

Компьютерное учебное пособие "Высшая математика"
для инженерных специальностей

Сливина Н.А.,
Московский энергетический институт

Фомин С.С.,
Российский НИИ информационных систем

***Аннотация.** В статье представлено компьютерное учебное пособие "Высшая математика" для инженерных специальностей вузов. Пособие включает 17 компьютерных программ учебного назначения. С помощью программ пакета можно решить практически любую задачу из курса высшей математики. Пакет записан на CD-ROM.*

***Ключевые слова:** компьютерные программы учебного назначения, компьютерный лабораторный практикум, инструментальная система HM-Card.*

***Дисциплины:** педагогика, информатика*

Введение

Трудно найти в России университет, институт, кафедру (гуманитарную, естественно-научную, инженерную), где не предпринимаются попытки использовать современные компьютерные технологии в учебном процессе. В стране малыми творческими коллективами (1-3 человека) производится огромное количество компьютерных обучающих программ, предназначенных для образовательных целей. Такие программы создаются также многими негосударственными организациями.

Представляя читателям журнала новый отечественный программный продукт - компьютерное учебное пособие "Высшая математика" для инженерных специальностей, авторы хотели бы рассказать об одном из подходов к проблеме "компьютер в образовании", реальным воплощением которого и является это пособие.

Ситуация с использованием компьютеров в образовании парадоксальна. С одной стороны, компьютерные программы учебного назначения производились всегда и везде. С самого начала компьютерной эры, как только в школе, вузе, научном учреждении появлялось работающее электронное вычислительное устройство, немедленно обнаруживался хотя бы один человек (энтузиаст, фанатик, маньяк) который начинал производить компьютерные

программы, предназначенные для обучения. С другой стороны, реально компьютеры используются в обучении очень мало (исключая "науки о компьютерах"), и, как правило, занимаются этим сами разработчики или их коллеги. Почему? Кустарные авторские программы обычно поддерживают изучение сравнительно небольшой части курса, жестко привязаны к конкретной методике подачи материала, к конкретному учебному плану, плохо документированы или вообще не имеют соответствующей методической документации.

Похожая ситуация с использованием в образовании универсальных математических пакетов, таких как Mathematica, MathCad, MapleV, Derive, MatLab и др. Эти программы привлекают своими мощными графическими и вычислительными возможностями, а также возможностью производить аналитические преобразования (символьные вычисления). Преподавателю, овладевшему навыками работы с подобным пакетом, как правило, удастся эффективно использовать его в обучении. На базе универсальных пакетов создаются специальные программы для образования (например, StudyWorks фирмы MathSoft, созданная на основе - MathCad), разрабатываются средства создания учебных курсов. Однако, несмотря на то, что математические пакеты давно известны и достаточно широко распространены, нельзя пока говорить об адекватном использовании их в учебном процессе. Почему? Поскольку изначально пакеты разрабатывались для поддержки научных и инженерных исследований, их интерфейс плохо приспособлен для образовательных целей. Из-за этого возникают проблемы с освоением пакета (пользователь - учащийся или преподаватель - должен освоить интерфейс или командный язык пакета). Зачастую усилия по освоению содержательной (с точки зрения изучаемой дисциплины) части задачи сопоставимы с усилиями, затраченными на решение чисто технических вопросов, связанных со способом записи задачи и интерпретации полученного результата в среде конкретного пакета.

Несмотря на крайнюю бедность рынка, спрос на компьютерные программы учебного назначения растет. Немногие имеющиеся программы либо решают частные проблемы (обучение английскому языку, повышение грамотности, обучение арифметике и т.п., т.е. ориентированы преимущественно на детей до 12 лет), либо не имеют адекватного методического сопровождения. Появление образовательных CD-ROMов ситуации не изменило (как правило, это английский язык для малышей и подростков, детские энциклопедии, музеи, исторические и географические экскурсии, фрагменты курсов по математике для младшей школы, развивающие игры).

В результате обсуждения большого числа самых различных компьютерных программ учебного назначения по математике, физике, механике, программ для школ и для вузов (как авторских, так и созданных на базе универсальных пакетов) на семинаре "Компьютеры в

математическом образовании инженеров", который несколько лет работает на кафедре высшей математики в МЭИ, и анализа фонда компьютерных обучающих программ РосНИИ ИС удалось выработать конструктивный подход к проблеме.

Этот подход состоит в том, чтобы попытаться объединить существующие учебные математические программы, реализованные разными авторами, в пакет на единой методической основе, с тем, чтобы получить достаточно полную компьютерную поддержку курса высшей математики для инженерных вузов, т.е. компьютерную программу, которая окажет помощь в преподавании этого курса.

По результатам экспертиз и опытной эксплуатации было отобрано 17 учебных математических программ, созданных в ведущих вузах России: МГУ, МФТИ, МЭИ. Вместе взятые, эти программы позволяют решить практически любую задачу из курса высшей математики для инженерных специальностей, причем в ряде случаев учащиеся избавляются от необходимости проведения кропотливых вычислений и получают наглядную графическую интерпретацию результатов. В Российском НИИ информационных систем совместно с авторами программ и с помощью инструментальной системы НМ-Card (см. ниже) отобранные учебные математические программы были объединены в единый пакет.

Пакет может быть полезен *системе образования* в целом, т.к. уже сейчас содержит все необходимые средства для введения компьютера в процесс изучения высшей математики на комплексной основе, что позволит повысить эффективность процесса обучения.

Пакет может быть полезен *преподавателям*, поскольку содержит только средства решения задач и методическая сторона его применения полностью определяется самим преподавателем. Таким образом, можно сказать, что пакет свободен от методического диктата какой-либо школы.

Мы надеемся, что пакет будет полезен *учащимся*, так как содержит не только средства решения задач (собственно учебные математические программы), но также демонстрационные программы (демо-ролики), показывающие, как с помощью конкретной программы пакета можно решить ту или иную задачу. Кроме того, пакет предназначен для поддержки курса высшей математики (индекс ЕН.01.01), определенного в ряде образовательных стандартов по инженерным специальностям, и, таким образом, может использоваться учащимися очной и заочной формы обучения практически в любом инженерном вузе страны.

Учитывая вышесказанное, созданный пакет учебных программ можно определить как компьютерное учебное пособие по высшей математике - пособие, *помогающее освоению курса высшей математики с помощью компьютера.*

Одно из самых важных свойств предлагаемого пакета состоит в том, что он, в силу особенностей его организации и примененных инструментальных средств, позволяет объединить в единое целое (для обеспечения комплексной компьютерной поддержки изучения математических дисциплин) работы разных авторов, каждая из которых хорошо выполняет свою локальную задачу. Пакет открыт для включения в него самых разнообразных программ, помогающих изучать математические дисциплины. На определенную "методическую полку" можно положить работы авторов, принадлежащих разным школам. Это позволит учащимся и преподавателям выбрать и использовать при изучении дисциплины те средства, которые их устраивают. Пакет также открыт для подключения к нему любого универсального математического пакета, что позволяет создать высокоэффективную среду для изучения математических дисциплин, включающую в себя как учебные программы, так и "промышленные" пакеты.

Состав и свойства компьютерного учебного пособия

Компьютерное учебное пособие "Высшая математика" для инженерных специальностей представляет собой библиотеку учебных математических пакетов и Навигатор по курсу "Высшая математика".

Библиотеку составляют 17 компьютерных программ учебного назначения:

- Учебный математический пакет "ФОРМУЛА";
- Учебный математический пакет по линейной алгебре "МАТРИЦА";
- Учебный математический пакет "ОДУ"- "Обыкновенные дифференциальные уравнения".

Эта группа программ учебного назначения разработана в Московском энергетическом институте на кафедре высшей математики коллективом авторов: Кириллов А.И., Сливина Н.А., Чубров Е.В., Демускин А.С., Морозов К.А.

1. Лабораторный практикум по вычислительной математике, реализованный в виде единого блока, включающего 13 программ (лабораторных работ), каждая из которых посвящена отдельному разделу углубленного курса "Методы вычислений" ("Вычислительная математика").

Практикум создан на кафедре вычислительной математики МФТИ. Научный руководитель - Рябенский В.С. Коллектив авторов: Петров. И.Б. (руководитель), Иванов В.Д., Коротин П.Н., Косарев В.И., Пирогов В.Б., Северов Д.С., Тормасов А.Г., Устюжников С.В.

2. Компьютерная система контроля знаний по высшей математике "Обыкновенные дифференциальные уравнения".

Система контроля знаний разработана в МГУ на кафедре дифференциальных уравнений. Авторы разработки: Баула В.Г., Локшин Б.Я., Розов Н.Х., Сушко В.Г., Шикин Е.В.

Остановимся подробнее на **назначении и возможностях учебных пакетов**, входящих в состав компьютерного учебного пособия.

Предметно-ориентированный учебный пакет "МАТРИЦА" обеспечивает компьютерную поддержку изучению линейной алгебры и аналитической геометрии.

С помощью пакета можно исследовать широкий круг точных и приближенных алгоритмов линейной алгебры. Настоящий пакет позволяет производить в автоматическом режиме наиболее часто встречающиеся вычисления и исследовать свойства соответствующих алгоритмов.

Пакет "ФОРМУЛА" - предметно-ориентированная среда для решения задач математического анализа и приближенных вычислений. Программа обладает широкими вычислительными и графическими возможностями. С помощью "ФОРМУЛЫ" можно производить разнообразные вычисления - от вычисления арифметических выражений до вычисления значений специальных функций, частичных сумм ряда и дифференцирования в аналитическом виде функций одной и нескольких переменных. В пакете можно организовать циклические вычисления, реализовать и исследовать простейшие вычислительные алгоритмы, исследовать математические модели в динамике. Графические возможности пакета полностью обеспечивают потребности классического курса анализа. Дружественный (прозрачный) интерфейс и эффективная организация вычислительных процедур позволяют иллюстрировать и исследовать достаточно сложные модели.

Основное назначение пакета "ОДУ" - помочь понять качественные аспекты теории дифференциальных уравнений путем рассмотрения большого количества содержательных примеров и решения многих задач, с которыми без помощи компьютера справиться студенту сложно, а часто и непосильно справиться. Пакет позволяет ввести и исследовать

произвольное дифференциальное уравнение или систему дифференциальных уравнений до шестого порядка включительно. Пакет также имеет дружелюбный и логичный интерфейс.

Лабораторный практикум по вычислительной математике дает возможность освоить наиболее известные численные методы, традиционно используемые при решении научных и практических задач. Пакет прививает навыки исследования свойств численных алгоритмов, позволяет понять границы их предпочтительной применимости. Графические возможности программ пакета и продуманный, вычлненный интерфейс, единый для всех этих программ, позволяют в понятной и наглядной форме познакомиться с характерными эффектами, возникающими при численном решении практических задач. Каждая программа пакета содержит встроенный учебник и задачник, а также рекомендуемый маршрут изучения соответствующего раздела, т.е. методическое сопровождение, обобщающее ценный методический опыт кафедры вычислительной математики одного из ведущих вузов России.

Пакет позволяет изучить следующие разделы: погрешности в вычислениях; интерполирование функций; численное решение систем линейных уравнений; переопределенные системы линейных уравнений; метод наименьших квадратов; численное решение нелинейных уравнений и систем; численное интегрирование; численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений; численное решение уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типа.

Как видно из приведенного списка, помимо курсов вычислительной математики лабораторный практикум можно эффективно использовать при изучении курсов математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений и уравнений математической физики.

Компьютерная система контроля знаний по высшей математике "Обыкновенные дифференциальные уравнения" представляет собой замечательный задачник, содержащий более 300 задач, составленных известными специалистами по дифференциальным уравнениям - квалифицированными преподавателями, имеющими многолетний опыт преподавания дифференциальных уравнений в Московском государственном университете.

Навигатор компьютерного учебного пособия построен как система иерархических меню, позволяющая перемещаться по разделам, подразделам и темам курса высшей математики для инженерных специальностей. Кроме того, Навигатор знакомит с основными функциональными возможностями каждого учебного математического пакета, включенного в библиотеку, приемами работы с ним и помогает понять, как можно применить конкретный учебный математический пакет для решения задач из курса высшей математики. С этой целью в Навигатор включено более сотни примеров решения типовых задач из стандартных

задачников. Примеры выполнены в виде демонстрационных роликов с подробным разъяснением хода решения задач. Меню самого нижнего уровня состоит из двух частей: перечня задач, которые можно решать в рамках конкретной темы, и строки с названием учебного математического пакета из библиотеки, помогающего решать задачи по данной теме. При выборе в меню названия решаемой задачи происходит вызов демонстрационного ролика или последовательности слайдов, содержащих копии экрана на различных этапах решения задачи с помощью конкретного учебного пакета. Таким образом, навигатор позволяет учащемуся придерживаться рамок изучаемого курса, получать информацию о способах решения типовых задач с помощью демонстрационных роликов и вызывать для решения своей задачи именно тот учебный пакет, который подходит для этой цели наилучшим образом.

С помощью Навигатора можно получить достаточно сведений о работе с конкретным учебным математическим пакетом: прочитать авторскую аннотацию, запустить демонстрационный ролик или, запустив конкретный пакет, воспользоваться встроенным механизмом помощи. Этой информации оказывается в большинстве случаев достаточно для того, чтобы освоить работу с любым из пакетов, собранных в учебном компьютерном пособии по высшей математике. Однако существует и "бумажная" составляющая компьютерного учебного пособия. Так, каждый из учебных математических пакетов, разработанный в МЭИ, сопровождается двумя брошюрами: "Руководством пользователя" и "Методическими указаниями к лабораторным работам". В "Руководстве пользователя" приводится подробное описание работы с учебным математическим пакетом, сопровождаемое иллюстрациями в виде копий экранов на различных этапах работы с пакетом. В "Методических указаниях к лабораторным работам" приводится теоретический материал и пример(ы) решения задачи с использованием пакета. Этапы решения задачи иллюстрируются копиями экрана пакета.

Комплекс лабораторных работ по вычислительной математике (МФТИ) также сопровождается набором методических пособий по выполнению лабораторных работ, содержит теоретический материал и задания, которые необходимо выполнить. Общий объем методических пособий - 20 брошюр, около 400 страниц.

Инструмент создания компьютерного учебного пособия

Навигатор компьютерного учебного пособия реализован с помощью многофункциональной инструментальной гипермедиа системы НМ-Card. Эта

инструментальная система, разработанная в Технологическом Университете г. Грац (Австрия), предназначена для создания, прежде всего, компьютерных программ учебного назначения различного типа.

HM-Card, как и созданная с ее помощью обучающая программа, функционирует под управлением Windows (версия 3.1 и выше).

Укажем некоторые особенности HM-Card:

- функционально-полный редактор векторной графики;
- макроопределения группы объектов как нового объекта;
- специальные экранные эффекты;
- анимация объектов на экране;
- импорт внешних файлов (тексты, графика, звук, видео и т.п.);
- прямое обращение к DLL-библиотекам и возможность запуска из программы, реализованной с помощью HM-Card других Windows приложений;
- интерфейс OLE с другими Windows приложениями;
- упаковка программного продукта, изготовленного с помощью HM-Card, в компактный файл, предназначенный для установки на серверы сети Internet;
- изготовление программного продукта, реализованного с помощью HM-Card, в виде исполняемого модуля (*.exe).

Более подробно об этой инструментальной системе, созданной в ходе реализации одного из образовательных Европейских проектов, можно узнать из информации, помещенной на WWW-сервер РосНИИ ИС (раздел "Образовательная страница"). Адрес сервера: <http://www.riis.ru>.

Инструментальная система HM-Card позволяет вызывать из созданного программного продукта внешние программы, в том числе и разработанные для MS-DOS. Такая возможность позволяет, как бы вдохнуть вторую жизнь в разрозненные, одиночные, но хорошо и надежно сделанные "старые программы", снабдив их методическими пособиями, демо-роликами и включив их с помощью Навигатора в единый тематический блок программ учебного назначения.

Навигатор вместе с демо-роликами и учебными математическими пакетами занимает на жестком диске менее 20Мбайт. Современные технологии дают возможность удобного хранения значительных по объему программ на едином носителе, поэтому компьютерное учебное пособие по высшей математике записано на CD-ROM.

Перспективы использования в сетях

Технических трудностей для размещения компьютерного учебного пособия по высшей математике на WWW-серверах в сети Internet не существует. Инструментальная система HM-Card, с помощью которой создан Навигатор, позволяет получать упакованные файлы с образом программного продукта, предназначенные для передачи по сети. На WWW-сервере РосНИИ ИС помещено несколько программ, изготовленных с помощью HM-Card, в том числе демонстрационный ролик, раскрывающий возможности этой инструментальной системы и учебная программа "Объектно-ориентированные базы данных" (на английском языке). Предварительно настроив программу просмотра Netscape Navigator (процедура описана на "Образовательной странице"), можно запустить эти программы на выполнение непосредственно с сервера РосНИИ ИС. На сервере РосНИИ ИС развернута демо-версия компьютерного учебного пособия для свободного доступа к нему.

Точно так же, как и в случае с размещением обучающей программы на сервере Internet, ее можно поместить на сервер локальной сети учебного заведения и использовать программу просмотра Netscape Navigator для запуска обучающей программы на локальной рабочей станции.

Заключение

Предлагаемое компьютерное учебное пособие, разработанное на основе образовательных стандартов, является первым пособием такого уровня в нашей стране, и мы надеемся, что оно будет полезно как преподавателям (для подготовки лекционных и семинарских демонстраций, контрольных заданий, для проведения занятий в компьютерных классах и разработки новых современных курсов), так и студентам (изучающим предмет под руководством преподавателя, работающим самостоятельно или углубляющим свои знания, - студентам различной формы обучения и разного уровня подготовки). Необходимо отметить, что все программы используются, используются авторами в течение ряда лет в реальном учебном процессе, а также в научных исследованиях и методической работе; этими программами пользуются студенты для самообразования и при подготовке дипломных работ, причем, что очень важно, - в различных вузах.

Метод, который был использован при создании компьютерного учебного пособия по высшей математике, позволяет строить блоки целостной компьютерной поддержки курсов по произвольным учебным дисциплинам.

Навигатор компьютерного учебного пособия по высшей математике открыт для модификации: можно расширить список разделов и тем, включить новые учебные пакеты, ввести в меню конкретного раздела несколько программ с близкими возможностями. Таким

образом, можно наращивать компьютерное учебное пособие, объединяя в нем разработки различных университетов, вузов и конкретных авторов. Этот подход позволяет создать коллективными усилиями программный продукт учебного назначения, удовлетворяющий требованиям значительного числа учащихся, и избежать при этом, так называемого, методического диктата какой-то одной школы или направления. Учащиеся при этом будут иметь возможность выбрать из нескольких учебных средств наиболее им подходящее. Учебные математические пакеты, включенные в настоящую версию компьютерного учебного пособия, частично перекрываются по своим возможностям, поэтому уже сейчас можно выбирать методику и конкретный пакет по своему вкусу.

Авторы видят в пилотном проекте компьютерного учебного пособия по высшей математике возможный прототип аналогичных проектов по другим дисциплинам.

Работа по совершенствованию пособия продолжается. Приглашаем всех заинтересованных к сотрудничеству. Со всеми вопросами можно обращаться в отдел обучающих программных средств РосНИИ ИС или в методический кабинет при кафедре высшей математики МЭИ.