

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПЛАТФОРМЫ ЭНИКАД
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПОЛНОМАСШТАБНЫХ
И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ
АЭС и ТЭС**

ЭТЭС

ени/CAD

МИФИ



Состав программных средств платформы ЭНИКАД



- **Графический редактор**, предоставляющий все необходимые средства для создания разнообразных видеокадров с широкими интерактивными возможностями.
- **САПР моделей систем автоматики**, позволяющий строить интерактивные схемы моделей систем управления из широкого набора функциональных блоков и предоставляющий средства их отладки. Имеется возможность создания макроэлементов. САПР охватывает средства УКТС, ТПТС-51 и КТПС-ПН.
- **САПР моделей двухфазных теплогидравлических систем** для построения интерактивных теплогидравлических схем из широкого набора функциональных блоков (баков, теплообменников, запорно-регулирующей арматуры и т.д.) со средствами их отладки.
- **САПР моделей электрических систем**, позволяющий создавать интерактивные электрические схемы из набора функциональных блоков (трансформаторов, выключателей, двигателей, линий, генераторов и т.д.) и предоставляющий средства их отладки.
- **Средства интеграции**. В их состав входят средства ведения проекта, диспетчизации и поддержки многопроцессорных, многомашинных сетевых и многомониторных конфигураций, средства интеграции программных модулей, средства ведения базы переменных модели.
- **Система поддержки процесса обучения**. Она предоставляет возможность создания учебных задач и средства контроля их выполнения обучаемым.
- **Средства автоматической генерации моделей ПТК на базе средств ТПТС** по файлам стандартного BACK-UP GET-проекта и полной визуализации прохождения сигналов по всем GET-планам проекта как при работе с моделью, так и при работе со штатной аппаратурой ПТК ТПТС.
- **Средства автоматической генерации модели системы верхнего блочного уровня (СВБУ)** цифровой АСУТП на базе RTA PLS по файлам штатных серверов СВБУ, созданные совместно со специалистами филиала ОАО «ВНИИАЭС» АСУТП.





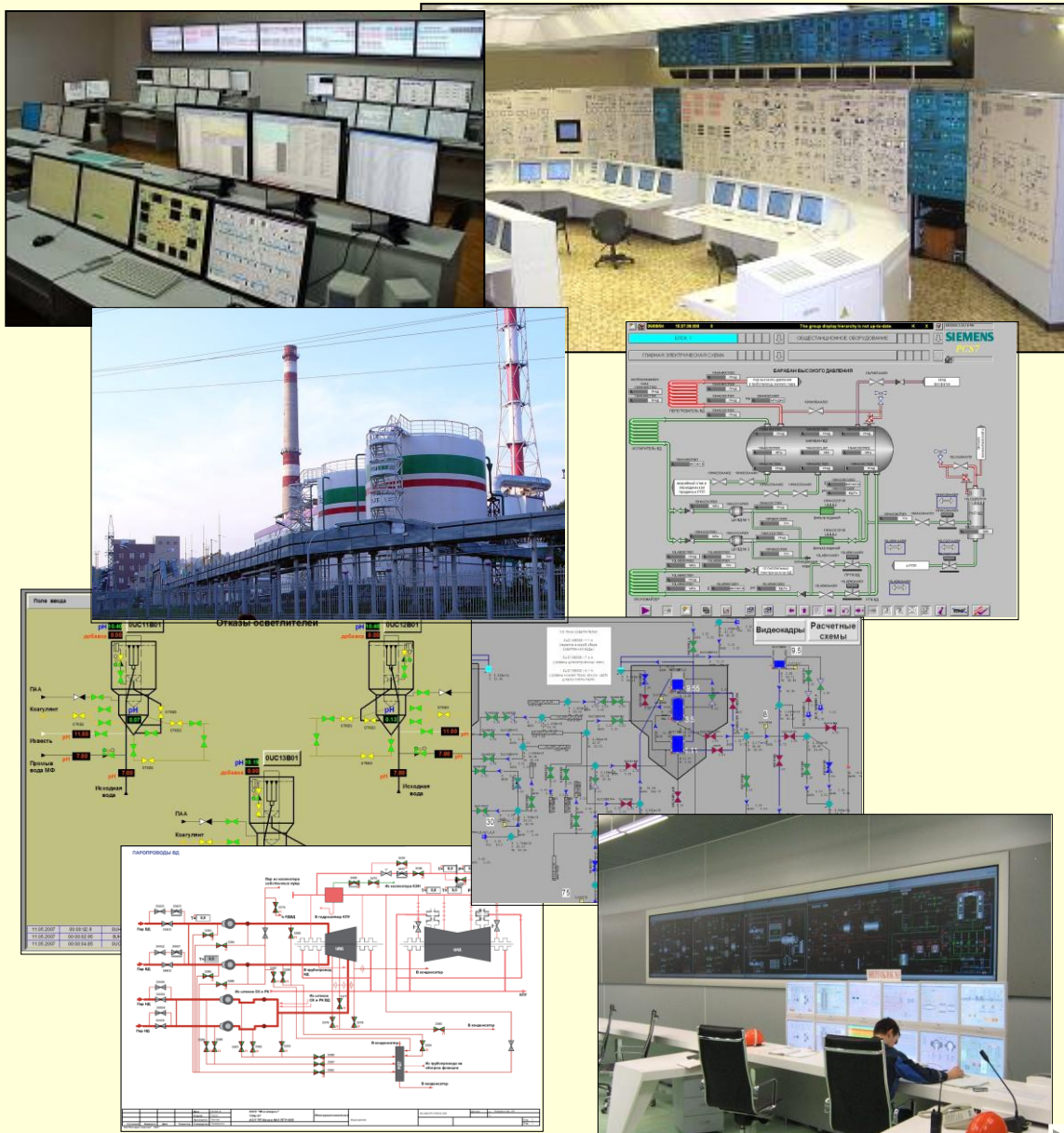
Основные разработки, выполненные на платформе ЭНИКАД



- полномасштабные модели энергоблоков «Калинин-4»(2010), «Ростов-2» (2009г), «Калинин-3» (2006г), используемые на полигоне Главного конструктора АСУТП в ОАО «ВНИИАЭС» для тестирования проектов АСУТП энергоблоков;
- тренажер оборудования и систем АСУТП блока №2 Ростовской АЭС (2009г);
- модель технологического процесса для полномасштабного компьютерного тренажера операторов энергоблока ПГУ-450 ТЭЦ-27 ОАО «Мосэнерго» (2008г);
- программный комплекс автоматической генерации моделей АСУ ТП на базе средств ТПТС (TELEPERM ME) для ПНР АСУТП АЭС «Бушер-1» для ФГУП «ЭНИЦ» (2007г);
- полномасштабный тренажер 3-го энергоблока Калининской АЭС с реактором ВВЭР-1000 (2007г);
- полномасштабный тренажер 2-го энергоблока Калининской АЭС с реактором ВВЭР-1000 (2010г);
- пусковой комплекс полномасштабного тренажера 3-го энергоблока Калининской АЭС (2006г);
- программный комплекс рабочего места ЦТАИ 3-го энергоблока Калининской АЭС (2006г);
- многофункциональный компьютерный анализатор 3-го энергоблока Калининской АЭС (2005г);
- модель технологического процесса для полномасштабного компьютерного тренажера операторов энергоблока ПГУ Сочинской ТЭС (2004г);
- компьютерная обучающая система для подготовки персонала системы химводоочистки 3-го энергоблока Калининской АЭС (2004г);
- многофункциональный анализатор турбинного отделения 2-го энергоблока Калининской АЭС с реактором ВВЭР-1000 (2004г);
- тренажер электроцеха 2-го энергоблока Калининской АЭС (2003г);
- многофункциональный анализатор реакторного отделения 2-го энергоблока Калининской АЭС (2002г).

Средства подготовки персонала:

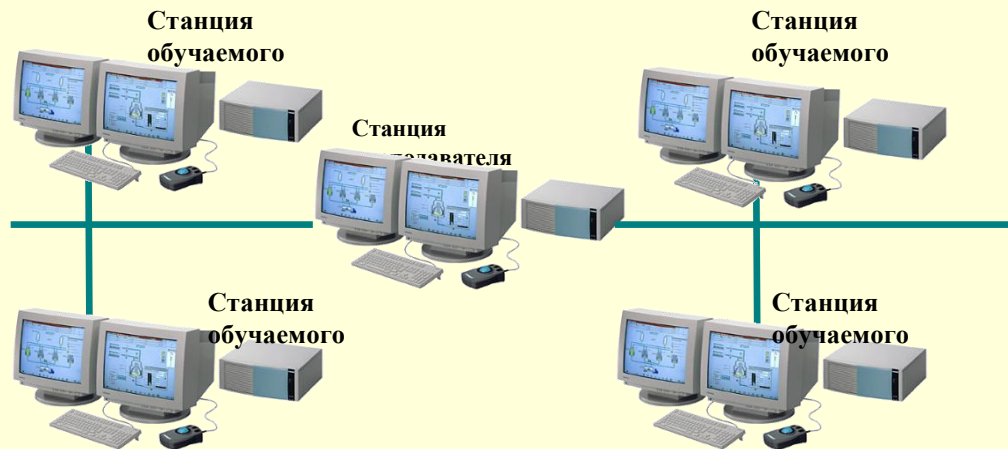
- ПМТ-3 - первый в России полномасштабный тренажер для энергоблока «ВВЭР-1000» с цифровой АСУ ТП. ПМТ-3 сдан в промышленную эксплуатацию 15.06.2007г;
- тренажер оборудования и систем АСУ ТП блока № 2 Ростовской АЭС (2009г.);
- полномасштабный компьютерный тренажер для обучения персонала эксплуатации энергоблоков с ПГУ и оптимизации работы оборудования и алгоритмов АСУ ТП Сочинской ТЭС с АСУ ТП на базе Simatic PCS7, созданный совместно с ЗАО “Интеравтоматика”, ОАО “ВТИ” и подразделением Industrial Solutions & Services фирмы Siemens AG (2005г.);
- полномасштабный компьютерный тренажер энергоблока ПГУ-450 ТЭЦ-27 Мосэнерго (первый в России энергоблок с АСУ ТП на базе SPPA-T3000), созданный совместно с ЗАО “Интеравтоматика” (2008г.).



В национальном исследовательском ядерном университете МИФИ на кафедре №2 «Автоматика» создана учебная лаборатория «Управление и безопасность АЭС». Она предназначена для обеспечения практических занятий студентов и специалистов по программам обучения и повышения квалификации в области контроля, управления, защиты и безопасной эксплуатации ядерных энергетических установок (ЯЭУ).

В лаборатории разработан и используется в учебном процессе практикум по следующим направлениям:

- физические и конструкционные особенности реактора ВВЭР;
- алгоритмы управления, системы контроля, управления и защиты (СУЗ) ЯЭУ АЭС с ВВЭР;
- безопасность ЯЭУ с ВВЭР.

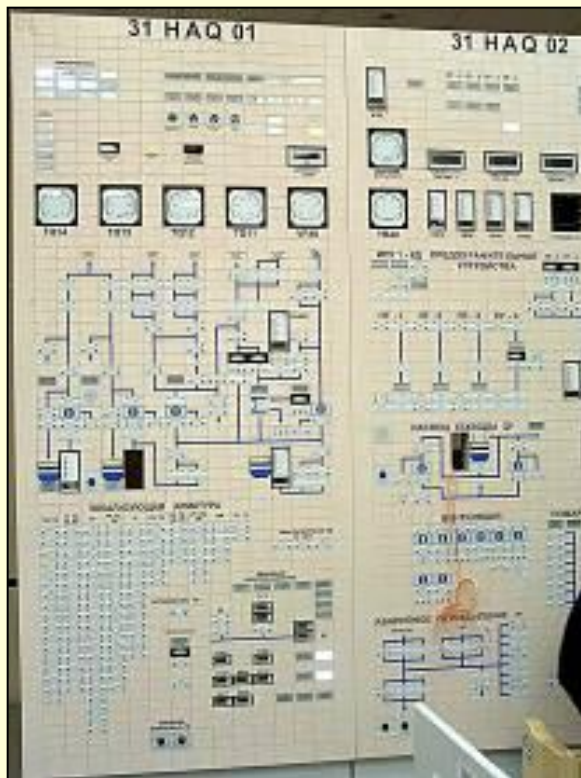


Специальное системное программное обеспечение – программный комплекс ЭНИКАД компании ЭНИКО ТСО, лежащий в основе всех тренажерных систем для АЭС, разработанных с участием специалистов кафедры «Автоматика» НИЯУ МИФИ.

Прикладное моделирующее программное обеспечение – программный комплекс МФА-Р, дополненный необходимыми программными моделями ПМТ блока №3 Калининской АЭС.

По заявке МАГАТЭ была осуществлена поставка указанной лаборатории в Армению, Белоруссию и на Украину.

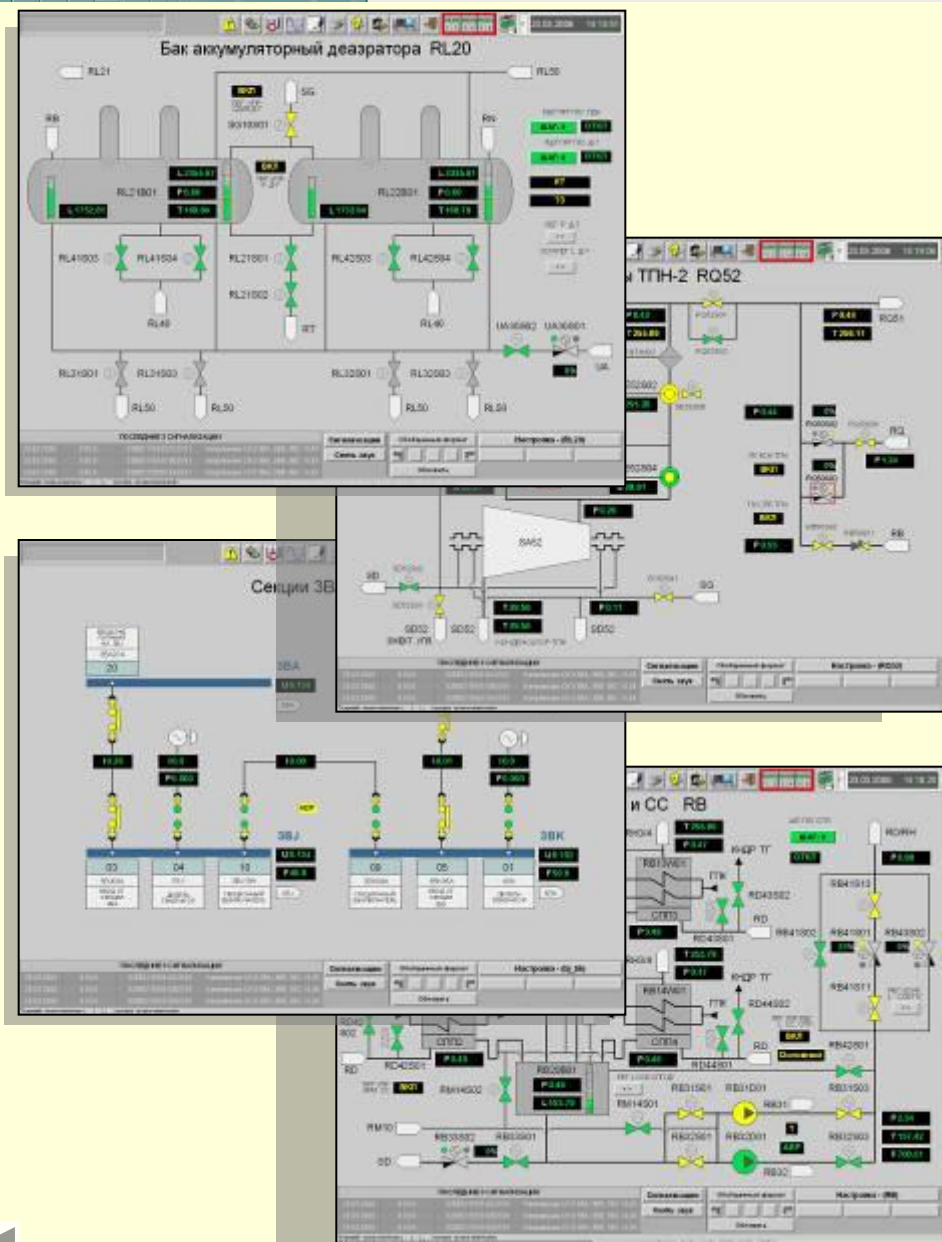
Полномасштабный тренажер 3-го блока Калининской АЭС - первый ПМТ для энергоблока «ВВЭР-1000» с цифровой АСУ ТП



Полномасштабный тренажер 3-го энергоблока Калининской АЭС был разработан и внедрен под руководством генерального конструктора АСУ ТП АЭС – ОАО «ВНИИАЭС». Все программное обеспечение для реализации математических моделей физических процессов и систем управления в составе ПМТ было разработано научным коллективом кафедры «Автоматика» НИЯУ «МИФИ».



Создание полномасштабного тренажера 3-го энергоблока Калининской АЭС имело особое значение в связи с тем, что на этом энергоблоке впервые внедрялась современная цифровая АСУ ТП на базе средств ТПТС, производимых в России по лицензии фирмы SIEMENS, и платформы «ПОРТАЛ» в качестве основы СВБУ.



Основной способ управления в этой АСУТП - компьютерный, через экранные форматы управляющих рабочих станций блочного пульта управления (БПУ). Он принципиально отличается от способа управления с использованием ключей БПУ на всех предыдущих энергоблоках. Навыки нового компьютерного способа управления у оперативного персонала Калининской АЭС полностью отсутствовали и именно их нужно было сформировать в первую очередь.

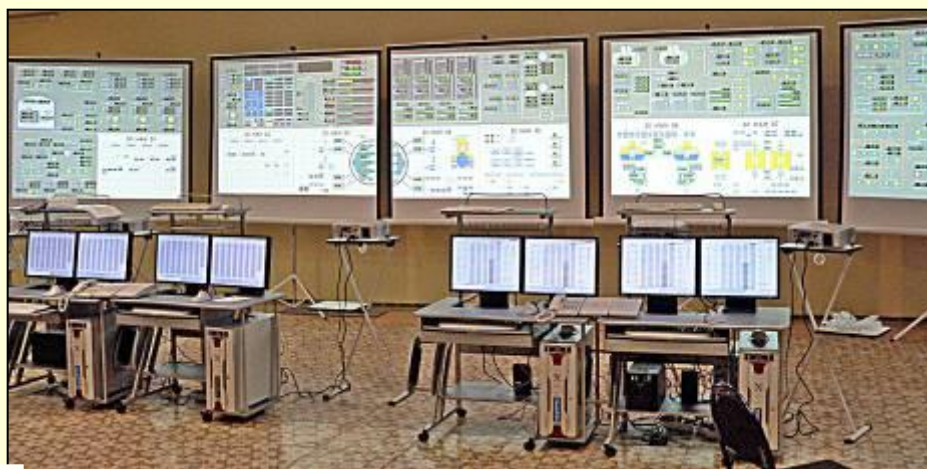
В связи с этим концерном "Росэнергоатом" было принято решение о разработке полномасштабного тренажера 3-го энергоблока Калининской АЭС в 2 этапа.



На первом этапе (2005 г.) в эксплуатацию был введен пусковой комплекс ПМТ-3, обеспечивший выработку у оперативного персонала навыков компьютерного способа управления.

В состав пускового комплекса ПМТ-3 входила:

- комплексная, всережимная модель реального времени 3-го энергоблока Калининской АЭС. Модель полностью обеспечивает сигналами блочный пульт управления (БПУ), моделируется 6055 различных датчиков и 2254 управляемых технологических элементов (двигатели, задвижки, насосы, клапаны и т.д.);
- рабочая станция инструктора;
- рабочие станции обучаемых, являющиеся точными копиями рабочих мест операторов реального БПУ.



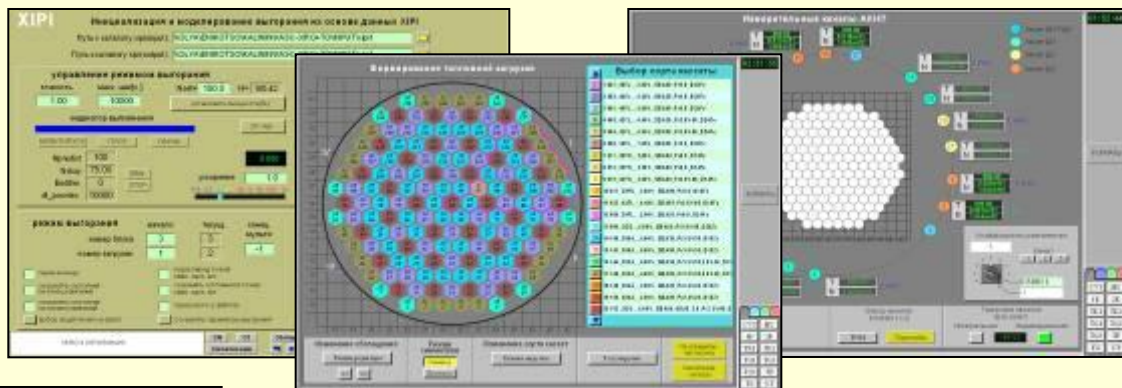


На втором этапе (2006-2007 г.) к пусковому комплексу ПМТ-3 были подключены пульта и панели, полностью аналогичные реальному БПУ с учетом всех его изменений в ходе опытной и первых месяцев промышленной эксплуатации.

Все компоненты программного обеспечения ПМТ-3 были созданы на базе платформы ЭНИКАД, работающей под ОС WINDOWS.



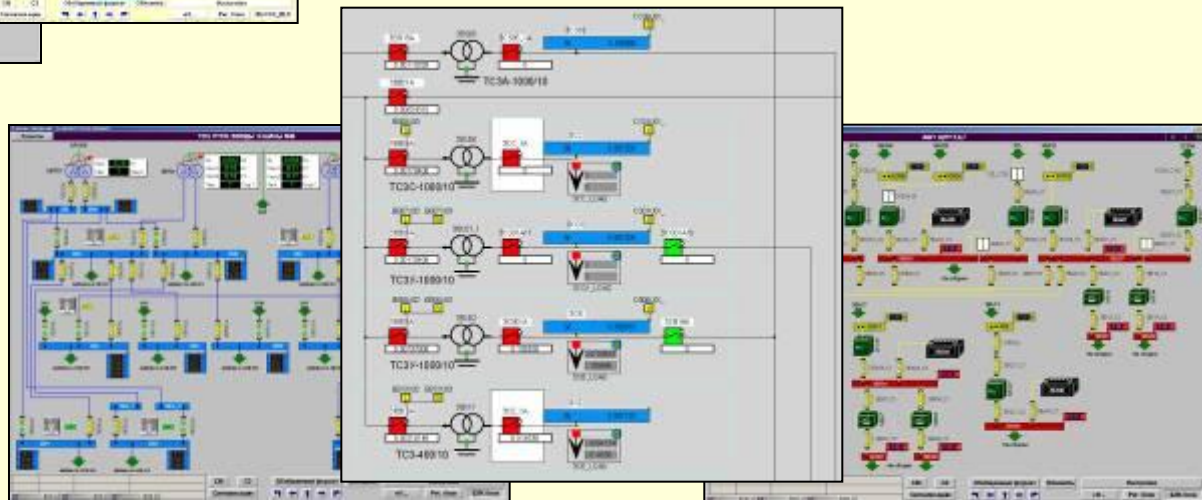
1. Трехмерная, двухгрупповая модель активной зоны, аттестованная ГАН РФ;



2. Модели теплогидравлических систем энергоблока, созданные с помощью САПР моделей теплогидравлических систем, входящей в состав ЭНИКАД;



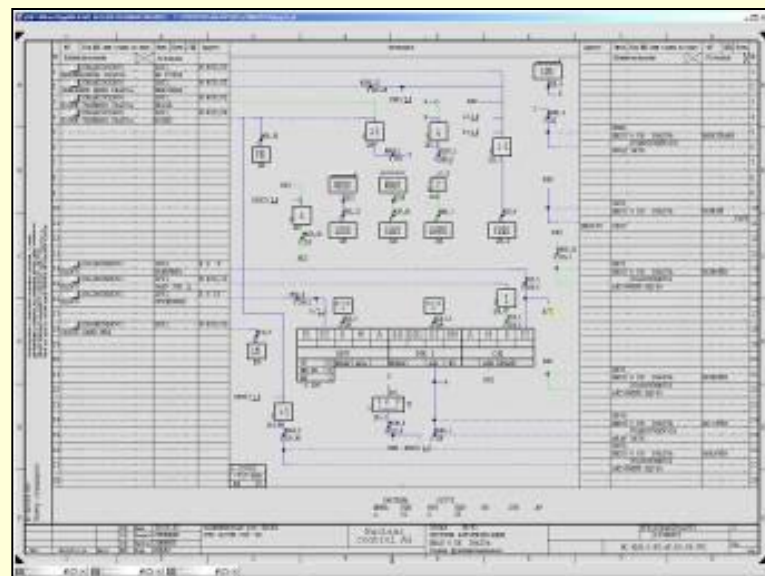
3. Модели электрических систем энергоблока, созданные с помощью САПР моделей электрических систем, входящей в состав ЭНИКАД;



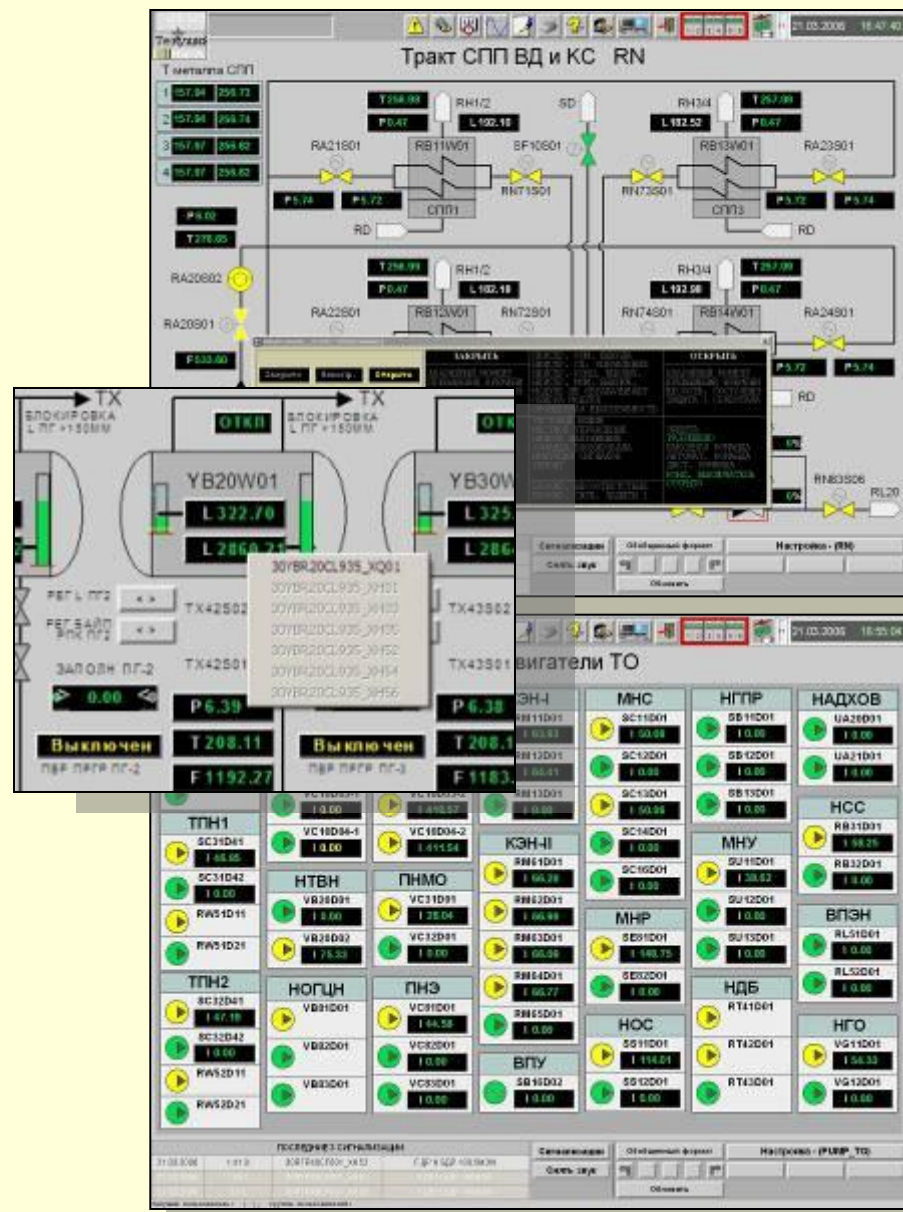
4. Модель АСУ ТП энергоблока, включающая модель нижнего уровня АСУ ТП на базе средств ТПТС и модель СВБУ на базе платформы «ПОРТАЛ»

Модель нижнего уровня АСУ ТП генерируется полностью автоматически с помощью созданного на базе ЭНИКАД комплекса программных средств для автоматизации сравнения версий, тестирования и анализа программного обеспечения средств ТПТС, который обеспечивает:

- считывание на стандартный ПК резервных копий (BACK-UP) GET-проекта;
- хранение различных версий GET-проектов на ПК;
- автоматическое сравнение версий GET-проектов с выдачей списка GET-планов, в которых имеются отличия, и визуализацией этих отличий как на самих GET-планах, так и в виде протоколов;
- визуализацию на экране ПК как самих GET-планов, так и всех имеющихся в них параметров и сигналов. При этом источником сигналов, визуализируемых на GET-планах, служит модель алгоритмов, закладываемых в ТПТС, автоматически генерируемая по STEP-коду.



Модель СВБУ также генерируется полностью автоматически с помощью созданного на базе платформы ЭНИКАД программного комплекса по файлам штатных серверов реального СВБУ. При этом модель СВБУ полностью совместима с моделью нижнего уровня АСУ ТП на базе средств ТПТС. Более того, модель СВБУ (в отличие от реального СВБУ) может использоваться для выбора на отображение GET-планов, соответствующих выбранному на видеокадре СВБУ объекту управления. В результате получена возможность эффективного анализа совместной работы нижнего уровня АСУ ТП на базе средств ТПТС и СВБУ, чисто на программных моделях в среде ЭНИКАД, что ускорило освоение оперативным персоналом Калининской АЭС новой цифровой АСУ ТП энергоблока.



Описанные средства разработки моделей физических процессов в технологических системах энергоблока и АСУ ТП прошли жесткую проверку в ходе ПНР на 3-м энергоблоке Калининской АЭС: с помощью этих средств в ходе ПНР постоянно генерировались модели штатных рабочих мест СВБУ, интегрированные с моделями алгоритмов в среде ТПТС, соответствующие текущим версиям проекта АСУ ТП. Полученные модели устанавливались на компьютеры специалистов, осуществлявших пусконаладку АСУ ТП, что позволило значительно сократить сроки и повысить качество пусконаладочных работ на 3-м энергоблоке Калининской АЭС.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

РБП НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

№ 531 № 182
РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР ПС В ЦОЭП ПРИ РНЦ КИ РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР ПАСПОРТА АТТЕСТАЦИИ ПС

15.07.2002 28.10.2004
дата регистрации дата выдачи

НАЗВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА: Программный комплекс ПРОСТОР (версия 1.0)

ЭВМ: ПЗВМ
ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА: WINDOWS
ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ: FORTRAN, C++

АВТОРЫ: Батурин Д.М., Будникова О.А., Выговский С.Б., Галкин И.В., Зимин В.Г., Краюшкин Ю.А., Кориковский К.П., Мищерин С.А., Осадчий М.А., Семёнов А.А., Страшных В.П., Тихонов Н.В., Черное Е.В., Чернаков В.А. (МИФИ), Бай В.Ф., Богачек Л.Н., Лулишко А.А., Чапаев В.М. (Калининская АЭС).

РАЗРАБОТЧИК: Экспериментальное научно-исследовательское и конструкторское объединение "Тренажерные системы обучения" (ЗНИКО ТСО), Калининская АЭС

ЗАЯВИТЕЛЬ: Экспериментальное научно-исследовательское и конструкторское объединение "Тренажерные системы обучения" (ЗНИКО ТСО)

РЕШЕНИЕ СОВЕТА ПО АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
Аттестовать программный комплекс ПРОСТОР (версия 1.0)

ПРИЛОЖЕНИЕ на 8 стр.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА ПО АТТЕСТАЦИИ ПС О.М.Ковалевич
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА И.Р.Уголева