроллера.

Основные функции резидентного ядра управляющей системы:

- ввод, вывод и обработка данных через модули ввода-вывода сигналов;
- синхронизация контроллеров;
- взаимный контроль принятых данных между резервированными контроллерами;
- поддержка единого времени в контроллерах;

- обмен информацией между компонентами СКУ по линиям связи локальной сети;
- мониторинг состояния оборудования и передача данных о состоянии оборудования в сервер диагностирования и архивирования;
- управление запуском прикладных программ.

Настройки модулей ядра управляющей системы и прикладные программы, вызывающие последовательности модулей исполнения функциональных блоков, формируются при помощи инструментального ПО ИСАПР.

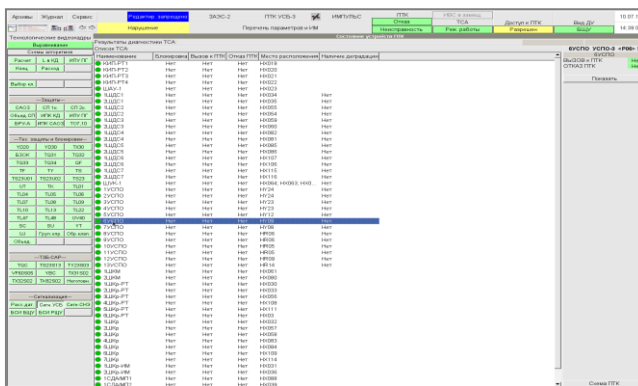
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТОРСКИХ СТАНЦИЙ

Программное обеспечение операторских рабочих станций представлено комплексом программ приема, обработки, отображения и архивирования данных, который предназначен для выполнения следующих функций:

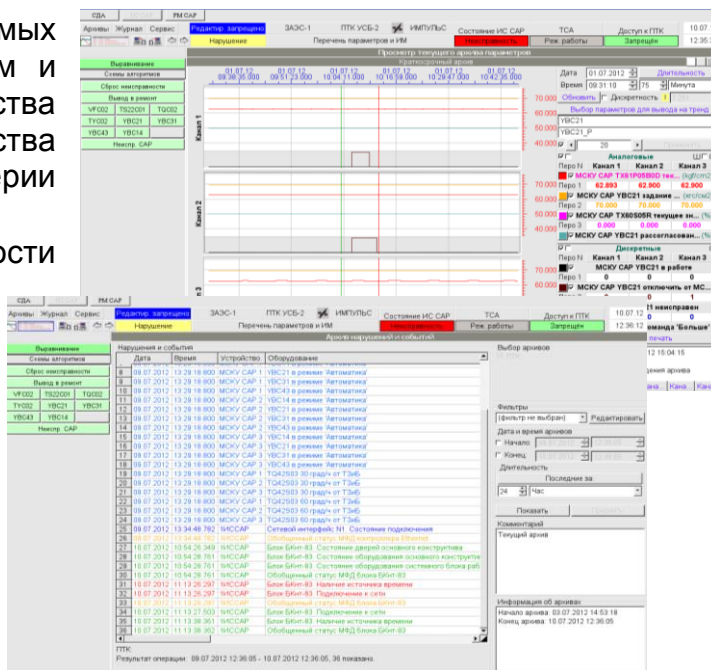
- прием и обработка данных от компонентов СУ, формирование оперативной базы данных параметров;
- создание видеокладов и визуализации текущей информации о технологическом процессе;
- ведение журнала событий;
- архивирование текущей информации о технологическом процессе, событиях, протоколирование работы СУ;
- фоновый контроль состояния оборудования СУ;
- передача данных по информационной сети другим СУ энергоблока.

Киберзащищенность программного обеспечения операторских станций обеспечивается:

- соответствием применяемых методов защиты требованиям и рекомендациям руководства МАГАТЭ NS-G-1.1, руководства RG 5.71, стандартов серии ISO/IEC 27001:2013 и т. д.;
- контролем целостности инсталлированных программ с уведомлением об обнаруженных ошибках;
- периодическим контролем целостности данных в архивах параметров, событий и протоколов;
- контролем использованных архивами ресурсов по отношению к установленным ресурсам;
- взаимодействием между серверами посредством специализированных TCP/IP портов;
- авторизацией и разграничением уровня доступа пользователей к технологическим параметрам базы данных;
- взаимодействием с абонентами по сети с использованием специализированного протокола;
- периодическим контролем выполнения минимально необходимых служб и перезапуском отказавших служб.



Имя	Вид	Единица	Значение	Диагностика	Состояние
ТМ-1	ТМ	ТМ	10000	Нет	Активно
ТМ-2	ТМ	ТМ	10000	Нет	Активно
ТМ-3	ТМ	ТМ	10000	Нет	Активно
ТМ-4	ТМ	ТМ	10000	Нет	Активно
ТМ-5	ТМ	ТМ	10000	Нет	Активно



ТЕСТОВОЕ И СЕРВИСНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Сервисное ПО представлено следующими компонентами:

- комплекс программ для технического обслуживания промышленных контроллеров серии МСКУ;
- комплекс программ метрологической калибровки и аттестации измерительных каналов СКУ.

Основные функции ПО технического обслуживания промышленных контроллеров серии МСКУ:

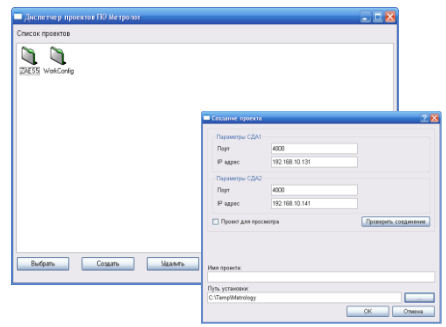
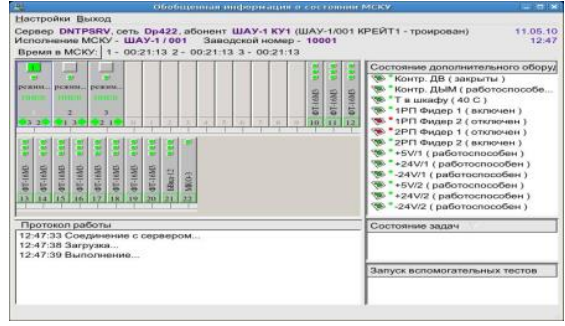
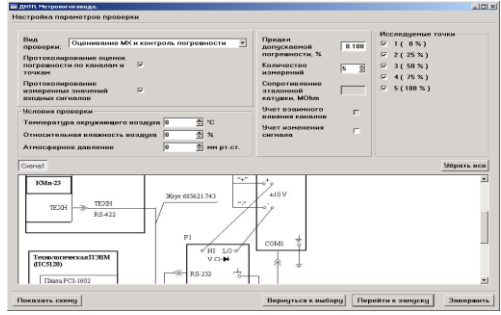
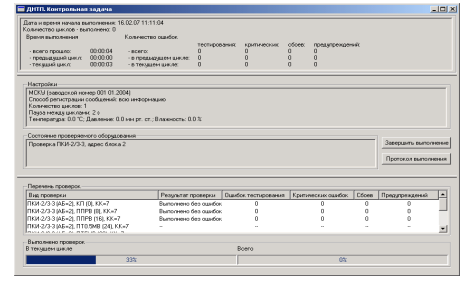
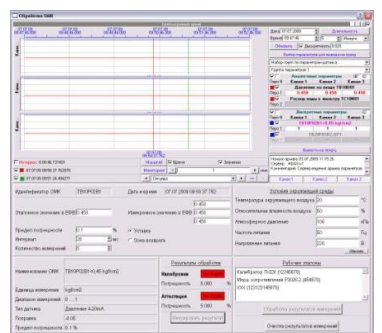
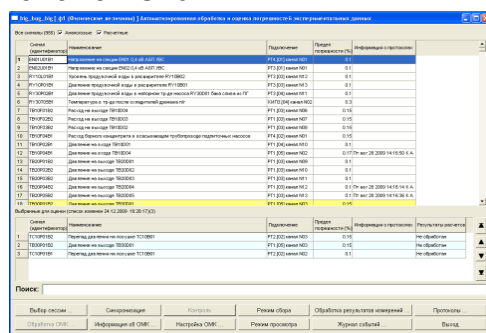
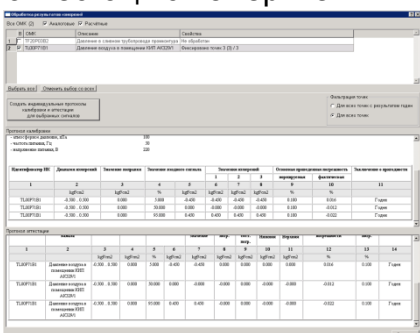
- контроль погрешности электрических трактов;
- оценивание и контроль метрологических характеристик электрических трактов измерительных каналов;
- настройка электрических трактов измерительных каналов;
- мониторинг и отображение текущего состояния технических средств;
- архивирование и протоколирование процессов проверки и настройки.

ПО технического обслуживания промышленных контроллеров серии МСКУ гарантированно обеспечивает возможность оценивания и контроля метрологических характеристик МСКУ как во время ППР, так и в межремонтный период.

Основные функции ПО метрологической калибровки и аттестации измерительных каналов СКУ:

- прием экспериментальных данных от сервера диагностирования и архивирования согласно заданному списку измерительных каналов;
- обработка экспериментальных данных, расчет погрешности измерительных каналов;
- отбраковка измерительных каналов в случае несоответствия заданной погрешности;
- мониторинг и отображение текущего состояния измерительных каналов;
- формирование протоколов калибровки и аттестации измерительных каналов.

Данный программный продукт обладает интуитивно понятным интерфейсом и позволяет достоверно и в кратчайшие сроки провести метрологическую калибровку и аттестацию измерительных каналов СКУ.



ЛИЦЕНЗИИ, СЕРТИФИКАТЫ

СНПО «Импульс» является корпоративным поставщиком ГП НАЭК «Энергоатом», а также крупных компаний – системных интеграторов АСУ ТП АЭС.

Система управления качеством выпускаемой продукции сертифицирована на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001:2015, ISO 9001:2015, система экологического управления сертифицирована на соответствие требованиям ДСТУ ISO 14001:2015, система управления гигиеной и безопасностью труда сертифицирована на соответствие требованиям ДСТУ OHSAS 18001:2010, система управления информационной безопасностью сертифицирована на соответствие требованиям BS EN ISO 27001:2013.

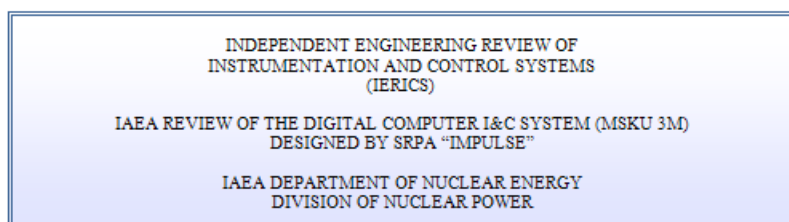
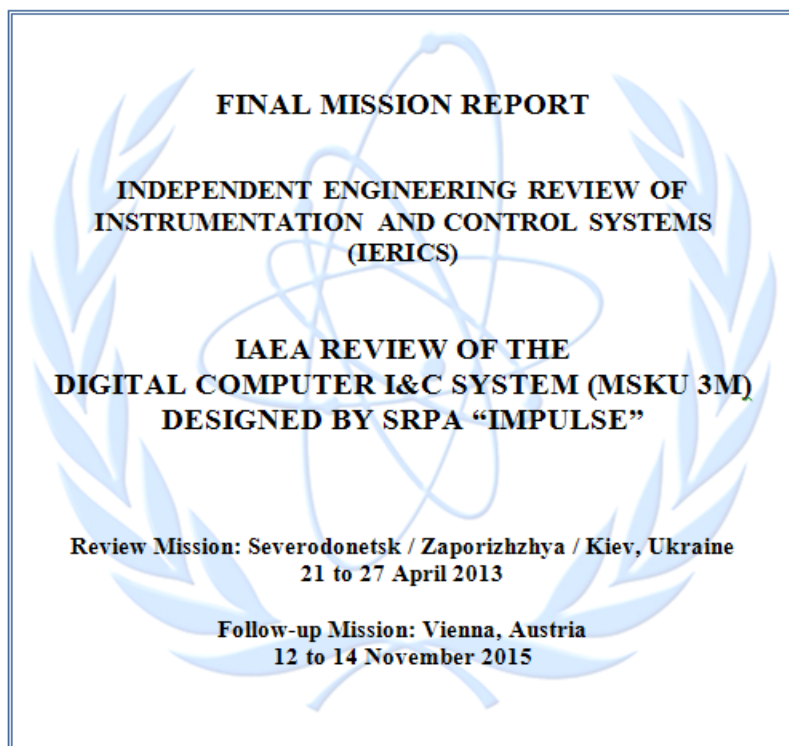
Программное обеспечение разработано в строгом соответствии с международными стандартами. Оборудование прошло испытания и соответствует требованиям стандартов Украины и международных стандартов по электромагнитной совместимости, устойчивости к условиям окружающей среды и сейсмическим условиям.

Достижения СНПО «Импульс» в части разработки, изготовления, испытаний и сопровождения систем, важных для безопасности АЭС, подтверждены в официальном отчете экспертной миссии МАГАТЭ.



IERICS-UKR-2015
Final version
Original: English
Distribution: Restricted

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY



**Заинтересованы в продукции и услугах СНПО «Импульс»?
Пожалуйста, свяжитесь с представителями нашей компании.**

**СЕВЕРОДОНЕЦКОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ИМПУЛЬС»**

Пл. Победы, 2, г. Северодонецк, Луганская обл., Украина, 93405

Тел./факс: (+38-06452) 2-95-87

E-mail: impuls@imp.lg.ua

Запрещено использовать или представлять опубликованные материалы полностью или частично в любой форме без предварительного согласования с правообладателем. Нарушителю данного запрета может быть предъявлен судебный иск согласно действующему законодательству Украины.

Информация в этом проспекте приведена в рекламных целях и не подразумевает предложения о заключении контракта. Данная информация не должна рассматриваться как гарантия качества, надежности или соответствия конкретным задачам. Эта информация основана на данных, доступных на момент публикации. Только содержание индивидуальных контрактов может предоставить полные сведения о типах, количестве и свойствах предлагаемых товаров и услуг.

**ЧАО «СНПО «Импульс»
www.imp.lg.ua**