

## ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА\*

*С.А. Колпащиков*

Самарский государственный технический университет  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: sKolpaschikov@mail.ru

*Рассматривается структура компьютерного тренажера оператора технологического процесса и системы автоматизированной разработки таких тренажеров. Предложена структура, опирающаяся на типовую структуру информационно-управляющей системы технологического процесса, что позволяет гибко формировать состав тренажерного комплекса.*

**Ключевые слова:** *тренажерный комплекс, модульная структура, автоматизированная разработка.*

Повсеместное внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами, с одной стороны, повышает качество и оперативность управления процессом, повышая информативность о текущем состоянии процесса. С другой стороны, такие системы отдаляют оперативный персонал от технологического процесса, ставя между объектом управления и персоналом «защитный экран» – монитор компьютера.

Задача повышения адекватности восприятия оператором технологического процесса и уверенности в его действиях во время операций, требующих вмешательства персонала, достигается регулярными тренировками в условиях, приближенных к реальным. Такие условия создаются компьютерными тренажерами.

Научно-технические издания регулярно печатают статьи об опыте разработки сложных тренажерных комплексов [1]. Анализ литературы показывает, что рынок компьютерных тренажеров представлен широкой гаммой конечных продуктов и коммерческих специализированных пакетов для их разработки. Естественным направлением развития тренажерной индустрии становится смещение в сторону разработки специализированных пакетов автоматизированной разработки тренажеров.

Пакет для автоматизированной разработки тренажерного комплекса, решающий весь спектр задач, является ресурсоемким и разнородным программным пакетом, сочетающим в себе модуль математического моделирования, модуль интерфейса взаимодействия с оператором, модуль формирования сценариев тренировок и модуль оценивания обучаемого.

Для тренажеров технологических процессов основной частью является модель технологического процесса, полнота и адекватность которой определяет границы и качество процесса обучения. Задача разработки универсального математического пакета для моделирования произвольного технологического процесса является отдельной большой задачей. Именно в модели технологического процесса возникает

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы», проекты НК-66П/11, 2010-1.3.1-230-009/8; АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)», проект 2.1.2/4236; гранта РФФИ 10-08-00754-а.

*Сергей Александрович Колпащиков – к.т.н., доцент.*

первая проблема универсальных пакетов – жесткое ограничение границ применимости пакета.

Второй проблемой является разработка системы оценивания, требующей достаточно гибкой настройки. Вопрос универсальности решения этой задачи обычно сводится либо к предоставлению пакетами возможности программирования алгоритмов оценивания на языке программирования высокого уровня (C++, Visual Basic), либо к предоставлению узкого круга стандартных методов оценивания.

Третьей проблемой является разработка системы визуализации. Здесь, помимо затрат на разработку редактора, встает вопрос о разработке интерфейса, идентичного интерфейсу, применяемому на реальном объекте.

Стандартный подход к решению указанных проблем – модульный принцип организации и реализации автоматизированной системы разработки тренажеров операторов технологических процессов. Собственно, этот подход широко используется в больших программных комплексах, например в SCADA-системе Genesis 32 фирмы Iconics. Основная задача состоит в построении структуры программного пакета, т.е. в выделении модулей и связей между ними.

Обычно структурирование осуществляют по функциональному признаку самого тренажера, в результате чего возникают четыре модуля:

- моделирующий модуль;
- модуль взаимодействия с оператором;
- модуль моделирования сценариев обучения;
- модуль оценивания.

Именно такая структура и присуща современным пакетам. Часто эта структура поддерживается только на логическом уровне, а реализуется система в виде единого программного модуля. Такой подход не решает указанных выше проблем.

Предлагается учитывать не только функциональность самого тренажера, но и функциональность моделируемой системы. В качестве моделируемой системы выступают современные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Структура АСУ ТП может быть представлена в виде четырех последовательно связанных уровней:

- объект управления;
- датчики и исполнительные механизмы;
- управляющий комплекс – программируемый логический контроллер;
- верхний уровень – подсистема визуализации и сервер АСУ ТП.

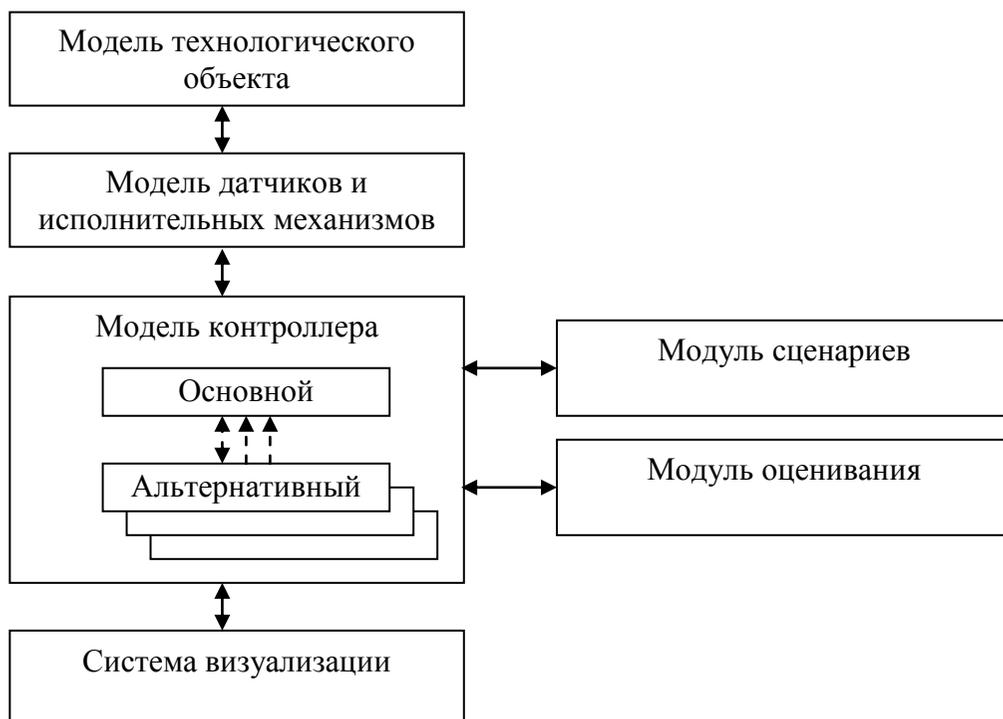
Предлагается логическую структуру тренажера представить в виде шести модулей: для каждого из уровней АСУ ТП вводится отдельный модуль, а также два модуля обработки сценариев обучения и оценивания, взаимодействующих с модулем контроллера. Структура тренажера представлена на рисунке.

Ядром пакета являются модуль датчиков и исполнительных механизмов, модуль контроллера, модуль сценариев и модуль оценивания. Модуль датчиков и контроллеров обеспечивает моделирование типового оборудования и является шлюзом между модулями контроллера и модулем модели технологического объекта. Его логика достаточно проста и остается неизменной практически для любого типа объекта.

Модуль контроллера является центральным информационным звеном системы. Помимо данных о технологическом объекте здесь формируется информация для сценариев, системы оценивания и управления системой визуализации.

Модуль технологического объекта и модуль системы визуализации являются сложными и ресурсоемкими. Часто при построении тренажеров в качестве системы визуализации используется SCADA-система, применяемая в моделируемой системе.

И в качестве модели сложных технологических объектов часто экономически оправдано использование готовых решений сторонних разработчиков.



Логическая структура тренажера

В качестве связи между модулями системы предлагается использовать OPC-протокол – стандартный протокол взаимодействия между приложениями, входящими в состав АСУ ТП. При использовании в качестве модуля визуализации готовых разработок (обычно SCADA-систем), работающих по другим протоколам, в структуру тренажера предлагается добавлять по мере необходимости альтернативные модули контроллера. Данные модули работают только в качестве шлюза между основным модулем контроллера и системой визуализации по требуемому протоколу.

Предложенная структура позволяет гибко изменять состав программного пакета и проводить поэтапную разработку как самого пакета, так и отдельных тренажеров. Реализация логических модулей тренажера в виде отдельных программных модулей позволяет компоновать тренажер только требуемой функциональностью: моделирование конкретного объекта, поддержка требуемого протокола связи с системой визуализации, что снижает ресурсоемкость конечного продукта. Построенный по рассмотренной структуре пакет для автоматизированной разработки тренажерных комплексов будет являться открытой и масштабируемой системой.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. – М.: СИНТЕГ, 2009. – 372 с.

Статья поступила в редакцию 1 сентября 2010 г.

UDC 004.05

## **GENERALIZED STRUCTURE OF COMPUTER SIMULATOR OF PROCESS OPERATOR**

***S.A. Kolpashchikov***

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

*The generalized structure of the computer simulator of process operator and the computer-aided engineering system is considered. The structure based on generic structure of automatic process control systems is suggested. This structure provides flexible configuring of computer simulator.*

***Keywords:*** *computer simulator, modular structure, computer-aided engineering.*