

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС 800xA SIMULATOR

В.В. Натыкач (Компания ABB)

Сформулированы предпосылки внедрения компьютеризированных тренажерных комплексов на предприятиях, использующих опасные производственные процессы. Дано обзорное описание программного обеспечения для создания тренажерных комплексов ABB System 800xA Simulator.

Ключевые слова: повышение квалификации операторов-технологов, компьютерный тренажерный комплекс, моделирование технологических процессов.

Возможности компьютерного моделирования ТП позволяют применять его на разных фазах жизненного цикла технологической установки.

Проектирование — динамическая модель позволяет проверить проектные решения и заранее внести необходимые исправления, таким образом повысить качество проекта.

Ввод в эксплуатацию — модель процесса позволяет провести виртуальные заводские приемочные испытания для проверки конфигурации создаваемой АСУТП. Такого рода проверке поддаются контуры управления, функциональные групповые алгоритмы, человеко-машинный интерфейс. Виртуальные испытания конфигурации сокращают объем проверок, проводимых на сборочной площадке, и позволяют ускорить отгрузку системы заказчику без снижения качества. Еще одна задача, в решении которой может быть полезна модель процесса на этапе ввода в эксплуатацию, — построение тренажера для освоения сотрудниками нового ТП. Тренажер может быть создан до ввода в строй технологического оборудования, и операторы начнут обучение заранее. Конечно, точность модели при этом может не соответствовать конечным требованиям, так как окончательная приемка в эксплуатацию тренажера происходит после его корректировки по результатам сравнения выходов математической модели с параметрами реального процесса. Однако в любом случае наличие тренажера поможет операторам заранее понять новый ТП.

Эксплуатация установки — классическая фаза использования модели в составе компьютерного тренажерного комплекса (КТК). На этом этапе КТК используется для обучения нового персонала и периодического повышения квалификации действующих операторов технологов.

Модернизация ТП — при проведении модернизации ТП или системы управления, изменении технического регламента установки модель ТП позволяет произвести предварительную проверку планируемых изменений, а также обучить операторов-технологов необходимым навыкам еще до ввода модернизированного объекта в эксплуатацию.

Предпосылки внедрения компьютеризированных тренажерных комплексов

В последние годы компании, работающие в сфере, связанной с опасными производственными процессами, проявляют активный интерес к использованию математических моделей в составе КТК для обучения

оперативного персонала методам, регламентам и приемам управления ТП. Тренажеры стали привычным явлением на производстве, они используются для обучения работе на ответственных участках и опасных производствах. Причинами этих изменений стали: дефицит квалифицированных кадров, необходимость передачи опыта от опытных сотрудников, требования бизнеса к улучшению качества и ускорению процесса обучения, требования регулирующих органов по регулярному обучению персонала.

Многие предприятия, особенно расположенные в труднодоступных районах, испытывают дефицит квалифицированных кадров. Причины могут быть разнообразными: это и демографическая ситуация, и низкий престиж профессии оператора, но основная — трудности в передаче профессиональных знаний от опытных операторов-технологов к новичкам. Молодые специалисты, приходящие на производство, имея даже неплохую теоретическую базу, совсем не имеют практических навыков работы с технологическим оборудованием. Получение таких навыков в производственной среде занимает достаточно много времени, так как обучение работе с опасным процессом должно производиться с максимальной осторожностью. КТК помогают значительно ускорить процесс обучения новых кадров за счет работы в виртуальной среде, которая «прощит» любые ошибки, однако используя при этом интерфейс взаимодействия с процессом полностью аналогичный реальному. Кроме того, давно известно, что большую часть информации человек может усвоить именно при выполнении практических заданий. Недаром любой процесс обучения в учебном заведении всегда состоит из теоретических и практических занятий. КТК предоставляет возможность безопасно получить необходимый практический опыт.

Высокая квалификация персонала позволяет снизить операционные расходы на эксплуатацию, снижая простой оборудования, уменьшая вероятность возникновения ошибок управления ТП и в конечном итоге снижает число внеплановых остановов. Опыт, полученный при взаимодействии с тренажером, позволяет уменьшить расход сырья и энергии, увеличить качество продукции, уменьшить затраты на ремонт. Ускорение процесса обучения и улучшение его качества — это те бизнес-задачи, которые руководство ставит перед отделами управления персоналом. Внедрение компьютерных тренажеров напрямую помогает добиться желаемых результатов.



Рис. 1. Эргономичная консоль оператора ABB EOW

С течением времени квалификация коллектива имеет тенденцию к снижению. Как правило, это связано с выходом сотрудников на пенсию, а также с деградацией навыков из-за того, что большую часть рабочего времени операторы занимаются повторяющимися повседневными операциями по ведению ТП. В случае возникновения нештатной ситуации они иногда просто не в состоянии вспомнить нужную последовательность действий. Периодические тренировки с помощью КТК помогают избежать потери навыков. Важная функция КТК, помогающая решить проблему выхода опытных сотрудников на пенсию, — возможность передачи опыта от опытных операторов-технологов новичкам. Система, находящаяся в фазе эксплуатации, может быть настроена таким образом, что последовательность шагов, выполняемых для разрешения аварийной ситуации опытным оператором, будет записана. Эти сценарии могут быть использованы в дальнейшем для обучения персонала наравне со стандартными подходами, описанными в планах локализации аварийных ситуаций (ПЛАС).

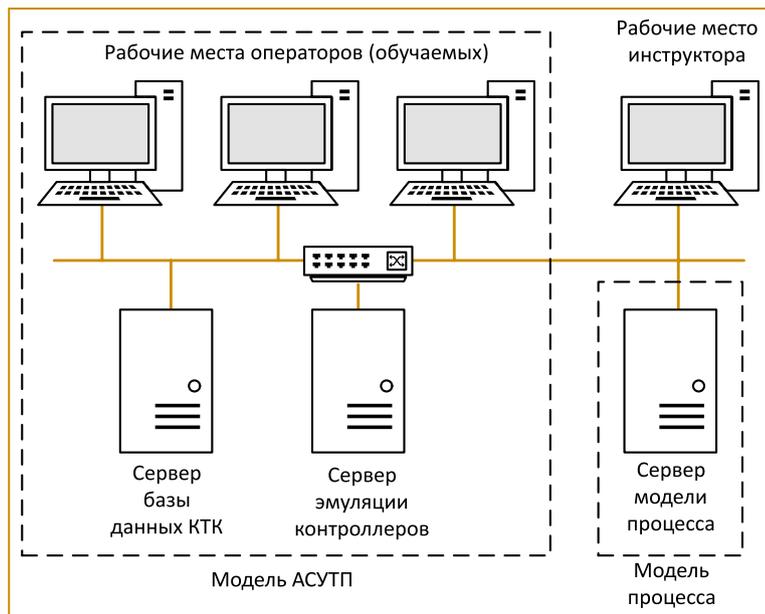


Рис. 2. Структурная схема тренажерного комплекса

Требования к проведению периодического обучения операторов также содержатся в последних редакциях федеральных норм в области промышленной безопасности. Наличие компьютерного тренажерного комплекса помогает минимизировать претензии федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору к наличию современных технических средств обучения и отработки навыков [2].

Качественный компьютерный тренажерный комплекс должен полностью копировать рабочую среду оператора и его взаимодействие с системой управления. Компания АВВ имеет в своем портфолио эмулятор на основе ПТК АСУТП System 800xA, который позволяет создавать компьютерные тренажеры оператора с интерфейсом и логикой управления идентичным производственным системам. По желанию заказчика учебный класс также может полностью воспроизводить дизайн комнаты управления технологической установкой. Пример дизайна тренажера оператора с применением эргономичного операторского интерфейса АВВ EOW показан на рис. 1.

Кроме того, возможно создание 3D моделей технологической установки, связанных с динамической математической моделью ТП. Взаимодействие с 3D моделью позволяет через интерфейс обучаемого изменять положение органов управления, что приводит к изменению параметров модели процесса. 3D модели дают возможность проводить дополнительное обучение операторов и обходчиков ориентации на технологической площадке и корректным действиям в случае нештатной ситуации [1].

Обзор ПО для создания КТК ABB 800xA Simulator

800xA Simulator — классический продукт, служащий для построения тренажерного комплекса, представляет собой ПТК АСУТП, подключенный вместо реального ТП к динамической математической модели, эмулирующей ТП и устройства КИП. Такая структура позволяет создать наиболее реалистичный тренажер, пригодный для обучения как оперативного, так и инженерного персонала. Помимо функций КТК, 800xA Simulator может использоваться для безопасного тестирования изменений в алгоритмах системы управления, модернизации ТП, проверки дополнительных функций усовершенствованного управления. Важно, что благодаря использованию аналогичной платформы конфигурация эмулятора может быть легко синхронизирована с производственной АСУТП.

Рассмотрим структуру тренажерного комплекса на базе 800xA Simulator, приведенную на рис. 2.

Ключевыми компонентами КТК являются модель ТП и модель системы управления. Модель ТП эмулирует процессы, происходящие в технологической установке, сигналы датчиков полевого оборудования, работу ис-

полнительных механизмов. В качестве моделей процесса обычно используются термодинамические модели, обеспечивающие наивысшую точность. Заказчики, как правило, требуют, чтобы расхождение между расчетными показателями модели и значениями параметров ТП не превышало 3%. Компания ABB не имеет собственного ПО для моделирования ТП. Для создания модели может быть использован любой удобный пакет термодинамического моделирования, поддерживающий взаимодействие с моделью системы управления по протоколу OPC, например, Mynah Mimic Simulation или Aspen HYSYS.

Модель системы управления состоит из трех основных компонентов: эмулятора контроллера, базы данных и рабочего места обучаемого оператора. Эмулятор контроллера представляет собой программную среду для ОС Windows, позволяющую выполнять технологические алгоритмы контроллера. Загрузка технологических алгоритмов в эмуляторы производится с помощью штатных средств ПТК System 800xA [2]. Запросы на чтение и запись данных из технологических алгоритмов к эмулируемым аппаратными модулями ввода/вывода перенаправляются эмулятором на виртуальную шину стандарта OPC, связанную с математической моделью процесса. Информация, которой обмениваются модель процесса и модель контроллера, количественно и качественно аналогична информации, которой обменивается аппаратный контроллер и ТП. Некоторые КТК, представленные на рынке, подразумевают моделирование функций контроллера и ТП в одной математической модели. Наличие выделенной эмуляции контроллерного оборудования позволяет упростить и ускорить процесс создания математической модели, так как отпадает необходимость моделирования технологических программ контроллеров, для эмуляции используется конфигурация контроллеров уже созданная для управления технологической установкой. Дополнительные преимущества — возможность использовать самые актуальные версии алгоритмов контроллеров без дополнительного внесения изменений в математическую модель процесса, а также возможность практического обучения инженеров АСУТП; ведь конфигурация виртуальных контроллеров создается в тех же программных средствах, что и технологическая программа на реальной установке.

Для сохранения конфигурации тренажера 800xA Simulator использует централизованную базу данных. В ней хранятся экранные формы, конфигурации интерфейса, технологические программы, информация о конфигурации и взаимосвязи отдельных компонентов тренажера, методическая информация, сценарии обучения. База данных тренажера — аналог базы ПТК System 800xA с расширениями, необходимыми для работы тренажерного комплекса. Это позволяет импортировать и использовать конфигурацию существующей АСУТП для построения тренажера, что значительно упрощает и ускоряет процесс создания КТК, а также позволяет избежать множества ошибок. Кроме функ-

ций базы данных сервер КТК выполняет роль шлюза, передающего информацию между рабочими местами обучаемых операторов и эмуляторами контроллеров. Связь сервера с эмуляторами контроллеров происходит по протоколу MMS, для дальнейшей передачи информации между сервером и рабочими местами используется протокол OPC [2].

Рабочее место обучаемого представляет собой функциональную копию АРМ оператора АСУТП. Число и размер мониторов подбирается в соответствии с принятым на производстве стандартом. В случае необходимости возможно применение функциональных клавиатур и трекболов. Интерфейс рабочего места ученика полностью аналогичен интерфейсу оператора технологической установки, включая экранные формы, навигацию, списки событий и аварийных сообщений, подсказки, персональные настройки. Кроме того, АРМ ученика имеет несколько дополнительных функций, таких как подсказки в режиме обучения и специальный режим обучения по методическим материалам — теоретический курс ПЛАС.

Единственный компонент, который невозможно встретить в производственной АСУТП, но который обязательно присутствует в КТК, — рабочее место инструктора. АРМ инструктора нужен для управления тренажерным комплексом, ведь в отличие от технологической установки тренажер не находится всегда во включенном состоянии, а математическая модель настолько полно соответствует ТП, что для ее запуска в рабочий режим потребуются провести те же манипуляции, что и при пуске реальной установки. Соответственно это займет столько же времени. К счастью, КТК позволяет загрузить в математическую модель начальные условия, отличные от холодного состояния, то есть можно начать эмуляцию с любого произвольного момента времени. Кроме загрузки начальных условий рабочее место инструктора выполняет следующие функции: управляет режимами работы КТК, изменяет скорость времени исполнения модели, контролирует режим пошагового исполнения, дает возможность выбрать задание для обучения и прохождения экзамена, выполняет функции обработки результатов экзамена.

Тренажерный комплекс 800xA Simulator строится на базе стандартных аппаратных средств ПК и серверов. Все ПО работает под управлением ОС Windows. Никакие специальные требования к аппаратному обеспечению не предъявляются. Стандартный КТК имеет следующую конфигурацию:

- сервер базы данных конфигурации;
- сервер эмуляции контроллеров;
- сервер математической модели процесса;
- четырехмониторное рабочее место оператора (обучающегося), 3 ед.;
- четырехмониторное рабочее место инструктора, 1 ед.;
- коммутатор Ethernet на восемь портов.

Современные технологии виртуализации помогают значительно сократить объем аппаратных средств. Так,

типичная конфигурация тренажерного комплекса может быть развернута всего на одном сервере. Виртуализации подлежат все компоненты как серверы, так и рабочие места операторов и инструкторов. Физическое взаимодействие с таким тренажером происходит через тонкие клиенты, предоставляющие доступ к графическому интерфейсу и подключаемые к серверу по сети Ethernet. Преимуществами решения с использованием технологии виртуализации являются компактный размер, снижение стоимости, меньшее энергопотребление.

Конфигурация виртуализированной системы:

- сервер виртуализации, включающий виртуальные машины: база данных конфигурации, эмуляция контроллеров, математическая модель процесса, рабочие места обучающихся (три виртуальные машины), рабочее место инструктора;
- четырехмониторный тонкий клиент (выполняют функции АРМ операторов и инструктора), 4 ед.;
- коммутатор Ethernet на пять портов.

Тренажерный комплекс на базе 800xA Simulator может функционировать в двух основных режимах: режим исполнения и режим стоп-кадр, или пауза. В режиме исполнения комплекс выполняет следующие функции: обмен информацией с моделью производственного процесса, создание снимков состояния, синхронизация времени между компонентами комплекса, управление скоростью исполнения, переход в режим стоп-кадр, запись действий оператора. В режиме стоп-кадр 800xA Simulator позволяет загружать и сохранять снимки состояния и начальные условия, выполнять симуляцию в пошаговом режиме, переходить в режим исполнения.

В режиме исполнения 800xA Simulator позволяет изменять скорость исполнения модели и эмулятора контроллера, ускоряя или замедляя реальное время КТК. Функция может быть полезна для ускоренной «перемотки» медленно протекающих стадий процесса или, наоборот, для замедленного выполнения ответственных частей. Полезна эта функция и на этапе отладки модели процесса, а также логики технологической программы. В режиме ускорения реального времени эмулятор контроллера отслеживает, успевает ли он выполнять технологические алгоритмы и сообщает о достижении предела скорости выполнения.

Режим стоп-кадра предназначен для приостановки процесса обучения или прохождения экзамена, а также используется для сохранения снимков состояния и начальных условий. Стоп-кадр останавливает выполнение как эмулятора контроллеров, так и модели процесса. Для устранения возможного нарушения целостности данных приостанавливается выполнение технологических программ, таймеров, счетчиков, вычислений, генерации событий и аварийных сообщений, запись исторических данных. В режиме стоп-кадр доступно редактирование видеок кадров и логики управления. Для оператора доступны к просмотру видеок кадры и значения процесса, но управление оборудованием заморожено. При изменении начальных условий или загрузке снимка состояния на экранах будут отобра-

жаться обновленные значения. При переходе из режима стоп-кадр в режим исполнения 800xA Simulator обеспечивает бесшовное возобновление работы эмулятора контроллера и модели процесса.

В режиме стоп-кадр тренажер может выполнять логику управления и модель процесса пошагово. Шаг исполнения можно выбирать. Минимальный шаг 10 мс. В таком режиме удобно осуществлять наладку КТК, также режим может быть использован для тестирования технологических алгоритмов.

Возможность загрузки начальных условий в режиме паузы удобна для запуска тренировочной сессии с какого-либо predetermined состояния, например, холодный пуск, аварийный останов, перегрузка. Заранее подготовленные начальные условия дают возможность инструктору быстро переключаться между различными ситуациями в процессе обучения. Загрузка начальных условий возможна в режиме стоп-кадра, после загрузки происходит синхронизация компонентов КТК. Начальные условия содержат сведения о состоянии динамической модели, технологической программы, аварийных сообщениях и событиях, исторических данных.

Снимки состояния предназначены для сохранения состояния КТК на небольших интервалах времени. Они могут делаться инструктором вручную либо в фоновом режиме автоматически. При автоматическом создании снимков процесс проходит незаметно для инструктора и обучаемых. Снимки состояния используются для отката к определенному моменту времени тренировочной сессии. Например, если произошел «аварийный останов» и нужно вернуться к моменту перед ним, или для оценки действий оператора инструктором. Обычно все снимки удаляются по окончании учебного курса.

Функция записи и воспроизведения действий оператора позволяет инструктору отслеживать и воспроизводить все действия обучаемого во время прохождения учебных заданий и экзамена. Записываются открытия фейсплейтов, запуск механизмов, изменения уставок и тому подобное. Во время воспроизведения оператор может видеть все свои действия на своей рабочей станции, включая открытие экранов фейсплейтов и нажатия на кнопки. Это позволяет обучаемому с помощью инструктора лучше понять совершенные ошибки. Новая запись всегда начинается с загрузки начальных условий. Воспроизведение записанных действий может быть приостановлено, замедлено или ускорено.

Функция записи действий используется для оценки действий обучаемого во время экзамена. Правильность прохождения экзамена определяется в автоматическом режиме. Действия оператора и их результаты сравниваются с действиями, описанными в планах по локализации аварийных ситуаций. Возможна оценка как индивидуальных действий каждого оператора, так и действий команды. Комплекс позволяет проводить альтернативную оценку действий обучаемых, когда не принимается во внимание последовательность операций, а оценивается только их результат. По окончании экзамена система рассчитывает про-

цент правильных действий. КТК сохраняет результаты прохождения экзаменов в базе данных, что позволяет использовать комплекс для формирования протоколов прохождения обучения.

Компьютерный тренажерный комплекс на основе 800xA Simulator может иметь дополнительную функциональность, например, модуль предтренажерной подготовки или дополнительные подсказки оператору в режиме обучения. Модуль предтренажерной подготовки позволяет операторам пройти теоретический курс ПЛАС в виде интерактивной электронной книги, а затем сдать экзамен по теоретическим знаниям. Модуль подсказок во время обучения позволяет по выбору оператора отображать всплывающие окна с описанием возможных вариантов действий в процессе прохождения практических занятий на КТК.

На сегодняшний момент 800xA Simulator внедрен более чем на 60 объектах по всему миру. Продукт используется для создания КТК в различных отраслях промышленности. Остановимся подробнее на одном из внедрений на горно-обогатительном комбинате компании LKAB в г. Кируна, Швеция. На данном предприятии используется автоматизированная система управления ABB System 800xA. В 2008 г. в работу была запущена технологическая линия КАЗ/КК4 по производству агломерата. Процесс производства агломерата в клинкерной печи требует от оператора владения специфическими знаниями, поэтому было принято решение о создании тренажера оперативного персонала. Для построения математической модели процесса был

использован продукт AgX Dynamics компании Algoryx. Разработку математической модели осуществляла компания Optimization. Представители отдела автоматизации завода отмечают, что внедрение тренажерного комплекса позволило улучшить навыки управления у оперативного персонала технологической линии, что привело к сокращению времени необходимому для холодного пуска процесса. Кроме того, разработанная математическая модель используется для проверки изменений, вносимых в алгоритмы работы системы управления. Такая дополнительная оптимизация логики управления привела в конечном итоге к стабилизации качества выпускаемой продукции.

В заключение необходимо отметить, что компьютерный тренажерный комплекс — система, требующая периодического сервисного обслуживания. Дрейф параметров процесса в результате старения оборудования ведет к увеличению рассогласования между расчетными значениями модели и фактическими значениями параметров процесса. Практика показывает, что модель желательно корректировать хотя бы раз в два года. Любые изменения в АСУТП установки также необходимо отражать в КТК.

Список литературы

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М.: Синтег. 2009.
2. Натыхач В.В. Применение контроллеров ABB PM865NI в системах противоаварийной защиты // Автоматизация в промышленности. 2012. №6.

Натыхач Виктор Викторович — руководитель группы инжиниринга, подразделения нефть газ и нефтехимия, департамента автоматизации процессов, компании ABB.
Контактный телефон (495) 777-22-20.
E-mail: victor.natykach@ru.abb.com

Платформа для омниканальных коммуникаций LiveTex интегрирована с Facebook

Компания LiveTex предлагает бизнесу общаться со своими клиентами в социальной сети Facebook через платформу для омниканальных коммуникаций в цифровых каналах. Обновленное решение позволит компаниям-пользователям выстраивать эффективный диалог с целевой аудиторией в привычном формате, увеличивая продажи и повышая лояльность клиентов. Первым в России новыми возможностями воспользовался Сбербанк.

Представленные нововведения позволяют существенно сократить время реакции оператора контакт-центра на запросы клиентов, сделанные через официальное сообщество компаний в Facebook — теперь сотруднику не нужно держать отдельно открытой страницу социальной сети или проверять e-mail, вопросы клиентов аккумулируются в приложении LiveTex для омниканальных коммуникаций, работающему по принципу «единого окна».

Более того, обновленная платформа предлагает бизнесам формировать первую линию поддержки своих клиентов в Facebook через автоматизацию взаимодействия с пользователями мессенджера посредством подключения чат-ботов (интерактивных программ, позволяющих реализовать возможности самообслуживания клиентов в рамках мессенджера). При этом клиент компании из режима самообслуживания с помощью чат-бота всегда может перейти к общению с оператором контакт-центра прямо в Facebook Messenger.

Отметим, что клиентам, использующим Facebook, не нужно заходить в социальную сеть, чтобы отправить сообщение. Теперь достаточно прямо в Facebook Messenger найти страницу компании

через поиск и добавить в список контактов. Дальнейшее общение с контакт-центром происходит аналогично общению с друзьями. LiveTex позволяет сделать обслуживание через Facebook управляемым процессом для контакт-центров — в «Личном кабинете» системы руководитель видит, когда работали операторы и сколько чатов они обработали. История переписки сохраняется и не может быть удалена.

Платформа LiveTex позволяет клиентам направлять обращения в компанию как из браузера, так и через мобильное приложение Facebook или Facebook Messenger. В дополнение к тексту представлена возможность передавать скриншоты, картинки, видеозаписи, стикеры и смайлы. Сообщения выстраиваются в очередь и в зависимости от настроек автоматически маршрутизируются на компетентных специалистов контакт-центра.

Сбербанк стал первой компанией в России, которая начала обслуживать корпоративных клиентов банка из Facebook через платформу LiveTex. Дополнительно компания задействовала чат-бота, чтобы клиенты могли получить необходимую информацию, а также помощь в режиме самообслуживания.

Новые возможности коммуникаций с пользователями для сторонних сервисов через Facebook Messenger Platform были анонсированы компанией Facebook на конференции F8 для разработчиков, прошедшей в Сан-Франциско 12 и 13 апреля 2016 г. Компания LiveTex в числе первых объявила о своей интеграции с Facebook наряду с такими компаниями, как LivePerson, Salesforce, Zendesk, CNN и так далее.

[Http://livetex.ru](http://livetex.ru)