

УДК 378.14:004

О.А. ПИЩУХИНА, Д.В. БИРЮКОВА, О.В. КЛИМЕНКО

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ

Рассмотрены методы и подходы, используемые для разработки компьютерных средств обучения, сформирован подход к разработке обучающих программ для выбранной предметной области, приведены результаты реализации используемого подхода на примере обучающих программ решения дифференциальных уравнений.

компьютерные средства обучения, информационная технология, алгоритмы, программное обеспечение

Введение

Изменения в образовательной сфере высших учебных заведений Украины в соответствии с требованиями Болонского процесса, характеризующиеся уменьшением аудиторных занятий, а также самостоятельным освоением студентами ряда дисциплин, определяют необходимость разработки дополнительных средств организационного и методического обеспечения учебного процесса. Вместе с тем следует отметить снижение уровня подготовки учащихся средней школы как в общеобразовательном цикле в целом, так и по дисциплинам технического профиля, таким как математика, физика, информатика, являющимся базовыми для технических вузов.

Противоречие между недостаточной базовой подготовкой студентов и необходимостью глубокого изучения ряда технических дисциплин, их эффективного усвоения в полном объеме для получения соответствующей квалификации специалиста, конкурентоспособного на современном рынке труда, приводит к существенному увеличению нагрузки на преподавателя вуза.

Одним из эффективных путей разрешения указанного противоречия является разработка компьютерных обучающих программ (ОП), обеспечивающих предоставление предметного теоретического

материала, возможность его многократного повторения и закрепления, а также позволяющих осуществить неоднократный контроль полученных навыков и умений путем итерационного решения практических задач с возможностью возврата к теоретическому материалу.

С целью подготовки высококлассных специалистов на кафедре систем управления летательными аппаратами Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» начата разработка комплекса компьютерных обучающих программ для студентов специальности «Системы управления и автоматика» [1].

Формулирование проблемы. В рамках решения данной задачи определена последовательность решения следующих подзадач:

- 1) проанализировать существующие методы и подходы к разработке компьютерных обучающих программ;
- 2) сформировать подход к разработке компьютерных обучающих программ с учетом психологических особенностей восприятия и воспроизведения информации обучаемым, а также прямых и обратных связей процесса обучения;
- 3) определить предметную область разработки обучающих программ путем проведения системного анализа структуры учебных планов специальности

«Системы управления и автоматизации», базовых дисциплин и взаимосвязей между ними;

4) разработать алгоритмическое и программное обеспечение обучающих программ для сформированной предметной области.

Решение проблемы

В результате проведенного критического анализа множества существующих методов и подходов к разработке компьютерных программ автоматизированного обучения студентов выделены два основных подхода обучения, обеспечивающие наиболее эффективное взаимодействие элементов системы «преподаватель-программа-студент» [2]. В первом подходе в качестве признака классификации определен вид учебной деятельности, во втором – педагогическое назначение обучающей программы. Соответственно, все ОП с точки зрения видов учебной деятельности разделены на два класса: средства, предназначенные для групповой (аудиторной) работы и средства для самостоятельной работы. С точки зрения педагогического назначения все компьютерные средства обучения разделены на три типа: информационные, обеспечивающие непосредственно передачу информации; контролирующие, обеспечивающие обратную связь с обучаемым; обучающие, обеспечивающие замкнутый цикл управления [2].

Использование компьютерных технологий в учебном процессе базируется на концепции программированного обучения, представляющего собой управляемое обучение с прямыми и обратными связями и применение средств (программированный учебник, компьютер и др.) для осуществления таких связей.

Обратная связь в учебной деятельности в различных теориях рассматривается как форма подтверждения правильности ответа, а не деятельности учащегося. Так, Н. Скиннер определяет обучение как увеличение вероятности верного ответа, однако, столь упрощенное понимание этой деятельности

чревато серьезными методологическими просчетами. Как отмечает Дж. Наэм, нельзя безнаказанно пренебрегать законами психического развития человека, сводя его деятельность к реакциям на награду и наказание [2].

В психологии обучения выделяют два типа обратной связи: информационную и знание результата, каждая из которых выполняет свои функции и по-разному реализуется. В первом случае оказывается определенное вспомогательное воздействие для устранения допущенной обучаемым ошибки, во втором сообщается, что ответ правильный или неверный. Педагогическая ценность информационной обратной связи определяется тем, насколько в ней учтена мера помощи, в которой нуждается учащийся, насколько она учитывает характер ошибки и ее причины [2].

Учитывая вышесказанное, для разработки ОП была выбрана схема разветвленного программирования, предложенная Н.А. Краудером и основанная на выборе одного правильного ответа из нескольких возможных вариантов, которым предшествуют теоретические знания из определенной предметной области. Контрольные вопросы в данной схеме предназначены для следующего: проверить, знает ли учащийся материал, содержащийся в данном информационном блоке; в случае отрицательного ответа отсылать учащегося к обосновывающей ответ информации; обеспечить возможность закрепления основной информации с помощью рациональных упражнений, а также формирования требуемой мотивации обучаемого.

Если, например, основой линейной программы, предложенной Скиннером, является стремление избежать ошибок (управление ответами), то разветвленная программа сводится к управлению процессом мышления. В таких программах каждый типовой фрагмент содержит следующие элементы: теорию, упражнение, тест и подтверждение. Несмотря на различия в построении программ (по линейному или разветвленному принципу), соблюда-

ются некоторые единые требования к ее элементам. Так, количество информации представляет собой текст, являющийся относительно завершенной (в смысловом отношении) частью учебного материала по конкретной теме. Учебный текст выполняет множество функций, одной из которых является направленность на развитие логического мышления. Предлагаемое упражнение необходимо для формирования навыков и умений. Тест позволяет проверить степень усвоения информации, по результатам выполнения которого ученик получает указание о возможности перейти к следующему типовому фрагменту программы или выполнить задание снова. Наиболее часто такие программы используются для самостоятельного изучения учащимися нового материала.

В настоящее время создание обучающих про-

грамм является одним из приоритетных направлений развития кафедры «Системы управления летательными аппаратами», разработки которых осуществляются в течение последних нескольких лет [1].

С целью определения предметной области разработки обучающих программ, помогающих решать задачи проектирования систем управления (СУ) в рамках специальности «Системы управления и автоматизации», был проведен системный анализ учебных планов и дисциплин, являющихся базовыми для студентов этой специальности, таких как «Теория автоматического управления», «Основы моделирования систем», «Элементы и устройства систем автоматического управления», «Проектирование СУ», «Цифровые системы автоматического управления» и др. На рис. 1 представлена классификация дисциплин, изучаемых студентами данной специальности.



Рис. 1. Классификация учебных дисциплин

Одной из ключевых дисциплин, представляющих собой подготовительный курс для чтения «Теории автоматического управления», является дисциплина «Основы моделирования систем», которая изучается на втором курсе до начала деления студентов по специализациям, следовательно, отражаемый в ней материал не обладает узкоспециальным характером и рассчитан на широкий круг обучаемых.

Согласно системному подходу к данной разработке выделены основные группы задач в рамках данной дисциплины, требующие компьютерной поддержки с использованием современных информационных технологий.

Процессы управления в технических системах описываются с помощью различных идеальных моделей, начиная от вербальных, графических и заканчивая математическими [4].

Наиболее широкое использование получили линейные математические модели: в форме дифференциальных уравнений, передаточных функций, описания в пространстве состояний и др.

Решение задачи моделирования систем управления с использованием линейных дифференциальных уравнений (ДУ) представляет значительные трудности для студентов данной специальности и является одним из ключевых этапов подготовки специалистов в области систем управления техническими объектами.

Исходя из вышеуказанного, поставлена задача разработки обучающих программ, формирующих у студентов навыки и умения решения дифференциальных уравнений операторным методом и методом Эйлера.

Последовательность реализации такой программы в общем виде представлена с помощью алгоритма, приведенного на рис. 2, который отражает порядок выполнения этапов решения поставленной задачи.

Согласно выбранному подходу, обучающая программа решения дифференциальных уравнений операторным методом декомпозирована на несколько типовых фрагментов (рис. 3) в зависимости от правой части ДУ, отражающей входное воздействие системы управления: ступенчатое воздействие, гармонический сигнал, экспоненциальный сигнал, полином.

Каждый типовой фрагмент содержит блок упражнений (БУ), блок комментариев (БК) и информационный блок (ИБ), который является общим для всех фрагментов.

Фрагменты и их логические связи расположены наиболее удобно для усвоения учебного материала, согласно выбранной теории обучения. Несколько дополнительных фрагментов в начале обучающей программы посвящены созданию мотивации и общей ориентировки в учебном материале.

В процессе обучения, согласно схеме разветвленного программирования, студент получает зада-

ния (вопросы), обозначенные на рис. 3 как блок упражнений (БУ).

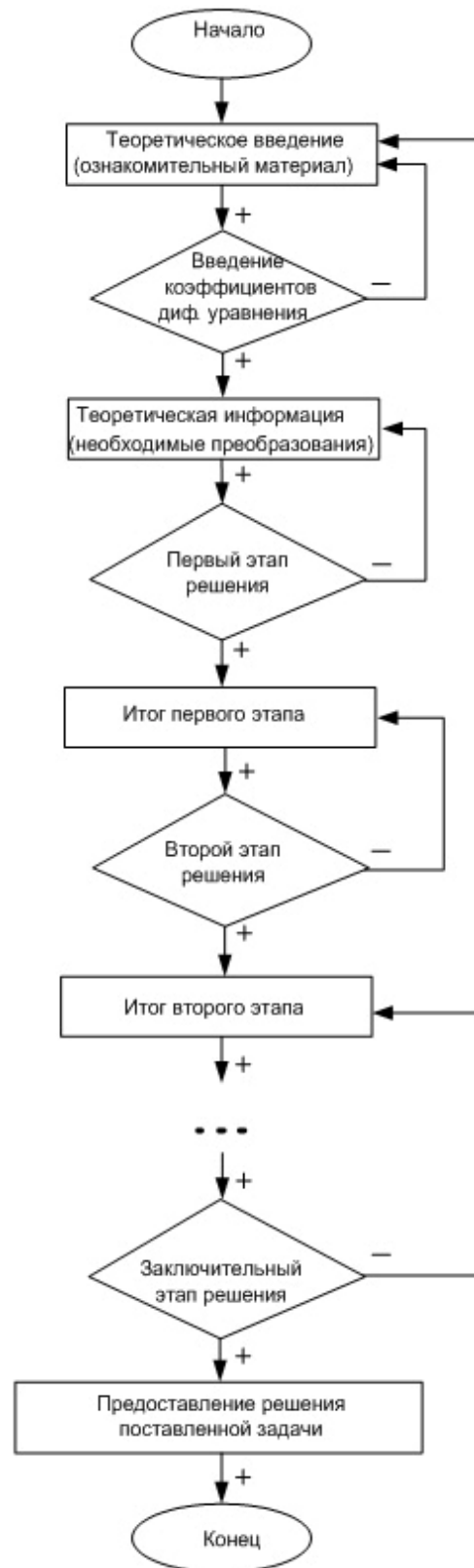


Рис. 2. Последовательность разработки обучающей программы в общем виде

Задания оформлены в виде текста, ответы к которым имеют различную форму, например, вопрос сопровождается ответами, из которых нужно выбрать один правильный, либо числовой ответ, полученный в результате предложенной задачи. Правильным считается ответ, полностью совпадающий с эталоном.

В ОП входят тренирующие и контрольные упражнения.

Первые использованы для осмысления и закрепления информации, с которой студент знакомится в информационном блоке, вторые – для диагностики и измерения усвоения изученного материала. Тренирующие упражнения неразрывно связаны с комментариями, являющимися информацией обратной связи.

Упражнения, сопровождаемые внутренней обратной связью, являются контрольными.

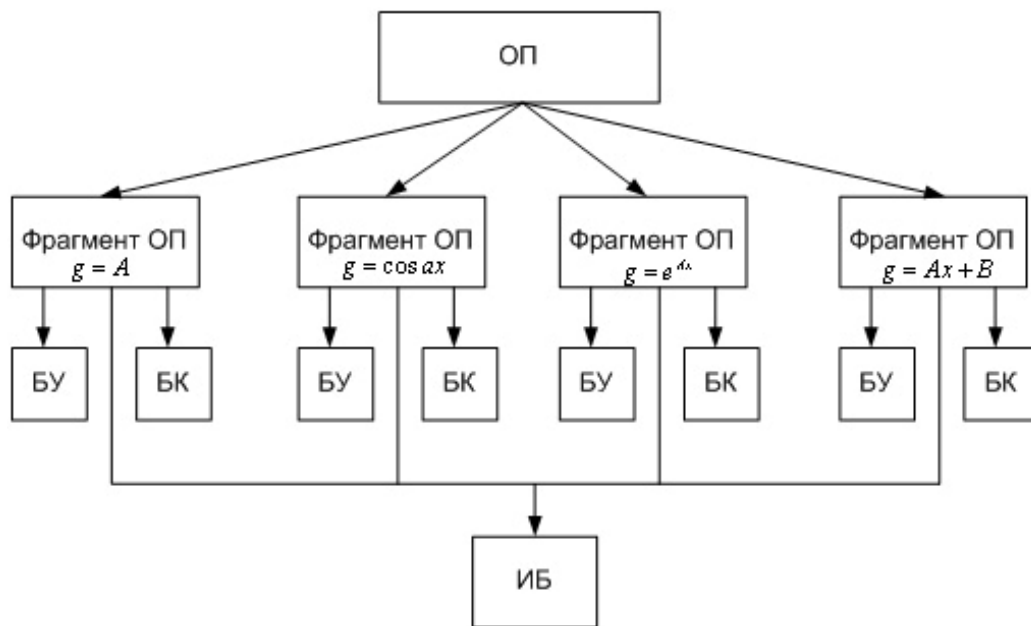


Рис. 3. Декомпозиция ОП решения дифференциального уравнения операторным методом

Еще одним из наиболее распространенных методов решения дифференциальных уравнений является метод Рунге-Кутты, получивший название метода Эйлера.

Этот метод заключается в замене производных отношением конечных приращений функций и аргумента в окрестности рабочей точки [4].

Для разработки обучающей программы решения дифференциальных уравнений с применением метода Эйлера целесообразно разбить поставленную задачу на несколько последовательных шагов. На начальном этапе следует ознакомить учащихся с данным методом, т.е. объяснить студентам его суть и показать важность его использования в рамках

данной специальности.

Здесь же необходимо напомнить учащимся о математических средствах, применяемых в ходе решения.

После того, как студенты ознакомились с теоретическим введением, осуществляется переход к первому этапу, который предусматривает ввод студентом заданных преподавателем коэффициентов дифференциального уравнения.

Затем следует информация, напоминающая учащемуся, как произвести замену производных согласно данному методу.

После того, как студент произвел замену, от него требуется решить полученное алгебраическое вы-

ражение относительно функции в момент времени $(k + 2)$, с помощью которого определяется каждое последующее значение функции на основании значений в предыдущий момент времени.

Таким образом, задавая начальные условия, студент должен построить таблицу, представляющую собой набор значений функции в разные последовательные моменты времени.

Результатом проведения всех этапов обучающей программы является график, представляющий собой переходную характеристику системы управления.

Приведенный алгоритм обучения реализован в виде отдельных модулей компьютерной системы обучения при помощи интегрированной среды разработки DELPHI 7.0 на языке программирования Object Pascal.

Заключение

В рамках информационной технологии создания ОП сформирован подход к разработке компьютерных обучающих программ, представляющих собой одно из приоритетных направлений компьютеризации в сфере образования современных вузов. Алгоритм используемого подхода, учитывающего психологические особенности восприятия и воспроизведения информации обучаемым, а также прямых и обратных связей процесса обучения, реализован в виде отдельных компонент комплекса компьютерных обучающих программ для выбранной предметной области.

Использование данной разработки при изучении базовых дисциплин специальности «Системы

управления и автоматики» позволяет обеспечить не только эффективное усвоение студентами предложенного теоретического материала, но и выработать умение решения описанных задач и закрепления полученных навыков решения дифференциальных уравнений, необходимых для проектирования систем управления.

Литература

1. Гуржий А.Н., Кривцов В.С., Кулик А.С., Мирная Е.В., Нечипорук Н.В., Чухрай А.Г. Информационно-аналитические модели управления техническими высшими учебными заведениями – Х.: ХАИ, 2004. – 386 с.
2. Проблемы внедрения компьютерных технологий в обучение: Сб. науч. тр. / Академия наук Украины. Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. Науч. совет АН Украины по пробл. «Кибернетика»; Редкол.: Гриценко В.И., Довгяло А.М. и др. – К., 1992. – 67 с.
3. Башмаков А.И., Башмакова И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
4. Кулик А.С. Основы моделирования систем: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Харьковский авиационный ин-т, 1998. – 95 с.

Поступила в редакцию 5.05.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.