

О РАЗВИТИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

¹Краснянский М.Н., ¹Дедов Д.Л.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ТГТУ), 392000, Россия, г. Тамбов, ул. Советская, 106, e-mail: kras@tambov.ru

Представлен общий подход к созданию виртуальных тренажерных комплексов для обучения персонала работе в штатных и аварийных режимах функционирования.

Ключевые слова: виртуальные тренажерные комплексы, стандартизация виртуальных тренажеров, электронное обучение.

ABOUT THE DEVELOPMENT AND STANDARDIZATION VIRTUAL TRAINING COMPLEX

¹Krasnyansky M.N., ¹Dedov D.L.

¹Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Tambov State Technical University" (TSTU), 392000, Russia, Tambov, st. Sovetskaya, 106, e-mail: kras@tambov.ru

The report provides a general approach to the creation of virtual simulators for training personnel to work in the normal and emergency modes of operation.

Keywords: virtual simulator systems, standardization of virtual simulators, eLearning.

Современный уровень развития промышленности предъявляет высокие требования к квалификации персонала. На сегодняшний момент в большинстве отраслей промышленности наблюдается переоснащение производств. Переход на современные компьютеризированные и роботизированные производства ставит вопрос о необходимости подготовки персонала для работы за данным оборудованием.

Подготовить персонал к адекватному восприятию информации и своевременному реагированию на процесс управления технической системой – это главная задача, которая ставится в процессе обучения [1-3].

Именно поэтому возникает необходимость формирования у обучаемого требуемых устойчивых знаний, навыков и умений по своевременному и правильному принятию решений в штатных и аварийных ситуациях управления технической системой. Данная задача успешно решается с использованием виртуальных тренажерных комплексов (ВТК), которые направлены на всестороннюю подготовку персонала к различным условиям протекания производственного процесса.

Возможности ВТК очень высоки. К их основным достоинствам можно отнести: идентичность пульта управления оператора и пульта тренажера; возможность отработки необходимых действий в штатных и аварийных ситуациях; короткий адаптивный период перехода от тренажера к реальному объекту; высокую эффективность обучения при относительно короткой продолжительности; невысокую стоимость виртуального тренажера; возможность группового и дистанционного обучения [4].

На сегодняшний момент не существует каких-либо стандартов на виртуальные тренажеры, поэтому в литературе можно встретить множество подходов к созданию подобного рода тренажеров и в них наблюдается существенный разброс по функционалу, что приводит к сложности оценки эффективности данных систем. Определить эффективность обучения для какого-либо тренажера, даже зная его функционал крайне сложно, поскольку для каждого конкретно случая направление обучения может быть различно. Поскольку виртуальные тренажеры и системы обучения применяются в различных отраслях промышленности, в том числе и особо опасных, таких как электро-энергетика, химическая и нефтехимическая, угольная и т.д., то ценой ошибки персонала может стать не только экономические потери, но и жизни людей, а также экологические катастрофы транснационального масштаба. В этой связи встает вопрос о необходимости стандартизации виртуальных тренажеров.

Разработку любого тренажерного комплекса целесообразно начинать с определения функциональной модели обучения, включающей основные и вспомогательные этапы, которые будет проходить оператор в процессе обучения. Функциональная модель представлена в нотации IDEF0 (рис 1). Данный подход позволяет наглядно отобразить все действия, которые должен будет осуществить обучаемый, с применением тренажерного комплекса, для получения необходимых навыков.

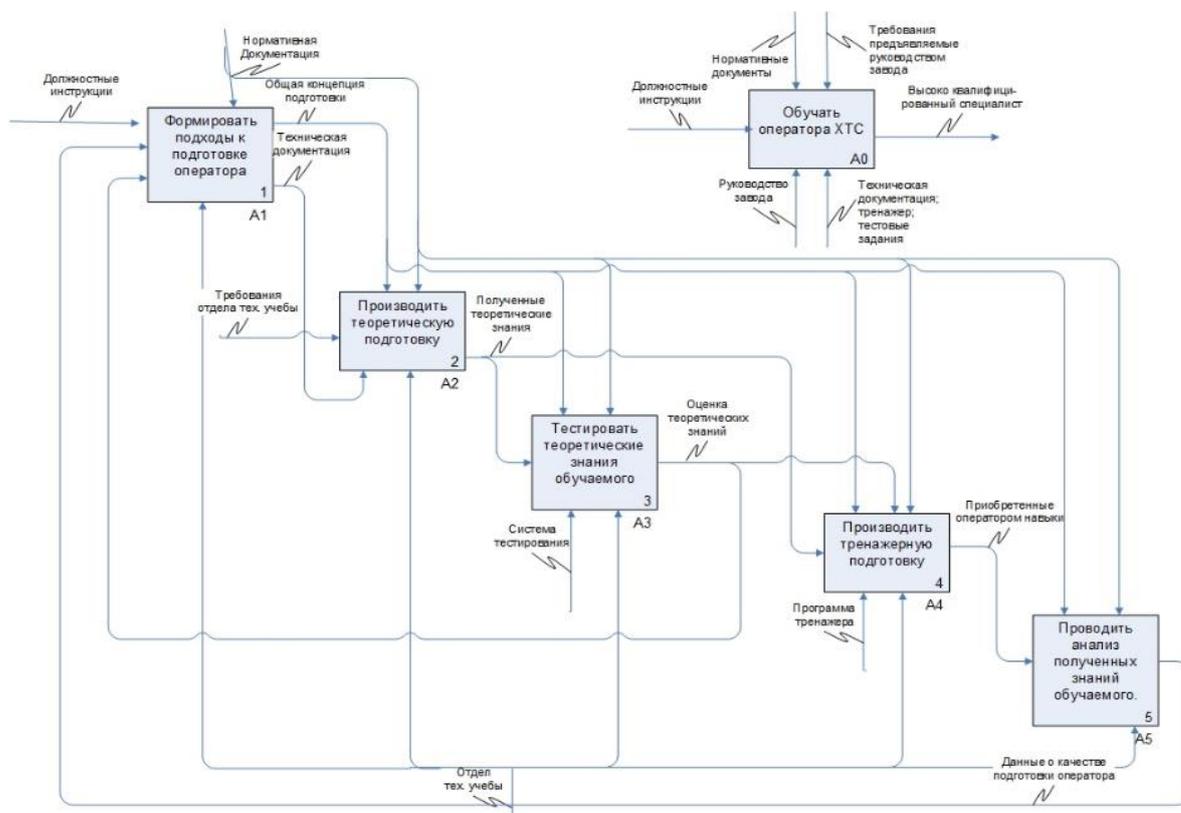


Рис. 1. Функциональная модель процесса обучения

Определив основные этапы процесса обучения можно переходить к определению алгоритма создания виртуального тренажера, учитывающего особенности конкретного производственного или эксплуатационного процесса [1,2].

Алгоритм проектирования виртуального тренажера включает следующие процессы.

Разработка структуры виртуального тренажерного комплекса.

Первоначально входными данными для первого этапа является непосредственно объект исследования - техническая система на определенном этапе жизненного цикла, т.е. этап производства или эксплуатации.

На данном этапе определяется состав основных модулей тренажерного комплекса, которые условно можно разделить на две категории – обучающие и обслуживающие [5,6]. Обучающие – это модули, которые используются непосредственно при проведении обучения (виртуальный тренажер, система тестирования, информационно-справочный модуль).

Обслуживающие – это модули, не связанные напрямую с процессом обучения, но осуществляющие функции хранения, анализа, обработки информационных потоков тренажерного комплекса (модуль предварительных настроек, базы данных, модуль сетевого взаимодействия).

В общем случае основными задачами ВТК являются: обучение теоретическим знаниям и практическим навыкам работы, проверка полученных знаний. Далее для дальнейшей разработки ВТК необходимо определить состав модулей и сформировать структуру информационных потоков, которую целесообразно создавать в редакторе MS VISIO. Надо учитывать, что при дальнейшей разработке ВТК состав модулей и их связи могут меняться.

Анализ нормативной документации.

Основные данные, необходимые для разработки виртуального тренажерного комплекса, поступают из регламента производственного процесса и план локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС).

Реализация в тренажере возможности обучения работе в аварийных ситуациях осуществляется на основании ПЛАС. Анализ и выбор наиболее распространенных отказов технологического оборудования, а также аварийных ситуаций, развитие которых может привести к человеческим жертвам и экологическим катастрофам, осуществляются на основании ПЛАС при консультациях с начальниками ремонтных и спасательных служб предприятия. Это необходимо для формирования легенд возможных аварийных ситуаций, которые будут реализованы в ВТК.

Разработка передней панели тренажера.

Передняя панель виртуального тренажера должна в точности повторять пульт управления технической системой. В настоящее время управление производствами осуществляется с использованием автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП), которые, как правило, разрабатываются с использованием различных SCADA-систем.

Так как на передней панели тренажера должен присутствовать не только пульт управления, но и элементы управления тренажером, то необходимо размещать элементы тренажера с учетом эргономических особенностей для минимизации вносимых отличий.

Так как современные тренажерные комплексы представляют собой многопользовательскую систему, то в ней необходимо предусмотреть рабочие места других операторов, задействованных в управлении технической системой, а также рабочее место инструктора, в которое добавляется дополнительная вкладка с перечнем легенд развития внештатных ситуаций.

Разработка математической модели деятельности человека-оператора. Данный процесс целесообразно начинать с изучения последовательности действий оператора, полученной на этапе анализа нормативной документации. Для представления математической модели деятельности человека оператора предлагается использовать систему продукционных правил и теорию графов.

Математическая модель деятельности человека-оператора является ядром виртуального тренажера. Она представляется в виде графа $G(C, D)$, где каждой вершине C - ставится в соответствие определенное состояние технической системы, а дуге D - действие, которое необходимо совершить для перехода из одного состояния в другое.

Существует несколько типовых модулей, которые применяются в большинстве тренажерных комплексов. К ним можно отнести:

- Информационно справочный модуль, который отвечает за основные материалы для обучения и состоит из комплекта документации для теоретического обучения; комплект документации для практического обучения; базы данных для хранения информации.
- Модуль предварительных настроек, обеспечивающий возможность первоначального выбора основных параметров обучения и коррекции процесса обучения инструктором.
- Модуль тестирования. Представляет собой систему тестирования теоретических знаний обучаемого.
- Модуль сетевого взаимодействия, обеспечивающий групповое обучение операторов, а также процесс корректировки процесса обучения инструктором в реальном времени. Исходя из особенностей каждого конкретного тренажера, список объектов, входящих в состав модуля может изменяться, но в общем случае в его состав входят следующие объекты: рабочее место инструктора, рабочие места операторов, сервер баз данных, web-сервер.
- Модули преподавателя и обучаемых представляют собой имитацию рабочего места оператора и инструктора, непосредственно осуществляют процесс тренинга и разрабатываются на основе математической модели деятельности человека-оператора.
- Модуль анализа результатов, осуществляет автоматизированный анализ эффективности процесса обучения и формирует рекомендации по его корректировке.

Составной частью виртуальных тренажеров являются интерактивные 3D тренажеры. Применение технологий интерактивного 3D-моделирования в создаваемых виртуальных тренажерах позволяет не только знакомиться с расположением зданий, сооружений, строительных конструкций, технологического оборудования, но и моделировать возникновение внештатных ситуаций с целью приобретения практических навыков противодействия и локализации возможных аварий. Разработка полномасштабных тренажеров не может быть осуществлена для большинства производственных процессов вследствие высокой стоимости. Поэтому создание автоматизированных систем обучения и тренинга является основным направлением повышения качества подготовки персонала предприятий ОПК и надежности их работы.

Трехмерная модель производственного объекта разрабатывается в программах SolidWorks, Компас, 3Ds Max и т.д. Далее элементы объединяются в единую систему с применением специализированного программного обеспечения, например, Unreal Development Kit или Unity 3D.

Процесс обучения осуществляется по нескольким сценариям. Например, отработка эвакуации и других действий при аварии, или реализации технологического процесса.

Современный уровень развития техники позволяет разрабатывать тренажеры для широкого круга специальностей. Например, для обучения персонала горнодобывающих предприятий разрабатывается тренажерный комплекс, позволяющий моделировать аварийные ситуации на шахте и проводить тренинг персонала по эффективной эвакуации с аварийного объекта.

Тренажер состоит из 4х основных подсистем: визуализация с имитацией физической нагрузки, имитация дыхания, контроль физического состояния и протоколирование.

Подсистема визуализации представляет собой беговую дорожку с изменяемым углом наклона и экран или шлем виртуальной реальности, которые создают эффект присутствия в шахте путем проецирования интерактивной 3D модели (рис 2). При движении по шахте беговая дорожка изменяет угол наклона в соответствии с рельефом отображаемой шахты, чем имитируется физическая нагрузка. Имеющаяся аудио система воспроизводит звуки разрушений, взрывов и т.д. чем достигается полное ощущение реальности.

Подсистема имитации дыхания представляет собой имитатор самоспасателя применяемого для дыхания в условиях задымленности при эвакуации персонала. Имитатор обеспечивает моделирование физических свойств реального самоспасателя. Например, изменяется срок действия имитатора при различных параметрах дыхания человека, происходит разогрев дыхательной смеси до 50 градусов, моделирующей химическую реакцию, проходящую в самоспасателе и моделируется забивание фильтрующего материала.

Подсистема контроля состояния в реальном времени отслеживает физиологические показатели человека. Контроль осуществляется по средствам мониторинга кардиограммы сердца и спиро- пневматогаммы легких. Вся информация о процессе тренинга анализируется медперсоналом в реальном времени и при приближении любого из показателей состояния человека к пороговому значению происходит автоматическая остановка процесса обучения.

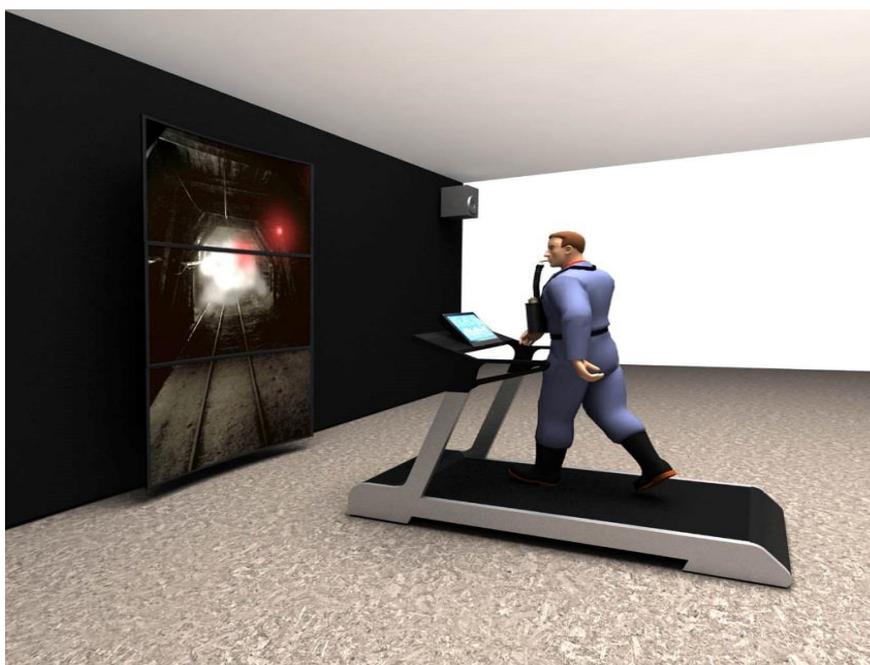


Рис. 2. Подсистема визуализации тренажера для горнодобывающих предприятий

Вся информация о ходе обучения протоколируется системой, что позволяет мед. персоналу отслеживать процесс обучения в динамике.

Данный вид тренажеров может использоваться для тренинга персонала различных подразделений МЧС, МВД и МО.

Предложенные подходы к разработке тренажерных комплексов были использованы при проектировании тренажеров, используемых для подготовки операторов, использующих пульта управления, обслуживающего персонала химических производств, горноспасателей и др. Универсальность алгоритма проектирования и подходов подтверждается разработкой на их основе различных типов тренажерных

комплексов в том числе: пультовых тренажеров, интерактивных 3D тренажеров и программно-аппаратных тренажерных комплексов.

Список литературы

1. Алгоритм проектирования виртуальных тренажерных комплексов для обучения операторов технических систем. / Дедов Д.Л., Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Остроух А.В. // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2012. № 3. С. 68-75.
2. Algorithm of virtual training complex designing for personnel retraining on petrochemical enterprise. / Barinov K., Krasnyanskiy M., Malamut A., Ostroukh A. // International Journal of Advanced Studies. - 2012. Т. 2. № 3. С. 6.
3. Интеграция виртуальных тренажеров в процесс обучения операторов технических систем с использованием интернет-технологий. / Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Дедов Д.Л., Остроух А.В. // Дистанционное и виртуальное обучение. - 2010. № 7. С. 38-49.
4. Обучение операторов химических производств с применением тренажерных систем. / Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Дедов Д.Л. // Химическая промышленность сегодня. - 2011. № 4. С. 44-49.
5. Опыт разработки и использования электронных образовательных ресурсов нового поколения для дистанционной технологии обучения. / Остроух А.В., Баринов К.А., Краснянский М.Н., Буров Д.А. // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. - 2009. № 141. С. 179.
6. Problems of virtual training complexes design for education of operators of chemical engineering systems / Krasnyanskiy M.N., Karpushkin S.V., Dedov D.L., Karpov S.V. // International Journal of Advanced Studies. 2014. Т. 4. № 1. С. 10-14.
7. Системный подход к проектированию автоматизированной информационной системы обучения студентов и тренинга операторов химико-технологических систем. / Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Дедов Д.Л. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. - 2009. Т. 15. № 4. С. 926-935.
8. Структура автоматизированной информационной системы и алгоритм проектирования виртуальных тренажерных комплексов для обучения операторов нефтехимических производств. / Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Дедов Д.Л., Остроух А.В., Николаев А.Б. // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. - 2011. № 54. С. 170-179.

References

1. Santa D.L., Krasnyansky M.N., Karpushkin S.V., Ostroukh A.V. Algorithm for the design of virtual simulators for training operators of technical systems. / Santa D.L., Krasnyansky M.N., Karpushkin S.V., Ostroukh A.V. // Information technologies in designing and manufacturing. 2012. № 3. S. 68-75.
2. Barinov K., Krasnyanskiy M., Malamut A., Ostroukh A. Algorithm of virtual training complex designing for personnel retraining on petrochemical enterprise. / Barinov K., Krasnyanskiy M., Malamut A., Ostroukh A. // International Journal of Advanced Studies. - 2012. Т. 2. number 3. С. 6.
3. Integration of virtual simulators in technical systems operator training process using Internet technologies. / Krasnyansky MN Karpushkin SV Dedov DL Ostroukh AV // Distance and virtual learning. - 2010. № 7. S. 38-49.
4. Krasnyansky M.N., Karpushkin S.V., Dedov D.L. Training of operators of chemical plants with the use of training systems. / Krasnyansky M.N., Karpushkin S.V., Dedov D.L. // Chemical industry today. - 2011. № 4. S. 44-49.
5. Ostroukh A.V., Barinov K.A., Krasnyansky M.N., Burov D.A. Experience in the development and use of a new generation of electronic educational resources for distance learning technology. / Ostroukh A.V., Barinov K.A., Krasnyansky M.N., Burov D.A. // Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation. - 2009. № 141. S. 179.
6. Krasnyanskiy M.N., Karpushkin S.V., Dedov D.L., Karpov S.V. Problems of virtual training complexes design for education of operators of chemical engineering systems / Krasnyanskiy M.N., Karpushkin S.V., Dedov D.L., Karpov S.V. // International Journal of Advanced Studies. 2014. Т. 4. № 1. pp 10-14.

7. 7. A systematic approach to the design of the automated information system of training of students and the training of operators of chemical and technological systems. / Krasnyansky MN Karpushkin SV Dedov DL // Journal of Tambov State Technical University. - 2009. T. 15. № 4. S. 926-935.

8. 8. Structure of the automated information system and algorithm design of virtual simulators for training operators of petrochemical plants. / Krasnyansky MN Karpushkin SV Dedov DL Ostroukh AV Nikolaev AB // Bulletin of Kharkiv National Automobile and Highway University. - 2011. № 54. S. 170-179.