

тимедийные модули должны быть снабжены путеводителями по материалу, помогающими учащимся понять связь между разделами и обеспечивающими эффективное усвоение урока.

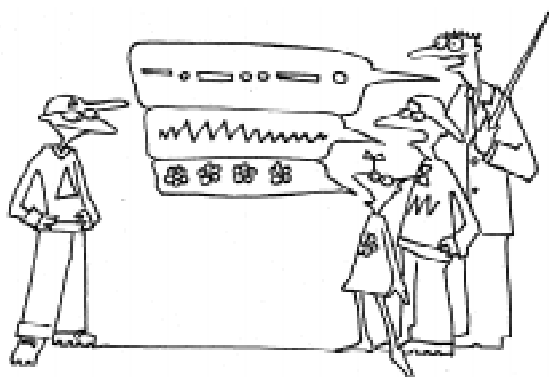
РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ДИСКОВ: ПРОЦЕДУРА И КОМПРОМИССЫ

Подготовка и производство эффективных интерактивных мультимедийных модулей заключается в нахождении баланса между конкурирующими и, возможно, противоречивыми требованиями. Например, очень часто хочется обеспечить большую интерактивность и в то же время жестко контролировать процесс обучения, показывать длительные видеофрагменты, отслеживать реакцию ученика и корректировать по ходу дела процесс обучения. Хотя перечисленные действия и желательны, однако требуемые аппаратные ресурсы и возможности существующих программных средств могут быть недостаточными для их осуществления. Давайте коротко рассмотрим основные этапы разработки: составление плана, подготовку графических, видео- и звуковых вставок, преобразование форматов файлов и возникающие при этом противоречия.

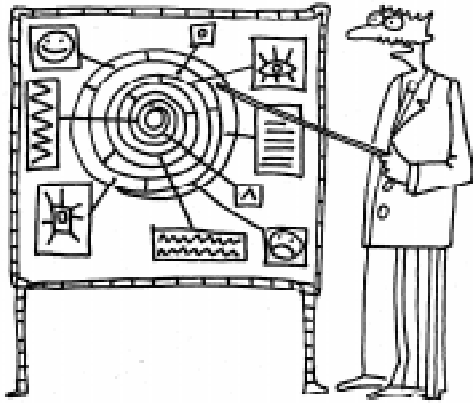
Возможно, самым главным шагом в разработке компакт-диска является первый шаг: планирование диска. Наиболее существенным является умение сконцентрировать мультимедийные ресурсы именно в тех фрагментах урока, где их при-

сутствие будет давать наибольший эффект. Наличие на стадии планирования записанного на компакт-диск полного учебника с минимальными или полностью отсутствующими мультимедийными вставками может только приветствоваться. С другой стороны, следует найти компромисс между гибкостью и интерактивностью урока и временем, требуемым для создания такого диска. Следует тщательно отобрать темы, где обсуждаемые в них сущности легко себе представить и изучить традиционными средствами и не тратить на них мультимедийные ресурсы. И одновременно необходимо сконцентрировать усилия на создании зрительных образов абстрактных и математических объектов и обеспечении активного участия студента в лабораторных экспериментах и практических работах.

Следующий шаг в разработке компакт-диска – создание мультимедийных вставок, которые часто включают в себя компьютерную графику, звуковые и видеофрагменты. Еще раз подчеркнем, что чрезвычайно важно оценить роль вставки с учетом контекста разрабатываемого курса. Ресурсы, необходимые для обеспечения работы мультимедийной вставки, прямо пропорциональны требованиям, предъявляемым к качеству и сложности вставки. Так, например, компьютерная графика может быть двумерной или трехмерной, неозвученной или построенной на основе анимации. Трехмерная анимационная графика чрезвычайно привлекательна, однако требует тщательного предварительного моделирования и трудоемкого процесса придания ей реалистичности изображения. Ее следует использовать, только тщательно оценив приносимую пользу. Когда вы хотите применить видеовставку, следует сравнить получаемый эффект и такие их технические характеристики, как их продолжительность, необходимая память, частота смены кадра. Ваш выбор повлияет на необходимое дисковое пространство, связность и последовательность кадров, степень сжатия исходного изображения, что чрезвычай-



Ученик должен иметь возможность контролировать уровень, на котором информация ему предоставляется...



...первый шаг: планирование диска...

но важно для качественного воспроизведения клипа с компакт-диска. Для того чтобы правильно оценить необходимость использования клипа, учтите, что требуется приблизительно 3 мегабайта памяти для его показа в течение одной минуты. В разработанных нами уроках мы используем видеоклипы только для показа реально существующих установок и демонстрации экспериментов в реальной лаборатории. Звуковые эффекты и закадровый текст могут быть легко получены сразу же с помощью обычного компьютерного микрофона или предварительно записаны в студии, а затем переведены в цифровую форму. Звуковые эффекты часто используются для поощрения правильных ответов и акцентирования внимания на концептуальных фрагментах, однако их чрезмерное использование приводит к тому, что материал усваивается хуже. Во всех последних продуктах САЕМЕ звуковые эффекты могут быть включены или исключены по желанию слушателя.

Как только все необходимые мультимедийные вставки созданы, можно переходить к следующему шагу – преобразованию их в форму, необходимую для использования на конкретной платформе. Однако преобразование файлов не сводится только к механическому преобразованию файла из данного формата в другой формат. Прежде всего, следует выяснить, какой формат наименьшим образом исказит качество исходного изображения, повлияет на коэффициент сжатия, размер

используемого дискового пространства, то есть всего того, что непосредственно зависит от выбора формата. В мультимедийных продуктах САЕМЕ мы используем пакет DeBabelizer, разработанный Equilibrium для преобразования большинства графических фрагментов, и программный продукт Adobe Premiere – для преобразования видеоклипов.

На заключительной стадии, после создания вставок и преобразования их в нужный формат, вставки монтируются и объединяются в единое целое со всем остальным материалом с помощью Редактора мультимедийных уроков. Редакторская система представляет собой среду, в которой можно создать мультимедийный урок за приемлемое время и цену. На рынке существует много коммерческих редакторских систем, и выбор нужной зависит прежде всего от платформы, на которой будет работать компакт-диск, и широте услуг, предоставляемых Редакторской системой. САЕМЕ остановил свой выбор на программных продуктах Authorware и Director, созданных Macromedia. Эти пакеты подходят для разработки большинства приложений.

Финальный шаг в процедуре разработки – это подготовка оригинала диска для последующего тиражирования. Аппаратное и программное обеспечение для подготовки оригинала диска уже доступно, например, Quick Topix и Sony CDW 900E. Однако необходимо следить, чтобы передача данных не превышала 300 Кбайт в секунду, что приемлемо для большинства устройств чтения компакт-дисков, а также всегда необходимо помнить на стадии разработки, что компакт-диски – это устройства для чтения информации, и на них нельзя записывать файлы непосредственно во время урока.

Следует отметить, что, хотя мультимедийные уроки требуют значительных аппаратных ресурсов и сложно организованных программ, главные компоненты, необходимые для их разработки, просты в использовании и доступны. В следующем разделе мы обсудим, как обеспечи-

вается интерактивность, и расскажем об успешных и эффективных приложениях, созданных САЕМЕ.

ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОСТИ В МУЛЬТИМЕДИЙНОМ МОДУЛЕ

Решающим элементом в разработке мультимедийных образовательных модулей является степень интерактивности и возможность корректировать процесс обучения. Если вы помещаете на компакт диск учебное пособие, в котором практически отсутствует взаимодействие с учеником или оно не предусмотрено вовсе, так же, как и возможность корректировать процесс обучения, способствующая улучшению понимания материала студентом, то это означает, что вы попросту выкидываете деньги на ветер. Производство мультимедийных модулей – длительное и дорогостоящее занятие, и, следовательно, эта технология должна применяться только тогда, когда вы ясно себе представляете, какие получите преимущества. Примером могут служить виртуальные лаборатории и их использование совместно с дистанционным обучением, которое активно использует программное обеспечение для моделирования и игровые стратегии для мотивации и поощрения ученика, стремящегося углублять свои знания. В этих случаях необходимость применения мультимедийных уроков уже не вызывает сомнений. Далее мы рассмотрим примеры, иллюстрирующие некоторые интерактивные процедуры, используемые в САЕМЕ при разработке мультимедийных модулей.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

Создание и поддержка в рабочем состоянии традиционных учебных лабораторий жизненно необходимы для демонстрации основных законов и явлений, обсуждаемых в научных и инженерных курсах. Давно известно, что студенты хорошо знают то, с чем сталкивались на практике. Таким образом, использование лабораторных экспериментов в обучении необходимо для акцентирования внимания на основных концепциях и подтвер-

ждения их с помощью наблюдаемых практических результатов. Организация учебных лабораторий, тем не менее, – дорогостоящее занятие, требующее сопровождения и, часто, постоянного обновления аппаратуры и программного обеспечения, чтобы не обманывать надежд учащихся познакомиться с действительно современными достижениями. Проектирование виртуальных лабораторий, основанных на мультимедийных технологиях, приносит неоценимую пользу для образования. Справедливость этого утверждения несомненна для тех областей, где создание реальных лабораторий требует огромных вложений, как, например, антенные или микроволновые лаборатории. Или для областей, где возникает необходимость работать вручную с вредными химическими и опасными материалами. А также там, где приходится использовать громоздкое оборудование и/или оборудование, предназначенное для реальных промышленных предприятий. Подчеркнем, что виртуальные лаборатории отнюдь не призваны заменить реальные, наоборот, они должны использоваться как дополнение к ним и давать возможность экспериментировать там, где реальные эксперименты трудноосуществимы или недоступны.

В мультимедийных модулях, созданных САЕМЕ, можно найти несколько виртуальных лабораторий. Это лаборатории по оптике и электростатике в «Физическом музее» и воссозданные пионерские экспериментальные установки для изучения электричества и магнетизма на компакт-диске, посвященном электромагнетизму.

На уроках по электростатике в «Физическом музее» учащиеся изучают закон Кулона, повторяя его открытие, но уже в виртуальной лаборатории. Урок начинается с описания физического явления, которое наблюдал и пытался выразить в математической форме Кулон. На рисунке 1 представлен фрагмент диалога, показывающий, как студент должен собирать точную копию экспериментальной аппаратуры, использованной Кулоном в 1780 году при открытии своего знаменитого за-

кона. Учащийся может щелкнуть мышью в поле названия любого предмета, чтобы получить его описание и подсказку, куда его необходимо поместить. Если учащийся поместил все части экспериментальной установки на свои места, то программа с помощью одобрительных звуковых сигналов подтверждает его успех. Если учащийся расположил какие-то фрагменты неправильно, то программа возвращает их на исходные позиции.

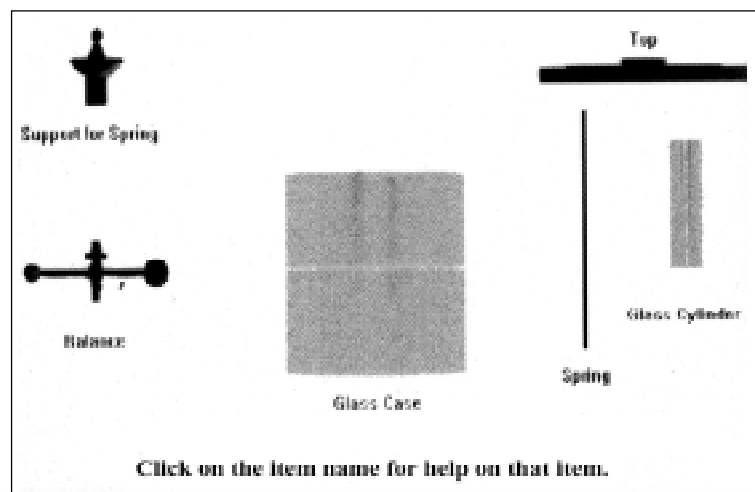


Рисунок 1

Как только учащийся соберет экспериментальную установку правильно, он может приступить к эксперименту. На рисунке 2 показан фрагмент диалога, показывающий, как протекает эксперимент по «открытию» закона Кулона. Учащийся помещает заряженный объект в экспериментальную установку. Второй заряженный шарик реагирует на поднесенный к нему объект, отклоняется от своего исходного положения и воздействует на пружину. Учащиеся измеряют отклонение второго заряда и силу, действующую на пружину, а результаты измерения отображают на графике. После некоторого достаточно небольшого числа повторений эксперимента учащийся собирает необходимые данные для построения зависимости силы от расстояния между двумя заряженными объектами. Затем учащихся просят провести график выбранной ими функции через полученные точки, чтобы удостовериться в правильности выбора. Они обнаруживают, что найденные точки лучше всего соответствуют закону, когда сила обратно пропорциональна

квадрату расстояния, что и известно сегодня как закон Кулона.

Урок для изучения явления преломления, имеющийся в «Физическом музее», содержит несколько виртуальных экспериментов, с помощью которых закрепляются знания учащихся о законах преломления. В первом эксперименте выбирают две среды с разными коэффициентами преломления. Затем фиксируется угол падения, а компьютер воспроизводит путь светового луча через две среды. Можно поставить базовый эксперимент несколь-

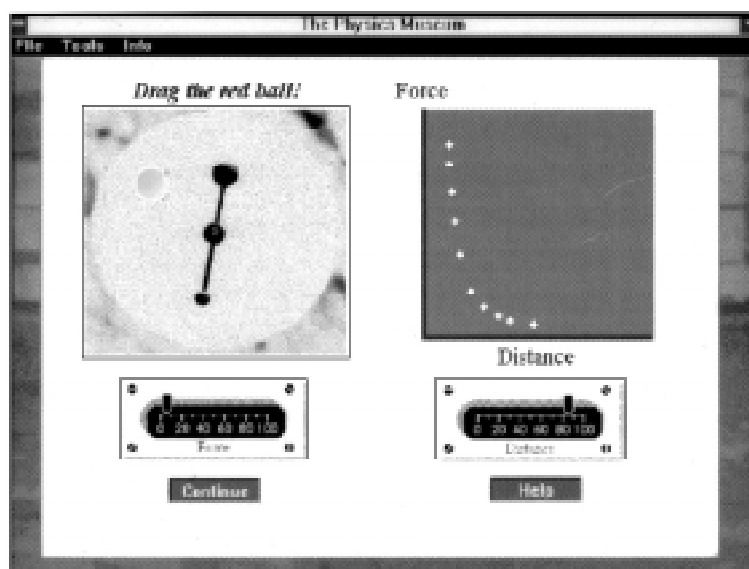


Рисунок 2

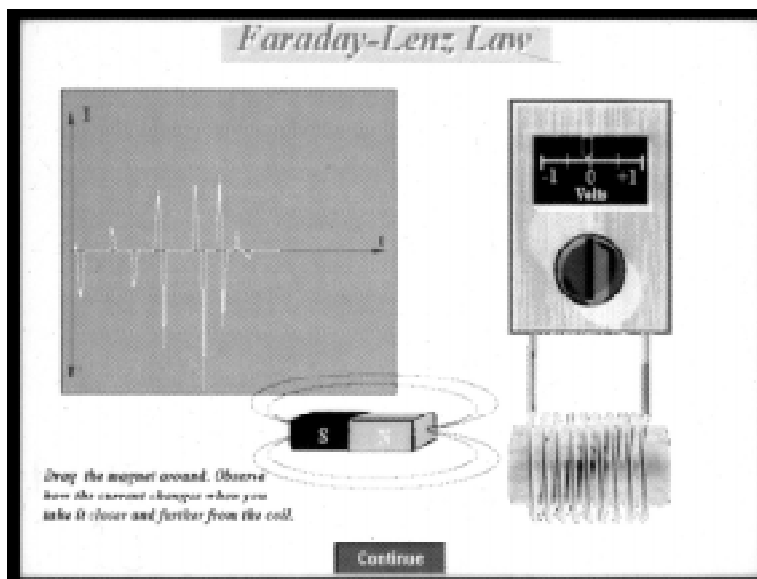


Рисунок 3

ко иначе и изучать влияние показателя преломления на путь луча, влияние угла падения и законы полного внутреннего отражения. Во втором эксперименте учащийся сначала смотрит видеофильм, показывающий обустройство реальной лаборатории, использующейся на кафедре физики университета Юта для изучения законов преломления. Экспериментальная установка представляет собой большой круглый резервуар, вмонтированный в стену,

с источником света, который может перемещаться по периметру резервуара. Изменяя позицию источника света, учащийся может наблюдать преломление и отражение света на границе двух сред, воздуха и воды. После просмотра видеофильма учащиеся пытаются с помощью компьютера воспроизвести то, что они увидели в видеофильме, или поставить свой собственный эксперимент. Одно из преимуществ такого компьютерного эксперимента заключается в том, что в нем точно вычисляются

углы отражения и преломления, что способствует самостоятельному открытию учащимися закона Шелла. На уроке, где изучаются уравнения Максвелла, в распоряжение учащихся предоставляется «машина времени», с помощью которой они отправляются в XIX век и детально изучают различные эксперименты, которые позволили первооткрывателям электромагнетизма прийти к уравнениям Максвелла. В сравнении с большинством доступных учебников по этой теме, использующих математический подход, мультимедийный урок САЕМЕ сфокусирован на экспериментах и на людях, их проводивших, и надо заметить, что первооткрыватели знаменитых законов, случалось, не всегда хорошо знали математику. Учащиеся могут выбирать дату на панели управления и отправляться в указанное время. Иллюзия путешествия во времени достигается за счет специально подобранных изображений, звуков и графики. На протяжении урока можно

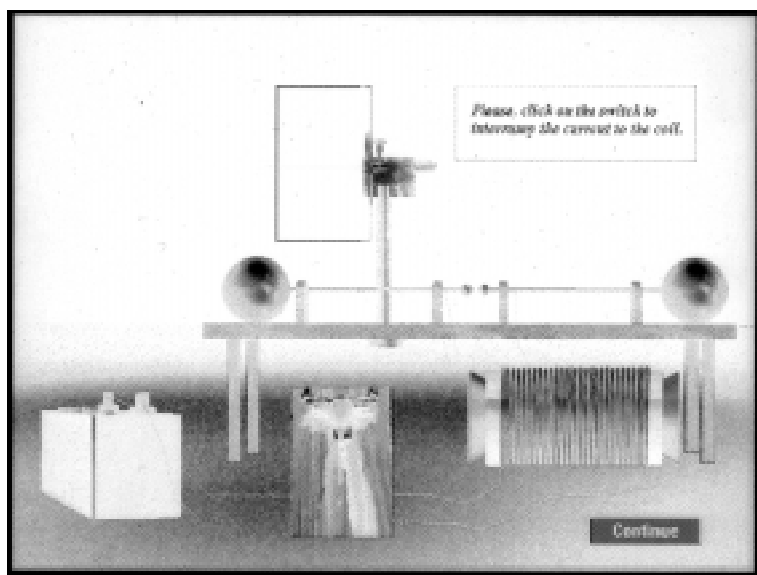


Рисунок 4

оказаться в различных виртуальных лабораториях, устроенных по тому же принципу, что и лаборатория, где изучался закон Кулона. Старые лаборатории, такие, как лаборатория Фарадея (рисунок 3), располагавшаяся в подвале Королевского института, воссоздаются на экране с помощью соответствующей графики, чтобы можно было полнее ощутить дух времени. Некоторые части старинной аппаратуры сделаны из дерева или из других простых материалов, как видно из рисунка 4, воспроизводящего лабораторию Герца. Оборудование, используемое на уроке, представлено так, чтобы помочь более глубокому усвоению материала и способствовать открытию нового. Учащиеся переносятся в реальную обстановку, где совершались открытия, соприкасаются с теми же вещами, что и ученые, ставят те же задачи и отвечают на те же вопросы. Учащимся показывают старинные лаборатории и доступные в то время инструменты, показывают, как ставили свои эксперименты Эрстед и Фарадей, а затем предлагают выполнить эти же эксперименты и самим сделать выводы из полученных результатов, что делает учебный эксперимент более разнообразным и индивидуальным.

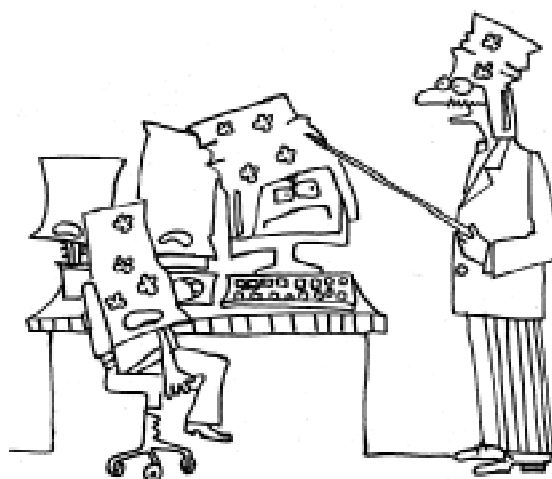
КОНТРОЛИРУЕМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Чаще всего компьютеры как инструмент обучения в математике и инженерном деле используют для моделирования и технической визуализации. Такие программы, как Matlab и Maple, позволяют учащимся решать широкий круг задач, начиная от моделирования различных физических явлений и заканчивая обработкой цифровых сигналов, а также отображать результаты в наглядном и удобном для восприятия виде. Более специализированные программы позволяют моделировать, например, электрические цепи и турбулентные потоки. Обучение учащихся работе с этими программами очень важно, так как они смогут их использовать и в будущем, при решении реальных задач и в процессе дальнейшего обучения. К тому же про-

граммное обеспечение для моделирования позволяет видеть «невидимое» и трудно-воспроизводимое. Например, при изучении электрических цепей возникают такие кратковременные эффекты, которые очень трудно увидеть с помощью осциллографа. Визуализация электромагнитных полей и взаимодействие электромагнитных волн – еще один пример необходимости и силы компьютерной графики.

Трудность использования пакетов для моделирования в обучении заключается в том, что они часто весьма сложны, и значительная часть времени, отведенная на изучение материала, тратится на написание программы, с помощью которой он потом изучается. К тому же работа самих пакетов зачастую описана достаточно плохо. Учащимся требуется помощь при выборе параметров исследуемой системы, интересных с точки зрения моделирования. Примером могут служить те же электрические цепи, когда учащиеся наугад подставляют значения коэффициентов в надежде увидеть интересующий эффект, например, резонанс, и, естественно, его не наблюдают.

Выход из положения центр САЕМЕ видит в том, что средства для моделирования должны встраиваться в уроки как компоненты. Компакт-диск для изучения электромагнетизма использует не один пакет для моделирования электромагнит-



Трудность использования пакетов для моделирования...

ных явлений. Например, на уроке «Диэлектрические свойства материалов» учащимся предлагается использовать специальное программное обеспечение для моделирования интенсивности электрического поля в данном материале в зависимости от его свойств. Полученные результаты моделирования автоматически обрабатываются и используются в этом же уроке для сравнения с экспериментальными данными. Затем процедура повторяется для некоторого числа материалов и полей. В результате студент одновременно осваивает программный продукт и изучает, как свойства материалов влияют на возникающие в них электрические поля. Другой пример – использование диаграмм Смита для изучения установившихся синусоидальных колебаний в линиях передач. Мы также разработали пакеты для моделирования бегущих и стоячих волн и встроили их в мультимедийные уроки, чтобы помочь учащимся лучше понять различие между ними, а также разобраться, как происходит интерференция волн.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ

Программное обеспечение и мультимедийные модули, созданные в САЕМЕ, особенно те, что касаются электромагнетизма, уже доступны, и некоторые преподаватели в различных университетах сумели ими воспользоваться для проведения

своих занятий. Замечено, что влияние использования программного обеспечения в образовании зависит от того, насколько глубоко и органично встраивает его преподаватель в свой курс. Преподаватели, использующие программное обеспечение для выполнения курсовых работ и домашних заданий, отмечают существенное улучшение в понимании предмета. Неудивительно, что те из преподавателей, кто позаботился только о доступности программного обеспечения для учащихся в компьютерных классах, говорят лишь о незначительном или нулевом эффекте от своих действий. И хотя строгое сравнение эффективности мультимедийных модулей и традиционных методов обучения еще не проводилось, всеми отмечается, что мультимедийные модули с развитым диалогом, включающие в себя виртуальные лаборатории, интерактивные игры и контролируемое использование программного обеспечения для моделирования, улучшают понимание материала, способствуют его запоминанию и побуждают студентов узнавать больше об изучаемом предмете.

Хочется верить, что, несмотря на возможность использовать виртуальные технологии только для построения простейших приложений, ими необходимо заниматься и их надо исследовать, для того чтобы в будущем производить высококачественное учебное программное обеспечение.

*Магди Ф. Искандер,
профессор Университета штата
Юта, США, директор центра
САЕМЕ, главный редактор журнала
«Computer Applications in Engineering
Education».*

*Альберт Р. Болселс,
магистр Университета штата Юта.*

*Рекс Н. Джеймсон,
программист центра САЕМЕ.*

*Энтони К. Джонс,
специалист по компьютерной
графике и дизайну.*

*Дж. Кори Кэттен,
магистр Университета штата Юта.*

НАШИ АВТОРЫ