

ПОДСИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА*

С.А. Колпащиков, Р.Р. Минвалеев

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

Предлагается использование аппарата гибридных автоматов для описания, проектирования и тестирования подсистемы обучения компьютерных тренажеров оператора технологических процессов.

Ключевые слова: *тренажерный комплекс, подсистема обучения, автоматизированная разработка, гибридный автомат.*

Компьютерные тренажеры операторов технологических процессов являются одним из наиболее перспективных методов обучения технологического персонала. Автоматизация процесса построения таких тренажеров связана с разработкой универсальных систем проектирования.

Универсальные системы проектирования частично повторяют функции программного обеспечения для автоматизированной разработки АСУ ТП: CASE-систем программирования контроллеров, SCADA-систем и т. п. Однако функции моделирования предметной области, построения сценариев и оценивания действий оператора выходят за рамки указанных средств или реализуются ими в виде простых слабо варьируемых алгоритмов.

С точки зрения разработки наиболее ресурсоемкой частью тренажера является модель технологического процесса. Именно ей уделяется наибольшее внимание при разработке как универсальных систем проектирования тренажеров, так и конечных тренажеров. Универсальные пакеты обычно предоставляют графические средства для разработки и параметризации моделей без программирования [1, 2].

Системы построения сценариев и оценивания действий оператора являются более простыми, но реализуют одну из основных функций тренажера – обучение. Обучение включает как предоставление обучающей информации, так и последующий контроль знаний. Чаще всего разработка систем, обеспечивающих обучение, осуществляется путем программирования на языке высокого уровня или предоставляется стандартный список тренировок с фиксированной системой оценивания.

В жизненном цикле тренажера в период его эксплуатации наиболее частыми являются два типа изменений: изменения модели, связанные с заменой или модернизацией технологического оборудования, и изменения регламента технологических операций. Оба типа изменений требуют корректировки конечного тренажера. Сложность и трудоемкость внесения изменений определяется возможностями тренажера,

* Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №09-08-00297-а, №10-08-00754-а; ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы», заявка НК 66П/11, заявка 2010-1.3.1-230-009/8; АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект №2.1.2/13988.

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

Рамис Расихович Минвалеев – магистрант.

в первую очередь наличием графических средств для корректировки модели и системы обучения.

Анализ типовых сценариев и методов оценивания действий оператора в различных отраслях промышленности позволяет ввести следующую классификацию: штатные ситуации и аварийные ситуации.

Штатные ситуации включают плановые останов и запуск технологического оборудования, поддержание заданного режима и смену режима работы оборудования. Аварийные ситуации включают выходы из строя технологического оборудования, а также контрольно-измерительной и управляющей аппаратуры.

Методы оценивания действий операторов можно свести к следующим основным видам проверок: проверка соблюдения регламента и оценка точности поддержания значений технологических параметров. При проверке соблюдения регламента оценивается последовательность и своевременность действий оператора в обрабатываемой ситуации. Оценка точности поддержания параметров осуществляется как по максимальным значениям отклонений параметров от заданных значений, так и интегральным величинам: времени и количеству отклонений за время тестирования.

Все указанные методы формирования сценариев и оценивания являются событийными. Развитие сценариев осуществляется от состояния к состоянию. В зависимости от событий (действий оператора, изменения хода технологического процесса, возникновения аварийных ситуаций) сценарий переходит в следующее возможное состояние. Оценивание действий оператора осуществляется в зависимости от текущего состояния сценария.

В такой постановке системы формирования сценариев и оценивания действий оператора могут быть представлены в виде гибридных автоматов. Связанность по состояниям системы оценивания и системы сценариев позволяет объединить обе эти системы в единый гибридный автомат.

Применение аппарата гибридных автоматов для описания систем обучения позволяет использовать его для разработки и модификации систем с помощью визуального программирования, а также применять известные методы моделирования, тестирования и верификация таких систем [3].

В настоящий момент существует широкий спектр программного обеспечения, поддерживающий проектирование и моделирование гибридных автоматов.

Наиболее известным и широко применяемым программным продуктом для таких целей является среда инженерных расчетов Matlab. Совместное использование модулей Stateflow и Simulink для проектирования и моделирования гибридных систем широко описано в литературе.

Представление системы обучения в виде гибридного автомата позволяют формализовать методы проектирования, моделирования и тестирования данной подсистемы, применять для ее разработки программные средства визуального программирования, что снижает затраты на ее разработку и сопровождение. Реализация системы обучения как отдельного модуля, связывающегося с тренажерным комплексом по одному из стандартных протоколов, применяемых в АСУ ТП для взаимодействия приложений, позволит применять данный модуль не только в составе тренажеров [4], но и в реальных АСУ ТП на предприятиях, где проводится пассивное тестирование операторов (оценка действий оператора в процессе работы).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.nirsa.ru/>
2. <http://www.simulationrssi.com/>

3. *Розачев Г.Н.* Использование гибридно-автоматного метода для описания систем автоматизации и управления // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – №12. – С. 14-19.
4. *Колпашников С.А.* Обобщенная структура компьютерного тренажера оператора технологического процесса // Вестник СамГТУ. Сер. Технические науки. – №2 (27). – 2010. – С. 221-224.

Статья поступила в редакцию 20 мая 2011 г.

UDC 004.05

PROCESS OPERATE TRAINER'S LEARNING SUBSYSTEM

S.A. Kolpashchikov, R.R. Minvaleev

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

The generalized structure of the process operator trainer 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, training subsystem, computer-aided engineering, hybrid automata.*

*S.A. Kolpashchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate professor.
R.R. Minvaleev – student.*