

СЕМЕЙСТВО КОМПЬЮТЕРНЫХ УЧЕБНИКОВ ПО МАТЕМАТИКЕ

Борисов С.И.
ЛИСМО ТУСУР

Кручинин В.В.
ТМЦДО ТУСУР

Томиленко В.А.
ТУСУР

В Томском межвузовском центре дистанционного обучения (ТМЦДО) при Томском университете систем управления и радиоэлектроники разработана оригинальная система дистанционного обучения [1]. Однако, первый же опыт работы данного центра показал, что одним из сложнейших курсов для восприятия студентами дистанционной формы обучения оказался курс высшей математики. И поэтому вот уже 5 лет авторы занимаются разработкой компьютерных учебных программ (КУП) по высшей математике.

В настоящее время в ТМЦДО эксплуатируется одна такая программа: «ТМЦДО. Математика. Часть-1» и вводится в эксплуатацию КУП «ТМЦДО. Математика. Часть-2». Оба этих КУП являются приложениями к бумажным вариантам соответствующих учебных и учебно-методических пособий и дополняют их.

В данном докладе рассматривается состав и некоторые особенности реализации этих КУП. На основании опыта, полученного авторами в процессе разработки этих КУП, были сформированы требования ко всем КУП по высшей математике. Далее рассматривается состав и функции инструментария, необходимого для разработки подобных КУП. И, наконец, кратко описывается взаимодействие компонент инструментария при разработке курса.

Математика-1

Первая часть электронного учебника охватывает 1-й семестр технических (инженерных) специальностей и в него вошли следующие разделы:

1. Линейная алгебра
2. Векторная алгебра
3. Аналитическая геометрия.

Основной идеей при разработке данного учебника была необходимость предоставить студенту инструмент для освоения методов решения задач и алгоритмов выполнения некоторых стандартных математических операций. В результате был разработан учебник, содержащий в дополнение к краткому курсу лекций набор из 24 тренажеров и 149 задач, решаемых по сценариям. На базе некоторых тренажеров и задач, решаемых по сценариям, были реализованы 11 инструментов. Кратко состав КУП можно представить в следующем виде:

1. Тренажеры. Наглядная графическая реализация алгоритмов выполнения стандартных математических операций.
2. Решение задач по сценариям. Студенту предлагается формулировка начальной задачи с параметрами, генерируемыми компьютерными программами. В случае, если студент не в состоянии справиться с ее решением сразу, – про-

- грамма предлагает решение по шагам (по сценарию). Каждый шаг контролируется, и в зависимости от действий студента предлагается следующий шаг.
3. Инструменты. Некоторые тренажеры и задачи реализованы также в виде инструментов. Эти программы отличаются от тренажеров только тем, что начальные данные вводятся непосредственно студентом, а не генерируются компьютерными программами.
 4. Видео-демонстрации. Методом сечений строятся изображения поверхностей второго порядка по их каноническим уравнениям.

Математика-2

Соответственно данный учебник охватывает 2-й семестр обучения студентов технических специальностей и содержит следующие разделы:

1. Арифметическое пространство.
2. Предел последовательности.
3. Предел отображения.
4. Непрерывные отображения.
5. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.
6. Дифференциальное исчисление функций многих переменных.
7. Дифференциальное исчисление отображений.

И в данной части особое внимание уделено тренажерам и инструментам. На данный момент готово к использованию 2 типа тренажеров:

- Тренажер определения предела функции (44 варианта).
- Тренажер взятия производной от функции одной переменной.
- Тренажер вычисления частных производных функций многих переменных.

Состав электронных учебников

На основе анализа разработки и эксплуатации вышеуказанных компьютерных учебников авторы выдвинули ряд требований к составу подобных программ.

1. Историческая справка. В этом разделе должны приводиться исторические справки о развитии идей и понятий, изложенных в учебнике, о вкладе конкретных ученых в развитие этих концепций и их краткие биографии.
2. Видео-ролики. Вспомогательный видеоматериал. Это может быть, например, демонстрации 3-х мерных объектов, поверхностей 2-го порядка, или их компьютерных моделей. Демонстрация на практике физических законов, ход проведения эксперимента и так далее.
3. Видео-лекции. Частично или полностью лекционный материал может быть дублирован в виде видео-лекций. Видео-лекции представляют собой снятого на видеокамеру реального преподавателя, у доски или лабораторного стенда, читающего курс лекций (возможно, перед реальной аудиторией), или демонстрирующего лабораторный макет. Это необходи-

мо для создания у студентов более полного ощущения обучения.

4. Аудио-лекции. Аналогично видео-лекциям, но вместо видеоряда можно сопоставить аудиоряду определенную презентацию на экране компьютера. Презентация может быть представлена в виде простой последовательности кадров или специальных, возможно, интерактивных, программ, сочетающих в себе кадры, движение специальных объектов (например, указателей) и так далее.
5. Вспомогательные аудиоматериалы. К данному разделу относятся специальные аудиоматериалы, например, реплики поощрения/недовольства, произношение тех или иных специальных терминов, или фраз, букв греческого алфавита.
6. Программы-демонстрации. К такого рода программам относятся программы, демонстрирующие, например, физическое явление или математическую абстракцию. Как правило, в таких программах студенту предоставляется возможность изменять параметры модели объекта.
7. Тренажеры. Графическая реализация алгоритмов выполнения стандартных математических операций.
8. Задачи с параметрами, решаемые по сценарию.
9. Инструменты. Часть тренажеров и задач по сценарию может быть дополнительно реализована как инструменты. Они отличаются от соответствующих им тренажеров наличием системы для ввода начальных данных. То есть параметры задачи не генерируются компьютерными программами, а вводятся студентом самостоятельно, например, из контрольных работ, присланных студенту дистанционной или заочной формы обучения или индивидуального задания, полученного студентом дневного отделения от преподавателя.
10. Доказательство теорем. Представляется здесь как вспомогательный материал, который по желанию студента может быть просмотрен по ссылке из развернутого содержания.
11. Подробное решение задач и примеров с целью демонстрации методов решения.

Инструментарий.

В процессе реализации данных компьютерных учебников возник ряд технических сложностей:

 - отображение динамически изменяющихся формул;
 - отображение динамически изменяющихся рисунков;
 - масштабирование презентационного материала;
 - генерация условий задачи.

Для решения этих проблем в процессе разработки вышеуказанных учебников авторами был сформирован набор специальных компонент и

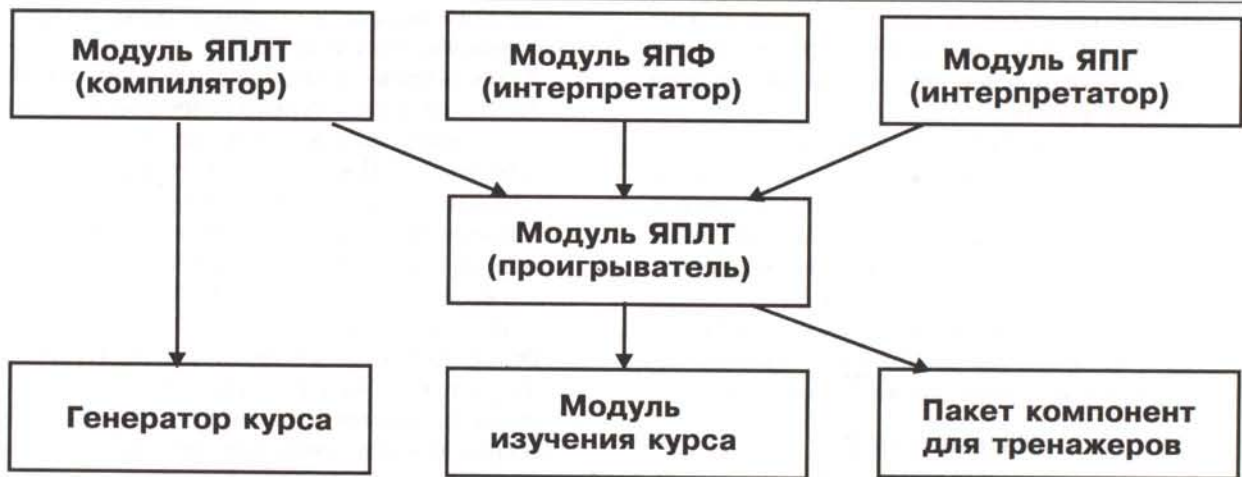


Рис. 1. Набор инструментов для разработки КУП. ЯПФ – язык представления формул. ЯПГ – язык представления графики. ЯПЛТ – язык представления лекций и тренажеров

инструментов. Данный набор инструментов применим для разработки электронных учебников по всем дисциплинам естественно-научного цикла. Общий состав этих инструментов представлен на рисунке 1.

В основе инструментальной системы лежит язык ЯПЛТ. Данный язык во многом напоминает язык разметки HTML, но обладает некоторыми специальными средствами, ориентированными на разработку курсов по естественно-научным дисциплинам. Например, позволяет вставлять в текст формулы на специальном языке ЯПФ и векторные рисунки на языке ЯПГ. Интерпретаторы этих языков используются проигрывателем ЯПЛТ.

Генератор курса представляет собой набор из нескольких программ: компилятора ЯПЛТ, гене-

ратора оглавления, генератора последовательности кадров и программы автоматизированной разбивки на кадры. Эта компонента позволяет сформировать двоичное представление лекций, годное для воспроизведения их при помощи модуля изучения курса.

Модуль изучения курса в свою очередь представляет собой набор программ для отображения оглавления, текста лекций, обработки гиперссылок, воспроизведения аудио- и видео-фрагментов, загрузки тренажеров. Также в этой компоненте содержится модель студента, которая используется при определении материала, необходимого для представления студенту.

Кроме вышеперечисленного в состав инструментария входят компоненты для разработки тре-

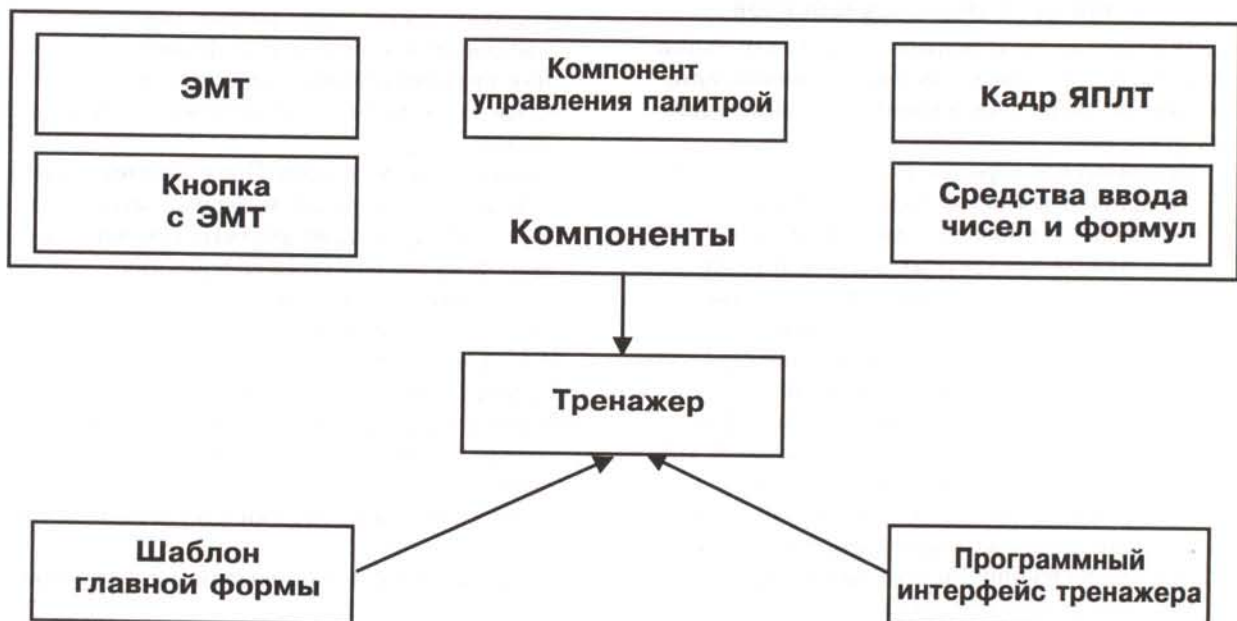


Рис. 2. Состав компонент для разработки тренажеров. ЭМТ – элемент математического текста. Под ЭМТ понимается неразрывный кусочек текста, формула или векторный рисунок, или их неразрывная комбинация. Под неразрывностью понимается невозможность переноса частей этого элемента на другую строку.

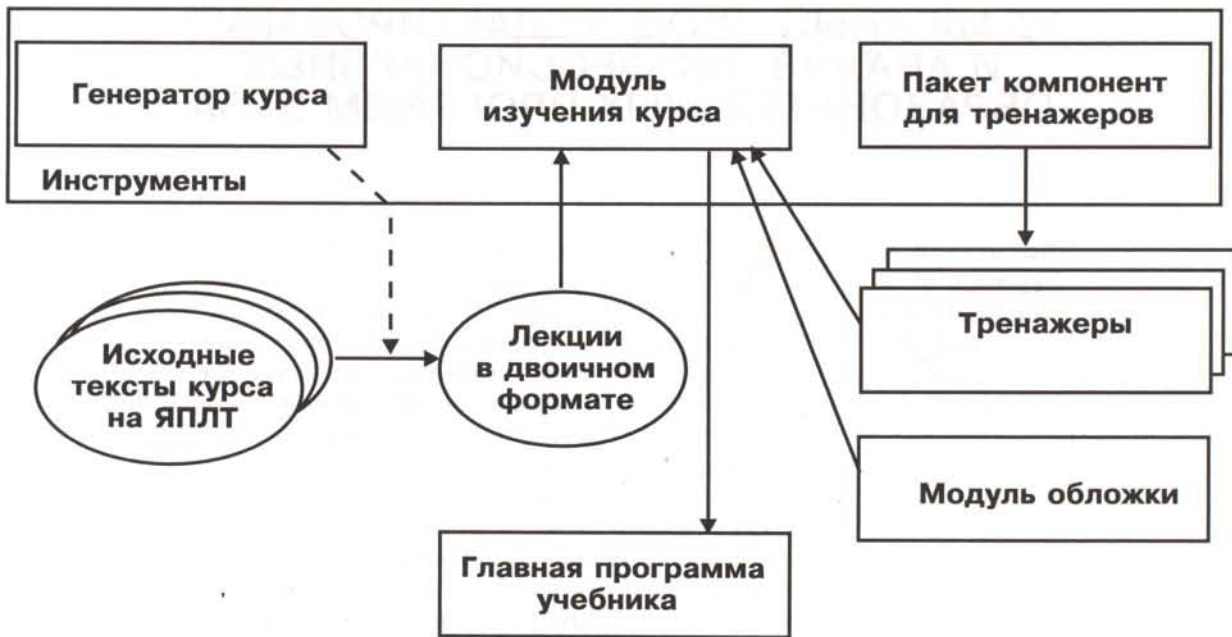


Рис. 3. Разработка КУП

нажеров. Более подробно состав этих компонент представлен на рисунке 2.

Компонент «ЭМТ» используется для представления частей математического текста. В дополнение к нему реализован компонент «Кнопка с ЭМТ». Данный компонент используется для организации интерфейса с пользователем. Для того же используются средства ввода чисел и формул. Для организации общего стиля интерфейса используется компонент управления палитрой. Данный компонент завязан с модулем обложки (см. ниже).

Все компоненты реализованы в системе программирования Borland C++Builder, есть также вариант реализации этих компонент для Borland Delphi. Однако, разработчик тренажеров не привязан жестко к данным средствам разработки, и может воспользоваться любыми другими средствами. Главное требование – чтобы все тренажеры реализовывались в виде динамических библиотек, со стандартным программным интерфейсом тренажера (так называемый PlugIn). Одним из важных требований к тренажеру является возможность масштабирования. Если разработчик пользуется предлагаемым ему инструментарием, то это обеспечивается шаблоном главной формы тренажера.

В настоящее время состав компонент для разработки тренажеров расширяется. И предполагается включить туда некоторый набор специальных инструментальных средств, таких, как тренажер решения задач по сценарию и кнопочный тренажер. В этом случае разработчик тренажеров будет полностью отвязан от общих средств программирования и будет использовать специальные языки программирования, ориентированные на разработку именно данного типа тренажера.

Разработка курсов

На рисунке 3 представлено взаимодействие компонент инструментальной системы при разработке КУП.

Сплошными стрелками на рисунке показано использование компонент друг другом (так называемая «сцепка»), пунктирная стрелка показывает использование генератора курса для получения лекций в двоичном формате. Как видно из рисунка, разработчику курса необходимо представить текст курса на языке ЯПЛТ. В тексте курса также проставляются ссылки на тренажеры и прочие дополнительные компоненты КУП. Тренажеры разрабатываются по технологии приведенной выше. При помощи генератора курса формируются лекции в формате, годном для использованию модулем изучения курса.

Дополнительно к этому разработчик курса может создать свой собственный модуль обложки, в который входит заставка и так называемый «skin» (шкура) – набор параметров отображения текста лекций, тренажеров и прочих составных частей курса. Также может быть разработана собственная главная программа.

Заключение

В ближайшем будущем при помощи описанного выше инструментария предполагается создать еще 3 учебника по высшей математике:

1. «Интегральное исчисление и дифференциальные уравнения»;
2. «Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования»;
3. «Теория вероятностей».