УДК 66.012 – 52

Т.Б.ЧИСТЯКОВА, О.В.ЕРШОВА
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ РУДНО-ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Рассмотрены вопросы разработки интеллектуальных тренажеров рудно-термических производств эффективным приемам управления в средах SCADA-систем. Разработаны тренажеры, предназначенные для получения оперативно-техническим персоналом навыков управления процессами производства фосфора и карбида кальция. Предложенная методика позволяет разрабатывать обучающие системы и проводить эффективное обучение студентов и производственного персонала.

Questions of design of intellectual training systems orethermic manufactures to effective control methods in SCADA-systems are considered. The training systems are developed to study operators to skills of control in phosphorus and calcium carbide manufacture processes. The offered technique allows to develop training systems and to carry out effective training students and the industrial personnel.

Современные химические производства характеризуются совокупностью сложного аппаратурного оформления, технологических решений и систем управления, т.е. представляют собой автоматизированные управляющие комплексы (АУК). Такие комплексы являются иерархическими человеко-машинными системами, успешная эксплуатация которых во многом зависит от квалификации производственного персонала различных категорий. Поскольку производственный персонал работает в условиях информационной и психологической перегрузок, неминуемо возникают ошибки, влекущие за собой ухудшение качества продукции, снижение прибыли, безопасности, а главное – возникновение аварий [3]. Повышение эффективности и безопасности современных химических производств напрямую связано с повышением квалификации персонала, для чего разрабатываются компьютерные тренажеры. Компьютер, являющийся основным рабочим инструментом персонала, доступен всякий раз, когда у оператора есть время на обучение. Анализ существующих систем управления и обучения показал, что наиболее перспективным направлением повышения их эффективности является интеграция автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и тренажерных систем. На данный момент существуют специализированные пакеты программного обеспечения для проектирования и эксплуатации АСУТП – SCADA-системы. Целесообразно использовать их для разработки обучающих систем, интегрированных в системы управления.

Разработка интеллектуальных тренажеров (ИТ) для подготовки оперативно-технического персонала печных установок должна вестись в соответствии со следующими принципами [3]:

- описание АУК рудно-термических производств (РТП) как систем обучения и тренажа; описание типовой структуры тренажерно-обучающих комплексов РТП для разработки компонент комплекса, решающих задачи обучения, тренажа и управления в зависимости от характеристик объекта управления;
- разработка моделей объекта управления, в том числе для представления неформализованных знаний, информационных и

математических моделей, необходимых для изучения причинно-следственных связей в объекте управления, а также для овладения навыками безаварийного управления, прогнозирования и устранения нарушений, решения задач оперативного и оптимального управления, улучшающих технико-экономические показатели производства;

- разработка моделей контроля знаний обучаемого персонала, позволяющих приобретать навыки управления различным категориям персонала при различных режимах функционирования объекта, а инструктору иметь объективные количественные и качественные оценки знаний обучаемого;
- разработка алгоритмов структурного и параметрического синтеза ИТ по обучению персонала, позволяющих осуществлять настройку ИТ в зависимости от знаний обучаемого и режимов функционирования (эксплуатации) объекта управления.

При описании АУК как системы обучения и тренинга необходимо учитывать такие его признаки, как: принадлежность объекта обучения к иерархическому уровню в системе управления; особенности аппаратурно-технологического оформления объекта; характеристики режимов эксплуатации объекта (аварийные, предаварийные, регламентные, оптимальные); характеристику режимов функционирования объекта в зависимости от состава сырья (что особенно актуально в существующих условиях); характеристику возмущающих воздействий; характеристику технологических параметров объекта.

Разработка обучающих систем в средах SCADA осуществляется по этапам. Создание проекта начинается с изучения технических параметров (ТП), классификации всех параметров процесса при рассмотрении его как объекта управления и изучения. На этом этапе определяются диапазоны изменений значений технологических параметров (регламентные, предаварийные, аварийные) с точки зрения возникновения возможных нештатных ситуаций (НС), поскольку основной задачей обучения операторов является приобретение навыков поведения в НС. Результатом этого этапа является разработка базы данных (БД) технологических параметров с соответствующими пороговыми ограничениями, отображающими НС; выходы за ограничения будут отрабатываться встроенной системой алармов InTouch. Обработка параметров осуществляется посредством скриптов, отображение значений параметров осуществляется с помощью средств анимации, временных графиков, динамических объектов и т.д.

При различных составах сырья БД параметров должна содержать информацию о характеристиках сырья, требованиях к качеству и количеству целевого продукта, значениях параметров состояния объекта. Это обусловлено необходимостью решения задач управления производством для выполнения пакета заказов.

При реализации задач обучения объект управления представляют различными типами моделей [2]. Для активного обучения оптимальному управлению используется математическая модель (ММ), которая позволяет определять значения управляющих воздействий, обеспечивающих наилучшие значения технологических и технико-экономических показателей ТП в соответствии с критериями оптимизации.

Для изучения типовых НС используется модель представления знаний (МПЗ), которая содержит перечень ситуаций, позволяет выявлять причины возникновения и предлагает рекомендации по их устранению для нормализации режима работы объекта. Модель разрабатывается на основе анализа данных экспертов и входит в состав базы знаний.

Процесс обучения осуществляется в соответствии со сценариями и методиками. Обучаемому предоставляется возможность просмотра текущих значений параметров, ввода значений параметров, выбора управляющих воздействий, обеспечивающих наилучшие значения выходных показателей. Он учится управлять процессом, не допуская аварий, и устранять нештатные ситуации в случае их возникновения, ему выдаются рекомендации по управлению. Обучаемый может экспортировать информацию в различные базы данных или другие приложения, в том числе EXCEL, а также передавать

ее через Internet с помощью специальных программных компонентов и SQL-серверов, в которых можно хранить большой объем необходимых данных о текущих значениях параметров, их пороговых ограничениях, историю ТП и т.д., что перспективно при разработке систем открытого образования [1].

Интерфейс обучаемого подобен автоматизированному рабочему месту оператора ТП, вид которого должен соответствовать требованиям, предъявляемым к интерфейсам промышленных систем управления. Информация отображается посредством динамических мнемосхем, таблиц значений исходных данных и результатов расчета, трендов реального времени, аналитических кривых, окон алармовых ситуаций (причины возникновения НС и рекомендации по их устранению). Интерфейс обучаемого позволяет ему выступать в роли оператора, наблюдать за функционированием ТП, изменять значения управляющих воздействий и изучать их влияние на значения выходных параметров, просматривать и анализировать результаты воздействий с помощью динамической мнемосхемы или путем просмотра БД.

Функциональная структура программного обеспечения при синтезе интеллектуальных тренажеров в средах SCADA-систем включает в себя следующие модули: БД параметров процесса, содержащую диапазоны изменения технологических параметров (регламентные, предаварийные, аварийные), скрипты, реализующие ММ процесса для обучения оптимальному управлению и МПЗ для обучения поведению в НС, интерфейсные модули обучаемого и инструктора, динамические мнемосхемы процесса, графики реального времени, модули сценариев обучения, модуль протоколирования результатов обучения. Разработанная методика синтеза протестирована на примере процессов производства фосфора и карбида кальция.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ершова О.В.* Использование компонентов FactorySuite для разработки интегрированных АСУ / О.В.Ершова, Т.Б.Чистякова, А.И.Лавров // Автоматизация. ПТС. Системы. Применения: Сб.трудов межд. семинара / Институт проблем управления РАН. М., 2003.

2. *Ершова О.В.* Структура тренажерно-обучающего комплекса для процесса производства желтого фосфора / О.В.Ершова, Т.Б.Чистякова // Автоматизация в промышленности. 2003. № 7.

3. *Чистякова Т.Б.* Интеллектуальные автоматизированные тренажерно-обучающие комплексы в системах управления потенциально-опасными химическими производствами: Автореф. дис. … д-ра техн. наук / Санкт-Петербургский технологический ин-т. СПб, 1997.