

вер OPUS. А сам Sitex в свое время подобрал все лучшее из пакета RealFlex;

- полностью совместим с набором дополнительного ПО, созданного для Sitex, включая драйверы ввода/вывода, коммуникационные интерфейсы и утилиты;

- доступны все программы двусторонней передачи данных между платформой QNX и MS Windows, включая такие интерфейсы, как OPC (OPC сервер и клиент для OPUS) и HTML. Таким образом, задача интеграции с общекорпоративными системами предприятия могут быть легко решены;

- экономически выгоден и по цене сравним с другими SCADA, включая пакеты на платформе MS Windows.

Phocus поставляется со всем, что нужно для полнофункциональной SCADA-системы, включая: оперативный редактор БД; сервер распределенной БД РВ с архитектурой, обеспечивающей множественный доступ; редакторы системных и аварийных сообщений; утилиту конфигурации сервера ввода/вывода; редакторы символов и динамического экрана; объектно-ориентированный графический построитель; процессор данных; администратор Тревог/Событий; запись данных предыстории; управление доступом пользователей; генератор отчетов; встроенные средства поддержки работы в сети.

Каждый сервер в Phocus может поддерживать одновременно работу нескольких серверов ввода/вывода, доступных для многих распространенных плат ввода/вывода, контроллеров и датчиков.

Резервирование серверов Phocus в ПТК СМ СИКОН

Для обеспечения надежного и непрерывного мониторинга в составе ПТК СМ СИКОН Phocus конфигурируется исключительно с функцией активного резервирования. Сервер активного резерва предо-

ставляет в сравнении с другими видами резервирования наиболее прогрессивный алгоритм для безотказной работы. Естественно, каждый сервер снабжается источником бесперебойного питания. Информация о работе этих источников также может стать доступной для операторов системы Phocus.

Главный и активный резервный серверы имеют одно и то же имя и выполняемый набор задач. Все изменения данных отражаются на обоих серверах. В случае сбоя основного сервера происходит практически мгновенное переназначение в качестве главного сервера активного резерва. При восстановлении работы главного сервера он вновь становится резервным. Соединение главного и резервного серверов с ПЛК осуществляется по дублированным каналам Ethernet, тем самым обеспечивая надежную доставку данных в SCADA-систему.

Заключение

ПО для ПТК СМ СИКОН создано на базе ОС РВ, что позволяет использовать данный ПТК в проектах с высокими требованиями к надежности и отказоустойчивости системы управления. Исходные коды ПО систем как нижнего, так и верхнего уровня полностью контролируются отечественными разработчиками, так что при необходимости возможно их исследование и сертификация для применения в ответственных приложениях.

ПТК СМ СИКОН можно рекомендовать к применению на ответственных участках взрывоопасных объектов химической, атомной и др. отраслей промышленности, требующих катастрофоустойчивости. В то же время стоимость проекта существенно снижается по сравнению с решениями на базе зарубежных аппаратных и программных средств того же класса.

*Фрейдман Андрей Витальевич — зам. директора компании Науцилус.
Контактный телефон (095) 939-58-72.*

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПО ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОПЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

О.В. Ершова, А.Б. Лавров, Т.Б. Чистякова (СПбГТИ)

Рассматриваются вопросы разработки тренажерных комплексов, предназначенных для приобретения навыков управления операторами электротермических производств. Предложена структура комплексов, реализованная средствами SCADA-системы InTouch, включающая инструментальные компоненты среды разработки и функциональные компоненты, реализующие задачи обучения и тренажа.

Введение

Электротермические производства являются сложными с точки зрения управления, потенциально опасными, оказывающими вредное воздействие на экологию и жизнедеятельность работающего персонала, потребляющими большое количество природного сырья и электроэнергии. Отличительными признаками этого класса объектов являются отсутствие современных систем эффективного управления и подготовки квалифицированных кадров. В соответствии с пунктами 2.11, 2.12 "Общих правил взрывобезопасности для

взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" все рабочие и инженерно-технические работники, непосредственно занятые ведением ТП, должны проходить курс подготовки с использованием современных технических средств обучения и отработки навыков (тренажеров, учебно-тренировочных полигонов и т.д.). Допуск к самостоятельной работе персонала на этих производствах может и должен осуществляться только на основании документально оформленных результатов проведенного обучения и тренинга [1]. Это обуславливает

Тренажерный комплекс создает порядок в мозгах и в окружающей действительности

Журнал "Автоматизация в промышленности"

необходимость создания тренажерных комплексов (ТК), включающих максимально приближенные к реальным динамические модели процессов и реальные средства управления (функциональные клавиатуры, графические экраны и т.д.). ТК разрабатываются на основании технологических регламентов производств и других технологических нормативов. Программы для отработки навыков в нештатных и аварийных ситуациях разрабатываются на основе сценариев. Обучение и отработка практических навыков на компьютерных тренажерах должны обеспечивать освоение ТП и системы управления в типовых и специфических нештатных и аварийных ситуациях [1], снижать вероятность возникновения аварий.

В настоящее время для проектирования и эксплуатации АСУТП в различных отраслях промышленности широко используются SCADA-системы. Анализ существующих систем управления и обучения показал, что наиболее перспективным направлением повышения их эффективности является интеграция АСУТП и тренажерных систем. Поскольку управление производственными процессами ведется в средах SCADA, целесообразно использовать их для разработки обучающих систем, интегрированных в системы управления. Такие задачи возникают на этапах проектирования и модернизации производств. Критерием синтеза тренажерных комплексов в средах SCADA является сокращение сроков разработки за счет использования хорошо развитых инструментальных средств, в том числе для систем РВ, создания современных эргономичных интерфейсов, адекватно отображающих реальные объекты.

Информационное обеспечение тренажерных комплексов для электротермических производств

Вопросы разработки комплексов рассматриваются на примере электротермических процессов производства карбида кальция и фосфора. Процессы реализуются в электродуговых печах и включают стадии подготовки сырья и электродной массы, определение соотношения сырьевых компонентов, производство целевого продукта в ванне печи под действием высокой температуры, очистку печных газов, выпуск побочных продуктов — шлака и ферросплава. Процесс производства фосфора описан в [2], производство карбида кальция относится к тому же классу объектов [3].

Разработка ТК операторов электротермических печных установок должна вестись в соответствии со следующими принципами [4]:

- описание электротермических производств как систем обучения и тренажа;
- описание типовой структуры комплекса для разработки компонент, решающих задачи обучения, тренажа и управления;
- разработка моделей объекта управления, необходимых для изучения причинно-следственных свя-

зей, 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 обучаемых, позволяющих приобретать навыки управления различным категориям персонала в разных режимах функционирования объекта, а инструктору иметь объективные количественные и качественные оценки знаний обучаемого;

- разработка алгоритмов параметрического синтеза, позволяющих осуществлять настройку комплекса в зависимости от знаний обучаемого и для различных режимов функционирования объекта управления.

При синтезе ТК необходимо учитывать особенности аппаратно-технологического оформления объекта, характеристики режимов его эксплуатации (аварийные, предаварийные, регламентные, оптимальные) и функционирования объекта в зависимости от состава сырья, характеристику технологических параметров.

Начальным этапом разработки как систем обучения, так и систем управления является структуризация информации с целью разработки БД и создания информационного обеспечения. Для этого параметры ТП классифицируются как входные, управляющие и выходные.

БД ТК содержит информацию о характеристиках и расходах сырья, геометрических размерах и мощности печи (входные параметры), о качестве и количестве целевого и побочных продуктов, производительности, электрических показателях (выходные параметры), пороговых ограничениях для всех параметров.

Параметры связаны математической моделью (ММ) ТП, включающей уравнения, отражающие зависимость выходных параметров от входных, учитывающие химические реакции, распределение энергопотоков в подэлектродном пространстве ванны печи, взаимосвязь электрических параметров. Результатом решения системы уравнений ММ являются значения управляющих воздействий, обеспечивающие производство целевого продукта требуемого качества при соблюдении ограничений на значения параметров БД. ММ позволяет определять показатели процесса при использовании различного сырья (что актуально в современных условиях) для обеспечения регламентного режима его функционирования. Повышение адекватности модели обеспечивается путем решения задачи параметрического синтеза — корректировкой коэффициентов модели. ММ используется для активного обучения оптимальному управлению.

Для описания неформализованных экспертных знаний и данных эксплуатации объекта при изуче-

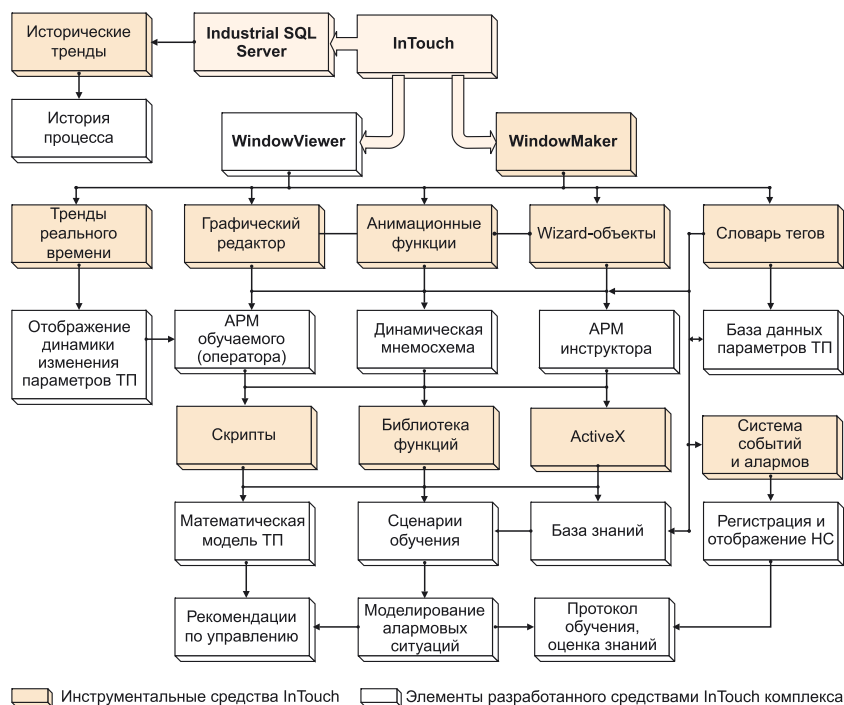


Рис. 1. Структура ПО тренажерных комплексов

нии типовых нештатных ситуаций, необходима база знаний (БЗ), которая содержит перечень ситуаций, позволяет выявлять причины возникновения и предлагает рекомендации по их устранению. Структура БЗ приведена в [2].

Классификация ситуаций в БЗ осуществляется сочетанием параметров БД, описывающих каждую ситуацию. БД и БЗ могут обновляться и дополняться по мере необходимости.

Структура ПО тренажерных комплексов

SCADA-системы объединяют в единое информационное пространство различные уровни автоматизации предприятия от нижнего до уровня управления персоналу ТП следить за реальным состоянием процессов, отображая данные на динамических мнемосхемах, графиче-

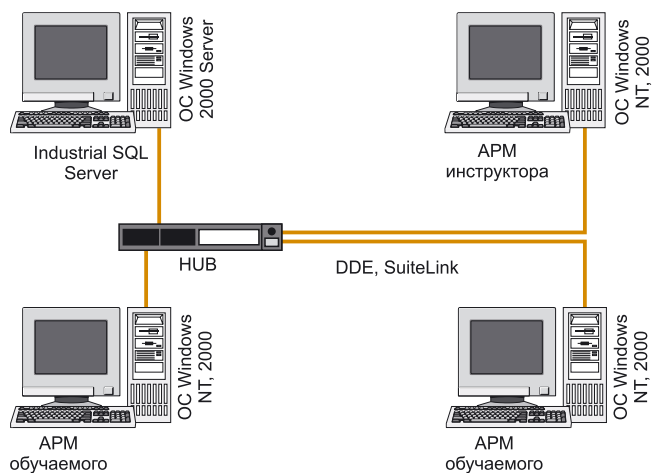


Рис. 2. Распределение компонент тренажерного комплекса по сети

ках РВ, просматривать исторические данные (<http://www.wonderware.ru>).

Обобщение опыта работ по разработке современных компьютерных систем обучения для подготовки оперативно-технического персонала и студентов эффективным приемам управления сложными ТП, которые ведутся в Санкт-Петербургском технологическом институте, и проведенный анализ различных литературных источников позволили предложить последовательность синтеза ТК и определить их типовую структуру.

Синтез ТК осуществляется по следующим этапам [4]: описание ТП как объекта изучения; разработка информационной и ММ объекта, БЗ; создание сценариев обучения; разработка интерфейсов обучаемого и инструктора; формирование протоколов обучения.

Структура комплексов разрабатывалась на основе теоретических положений и функциональных возможностей SCADA-системы InTouch.

Помимо перечисленного она включает: модуль моделирования нештатных ситуаций (НС), систему событий и алармов InTouch. Структура разработанного в InTouch ПО представлена на рис. 1.

Поскольку в SCADA InTouch отсутствует инструмент для ведения сложных математических расчетов, они производятся в отдельных модулях, разработанных на языке высокого уровня (C++) и внедряются в систему при помощи ActiveX-технологии.

Элементы ActiveX представляют собой объекты, помещенные в контейнер управления, которым служит InTouch. Элементы ActiveX ведут себя аналогично мастер-объектам (Wizard) InTouch, добавляя функциональные возможности, и компилируются в формате OCX. InTouch позволяет обращаться к их свойствам, методам и событиям, которые можно связывать с тегами InTouch или обращаться к ним через Quick-сценарии. В приложении InTouch можно использовать сразу несколько элементов ActiveX. В данной работе ActiveX используется для расчета распределения сопротивлений подэлектродного пространства ванны печи.

Интерфейс обучаемого представляет собой АРМ оператора печной установки, который и будет его рабочим местом. Обучаемый имеет набор динамических мнемосхем, таблиц значений исходных данных и видит результаты расчета [5]. Предусмотрены различные режимы обучения:

- работа с мнемосхемой, текстовой информацией для изучения процесса; возможность просмотра текущих значений параметров БД при изменении значений параметров; выбор управляющих воздействий и анализ значений выходных показателей;

• работа по самостоятельно выбранному сценарию обучения, который моделирует возникновение НС, при этом обучаемому выдается окно, содержащее информацию о причинах ее возникновения и предлагаются варианты по ее устранению;

• работа по заданному инструктором сценарию обучения. При возникновении НС обучаемому предлагается самостоятельно определить причину возникновения НС и устранить ее, а инструктор на своем месте видит результаты обучения и оценивает их.

АРМ инструктора предназначен для организации и контроля процесса обучения. При разработке интерфейса инструктора использовались средства сигнализации, графического отображения информации, а также встроенная система событий и алармов InTouch.

Инструктор определяет динамику процесса в соответствии со сценариями обучения или внося в него возмущающие воздействия, имитируя возникновение нештатных ситуаций вручную. Сценарии обучения моделируют алгоритмы возникновения НС на основе анализа экспертной информации и технологического регламента. Возникновение НС моделируется путем изменения значения переменных, характеризующих причины появления НС. Это приводит к изменению значений переменных, характеризующих возникновение конкретной ситуации. Но поскольку ситуацию может вызвать несколько причин, задачей обучаемого является выявление истинной причины. Для чего обучаемому необходимо проанализировать значения переменных БД, характеризующих ситуацию, и принять решение о реализации соответствующей рекомендации по ее устранению. Результаты выполнения заданий фиксируются и отображаются в протоколе обучения, входящем в интерфейс инструктора. Инструктор может посылать сообщения на компьютер обучаемого, содержащие советы и рекомендации. Также в интерфейс инструктора включен модуль переключения между рабочими местами обучаемых и модуль настройки сценариев обучения с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей обучаемых.

ТК является распределенным, что представлено на рис. 2.

Обмен информацией по сети между рабочими местами инструктора и обучаемых организован на базе Ethernet. Взаимодействие InTouch — приложе-

ний инструктора и обучаемых организовано при помощи DDE-протокола, поскольку большинство существующих серверов ввода/вывода поддерживают этот протокол, что важно при получении данных с реального объекта. Для хранения необходимой информации целесообразно использовать совместимый с InTouch IndustrialSQL-сервер, в котором можно надежно сохранять в сжатом виде большой объем данных о текущих значениях параметров, пороговых ограничениях, историю ТП и т.д.

Копии интерфейсов обучаемого для производства фосфора приведены в [2], АРМ обучаемого и инструктора для производства карбида кальция представлены на рис. 3, 4.

Заключение

Таким образом, реализация тренажерных комплексов в средах SCADA-систем существующими методами позволяет в короткие сроки разрабатывать информационное, математическое и программное обеспечение, алгоритмы управления, систему визуализации, сценарии обучения, синтезировать различные конфигурации комплексов, производить интеграцию промышленных АСУТП и тренажерных систем.

Список литературы

1. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. ПБ 09-170-97. — СПб.: ЦОТБСП, 2001. — 128 с. (Изменения ПБ 09-540-03, утвержденные Постановлением Госгортехнадзора РФ №29 от 5 мая 2003 г., зарегистрированные в Минюсте РФ 15 мая 2003 г., № 4537 — электронный вариант).
2. Ершова О.В., Чистякова Т.Б. Структура тренажерно-обучающего комплекса для процесса производства желтого фосфора // Автоматизация в промышленности. 2003. № 7.
3. Ершова О.В. Система управления процессом получения карбида кальция. Диссертация кандидата технических наук. СПбГТИ (ТУ). СПб, 1996.
4. Чистякова Т.Б. Интеллектуальные автоматизированные тренажерно-обучающие комплексы в системах управления потенциально-опасными химическими производствами. Диссертация д-ра техн. наук. СПбГТИ. СПб. 1997.
5. Ершова О.В., Лавров А.Б. Автоматизированное обучение операторов руднотермических печей // Сб. Трудов НТС "Электротермия-2004": СПбГТИ (ТУ). СПб. 2004.

Ершова Ольга Владимировна — канд. техн. наук, доцент кафедры,

Лавров Александр Борисович — инженер-программист, Чистякова Тамара Балабековна — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой систем автоматизированного проектирования и управления

Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

E-mail: erol@rambler.ru