

ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ КОТЛА БКЗ Е-320-140ГМ И ТУРБОАГРЕГАТА ПТ-65/75-130/13 КТЦ УФИМСКОЙ ТЭЦ-2

А.И. ПРОШИН, М.Б. ШЕХТМАН (НПФ “КРУГ”)



В статье рассматривается внедрение тренажёра для операторов котло-турбинного цеха Уфимской ТЭЦ-2, созданного на базе компьютерного тренажёрного комплекса “ТРОПА”. Приведено описание его структуры, преимуществ и особенностей.

Ключевые слова: компьютерный тренажёрный комплекс; тренажёры для операторов котлов и турбин; АСУ ТП; программно-технический комплекс; SCADA; SCADA-система; Башкирская генерирующая компания; Уфимская ТЭЦ-2.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы тема разработки компьютерных тренажёров приобрела особую актуальность. Это связано со стремительным развитием вычислительной техники и программного обеспечения, позволяющего моделировать как технологические процессы, так и системы управления ими. В связи с этим компьютерные тренажёры стали более доступны по цене, их функционал заметно усилился, а сроки реализации снизились. С другой стороны, постоянное усложнение технологических процессов и разработка новых систем управления требуют качественного улучшения подготовки операторского персонала.

Наиболее востребованными тренажёры оказываются на предприятиях с высоким уровнем автоматизации, так как современные АСУ ТП делают работу оператора комфортной и снижают его готовность к действиям как в аварийных, так и в некоторых штатных ситуациях.

Одним из таких предприятий является “Башкирская генерирующая компания” (БГК). Это одна из крупнейших региональных энергетических компаний России, владеет значительной базой активов: одной ГРЭС, десятью ТЭЦ, двумя крупными ГЭС, а также объектами малой энергетики. Установленная электрическая мощность энергообъектов компании – 4127 МВт. С 6 ноября 2012 года компания входит в группу “Интер РАО”. Руководство компании давно осознало важность и необходимость внедрения тренажёрных комплексов для операторов технологического оборудования на своих предприятиях. Была разработана программа

оснащения этих предприятий тренажёрными комплексами, которая успешно реализуется.

В 2017 году на Уфимской ТЭЦ-2 был введён в эксплуатацию тренажёрный комплекс, моделью которого охвачено всё автоматизированное оборудование, а также существующая неэлектрифицированная арматура парового котлоагрегата БКЗ Е-320-140ГМ, турбоагрегата ПТ-65/75-130/13 и общестанционного оборудования. Существующая АСУ ТП данного оборудования выполнена на базе программно-технического комплекса КРУГ-2000®.

Уфимская ТЭЦ-2 – вторая по мощности электростанция Башкирской генерирующей компании после Кармановской ГРЭС (и в то же время самая мощная среди ТЭЦ). Выполняет промышленно-отопительную функцию, обеспечивает теплом около половины Уфы и близлежащие промышленные предприятия.

НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ

Тренажёр предназначен для:

- Проведения как совместных, так и отдельных тренировок операторов котла и турбины.
- Проведения экзаменов с выставлением оценки и формированием экзаменационного протокола.

Основные цели создания тренажёра:

- Проведение подготовки оперативного персонала в различных формах:
 - начальное обучение;
 - поддержание навыков управления технологическим процессом;
 - повышение квалификации персонала.
- Выработка навыков безопасного и экономичного управления оборудованием, в том числе в сложных переходных режимах.

- Повышение психологической устойчивости оперативного персонала при действиях в нештатных ситуациях.
- Сокращение числа технологических нарушений, связанных с ошибками персонала.
- Повышение уровня безопасности, надежности, безотказности работы оборудования, сохранности имущества, здоровья и жизни персонала.
- Проверка (тестирование) профессиональной квалификации оперативного персонала, в том числе его умения управлять оборудованием в сложных режимах в соответствии с требованиями ПТЭ и производственных инструкций.

АРХИТЕКТУРА

Среди особенностей тренажёра следует выделить то, что он выполнен с использованием компьютерного тренажёрного комплекса “ТРОПА” (КТК ТРОПА®) и представляет собой одну из возможных структур, в которой моделирование работы технологического оборудования осуществляется с использованием ПО сторонних производителей. КТК “ТРОПА” представляет собой программный комплекс, в основе которого лежит ПО SCADA-системы КРУГ-2000®.

Тренажёр имеет трехуровневую архитектуру.

1-й (нижний) уровень системы представлен математической моделью объектов управления, включающей в себя:

- модели технологических агрегатов (паровой котёл БКЗ Е-320-140ГМ, турбоагрегат

ПТ-65/75-130/13 и общестанционное оборудование);

- модели запорно-регулирующей арматуры;
- модели насосов, вентиляторов и других механизмов.

Данные модели выполнены с использованием программного обеспечения, разработанного ФГБОУ ВО “ИГЭУ”, и установлены на АРМ инструктора.

Во **2-й (средний) уровень системы** входят модели информационных и управляющих контроллеров АСУ ТП:

- виртуальные имитаторы контроллеров, работающих в существующих АСУ ТП, включая контроллеры подсистем технологических защит, блокировок и регулирования;
- вспомогательные виртуальные контроллеры, имитирующие ввод-вывод сигналов от оборудования, не охваченного существующими АСУ ТП, а также алгоритмы технологических защит, блокировок и регулирования, реализованные в существующих системах на традиционных средствах (релейные схемы, интеллектуальные приборы и т.д.);
- устройства и линии связи, обеспечивающие обмен информацией в цифровом виде.

Имитаторы контроллеров выполнены на базе КТК “ТРОПА” и запускаются в виде “виртуальных машин” на компьютерах соответствующих серверов АСУ ТП.

В **3-й (верхний) уровень системы** входят модели серверов БД и графических клиентов АСУ ТП (рис. 1):

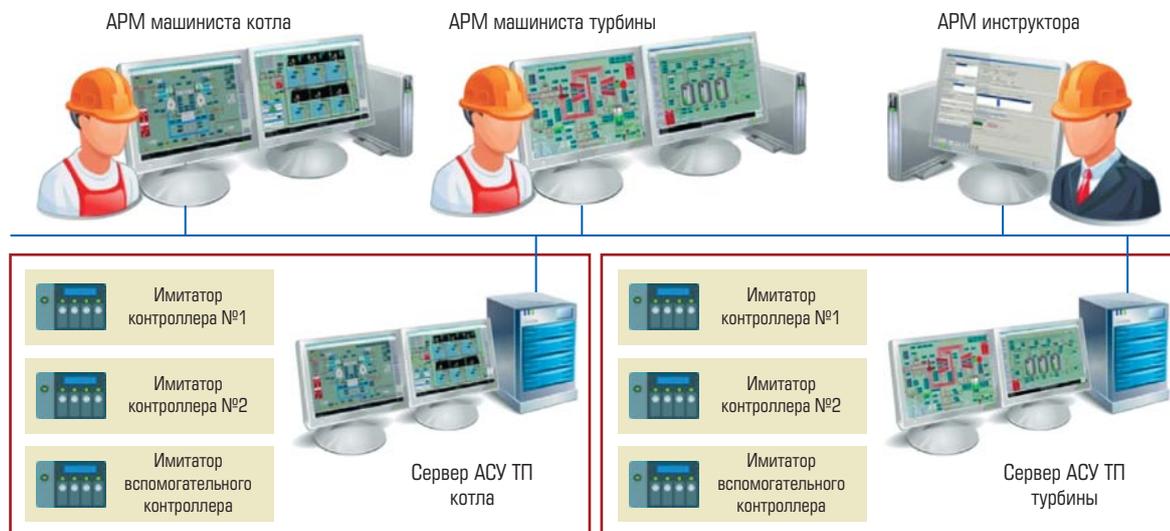


Рис. 1. Верхний уровень системы тренажера

- АРМ инструктора, на котором установлены графический клиент и программное обеспечение “АРМ инструктора”, выполняющее функции общего управления тренажёром.
- АРМ оператора-машиниста парового котла (2-мониторный).
- АРМ оператора-машиниста паровой турбины (2-мониторный).
- Сервер АСУ ТП парового котла (2-мониторный).
- Сервер АСУ ТП паровой турбины (2-мониторный).

Таким образом, каждое место обучаемого (АРМ машиниста котла и АРМ машиниста турбины) имеет 4 монитора. Модели серверов БД и АРМ машинистов выполнены с использованием КТК “ТРОПА”.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

В связи с тем, что действующие на агрегатах АСУ ТП разработаны на базе программно-технического комплекса КРУГ-2000, при создании тренажёра были использованы графический проект, программы пользователя и настройки реальной АСУ ТП, что обеспечило 100 % совпадение функционала тренажёра и реальной АСУ ТП, т.е. совпадает не только мнемосхема на экране, но и различные вспомогательные окна, приборы управления, протокол сообщений, принципы работы сигнализации, регистрация в системе и т.д.

Следует отметить, что такой подход имеет ряд преимуществ при обслуживании и модернизации тренажёра, так как среда разработки КТК “ТРОПА” аналогична среде разработки SCADA КРУГ-2000, с которой хорошо знакомы специалисты БГК. Таким образом, они могут самостоятельно вносить изменения в модель АСУ ТП тренажёра без привлечения специалистов разработчика.

В то же время тренажёр не только полностью повторяет существующую АСУ ТП, но и обладает специализированными функциями, такими как:

- Работа системы в темпе управляемого “модельного” времени с функциями:
 - приостановки и возобновления хода времени;
 - ускорения/замедления хода и “перемотки” времени в пределах имеющейся истории тренировки.
- Создание, сохранение и последующая загрузка требуемых для проведения тренировок “исходных состояний” модели.

- Создание, сохранение и последующая загрузка последовательности изменений параметров модели в виде “сценария тренировки”.
- Расширенное ведение истории тренировки с возможностью:
 - просмотра хода тренировки в нормальном и (или) ускоренном темпе “модельного” времени с отображением данных непосредственно на мнемосхемах модели АСУ ТП;
 - возобновление тренировки из **любой промежуточной точки** имеющейся истории;
 - сохранение и загрузка истории тренировки для просмотра ее хода, анализа ошибочных действий и “работы над ошибками” (повторение тренировки из точки, предшествующей ошибочным действиям).

В ходе разработки тренажёра исходные проекты АСУ ТП дополнены технологическими параметрами и арматурой, не входящими в состав реальных АСУ ТП на базе ПТК КРУГ-2000, но участвующими в процессе управления котлом и турбиной (ручная арматура, местные показывающие приборы, релейные схемы защит и т.д.).

В состав тренажёра включены модели оборудования питательно-деаэрационного отделения, циркуляторов, береговой насосной станции, части паропроводов высокого давления, РОУ и растопочной РОУ.

Тренажёр предполагает как общие, так и отдельные тренировки машинистов котла и турбины. Для обеспечения возможности проведения отдельных тренировок предусмотрены стартовые исходные состояния, запускающие тренажёр в режиме работы турбоагрегата от общестанционного парового коллектора, а также состояния с работой парового котла на общий коллектор (режимы работы с перекрестными связями).

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Специалистами НПФ “КРУГ” выполнены следующие работы:

- Разработка модели АСУ ТП тренажёра.
- Поставка программного обеспечения.
- Инжиниринговые работы по модели АСУ ТП тренажёра.
- Пусконаладочные работы по модели АСУ ТП тренажёра.

В настоящее время фирма «КРУГ» ведёт работы сразу по 4-м тренажёрам операторов: для Уфимской ТЭЦ-4 (котёл БКЗ-320-140 ГМ, турбина ПТ-65/75-130/13), Стерлитамакской ТЭЦ (котёл ТГМ-84 (Е420/140 ГМ), турбина ПТ-60-130/13), Новостерлитамакской ТЭЦ (котёл БКЗ-420-140 НГМ, турбина ПТ-60-130/13) и Зауральской ТЭЦ (электростанция ГТЭС-16ПА).

ВЫВОДЫ

Полученный практический опыт ввода тренажёра в эксплуатацию показал эффективность подхода, когда в качестве модели АСУ ТП в тренажёре используется тренажёрный комплекс, построенный на базе реального программно-технического комплекса,

применяемого для создания АСУ ТП. В отличие от варианта построения тренажёра, когда поведение АСУ ТП имитируется путём создания на языках программирования высокого уровня мнемосхем и технологических программ, не в полной мере отражающих алгоритмы работы реальной АСУ ТП.

Данный подход позволяет на 100 % повторить функционал системы управления, формируя, таким образом, правильные навыки операторов при работе с ней. А наличие среды разработки графического интерфейса, базы данных АСУ ТП и программ пользователя дают возможность заказчику самостоятельно вносить изменения в ПО тренажёра и не зависеть от поставщика тренажёрного комплекса.

*Прошин Александр Иванович – канд. техн. наук., технический директор НПФ «КРУГ»,
Шехтман Михаил Борисович – канд. техн. наук, председатель Совета директоров НПФ «КРУГ».*