

*А. И. Разумовский, канд. техн. наук, старший научный сотрудник
Института проблем управления РАН, г. Москва*

Практика создания 3D-тренажеров

В работе рассматривается проблема полезности применения компьютерных 3D-тренажеров в контексте средств и особенностей их реализации. Обсуждаются вопросы создания условий эффективного восприятия визуальной информации, а также предпосылки формирования 3D-тренажерных систем автоматизированного проектирования.

Введение

Взаимодействие человека и технологии, накопление опыта эффективного изучения и распространения технологии, в сегодняшних условиях массового усложнения производственной и ситуационной человеческой деятельности, немыслимо без проектирования и реализации специальных программных систем быстрого и качественного формирования у человека определенных заданных способностей и навыков. Актуальным остается освоение методик и практик, включающих исследование и моделирование поведенческой динамики сложных объектов и многоступенчатых процессов. Когда же требуется внедрение в модель объекта или процесса вспомогательного элемента, имитирующего дополнительные обстоятельства или изменение условий, задача реализации пространства исследования значительно усложняется. В тех же случаях, когда моделируется поведение человека в динамических условиях, т. е. когда конечной целью является формируемый навык взаимодействия человека и специфического окружения, имеется лишь один способ быстрой и качественной выработки подобного навыка — использование виртуального 3D-тренажера. Он способен осуществить «погружение» человека в любой узнаваемый мир, предоставляя ему возможность комплексного восприятия одновременно как ему знакомых, так и новых в наблюдении и управлении элементов.

Концептуальные особенности 3D-тренажеров

Задача любого тренажера — создание навыка и опыта конструктивного принятия решений в сознательной и перцептивной сфере человеческой деятельности. Такой опыт обуславливается помещением человека в активную или пассивную среду, представляющую собой упрощенный мир взаимодействия составляющих его элементов и сознания обучаемого. До середины 1990-х годов роль визуальных тренажеров исполняли простые программные решения, основанные на анимационном характере представления знаний. К концу века, с развитием информационных технологий (прежде всего *Microsoft DirectX* и *OpenGL*), появилась возможность создания полноценных 3D-тренажеров со значительным выбором управляющих воздействий. Подобные решения получили название виртуальной реальности, чему причиной стала возможность формирования у человека иллюзии действительного погружения в узнаваемое пространство комфортного восприятия.

Информационную модель использования 3D-тренажера лучше всего изобразить с точки зрения процесса последовательного и циклического накопления знаний и навыков, выделив в качестве конструктивной ценности тренажера динамику освоения виртуального 3D-пространства. При каждом новом цикле обучаемый может

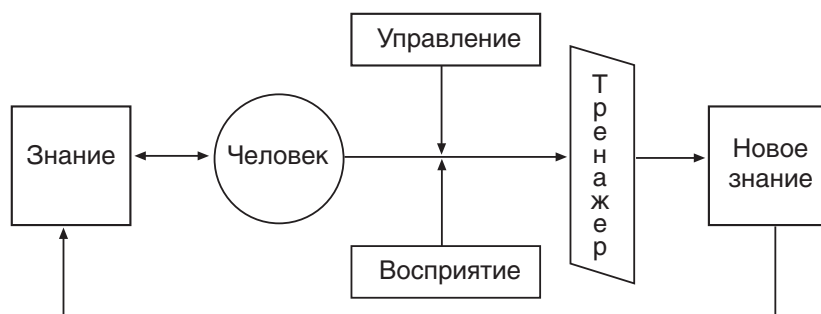


Рис. 1. Информационная модель процесса накопления знаний посредством тренажера

быть способен руководствоваться обновленным знанием и, соответственно, действовать в рамках имеющегося виртуального мира все более уверенно и совершенно (рис. 1).

Эффективность используемого тренажера будет зависеть, прежде всего, от насыщенности восприятия знаниями в течение «единичного» управления, т. е. одного простого действия. Насыщенность восприятия можно повысить двумя путями: во-первых, созданием более емкого и реалистичного виртуального 3D-мира; во-вторых, созданием условий более качественного, удобного и свободного управления 3D-образами виртуальной реальности. Осуществление первого сценария ограничено простой целесообразностью достижения конкретной цели обучения, действуя же вторым сценарием, получаем практически неограниченные возможности применения. Так, например, если конструировать 3D-модель, допуская ее изменения в процессе обучения, результатом станет автоматизированный 3D-тренажер, у которого имеется функция преобразования виртуального мира. Отметим, что, хотя такие 3D-тренажерные автоматизированные системы очевидно сложнее в реализации, они более универсальны, как за счет большей функциональности, так и по причине произвольности 3D-мира, который способен реконструироваться и трансформироваться по ходу обучения. Потребность в таких гибких много- и полифункциональных системах сегодня весьма велика.

Примеры разработанных и внедренных 3D-тренажеров

В лаборатории Компьютерной графики ИПУ РАН накоплен значительный опыт создания 3D-тренажеров и их преобразования в специализированные комплексы широкого профиля — от программ презентации до систем виртуальной реальности. Комплексы формируются на базе автономных программных модулей локальной функциональности. Это обеспечивает возможность быстрого и качественного развертывания многоцелевых программных 3D-тренажеров для решения задач в промышленности, производстве и обучении: ГИС, SCADA, системотехника, дизайн широкого назначения, проектирование крупногабаритных конструкций с расчетом динамических, прочностных или эргономических свойств [1–6].

На рисунке 2 изображена виртуальная среда 3D-тренажера по срочному покиданию МКС (Международной космической станции). Тренажер работает в следующих режимах: создание геометрической модели МКС, ее реконфигурация, обозрение внутреннего помещения модулей станции и переходного отсека, перемещение точки наблюдения по внутреннему пространству МКС, а также моделирование действий космонавта по работе с пультами управления и прочей аппаратурой.

На рисунке 3 изображено рабочее пространство виртуальной среды 3D-тренажера по приобретению персоналом АЭС спе-

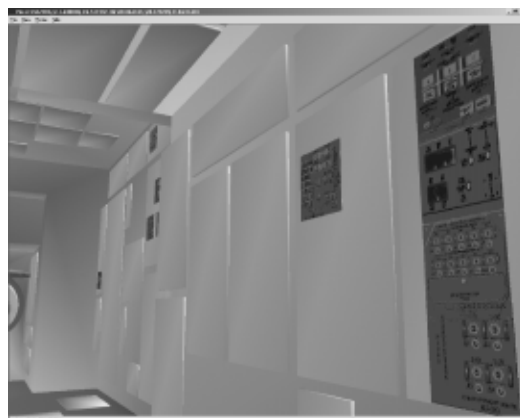
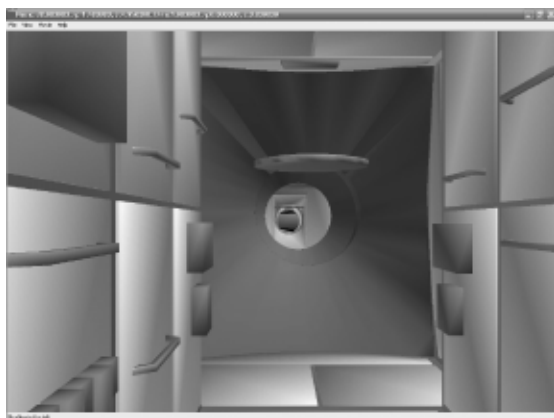


Рис. 2. Виртуальная среда МКС

циальных навыков управления пультами безопасности. Данный тренажер был предназначен также для моделирования уровня комфорта деятельности посредством определения оптимальных эргономических характеристик [2].

Рисунок 4 представляет изображение виртуальных 3D-миров тренажеров для презентации функционального обеспечения завода по уничтожению химического оружия (рис. 4а), а также мусоросжигательного завода (рис. 4б).

3D-тренажер управлением ракеты-носителя «Протон», выполненный для презентации причин аварии 1999 г., причиной которой был перегрев топливного бака, изображен на рисунке 5а. Иллюстрация воз-

никновения и местоположения возникшего возгорания показана на рисунке 5б.

Для выработки навыков взаимодействия отдельных узлов и элементов 3D-пространств используются специализированные 3D-тренажеры, содержащие возможность активного доступа к каждой детали 3D-пространства. Подобный тренажер позволит изучить общее устройство, принципы сборки и ремонта автомобиля, ракеты или станка, его отдельных систем, узлов, приборов и деталей (рис. 6).

Для демонстрации принципов работы, последовательности и технологии сборки различных узлов автомобиля здесь используются статические и динамические изображения трехмерных моделей деталей, сбороч-

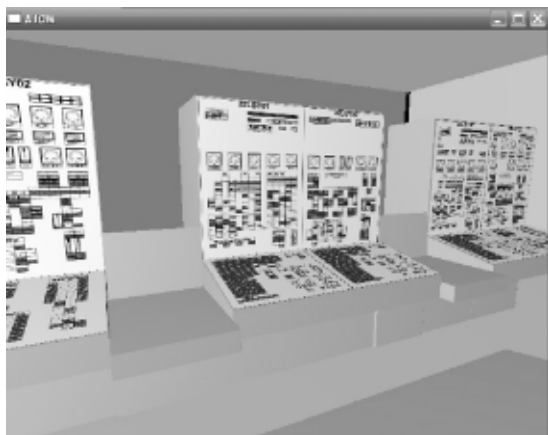
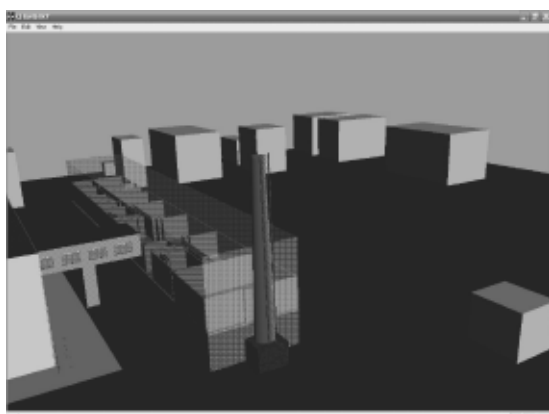
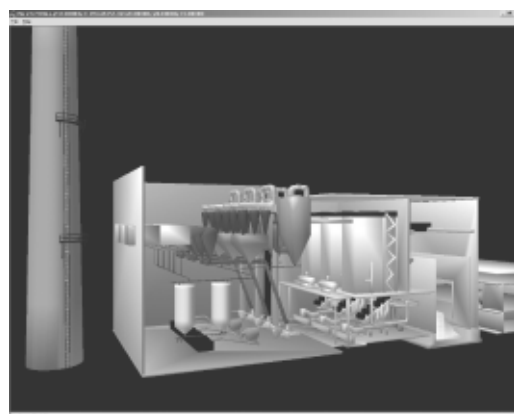


Рис. 3. Виртуальное 3D-пространство управления АЭС



а)



б)

Рис. 4. 3D-мир завода по уничтожению химического оружия (а);
3D-модель мусоросжигательного завода (б)

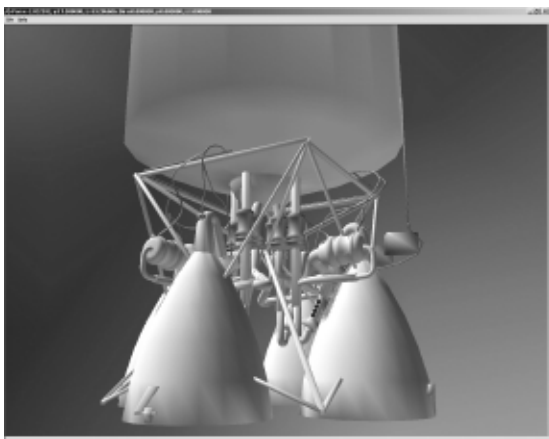
ных единиц и инструментов. Для контроля полученных знаний пользователю предлагается самостоятельно собрать тот или иной виртуальный узел, последовательно выбирая и устанавливая необходимые детали [6].

Многофункциональные комплексы

Тренажерные системы последнего поколения — это многофункциональные модульные программные комплексы, способные кроме обучения обеспечивать решение самого широкого круга задач проектирования и управления. Среди таких комплексов следует выделить системы, построенные

как специализированные автоматизированные системы, часто включающие функции редактирования 3D-модели, а также полифункциональные компоненты разнообразных расчетов. Рисунок 7 изображает фрагмент виртуальной реальности программного комплекса «RELIEF STUDIO», созданного для анализа рельефа местности и моделирования полета по траектории. На основе исходной информации конструируется сеточная модель рельефа местности с последующей интерполяцией.

Программный комплекс «RELIEF STUDIO» [5] — наглядный пример полновесной автоматизированной системы проектирования



а)



б)

Рис. 5. 3D-тренажер для иллюстрации аварии ракеты «Протон»

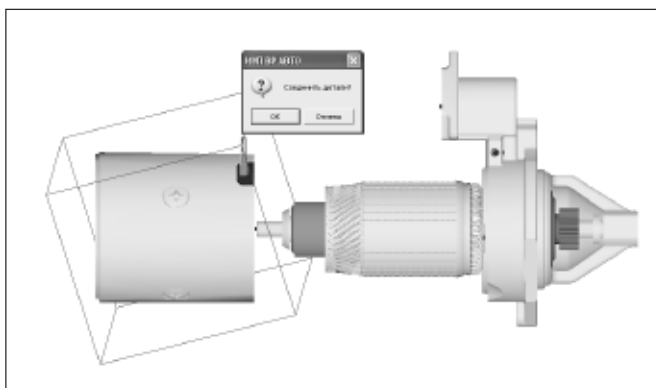


Рис. 6. Процесс сборки стартера

ния, которая была создана на фундаменте в разное время реализованных модулей визуализации, анализа, управления, хранения и преобразования данных.

Другим примером многофункционального комплекса является разработанный в лаборатории Компьютерной графики ИГУ РАН совместно с НПО «Энергия» программный комплекс визуализации развертки большого космического рефлектора [3]. Построенный на базе разработанных прежде тренажерных модулей виртуальной реальности, данный программный комплекс включает специализированный инструментарий для моделирования механизма автоматическо-

го развертывания на орбите отражающей поверхности рефлектора (рис. 8).

Заключение

Создание специализированных 3D-тренажерных сред на базе технологий виртуальной реальности позволяет приблизить использующего их человека к реальности действительной. Придавая виртуальному миру произвольную форму и наполняя его требуемым содержанием, становится возможным многократно воспроизвести и изучить объект практически любой сложности. Реализовав в доступной для наблюдения и по-

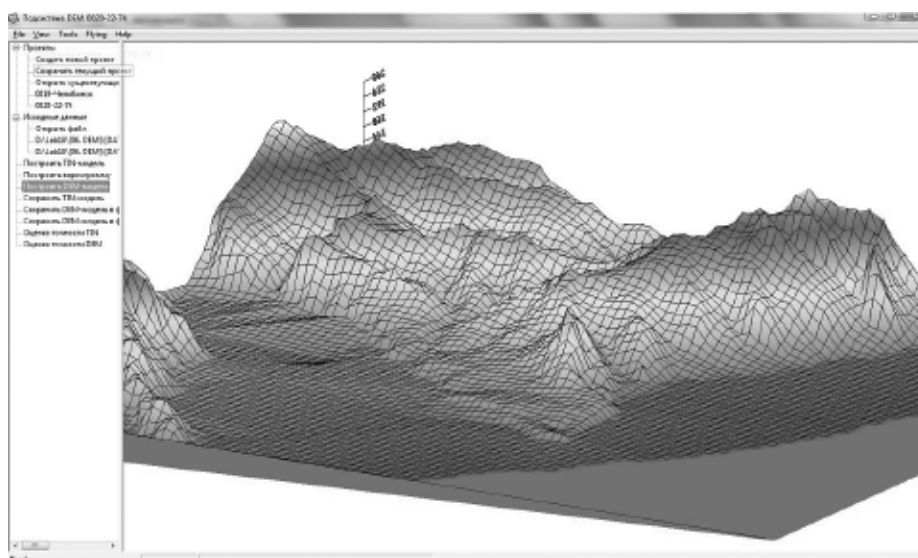


Рис. 7. Визуализация сеточной модели рельефа местности

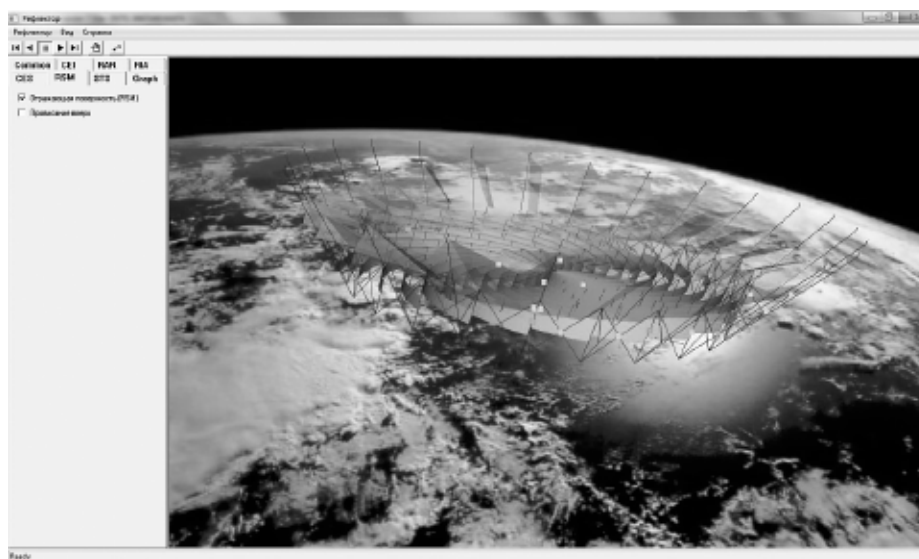


Рис. 8. Моделирование развертки большого космического рефлектора

нимания форме сложную конструкцию, динамику многоступенчатого процесса или нестандартной ситуации, сформировав пространство когнитивных возможностей действий персонала, 3D-тренажер способен эффективно обеспечить выработку и закрепление требуемого навыка и знания.

В настоящее время применение тренажерных автоматизированных многофункциональных систем на основе средств виртуальной реальности позволяет ставить и решать любые самые сложные, многообразные и неоднозначные задачи, тем или иным образом связанные с формированием специальных навыков овладения определенной технологией. Среди таких задач следует выделить, прежде всего, задачи управления в 3D-динамическом пространстве, задачи наблюдения и специфического мониторинга среды, а также моделирования визуальных экспериментов.

Список литературы

1. Артамонов Е. И., Высотин О. В., Разумовский А. И., Макаров А. М., Шурупов А. А. Объемное геометрическое моделирование орбитального комплекса «МИР» // Автоматизация проектирования. № 4. 1998. С. 3–8.
2. Артамонов Е. И., Разумовский А. И., Ромакин В. А., Зверков В. В., Петухов В. В. Сравнительные характеристики средств виртуальной реальности на примере моделирования эргономических характеристик пультов безопасности АЭС // Материалы международной конференции CAD/CAM/PDM-2003. С. 216–223.
3. Артамонов Е. И., Разумовский А. И., Ромакин В. А., Ефремов И. С., Чернявский А. Г., Федосеев А. И. Использование средств виртуальной реальности при моделировании конструкции Большого Космического Рефлектора // Материалы международной конференции CAD/CAM/PDM-2003. С. 175–178.
4. Разумовский А. И. Комплекс программных средств по управлению испытаниями сложных объектов. Материалы международной конференции CAD/CAM/PDM-2002. С. 395–399.
5. Разумовский А. И., Ромакин В. А. Построение и анализ 3D-модели рельефа местности с использованием программного комплекса «RELIEF STUDIO» // Мехатроника, Автоматизация, Управление. № 7. 2009. С. 76–78.
6. Ромакин В. А., Разумовский А. И., Балабанов А. В. Создание графических учебных пособий и 3D-тренажеров // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2009. № 4. С. 65–70.