

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ПО ПРОЦЕССАМ ПОДГОТОВКИ ГАЗА К ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

UPGRADE OF GAS PRE-TRANSPORT TREATMENT COMPUTER SIMULATOR COMPLEX THAT IS USED IN EDUCATIONAL PROCESS IN UNIVERSITY

**R. Barashkin
D. Zhedyayevskiy
P. Kalashnikov
V. Yuzhanin
V. Popadko**

Summary. In Gubkin University the consistent work for computer simulator complexes creation and their usage in educational process is undertaken. These complexes simulate technological processes that occur in oil and gas industry. Experience of their usage in individual and team (as well as cross-disciplinary) study is gained.

In this article it is shown, why traditional simulators, that are used for benefit of industry, are difficult to use in educational process in higher school. Approach for creation of flexible toolkit for the purposes of computer simulator complexes development and adaptation for different modes of study is suggested.

Keywords: Computer simulator complex, simulation modeling, technological processes control, individual learning path, training task, stable skill.

Барашкин Роман Леонардович

*К.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина
barashkin.r@gubkin.ru*

Жедяевский Дмитрий Николаевич

К.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

Калашников Павел Кириллович

К.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

Южанин Виктор Владимирович

К.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

Попадько Владимир Ефимович

К.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

Аннотация. В Губкинском университете проводится системная работа по созданию и использованию в учебном процессе компьютерных тренажерных комплексов (КТК), имитирующих технологические процессы в нефтегазовой отрасли. Накоплен опыт их использования в индивидуальном и коллективном (в том числе междисциплинарном) обучении. В статье изложены сложности по использованию традиционных КТК, применяемых в промышленности, для учебных целей в высшей школе. Предложен подход к формированию гибкого инструмента по разработке и адаптации КТК к различным формам обучения.

Ключевые слова: компьютерный тренажерный комплекс, имитационное моделирование, управление технологическими процессами, индивидуальная траектория обучения, учебно-тренировочные задачи, устойчивые навыки.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина (далее — Губкинский университет), являясь ведущим университетом Российской Федерации в области подготовки специалистов по всей линейке нефтегазового производства, непрерывно повышает качество образовательной деятельности. В том числе, за счет увеличения доли учебных дисциплин, основанных на практико-ориентированном и междисциплинарном подходе к обучению. Междисциплинарный подход позволяет развивать

у студентов компетенции смежных специальностей, умение работать в команде со специалистами других профилей, решать комплексные задачи.

Практико-ориентированный подход подразумевает ориентацию учебного процесса на прикладные производственные задачи, с которыми сталкиваются сотрудники компаний, что в конечном счете сокращает время адаптации выпускника ВУЗа на производстве.

В этой связи актуально внедрение в учебный процесс современных компьютерных тренажерных комплексов (КТК), в настоящее время широко применяемых в промышленности. Тренажерные комплексы позволяют воссоздать в ВУЗе условия, приближенные к реальному технологическому процессу (ТП). Благодаря этому возможно в доступной для студента форме формулировать и решать практические производственные задачи. Тренажер позволяет в рамках учебного процесса организовать взаимодействие студентов различных профилей, реализуя междисциплинарный подход.

Технической базой для реализации рассматриваемых подходов к обучению являются созданные в Губкинском университете компоненты виртуального нефтегазового предприятия: Центр управления разработкой месторождений (ЦУРМ); Виртуальный нефтеперерабатывающий завод (НПЗ); Центр производственно-диспетчерского управления режимами нефтегазодобывающих и нефтегазотранспортных комплексов (ЦПДУ НГК); КТК подготовки газа к транспорту.

За последние годы в Губкинском университете сформировались актуальные компетенции по разработке КТК, выстраиванию индивидуальных и командных траекторий обучения специалистов с использованием КТК.

Анализ сложностей при внедрении КТК в образовательный процесс высшего учебного заведения

Анализ сложностей внедрения КТК в учебный процесс образовательного учреждения высшего образования проведен по результатам эксплуатации КТК, описание и опыт внедрения которого приведены в [1, 2] а также разработанной в Губкинском университете новой версии КТК.

Специалисты различных профилей (технологи, механики, операторы, специалисты служб КИП и АСУТП) смотрят на процесс с учетом своей профессиональной зоны ответственности. В промышленности основным пользователем КТК являются операторы, что соответствует направлению обучения 21.03.01 «Нефтегазовое дело». При этом именно взгляд оператора на управление процессом является наиболее широким. В частности, оператор несёт ответственность за выявление отклонений от норм эксплуатации ТП и, в случае необходимости, задействование других специалистов. Поэтому в Губкинском университете внедрение КТК осуществляется при подготовке специалистов следующих направлений обучения: 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 18.04.01 «Химическая технология», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 27.03.04, 27.04.04 «Управление в технических системах», а также в рамках проведения междисциплинарных курсов и олимпиад.

В ходе эксплуатации КТК в учебном процессе выявлены следующие основные сложности:

1. Необходимы значительные затраты времени для изучения на начальной стадии комплексного ТП

Как правило, КТК разрабатывается на базе реального ТП. Такие ТП могут включать десятки единиц взаимосвязанного технологического оборудования с сотнями/тысячами регулируемых и регулирующих параметров.

Для глубокого осмысления технологической схемы в рамках учебного курса у студентов уходит значительное количество времени на то, чтобы понять принцип работы отдельных аппаратов, взаимное влияние отдельных параметров друг на друга, связь между аппаратами отдельной технологической линии, технологической установки или рассматриваемого ТП в целом.

С этой точки зрения представляется целесообразным идти по пути постепенного усложнения технологической схемы (изучение отдельных аппаратов, изучение фрагментов технологических линий из нескольких аппаратов, изучение технологических установок, изучение производства как совокупности установок). Это предоставляет возможность студенту последовательно изучать особенности изменения и взаимного влияния параметров на разных уровнях сложности.

2. Нехватка учебно-методического обеспечения

При разработке и внедрении КТК в промышленности основное внимание уделяется созданию адекватной имитационной модели и инструментария управления ТП оператором, наиболее приближенных к реальным условиям. При этом методологической и организационной составляющей уделяется недостаточно внимания, что отрицательно сказывается на эффективности эксплуатации КТК.

Для учебного процесса в ВУЗе проработанность методического материала особенно критична при поточковой самостоятельной работе обучающихся на КТК. В результате обучаемый должен изучить и отработать не только конкретную регламентную последовательность действий, но и усвоить причинно-следственные связи, степень осознания которых влияет на качество выявления и устранения имитационных аварийных ситуаций, моделируемых в КТК.

Для решения указанной сложности целесообразно формировать междисциплинарную группу методистов для формирования контента и структурирования про-

цесса обучения при индивидуальной и коллективной модели обучения.

3. Модернизации и обновление УТЗ

В рамках учебного процесса требуется непрерывная модернизация существующих УТЗ и создание новых. Для этого необходима отработанная методология и удобная техническая реализация инструментария по работе с УТЗ. Методология разработки и корректировки УТЗ позволяет уменьшить количество итераций, затрачиваемых на создание УТЗ. Удобный инструментарий по работе с УТЗ позволяет сократить время на выполнение одной итерации.

4. Недостаточная вовлеченность студентов в проблематику производства

На предприятиях операторы проходят полный цикл формирования ментальной модели производственного объекта и закрепляют знания и навыки, получаемые на КТК, взаимодействием с реальным объектом. На производственных объектах специалисты воспринимают решаемые УТЗ как естественный феномен для их среды. У студентов, на начальный момент работы с КТК, рассматриваемые задачи и необходимость их решения менее очевидны и естественны для восприятия. Это требует дополнительных умственных усилий для адаптации и принятия поставленных задач.

Поэтому работу на КТК в ВУЗе целесообразно начинать с базовых задач по управлению ТП с постепенным повышением уровня сложности, а также внедрять технологии контроля самостоятельного обучения, анализа и корректировки индивидуальной траектории обучения.

5. Стандартные операторские интерфейсы АСУ ТП не имеют достаточно функционала для реализации учебных технологий

Стандартные операторские интерфейсы АСУ ТП разрабатываются с целью отображения оператору только ключевой информации с точки зрения управления ТП. Для учебного процесса требуется визуализация причинно-следственных связей, происходящих с ТП, инструменты сбора статистики и анализа качества выполнения УТЗ, инструменты дистанционного контроля качества работы педагогического коллектива, инструменты мотивации индивидуального и коллективного освоения учебного материала, в том числе инструменты геймификации учебного процесса.

Выходом может быть дополнение интерфейсов АСУ ТП программными учебными модулями, реализующими необходимые функции.

6. Обеспечение внеурочного доступа к КТК

Для получения, отработки и закрепления навыков управления ТП, студентам не хватает времени в рамках очных занятий и требуется возможность самостоятельной работы на КТК.

Данная сложность решается организацией дистанционного доступа к КТК с возможностью аутентификации по личному логину и паролю обучающегося.

7. Техническая поддержка КТК

При проведении учебного процесса возникают потребности, которые на этапе проектирования и разработки крайне сложно предусмотреть. Поэтому в процессе эксплуатации КТК появляется необходимость создания новых и редактирование существующих УТЗ, расширения функционала КТК.

Обеспечить работоспособность и возможность систематического обновления версий КТК позволяют системы управления версиями и автоматического обновления на рабочих станциях программного обеспечения с централизованным хранилищем УТЗ и результатов их выполнения.

Анализ возникших сложностей при эксплуатации КТК показал, что необходимо переработать методику создания и актуализации УТЗ, пересмотреть подход к формированию команды разработчиков, адаптировать систему оценки и анализа действий пользователя, сформировать систему обратной связи по использованию КТК в учебном процессе.

Подходы к решению сложностей при внедрении КТК в образовательный процесс высшего учебного заведения

Для решения сложностей с нехваткой учебно-методического обеспечения, частой необходимостью обновления и модернизации УТЗ выделены следующие ключевые этапы, влияющие на качество разрабатываемых УТЗ.

1. Формулирование технологической задачи (состав оборудования, входящего в УТЗ, регулируемые и регулирующие параметры, исходное и конечное состояние системы), списка знаний, умений и навыков, приобретаемых и отрабатываемых в рамках разрабатываемого УТЗ.

2. Формирование блока фундаментальных и технологических знаний, а также знаний по автоматизации ТП, необходимых и достаточных для качественного самостоятельного решения УТЗ, выделение ключевых этапов УТЗ и причинно-следственных связей между характеристиками ТП.
3. Формирование последовательности действий, которые совершает обучаемый в рамках выполнения УТЗ для закрепления приобретаемых знаний и навыков.
4. Формирование списка технологических ограничений, локальных целей, последовательности действий. Оценка выполнения которых позволяет характеризовать понимание причинно-следственных связей обучаемым.
5. Формирование системы подсказок различной степени детализации.
6. Разработка имитационной модели ТП.
7. Разработка операторского интерфейса управления ТП.
8. Разработка программной части УТЗ.
9. Тестирование, анализ и корректировка учебно-методического обеспечения УТЗ.
10. Апробация разработанного УТЗ и учебно-методического обеспечения в образовательном процессе.
11. Обработка и анализ результатов обучения.
12. Корректировка программной части УТЗ и учебно-методического обеспечения.

В результате формализации этапов создания УТЗ сформирован шаблон описания УТЗ, включающий следующие основные разделы: исходное состояние ТП, описание технологической обвязки, особенности эксплуатации, последовательность технологических действий функционального и операционного уровней.

Разработка УТЗ и модернизация КТК для учебного процесса в ВУЗе в соответствии с предложенной выше методикой потребовала пересмотра стандартного подхода по созданию КТК в промышленности [3]. В результате была сформирована команда разработчиков, включающая следующих специалистов:

1. Технолог, имеющий значительный опыт реальной эксплуатации имитируемого объекта — основной постановщик технологических задач, аналитик корректности работы имитационной модели, корректор правильности формулирования описания УТЗ.
2. Специалист по разработке имитационной модели УТЗ — осуществляет параметризацию объектов модели, разработку локальных АСУ ТП, обеспечение требуемой точности работы динамической модели в стационарных и переходных режимах.

3. Методист — специалист по формированию содержательной и текстовой части описания УТЗ. Выстраивает систему оценивания качества освоения содержательной части УТЗ, выстраивает систему мотивации по освоению контента.
4. Инженер АСУ ТП — разрабатывает операторские интерфейсы, алгоритмы и программы системы управления.
5. Специалист по обработке и анализу данных — тестирование разработанных УТЗ, анализ результатов выполнения УТЗ обучающимися, определение слабых мест УТЗ с точки зрения технической реализации, методологической или преподавательской.

Для решения сложностей с недостаточной вовлеченностью студентов в проблематику производства и с обеспечением внеурочного доступа к КТК большого числа обучаемых разработана система автоматической оценки действий обучаемых с функциями самомотивации обучаемого [4], анализа и корректировки траектории обучения с дистанционным доступом.

Результаты

1. Сформирована группа специалистов по разработке, модернизации КТК, имитирующих работу технологических объектов нефтегазового комплекса.
2. Повысилась оперативность отслеживания качества подачи учебно-методического материала и корректировки УТЗ; улучшилась обратная связь по разработанным УТЗ.
3. Повысились скорость и качество формирования устойчивых навыков по управлению ТП, в том числе при работе на КТК в самостоятельном режиме.
4. Отработан механизм контроля качества работы лекторов и преподавателей-практиков со студентами.
5. Повысилось качество контроля работы отдельных студентов, групп студентов.
6. Подготовленный комплекс учебно-методических средств позволяет реализовывать следующие технологии обучения: очно с преподавателем, самостоятельно в учебном классе, самостоятельно в дистанционном режиме.

Выводы

Модернизированный КТК позволяет проводить практические занятия по курсу подготовки газа к транспорту с возможностью оперативного контроля формирования устойчивых навыков у обучаемых, контролировать работу преподавателей, выполнять задания в дистанционном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барашкин Р.Л., Калашников П. К., Попадько В. Е., Пятибратов П. В. Компьютерный тренажерный комплекс процессов подготовки нефти и газа к транспорту // «Территория НЕФТЕГАЗ», 2015, № 5. — с. 27–31.
2. Барашкин Р.Л., Калашников П. К., Попадько В. Е., Южанин В. В. Опыт внедрения «Компьютерного тренажерного комплекса процессов подготовки нефти и газа к транспорту» в образовательный процесс // «Территория НЕФТЕГАЗ», 2017, № 10. — с. 12–19.
3. Дозорцев В.М., Агафонов Д. В., Назин В. А., Новичков А. Ю., Фролов А. И. Компьютерный тренинг операторов: непреходящая актуальность, новые возможности, человеческий фактор. // «Автоматизация в промышленности», 2015, № 7. — с. 8–20.
4. Дозорцев В. М. Имитационное моделирование как инструмент экспериментально–психологических исследований. Пленарный доклад. ИММОД-2015. с. 34–48.

© Барашкин Роман Леонардович (barashkin.r@gubkin.ru), Жедаевский Дмитрий Николаевич,
Калашников Павел Кириллович, Южанин Виктор Владимирович, Попадько Владимир Ефимович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»