

# КТК ТРОПА – универсальное средство разработки тренажеров для операторов технологических установок



Рассматривается отечественный компьютерный тренажерный комплекс для создания тренажеров операторов АСУ ТП, его структура, возможности моделирования, особенности, преимущества и характеристики.

НПФ «КРУГ», г. Пенза

Современные производственные процессы все чаще представляют собой сложные для управления и дорогие системы. Зачастую ошибочные действия персонала при управлении технологическим процессом угрожают безопасности людей, могут привести к выходу из строя дорогостоящего оборудования, к срыву сложного технологического процесса или снижению экономической эффективности производства. Высокий уровень автоматизации и надежности систем нередко влечет за собой постепенное снижение готовности оперативного персонала к возникновению нештатных ситуаций и навыков предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций.

В целях поддержания высокого уровня безопасности, надежности и экономичности все большее число предприятий оснащается тренажерами для подготовки оперативного персонала. Внедрение комплексных тренажеров позволяет решать следующие задачи:

- ▶ подготовка и начальное обучение оперативного персонала;
- ▶ поддержание и повышение квалификации;
- ▶ периодическая переподготовка персонала;
- ▶ повышение психологической устойчивости персонала в нештатных ситуациях;

▶ наработка навыков экономичного и надежного ведения технологического процесса;

▶ повышение скорости и безопасности действий по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций.

Отдельно следует отметить возможность обучения оперативного персонала использованию автоматизированных систем управления (или их новых возможностей при модернизации или расширении) еще до их внедрения на производстве.

Для обеспечения успешной подготовки персонала тренажерный комплекс должен максимально воспроизводить зрительную и акустическую обстановку рабочего места оператора, а также соответствовать алгоритмическим свойствам реальных систем управления, применяемых на дейст-

вующих технологических установках предприятия. При этом тренажерный комплекс не должен «отставать» от модернизирующихся и расширяющихся систем автоматизации, а значит, ему необходимо быть открытым для расширения и развития (рис. 1).

Тренажер для подготовки оперативного персонала технологических установок должен отвечать следующим требованиям:

▶ иметь математическую модель технологического процесса, технологических механизмов и запорно-регулирующей арматуры, гарантирующую достаточную точность воспроизведения поведения реальных объектов управления;

▶ обеспечивать максимально возможное сходство интерфейса на тренажере и на реальном рабочем месте оператора;

▶ максимально воспроизводить поведение реальных средств автоматизации от предварительной обработки входной информации до алгоритмов автоматического регулирования, технологических защит, блокировок и группового функционального управления;

▶ иметь автоматическую систему оценки правильности действий обучаемого персонала;

▶ иметь средства многократного воспроизведения условий заранее запланированных аварийных ситуаций,



Рис. 1. Тренажер КТЦ Уфимской ТЭЦ-2

отказов оборудования и средств автоматизации;

- ▶ иметь возможность запуска тренировки из predetermined набора состояний, полностью отражающих работу установок в рабочих режимах, режимах «горячего резерва», запуска установки из «холодного состояния» и др.

Для создания компьютерных тренажеров в НПФ «КРУГ» разработан гибкий универсальный компьютерный тренажерный комплекс «ТРОПА» (КТК «ТРОПА»).

Компьютерный тренажерный комплекс «ТРОПА» представляет собой набор программных средств, предназначенных для построения комплексных тренажеров для оперативного персонала различного рода технологических установок. Это мощный современный инструмент быстрой и качественной разработки тренажеров различного назначения.

Компьютерный тренажерный комплекс «ТРОПА» – продукт, тесно интегрированный со SCADA КРУГ-2000® и одноименным ПТК. Тесная интеграция позволяет максимально полно моделировать поведение реальных АСУ ТП, действующих на предприятии. А в случае моделирования АСУ ТП, реализованных на базе ПТК КРУГ-2000®, гарантируется 100%-ное повторение визуальной и звуковой обстановки, а также алго-

ритмического обеспечения обработки сигналов, подсистем регулирования, технологических защит, защитных блокировок, автоматизированного запуска и останова установки и прочих алгоритмов. Полная совместимость файлов графических оболочек, баз данных и прикладных алгоритмов между SCADA КРУГ-2000 и КТК «ТРОПА» позволяет переносить их практически без изменений, а следовательно, существенно сокращать сроки разработки тренажеров.

Функционально любой компьютерный тренажерный комплекс можно разделить на следующие блоки:

- ▶ математическая модель объекта управления с возможностью задания возмущающих и управляющих воздействий, возвращающая текущее состояние объекта в виде массива значений контролируемых параметров;

- ▶ модель АСУ ТП, предоставляющая интерфейс взаимодействия оперативного персонала с объектом управления и моделирующая работу средств автоматизации и их алгоритмы;

- ▶ рабочее место инструктора, выполняющего функции управления тренировками и системой автоматической оценки действий персонала.

Тренажерные комплексы, создаваемые на базе КТК «ТРОПА», могут быть реализованы по одной из нижеприведенных схем:

- ▶ с совмещением функций модели АСУ ТП, модели объекта и АРМ инструктора на одном компьютере;

- ▶ с разделением программного обеспечения инструктора и обучаемых на несколько рабочих мест при работе с одной моделью;

- ▶ с выделением одного компьютера для инструктора, осуществляющего контроль и управление сразу несколькими независимыми тренировками (рис. 2).

Во всех перечисленных вариантах компьютерный тренажерный комплекс «ТРОПА» предоставляет возможность как создания всего тренажерного комплекса встроенными инструментами КТК, так и интеграции со сторонней математической моделью объекта и (или) сторонними средствами управления тренировками.

КТК «ТРОПА» имеет широкий спектр инструментов разработки тренажеров для операторов технологических установок и предоставляет разработчику тренажера следующие возможности:

- ▶ создание стохастической математической модели объекта управления с использованием типовых динамических звеньев на технологическом языке программирования КРУГОЛ, не требующем навыков системного программирования;

- ▶ использование виртуальных контроллеров без необходимости разра-

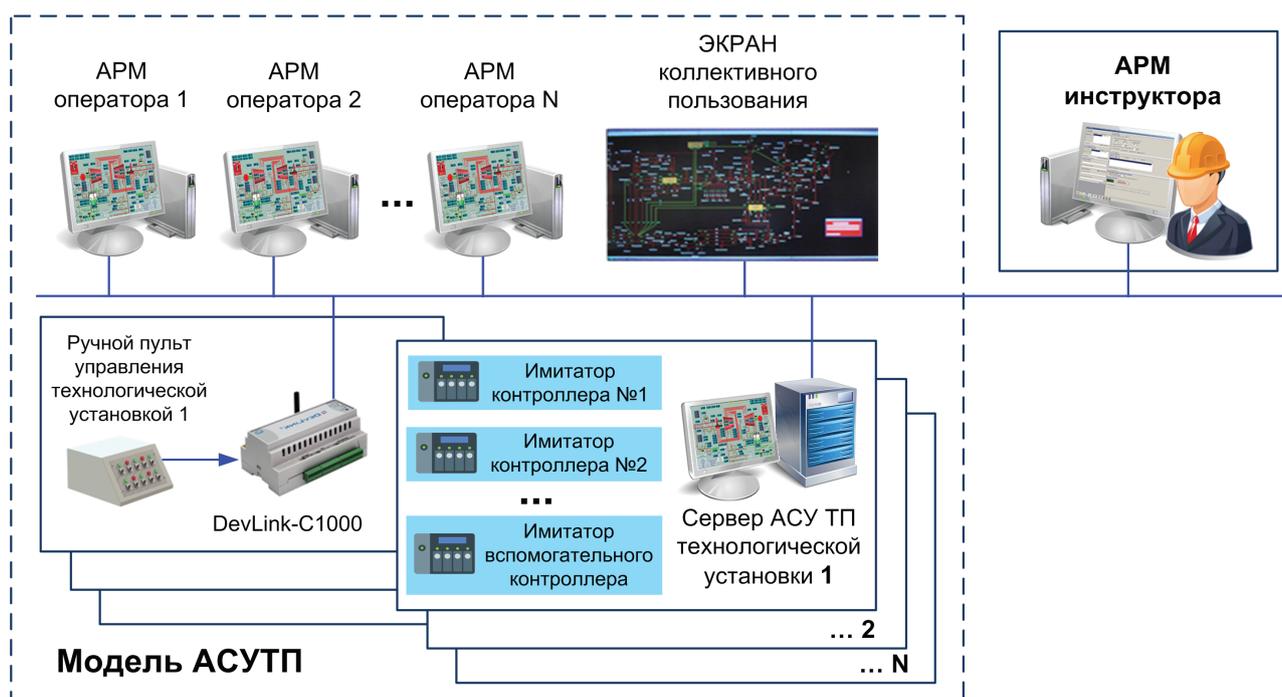


Рис. 2. Структура тренажерного комплекса

ботки программ, повторяющих алгоритмы встроенных функций реальных контроллеров;

‣ интеграция тренажеров с математической моделью объекта управления сторонней разработки с использованием открытого протокола Modbus TCP;

‣ интеграция со сторонними средствами управления тренировками через API-интерфейс;

‣ гибкая разработка интерфейса для оперативного персонала;

‣ сохранение любого промежуточного состояния модели объекта и модели АСУ ТП в качестве «стартового исходного состояния», которое в дальнейшем можно использовать для запуска тренировок в качестве начальных условий;

‣ имитация неисправностей оборудования, возмущающих воздействий и технологических нарушений вручную, по расписанию или по условию с возможностью сохранения в виде отдельного файла-сценария, позволяющего многократно применять его во время тренировок, загружая с любым исходным стартовым состоянием модели объекта управления и модели АСУ ТП.

Тренажеры, создаваемые с использованием компьютерного тренажерного комплекса «ТРОПА», имеют дополнительные функции, обеспечивающие удобство обучения как для инструктора, так и для обучаемых. К таким функциям относятся:

‣ управление ходом «модельного времени»:

- постановка на паузу и возобновление хода времени;
- ускорение и замедление хода «модельного» времени;

‣ «перемотка» текущей тренировки в любую точку имеющейся истории и возобновление тренировки из требуемой промежуточной точки;

‣ просмотр истории протекания текущей или сохраненной тренировки как «интерактивного видео»;

‣ работа с несколькими проектами-тренажерами с различным набором компонентов на одном комплексе компьютерного оборудования;

‣ запуск тренировки «с одной кнопки».

Программный пакет компьютерного тренажерного комплекса «ТРОПА», разработанный компанией «КРУГ», успешно применяется более чем на десяти объектах теплоэнергетики, а также на химических и нефтеперерабатывающих предприятиях.

НПФ «КРУГ» внедряет тренажерные комплексы как самостоятельно, так и в партнерстве с разработчиками специализированных математических моделей объектов управления. Наличие собственного опыта работы с КТК «ТРОПА» позволяет постоянно совершенствовать данный программный пакет.

На базе КТК «ТРОПА» научно-производственная фирма «КРУГ» ввела в эксплуатацию (и самостоятельно, и в партнерстве с различными поставщиками математических моделей) ряд тренажеров на объектах тепловой энергетики, в том числе:

‣ для персонала котлотурбинного цеха Уфимской ТЭЦ-2 (паровой котлоагрегат БКЗ Е-320-140ГМ, турбоагрегат ПТ-65/75-130/13 и общестанционное оборудование);

‣ для персонала котлотурбинного цеха Уфимской ТЭЦ-4 (котел ТГМ-84 Е 420-140ГМ ст. № 13,

турбоагрегат ПТ-60-130/13 ст. № 6 и общестанционное оборудование);

‣ для персонала котлотурбинного цеха Стерлитамакской ТЭЦ (котел ТГМ-84 ст. № 6, турбогенератор ПТ-60-130/13 ст. № 4 и общестанционное оборудование);

‣ для персонала котлотурбинного цеха Новостерлитамакской ТЭЦ (паровой котел БКЗ-420-140 НГМ-4 ст. № 4, турбогенератор ПТ-60-130/13 ст. № 1 и общестанционное оборудование);

‣ для персонала газотурбинной электростанции Зауральской ТЭЦ (газотурбинная электростанция ГТЭС-16ПА ст. № 1 на базе газотурбинного двигателя ПС-90ЭУ-16А, газовая компрессорная установка EGSI-S-130/800 WA, котел-утилизатор КУВ-24-114 и общестанционное оборудование).

Моделью компьютерного тренажера всех перечисленных внедрений охвачено все автоматизированное оборудование, а также существующая неэлектрифицированная арматура.

КТК «ТРОПА» представляет собой универсальное средство разработки тренажеров для операторов технологических установок, отвечающее современным требованиям в сфере тренажеростроения. Функциональные возможности КТК «ТРОПА» нацелены на быстрое и качественное создание моделей АСУ ТП, а также тренажеров в целом. Их широкий спектр позволяет применять данный компьютерный тренажерный комплекс для создания тренажеров не только на объектах действующих АСУ ТП на базе ПТК КРУГ-2000, но и на объектах, где АСУ ТП построена на программно-технических средствах других производителей.

А. И. Прошин, к. т. н.,  
технический директор,  
Р. В. Молянов,  
ГИП департамента АСУ ТП,  
НПФ «КРУГ», г. Пенза,  
тел.: +7 (8412) 499-775,  
e-mail: [krug@krug2000.ru](mailto:krug@krug2000.ru),  
сайт: [www.krug2000.ru](http://www.krug2000.ru)