

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ В РФ ТРЕНАЖЁРНО-ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

А.В. Трухин

Томский государственный университет, г. Томск

В статье представлен обзор различных типов тренажёрно-обучающих систем, существующих в РФ и зависимость выбора типа тренажёра от его области применения. Рассмотрены основные структурные элементы таких систем.

THE ANALYSIS OF COMPUTER TRAINING SYSTEMS DEVELOPED IN RUSSIAN FEDERATION

A.V. Trukhin

Tomsk State University, Tomsk

The article represents the review of various types of computer training systems developed in Russian Federation and dependence of a type choice of a simulator. The article considers the basic structural elements of the systems.

Автоматизированная тренажёрно-обучающая система (тренажер – автоматизированный аппаратно-программный функционально ориентированный комплекс для обучения человека и отработки определенных навыков и умений).

Тренажеры в современном понимании появились, когда возникла необходимость массовой подготовки специалистов для работы либо на однотипном оборудовании, либо со схожими рабочими действиями, а также для военных нужд. В последнее время, в связи с быстрой компьютеризацией мирового сообщества, с созданием сложнейшей техники, эксплуатация которой связана с риском для жизни не только одного человека, но и человечества в целом, возникла целая индустрия – тренажерные технологии.

Тренажерные технологии – это сложные комплексы, системы моделирования и симуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные методики, создаваемые для того, чтобы подготовить личность к принятию качественных и быстрых решений.

В современных тренажерах и в программах подготовки и обучения, на них основанных, закладываются принципы развития практических навыков с одновременной теоретической подготовкой. Реализация такого подхода стала возможна в связи с бурным развитием и удешевлением электронно-вычислительной техники и прогрессом в области создания виртуальной реальности. На базе этих технологий разработаны многочисленные тренажеры для военного применения, позволяющие имитировать боевые действия с высочайшей детальностью в реальном времени, создано множество приложений технологии виртуальной реальности для медицины, позволяющих проводить операции электронному пациенту с высокой степенью достоверности и многое

другое, при этом области применения тренажерных технологий постоянно расширяются.

Тренажерные технологии возникли и получили наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение – к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе.

В общем случае тренажер представляет собой программно-аппаратный комплекс, имеющий структуру, представленную на рисунке 1.

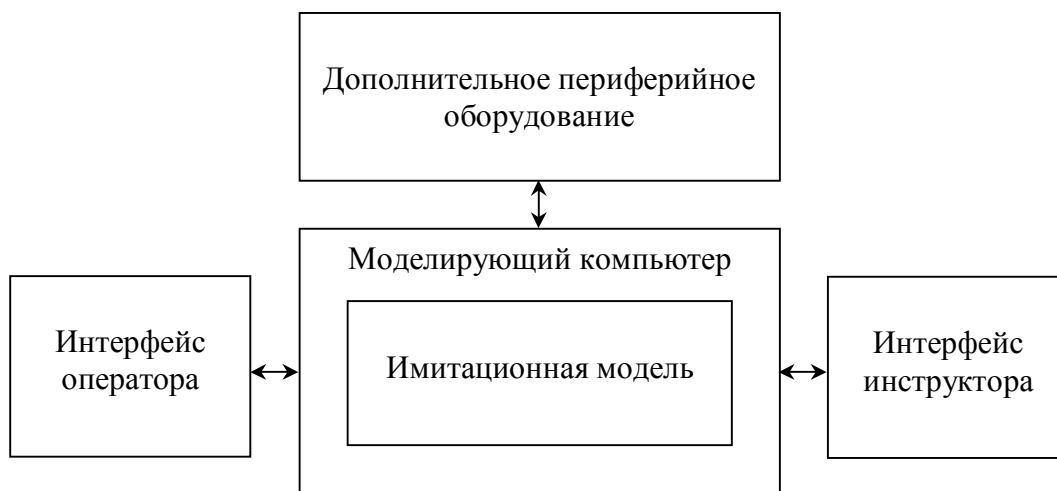


Рисунок 1 – Структура тренажера

Определим некоторые понятия, применяемые при анализе автоматизированных тренажерно-обучающих комплексов (тренажеров).

Моделирующий компьютер

Моделирующий компьютер может быть столь же прост, как персональный компьютер, или таким сложным, как многопроцессорный сверхсовременный мини-компьютер. Компьютер моделирования связан с интерфейсом оператора через систему ввода-вывода. Интерфейс оператора может состоять как из панелей управления и контроля, так и видеотерминалов и распределенной системы управления, обслуживающей видеотерминалы. В большинстве случаев физические свойства интерфейса оператора точно или в максимально приближенной степени соответствуют конкретному моделируемому процессу.

Имитационная модель

Программные модели, используемые в имитационном компьютере, реалистично отображают взаимодействие компонентов и систем моделируемого процесса. Это наиболее важная часть тренажерной системы, от степени приближенности имитационной модели к реальному объекту или ситуации зависит качество получаемых навыков.

Интерфейс оператора

Интерфейс оператора позволяет обучающемуся манипулировать органами управления способом, приближенным или идентичным используемому в

реальном процессе. Динамический отклик тренажера должен быть максимально приближен к отклику систем и компонентов реального объекта.

Интерфейс инструктора

Интерфейс инструктора позволяет управлять работой тренажера, выбирать сценарий тренировки и начальное состояние имитируемого процесса, вводя свои моделируемого процесса или его компонентов либо изменяя внешние факторы. Часть функций инструктора может автоматически выполняться и сама имитационная модель.

Дополнительное периферийное оборудование

Периферийное оборудование включает в себя принтеры, панели аварийной сигнализации и любое другое оборудование, необходимое для повышения реалистичности моделируемой окружающей обстановки или документирования процесса тренировки.

Тренажеры могут объединяться между собой в сеть для отработки навыков взаимодействия нескольких лиц. При этом может использоваться общий моделирующий компьютер с несколькими интерфейсами операторов или отдельные моделирующие компьютеры с согласующим устройством между ними.

Отдельно следует отметить класс тренажеров, не использующих специальную аппаратную интерфейсную часть. Это чисто компьютерные тренажеры (далее «компьютерные тренажеры»). Роль интерфейса в них выполняют стандартные устройства ввода-вывода компьютера: клавиатура, мышь, монитор. Использование таких тренажеров целесообразно в случаях, когда в моделируемых объектах и ситуациях нет необходимости в использовании специального оборудования. Примером может быть тренажеры по принятию решений и выработке навыков поведения, не связанные напрямую с управлением какими-то устройствами.

В нижеследующем обзоре приведены примеры существующих тренажерных систем, разработанных в России. Выбор систем для обзора осуществлен таким образом, чтобы охватить максимально разнообразные способы их реализации и области применения, а также выявить лучшие образцы тренажерных систем.

Морские навигационные тренажеры

Разработчик: Российская группа компаний «Транзас» (TRANsport SAfety Systems)

<http://www.ea.transas.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

В настоящее время группа компаний Транзас является одним из ведущих мировых производителей программно-аппаратных тренажерных систем для профессиональной подготовки и сертификации морских специалистов. Полный спектр производимых тренажеров предоставляет возможность проводить обучение по различным морским специальностям. Современные морские тренажеры позволяют обучать как стандартным процедурам, так и действиям в

нештатных ситуациях, развивая и укрепляя полученные теоретические знания. В течение последних пяти лет морские тренажерные системы Транзас активно использовались специалистами транспортного, военного флота и морской авиации. В состав комплексных тренажерных центров могут входить практически все типы тренажеров. Тренажеры располагаются в специально оборудованных помещениях.

Инструкторская станция обеспечивает преподавательский состав всеми необходимыми средствами для эффективной подготовки, проведения и разбора упражнений. При составлении упражнения инструктор имеет возможность добавить в выбранный им район плавания ряд вспомогательных объектов, разместив их по своему усмотрению. В число таких объектов входят различные здания, техника, нефтяные вышки, цистерны. Система создает звуковую среду, соответствующую условиям плавания. Она позволяет имитировать шум ветра, работу двигателя в зависимости от хода, шум якорной цепи, звуковые сигналы собственного судна и судов целей (свисток, гонг, колокол).

Математические модели судов и судового оборудования, физических сил и эффектов разработаны на основе результатов исследований ведущих научных центров России и соответствуют самым высоким мировым стандартам. Математические модели судов и судового оборудования можно корректировать с помощью специального Редактора моделей, поставляемого с тренажером. Эта программа позволяет пользователю по желанию корректировать математическую модель судна, а также создавать индивидуальные модели для своих нужд.

Процесс создания района плавания

1. На первом этапе пользователь выбирает район на карте и задает вид береговой черты (причальные стенки, обрывы и т.п.).
2. По данным карт автоматически строится полигональная модель рельефа.
3. В построенную сцену могут быть добавлены трехмерные модели (прототипы) из библиотеки объектов и любые культурные объекты. Могут быть заданы различные эффекты освещенности (любое время суток, погодные условия).
4. По данным карты и рельефу автоматически создается радарная сцена.

Система визуализации позволяет воспроизводить окружающую обстановку: водное пространство, волнение моря, береговую черту, навигационные ограждения, движущиеся надводные и воздушные суда, береговые объекты и сооружения. Реалистично передаются любые погодные условия, различные атмосферные явления, время суток, эффекты видимости и освещенности, отражение, блики на воде. Все этапы швартовых, буксирных, поисково-спасательных, специальных операций отображаются на визуализации, делая тренажер исключительно эффективным средством для проведения обучения по специальным разделам морской практики.

Рыбопромысловые тренажеры

Разработчик: Российская группа компаний «Транзас» (TRANsport SAfety Systems)

<http://www.ea.transas.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

Рыбопромысловые тренажеры компании Транзас построены на основе базовых функций навигационных тренажеров и предназначены для обучения судоводителей безопасному управлению судном и орудиями лова в условиях рыбного промысла с учетом подводной и надводной обстановки. Тренажеры также позволяют проводить полноценную подготовку по всем аспектам классического судовождения. Использование высоко реалистичных моделей судов, судового оборудования, орудий лова и рыбопоисковой аппаратуры, дает возможность применять тренажеры для совершенствования тактики тралового и кошелькового лова.

Тренажеры для операций по поиску и спасению

Разработчик: Российская группа компаний «Транзас» (TRANsport SAfety Systems)

<http://www.ea.transas.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

Тренажеры для операций по поиску и спасению компании Транзас построены на основе базовых функций навигационных тренажеров и обеспечивают полноценную тренажерную подготовку по проведению Поисковых и Спасательных операций в соответствии с требованиями IAMSAR (International Aeronautical and Maritime Search And Rescue) конвенции ИМО.

Моделирование современных типов спасательных судов, вертолетов, средств обнаружения и спасения на море, а также радиосвязи позволяет проводить обучение как по их использованию, так и по координации поисково-спасательных операций в самых сложных гидрометеорологических условиях. Синхронная запись и воспроизведение динамики событий, использования оборудования и переговоров в эфире являются наиболее эффективными средствами коррективного обучения навыкам по спасению человеческой жизни на море.

Тренажер судовой энергетической установки

Разработчик: Российская группа компаний «Транзас» (TRANsport SAfety Systems)

<http://www.ea.transas.ru>

Тип: компьютерный тренажер или программно-аппаратный комплекс

Тренажер судовой энергетической установки разработан для проведения обучения и наработки навыков несения вахты в машиннокотельном отделении и на центральном посту управления современного судна, а также для проверки уровня знаний судовых механиков, включая вторых и старших механиков.

Функциональность тренажера обеспечивает все уровни обучения, тренинга и проверки компетенции, включая как индивидуальную, так и групповую подготовку, тренировку команды под руководством инструктора или без него. Высокий уровень моделирования в режиме реального времени обеспечивает поведенческий реализм и адекватность тренажера. Модульная структура

тренажера обеспечивает возможность реализации особых требований заказчика и дальнейшего развития тренажера

Все три модуля могут использоваться независимо друг от друга или работать совместно. Используя открытую архитектуру и модульную структуру тренажеров, обеспечивается интеграция между тренажером судовой энергетической установки и навигационным тренажером. В результате интеграции появляется возможность использовать тренажер виртуального судна. Совместный тренинг судовых механиков и судоводителей позволяет решать следующие задачи:

- достижение слаженности действий команды конкретного судна
- достижение понимания работы всех систем судна как единого целого
- тренинг в аварийных и критических ситуациях
- изучение систем МКО и органов их контроля и управления, расположенных на ходовом мостике современного высокоавтоматизированного судна
- обеспечение тренинга команд судов с высокой степенью автоматизации.

Тренажер по отработке действий в чрезвычайных ситуациях

Разработчик: Российская группа компаний «Транзас» (TRANsport SAfety Systems)

<http://www.ea.transas.ru>

Тип: компьютерный тренажер или программно-аппаратный комплекс

Тренажер по отработке действий в чрезвычайных ситуациях, являясь модулем Системы управления чрезвычайными ситуациями производства Транзас, с успехом применяется для тренировки и обучения персонала и командного состава взаимодействующих служб в моделируемых аварийных ситуациях: нефтяные разливы, аварии на потенциально опасных объектах, операции поиска и спасения при морских и авиационных катастрофах.

В настоящее время компания Транзас совместно со специалистами Федерального Центра ВНИИ ГО ЧС расширяет возможности тренажера, проектируя модули для отработки принятия управленческих решений в таких ЧС как наводнения, лесные пожары, террористические акты.

Система может использоваться в однопользовательском режиме в качестве настольной прикладной системы для отработки практических навыков специалистов по ликвидации ЧС. Если система сконфигурирована как многопользовательский вариант с несколькими рабочими станциями, соединенными через локальную сеть, то возможно создание рабочего класса, состоящего из рабочей станции инструктора и рабочих станций обучаемых. Система может быть использована в реальных операциях по ликвидации ЧС: сетевая конфигурация обеспечивает многопользовательский доступ к информации из баз данных, картам, управлению силами и средствами и функциям ввода данных. Рабочие станции могут располагаться на командном посту, доступ к серверам осуществляется пользователями, находящимися в удалении, в том числе и оперативными подразделениями, базирующимися непосредственно в районе ЧС.

Комплексный тренажер самолета

Разработчик: Российская группа компаний «Транзас» (TRANsport SAfety Systems)

<http://avia.transas.com>

Тип: компьютерный тренажер или программно-аппаратный комплекс

Комплексный навигационно-пилотажный тренажер, имитирующий в сетевом компьютере кабину самолета, является комбинацией программного обеспечения, специальных аппаратных средств и реальных органов управления самолета, с реальным оборудованием и приборами. Он основывается на модульной структуре разработанного в компании Транзас "программного обеспечения, имитирующего задачу", благодаря которому можно создать любую нужную конфигурацию при имитации задач, как в отношении структуры упражнения, так и в отношении количества рабочих мест.

На тренажере обеспечивается отработка действий членов экипажа, как в штатных, так и в сложных и аварийных ситуациях. Имеется возможность выполнять полет в различных эксплуатационных условиях с использованием баз данных и заданными инструктором метеоусловиями.

Удобный интерфейс и система меню рабочего места инструктора облегчает работу инструктора по созданию упражнения, а также контролю за его выполнением. Разработанная для проведения послеполетного разбора с воспроизведением данных по выполненному упражнению станция анализа позволяет производить объективную оценку уровня подготовки членов экипажа.

Адекватность математической модели самолета достигается при использовании результатов научных исследований в области аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов, проведенных в научно-исследовательских учреждениях с учетом данных, полученных в летных испытаниях.

Глубина восприятия реального полета на тренажере достигается путем использования передовых разработок в области вычислительных средств и имитации действия шумовых, оптических и акселерационных эффектов.

Данный тренажер предназначен для обучения и поддержания уровня квалификации летного состава в соответствии с утвержденными учебными планами и программами подготовок с выдачей соответствующих сертификатов.

Симуляторы бронетехники

Разработчик: LOGOS Ltd

<http://logos.mephi.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

Представлены тренажеры-симуляторы для бронетехники российского производства: танков Т-72, Т-90S, Т-80U, Т-62, Т-55; БМП-3, БМП-2, БТР-60, БТР-70, БТР-80, БТР-90. Включают тренажеры водителя, управления главным оружием и комплексные тренажеры экипажа.

Тренажер может быть размещен в мобильном контейнере или в специально подготовленном помещении. Тренажер водителя предназначен для выработки навыков вождения по различным типам поверхности, при

различных погодных условиях, временах года, времени суток. Тренажер может функционировать как в режиме индивидуального, так и группового обучения.

Тренировочная станция включает кабину, установленную на движущейся платформе и систему визуализации.

С Тренажер глобальной морской системы связи при бедствии – MARSIM-

Разработчик: Научно-технический учебный тренажерный центр (НТУТЦ)

<http://www.ntutc.ru>

Тип: компьютерный тренажер или программно-аппаратный комплекс

Тренажер MARSIM-C формирует навыки использования радиооборудования глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ) для выполнения процедур связи согласно главе 9 Регламента радиосвязи.

Системный диспетчерский тренажер управления воздушным движением

Разработчик: ООО «Софтаэро»

<http://www.softaero.ru>

Тип: компьютерный тренажер или программно-аппаратный комплекс

Тренажерный комплекс представляет собой рабочие места (компьютеры, пульта, мониторы, связь), объединенные локальной сетью.

Функциональное назначение каждого из 5-ти рабочих мест не является фиксированным и может заранее определяться из следующего перечня: диспетчера (обучаемого), пилота-оператора, руководителя упражнения, оператора подготовки параметров системы, оператора подготовки упражнений для тренажера.

Программное обеспечение выполнено в виде отдельных модулей, связанных между собой только сетевыми коммуникациями и исходными данными (базами данных). Базы данных содержат параметры зоны УВД, параметры летно-технических характеристик ВС, параметры радиолокаторов и т.п. Набор упражнений и планов полетов также хранится в базе данных. Установка связи между рабочими местами происходит автоматически без вмешательства оператора. Таким образом, модули являются независимыми друг от друга и могут исполняться на любом компьютере системы. Такая гибкая схема позволяет одновременное исполнение различных модулей системы на одном компьютере (например, руководителя упражнения и пилота-оператора). Количество одновременно исполняемых на одном компьютере модулей ограничено только размером оперативной памяти компьютера и его производительностью.

Типичная структура тренажера состоит из:

- нескольких (в зависимости от упражнения) рабочих мест диспетчеров
- рабочего место пилота-оператора
- рабочего место руководителя упражнения
- рабочего место подготовки параметров

Общая технология проведения упражнения:

- Заранее подготовлена система и упражнения.

- Обучаемые диспетчера находятся за рабочими местами и обеспечивают УВД (на мониторе радарное окно с отображением зоны УВД).
- Руководитель упражнения выбирает конкретное упражнение, из заранее подготовленных, и отдает команду на его активизацию.
- Система начинает моделировать трековую информацию о самолетах, заданных в упражнении и рассылает ее по диспетчерским местам. Местоположение ВС отображаются на диспетчерских и пилотских местах в виде радарных отметок с формулярами сопровождения. Таким образом осуществляется моделирование воздушной обстановки.
- Пилот-оператор контролирует и управляет траекториями движения выбранных ВС, вводя команды управления самолетами.

Универсальный тренажерный комплекс для машинистов

Разработчик: Исследовательский центр «СПЕКТР»

<http://www.rc-spectr.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

Универсальный тренажерный комплекс для машинистов предназначен для отработки рациональных и энергосберегающих режимов вождения поездов, навыков поведения в нештатных ситуациях.

В унифицированную кабину установлена динамическая платформа, позволяющая имитировать колебания кабины, наклон кузова локомотива в зависимости от плана и профиля пути. Использование электронной аппаратуры и специализированного кресла позволяет моделировать удары, толчки, отяжки и имитировать динамические силы поезда в соответствии с расчетами математических моделей. Рабочее место машиниста оборудовано реальными органами управления, приборами контроля, системами безопасности КЛУБ, САУТ, вспомогательными устройствами. Для отработки навыков поведения в нештатных ситуациях, возможны "поездки" в дневное, ночное время, с различными погодными условиями - туман, дождь, снег. Рекомендуются для дорожных центров подготовки машинистов в целях повышения квалификации, присуждения и подтверждения классности.

Полномасштабный щитовой тренажер электростанции

Разработчик: ЗАО «Тренажеры электрических станций и сетей» («ТЭСТ»)

<http://www.testenergo.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

Полномасштабный (щитовой) тренажер - это комплексный тренажер, в котором с высокой степенью подобия воспроизводятся реальные рабочие места группы тренируемых специалистов. Комплексный тренажер - это тренажер, предназначенный для совместной подготовки группы специалистов в полном объеме алгоритмов их деятельности или одного специалиста, деятельность которого осуществляется по нескольким специальностям.

Комплексные тренажеры представляют собой полномасштабную имитацию реальных щитов управления всего энергообъекта, позволяющую реализовать

полученные на предыдущих уровнях знания, навыки и умения, осуществлять процесс обучения, используя практически любое необходимое количество параметров при адекватной имитации поведения энергоустановки в режиме реального, ускоренного и замедленного времени.

Тренажер с динамическими компьютерными мнемосхемами - это тренажер, в составе которого как модель объекта управления, так и рабочие места обучаемых и инструктора реализуются на базе компьютерных средств.

Комплексные тренажеры с динамическими компьютерными мнемосхемами имитируют с помощью компьютера энергоустановку целиком, оснащены персональными ЭВМ с адекватными математическими моделями энергоустановки и позволяют реализовать полученные на предыдущих уровнях знания, навыки и умения в условиях реального и масштабного времени и компьютерной имитации реального оборудования энергообъекта-прототипа как индивидуально, так и в составе оперативной смены.

Комплексный всережимный электротехнический тренажер с динамическими компьютерными схемами

Разработчик: ЗАО «Тренажеры электрических станций и сетей» («ТЭСТ»)

<http://www.testenergo.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

Комплексный всережимный электротехнический тренажер с динамическими компьютерными схемами предназначен для обучения и повышения квалификации оперативного персонала энергетического предприятия, оборудованного системой автоматизированного управления с использованием компьютерных терминалов. Позволяет отработать весь спектр профессиональных навыков оперативного и руководящего работника предприятия, от понятийных до моторных, а также выработать и закрепить навыки принятия решений в штатных и внештатных ситуациях.

Тренажеры для АЭС

Разработчик: Экспериментальный Научно-Исследовательский и Методический Центр «Моделирующие Системы» (ЭНИМЦ МС)

<http://www.ssl.obninsk.ru>

Тип: программно-аппаратный комплекс

Разрабатываемые компанией тренажеры имеют полные и точные математические модели, имитирующие в реальном времени все нейтронно-физические, теплофизические и тепло-гидравлические процессы энергоблока, а также всю логику систем управления и автоматики. Подсистема инструктора, входящая в состав тренажера и обеспечивающая управление учебным процессом, предусматривает возможность задания широкого спектра аварийных ситуаций, охватывающих стандартные и специфические неисправности всего моделируемого оборудования. По перечисленным выше характеристикам тренажеры соответствуют полномасштабным.

Даже при наличии полномасштабного тренажера использование аналитического тренажера в системе подготовки оперативного персонала

оправдано, т.к. позволяет повысить эффективность предтренажерной подготовки и тем самым сократить время дорогостоящей подготовки на полномасштабном тренажере. Тренажер обеспечивает: первоначальную подготовку, переподготовку и поддержание квалификации оперативного персонала и персонала инженерной поддержки АЭС.

В зависимости от мощности используемых ЭВМ и сложности составляющих тренажер моделей количество машин-Клиентов может быть расширено. Причем ЭВМ клиент может использоваться как для работы моделей, так и для дополнительного рабочего места обучаемого (ЧМИ).

Тренажеры для ТЭС

Разработчик: Экспериментальный Научно-Исследовательский и Методический Центр “Моделирующие Системы” (ЭНИМЦ МС)

<http://www.ssl.obninsk.ru>

Тип: компьютерный тренажер или программно-аппаратный комплекс

Разработанный компанией тренажер представляет собой полномасштабный тренажер ПГЭС для блока парогазовой электростанции, оснащенный подсистемой инструктора, которая обеспечивает управление тренажером и учебным процессом.

Подсистема инструктора обладает возможностью вводить определенный набор начальных условий для запуска тренажера и широкий спектр отказов моделируемого оборудования и систем. Подсистема также позволяет вести регистрацию действий обучаемого, работы автоматики и изменения моделируемых параметров с целью анализа проведенного занятия. Для реализации данного типа тренажеров компанией используются кроме адаптированных моделей, применявшихся ранее для тренажеров АЭС, также ряд дополнительно разработанных моделей.

Как видно из приведенного обзора, большинство серьезных тренажерных систем является сложными программно-аппаратными комплексами. Именно такой вариант реализации обеспечивает максимальную эффективность подготовки специалистов. Преимуществами компьютерных тренажеров является их невысокая стоимость, компактность, возможность расположения практически в любом помещении. Недостатки проявляются в невозможности обеспечения высокой степени приближенности к реальной обстановке моделируемого объекта. В ряде областей применение компьютерных тренажеров сильно ограничено и допустимо только на начальных этапах обучения. В большинстве случаев требования к современным тренажерным системам и комплексам в настоящее время весьма жесткие и перекрыть все имеющиеся нужды средствами одной лишь компьютерной графики невозможно. Более того, ряд тренажерных систем просто необходимо комплектовать симуляторами перегрузок (ускорений, действующих на тело обучаемого). Поэтому законченная современная тренажерная система должна включать в себя помимо средств «зрительной симуляции» средства «чувствительной симуляции». Любая реальная обстановка будь то для водителя,

пилота, космонавта, танкиста или оператора электростанции. При обучении только на компьютерных тренажерах всегда есть опасность подготовки не реальных, а «виртуальных специалистов», неспособных к профессиональному выполнению реальных задач.

Литература

1. Группа компаний Транзас. Электронные технологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.transas.ru>, свободный.
2. Транзас Авиация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://avia.transas.com>, свободный.
3. Computer Training Systems for Russians armored vehicles [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://logos.mephi.ru>, свободный.
4. Научно-технический учебный тренажерный центр vehicles [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ntutc.ru>, свободный.
5. СофтАэро. Автоматизированные системы управления воздушным движением vehicles [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.softaero.ru>, свободный.
6. Исследовательский центр «СПЕКТР» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rc-spectr.ru>, свободный.
7. Тренажеры электрических станций и сетей» («ТЭСТ») [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.testenergo.ru>, свободный.
8. Экспериментальный Научно-Исследовательский и Методический Центр “Моделирующие Системы” (ЭНИМЦ МС) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ssl.obninsk.ru>, свободный.