УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Б.В. Тарасов, В.И. Новосельцев, В.А. Сырцов

Закрытое акционерное общество
Научно-Производственный Центр «Модуль», г. Москва

В статье рассмотрены принципы работы, основные характеристики, режимы функционирования и возможности учебно-тренировочного комплекса, разработанного с целью подготовки специалистов в области эксплуатационной безопасности для объектов химического производства.

Ключевые слова: эксплуатационная безопасность, объекты химического производства, учебно-тренировочный комплекс, интерактивные компьютерные модели.

The article describes general operation concept, basic characteristics, key features, and performance capabilities of a training complex for coaching staff responsible for operating safety of chemical industry facilities.

Keywords: operating safety, chemical industry facilities, training complex, interactive computer models.

Введение

В современных условиях негативные факторы техногенного, природного и террористического характера представляют одну из наиболее реальных угроз для стабильного социально-экономического развития страны, повышения качества жизни населения, укрепления национальной безопасности и международного престижа Российской Федерации. Среди различных видов техногенной опасности химическая опасность занимает особое место. Химически опасные вещества используются, производятся, обращаются, хранятся, транспортируются и уничтожаются на множестве химически опасных объектах. При этом в зонах, где проживает свыше 100 млн. человек, находится: свыше 2,5 тыс. химически опасных объектов, более 1,5 тыс. радиационно опасных объектов, около 8 тыс. пожаро- и взрывоопасных объектов, более 29 тыс. напорных гидротехнических сооружений [1, 2].

Целый ряд крупных техногенных аварий, происшедших во многих странах мира, позволяет утверждать, что, несмотря на принимаемые меры, в обозримом будущем достичь «абсолютной безопасности» при эксплуатации потенциально опасных объектов практически не представляется возможным. Учитывая данное обстоятельство, в последнее время все большие усилия в промышленно развитых странах, в том числе и Российской Федерации, направляются на создание и совершенствование систем для подготовки специалистов в области эксплуатационной безопасности для объектов химического производства.

Отечественный и зарубежный опыт организации процессов повышения квалификации, подготовки и переподготовки оперативного персонала указывает на высокую эффективность применения информационных компьютерных технологий [3]. Во-первых, при этом приблизительно в 30 раз снижается стоимость подготовки персонала по эксплуатации технологического оборудования и машин. Во-вторых, на 50–70% сокращается расход ресурса дорогостоящей техники, а также топлива и других расходных материалов. В-третьих, примерно в шесть раз сокращаются сроки подготовки оперативного персонала по освоению новой и перспективной техники. В-четвертых, снижается аварийность техники и повышается безопасность ее использования, что особенно важно для технологического оборудования химически опасных производств.

В этой связи разработка учебно-тренировочного комплекса для подготовки специалистов в области эксплуатационной безопасности для объектов химического производства (УТК БХП) на базе современных информационных технологий является актуальной проблемой, имеющей важное научное и прикладное значение.

Назначение УТК БХП

Учебно-тренировочный комплекс предназначен для решения следующих задач:

– обучение и подготовка производственного персонала в области эксплуатационной безопасности объектов химического производства;

– обучение и подготовка операторов промышленных химических установок и агрегатов, сил аварийного реагирования при химических авариях и технической поддержки принятия решений в целях защиты населения и территорий от воздействия опасных химических факторов;

– периодическое совершенствование навыков и оценки профессиональных знаний производственного персонала химических производств;

– обучение руководителей (специалистов) химических производств работе на современной технической и технологической базе, в том числе с использованием программно-аппаратного комплекса трехмерного моделирования – САПР «КОМПАС-3D».

Принципы построения УТК БХП

В основу построения комплекса положены следующие принципы:

а) системности, предусматривающий целостность, единство, взаимную связанность и совместимость всех составных частей комплекса, а также возможность его адаптации к конкретным технологиям обеспечения эксплуатационной безопасности объектов химического производства;

б) открытой модульной архитектуры, согласно которому комплекс строится из сопрягаемых между собой унифицированных технических, математико-программных, информационных и лингвистических средств с возможностью их модернизации без изменения общей структуры комплекса;

в) стандартизации, предполагающий соответствие компонентов комплекса действующим российским и международным стандартам, а также использование типовых наборов средств и систем общего программного обеспечения, прошедших сертификацию;

г) унификации, включающий применение апробированных программно-технических продуктов, обеспечивающих выполнение заданных функций и требований оперативности, надежности и информационной безопасности;

д) доступности, предусматривающий создание простых и наглядных интерфейсов, соответствующих запросам конечных пользователей и позволяющих работать с комплексом неподготовленному в компьютерном отношении оператору.

Режимы функционирования УТК БХП

В комплексе предусмотрены следующие режимы функционирования: режим автоматизированного обучения; режим автоматизированной проверки знаний обучаемых; автоматизированный информационно-справочный режим [4].

В режиме автоматизированного обучения УТК БХП позволяет: производить выбор темы для изучения; осуществлять опрос по изученной теме с регистрацией ошибок; выдавать рекомендации по правильным действиям в моделируемой ситуации; постепенно усложнять задания путем моделирования все более сложных технологических ситуаций, включая и аварийные; производить имитацию управления технологическим комплексом с использованием мнемосхем технологических процессов; давать оценку знаний обучаемого, прослеживать динамику его успеваемости.

В режиме автоматизированной проверки знаний обучаемых УТК БХП позволяет: формировать для экзаменуемого наборы заданий по проверке знания должностных функциональных обязанностей, инструкций по технике безопасности, правильности и оперативности выполнения действий при нормальном протекании технологического процесса и действий при нештатных и аварийных ситуациях; моделировать различные ситуации на основе имеющейся в

базе данных информационной модели технологического процесса и физической модели реально протекающих технологических процессов; отображать текущую производственную ситуацию на мониторе компьютера с предоставлением возможности при необходимости вмешаться в управление процессом; имитировать дальнейший ход технологического процесса при неправильных действиях экзаменуемого; формировать заключения об уровне подготовленности экзаменуемого к выполнению функциональных задач.

В автоматизированном информационно-справочном режиме УТК БХП позволяет обучаемому ознакомиться со следующими материалами: должностной инструкцией; инструкциями по технике безопасности; описаниями технологических схем систем контроля, управления и защиты; правилами ведения технологических журналов; характеристиками используемых в производстве продуктов, их физико-химическими и токсикологическими свойствами; характеристиками технологического оборудования; действиями при ведении технологического процесса в штатных условиях; возможными аварийными ситуациями; действиями при возникновении и ликвидации нештатных ситуаций; действиями при возникновении и ликвидации аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Структурная схема УТК БХП

Структурная схема УТК БХП представлена на рис. 1. Комплекс включает: учебный и аттестационный компьютерные классы, учебную компьютерную лабораторию и серверное помещение, оснащенные PC-компьютерами высокой производительности, объединенными в единую информационную систему с помощью локальной вычислительной сети, позволяющей осуществлять дистанционное обучение [5].

Центральным компонентом УТК БХП является **автоматизированное рабочее место преподавателя в совокупности с интерактивными компьютерными моделями объектов химического производства** (ИКМ ОХП), предназначенными для имитации процессов, происходящих на химически опасном производстве, с возможностью отработки и тренировки работы на нем слушателей под непрерывным контролем преподавателя.

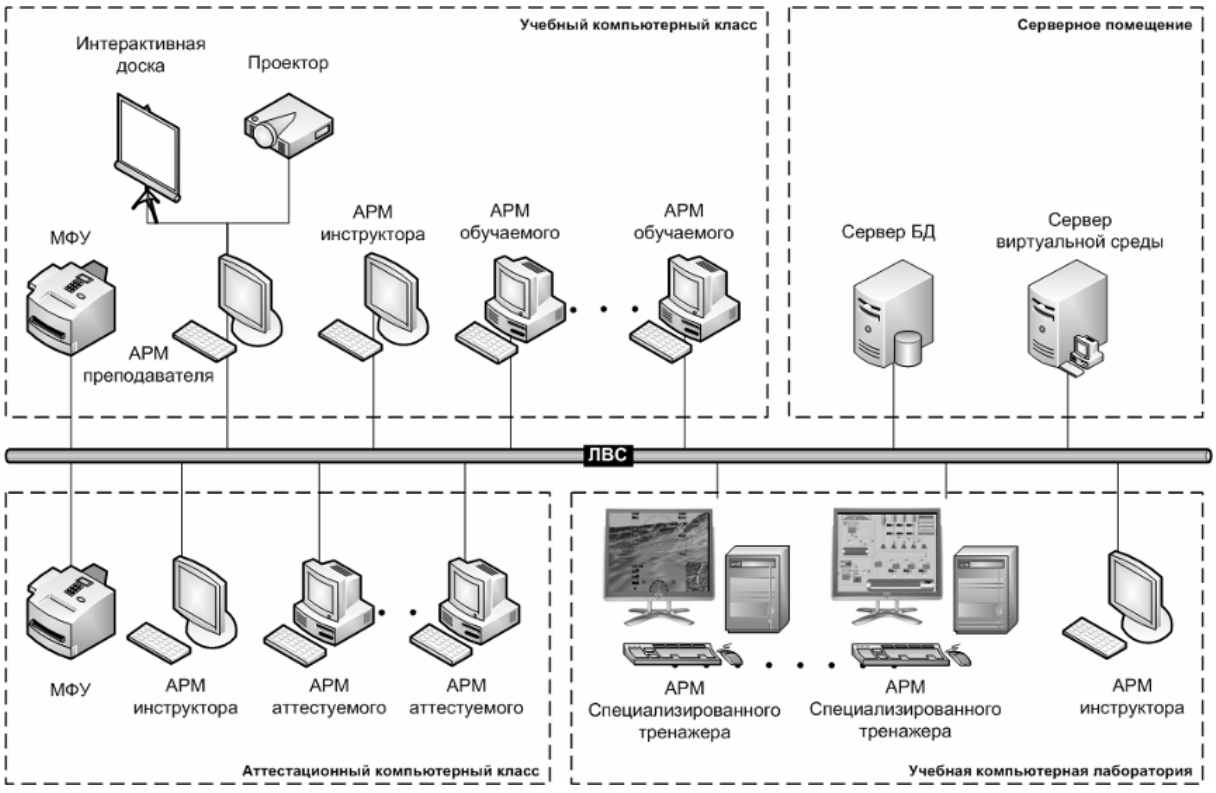

Рис. 1. Структурная схема учебно-тренировочного комплекса безопасности химического производства

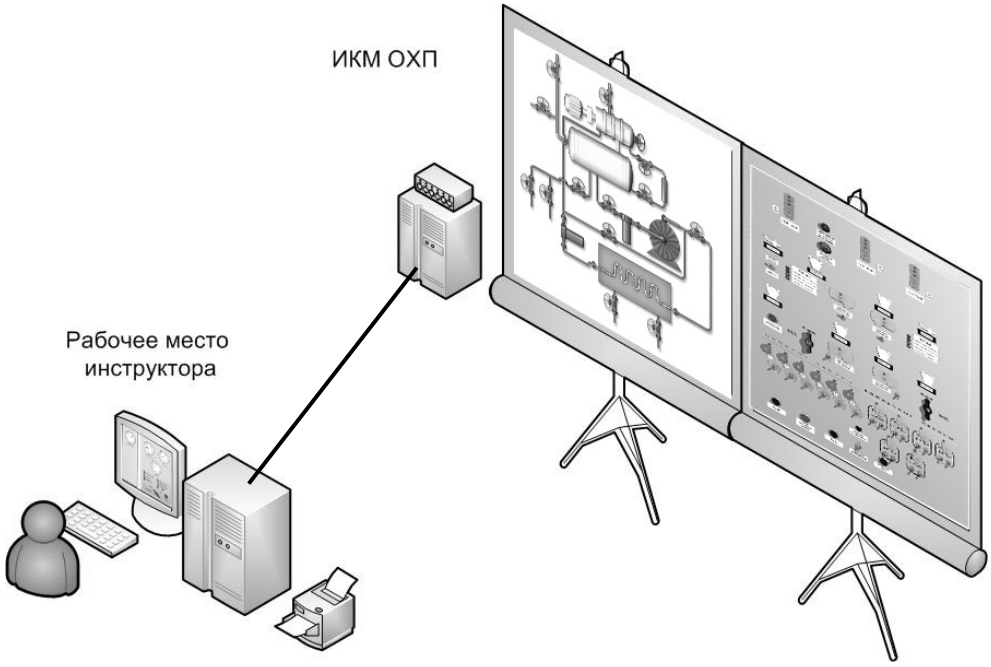

Рис. 2. Структурная схема автоматизированного рабочего места преподавателя

Структурная схема автоматизированного рабочего места преподавателя представлена на рис. 2.

Состав оборудования, необходимого для функционирования ИКМ ОХП, следующий: жидкокристаллический, проекционный или сенсорный экран, размером не менее 42" и разрешением не менее 1920×1080 пикселей (2 шт.), система ввода информации (клавиатура, мышь), а также системный блок визуализации и моделирования процессов ОХП, в качестве которого используется сенсорный телевизор Sharp PN-E421-DST.

ИКМ ОХП позволяют:

– создавать учебные задачи, используя существующие возможности ИКМ;

– редактировать ранее созданные учебные задачи;

– менять состояние параметров ИКМ в процессе выполнения обучаемыми задания;

– управлять типовым оборудованием интерактивной компьютерной модели ОХП с целью установки неисправностей, препятствующих ее корректной работе;

– контролировать действия обучаемых путем анализа показаний оборудования ИКМ;

– вести журнал учета успеваемости обучаемых с возможностью выставления оценки.

В качестве операционной системы для функционирования специального программного обеспечения ИКМ ОХП автоматизированного рабочего места преподавателя используется ОС Windows XP/7.

Структура программного обеспечения ИКМ ОХП автоматизированного рабочего места преподавателя представлена на рис. 3.

Модуль формирования учебных задач является неотъемлемой компонентой программного обеспечения автоматизированного рабочего места преподавателя и позволяет формировать учебные задачи и группы обучаемых для проведения занятий на подключаемом оборудовании ИКМ ОХП различного типа. С использованием этого модуля каждая компьютерная интерактивная модель объекта производства может запускаться по команде (согласно протоколу обмена) от центральной обучающей системы – от автоматизированного рабочего места преподавателя. Исходными данными для запуска интерактивной модели являются: тип производства, вид задания (тренировка или контрольное мероприятие), исходные данные на приборах в зависимости от типа задания, вид неисправностей, время появления неисправностей или нештатных ситуаций в процессе выполнения задания.

Модуль управления процессами ИКМ ОХП создается непосредственно для каждого типа

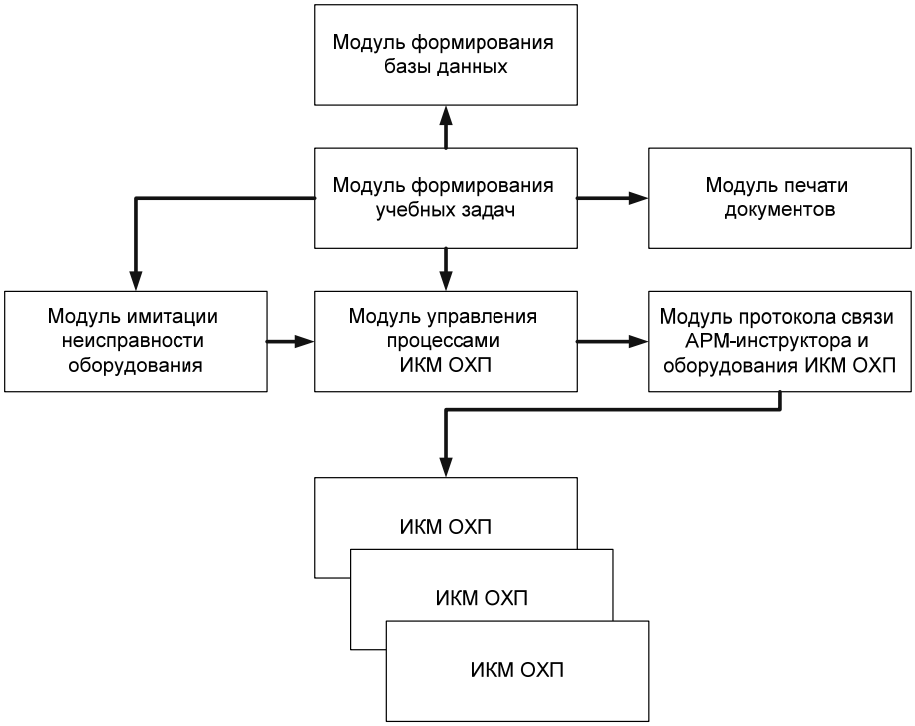

Рис. 3. Структура программного обеспечения автоматизированного рабочего места преподавателя

объекта химического производства и осуществляет вычисление всех физических процессов для каждой конкретной интерактивной компьютерной модели. Управление интерактивной моделью и имитация управления технологическим процессом с помощью средств, представленных на мнемосхеме процесса, осуществляется с использованием стандартных выносных компьютерных клавиатур и манипуляторов «мышь», либо с использованием сенсорных панелей. Интерактивные компьютерные модели разрабатываются таким образом, чтобы их визуальный интерфейс размещался не более чем на двух телевизорах или проекционном экране с разрешением не менее 1920×1080 пикселей. В модуле предусмотрена возможность настройки клавиш управления для каждого ИКМ ОХП (открытие/закрытие вентилей, кнопки, переключатели, заслонки и т. д.). В качестве стандартных элементов, интерактивно функционирующих в каждой интерактивной модели, предусмотрены следующие: гидравлические и воздушные трубопроводы (с возможностью задания параметров вещества или газа в них с элементами индикации), манометры, цифровые и стрелочные датчики, самописцы, краны, переключатели, распределители и т. д.

ИКМ ОХП, кроме общих функциональных возможностей, обеспечивает физическое моделирование технологических процессов, в частности, таких как:

– перемещение горючих парогазовых сред, жидкостей и мелкодисперсных твердых продуктов (контроль и управление значениями скоростей, давлений и температур горючих продуктов, перемещаемых по трубопроводам);

– разделение материальных сред (например, отгонка растворителей);

– массообменные процессы (ручное и автоматическое регулирование параметров процесса и контроль сигнализации о превышении их допустимых значений);

– смешивание, измельчение, упаковка (исключение образования застойных зон, самоускоряющихся экзотермических реакций, управление количеством загружаемых в аппаратуру веществ, скоростью поступления реагентов, подачей флегматизирующих агентов);

– теплообменные процессы (организация теплообмена, выбор теплоносителя и его параметров, обеспечение необходимого теплосъема, исключение перегрева и разложения продукта);

– химические (реакционные) процессы (совмещение гидродинамических, тепломассообменных, реакционных процессов, управление приборами контроля регламентированных параметров, обеспечение стабильности и взрывобезопасности процессов).

В режиме автоматизированной проверки знаний и навыков работы обучаемых модуль обеспечивает:

– моделирование различных ситуаций на основе имеющихся в базе данных информационных моделей технологических процессов и физических моделей реально протекающих технологических процессов;

– отображение текущей производственной ситуации на экране с предоставлением экзаменуемому возможности вмешаться в управление процессом;

– имитацию дальнейшего хода технологического процесса при неправильных действиях экзаменуемого;

– вывод заключения о соответствии знаний и действий экзаменуемого предъявляемым к нему требованиям.

Модуль формирования базы данных построен на базе *С*УБД Firebird 2.1 и обеспечивает ведение и выборки из базы данных, содержащей списки обучающихся и их успеваемости, а также настроечные параметры каждой ИКМ ОХП, перечень сформированных готовых заданий для выполнения. В базе данных содержатся личные данные обучаемых и данные об их успеваемости.

Модуль печати документов обеспечивает вывод на печать данных по контингенту обучаемых, с целью включения данных об успеваемости в документооборот.

Модуль имитации неисправности оборудования обеспечивает возможность прямого управления типовыми элементами ИКМ ОХП с целью установки в них неисправностей, препятствующих их корректной работе.

Модуль протокола связи АРМ преподавателя и оборудования ИКМ ОХП обеспечивает подключение к локальной вычислительной сети и включает в себя операции по реализации протокола обмена данными.

Примеры интерфейса ИКМ ОХП представлены на рис. 4.

Отличительная черта разработанного интерфейса заключается в том, что обучаемый непосредственно на экране компьютера может изменять режимы работы изучаемого оборудования, а модель оценивает принятое решение и его соответствие нормативам безопасности.

Работа выполнялась в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности РФ (2009–2013 годы)», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 27 октября 2008 г. № 791.

Заключение

Разработан учебно-тренировочный комплекс для подготовки специалистов в области эксплуатационной безопасности для объектов химического производства. Его внедрение позволит организовать автоматизированный сбор, хранение, обработку и выдачу оперативной информации на основе требуемой обстановки.

Оснащение химически опасных производств указанными разработанными средствами даст возможность: повысить качество и динамичность занятий; с минимальными затратами увеличить пропускную способность системы обучения; осуществить действенный контроль за качеством подготовки операторов; снизить затраты материально-технических ресурсов на организацию систем первоначальной подготовки и повышения профессионального уровня специалистов, работающих на химически опасных производствах; построить структуру подготовки специалистов в области эксплуатационной безопасности с максимальной эффективностью обучения.

В конечном счете использование компьютерных тренажеров на основе разработанного УТК повысит эффективность проводимых занятий, приблизит обучаемых к действиям в реальных условиях, создаст виртуальные условия при отработке аварийных ситуаций, даст возможность исправления ошибок и повторения конкретной сложной ситуации, наглядно демонстрируя работу сложного технологического оборудования.

Список литературы

1. Балаганский, И.А. Природные и техногенные катастрофы. – Новосибирск: НГТУ, 2003.
2. Маршалл, В.Д. Основные опасности химических производств. – М.: Мир, 1989.
3. Сафонцев, С.А. Теория и практика образовательной квалиметрии. – Ростов н/Д.: Изд-во РО ИПК и ПРО, 2006.
4. Методические рекомендации по разработке и утверждению рабочих программ учебных дисциплин базисного учебного плана образовательного учреждения. – Серпухов: Учебно-методический центр, 2008.

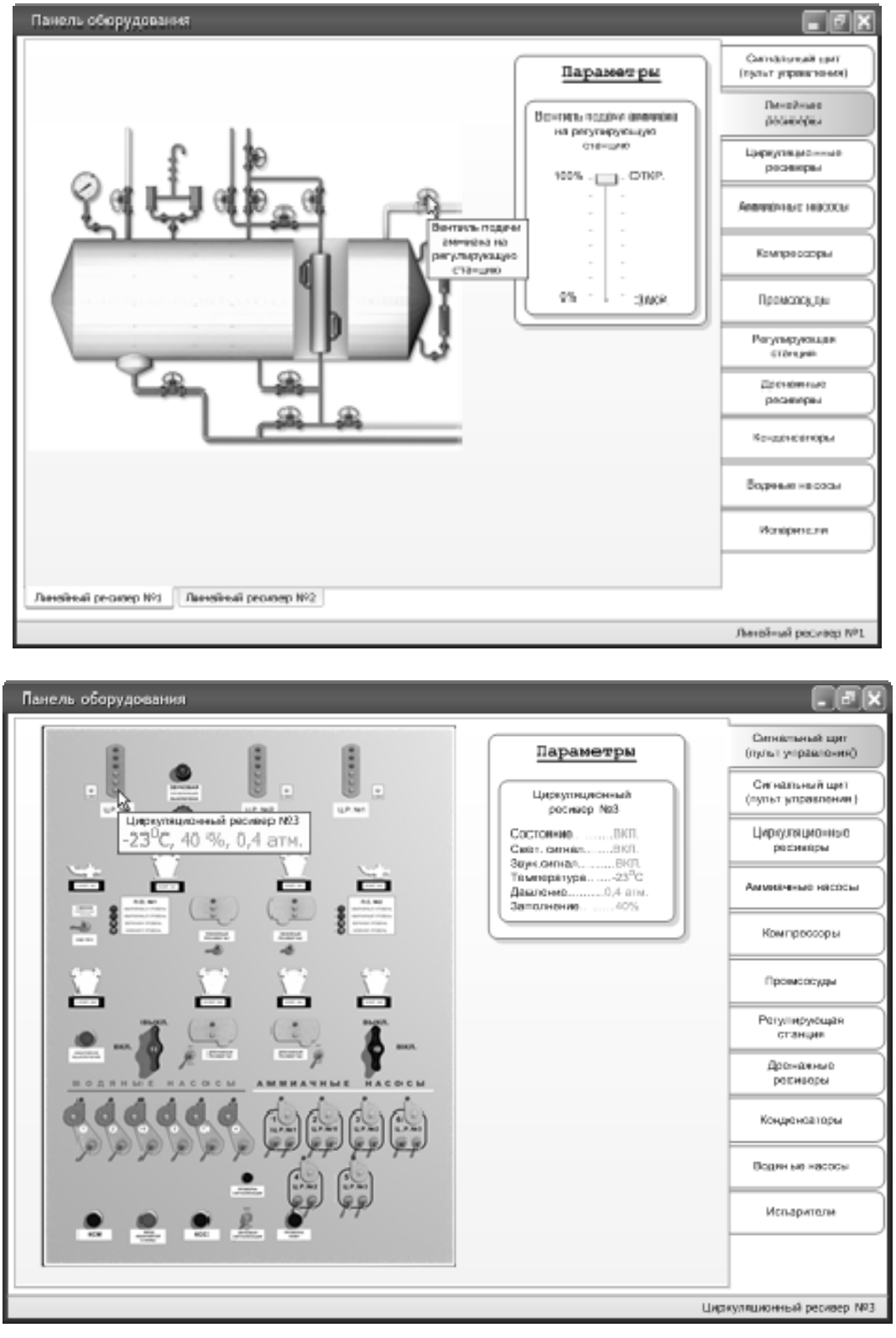

Рис. 4. Примеры интерфейса интерактивной компьютерной модели объекта химического производства

5. Оганесян, А.Г. Проблема обратной связи при дистанционном обучении. – М.: Открытое образование, 2002.