

ТРЕНАЖЁР ДЛЯ ПЕРСОНАЛА, ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО АСУ ТП ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК



А.И. ПРОШИН, Р.В. МОЛЯНОВ (НПФ “КРУГ”)

Рассматриваются возможности, предоставляемые компьютерным тренажёром для обслуживающего АСУ ТП персонала, его структура, особенности моделирования, преимущества и характеристики.

Ключевые слова: компьютерный тренажёрный комплекс; АСУ ТП; тренажёр для обслуживающего персонала; модель АСУ ТП.

В современных условиях персоналу, обслуживающему автоматизированные системы управления технологическими процессами на предприятии, зачастую требуется знать особенность каждой АСУ ТП, нередко выполненных на разных программно-технических средствах.

В обязанности персонала, обслуживающего АСУ ТП, обычно входят как часто повторяющиеся работы, так и работы, которые необходимо выполнять лишь 1-2 раза в год. Для поддержания готовности персонала к выполнению различного рода работ на действующих системах используются специальные компьютерные тренажёры.

Тренажёры для персонала, обслуживающего АСУ ТП, позволяют решать следующие задачи:

- подготовка и начальное обучение работе с АСУ ТП;
- поддержание и повышение квалификации;
- периодическая перееаттестация знаний персонала в области обслуживания АСУ ТП;
- наработка навыка отыскания дефектов и неисправностей в АСУ ТП;
- наработка навыка безошибочного выполнения операций при предпусковой проверке технологических защит и других типовых операциях, выполняемых обслуживающим персоналом;
- изучение влияния параметров настройки автоматических регуляторов на показатели качества регулирования и приобретение опыта нахождения оптимальных настроек;
- изучение алгоритмов существующей АСУ ТП.

Отдельно следует отметить возможность изучения и опробования обслуживающим

персоналом автоматизированных систем управления еще до их внедрения на производстве.

Для обеспечения успешной подготовки обслуживающего персонала тренажёрный комплекс должен максимально воспроизводить как поведение самого ПТК (программно-технического комплекса), так и алгоритмы пользовательских программ реальных систем управления, применяемых на действующих технологических установках предприятия (рис. 1).

Тренажёр для подготовки персонала, обслуживающего АСУ ТП технологических установок, должен иметь следующие функции:

- имитация систем автоматического регулирования;
- имитация неисправностей ПТК;
- имитация входных сигналов для проверки и отладки алгоритмов;
- имитация работы контроллерного оборудования и их встроенных алгоритмов;
- имитация работы оборудования верхнего уровня АСУ ТП и их встроенных алгоритмов.

Для имитации систем автоматического регулирования должны предусматриваться:

- математическая модель объекта управления, имитирующая входящие в контуры регулирования параметры, имеющая достаточную точность воспроизведения поведения реальных объектов управления;
- средства настройки параметров математической модели объекта управления, позволяющие менять динамику переходных процессов;



Рис. 1. Ознакомление с тренажерным комплексом персонала Уфимской ТЭЦ-2

- средства имитации возмущающих воздействий;
- средства имитации исполнительных механизмов и регулирующих органов, включая имитацию их электромеханических свойств: люфты, расходные характеристики, нечувствительности, время торможения и прочее;
- средства имитации типовых неисправностей САУ.

Занятия обслуживающего персонала на тренажерах проходят в виде тренировок. Для многократного повторения тренировок в заданных начальных условиях предоставляются инструменты:

- функция автоматической оценки действий обучаемого персонала;
- функция многократного воспроизведения заранее запланированных во времени аварийных ситуаций, отказов оборудования и средств автоматизации;
- функция запуска тренировки из predetermined набора состояний, полностью возвращающая все параметры и настройки к требуемым начальным значениям;
- сохранение тренажера в заданном состоянии в файл “исходного состояния” для многократного использования в дальнейшем;
- “перемотка модельного времени” в прошлое, вплоть до момента старта тренировки с возможностью возобновления тренировки из любой точки имеющейся истории;
- просмотр хода тренировки в пределах имеющейся истории;
- режим ускорения темпа хода “модельного времени” до десятикратного.

ДЛЯ РАССМАТРИВАЕМЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ПРЕДУСМОТРЕНЫ СЛЕДУЮЩИЙ НАБОР ТИПОВЫХ ТРЕНИРОВОК

1. Настройка параметров автоматических регуляторов.
2. Подстройка параметров регулирования при изменении свойств объекта управления или регулирующей арматуры в результате износа или изменения внешних факторов.
3. Поиск неисправностей в ПТК и полевом оборудовании.
4. Нарботка навыка выполнения типовых операций.
5. Изучение алгоритмов работы подсистемы САУ, технологических защит, блокировок и других прикладных задач.
6. Обучение доработке алгоритмов работы АСУ ТП, расширению системы и корректировке графических форм и печатных документов.

1. Тренировка «Настройка параметров автоматических регуляторов»

Тренировка подразумевает работу обучаемого персонала с графической оболочкой, идентичной той, которая используется на реальном оборудовании предприятия.

Обучаемый, используя штатные экранные формы и виртуальные блоки управления, изменяет настроечные параметры регуляторов. Результат изменения настроек обучаемый на-

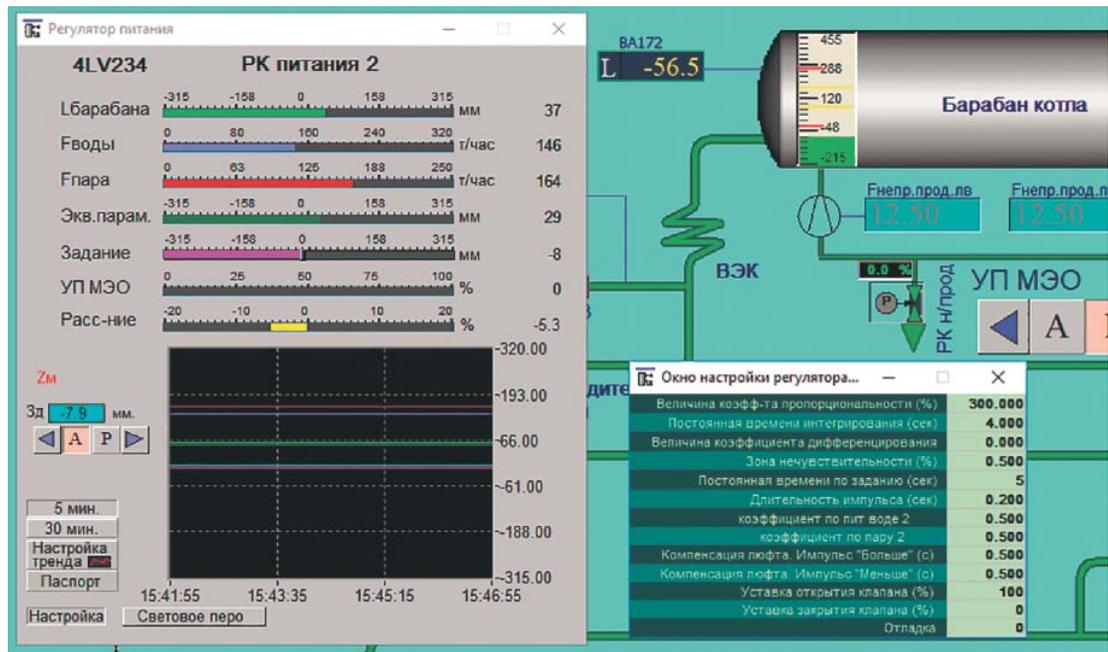


Рис. 2. Окно настройки регулятора

блюдет по графикам изменения параметров во времени (рис. 2).

Для организации тренировки инструктору предоставляются следующие возможности:

- изменение параметров математической модели объекта управления, имитируя тем самым изменения режима или параметров моделируемой технологической установки;
- изменение параметров (амплитуды, периода и пр.) внешних возмущений в настраиваемом контуре;
- изменение электрических и механических параметров (люфтов, пропускной способности, нелинейности расходной характеристики и пр.) регулирующей арматуры, имитируя износ.

По окончании тренировки инструктор имеет возможность проверить соответствие

настроечных параметров и показателей качества регулирования, найденных обучаемым, тем значениям, которые заданы как эталонные. По величине отклонения выставляется оценка и формируется протокол тренировки.

2. Тренировка «Поиск неисправностей в ПТК и полевом оборудовании»

Данная тренировка подразумевает, что в ходе нормальной работы оборудования в некоторый момент возникает неисправность, которую обучающийся должен обнаружить и устранить.

Неисправность может быть либо задана инструктором вручную по ходу тренировки, либо возникать во время тренировки по условию или по наступлению заданного времени (рис. 3).

Неисправности могут быть запрограммированы на возникновение в требуемый момент времени, исчисляемый от начала тренировки. Последовательность запланированных неисправностей формируется в специальный файл-сценарий, который может быть сохранен для многократного использования в будущих тренировках.

Тренировка “Поиск неисправностей” может предусматривать ввод и, соответственно, поиск следующих видов неисправностей:

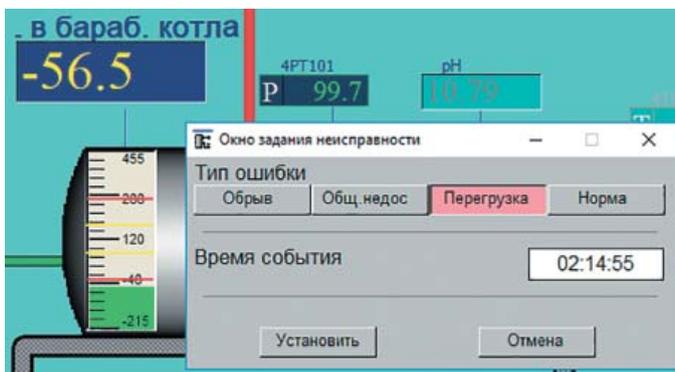


Рис. 3. Окно ввода неисправности измерительного канала

- обнаружение неисправностей ПТК по звуковой сигнализации и сообщениям протокола событий, а также их локализация и изучение влияния на работу алгоритмов;
- диагностирование механических неисправностей запорно-регулирующей арматуры путём пробного управления для определения времени хода, люфта, расходной характеристики, нечувствительности и т.д.;
- диагностирование прохождения сигналов до “полевого” оборудования по электрической принципиальной схеме с использованием “виртуального мультиметра”.

3. Тренировка «Наработка навыка выполнения типовых операций»

Примером тренировки такого типа может выступать тренировка выполнения определенных предпусковых операций. Например, предпусковая проверка технологических защит.

В ходе тренировки может оцениваться правильность последовательности действий обучаемого, время, затраченное на проведение операции, а также отсутствие срабатываний защит или других нарушений вследствие ошибочных действий.

4. Изучение алгоритмов прикладных задач

Данный тип тренировки предназначен для глубокого освоения обучаемыми алгоритмов, исполняемых в обслуживаемых ими АСУ ТП.

Изучение работы алгоритмов обеспечивается предоставлением возможности многократно всесторонне протестировать алгоритмы без вмешательства в ход реального технологического процесса. Например, предоставляется возможность многократной проверки алгоритма аварийного останова, в то время как останов реального технологического процесса влечёт существенные затраты временных, человеческих и/или финансовых ресурсов.

5. Обучение доработке алгоритмов работы АСУ ТП, расширению системы и корректировке графических форм и печатных документов

Наличие тренажёра, полностью повторяющего работу реальных программно-технических средств автоматизации, позволяет тренироваться в доработке и расширении

существующих АСУ ТП. Обслуживающий персонал на тренажёре может:

- ознакомиться на практике с настроечными параметрами каналов измерения и их влиянием на отображаемые значения, цветовую сигнализацию и алгоритмы предварительной обработки сигналов;
- изучить все доступные типы сигналов ввода и вывода контроллеров и их настройки;
- изучить принципы и методы добавления в систему новых каналов измерения и каналов управления оборудованием;
- научиться создавать контуры автоматического регулирования разной сложности на базе типовых схем;
- приобрести опыт корректировки графической оболочки, печатных документов, расчётных алгоритмов и других видов работ.

Тренажёр для обслуживающего персонала позволяет опробовать и всесторонне протестировать новые функции АСУ ТП до их внедрения в реальную управляющую систему.

Для создания компьютерных тренажёров компанией “КРУГ” разработан гибкий универсальный компьютерный тренажёрный комплекс “ТРОПА” (КТК “ТРОПА”) – мощный, современный инструмент быстрой и качественной разработки тренажёров различного назначения. КТК “ТРОПА” представляет собой набор программных средств, предназначенных для построения тренажёров как для оперативного персонала, так и для персонала, обслуживающего АСУ ТП технологических установок.

Функционально тренажёры, разрабатываемые на базе КТК «ТРОПА», можно разделить на следующие блоки:

- математическая модель объекта управления, реализующая возможности приложения управляющего воздействия и возвращающая текущее состояние объекта в виде 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 (“АРМ Инструктора”), выполняющего функции управления тренировками, управляющего вводом неисправностей и возмущающих воздействий, а также системой автоматической оценки действий персонала.

Тренажеры для обслуживающего персонала, создаваемые на базе КТК “ТРОПА”, могут быть реализованы по одной из нижеперечисленных схем:

- с совмещением функций модели АСУ ТП, модели объекта и АРМ инструктора на одном компьютере;
- с разделением программного обеспечения инструктора и обучающегося на два отдельных компьютера;
- с выделением одного компьютера для инструктора, осуществляющего контроль и управление тренировками сразу несколькими независимыми местами для обучающихся.

Во всех перечисленных вариантах КТК “ТРОПА” предоставляет возможность как создания всего тренажерного комплекса встроенными инструментами КТК, так и возможность интеграции со сторонней математической моделью объекта и/или сторонними средствами управления тренировками.

ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЙ

Компания “КРУГ” за последнее время успешно внедрила целый ряд тренажеров для персонала, обслуживающего АСУ ТП нескольких ТЭЦ. В том числе тренажеры для:

- АСУ ТП парового котла Е 420-140ГМ ст. № 6 Стерлитамакской ТЭЦ.
- АСУ ТП парового котла Е 420-140ГМ ст. № 1 Приуфимской ТЭЦ.
- АСУ ТП парового котла Е 420-140ГМ ст. № 2 Приуфимской ТЭЦ.
- АСУ ТП парового котла ТГМ-84 Е 420-140ГМ ст. № 13 Уфимской ТЭЦ-4.
- АСУ ТП парового котла БКЗ Е-320-140ГМ ст. № 7 Уфимской ТЭЦ-2.
- АСУ ТП парового котла ТКЗ Е-230-100ГМ ст. № 4 Уфимской ТЭЦ-3.
- АСУ ТП парового котла Е 220-100ГМ ст. № 13 Салаватской ТЭЦ.
- АСУ ТП турбоагрегата ПТ-65/75-130/13 ст. № 4 Уфимской ТЭЦ-2.
- АСУ ТП турбоагрегата ПТ-60-130/13 ст. № 6 Уфимской ТЭЦ-4.
- АСУ ТП турбоагрегата ПТ-60-130/13 ст. № 5 Стерлитамакской ТЭЦ.
- АСУ ТП турбоагрегата ПТ-60-130/13 ст. № 1 Приуфимской ТЭЦ.
- АСУ ТП турбоагрегата ПТ-60-90/13 ст. № 7 Салаватской ТЭЦ.
- АСУ ТП турбоагрегата ЛМЗ ПТ-25/30-90/10 ст. № 5 Уфимской ТЭЦ-3.

Среди вышеперечисленного, особый интерес вызывает тренажер, внедренный на Приуфимской ТЭЦ, где системы противоаварийных защит парового котла реализованы на базе **программно-технического комплекса КРУГ-2000®** (ПТК КРУГ-2000), а системы авторегулирования парового котла и турбоагрегата выполнены на базе ПТК “Ovation” (Emerson). В тренажере максимально повторены графические элементы, характерные для систем “Ovation”. Алгоритмы работы системы регулирования воспроизведены по проектным схемам с учетом особенностей структуры и настроечных параметров.

Для АСУ ТП паровых котлов и тренажеров на их основе, перечисленных выше, характерен следующий перечень моделируемых контуров регулирования:

- регулятор паровой нагрузки (подачей газа и/или мазута);
- регулятор питания котла (две или три линии питания);
- регулятор температуры перегретого пара (два потока: 2/3 ступени впрыска или поверхностное охлаждение);
- регулятор общего воздуха с коррекцией по концентрации кислорода (два потока);
- регулятор разрежения (два потока);
- регулятор рециркуляции горячих газов (один или два потока).

Некоторые тренажеры для персонала, обслуживающего АСУ ТП паровых котлов, были дополнены моделью регулятора давления газа за ГРП. Данный регулятор был введен в модель с целью внесения дополнительного возмущения за счёт возможных колебательных процессов в общем газопроводе ТЭЦ.

В тренажерах АСУ ТП паровых турбин в типовой список контуров регулирования входят:

- регулятор уровня в конденсаторе;
- регуляторы уровня в ПНД-2, ПНД-3, ПНД-4;
- регуляторы уровня в ПВД-5, ПВД-6, ПВД-7;
- регулятор уровня в основных бойлерах;
- регулятор давления пара на уплотнения;
- регулятор давления пара на обогрев фланцев и шпилек.

Дополнительно, в зависимости от технических решений на конкретном объекте, в тренажере были выполнены следующие контуры:

- регулятор уровня в БО-90;
- регулятор давления в основном бойлере;
- регулятор давления пара на пиковый бойлер;
- регуляторы давления и температуры за ОУ, БРОУ, РОУ;

- регуляторы температуры за масло- и газоохладителями;
- другие контуры регулирования.

Некоторые тренажёры были дополнены моделью регуляторов мощности, давления в производственном и теплофикационном отборах. Регулятор мощности был введен в модель с целью внесения дополнительного возмущения и изучения переходных процессов при изменении нагрузки на турбину.

ВЫВОДЫ

- Для тренажёров для обслуживающего персонала достаточно линейных моделей на базе типовых динамических звеньев.
 - Открытая архитектура тренажёров на базе КТК “ТРОПА” позволяет инструктору корректировать:
- алгоритмы поставляемых типовых тренировок, создавать собственные тренировки на базе той же математической модели объекта управления;
 - алгоритмы моделей АСУ ТП и объектов управления с использованием простых инструментов, не требующих специальных навыков и языков программирования.
- Тренажёры на базе КТК “ТРОПА” для персонала, обслуживающего АСУ ТП технологических установок, в достаточной мере воспроизводят функциональные возможности программно-технических комплексов различных производителей.
 - Функциональные возможности КТК “ТРОПА” нацелены на быстрое и качественное создание моделей АСУ ТП, а также тренажёров в целом.

*Прошин Александр Иванович – канд. техн. наук, технический директор НПФ “КРУГ”,
Молянов Роман Валентинович – ГИП департамента АСУ ТП НПФ “КРУГ”.*