

Н.И.КОТЕЛЕВА, канд. техн. наук, ассистент, *asutp@spmi.ru*

И.Е.ШАБЛОВСКИЙ, студент, (812) 328-82-56

А.В.КОШКИН, студент, (812) 328-82-56

Санкт-Петербургский государственный горный университет

N.I.KOTELEVA, PhD in eng. sc., assistant lecturer, *asutp@spmi.ru*

I.E.SHABLOVSKY, student, (812) 328-82-56

A.V.KOSHKIN, student, (812) 328-82-56

Saint Petersburg State Mining University

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ И ПУТИ ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

На сегодняшний день большое количество разнообразных функций по управлению сложными технологическими процессами возлагается на труд операторов. Очень часто от их действий зависит качество получаемого продукта и правильная безаварийная эксплуатация оборудования. В статье представлен краткий обзор существующих программно-тренажерных комплексов для обучения операторов технологических процессов нефтегазовой отрасли, обозначены основные проблемы развития компьютерных тренажеров, а также пути их усовершенствования

Ключевые слова: компьютерный тренажер, обучение операторов.

COMPUTER TRAINING SIMULATOR FOR INSTRUCTION OF OIL AND GAS TECHNOLOGICAL PROCESSES OPERATORS: THE ANALYSIS OF EXISTING DECISIONS AND THE WAY OF THEIR IMPROVEMENT

Today a considerable quantity of various functions on management of difficult technological processes is assigned to shoulders of operators. Very often quality of a received product and correct accident-free operation of the equipment depends on their actions. In given article the short review of existing programmno-training complexes for training of operators of technological processes of oil and gas branch is presented, the basic problems of development of computer training apparatus, and also ways of their improvement are designated.

Key words: computer training simulator, operators instruction.

В настоящее время на многих предприятиях нефтегазовой отрасли наблюдается тенденция к использованию для обучения операторов технологических процессов виртуальных тренажеров. Современные тренажеры для операторов имеют ряд недостатков и, к сожалению, задача создания оптимального компьютерного тренажера для обучения операторов, несмотря на множест-

во существующих подходов, до сих пор окончательно не решена. Это связано с трудностью представления полностью реального процесса в компьютерном интерфейсе, а при создании необходимой программы она становится довольно сложной и не совсем схожей с реальными процессами и др. В статье представлен обзор существующих компьютерных тренажеров, рас-

смотрены основные этапы их создания, обозначены трудности, возникающие при разработке компьютерных тренажеров и возможные пути их усовершенствования.

При управлении сложным технологическим объектом, к которым, безусловно, относятся нефтегазовые процессы, оператор отслеживает состояние совокупности параметров, различные сочетания которых характеризуют множество возникающих ситуаций. При этом опытный оператор руководствуется интуицией, осуществляя наработанные «правильные» стратегии, зафиксированные в технологических инструкциях, содержащих несколько сотен правил. Задача разработчика компьютерного тренажера – передача этих наработанных правил программе. Обучаясь на таком тренажере, оператор усвоит и закрепит основные навыки управления в различных режимах работы этого объекта. Компьютерные тренажеры способны имитировать не только стандартные или регламентируемые ситуации, но и нештатные, аварийные и другие ситуации, которые могут привести к печальным последствиям в случае неправильных действий операторов.

Основной задачей при разработке компьютерных тренажеров является обучение операторов. Но это далеко не единственная проблема, решаемая компьютерными тренажерами. Кроме обучения операторов, компьютерные тренажеры могут использоваться для разработки и проверки новых технологических решений, стратегий управления, тестирования различных устройств, подключаемых к объекту управления, и т.д.

Процесс разработки компьютерного тренажера для обучения операторов технологических процессов нефтегазовой отрасли условно можно разделить на три этапа: 1) разработка адекватной модели технологического процесса; 2) разработка базы данных с разнообразными параметрами процесса (значения параметров должны охватывать всю область допустимых значений для выбранного процесса) для поддержания работы компьютерного тренажера; 3) разработка методики обучения операторов. На сегодняшний день нет готовых решений или ре-

комендаций по выполнению перечисленных этапов создания компьютерных тренажеров. Это подтверждает актуальность исследований, проводимых в этом направлении.

В настоящее время современные компьютерные тренажеры для обучения операторов находятся в начале своего развития. Причем, существует ряд проблем, существенно затормаживающих их развитие. Прежде всего, это связано с большим количеством различных компаний-разработчиков компьютерных тренажеров, жестко конкурирующих между собой и держащих в строгой секретности положительные и отрицательные результаты своей деятельности. Кроме того, разрабатываемые в строгой секретности для конкретного заказчика тренажеры являются зачастую непонятными самим заказчикам, что само по себе парадоксально, учитывая стандартные функции компьютерного тренажера.

Современный мировой рынок компьютерных тренажеров представлен тремя основными производителями: «Honeywell», ABB и «Aspen Technology». Российский рынок компьютерных тренажеров представлен компаниями СП «Петроком», ООО «Инсист Автоматика» и др. Рассмотрим некоторые разработки этих компаний [1].

Тренажерный комплекс «UniSim» компании «Honeywell» представляет собой комплексную систему, включающую статические и динамические модели процесса и рабочее место оператора и инструктора. При разработке компьютерного тренажера «UniSim» используются статические и динамические модели основных технологических процессов нефтегазопереработки. Одним из достоинств этих тренажеров является реализация автоматизированных рабочих мест операторов и инструкторов на базе реальных распределенных систем управления. Математические модели для тренажерного комплекса «UniSim» построены на базе материально-теплового баланса. Заявленная точность модели в установленном режиме 95 %.

Компьютерные тренажер АФОН основан на двух методиках обучения: прогнозирование последствий нарушения нормального хода процесса и определение возмож-

ных причин нарушения. Обе методики формируются на базе знаний путем обобщения известных типовых нарушений хода процесса, анализа таких нарушений на реальных технологических установках, моделирования этих ситуаций на компьютерных тренажерах и привлечения экспертных оценок специалистов. База знаний представляет собой легко пополняемый перечень типовых нарушений процесса («причин») с порождаемыми ими последствиями («симптомами»). Во время обучения оператора система АФОН предъявляет обучаемому выбранную случайным образом причину и предлагает оценить изменение параметров. Ответы обучаемого оцениваются, а на стадии тренировок приводится правильный ответ.

Автоматизированная система обучения ДИАГНОСТ предназначена для выработки у оператора умения эффективно и надежно определять причины неисправностей по характеру изменений параметров технологического процесса. Обучение реализуется в форме «игры» с оператором, в ходе которой ДИАГНОСТ «загадывает» одну из причин и делает «первоначальный вброс» – сообщает оператору об изменении одного из параметров процесса вследствие наступления загаданной причины. Задача оператора – найти загаданную причину путем запросов изменений остальных параметров из предлагаемого списка, причем сделать это необходимо за минимальное количество шагов. Для лучшего понимания задачи обучаемому представляются подсказки в виде технологических схем, описаний процесса, а также оценок сделанного информационного запроса. Использование системы ДИАГНОСТ наиболее продуктивно после тренинга обучаемых с помощью автоматизированных методик формирования базовых навыков АФОН. При этом ДИАГНОСТ позволяет не только развивать и укреплять умение диагностировать, но и совершенствовать это умение за счет мотивирования обучаемого на применение наиболее эффективных способов решения задачи диагностики.

Программный комплекс ПЛАС+ представляет собой открытую, расширяемую пользователем автоматизированную систе-

му создания, редактирования и освоения планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС). В него входят: электронный учебник, содержащий принципиальную технологическую схему и план-схему размещения оборудования, справочную информацию, необходимую оператору для действий в аварийных ситуациях, краткую характеристику опасности технологических блоков; модуль проверки знаний, позволяющий в режиме тренировки обучаемому практиковаться в выборе правильных элементов, в режиме экзамена – тестировать знания и умения оператора; модуль настройки параметров тестирования, с помощью которого специалисты Службы промышленной безопасности и подготовки персонала корректируют систему оценки за экзамен; модуль редактирования – обновляет, редактирует и создает компьютерный тренажер «с нуля».

Перечисленные программно-тренажерные комплексы системы в большей или меньшей степени используются российскими предприятиями нефтегазовой отрасли. Безусловно, каждый из них имеет свои достоинства и недостатки, устранение которых целесообразно осуществлять, не производя новые программно-тренажерные комплексы, а усовершенствуя уже существующие.

По мнению авторов, перспективным направлением развития компьютерных тренажеров для обучения операторов технологических процессов нефтегазовой отрасли является усовершенствование математической модели, лежащей в основе тренажерного комплекса. Причем при усовершенствовании математической модели целесообразно применять современные методы компьютерного моделирования, основанные на теории нейронных сетей, нечетких множеств и экспертных систем. Варьирование этих методик может быть разнообразным и направлено на увеличение точности моделирования.

Построение нечеткой модели процесса состоит из следующих этапов [3]: предварительное изучение объекта управления; выбор наблюдаемых выходных переменных и управляющих воздействий, определение пределов их изменения и выбор масштаба-

ных нормировочных коэффициентов; определение лингвистических переменных и их функций принадлежности, соответствующих отдельным термам; формулирование на основе интервьюирования и анкетирования экспертов логических правил, определяющих алгоритмы управления; проверка сформулированных правил на полноту, непротиворечивость и избыточность; выбор операторов импликации и инференц-процедуры, а также метода дефазификации; проведение исследования функционирования нечеткой системы управления.

Построение нейросетевой модели процесса состоит из четырех этапов [3]: предобработка данных; выбор структуры сети; оптимизация параметров и проверка адекватности решения. Применение нейросетевых методов при создании модели процесса позволит корректировать параметры модели в зависимости от изменяющихся условий и повысит тем самым точность моделирования.

Нейросетевые и нечеткие модели могут лежать в основе экспертной системы. Построение экспертной системы включает шесть основных этапов: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование и опытная эксплуатация. Экспертная система строится на основе поведенческой логической модели технологического процесса, использующей понятия отклонения наблюдаемых параметров от нормы. При отклонении технологического процесса от нормального режима эксплуатации экспертная система формирует совет оператору в виде указаний, какие из управляющих воздействий в каком направлении следует изменить (увеличить, уменьшить) и прогноз поведения технологического процесса [2].

Один из вариантов реализации компьютерного тренажера на базе экспертной системы [2] – построение по поведенческой модели процесса независимого от сбора оперативной информации тренажера, позволяющего имитировать различные отклонения технологического процесса от нормаль-

ного режима эксплуатации. В этом случае реальные значения параметров имитируются вводом с клавиатуры компьютера любого текущего состояния объекта. Оператору следует так подобрать управляющие воздействия, чтобы перевести технологический процесс в нормальный режим эксплуатации. Такой перевод, как правило, осуществляется за несколько шагов последовательным приближением к норме.

В заключение можно сказать, что анализ динамики развития рынка компьютерных тренажеров свидетельствует о быстром прогрессе в данной области. На предприятиях нефтегазовой отрасли все чаще используются программно-тренажерные комплексы при обучении операторов. В ближайшем будущем компьютерные тренажеры должны стать более доступными, дешевыми и реально отражающими течение технологических процессов. Способствовать этому будут развитие методов построения математической модели, лежащей в основе компьютерно-тренажерного комплекса и усовершенствование методик обучения операторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М.: СИНТЕГ, 2009.
2. Компьютерный тренажер для операторов технологических процессов доменного производства / В.П.Чистов, Г.Б.Захарова, И.А.Кононенко, В.Г.Титов // Программные продукты и системы. 2002. № 3.
3. Методы робастного, нейронечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д.Егупова. М.: Изд-во МГТУ, 2002.

REFERENCES

1. Dosorcev V.M. Computer training apparatus for training of operators of technological processes. Moscow: SINTEG, 2009.
2. Chistov V.P., Sacharova G.B., Kononenko I.A., Titov V.G. Computer training apparatus for operators of technological processes of domain manufacture / Software products and systems. 2002. N 3.
3. Robast, neuro-fuzzy and adaptive methods control: textbook / Ed. by N.D.Egupov; MGTU. Moscow, 2002.