

## ЭФФЕКТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ ОПЕРАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОТОЧНОГО ИМИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА

Д.В. Коцюба, М.Г. Гарейшин (ОАО "Метафракс")

Д. Ставракас, Т. Паллис, В. Харисмиадис

(Компания "Ипериион Системс Инжиниринг, Моделирование и Имитация")

Рассмотрены подходы к созданию высокоточного имитационного тренажера операторов. Описан компьютерный тренажер операторов установки получения метанола, реализованный для ОАО "Метафракс" (пос. Губаха, Россия), приведена архитектура и особенности алгоритмического обеспечения тренажерной системы.

Ключевые слова: динамическое моделирование, тренажер операторов, обучение, тренировочные сценарии.

### Введение

Современные заводы обладают высокой степенью автоматизации, интеграции и надежности. Это значит, что при нормальном режиме эксплуатации установки оператор, как правило, очень редко вмешивается в ведение технологического процесса и его навыки оперативного управления со временем притупляются. В то же время, степень автоматизации на химических предприятиях далеко не достигла уровня, когда можно вообще отказаться от операторов. Чтобы избежать ошибочных действий операторов в штатных и тем более нештатных ситуациях необходимо возобновлять их профессиональные качества. На реальной установке это сделать невозможно, тем более на установке большой единичной мощности, где каждый час простоя или выхода из нормального технологического режима несет большие экономические потери для предприятия.

При нормальном эксплуатационном режиме оператор справляется со своими обязанностями успешно. В случае появления первых признаков неисправности оператор, как правило, фиксирует это событие четко. Далее при развитии нештатной ситуации на экранах РСУ появляется множество аварийных сигналов и предупреждений, реакция человека ухудшается; она зависит от правильной оценки ситуации и может быть основана только на опыте [1, 2].

Тренировка операторов на тренажерах, основанных на динамическом моделировании ТП, является эффективным методом поддержания и развития навыков управления системой и применения инженерного анализа, а также улучшения понимания ТП.

Современные тренажеры операторов представляют собой заказные системы РВ, с высокой точностью и заданной степенью детализации описывающие поведение реального производственного объекта. Эти мощные компьютерные системы используются для различных целей, среди которых отладочные испытания РСУ, обучение операторов, инженерные исследования с целью совершенствования технологических операций и устранения "узких мест" производственных процессов [3].

Компьютерный тренажерный комплекс (КТК) включает: 1) набор моделей процессов, описывающих динамическое поведение установок; 2) копии систем распределенного управления и противоаварийной защиты, включая комплект консолей операторов; 3) станцию инструктора/инженера, используемую для управления КТК и сессиями обучения.

На примере тренажера операторов установки получения метанола, реализованного для ОАО "Метафракс" (пос. Губаха, Россия), рассмотрим архитектуру и особенности алгоритмического обеспечения тренажерной системы, представим методологию обучения операторов, оценим преимущества от использования тренажера. В завершение мы перечислим полученные выгоды, а также расскажем о планах на будущее.

### КТК операторов установки получения метанола

Общая технологическая схема производства метанола на площадке ОАО "Метафракс" представлена на рис. 1. Для динамического моделирования ТП предприятия использовалось стандартное коммерческое ПО DYN-SIM компании Invensys.

Состав алгоритмического обеспечения КТК:

- модель процесса синтеза метанола, включая следующие равновесные реакции:

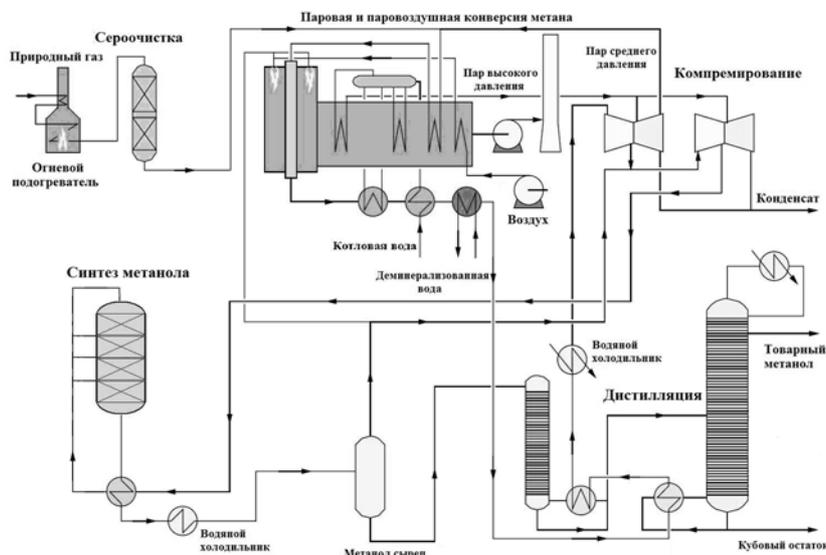


Рис. 1. Технологическая схема производства метанола

- $CO + 2H_2 \leftrightarrow CH_3OH$  (1)
- $CO_2 + 3H_2 \leftrightarrow CH_3OH + H_2O$  (2)
- $4 CH_3OH \leftrightarrow C_4H_9OH + 3 H_2O$  (3)
- $2 CH_3OH \leftrightarrow C_2H_5OH + H_2O$  (4)
- $2 CH_3OH \leftrightarrow CH_3OCH_3 + H_2O$  (5)

- модель реформеров, реализованная на базе комбинации стандартных имитационных блоков основного оборудования (печь прямого нагрева, трубы, теплообменники и т.д.). Таким образом, модель имитирует работу реакторного блока и описывает передачу тепла от радиантной секции печи;

- конфигурация функционирующей на агрегате PCSU и системы противоаварийной защиты (СПАЗ);

- модель имитирующая работу локальных контроллеров, таких как регулятор скорости турбины Woodward, быстродействующее редуцирующе-охлаждающее устройство Sulzer и систему антипомпажной защиты компрессора.

### Системная архитектура

Тренажерный комплекс (рис. 2) состоит из четырех основных элементов: станции инструктора, станции полевых операторов, вычислительных станций моделирования, станций операторов (консолей PCSU).

• *Станция инструктора* предназначена для управления всем тренажерным комплексом. Графический интерфейс станции воспроизводит экраны PCSU. Он реализован на базе системы моделирования DYN-SIM и предоставляет инструктору возможность навигации по модели от конкретной единицы оборудования до установки в целом, запускать и останавливать модель, генерировать неполадки в работе оборудования, создавать тренировочные сценарии, отслеживать и проверять работу операторов.

• *Станция полевых операторов* реализуют такие действия, которые не могут быть выполнены из операторной и требуют физического доступа к реальным объектам установки. Графический интерфейс станции основан на графических элементах станции инструктора, но отображает только полевое оборудование, такое как ручная запорная арматура, местные индикаторы, кнопки останова электродвигателей и т.п. Для этой цели выделен отдельный персональный компьютер. Он используется инструктором для имитации любых действий, которые необходимо выполнить на площадке по указанию обучаемого оператора. Рис. 3 демонстрирует типичный графический интерфейс поста полевого оператора.

• *Вычислительные станции* осуществляют расчет текущих показателей модели. Общая модель процессов разделена на определенное число меньших подмоделей. Эти индивидуальные подмодели связаны между собой многокомпонентными потоками, использующими информацию о физических свойствах объектов моделирования, получаемую непосредственно из БД термодинамики.

• *Инженерная станция PCSU* имитирует работу контроллеров реальной системы управления и выполняет все функции PCSU (имитацию алгоритмов работы всех



Рис. 2. Базовая архитектура тренажера

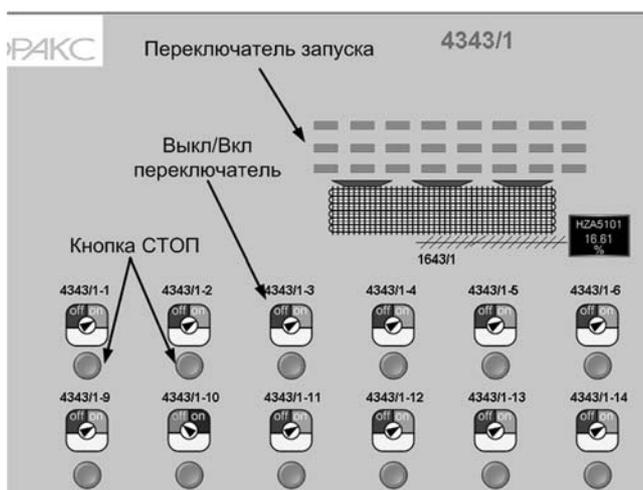


Рис. 3. Пример графического интерфейса станции полевого оператора, отображающий переключатели Выкл/Вкл и кнопки СТОП секции системы воздушного охлаждения

контроллеров управления и СПАЗ, аварийную сигнализацию и ведение исторических трендов) и позволяет инженеру модифицировать БД системы управления. Она связана со станциями операторов так же, как на реальной производственной установке. Связь между основной моделирующей средой тренажера и инженерной станцией PCSU осуществляется через специальное соединение, основанное на OPC (OLE для управления процессами).

• *Операторские станции (консоли PCSU)* функционально аналогичны используемым на установке.

В проекте для ОАО "Метафракс" использовалось по одному ПК для станции инструктора и станции полевых операторов и две рабочие станции для системы моделирования. Вычислительная нагрузка модели распределена на эти четыре многоядерных ПК. Это было сделано, чтобы моделирующая система тренажера смогла работать в режиме реального времени. Указанные рабочие станции были соединены с PCSU Emerson DeltaV, состоящей из шести двухмониторных станций операторов, одной инженерной станции и одного сервера системы управления. Архитектура созданной системы показана на рис. 4.

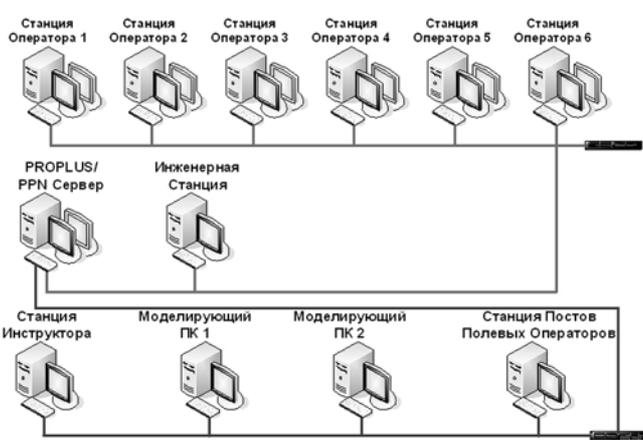


Рис. 4. Системная архитектура созданного тренажера операторов

### Обучение операторов

Оценка работы обучаемых операторов основывается на их способности поддерживать установку в рабочем состоянии при различных штатных или нештатных ситуациях, не нарушая при этом норм технологического режима и условий безопасного ведения процесса. Критерием оценки может служить набор переменных, а, точнее говоря, их приемлемые операционные ограничения (например, сигнализации "выше высокого/ниже низкого" или точки срабатывания СПАЗ), а также относительная важность этих переменных.

Например, при появлении неисправности, сгенерированной инструктором, от оператора требуется:

- определить отклонения от стационарного режима работы на заданном участке ТП;
- определить неисправность;
- снизить или устранить ущерб от возможных негативных последствий.

В процессе выполнения упражнений инструктор наблюдает за действиями операторов и оценивает их.

Существует возможность определить в системе оценки ряд переменных и их граничное значение. В этом случае система автоматически будет подсчитывать область выхода переменных за граничные условия. Чем меньше эта область, тем выше можно оценить навык оператора.

### Выводы

Таким образом, использование тренажерного комплекса обеспечивает:

- обучение и сертификацию операторов: приобретение уверенного понимания условий нормальной работы установки и процедур (нормального запуска, нормально-аварийного останова); отработку серий предписанных неисправностей и обучающих сценариев;

*Малик Гумарович Гарейшин — начальник управления автоматизации ТП,*

*Дмитрий Владимирович Коцюба — главный специалист по АСУТП производства метанола ОАО "Метафракс"*

*Вассилис Харисмиадис — Operations Manager RPO, Теохарис Паллис — Senior Process Engineer,*

*Дионисис Ставракас — Process Engineer Hyperion Systems Engineering (г. Афины, Греция).*

*Контактный телефон (495) 504-04-77, факс 504-04-78. E-mail: r.sagidov@hyperionsystems.net*

- использование КТК в качестве инструмента для инженерных исследований, а именно отработку новых стратегий управления и проверку алгоритмов СПАЗ, возможность генерирования различных аварийных ситуаций и анализ их развития;

- выполнение требований Федеральной Службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (РОСТЕХНАДЗОР).

После сдачи в эксплуатацию тренажерного комплекса опытные операторы отметили достаточную похожесть поведения динамической модели и реальной производственной установки.

Введение в эксплуатацию КТК предоставляет ОАО "Метафракс" следующие преимущества в работе:

- четкое понимание особенностей производственного процесса инженерами и операторами;
- более безопасная и эффективная работа в переходных и аномальных условиях функционирования;
- значительные экономические выгоды, достигаемые путем уменьшения вероятности аварийного останова (например, один день простоя может снизить доходы компании более чем на 300 тыс. евро);
- увеличение срока эксплуатации оборудования и продление срока жизни катализатора за счет снижения количества аварийных остановок.

После ввода в эксплуатацию тренажера на установке производства метанола были произведены некоторые модификации технологической схемы. Появилось новое оборудование, изменилась логика управления и СПАЗ. В настоящее время происходит обновление тренажера, чтобы сохранить его адекватность реальной установке.

Это говорит о востребованности тренажера на предприятии, а следовательно, и в дальнейшем тренажер будет:

- а) обеспечивать операторам возможность постоянно совершенствовать свои навыки;
- б) важным инструментом инженеров для анализа произведенных или планируемых технологических изменений;
- в) увеличивать ценность предприятия для акционеров в течение многих лет.

### Список литературы

1. Resnik C. Better Operator Ergonomics Increase Plant KPIs // Automation World. December. 2009.
2. Pankoff J.A. 2010. Why Process Plant Operator Training Can Fail to Deliver High Performance and Enable Operational Excellence; Pankoff, J.A.Sr., 1999. Training Today's Process Plant Operator. Use a Competency-Based Approach to Develop High-Performance Workers. Hydrocarbon Processing. August 1999 (<http://www.proexcinc.com/articles.htm>).
3. Harismiadis V.I. Earn two million dollars a year. Dynamic Process Simulation: DCS Integration, Quality Assurance and Operator training. Presented in the 3rd Pan-Hellenic Chemical Engineering Conference. 2001.