

УДК 004.415:378

**КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

*канд. техн. наук, доц. Ю.В. ПОЛОЗКОВ, В.И. ЛУЦЕЙКОВИЧ
(Витебский государственный технологический университет)*

Рассматривается проблема комплексной автоматизации процессов интерактивного представления образовательного контента и выполнения геометро-графических заданий в ходе обучения начертательной геометрии. Построена процессная модель, на основе которой выполнен функциональный анализ образовательного процесса по графическим дисциплинам. С учетом анализа образовательного процесса предложена структурная схема интерактивного программного комплекса обучения и контроля знаний по начертательной геометрии. Рассмотрены вопросы реализации основных модулей этого программного комплекса – графического редактора и модуля автоматизации анализа выполненных задач.

Введение. В условиях постоянно развивающейся информационной среды, возрастающей роли управляемой самостоятельной работы и других особенностей преподавания графических дисциплин традиционный инструментальный и сложившиеся принципы обучения оказываются недостаточно эффективными в осуществлении образовательного процесса. Потенциал повышения эффективности кроется в преобразовании сложившихся учебных практик на основе разработки и внедрения методов осуществления, мониторинга и совершенствования образовательного процесса с применением современных обучающих систем, а также в создании новых автоматизированных средств представления и управления образовательным контентом и процессом [1 – 5]. Однако основной акцент исследований в данной области ставится на применение сетевых технологий в структурировании и представлении контента, а также на автоматизацию контроля знаний посредством тестового опроса, что для графических дисциплин является недостаточным как для подачи учебного материала, так и для адекватной оценки приобретенных образовательных компетенций. В процессе обучения графическим дисциплинам ключевое значение имеет возможность интерактивного управления контентом [6 – 8]. Интерактивное управление позволяет выдерживать дидактическую последовательность изложения материала, проследить ход решения геометрической задачи, гибко реагировать на сложности восприятия материала и т.п. Кроме того, в процессе формирования умений и навыков в решении геометро-графических задач, а также для оценки творческих способностей принципиальным условием является самостоятельное выполнение обучающимися геометрических построений, которые представляют собой неотъемлемую часть решения текущей задачи. Поэтому в данной работе рассматриваются актуальные вопросы разработки средств автоматизации и интерактивного управления учебным процессом и контентом для поддержки образовательного процесса по графическим дисциплинам.

Функциональный анализ образовательного процесса. Описание и системный анализ процессов производства и управления (бизнес-процессов) является залогом успешного достижения максимального эффекта в результате их преобразований. Основная цель преобразования образовательного процесса за счет разработки и внедрения интерактивного программного комплекса обучения и контроля знаний по начертательной геометрии заключается в повышении его эффективности. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

- сократить рутинную работу в процессе преподавания;
- улучшить организацию управляемой самостоятельной работы;
- реализовать механизмы адаптивного обучения;
- улучшить восприятие учебного материала;
- развить интерес к графическим предметам;
- усилить мотивации к выполнению заданий;
- повысить степень открытости обучения.

Функциональный анализ производственного процесса, в качестве которого в данном случае выступает образовательный процесс, составляет теоретическую основу в разработке новых средств его реализации. В этой связи с использованием методологии функционального моделирования IDEF была построена и проанализирована процессная модель образовательного процесса по графическим дисциплинам (рис. 1) [9]. На представленной диаграмме декомпозиции образовательного процесса по графическим дисциплинам показаны основные процессы, в качестве которых выступают применяемые на практике формы занятий, а также взаимосвязи между ними. Для этих форм занятий на втором уровне детализации также были построены IDEF-диаграммы. Все IDEF-диаграммы взаимосвязаны друг с другом и в

процессе моделирования могут далее детализироваться и уточняться в зависимости от целей и задач, возникающих, в том числе, при разработке автоматизированных систем обучения.

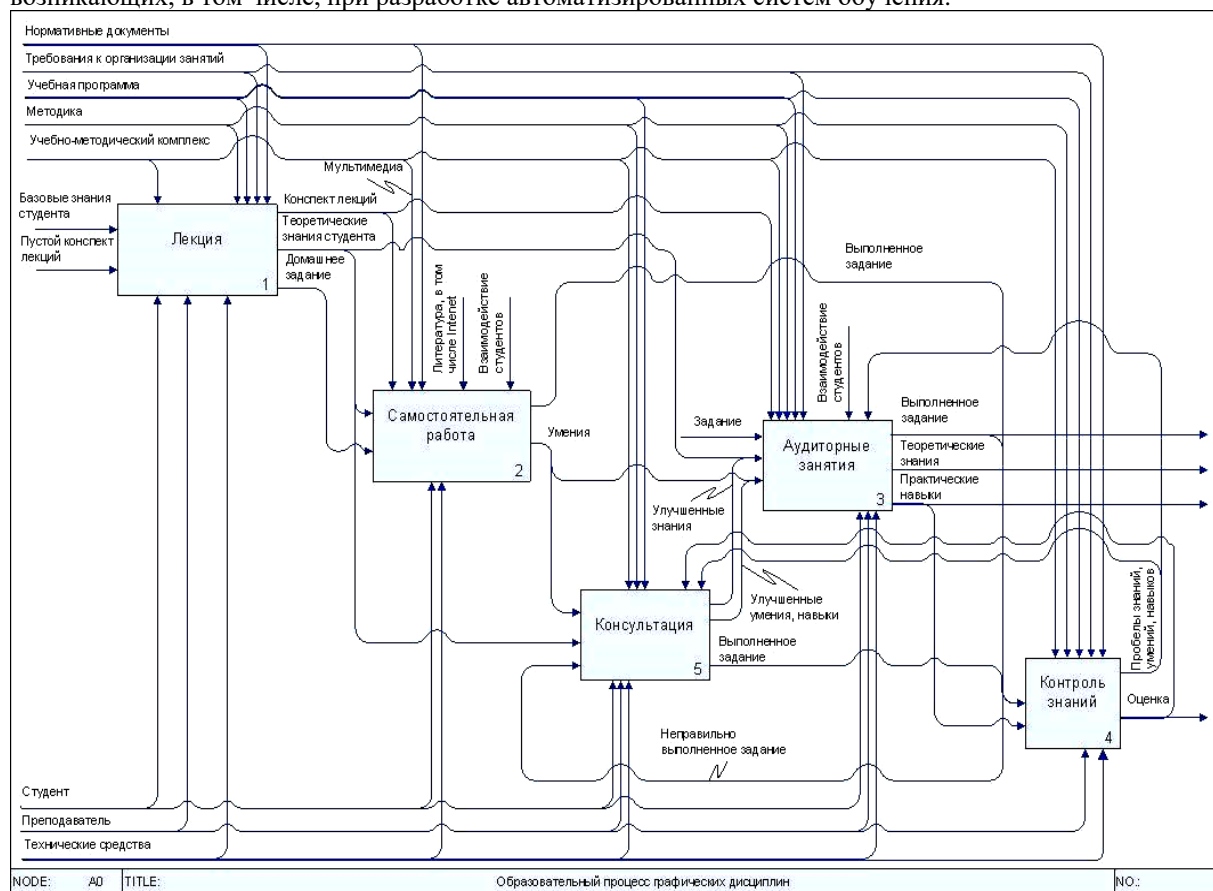


Рис. 1. IDEF-диаграмма декомпозиции образовательного процесса графических дисциплин

Анализ процессной модели показывает, что в целом образовательный процесс носит поступательный характер перехода от изложения материала на лекционном занятии через работу со студентом к получению им определенных теоретических знаний, умений и практических навыков по решению геометрографических задач. При этом имеют место обратные связи, концентрирующиеся в основном на выполнении заданий и оценке качества их выполнения. Как показывает практика, данные процессы являются наиболее трудоемкими для студента и рутинными для преподавателя. Обратные связи образуются в результате неправильного выполнения заданий, что в свою очередь является следствием недостаточного усвоения студентом теоретического материала, изложенного в ходе лекции. Рутинный характер действий преподавателя в процессах консультации и контроля знаний обусловлен необходимостью объяснения одного и того же материала последовательно нескольким студентам либо объяснения одного и того же материала в течение нескольких консультаций одному и тому же студенту в случае многократного допущения им однотипной ошибки при выполнении различных заданий. Таким образом, внедрение автоматизированных процедур, позволяющих получить требуемый отклик при активизации обратных связей, позволит сократить трудоемкость деятельности преподавателя, повысить эффективность самостоятельной работы студента и образовательного процесса в целом. При этом проектирование интерактивной системы управления обучением на основе комплексного подхода требует включения функций для поддержки каждой из используемых форм занятий.

Функционально-структурное моделирование интерактивного программного комплекса. В настоящее время для поддержки всех форм обучения применяются различные технологии интерактивного управления контентом. В практике преподавания графических дисциплин используются текстовые PDF-документы со встроенным просмотром импортированных 3D-моделей геометрических объектов, презентации с элементами анимации [10], видеоролики [11], анимационные ролики, созданные по Flash-технологии [8], и т.п. Сотрудниками кафедры «Инженерная графика» УО «ВГТУ» накоплен значительный опыт в создании и применении данных технологий в образовательном процессе. Разработаны комплекты методических материалов для поддержки интерактивного режима проведения лекций, практических работ в среде пакетов компьютерной графики, отработаны методики применения их на практике [6; 7; 12]. Особенность

интерактивных пособий, реализованных на базе САД-систем, заключается в обеспечении как линейного, так и нелинейного управления контентом. Это позволяет наряду с жесткой последовательностью изложения материала акцентировать внимание на наиболее сложных для восприятия моментах, оперативно устранять неточности в демонстрируемом материале, дополнительно демонстрировать заранее не заготовленные варианты построений и т.д. Расширение функциональных возможностей методических пособий средствами САД-систем в определенной степени создает имитацию традиционной деятельности преподавателя, выполняющего геометрические построения с помощью чертежных принадлежностей. Кроме того, обучаемый в ходе выполнения заданий одновременно осваивает работу в пакетах компьютерной графики и овладевает методами и приемами решения задач начертательной геометрии и инженерной графики путем самостоятельного выполнения построений, используя функционал САД-систем. Эти преимущества привели к широкому распространению подобных технологий в преподавании графических дисциплин в последние годы [13; 14]. Однако данные интерактивные технологии представляют собой лишь часть комплексного решения задач автоматизации и обеспечения интерактивности образовательного процесса по графическим дисциплинам, охватывающего автоматизированный контроль выполненных заданий, подстройку обучения под индивидуальные способности обучающегося и т.п.

Перспективные тенденции в развитии интерактивных технологий связываются с разработкой комплексных решений адаптивных обучающих систем, направленных на реализацию принципов обеспечения персонализированной траектории обучения, сквозной компьютеризации и дистанционного обучения [15 – 18]. Одним из таких решений является разрабатываемый на кафедре «Инженерная графика» УО «ВГТУ» интерактивный программный комплекс обучения и контроля знаний по начертательной геометрии, сочетающий достоинства интерактивного управления контентом в графическом редакторе, анимированных роликов и автоматизации контроля выполнения геометро-графических заданий. С учетом анализа процессной модели образовательного процесса по графическим дисциплинам в этот комплекс планируется включить следующие основные компоненты: *модуль авторизации; модуль компоновки курсов; модуль лекционного материала* (рис. 2); *модуль визуализации графических данных* (рис. 3); *модуль анализа выполненных заданий* (рис. 4); *модуль статистической обработки; модуль вывода данных*.

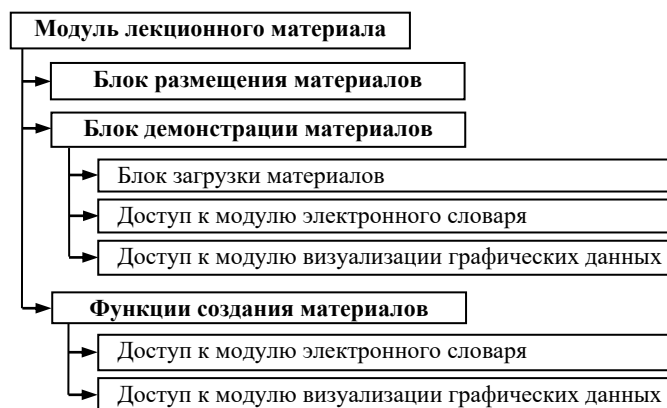


Рис. 2. Структурная схема модуля лекционного материала

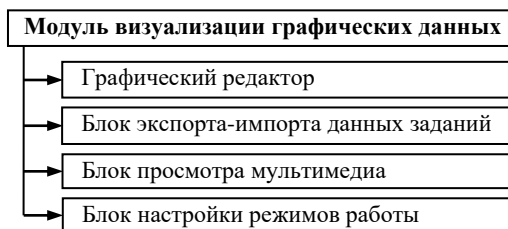


Рис. 3. Структурная схема модуля визуализации графических данных

Модуль авторизации предусмотрен для разделения функций основных участников и, соответственно, исполнителей образовательного процесса, которыми, как видно из IDEF-диаграммы (см. рис. 1), являются преподаватель и студент. При этом для обеспечения работоспособности системы и предупреждения сбоев в работе программного обеспечения должны предусматриваться функции администрирования.

Работа с лекционным материалом предусматривает функции размещения и компоновки материалов, реализованных в различных форматах (см. рис. 2). Демонстрация мультимедийных роликов и визуа-

лизации данных предусматривается посредством специальной формы в модуле визуализации графических данных разрабатываемого приложения (см. рис. 3). Ввиду специфики преподавания графических дисциплин необходимо реализовать возможность создания графических задач для чтения лекций и выполнения практических работ в плоской графике в графическом редакторе, непосредственно встроенном в программное обеспечение. Это позволит расширить возможности демонстрации решения и разработки задач как по сравнению с использованием традиционных САД-систем за счет устранения послойного представления частей контента, так и по сравнению с видеороликами и Flash-анимацией за счет обеспечения непосредственного редактирования графических элементов после остановки просмотра в требуемый момент времени. В ходе чтения лекций студенты знакомятся со значительным количеством специальных терминов, определения которых важно знать для правильной интерпретации и решения графических задач. Для наилучшего запоминания и применения терминологии предусмотрен электронный словарь-справочник терминов графики, который представляет собой интегрированное программное приложение с возможностью его вызова функциями программно-методического комплекса интерактивного обучения и контроля знаний.

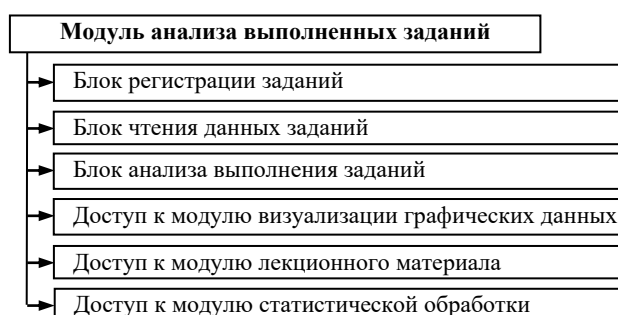


Рис. 4. Структурная схема модуля анализа выполненных заданий

В образовательном процессе студентам к выполнению могут предлагаться задания, как реализованные в пакетах компьютерной графики, так и созданные инструментами графического редактора разрабатываемого интерактивного комплекса. В обоих случаях проверка решений осуществляется в модуле анализа выполненных заданий, общая структура которого представлена на рисунке 4. Процедуры регистрации заданий предусматривают запись данных о студенте, предмете, времени на выполнение задания, количестве попыток решения и редактирования задач. В дальнейшем эта информация служит исходными данными статистической обработки результатов. Для возможности самостоятельного исправления студентами ошибочных решений предусмотрен блок адаптивной выдачи комментариев: комментариев-помощи; комментариев-разъяснений; комментариев-примеров и других. Комментарий может быть построен на основе теоретической текстовой информации разной степени детальности или на основе ролика мультимедиа, демонстрирующего выполнение требуемых действий для решения типовой задачи [15].

В целом основные модули программно-методического комплекса интерактивного обучения и контроля знаний и взаимосвязи между ними представлены на рисунке 5.

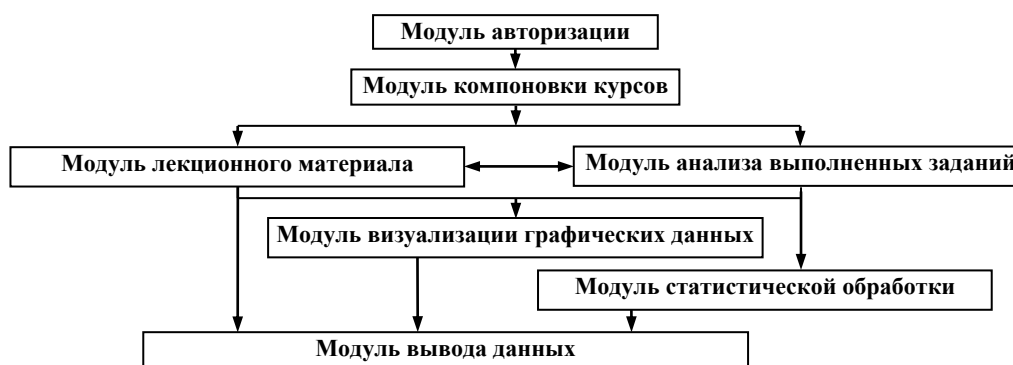


Рис. 5. Укрупненная структурная схема программно-методического комплекса интерактивного обучения и контроля знаний

Модульный подход при создании этого комплекса позволяет разрабатывать каждый модуль системы независимо от других, а в случае необходимости его модификации – свести к минимуму измене-

ния остальных модулей. Наиболее важными и трудоемкими проблемами в разработке данной интерактивной системы является алгоритмизация и программная реализация графического редактора и модуля автоматизации анализа выполненных задач.

Обеспечение интерактивности при решении геометро-графических задач. Типовые задания графических дисциплин, как правило, имеют ответ в виде графического изображения. Причем одним из принципиальных условий формирования и оценки компетенций в процессе обучения является самостоятельное выполнение испытуемым геометрических построений. Поэтому центральная роль в обеспечении интерактивности обучения отводится графическому редактору, который в данном случае выступает не только в качестве средства отображения графического изображения, но и в качестве инструмента геометрических построений. В разработке автоматизированных обучающе-контролирующих систем для графических дисциплин, в частности для начертательной геометрии, развиваются следующие подходы к обеспечению интерактивного решения геометро-графических задач:

- использование функционала широко применяемых САД-систем производственного назначения;
- разработка прикладных библиотек, расширяющих стандартные возможности широко применяемых САД-систем и работающих в их среде;
- программно-алгоритмическая реализация специальных графических редакторов.

Значительное преимущество первого подхода состоит в использовании огромного функционала САД-систем для подготовки лекционных и практических заданий, демонстрации лекционного материала в 2D/3D-режиме [6; 7; 12 – 14]. Особенность интерактивного чтения лекций в среде САД-систем заключается в пошаговой демонстрации материала, в процессе которой последующая часть графического изображения накладывается на предыдущую, последовательно формируя итоговое графическое решение задачи. При этом итоговое решение, как и все составляющие его части, может в любой момент редактироваться для достижения наилучшего восприятия излагаемого материала. Для реализации такой методики в процессе подготовки лекционных материалов отдельные части графического изображения создаются в специальных слоях применяемого пакета компьютерной графики. Однако, как показала практика, необходимость переключения слоев – основной недостаток данного подхода, так как это отвлекает обучаемых, а также вызывает затруднения в понимании сущности манипуляций, требуемых для геометрических построений и отрисовки примитивов. При выполнении практических работ основными недостатками являются: необходимость овладения обучаемым многочисленными функциями отрисовки и редактирования графических примитивов используемой САД-системы, ручной режим проверки выполненных заданий, невозможность реализации адаптивной выдачи комментариев.

Недостатки организации интерактивного выполнения задач практических занятий непосредственно в среде САД-систем частично могут быть устранены расширением стандартных возможностей пакетов компьютерной графики посредством прикладных библиотек. Такие библиотеки могут быть разработаны средствами языка AutoLISP для управления графическими объектами AutoCAD [19; 20] или стандартных сред программирования Visual Studio, Borland Pascal – для работы с Компас 3D, Autodesk Inventor и др. Наиболее целесообразно применение данного подхода для автоматизации процесса проверки электронных решений геометро-графических задач.

Повышение эффективности в решении проблемы обеспечения интерактивности и автоматизации образовательного процесса по графическим дисциплинам связывается с разработкой собственных графических редакторов [21 – 26]. Создание обучающих систем на базе собственных специализированных графических редакторов имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с применением универсальных САД-систем и разработкой прикладных библиотек: функциональная избыточность, возможность сквозной автоматизации процессов интерактивного обучения, гибкость в построении адаптивного обучения, возможность создания наиболее эффективных инструментов подготовки, представления и управления образовательным контентом. При этом главным недостатком специализированных графических редакторов является высокая трудоемкость их программно-алгоритмической реализации, особенно в части алгоритмизации и визуального 3D-представления задач на построение линии пересечения кривых поверхностей, на построение выреза, на построение видов и разрезов, изучаемых в проекционном черчении, и т.п. Кроме того, специализированные графические редакторы в подавляющем большинстве разрабатываются как альтернативные средства обучения промышленным САД-системам, вследствие чего не предусматриваются инструменты их взаимодействия. Это затрудняет внедрение новых обучающе-контролирующих систем в учебный процесс, основанный на применении универсальных пакетов компьютерной графики, осуществляемый в частности в УО «ВГТУ».

С учетом сложившейся практики компьютеризации образовательного процесса по графическим дисциплинам в УО «ВГТУ» для интерактивного программного комплекса обучения и контроля знаний по начертательной геометрии авторами разрабатывается специализированный графический редактор с функциями чтения универсальных форматов графических файлов. Данный графический редактор обес-

печивает построение точек и линий (в перспективе – дуг окружностей, окружностей и сплайнов); управление графическим окном (панорамирование и зумирование), а также ряд дополнительных функций: привязка графического курсора к сетке, объектная привязка курсора; автоматическое построение линий проекционной связи (рис. 6). Доступ к основному функционалу предоставляется иерархической объектной моделью (таблица): Чертеж – Графическая область – Плоскость проекций – Прimitives. К наиболее востребованным при работе командам доступ реализован также с помощью панелей инструментов: сверху – стандартная и панель управления рабочим окном, слева – панель рисования и редактирования.

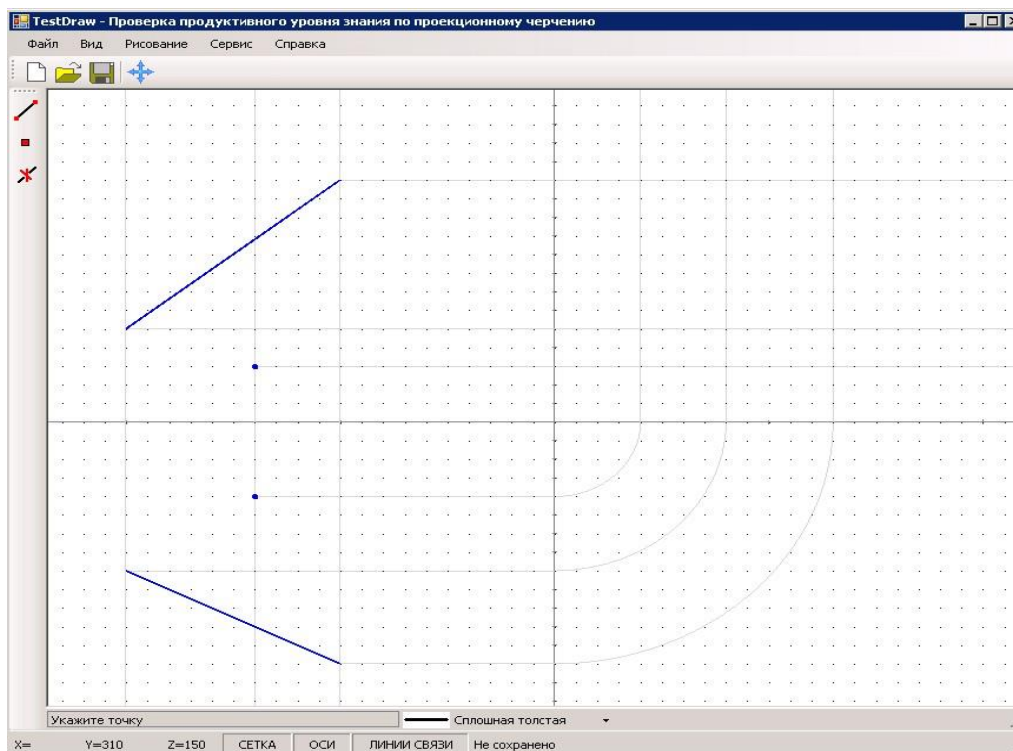


Рис. 6. Интерфейс специализированного графического редактора

Основные функции графического редактора

Чертеж (документ)	Режимы
	Процедуры работы с файлами
	Библиотека геометрических примитивов
	Библиотека геометрических функций и построений
Графическая область	Контейнер для плоскостей проекций
	Обработчики событий
Плоскость проекций	Контейнер для примитивов
	Система координат
	Аффинные преобразования
Примитив	Тип линии
	Слой
	Опорные точки (ручки)
	Методы рисования, выделения

В соответствии с разработанными классами объектов создаются экземпляры объектов. На низшей ступени объектной модели находятся классы примитивов – отрезок, вспомогательная прямая, дуга окружности, окружность, точка (с названием), вспомогательная точка (без названия), сплайн. Кроме наследуемых методов и свойств каждый конкретный объект имеет собственные методы. Код, хранящий описание примитивов, сконцентрирован в Библиотеке геометрических примитивов. На описании примитивов построена вспомогательная Библиотека геометрических функций и построений, в которой определены функции, используемые в различных ситуациях: расчет расстояний, контроль пересечений, перпендикулярности, параллельности и пр.

Хранение разработанных задач, содержащих текстовую и графическую (исходные и эталонные изображения) части, реализовано двумя процедурами: *запись данных* – преобразование текущего экземпляра Чертежа в текстовый вид и *чтение данных* – построение Чертежа (включая все дочерние объекты) по текстовым данным. Изображения хранятся в векторном виде в собственном формате. Способ хранения данных в виде текста позволяет сохранить разработанное задание в файле, кроме этого, возможно сохранение заданий в базе данных для обеспечения сетевого доступа. Обеспечение импорта геометрической информации из внешних источников осуществляется на основе чтения формата обмена данными STEP. В результате импорта графических данных формируются векторные изображения построенных в среде универсальных САД-систем задач, которые могут редактироваться инструментами представленного графического редактора и проверяться на правильность выполненных построений в автоматическом режиме. Таким образом, представленный графический редактор выступает при использовании в учебном процессе универсальных САД-систем не альтернативным, а дополнительным средством автоматизации процедур контроля и оценки решений геометро-графических задач, а также их исправления в случае обнаружения ошибок. Это способствует внедрению разрабатываемого программного комплекса в действующий учебный процесс без существенных изменений, связанных с подготовкой заданий к практическим занятиям, заданий для контроля знаний и т.п.

Автоматизация проверки выполнения геометро-графических заданий. С использованием инструментов графического редактора в интерактивном программном комплексе обучения и контроля знаний по начертательной геометрии предусмотрено несколько режимов работы: режим создания заданий (вычерчиваются исходные изображения и искомое эталонное, задаются критерии оценки, сложность и т.п.); режим тренировки (выполнение задания без ограничения по времени, с возможностью промежуточных проверок правильности построений); режим тестирования (с ограничением по времени и выставлением оценки). Для обеспечения сравнения все изображения жестко связаны с используемой системой координат. Предлагается два способа автоматизации проверки результатов выполнения задания:

- проверка ранее заданных условий;
- сравнение векторных изображений.

Метод проверки ранее заданных условий основан на том, что решение подразумевает именованные объекты (точки), координаты которых известны. Это позволяет в алгоритм проверки решения включить проверку выполнения этих условий (соответствия значений координат различных проекций точки, взаимного положения точек и геометрических примитивов и др.), а также составить сообщение пользователю о найденных ошибках и легко рассчитать численную оценку. Алгоритмы этого метода обеспечивают наибольшую точность контроля правильности выполнения геометрических задач и успешно используются в контролирующие-обучающих системах, описанных в [19; 20; 23; 24]. Недостатком данного метода является необходимость выполнения экзаменуемым формального оформления решения (количество объектов в решении, их обозначение и т.п.), а также реализация интерпретатора для записи и чтения этих условий из текстового вида. Кроме того, резко возрастает трудоемкость программно-алгоритмической реализации автоматизированного контроля задач, завершающих цикл обучения начертательной геометрии, например, связанных с построением комплексного чертежа пересекающихся тел.

Методы сравнения изображений основаны на анализе текущего изображения с заранее подготовленным шаблоном. Такие методы позволяют автоматизировать процесс контроля сложных геометрических задач, связанных с построением линии пересечения тел, вырезов, а также задач проекционного черчения. Однако требование жесткого соответствия выполненного графического задания имеющемуся шаблону существенно снижает универсальность применения этих методов. Это обусловлено необходимостью четкой постановки задачи, что является недостаточно эффективным при изучении принципов построения проекций геометрических объектов и их взаимного положения при выполнении комплексного чертежа, а также существованием множества правильных вариантов решения многих задач в проекционном черчении. Методы сравнения с шаблоном реализованы в контролирующие-обучающих системах, представленных в [22; 25; 26]. В рассматриваемом программном комплексе проверка заключается в сравнении координат точек и единичных отрезков, из которых состоит изображение. На экран выводится результат сравнения: геометрические объекты, которые различны на построенном и эталонном изображениях, выделяются цветом; производится количественный анализ отличий, на основе которого выставляется оценка [21].

Таким образом, в разрабатываемом интерактивном программном комплексе обучения и контроля знаний целесообразным является реализация на основе первого метода процедур автоматизированной проверки решений относительно несложных геометро-графических задач начертательной геометрии, связанных с построением проекций точек, отрезков частного и общего положения, инцидентности объектов, построением разверток, позиционных задач. На основе сравнения векторных изображений – реализация задач завершающего цикла обучения начертательной геометрии (построение линий пересечения тел, вырезов и др.) и задач проекционного черчения.

Заключение. Анализ опыта преподавания графических дисциплин с применением компьютерных технологий показал тенденцию перехода к автоматизированным контролирующе-обучающим системам, обеспечивающим наглядность и интерактивное управление образовательным контентом и процессом. Системное представление и анализ процессов IDEF-модели очной формы обучения по графическим дисциплинам позволили решить задачи начального этапа архитектурного проектирования интерактивного программного комплекса обучения и контроля знаний по начертательной геометрии. В ходе его разработки обоснована необходимость создания встроенного графического редактора как центрального модуля разрабатываемой системы, рассмотрены особенности его функционально-технической реализации. Предложены основные подходы к разработке автоматизированного модуля проверки выполнения геометрографических заданий, позволяющие оптимизировать гибкость в формализации условий предлагаемых задач и расширить вариативность их решений.

Дальнейшие исследования связываются с описанием поведения и характеристик, а также с непосредственной программно-алгоритмической реализацией отдельных компонентов архитектуры разрабатываемого комплекса с учетом анализа процессной модели на основе более глубокой ее детализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интерактивные технологии в дистанционном обучении: электрон. учеб.-метод. пособие / А.В. Сарафанов [и др.] [Электронный ресурс]: Электрон. дан. (25 Мб). – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 146 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. Осин, А.В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации / А.В. Осин [Электронный ресурс]. – 2003. – 250 с. – Режим доступа: <http://www.rnmc.ru/>. – Дата доступа: 17.05.2012.
3. Brusilovsky, P. Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies / P. Brusilovsky // Proceedings of Workshop «WWW-Based Tutoring» at the 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98) [Electronic resource]. – San Antonio, 1998. – Mode of access: <http://www1.cs.columbia.edu/~locasto/projects/web-education/papers/brusilovsky98adaptive.pdf>. – Date of access: 05.05.2013.
4. Доржиев, Ц.Ц. Компьютерная обучающая система как средство оптимизации учебной деятельности студентов: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Ц.Ц. Доржиев; Бурятский гос. ун-т. – Улан-Удэ, 2005. – 230 с.
5. Острожков, П.А. Технология организации самостоятельной работы студентов технических вузов в процессе графической подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / П.А. Острожков; Тамбовский гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2009. – 231 с.
6. Скоков, П.И. Компьютерная поддержка курса инженерной графики / П.И. Скоков, Ю.В. Полозков // Инновационные технологии в инженерном образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 27 – 28 апр. 2011 г. / Белорус. нац. техн. ун-т: под ред. В.Л. Соломахо. – Минск, 2011. – С. 124 – 127.
7. Бунина, Л.А. Компьютерные технологии в отработке практических навыков графической подготовки студентов / Л.А. Бунина, В.И. Луцейкович // Инновационные технологии в инженерном образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 27 – 28 апр. 2011 г. / Белорус. нац. техн. ун-т; под ред. В.Л. Соломахо. – Минск, 2011. – С. 221 – 223.
8. Гришаев, А.Н. Разработка электронных учебных пособий по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика» на основе flash-анимации с элементами интерактивности / А.Н. Гришаев // XLV Республ. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов, посв. Году книги: материалы междунар. науч.-техн. конф., Витебск, 27 апр. 2011 г. / Витебский гос. технолог. ун-т; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2012. – С. 491 – 494.
9. IDEF семейство методов структурированного подхода к моделированию деятельности предприятия и анализ [Электронный ресурс] / Knowledge Based Systems, Inc. Corporate. – 2010. – Режим доступа: <http://www.idef.com>. – Дата доступа: 21.09.2012.
10. Кальщикова, Е.В. Применение компьютерных технологий при создании мультимедийных слайд-лекций в начертательной геометрии. Поверхности и тела / Е.В. Кальщикова // Управление информационными ресурсами образовательных, научных и производственных организаций: материалы Всерос. науч. школы для молодежи, МаГУ, Магнитогорск, 18 – 25 окт. 2009 г. / Магнитогорский гос. ун-т; под общ. ред. В.П. Семенова [и др.]. – Магнитогорск: 2009. – С. 105 – 106.
11. Лалетин, В.А. Курс видеолекций по начертательной геометрии: учеб. пособие / В.А. Лалетин, Е.С. Дударь, И.Д. Столбова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – Ч. 1: Точка, прямая, плоскость. Способы преобразования чертежа. – 118 с.
12. Формирование творческой личности инженера в процессе графической подготовки: отчет о НИР (заключ.) / Витебский гос. технолог. ун-т; рук. С.И. Малашенков. – Витебск, 2010. – 94 с.

13. Хейфец, А.Л. Концепции нового учебного курса «Теоретические основы 3D-компьютерного геометрического моделирования» / А.Л. Хейфец // Проблемы геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и производстве: сб. материалов 1-й междунар. науч. конф., Москва, 24 – 26 июня 2008 г. / под ред. В.И. Якунина. – М.: МГИУ, 2008. – С. 373 – 377.
14. Вольхин, К. Изучение начертательной геометрии в свете информатизации инженерного графического образования / К. Вольхин // САПР и графика. – 2010. – № 11. – С. 70 – 72.
15. Зайцева, Л.В. Методы и модели адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения / Л.В. Зайцева // Educational Technology & Society. – 2003. – Vol. 6. – № 4. – P. 204 – 211.
16. Журкин, А.А. Информационно-коммуникационные технологии адапционного обучения с элементами искусственного интеллекта / А.А. Журкин // Ученые записки. Электронный науч. журнал Курского гос. ун-та [Электронный ресурс]. – 2012. – № 4(24), Т. 2. – С. 9. – Режим доступа: <http://scientific-notes.ru/pdf/028-030.pdf>. – Дата доступа: 20.03.2012.
17. Тархов, С.В. Адаптивное электронное обучение и оценка его эффективности / С.В. Тархов // Открытое образование. – № 5. – 2005. – С. 37 – 47.
18. Dagger, D. Personalisation for All: Making Adaptive Course Composition / D. Dagger, V. Wade, & O. Conlan // Easy Educational Technology & Society. – 2005. – Vol. 18, № 3. – P. 9 – 25.
19. Карабчевский, В.В. Автоматическая генерация решения задач начертательной геометрии как средство формирования эталонов в подсистеме тестирования / В.В. Карабчевский // Наукові праці Донецького нац. техн. ун-ту. Сер. Проблеми моделювання та автоматизації проектування. – Донецьк, 2002. – Вып. 52. – С. 94 – 99.
20. Доржиев, Ц.Ц. Педагогические программные средства / Ц.Ц. Доржиев, Л.Н. Рулиене // Материалы 10-й Всерос. науч.-практ. конф. (ТИПВСИТ), Улан-Удэ, 20 – 26 июля 2009 г. – Улан-Удэ, 2009. – Ч. 1. – С. 199 – 201.
21. Козинец, Д.Г. Программно-методический комплекс поддержки процесса графической подготовки и контроля знаний по начертательной геометрии / Д.Г. Козинец, Ю.В. Полозков // Инновационные технологии в инженерном образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 27 – 28 апр. 2011 г. / Белорус. нац. техн. ун-т; под ред. В.Л. Соломахо. – Минск, 2011. – С. 247 – 249.
22. Задруцкий, С.А. Решение задач по начертательной геометрии графоаналитическим способом с применением ПЭВМ: практикум для студентов всех специальностей БГУИР / С.А. Задруцкий, А.А. Резанко, В.А. Столер. – Минск: БГУИР, 2003. – 49 с.
23. Карабчевский, В.В. Визуальная среда разработки систем геометрического моделирования / В.В. Карабчевский, И.В. Хлепиться // Наукові праці Донецького нац. техн. ун-ту. Сер. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. – Донецьк, 2009. – Вып. 10(153). – С. 146 – 151.
24. Бобровских, А.С. Разработка обучающей системы для алгоритмов начертательной геометрии с использованием технологии автоматного программирования / А.С. Бобровских // Вестн. компьютерных и информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ugatu.ac.ru/ddo/reclama/elz-ng-1>. – Дата доступа: 25.11.2012.
25. Isotani, S. An algorithm for automatic checking of exercises in a dynamic geometry system: iGeom / S. Isotani, L.O. Brandao // Computers & Education. – 2008. – Vol. 51. – P. 1283 – 1303.
26. Pham, T.M. A Combination of a Dynamic Geometry Software With a Proof Assistant for Interactive Formal Proofs / T.M. Pham, Y. Bertot // Electronic Notes in Theoretical Computer Science. – 2012. – Vol. 285. – P. 43 – 55.

Поступила 19.06.2013

THE CONCEPT OF THE INTERACTIVE SOFTWARE FOR EDUCATION AND THE CHECKING OF KNOWLEDGE ON DESCRIPTIVE GEOMETRY

Yu. POLOZKOV, V. LUTSAIKOVICH

The issue under review is the complex automation of processes of interactive presentation of educational content and fulfillment of geometrical-graphic exercises in descriptive geometry. The IDEF-model is created to serve as a basis for functional analysis of educational process in graphic disciplines. Taking into account the analysis of educational process a block diagram of the interactive software for education and checking of knowledge on descriptive geometry has been worked out. The paper reviews the implementation of the following main modules of the suggested software: a graphic editor and a module of automatic checking of exercises results.