

3. Кале В. Внедрение SAP R/3 : руководство для менеджеров и инженеров / Кале В. ; пер. с англ. П. А. Палнов. – М. : Компания АйТи, 2006. – 511 с.
4. Кречмер Р. Разработка приложений SAP R/3 на языке АВАР/4 / Кречмер Р., Вейс В. – М. : Лори, 1998. – 348 с.

Надійшла 1.10.2008
Після доробки 16.10.2008

У статті описується концепція побудови інтегрованої інформаційної системи на основі SAP ERP (SAP R/3). Наводяться основні результати розробки програмного

модуля, що реалізує більш простий аналог транзакції вивантаження інформації до файлу, його опис, основні переваги.

The concept of integrated information system on the basis of SAP ERP (SAP R/3) construction is described in the article. There are given the main results of designing a software module that implements a simpler analogue of the transaction of the information unloading in the file, its description, and its main advantages.

УДК 519.81; 004.78

Е. Г. Куник, А. Н. Коваленко, С. А. Ляшенко

АРХИТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОБУЧЕННЯ ОПЕРАТОРІВ АСУ ТП

В статті рассмотрен опыт применения различных видов тренажеров для операторов технологических процессов перерабатывающей промышленности. Учтен ряд особенностей, которые необходимо учитывать при построении тренажеров для обучения операторов. В качестве примера АСУ ТП, с удачно спланированной архитектурой, предложена система управления metsoDNA фирмы Metso Automation.

ВВЕДЕНИЕ

Современная автоматизированная система управления технологического процесса (АСУ ТП) представляет собой сложный программно-аппаратный комплекс, содержащий большое количество компонентов полевых устройств и датчиков, контроллеров управления технологических процессов, станций операторов, информационных серверов и т. п. Для работы с такими комплексами требуются специально обученные, квалифицированные операторы, на которых ложится большая ответственность за последствия принятых решений по безопасности и управлению производственным процессом. По некоторым оценкам, например в области нефтехимии виновниками аварий в 26 % являются операторы. Таким образом, задача обучения и переподготовки операторов АСУ ТП становится все более актуальной.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

Опыт применения тренажеров показал, что эффект обучения достигается не просто идентичностью воспроизводимой на тренажере реальной деятельности оператора, а воспроизводимой на тренажере формы его деятельности, соответствующей решению практических задач в действительности. Традиционные тре-

нажеры служили копией панелей управления, на которые выводилась информация, аналогичная реальной. Их эксплуатация показала, что при высокой стоимости эффективность применения для успешной подготовки операторов является недостаточной. Исходя из характера обучения операторов технологических процессов, основной задачей обучения является развитие интеллектуальных навыков, что достигается разработкой и внедрением компьютерных тренажеров [1–3].

Отличительными особенностями компьютерного тренажера является возможность эффективного его использования как для повышения квалификации операторов разных уровней и специальностей и их периодических тренировок, так и для обучения оперативного персонала в связи с вновь возникающими задачами, обусловленными совершенствованием технологического процесса.

Специфика конкретного производства, анализ деятельности операторов-технологов и способы управления технологическими процессами в АСУ ТП обуславливают ряд особенностей, которые необходимо учитывать при построении тренажеров для обучения операторов.

Технологический процесс и устройства, которые в нем задействованы, обычно представляются на терминале оператора в виде множества символов, которые можно разделить на основные классы (клапан, мотор, насос, ПИД-контроллер и т. п.). Каждый символ несет в себе определенную смысловую нагрузку и обладает набором функций, связанных с ним. Так как тренажерная станция должна копировать интерфейс, с которым предстоит работать оператору, то необходимо копировать наборы символов, используемые реальной станцией [4, 5].

© Куник Е. Г., Коваленко А. Н., Ляшенко С. А., 2009

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является разработка архитектуры тренажерного комплекса для обучения операторов АСУ ТП. Тренажерный комплекс должен обладать распределенной архитектурой, позволяющей легко изменять существующие компоненты системы, дополнять их новыми и т. д. Для достижения требуемого сходства тренажерного комплекса и реальной АСУ ТП целесообразно максимально использовать существующее программное обеспечение вышеупомянутой АСУ ТП.

В качестве примера АСУ ТП, имеющей удачно спланированную архитектуру, можно привести систему управления metsoDNA фирмы Metso Automation, упрощенная схема которой приведена на рис. 1, а.

Ключевым звеном АСУ ТП является процессовая станция, в которую загружены алгоритмы обработки сигналов от устройств и датчиков технологического процесса, управляющих сигналами, поступающих от операторов, а также генераторы управляющих сигналов для устройств. Логика работы процессовой станции определяется конфигурацией программных модулей, которые получают информацию от устройств ТП через устройства ввода/вывода и от станций оператора. Таким образом, технологический процесс с точки зрения процессовой станции представлен набором интерфейсных единиц, каждая из которых позволяет получать данные от какого-либо устройства технологического процесса или передавать туда управляющие сигналы.

Такая архитектура системы metsoDNA дает возможность разработать интерфейс, позволяющий заменить собой реальные устройства ввода/вывода, что, в свою очередь, позволит подключать различные модели технологических процессов, реализованные вне

системы управления, используя существующие программные средства математического моделирования, а также собственные средства реализации математических моделей, в том числе различные языки программирования. Подключенное к системе управления программное обеспечение должно поддерживать эмуляторы необходимого в целях обучения оборудования.

На рис. 1, б изображена архитектура тренажерного комплекса на базе реальной системы управления metsoDNA. Для реализации тренажерного комплекса исследуемого объекта управления можно целиком использовать программную конфигурацию, которая уже установлена и работает на данном объекте в качестве системы управления. Существуют методы основанные на теории искусственных нейронных сетей, позволяющие переносить эту программную конфигурацию на тренажер без модификации ее внутренней структуры, что обеспечивает сохранность внешнего вида станции оператора, свойств и логики процесса управления с точки зрения оператора и процессовой станции.

АРХИТЕКТУРА ТРЕНАЖЕРА

Структурно-модульная тренажерная система (рис. 2) состоит из трех основных частей: рабочего места оператора, имитатора и автоматической системы обучения.

Основными блоками разрабатываемого тренажера являются имитационная модель технологического процесса, модель «идеального» инструктора и программа тренажа с генерацией технологических ситуаций.

Операционная система обучения, включающая программу тренажа и генерацию ситуаций, предназначена для управления режимом обучения, формирования очередного задания обучаемому на основе показателя

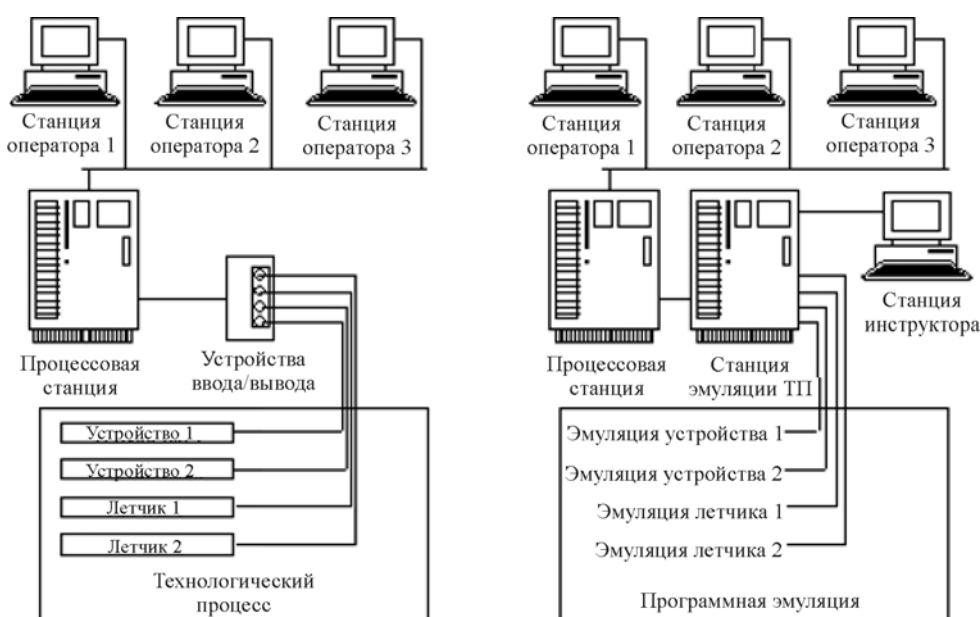


Рисунок 1 – Упрощенная система управления metsoDNA фирмы Metso Automation

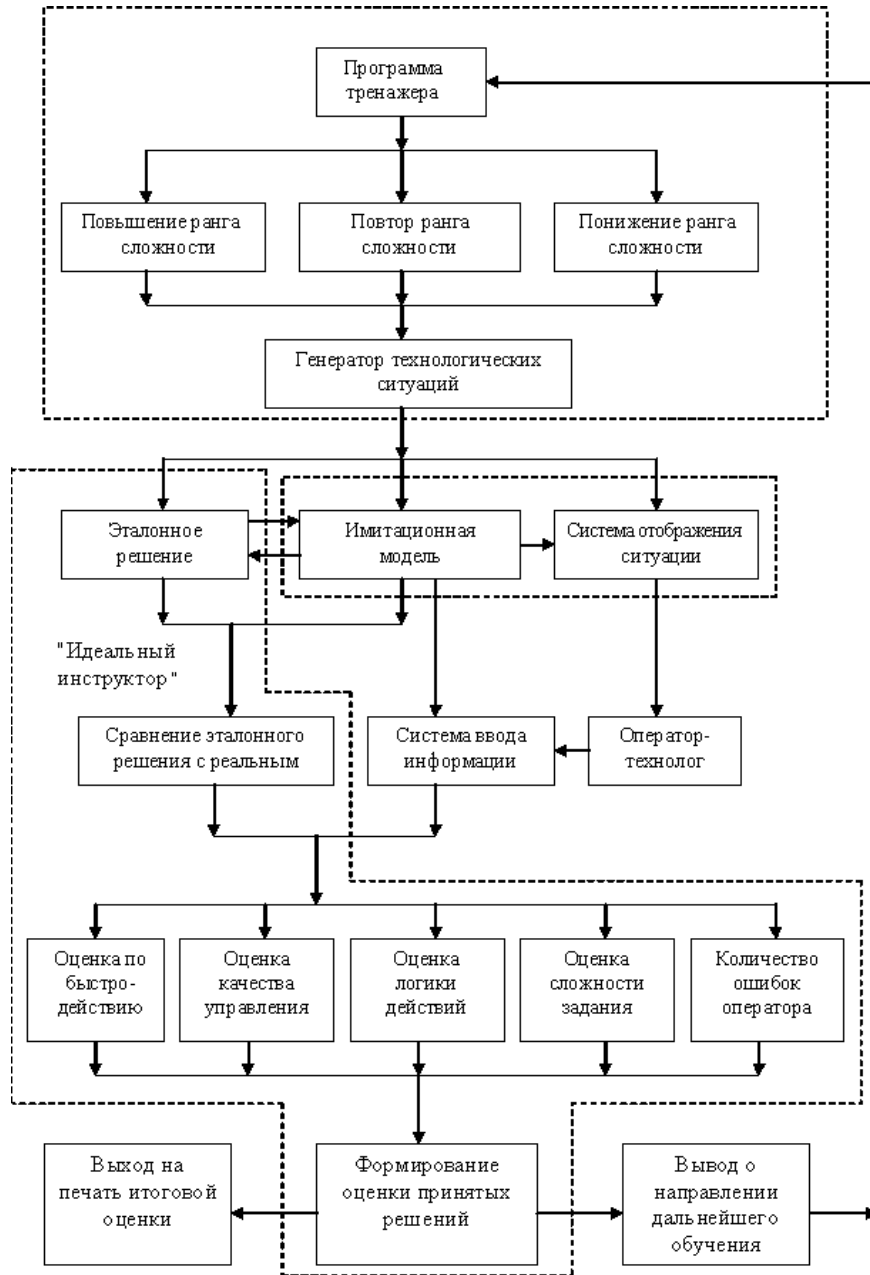


Рисунок 2 – Структура взаимодействия элементов модульного тренажера

уровня обученности, вырабатываемого подсистемой оценки действий блока «идеального» инструктора.

Основой информационно-моделирующей системы тренажера является имитационная модель технологического процесса, представляющей собой изменяемый элемент математического обеспечения тренажера, определяемый конкретным видом производства.

Анализ структурных аспектов математического обеспечения тренажеров показал, что основой информационно-моделирующей системы тренажера является подсистема имитации функционирования объекта управления в условиях действия оператора при решении поставленных задач [6].

Наиболее сложной задачей при создании имитационных моделей технологических объектов является разработка и реализация динамических моделей. Содержательные проблемы построения моделей облегчаются огромным заделом в области математического моделирования технологических процессов и аппаратов [7, 8]. Отметим, что проблемы автоматизации построения таких моделей для целей имитационного моделирования остаются приоритетными в усилиях основных разработчиков компьютерных тренажеров. При этом наряду с созданием дорогих универсальных конфигурантов моделей существует направление объектно-ориентированного моделирования, реализующего

библиотеки базовых и структурных технологических элементов, программ расчета характеристик технологических сред и др. компонентов моделей.

Сам способ включения модели в схему тренажера, кардинально отличается от постановок задачи управления, так как, во-первых, собственно объект в схеме отсутствует, и модель в целом служит только для имитации его выхода, во-вторых, расчет выхода модели происходит вне контура регулирования, а используемый при моделировании масштаб времени не зависит от темпа управления процессом (тренажер может работать в ускоренном и, при необходимости, в замедленном в сравнении с объектом масштабе времени). Основная особенность моделей, используемых в задачах обучения, – работа в реальном времени, подразумевающая возможность использования результатов моделирования в разнообразных технологиях реального времени (операторские и инженерные интерфейсы, системы диагностики и тестирования и т. д.), приводит к принципиальному отличию от ситуации в алгоритмах управления с прогнозирующими моделями [9], где выход объекта имитируется одновременно на всем интервале прогнозирования для заранее заданной последовательности управляющих воздействий и возмущений. Столь жесткое условие реального времени резко завышает требования к модели, поскольку она должна обеспечивать адекватное робастное поведение во всем диапазоне воздействий с учетом возможности внесения возмущений в любой момент.

ВЫВОДЫ

Использование для описания динамики объекта систем нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных в имитаторе тренажера затруднительно, так как они не всегда разрешимы относительно всех информационных переменных. Поэтому при имитации динамических режимов целесообразно рассчитывать коэффициенты усиления по статическим моделям, а изменение параметров во времени – осуществлять добавочными операторами в виде динамических звеньев первого и второго порядка с чистым запаздыванием. Достоинством такого подхода является то, что при любых изменениях параметров потоков осуществляется выход на статические режимы с малым объемом вычислений и удовлетворительной точностью, а переходные процессы отражают характер реального изменения информационных переменных во времени.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Селезнёв В. Е. Современные компьютерные тренажеры в трубопроводном транспорте: математические методы моделирования и практическое применение / Селезнёв В. Е., Алёшин В. В., Прялов С. Н. – М. : МАКС Пресс, 2007. – 200 с.
2. Зацеркляный Н. М. Задачи компьютерного обучения для принятия решения операторами технологических процессов / Зацеркляный Н. М., Тулупов В. В. // Системы обработки информации : сб. науч. пр. – Харьков : НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2001. – Вып. 6(16). – С. 78–82.
3. Стенин А. А. Автоматизированные обучающие системы (анализ и синтез) / Стенин А. А. – Луганск : ВУНУ. – 2000. – 109 с.
4. Берман В. А. Зарубежные тренажерные системы подготовки персонала для управления химическими производствами / Берман В. А., Ершов М. А. // Хим. промышленность за рубежом. – 1987. – Вып. 8 (296). – С. 56–67.
5. Романов А. Н. Имитаторы и тренажеры в системах отладки АСУ ТП / Романов А. Н., Жабеев В. П. – М. : Знание, 1987. – 110 с.
6. Тимофеев В. А. Структура математического обучения компьютерного тренажера для обучения оператора на базе технологии экспертных систем / Тимофеев В. А., Тулупов В. В. // Системы обработки информации : сб. науч. пр. – Харьков : НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002. – Вып. 3(19). – С. 94–98.
7. Дозорцев В. М. Динамическое моделирование в оптимальном управлении и автоматизированном обучении операторов технологических процессов. Часть 1. Задачи оптимального управления / Дозорцев В. М. // Приборы и системы управления. – 1996. – № 7. – С. 46–51.
8. Дозорцев В. М. Динамическое моделирование в оптимальном управлении и автоматизированном обучении операторов технологических процессов. Часть 2. Задачи оптимального управления // Приборы и системы управления. – 1996. – № 8. – С. 41–50.
9. Перельман И. И. Оперативная идентификация объектов управления. – М. : Энергоиздат, 1982. – 272 с.

Надійшла 19.08.2008
Після доробки 13.10.2008

В статті розглянуто досвід використання різних видів тренажерів для операторів технологічних процесів, які мають місце у промисловості з переробки харчових продуктів. Враховано ряд особливостей, які необхідно мати на увазі при побудові тренажерів для навчання операторів. В якості приклада АСУ ТП, де добре сплановано архітектуру, запропоновано систему управління metsoDNA фірми Metso Automation.

The article considers some results of practical application of various simulators for operators of technological processes of food process industry. A number of features necessary for consideration in simulators construction for operator training are taken into account. As an example of ACS TP with successfully planned architecture, the control system metsoDNA of Metso Automation firm is offered.