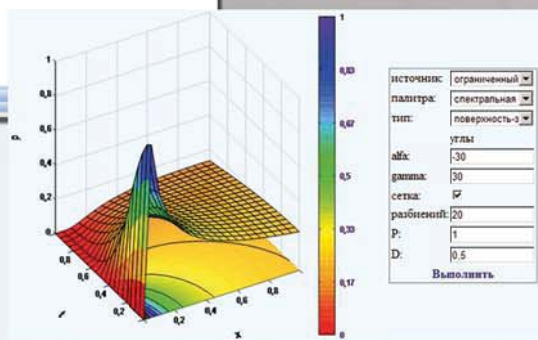
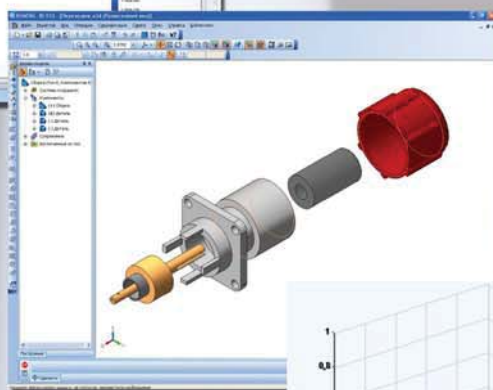
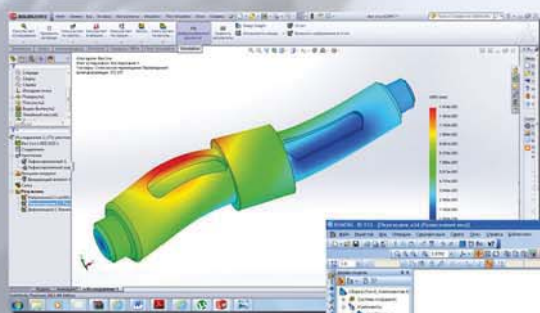


ТРУДЫ

ИНФОРМ

Международной
научно-методической конференции

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



10 – 11 апреля 2012,
Москва

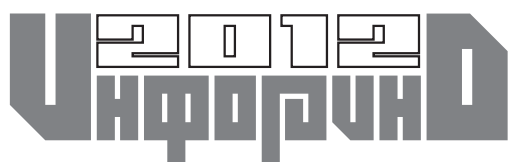
Microsoft®

IBM

PTC®

NATIONAL
INSTRUMENTS™

САТИ



ТРУДЫ

Международной
научно-методической конференции

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

10–11 апреля 2012 г.
г. Москва

УДК 338.126
ББК 74.584
Т 782

Т 782 **Труды** Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 552 с.: ил.

ISBN 978-5-383-00747-1

Представленные в сборнике Трудов доклады отражают основные направления информатизации инженерного образования на современном этапе, включая информационное и программное обеспечение для инженерного образования, информационные технологии в инженерных расчетах и проектировании, информационные технологии в учебных и исследовательских лабораториях, дистанционные технологии в инженерном образовании, электронные образовательные ресурсы в инженерных дисциплинах.

Доклады участников конференции публикуются в авторской редакции.

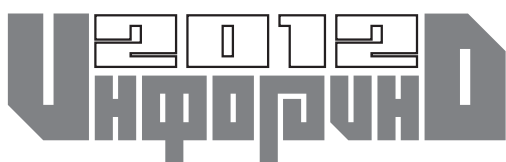
Рецензенты:

С.А. Позднеев, доктор физ.-мат. наук, проф.

Э.Е. Сон, член-корр. РАН

И.Б. Фоминых, доктор техн. наук, проф.

Г.Ф. Филаретов, доктор техн. наук, проф.



Учредители

Международной научно-методической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2012

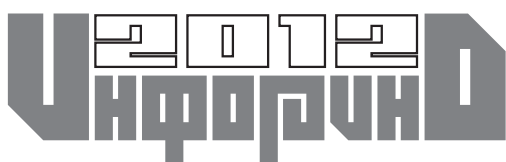
Министерство образования и науки РФ

Министерство энергетики РФ

Национальный фонд подготовки кадров

Российская академия образования

Национальный исследовательский университет «МЭИ»



Программный и Организационный комитет
Международной научно-методической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2012

**выражает признательность
за финансовую
поддержку:**



ООО «Майкрософт Рус»



Компании ИБМ Восточная Европа/Азия



Компании PTC в России



Корпорации National Instruments, Россия



Научно-производственной фирме ЗАО ЦАТИ



Уважаемые коллеги!

Международная научно-методическая конференция «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО-2012 проводится на базе Национального исследовательского университета «МЭИ», длительное время занимающего лидирующие позиции среди российских вузов в разработках и применении методов и средств информатизации образовательного процесса и научных исследований применительно ко многим направлениям инженерной деятельности.

Особенности инженерного образования как объекта информатизации состоят в следующем.

Во-первых, в процессе обучения будущие инженеры должны работать с количественными математическими и компьютерными моделями изучаемых технических объектов и систем, основанными на естественнонаучных и математических закономерностях.

Во-вторых, им приходится оперировать двух- и трехмерными объектами и соответствующими геометрическими моделями, включая их компьютерное представление.

Наконец, подготовка инженера невозможна без выполнения лабораторных работ на реальном, часто весьма дорогостоящем оборудовании. Здесь также невозможно обойтись без средств автоматизации и информатизации.

Все эти особенности должны учитываться при выборе базовых средств информатизации и организации их целесообразного применения в образовательном процессе.

Вашему вниманию предлагаются Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО-2012. В сборнике опубликован 181 доклад преподавателей и специалистов, представляющих учебные заведения и фирмы Белоруссии, Казахстана, Латвии, России, США, Украины.

Актуальность проблем информатизации такой специфической образовательной деятельности, которой является подготовка инженерных кадров, позволяет надеяться, что данная конференция, проводимая впервые в 2012 г., станет традиционной.

Ректор МЭИ

С.В. Серебрянников

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ
международной научно-методической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2012

Председатель

Серебрянников Сергей Владимирович НИУ МЭИ, ректор

Члены программного комитета

Аржанова Ирина Вадимовна Национальный фонд подготовки кадров, исполнительный директор

Гитзельс Мартин Департамент корпоративных технологий «Сименс» в России, директор

Гуриев Марат Аликович IBM «Восточная Европа / Азия», директор государственных программ

Жураковский Василий Максимилианович Российская академия образования, академик-секретарь отделения профобразования

Иванов Тимур Вадимович Российское энергетическое агентство, генеральный директор

Ижванов Юрий Львович ГНИИ ИТТ «Информика», первый заместитель директора

Коршунов Сергей Валерьевич МГТУ им. Н.Э. Баумана, проректор

Маслов Сергей Ильич НИУ МЭИ, проректор

Овчарова Живка Университет Карлсруэ, Германия, директор Института информационного менеджмента

Пономарев Алексей Константинович Министерство образования и науки РФ, заместитель министра

Сепоян Погос Рубенович Российский филиал компании National Instruments, руководитель

Соболева Елена Николаевна Российская корпорация нанотехнологий, директор департамента образовательных программ

Тихонов Александр Николаевич ГНИИ ИТТ «Информика», директор

Фенглер Вольфганг Технический университет Ильменау, Германия, директор Института теоретической и технической информатики

Шишкин Андрей Николаевич Министерство энергетики РФ, заместитель министра

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ
Международной научно-методической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2012

Председатель

Маслов Сергей Ильич

проректор НИУ МЭИ

Члены оргкомитета

Андрюшин Александр Васильевич

зав. кафедрой, НИУ МЭИ

Богомолова Елена Петровна

доцент, НИУ МЭИ

Евсеев Анатолий Ильич

руководитель ОТСО, НИУ МЭИ

Еремеев Александр Павлович

зав. кафедрой, НИУ МЭИ

Касаткина Елена Петровна

зав. кафедрой, НИУ МЭИ

Крепков Игорь Михайлович

директор ИВЦ, НИУ МЭИ

Кузнецов Сергей Федорович

зав. кафедрой, НИУ МЭИ

Кулешов Валентин Николаевич

профессор, НИУ МЭИ

Липай Борис Романович

доцент, НИУ МЭИ

Очков Валерий Федорович

профессор, НИУ МЭИ

Попов Станислав Константинович

профессор, НИУ МЭИ

Свиридов Валентин Георгиевич

профессор, НИУ МЭИ

Тихонов Антон Иванович

профессор, НИУ МЭИ

Топорков Виктор Васильевич

зав. кафедрой, НИУ МЭИ

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ ИНФОРИНО-2012

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сопредседатели:

профессор **Еремеев А.П.**, НИУ МЭИ
доцент **Крепков И.М.**, НИУ МЭИ

Секция 2. ИТ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

Сопредседатели:

профессор **Очков В.Ф.**, НИУ МЭИ
профессор **Топорков В.В.**, НИУ МЭИ

Секция 3. ИТ В УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Сопредседатели:

профессор **Зимин А.М.**, МГТУ им. Н.Э. Баумана
профессор **Свиридов В.Г.**, НИУ МЭИ

Секция 4. ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

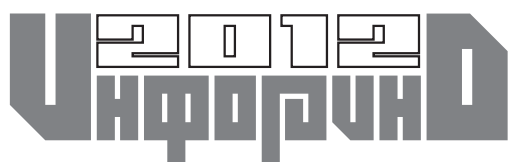
Сопредседатели:

доцент **Евсеев А.И.**, НИУ МЭИ
профессор **Тихонов А.И.**, НИУ МЭИ

Секция 5. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИНАХ

Сопредседатели:

доцент **Богомолова Е.П.**, НИУ МЭИ
доцент **Иванов Д.А.**, НИУ МЭИ



Секция 1

**ИНФОРМАЦИОННОЕ
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Предлагается концепция автоматизации в документообороте в не строго детерминированных системах управления.

Представлен пилотный вариант системы (файл-серверный вариант в локальной сети) для линейных односвязанных документированных процедур и пользовательский интерфейс системы, который в процессе наращивания ее возможностей не должен претерпеть существенных изменений.

ВВЕДЕНИЕ

В общем случае любая управленческая деятельность базируется на системе документов (правила, стандарты, инструкции и т.д.). Например, системы управления предприятием (системы менеджмента — СМ) в форме документированных процедур определяют все виды управленческой деятельности. С этой точки зрения процессы управления можно считать строго определенными (детерминированными). Однако несовершенство самих процедур, влияние внешней среды, человеческий фактор делают такие системы не строго детерминированными, что приводит к отклонениям результирующих показателей. Минимизировать эти факторы, в первую очередь можно за счет информатизации. Документооборот управленческой и административной деятельности (ДО) настолько разнообразен, что заранее трудно предусмотреть все необходимые компоненты автоматизации. Процесс разработки должен быть совмещен с текущей производственной деятельностью. Сложный характер взаимодействия друг с другом, наличие совмещений многих технологических операций на рабочих местах в системе документооборота существенно усложняют процедуры оперативной оценки текущего состояния всех уровней управления и принятие управляющих решений для повышения эффективности в использовании наличного технологического инструментария, персонала и оборудования.

Неотъемлемой частью процессов управления являются документы и их потоки. Фактически — это «кровеносная система» управления. Статическое размещение всех стандартов, например университета, и электронный доступ к ним являются необходимым, но не достаточным условием эффективного функционирования СМ. Для эффективного функционирования СМ необходимы условия безусловного применения форм и документированных процедур. Необходимо создать условия, когда не контроль, а практическая необходимость принуждает использовать стандарты. Это можно реализовать через автоматизацию.

1. ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ СМ

Программная система поддержки СМ предназначена для автоматизации всех этапов подготовки, создания, наполнения, обработки, хранения, систематизации объединения сложных структурированных отчетов. Она должна обеспечить быструю разработку необходимых документов и поддержку функционирования документированных процедур СМ. Разработка такой системы может базироваться на следующих положениях (принципах) :

1. Краткие сроки ввода системы в работу.
2. Структурированные документы.
3. Формализованные бизнес-процессы.
4. Запросы к подчиненным структурам только в формализованном виде.
5. Уровень сложности работы в системе не должен превышать уровень сложности работы с MS Office.
6. Совмещение предметной деятельности с освоением автоматизированных систем.
7. Аудит нижестоящего подразделения осуществляется через локальную (или Intranet) сеть.

Ниже представлен пилотный вариант системы (файл-серверный вариант в локальной сети) для линейных односвязанных документированных процедур и пользовательский интерфейс системы, который в процессе наращивания ее возможностей не должен претерпеть существенных изменений. В свою очередь полная версия системы будет содержать следующие основные модули:

- «Вход в систему»
- «Администратор»
- «Клиент»
- «Босс»
- «Печать»
- «Аудит»
- «Отчет»
- «Редактор отчетов»
- «Редактор таблиц»
- «Табличный процессор»
- «Клиент-отчет»
- «Рассылка отчетов»
- «Сборка отчетов»
- «Интерфейс с внешними базами данных»

Эти модули должны обеспечить функциональность системы:

- системное структурированное хранение данных отчета;
- формирование структуры запросов и отчетов;

- формирование и редактирование структуры таблиц;
- ввод и редактирование текстовой и табличной информации;
- формирование шаблонов отчетных документов для подчиненных структур;
- сборку отчетов;
- печать отчетов;
- ячейки таблиц, одновременно должны содержать значение, формулу, признаки.
- преобразование таблиц в формат MS Excel и наоборот;
- создание иерархической системы подчиненных отчетов с использованием одноранговой концепции «Администратор-клиент»;
- различные типы объединения отчетов;
- взаимодействие «Администратор-клиент» через локальную сеть, сеть Internet/Intranet, электронную почту, электронный носитель;
- интерфейс с внешними базами данных.

Основная единица обмена информацией в системе — отчет. **Структура отчета** определяется названиями **частей, разделов, параграфов, пунктов, подпунктов, таблиц и отношением их подчиненности**. Например, план работы кафедры состоит из четырех основных разделов. В свою очередь каждая часть состоит из разделов, разделы из параграфов и т.д.

Названия частей, разделов, параграфов, пунктов, подпунктов и таблиц называются **позициями** отчета. Таким образом, разработка **структуры отчета** сводится к определению всех его **позиций**. **Структура отчета создается в редакторе отчета**. В общем случае **позиция**, является **контейнером** и может содержать другие **позиции и таблицы**. **Таблица** также является **позицией**, но не есть контейнер. Чтобы различать эти позиции, контейнер-позицию будем называть «**текстовая позиция**», а таблицу — «**табличная позиция**».

Содержанием **текстовой позиции** является текстовое описание предметной области, которое формируется в редакторе Microsoft Word. Создаваемый на этом этапе **файл позиции** содержит всю текстовую информацию данной позиции. Его редактирование выполняется стандартно (редактор Microsoft Word).

Структура таблицы определяется ее **заголовками**. Редактор таблиц должен обеспечивать формирование заголовков таблицы и заполнение ее ячеек. Данные вводятся в ячейки таблицы. Ячейка идентифицируется своим **адресом**. Адрес ячейки формируется из **номера пункта и номера столбца**. Ячейки таблицы предназначены для ввода числовых и текстовых данных и ссылок на них. Значения полей таблиц могут быть **статическими** (однозначно задаются числовым значением) и **вычисляемыми** (рассчитываются по формуле). В соответствии с этим каждое поле может содержать **значение**

(V-параметр) и **формулу** (F-параметр). Кроме того, ячейка может содержать **признак**.

Отчет может содержать большое количество таблиц. Поля этих таблиц могут ссылаться на значения полей из других таблиц. В таких случаях при ссылке следует использовать **табличные ссылки**.

Рассматриваются два типа пользователей: **администратор и клиент**.

Посредником между администратором и клиентом является отчет.

Отчеты могут быть нескольких типов по способу их сборки. Итоговый клиент-отчет первого типа — соответственные ячейки всех одноименных таблиц суммируются. Текстовые позиции отчетов клиентов игнорируются. При работе с клиент-отчетом **1-го типа** клиент может заполнять только ячейки таблиц, **оставляя структуру таблицы неизменной**.

При создании итогового клиент-отчета первого типа по умолчанию все ячейки всех таблиц отчета соответственно суммируются. Необходимо предусмотреть механизм блокирования ячеек шаблона от суммирования. Если ячейка шаблона заблокирована, то во время создания итогового клиент-отчета ее значение не изменяется.

Клиент-отчет второго типа — при работе с отчетом **2-го типа** клиент может добавлять, удалять, изменять **пункты таблиц**. Структура заголовков таблиц остается неизменной.

Клиент-отчет третьего типа создается на основе клиентских отчетов — все клиентские отчеты без изменений объединяются в один клиент-отчет.

При объединении клиентских отчетов 4-го типа используется метод, при котором позиции связываются с клиентом (МСПК). Этот метод позволяет в клиент-отчете резервировать позиции для клиентских отчетов и создавать таблицы, которые ссылаются на таблицы клиентских отчетов. Разработка таблиц, которые ссылаются на таблицы клиентских отчетов возможна до получения от клиента клиентского отчета.

Клиентские отчеты первого типа могут быть объединены как клиентские отчеты 1, 2 и 3-го типов. Клиентские отчеты второго типа могут быть объединены как клиентские отчеты 2-го и 3-го типов. Клиентские отчеты третьего типа могут быть объединены как клиентские отчеты только 3-го типа.

Клиент получает от администратора шаблон отчета, который передается одним из способов: на электронном носителе, по локальной сети, по электронной почте, через Internet.

Способ подготовки клиентского отчета делится на три этапа:

- получение отчета;
- составление клиентского отчета;
- отправка отчета администратору.

На одном рабочем месте можно работать в режиме «Администратора» и «Клиента». Сеанс работы «Клиент» предназначен для работы с полученными от «Администратора» отчетами.

ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ МЭИ

АННОТАЦИЯ

Анализируются информационные технологии как инструмент инженерного образования. Представляется опыт преподавателей кафедры Прикладной математики по использованию информационных технологий в дисциплинах «Информатика» и «Информационные технологии» на факультете электронной техники МЭИ.

Рассматривается проблема определения содержания и структурных единиц базовых информационных дисциплин, связанная с повышением роли информационных технологий в инженерном образовании и высокими темпами их развития.

ВВЕДЕНИЕ

Современная подготовка инженеров невозможна без активного применения информационных и компьютерных технологий в образовательном процессе. Такое применение требует от преподавателей существенных затрат труда и времени на освоение новых образовательных технологий и создание электронных образовательных ресурсов.

Трудность преподавания базовых информационных дисциплин на младших курсах состоит еще и в том, что количество тем, которые необходимо рассмотреть, постоянно увеличивается из-за стремительного развития информационных технологий. Какие системы программ надо обязательно изучить в рамках курса, а какие можно не изучать — это очень тяжелый выбор, стоящий перед преподавателями информационных дисциплин. При этом надо учесть особенности специальностей факультета, ограниченное количество часов, отведенное на дисциплину по учебному плану, и неодинаковый уровень подготовки по информатике студентов, поступивших на первый курс.

- 1) В базовых информационных дисциплинах необходимо дать студентам представление о современном состоянии компьютерной техники и информационных технологий, обеспечить знание фундаментальных понятий информатики и программирования, познакомить студентов с основными системами программ, используемых в профессиональной деятельности инженера, дать практические навыки использования компьютера и информационных технологий в решении научно-технических задач.

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ

При преподавании базовых информационных дисциплин на факультете электронной техники (ЭТФ) МЭИ используются все виды информацион-

ных технологий, в настоящее время считающиеся традиционными:

- чтение лекций с применением компьютерных презентаций, подготовленных в Microsoft Office Power Point; все лекции по информатике проходят с использованием ежегодно обновляемых компьютерных презентаций; лекции проводятся в аудитории 3-401 (кафедра ТОЭ);

- демонстрация на лекциях и лабораторных занятиях примеров решения задач с помощью современных пакетов прикладных программ и сред программирования; используются текстовый процессор Microsoft Office Excel, система для научных и инженерных расчетов MATLAB и среда программирования Delphi;

- использование электронных образовательных ресурсов [1, 2] на компакт-дисках; разработанных на кафедре прикладной математики коллективом преподавателей под руководством проф. В.Б. Глаголева. Диск [1] содержит учебные программы, конспекты и презентации лекций, планы практических и лабораторных занятий с указанием решаемых задач, методические указания по выполнению расчетного задания, примеры экзаменационных билетов, изданные учебные и методические пособия в электронном виде; на диске [2] находятся обучающие системы по некоторым разделам курсов, рекомендуемые для самостоятельной работы студентов;

- использование электронных ресурсов, хранящихся на сетевых дисках компьютерных классов ВЦ МЭИ и в общих папках Общеуниверситетской электронной почты МЭИ; эти ресурсы представляют собой активно обновляемые учебные и методические пособия. Кроме того, на лабораторных занятиях и в самостоятельной работе студентов используется электронная обучающая система по работе в среде Borland Delphi (автор М.М. Маран и др.);

- создание сайтов дисциплин;
- дистанционное обучение (как эксперимент, в качестве дополнительных консультаций).

2. ПРЕПОДАВАНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При разработке учебных программ по базовым информационным дисциплинам для ЭТФ мы стремились выполнить следующие задачи:

- дать студентам представление о современном состоянии компьютерной техники и информационных технологий для решения научно-технических задач;

- заложить фундамент информационного и компьютерного образования;

- познакомить студентов с основными пакетами прикладных программ для их дальнейшего использования в образовательном процессе и профессиональной деятельности;

- обеспечить соответствие учебных программ государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования (ГОС ВПО).

В дисциплине «Информационные технологии» студенты подробно изучают следующие вопросы:

- возможности использования различных информационных технологий в инженерной работе;

- решение инженерных задач с помощью табличного процессора Microsoft Office Excel, в том числе программирование макросов на языке Visual Basic for Application;

- работа в системах управления базами данных для решения профессиональных задач;

- использование сети Internet для решения профессиональных задач;

- разработка Web-сайтов на языке HTML и в специальных средах;

- основы сетевого программирования.

Дисциплина «Информатика» посвящена изучению:

- методов анализа инженерных задач для решения их с помощью компьютера;

- основ алгоритмизации и программирования (подходов к проектированию алгоритмов, структур программ в различных алгоритмических языках, типов и структур данных, основных операторов, управляющих структур программирования, подпрограмм);

- объектно-ориентированного подхода к программированию;

- принципов разработки приложений в оконных средах;

- методов реализации алгоритмов в современных средах (Borland Developer Studio, MATLAB);

- способов тестирования и отладки программ.

3. ОБУЧЕНИЕ ОСНОВАМ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

На протяжении последних десятилетий основы алгоритмизации и программирования являются неотъемлемой частью инженерного образования. Несмотря на существование систем прикладных

программ для решения задач практически во всех сферах и появление новых систем, эта часть инженерной подготовки не потеряла своего значения. Конечно, не все выпускники технических вузов занимаются программированием, но знание его основ позволяет грамотно использовать готовое программное обеспечение, быстро осваивать новые прикладные программы и всесторонне использовать их возможности. Без преувеличения можно сказать, что алгоритмизация и программирование являются инвариантной частью фундаментального образования инженера.

При преподавании основ алгоритмизации и программирования мы следуем традиционному подходу кафедры прикладной математики: начинать обучение без привязки к конкретному алгоритмическому языку. Такой подход основывается на тезисе: «Не важно, на каком алгоритмическом языке программируешь, а важно, какие задачи решаешь». Выбор алгоритмического языка Паскаль (в рамках среды Borland Developer Studio) как основного языка в курсе информатики объясняется тем, он является признанным языком для обучения программированию. На примере Паскаля студенты знакомятся практически со всеми возможностями современного программирования, что впоследствии позволяет им быстро освоить им другие алгоритмические языки, в том числе языки MATLAB и Visual Basic for Application в курсах «Информатика» и «Информационные технологии».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при преподавании базовых информационных дисциплин на первом курсе ЭТФ активно используются информационные технологии и компьютерная техника. Изучение новых информационных технологий в профессиональной деятельности инженера составляет важную часть этих дисциплин.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Электронный** учебно-методический комплекс «Информатика». Диск 1 / В.С. Батасова, В.Б. Глаголев, Л.В. Чуркина. М.: МЭИ (ТУ), 2008.

2. **Электронный** учебно-методический комплекс «Информатика». Диск 2 / В.Б. Глаголев, С.С. Калитин, М.М. Маран и др. М.: МЭИ (ТУ), 2008.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА КАФЕДРЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» МАИ

АННОТАЦИЯ

Анализируется современное состояние инженерной подготовки студентов технических вузов и место курса «Инженерная и компьютерная графика» в МАИ.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время обучение будущих инженеров нельзя представить без включения в учебный план курсов, связанных с информационными технологиями. В частности, кафедры инженерной графики активно используют достижения компьютерной графики в учебном процессе. Не сразу определилось место компьютерной графики в традиционном курсе «Инженерная графика». Существовало два крайних взгляда: «Компьютерная графика» — это самостоятельный курс, не связанный с кафедрой «Инженерная графика», и второе мнение, что традиционный курс черчения устарел и поэтому «ручное» черчение надо полностью заменить компьютерной графикой. Потом, естественно, пришли к золотой середине, и компьютерная графика нашла свое место на кафедрах инженерной графики в вузах. При этом было принято решение, что любую графическую работу, предлагаемую к выполнению средствами традиционного черчения, студент имеет право представить в компьютерном виде (хотя при этом могут возникнуть вопросы о самостоятельности ее выполнения).

1. ПРЕДМЕТЫ «ЧЕРЧЕНИЕ» И «ИНФОРМАТИКА» В ШКОЛАХ

Традиционно, курс «Инженерная графика» в вузах опирался на предмет «Черчение» в школах. Его изучали в 7—9 классах, что было обосновано физическим и психическим развитием школьников. «Гуманитаризация» школ привела к тому, что «Черчение» сочли не нужным предметом для школьников. Наиболее опытные директора школ старались сохранить этот предмет, хотя бы в виде кружков. В настоящее время важность этого предмета для развития ребенка очевидна, но система преподавания предмета уже разрушена и более половины школьников, приходящих в технические вузы в школе «Черчение» не изучали. Это, естественно, дает дополнительную нагрузку как студентам, так и преподавателям.

В настоящее время предмет «Черчение» пытаются заменить изучением графических систем. В нашей практике уже встречались такие студенты, которые хорошо владели системой без понимания того, что и зачем они изображают на экране монитора. Они позиционировали себя как своего рода «интерфейс» между конструктором, не знающим системы, и системой. Иными словами, они не имели представления не только о видах, разрезах и сече-

ниях, но и не знали, где применяется и что это такое — тонкая, осевая и т.д. линии. По результатам опроса, ряд школ просит преподавать им САД системы (например, SolidWorks) не понятно зачем.

На наш взгляд, определенное сочетание основ «Черчения» и «Компьютерной графики» окажет положительное влияние на развитие школьников и подготовку их к обучению в вузах, независимо от выбранной специальности.

2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА» НА РАЗНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ МАИ

Много споров было по вопросу о выборе конкретных графических систем для преподавания — каждая из них имеет свои особенности. Было решено, что если в курсе инженерной графики изучается твердотельное моделирование, то не принципиально, на примере какой системы студенты будут изучать основные понятия твердотельного моделирования. В основу выбора преподаваемой системы компьютерной графики было решено положить предпочтения выпускающей кафедры, но главное — наличие на кафедре лицензионной программного обеспечения. Для решения этой деликатной проблемы созданы учебные центры от основных фирм (АСКОН, SolidWorks Russia и НИЦ АСК), с ними подписаны соответствующие соглашения и преподаватели кафедры, желающие овладеть этими системами, прошли переподготовку, сдали экзамены и получили квалификационный сертификат.

Переход на бакалавриат, начиная с текущего учебного года, принес кафедре инженерной графики немало новых проблем. Во-первых, это общее снижение количества часов учебной нагрузки. Авторы реформы, по-видимому, предполагали, что эту недостающую разницу в часах студенты будут компенсировать упорными самостоятельными занятиями в библиотеках и чертежных залах, но наша практика показывает, что этого не происходит — происходит реальное снижение уровня и без того куцей чертежной подготовки. Во-вторых, появилось большое число курсов с новыми названиями (часто довольно экзотическими) и небольшими учебными часами, и не понятно, как в эти часы можно вместить столь широкий круг заявленных проблем. Более того, на каждый из таких «микрокурсов» необходима разработка его обеспечения в виде учебно-методического комплекса (УМК), что также требует от преподавателей значительного времени и усилий и отвлекает непосредственно от преподавания. И третья проблема — в связи с переходом на бакалавриат некоторые выпускающие кафедры (у которых также уменьшалось количество часов) решают свои проблемы за счет инженерной графики.

Например: Направление подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника», бакалавр. Курс «Инженерная графика и начертательная геометрия», 72 часа — из них 18 часов — лекции, 16 часов — практические занятия, 38 часов — самостоятельной работы студентов (СРС). Направление 220400 «Управление в технических системах», бакалавр. Курс «Инженерная и компьютерная графика»: 144 часа, из них — 2 семестра по 34 часа практических занятий и по 38 часов СРС.

Понятно, что столь малые учебные часы не позволят студентам должным образом овладеть курсом инженерной и компьютерной графики, который, несмотря на все попытки реформирования высшей школы, не перестает оставаться языком техники и востребован в последующих дисциплинах для выполнения графических, курсовых и дипломных работ. Поэтому возникает резонный вопрос, как должны реагировать кафедры инженерной графики российских вузов на вновь создающуюся ситуацию. Можно горько сожалеть о том золотом времени, когда выделяемые на графические дисциплины учебные часы позволяли студентам получать основательные знания в этой области, благодаря чему советская инженерная школа занимала ведущие позиции в мире, но это сожаление мало что изменит и поэтому контрпродуктивно — учебных часов от этого не прибавится. Поступать же в реальной ситуации можно двумя путями — либо принять новые условия как данность и действовать в соответствии с ними, доведя ситуацию с обучением студентов до абсурда. Потом, когда провал их графической подготовки станет очевидным, пожалеть плечами и сказать — что же вы хотели, мы же предупреждали, что за выделенное время обучить студентов графическим дисциплинам невозможно. Другой путь — новый подход к методикам обучения, нацеленным на заинтересованность студента в предмете и использовании технических средств (благо, компьютер сейчас есть практически у каждого студента). Это разработка творческих заданий, видеоуроков, программированных пособий и т.п. Однако этот путь значительно более длительный и потребует от преподавателей, помимо профессиональных знаний, приложения их времени и дополнительных усилий. В наших условиях падения престижа преподавательской профессии из-за аморально низкой оплаты этого труда «подвигнуть» преподавателей на такие подвиги также не просто.

3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА» НА РАЗНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ МАИ

Помимо обеспечения учебного процесса общеинженерной дисциплины «Инженерная и компь-

ютерная графика» (в разных ее вариациях) для всех студентов МАИ наша кафедра является выпускающей по специальности «Информатика в области компьютерного дизайна». Для «своих» студентов кафедра обеспечивает обучение всем видам компьютерной графики в течение всего периода обучения (включая различные виды оформительской компьютерной графики и мультимедийные технологии). Это позволяет нашим студентам получить знания, достаточные для профессиональной работы не только в проектных организациях авиакосмического профиля, но и в дизайн-бюро, рекламных агентствах, издательствах, на телевидении и т.п.

Для этого студентам дается значительная профессиональная подготовка в области компьютерной графики (как 2D, так и 3D), позволяющая овладеть основными программными комплексами, используемыми в этой области, что позволяет нашим студентам выйти из стен МАИ серьезными специалистами в области компьютерного проектирования и быть востребованными на рынке труда. Основа подготовки будущего специалиста — обучение САД системам среднего и тяжелого уровня (напомню, что в «традиционном» учебном процессе используются системы «легкого уровня»). Таким образом, выполняется важный заказ кадрового обеспечения промышленности — ведь не секрет, что на предприятиях авиакосмической отрасли после всех «улучшений» и реорганизаций остались работники в основном пенсионного возраста, которые уже не способны овладеть современными технологиями проектирования.

Понятно, что коль в названии специальности присутствует слово «дизайн», у них присутствует блок дизайнерских дисциплин — история и теория дизайна, техническое и художественное рисование, теория и практика художественно-конструкторской проработки изделий, психология рекламы и т.п. При этом возникает вопрос, чем же мы тогда отличаемся от Строгановки с ее сильнейшей дизайнерской школой? Тем, что помимо серьезной компьютерной подготовки, наши студенты изучают основы технологии создания современной техники (материаловедение, основы конструирования и т.п.). В этом мы видим определенное конкурентное преимущество наших выпускников. Полученные навыки и знания студенты должны продемонстрировать при выполнении дипломного проекта, включающего в себя все аспекты дизайнерской проработки нового изделия с использованием современных информационных технологий (твердотельное моделирование, визуализация, подсистема САПР, инфраструктура, WEB-сайт, рекламный плакат и т.п.).

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКМ «MAPLE»

АННОТАЦИЯ

Излагается разработанная авторами методика применения системы компьютерной математики (СКМ) «Maple» при изучении со студентами темы «интегральное исчисление функций нескольких переменных». Приводятся конкретные задачи, требующие построения трехмерных поверхностей при решении задач, связанных с двойными и тройными интегралами.

ВВЕДЕНИЕ

При изучении темы «интегральное исчисление функций нескольких переменных» у студентов возникают проблемы с построением трехмерных тел и поверхностей в трехмерном пространстве, особенно их пересечений и выделении замкнутой области. Поэтому авторами была разработана методика построения подобных тел в СКМ «Maple». Здесь приводятся три задачи, связанные с кратными интегралами и необходимостью построения трехмерных тел и их проекций.

1. ДВОЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ

1. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 = 4x$, $z = x$, $z = 2x$.

Решение

Поверхность $x^2 + y^2 = 4x$ есть круговой цилиндр, ось которого параллельна оси Oz , а $z = x$ и $z = 2x$ — плоскости, проходящие через ось Oy под разными углами наклона к плоскости xOy . Эти плоскости, пересекая цилиндр, вырезают из него клинообразный слой (рис. 1), объем которого и требуется вычислить.

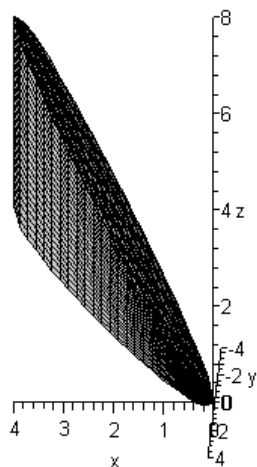


Рис. 1. Иллюстрация к задаче, трехмерное тело

Приведем текст в «Maple», который строит данный рисунок.

```
> with(plots): with(student):
```

```
> A1:=plot3d([(u),(sqrt(4*u-u^2)),(v)],u=0..4,v=u..2*u,axes=normal):
```

```
> A2:=plot3d([(u),(-sqrt(4*u-u^2)),(v)],u=0..4,v=u..2*u,axes=normal):
```

```
> A3:=plot3d([(u),(v),(u)],u=0..4,v=-sqrt(4*u-u^2)..sqrt(4*u-u^2),axes=normal):
```

```
> A4:=plot3d([(u),(v),(2*u)],u=0..4,v=-sqrt(4*u-u^2)..sqrt(4*u-u^2),axes=normal):
```

```
> display({A1,A2,A3,A4},labels=[x,y,z],scaling=constrained,view=[0..4,-4..4,0..8]);
```

Проекцию на плоскость XOY можно получить, пользуясь возможностью вращения графиков, предоставляемых данной программой. Развернем соответствующим образом рис. 1, получаем проекцию (рис. 2).

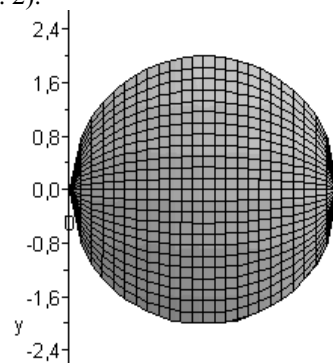


Рис. 2. Иллюстрация к задаче, проекция

Сам слой не является цилиндрическим бруском, и потому его объем не может быть вычислен непосредственно по формуле $V = \int_{(D)} f(x,y) dS$. Однако

его можно рассматривать как разность двух цилиндрических брусков, срезанных сверху плоскостями $z = 2x$ [$f(x,y) = 2x$] и $z = x$ [$f(x,y) = x$]. Пределы изменения для x и y находим из уравнения контура области интегрирования $x^2 + y^2 = 4x$. Здесь удобнее взять постоянные пределы по $0 \leq x \leq 4$. Тогда по y будут:

0 — нижний предел, $\sqrt{4x-x^2}$ — верхний предел, и искомая половина объема тела представится в виде:

$$\frac{1}{2}V = \int_0^4 dx \int_0^{\sqrt{4x-x^2}} 2x dy - \int_0^4 dx \int_0^{\sqrt{4x-x^2}} x dy = 4\pi.$$

Следовательно, $V = 8\pi$.

Вычисление интеграла в Maple происходит следующим образом:

```
> with(student):(Doubleint(2*x, y=0..sqrt(4*x-x^2), x=0..4)-Doubleint(x, y=0..sqrt(4*x-x^2), x=0..4))*2;
```

$$2 \left(\int_0^4 \int_0^{\sqrt{4x-x^2}} 2x \, dy \, dx \right) - 2 \left(\int_0^4 \int_0^{\sqrt{4x-x^2}} x \, dy \, dx \right)$$

```
> value(%);
```

2) 8π

2. Вычислить площадь части поверхности $2z = x^2 + y^2$, вырезанной цилиндром $(x^2 + y^2)^2 = x^2 - y^2$.

Решение

Контуром проекции вырезанной части на плоскость xOy является лемниската $\rho = \sqrt{\cos 2\varphi}$. Построим общий вид пересекающихся поверхностей (рис. 3).

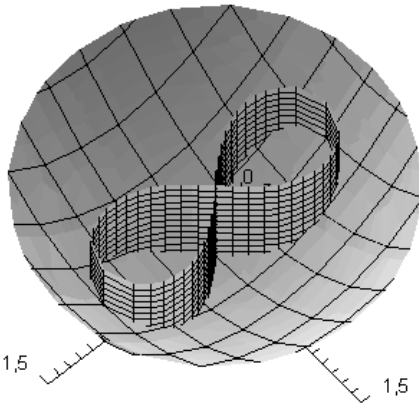


Рис. 3. Иллюстрация к задаче, трехмерное тело

Приведем текст в «Maple», который строит данный рисунок.

```
> with(plots): > with(student):
> A1:=plot3d([(u),(v),((u^2+v^2)/2)],u=-4..4,v=-4..4,axes=normal):
> A2:=plot3d([(u),((1/2)*sqrt(-2-4*u^2+2*sqrt(8*u^2+1))), (v)],u=-1..1,v=-1..1,axes=normal):
> A3:=plot3d([(u),(-1/2)*sqrt(-2-4*u^2+2*sqrt(8*u^2+1))), (v)],u=-1..1,v=-1..1,axes=normal):
> display({A1,A2,A3,A4,A5},labels=[x,y,z],scaling=constrained,view=[-1.5..1.5,-1.5..1.5,0..1]);
```

Построим вырезаемую цилиндром поверхность (рис. 4):

$$\text{> solve}((x^2 + y^2)^2 = x^2 - y^2, y);$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \sqrt{-2 - 4x^2 + 2\sqrt{8x^2 + 1}}, \\ & -\frac{1}{2} \sqrt{-2 - 4x^2 + 2\sqrt{8x^2 + 1}}, \\ & \frac{1}{2} \sqrt{-2 - 4x^2 - 2\sqrt{8x^2 + 1}}, \\ & -\frac{1}{2} \sqrt{-2 - 4x^2 - 2\sqrt{8x^2 + 1}} \end{aligned}$$

3)

```
A4 := plot3d([(u), (v), ((u^2 + v^2)/2)], u=-1..1, v=-1..1,
*sqrt(-2-4*u^2 + 2*sqrt(8*u^2 + 1)) .. (1/2)*sqrt(-2-4*u^2 + 2*sqrt(8*u^2 + 1)), axes = normal);
```

```
display({A4}, labels=[x,y,z], scaling=constrained, view=[-1.1..1.1,-1.1..1.1,0..1.1]);
```

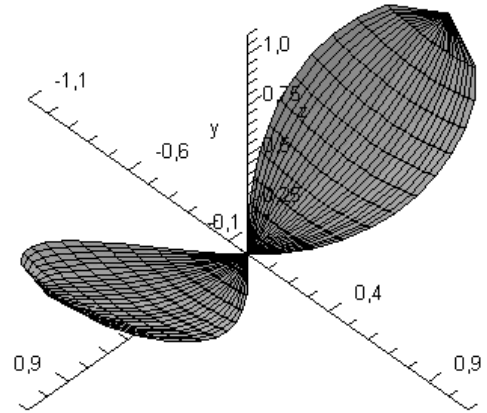


Рис. 4. Иллюстрация к задаче, трехмерное тело

Цилиндр вырезает из параболоида два равных куска поверхности. Чтобы вычислить их общую площадь, воспользуемся формулой (1.10). Для нее из уравнения параболоида $z = (x^2 + y^2)/2$ получим подынтегральную функцию. $z'_x = x$, $z'_y = y$,

$$\sqrt{1 + (z'_x)^2 + (z'_y)^2} = \sqrt{1 + x^2 + y^2}. \quad \text{Следовательно,}$$

$$S = \iint_{(D)} \sqrt{1 + x^2 + y^2} \, dx \, dy. \quad \text{Преобразуем интеграл к}$$

полярным координатам $x = \rho \cos \varphi$, $y = \rho \sin \varphi$.

Подынтегральная функция запишется в виде $\sqrt{1 + x^2 + y^2} = \sqrt{1 + \rho^2}$, а уравнение лемнискаты — в

$$\text{виде } (\rho^2 \cos^2 \varphi + \rho^2 \sin^2 \varphi)^2 = \rho^2 \cos^2 \varphi - \rho^2 \sin^2 \varphi,$$

или $\rho = \sqrt{\cos 2\varphi}$.

Так как параболоид и цилиндр симметричны относительно плоскостей xOz , yOz , то достаточно вычислить интеграл по одной четвертой части лемнискаты, расположенной в первой четверти плоскости xOz . Следовательно, пределами интегрирования

будут: $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{4}$, $0 \leq \rho \leq \sqrt{\cos 2\varphi}$. Получим:

$$\frac{1}{4} S = \int_0^{\frac{\pi}{4}} d\varphi \int_0^{\sqrt{\cos 2\varphi}} \sqrt{1 + \rho^2} \rho \, d\rho = \frac{5}{9} - \frac{\pi}{12}, \quad \text{откуда } S = \frac{20}{9} - \frac{\pi}{3}.$$

Вычисление интеграла в Maple происходит следующим образом:

```
> with(student):Doubleint(4*rho*sqrt(1+rho^2), rho=0..sqrt(cos(2*phi)), phi=0..Pi/4);
```

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi} \int_0^{\sqrt{\cos(2\phi)}} 4\rho \sqrt{1 + \rho^2} \, d\rho \, d\phi$$

```
> value(%);
```

$$-\frac{1}{3}\pi + \frac{20}{9}.$$

2. ТРОЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ

3. Тело V задано ограничивающими его поверхностями $x^2 + y^2 = z^2$, $x^2 + y^2 = 4$, $y = 0$, $z = 0$ ($y \geq 0$, $z \geq 0$); $\mu = 5(x^2 + y^2)$; μ — плотность. Найти массу тела.

Решение

Так как масса тела равна тройному интегралу от плотности:

$$m = \iiint_V \mu dx dy dz,$$

следовательно, задача отыскания массы тела сводится к вычислению тройного интеграла от функции плотности по соответствующей фигуре.

Выполним рисунок области интегрирования, ограниченной заданными в условии поверхностями (рис. 5).

Приведем текст в «Maple», который строит данный рисунок.

```
> restart; > with(plots): > with(student):
> A1:=plot3d([(u),((4-u^2)^0.5),(v)],u=-2..2,v=0..2,axes=normal):
> A2:=plot3d([(4-u^2)^0.5,(u),(v)],u=0..2,v=0..2,axes=normal):
> A2:=plot3d([(4-u^2)^0.5,(u),(v)],u=0..2,v=0..2,axes=normal):
> A3:=plot3d([(u),(v),((u^2+v^2)^0.5)],u=-2..2,v=0..(4-u^2)^0.5,axes=normal):
> A4:=plot3d([(u),(v),((u^2+v^2)^0.5)],v=0..2,u=0..(4-v^2)^0.5,axes=normal):
> A5:=plot3d([(u),(v),(0)],u=-2..2,v=0..(4-u^2)^0.5,axes=normal):
> A6:=plot3d([(u),(0),(v)],v=0..abs(u),u=-2..2):
> display({A1,A2,A3,A4,A5,A6},labels=[x,y,z],scaling=constrained);
```

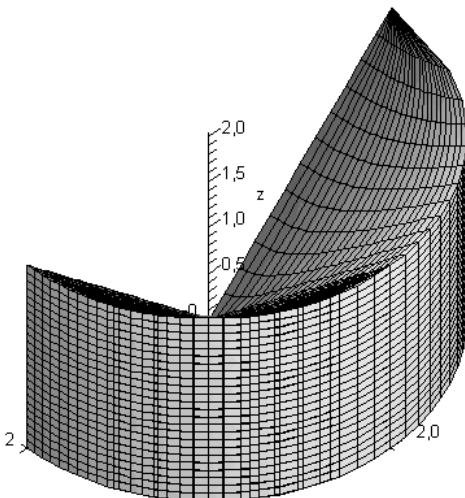


Рис. 5. Иллюстрация к задаче, трехмерное тело

Иногда более наглядным может быть построение рисунка сеткой с прозрачными стенками (рис. 6):

```
> with(plots):
> A1:=plot3d([x,(4-x^2)^0.5,z],x=-2..2,z=0..2):
> A11:=plot3d([(4-y^2)^0.5,y,z],y=0..2,z=0..2):
> A2:=plot3d([x,y,(x^2+y^2)^0.5],x=-2..2,y=0..(4-x^2)^0.5):
> A22:=plot3d([x,y,(x^2+y^2)^0.5],y=0..2,x=0..(4-y^2)^0.5):
> A3:=plot3d([x,0,z],z=0..abs(x),x=-2..2):
> A4:=plot3d([x,y,0],x=-2..2,y=0..(4-x^2)^0.5):
> A44:=plot3d([x,y,0],y=0..2,x=-2..(4-y^2)^0.5,color=red,style=patch):
> A5:=spacecurve([2,0,z],z=0..2,color=blue,thickness=3):
> A6:=spacecurve([-2,0,z],z=0..2,color=blue,thickness=3):
> A7:=spacecurve([z,0,z],z=0..2,color=blue,thickness=3):
> A8:=spacecurve([-z,0,z],z=0..2,color=blue,thickness=3):
> A9:=spacecurve([x,(4-x^2)^0.5,2],x=-2..2,color=blue,thickness=3):
> A10:=spacecurve([x,(4-x^2)^0.5,0],x=-2..2,color=blue,thickness=3):
> A18:=spacecurve([x,0,0],x=-2..2,color=blue,thickness=3):
> display({A1,A11,A2,A22,A3,A4,A44,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A18},view=[-2..2,0..2,0..2]);
```

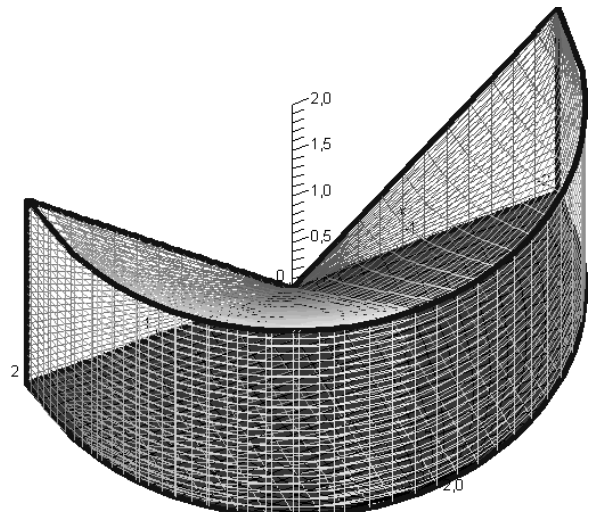


Рис. 6. Иллюстрация к задаче, трехмерное тело

Область является правильной относительно всех осей. Проектируем тело на плоскость xOy . Проекция области V на выбранную плоскость изображена на рис. 7.

```
> A7:=plot3d([x,y,0],y=0..2,x=-sqrt(4-y^2)..sqrt(4-y^2),color=blue,style=patch);
> display({A7},labels=[x,y,z], scaling = constrained);
```

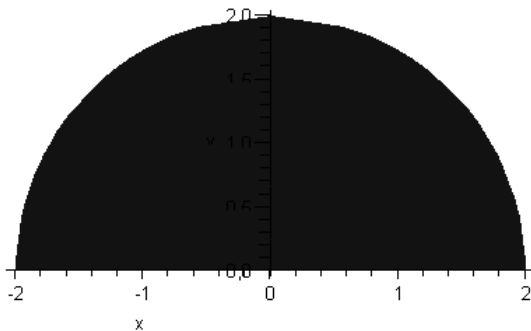


Рис. 7. Иллюстрация к задаче, трехмерное тело

Так как одна из образующих поверхности тела — цилиндр, то удобнее перейти в цилиндрическую систему координат. Уравнения поверхностей в цилиндрической системе координат имеют вид:

$\mu = 5\rho^2$ — функция плотности,

$z = \rho$ — уравнение конуса,

$\rho = 2$ — уравнение цилиндра,

$\rho \sin \varphi = 0$ — уравнение плоскости,

$z = 0$ — уравнение плоскости.

Тогда исходный интеграл сводится к повторному, с пределами интегрирования по переменной z от 0 до ρ , по переменной ρ от 0 до 2, по φ от 0 до π (т.к. проекция на плоскость xOy — верхняя часть окружности с радиусом равным 2, рис. 7). Тогда, с учетом якобиана перехода, имеем:

$$\begin{aligned} \iiint_V \mu \cdot dx dy dz &= \iiint_V \mu \rho d\rho d\varphi dz = \\ &= \iiint_V 5\rho^2 \rho d\rho d\varphi dz = 5 \int_0^\pi d\varphi \int_0^2 \rho^3 d\rho \int_0^\rho dz = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 5 \int_0^\pi d\varphi \int_0^2 \rho^3 \left(z \Big|_0^\rho \right) d\rho = 5 \int_0^\pi d\varphi \int_0^2 \rho^4 d\rho = \\ &= 5 \int_0^\pi \left(\frac{\rho^5}{5} \Big|_0^2 \right) d\varphi = 32 \int_0^\pi d\varphi = 32 \varphi \Big|_0^\pi = 32\pi. \end{aligned}$$

Вычислим этот интеграл в Maple.

```
> with(student):
```

```
> Tripleint(5*rho^3, z=0..rho, rho=0..2, phi=0..Pi);
```

$$\int_0^\pi \int_0^2 \int_0^\rho 5 \rho^3 dz d\rho d\varphi$$

```
> value(%);
```

$$32 \pi$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, показаны на конкретных примерах методические и педагогические возможности использования СКМ «Maple» в образовательном процессе в техническом вузе при изучении курса «Высшая математика».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Борисов А.В., Новикова Т.Н.** Кратные интегралы: Методические указания к типовому расчету по курсам «Математика» и «Математический анализ». — Смоленск: Изд-во филиала ГОУВПО «МЭИ(ТУ)», 2008.
2. **Кузнецов Л.А.** Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2005.
3. **Фихтенгольц Г.М.** Курс дифференциального и интегрального исчисления.: учеб. пособие для вузов. Т. 3. — М., 1963. — 656 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА КАФЕДРЕ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ЧЕРЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается электронный учебно-методический комплекс курса «Инженерная графика», реализованный на основе программы TestBOX.

ВВЕДЕНИЕ

Для современного этапа развития образования характерно всё более глубокое внедрение современных информационных технологий. В некоторых случаях это диктуется модой, а в некоторых — позволяет перевести преподавание дисциплины на новый уровень. Для таких дисциплин характерным является наличие объёмных материалов в виде таблиц, графиков и рисунков, желательность продемонстрировать какой-либо процесс в динамике.

Переход к ФГОС третьего поколения привёл к повсеместному перекосу в учебных планах бакалавров в пользу дисциплин профессионального блока в ущерб базовому фундаментальному образованию. Такой подход к формированию образовательных программ привёл к уменьшению объёма дисциплин ниже критического уровня, традиционно лежащих в основании инженерного образования. Не обошла эта напасть и дисциплины, традиционно преподающиеся на кафедре начертательной геометрии и черчения ВятГУ.

1. ОБЛАСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Когда традиционные подходы перестают давать удовлетворительный результат, на помощь приходят новые, в том числе информационные, технологии. Специфика курса «Инженерная графика» очень хорошо подходит под те новые возможности, которые открывают перед преподавателями и студентами современные информационные технологии. В самом деле, курс должен быть очень наглядным, содержащим большое количество графического материала, предлагающий студентам не просто одиночные рисунки, а поддерживающий анимацию, которая даёт возможность в наглядной форме представить все этапы построения чертежа. Малое количество часов, отводимых на изучение данной дисциплины, требует использования в образовательном процессе элементов дистанционного обучения. Систем дистанционного образования на рынке программного обеспечения представлено достаточно много. В России набирает популярность LMS Moodle, но вместе с ним сосуществуют ещё несколько систем, в частности TestBOX. Из-за некоторых соображений, не носящих, впрочем, принципиального характера, в качестве основы для разработки электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) по инженерной графике был выбран TextBOX. Его

возможности вполне соответствуют поставленной задаче.

Таким образом, сформировалась вполне конкретная задача: на базе TestBOX разработать ЭУМК по дисциплине «Инженерная графика», позволяющий создавать, изменять и использовать все необходимые элементы ЭУМК для ведения образовательного процесса, включая самостоятельную работу студентов.

2. РАЗДЕЛ ЭУМК «ВЫ — ПРЕПОДАВАТЕЛЬ»

В ЭУМК присутствует две части. Первая, «Вы — преподаватель», содержит различную документацию, входящую в ЭУМК любой дисциплины: образовательный стандарт, цели и задачи изучения дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень реализуемых компетенций, рабочая программа, текущий контроль усвоения материала, задания для самостоятельной работы, теоретические и практические вопросы к экзамену и зачёту, конспект лекций. Возможности TestBOX позволяют сравнительно легко расширить этот перечень, дополнив его новыми необходимыми модулями.

Для лучшего структурирования материала, а также с учётом того, что под одной оболочкой может быть размещено большое количество курсов, переход к ЭУМК и отдельным его компонентам реализован в виде дерева. Это не единственный способ перехода к конкретному разделу. Все элементы курса соединены между собой системой гиперссылок, позволяющих обратиться к взаимосвязанным компонентам, минуя дерево разделов.

Формирование всех этих документов в рамках ЭУМК позволяет не только предоставить доступ к ним всем заинтересованным участникам образовательного процесса, включая студентов, но и даёт в руки разработчику курса мощный и гибкий инструмент как для создания ЭУМК, так и для поддержания его в актуальном состоянии.

Кроме того, перевод учебно-методического комплекса в электронную форму может решить и ещё одну проблему — поддержание всех данных в непротиворечивом состоянии, что легко может быть решено при использовании соответствующих приложений.

3. РАЗДЕЛ ЭУМК «ВЫ — СТУДЕНТ»

Вторая часть ЭУМК «Вы — студент» содержит обучающие материалы. В этом разделе собраны все материалы, предназначенные для ведения образовательного процесса. Стандартный набор должен включать в себя теоретическую часть; практические

примеры; тесты, как обучающие, так и контролирующие.

При использовании некоторых систем, в том числе и TestBOX, разработчикам курсов могут быть предоставлены дополнительные возможности. Так, например, лекции могут представлять собой не просто форматированный текст, снабжённый достаточно простой системой переходов. Лекция может представлять собой набор разделов со сложными связями, образующими несколько возможных траекторий изучения материала, учитывающих психологические особенности студента, его текущую подготовку, требуемую глубину изучения материала.

Ещё один стандартный раздел, присутствующий в разработанном ЭУМК — глоссарий. Доступ к глоссарию осуществляется либо из древа элементов, либо из раздела теоретического материала, где встречается данный термин. Существует возможность перехода из глоссария в соответствующий раздел, содержащий рассматриваемый термин.

Особенный интерес представляет использование в качестве одного из главных элементов при рассмотрении практических задач flash-анимации. Даже простое использование flash-ролика при демонстрации процесса построения чертежа, решения задач, делает достаточно скучный с точки зрения студента процесс более привлекательным и наглядным. Использование возможностей ActionScript позволяет студенту активно включиться в учебный процесс, перейдя от роли потребителя информации к роли непосредственного участника происходящего. Кроме того, у разработчика курса появляется возможность направлять и контролировать процесс освоения материала на более высоком уровне, нежели с помощью обычных тестов.

Для контроля уровня освоения материала применяется тестовая система. Все тесты разделены на две категории: обучающие и контролирующие.

Задача обучающих тестов — дать студенту возможность самостоятельно оценить уровень своей текущей подготовки. Для этого по окончании теста студентам предоставляется возможность не только получить за тест итоговую оценку, которая при этом не идёт в зачёт, но и получить список вопросов, на которые были даны правильные ответы, а также перечень тех вопросов, в которых студент допустил ошибку. Для таких вопросов становятся доступны правильные ответы, а также комментарии к ответам и ссылки на те разделы курса, которые требуют повторного изучения.

С одной стороны, прохождение теста, содержащего только вопросы типов «множественный выбор», «числовой ответ», «вопрос на соответствие» не даёт полного представления об уровне освоения дисциплин, с другой стороны, включение вопросов типа «эссе» не позволяет оперативно получить результат прохождения, тестовые вопросы охватывают не все разделы разработанного курса. Итоговый результат формируется из результатов, показанных при прохождении тестов, а также традиционных форм контроля в виде экзамена или зачёта.

Следует заметить, что отводить тестам главенствующую роль для определения уровня знаний студентов не стоит. Тест является скорее вынужденной мерой в тех случаях, когда по тем или иным причинам не существует возможности прямого контакта со студентом. Поэтому в данном проекте создание какого-либо изысканного подхода к тестам не являлось целью работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный проект ЭУМК, разработанный совместно кафедрой начертательной геометрии и черчения и кафедрой прикладной математики и информатики Вятского государственного университета, содержит все необходимые компоненты, входящие в состав любого подобного ЭУМК. Данная работа позволяет перевести часть курса в плоскость дистанционного образования, облегчить работу создателей курса по его модификации и внутренней непротиворечивости.

Сотрудничество двух кафедр сделало возможным создать не просто стандартный ЭУМК, а придать ему новые возможности, включив в состав проекта использование активной flash-анимации. Такой подход позволяет в полной мере раскрыть возможности современных информационных технологий в образовании. Тем самым была решена проблема повышения уровня преподавания в условиях сокращения аудиторных часов, отводимых на изучение дисциплины.

В заключение хотелось бы ещё раз отметить, что создание современного учебного комплекса требует создания творческого коллектива, включающего в себя не только преподавателей, ведущих соответствующие дисциплины, но и специалистов в области информационных технологий. К сожалению, несмотря на все усилия разработчиков учебных комплексов, создание полноценного, отвечающего всем современным требованиям ЭУМК невозможно силами одного человека или отдельно взятой кафедры.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Данная публикация посвящена проблемам создания благоприятной информационно-образовательной среды для повышения эффективности обучения графическим дисциплинам, организации самостоятельной работы студентов.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие информационно-коммуникационных технологий привело к стремительной компьютеризации всех сфер жизнедеятельности, в том числе и образования. Компьютерные технологии открывают новые возможности представления учебной информации и организации учебного процесса, формируя глобальное информационно-образовательное пространство. Контент Интернет предоставляет информацию практически для всех областей знаний. Развитие различного уровня образовательных порталов открывает огромные возможности для самостоятельного изучения интересующих проблем. При этом можно отметить высокий процент ресурсов, предоставляющих не достаточно качественную информацию, не прошедших рецензирование специалистов-предметников и педагогов. Эта проблема обостряется в настоящее время, потому что Интернет является наиболее доступным источником информации. Сегодня практически каждый студент имеет компьютер и доступ к сетевым ресурсам. Кроме того, можно отметить, что организованный образовательный процесс, например, обучение в университете, переносит приоритет с аудиторной учебной деятельности под непосредственным руководством преподавателя на самостоятельное освоение содержания предмета, предусмотренного образовательным стандартом. Было время, когда лекционные занятия позволяли студенту, составив подробный конспект, успешно подготовиться к экзамену по теоретическим основам учебной дисциплины. В связи с сокращением учебных часов, отведенных для чтения лекций, студенту не обойтись без самостоятельного изучения учебной литературы. В настоящее время в Интернете можно найти большое количество учебной литературы, допущенной или рекомендованной учебно-методическими объединениями различного уровня в качестве учебников или учебных пособий для той или иной дисциплины, при этом все эти ресурсы чаще всего представляют электронную копию бумажного издания. Изучать такие ресурсы можно только от начала, и, чтобы найти интересующую тему или место предыдущей остановки, нужно все последовательно перелистать. В этом смысле с книгой работать намного удобнее: она

позволяет по оглавлению найти нужный раздел и сразу перейти к его изучению, открыв нужную страницу. Представление учебной информации с помощью современных компьютерных средств имеет неоспоримые преимущества: возможности гипертекстовой связи позволяют сделать удобную навигацию по ресурсу, а мультимедийное представление учебной информации делает ее восприятие более доступным. Несмотря на это, нам не удалось найти в Интернете электронное учебное издание, получившее гриф «допущено» или «рекомендовано» в качестве учебного издания для дисциплин графического цикла.

Организационная составляющая учебного процесса в условиях смещения приоритетов в сторону самостоятельной внеаудиторной образовательной деятельности студента должна соответствовать требованиям времени. Это поднимает перед преподавателем новую задачу — создание условий, позволяющих студенту формировать индивидуальные образовательные траектории, получать своевременные консультации и оценки уровня освоения предмета. Для качественного решения подобных вопросов и требуется методически правильно построенная информационно-образовательная среда, которая из инструмента дистанционного образования становится необходимой составляющей всех форм обучения.

1. ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

В последнее время предметом исследования многих ученых являются научные и методические основы развития информационно-образовательной среды [1—3]. Анализ этих работ позволяет сформулировать следующий вывод — образовательные ресурсы смогут принципиально повысить эффективность учебного процесса, если они, во-первых, формируются в рамках лично-ориентированного обучения, во-вторых, направлены на достижение новых образовательных результатов и на формирование у обучаемых исследовательских и проектных умений.

Рассматривая информационную образовательную среду, многие исследователи сосредоточиваются на инструментах деятельности и коммуникаций, формах представления информации, т.е. на программном обеспечении, оценивается удобство, эргономика и значительно меньше уделяется внимания содержательной части контента. И если образовательное программное обеспечение создается профессиональными программистами, реализующими обобщенные требования к учебному процес-

су, то наполнение содержательной части происходит преподавателями-предметниками, очень часто далекими от владения компьютерными технологиями на достаточном уровне.

Предметное содержание информационно-образовательной среды как средства получения образования должно быть намного более информативным и динамичным, чем представленное на традиционном бумажном носителе, позволяющем обучаемому вне зависимости от уровня его начальной подготовки и индивидуальных особенностей восприятия самостоятельно изучать содержание дисциплины.

Например, традиционно алгоритмы решения задач начертательной геометрии представляют в виде описания последовательности действий, которое для наглядности дополнено изображением, получаемым в результате правильной реализации этого алгоритма. Электронные ресурсы позволяют в качестве иллюстрации применять изображения, соответствующие описанию отдельных действий, при этом длительностью отражения на экране графической информацией управляет учащийся, и при необходимости есть возможность вернуться к уже рассмотренному этапу. На рис. 1 представлен фрагмент алгоритма решения задачи по нахождению расстояния от точки до отрезка прямой общего положения методом замены плоскостей проекций из авторского электронного учебного пособия [4].

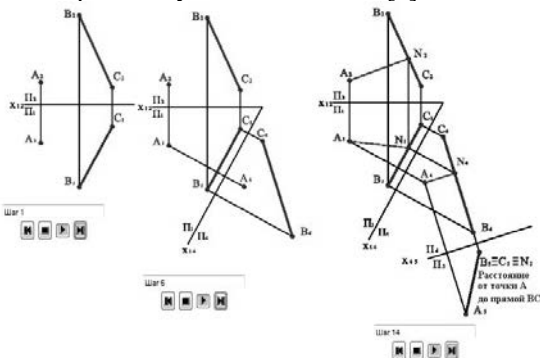


Рис. 1. Фрагмент алгоритма решения задачи по нахождению расстояния от точки до отрезка прямой общего положения

Правильное восприятие изображенного на чертеже объекта очень часто представляет значительную трудность для студента, поэтому возможность сопоставления изображенного на чертеже объекта с его наглядным изображением также направлено на повышение доступности учебного материала. Применение для иллюстрации учебного материала трехмерных моделей изучаемых объектов, выполненных в любой системе автоматизированного проектирования, является достоинством компьютерных способов представления учебной информации, учитывающих уровень развития пространственного мышления студента. На рис. 2 представлен фрагмент мультимедийной лекции, в которой объясняется алгоритм решения задачи по нахождению точки пересечения прямой линии и конуса с использованием всех названных выше методов визуализации

учебной информации: чертеж, наглядное изображение и трехмерная модель объекта.

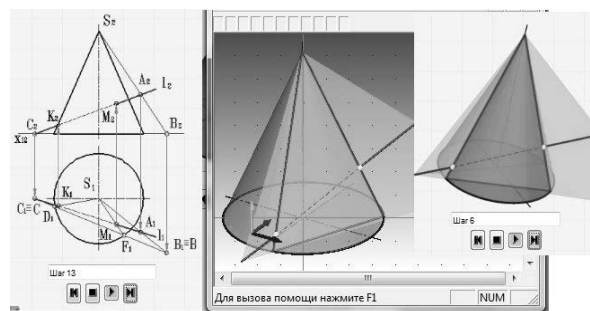


Рис. 2. Нахождение точки пересечения прямой линии с конусом

Кроме повышения доступности учебного материала, информационно-образовательная среда должна содержать организующее начало. Следует учитывать недостаточную готовность студента к самостоятельной учебной деятельности, особенно на первых курсах обучения в университете. Изменение статуса от учащегося к студенту приводит к изменению отношений между субъектами образовательного процесса. В школе учителя и родители осуществляли постоянный контроль над ходом и успешностью учебной деятельности, результат которой предопределён всеобщим средним образованием, отчисление из школы — это чрезвычайное происшествие. В вузе нет практики принуждения к обучению. Поэтому при положительной мотивации к обучению студент, поступивший в университет, должен с помощью контента и инструментальных возможностей информационно-образовательной среды организовать работу по изучению содержания дисциплины, получая своевременные консультации от преподавателя.

Современные средства связи позволяют расширить возможности получения студентом помощи для разрешения возникающих в процессе его самостоятельной работы проблем от других субъектов образовательного процесса, ограниченные раньше рамками аудиторных занятий и консультаций.

Проблема планомерности самостоятельной работы может быть решена введением учета прохождения текущего контроля. Своевременность предоставления выполненной работы на проверку, отчета по изучению темы или прохождения тестового контроля должна влиять на рейтинг студента и итоговую оценку знаний. С нашей точки зрения, рейтинговая оценка не должна быть единственным способом промежуточной аттестации, и в случае несогласия с ее результатом студент должен иметь возможность переаттестации по результату экзаменационного или зачетного задания. Таким образом, неотъемлемой составляющей информационно образовательной среды остаются календарные планы изучения дисциплины и учебные программы с примерами заданий, используемых для контроля успеваемости. На рис. 3 представлен пример тестового задания по теме «Изображение. Виды, разрезы, сечения».

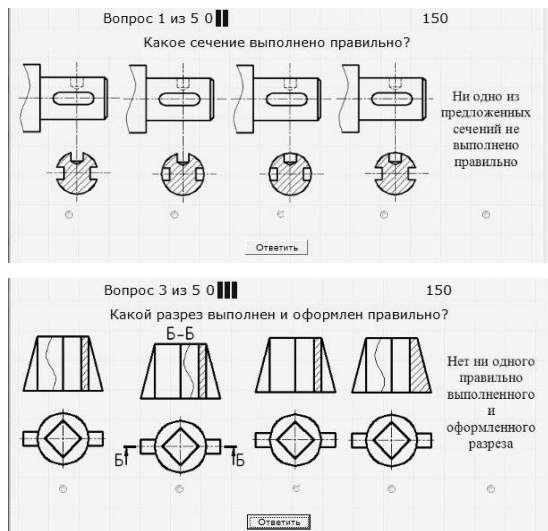


Рис. 3. Примеры тестового задания

Создание предметной образовательной среды направлено на облегчение деятельности студента, в то время как для преподавателя наполнение и поддержание рабочего состояния среды и использование современных средств коммуникации для организации учебного процесса, как правило, дополнительные, чаще всего не предусмотренные в традиционной нагрузке временные затраты. Информационная грамотность современного выпускника школы позволяет ему легко адаптироваться к любым инструментальным особенностям образовательной среды, поэтому основное внимание при разработке образовательного программного обеспечения должно быть направлено на создание возможностей реализовать свои образовательные программы преподавателю-предметнику.

2. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Инженерное графическое образование в настоящее время переживает серьезные изменения, связанные с тем, что инженерная деятельность без компьютерного сопровождения стала неэффективной. Меняется форма представления технической информации, происходит эволюция методов графического представления от традиционного чертежа к информационной модели изделия. В связи с этим актуальность формирования информационно-образовательной среды дисциплин графического цикла возрастает. Перевод графического образования в информационную среду способствует как приобретению предметных знаний на качественно новом уровне, так и ознакомлению с аппаратными и программными средствами обработки изображения, развитию навыков использования современных информационных технологий для коллективного (студент, преподаватель) решения учебных задач.

Применение прикладных графических программ для объяснения алгоритмов решения задач начертательной геометрии и в процессе выполнения индивидуальных графических заданий позволяет соединить точность аналитических методов решения за-

дач и наглядность графического решения. Интерфейсы современных чертежно-графических пакетов не требуют большой специальной подготовки для ознакомления студентов с принципом работы, при этом значительно повышают мотивацию к изучению начертательной геометрии. Использование чертежно-графических программ для приобретения навыков построения двух- и трехмерных моделей объектов в процессе изучения предмета, в свою очередь, способствует повышению доступности и значимости учебной информации.

Анализ студенческих работ по начертательной геометрии, показывает, что наибольшие временные затраты связаны с многократным перечерчиванием, вызванным неточностями в построении, а не с недостатком знаний. Студенты, использующие возможности плоского черчения прикладных графических программ в процессе решения задач на компьютере, выполняют все предусмотренные алгоритмом построения с высокой точностью и, следовательно, с меньшими временными затратами. При этом на результат влияет только осмысленность действий, а не точность построения. На рис. 3 представлен пример оформления индивидуального графического задания на тему «Точка, прямая, плоскость». Условие задачи предполагает нахождение высоты пирамиды различными способами. Результат решения задачи не допускает субъективности оценки и влияния инструмента на точность построения: если задача решена верно, численные значения высоты, найденные каждым способом, равны и не зависят от размера диаметра окружности, используемой для изображения проекции точки.

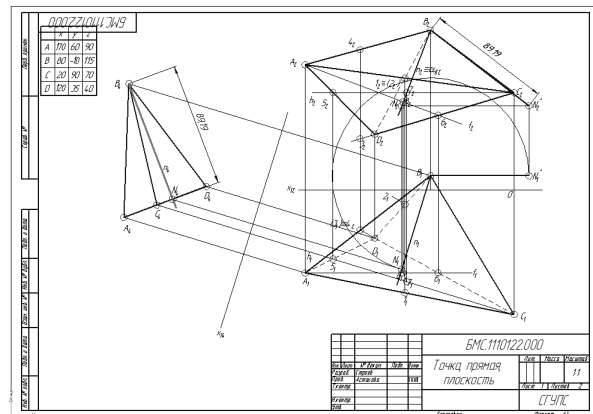


Рис. 3. Пример работы по начертательной геометрии в КОМПАС

Кроме того, применение прикладных графических программ дает возможность представлять исходные данные задания в электронном виде, что позволяет студенту избежать механического перечерчивания, очень часто приводящего к ошибке уже в условии задачи. Студенту остается доработать чертеж в соответствии с требованиями задачи. При этом времени, затрачиваемое студентом на выполнение задания, экономится и может использоваться для более глубокого изучения теоретических вопросов или увеличения количества учебных задач.

Особенностью информационно-образовательной среды дисциплин графического цикла является использование, кроме традиционного образовательного программного обеспечения, специализированных чертежно-графических программ. Одной из серьезных проблем является обоснование выбора графического редактора, используемого на этапе начальной графической подготовки при изучении таких общетехнических дисциплин как начертательная геометрия и инженерная графика. В настоящее время на кафедрах, ответственных за инженерную графическую подготовку, используются различные системы автоматизированного проектирования, и преподаватели, позволяющие применять их в качестве чертежного инструмента при выполнении индивидуальных графических заданий по начертательной геометрии и инженерной графике, имеют собственные предпочтения в выборе редактора, ограничивая студенту возможность выбора инструмента.

Допущение различных систем к одновременному использованию для выполнения студентами графических заданий очень осложняет деятельность преподавателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационно-образовательная среда — это образовательное пространство, наполненное программным обеспечением и предназначенное для повышения эффективности учебного процесса. Поэтому структура и содержание среды в первую очередь должны быть ориентированы на создание комфортных условий для организации совместной

деятельности всех субъектов образовательного процесса. Следует отметить, что сегодня большинство образовательных ресурсов направлено на реализацию индивидуального подхода — учета индивидуальных особенностей обучающихся. В том числе и по той причине, что каждый творческий преподаватель пытается реализовать свое видение способа представления учебной информации для облегчения ее восприятия студентом. Поэтому предпринимаемые попытки регламентирования структуры электронных учебных ресурсов, с нашей точки зрения, только замедляют формирование предметных информационно-образовательных сред.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Захарова И. Г.** Формирование информационной образовательной среды высшего учебного заведения: Автореф. дис. ... докт. пед. наук. — Тюмень: Тюмен. Гос. ун-т, 2003. — 47 с.
2. **Кречетников К. Г.** Проектирование креативной образовательной среды на основе информационных технологий в вузе: Автореф. дис. ... докт. пед. наук. М. 2003. — 36 с.
3. **Петухова А. В.** Инженерно-графическая подготовка студентов в условиях профессионально-ориентированной образовательной среды вуза: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. — Новосибирск: СГУПС, 2009. — 26 с.
4. **Вольхин К. А.** Начертательная геометрия: электронные лекции для студентов архитектурно-строительных университетов [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые, граф. дан. и прикладная прогр. (180 Мб) / Новосибирский государственный архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). — Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2008. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ СВЯЗИ

АННОТАЦИЯ

Широкое применение новых информационных технологий (НИТ) в сфере образования стало реальностью. Но представляется, что большинство результатов связано с электронизацией традиционных форм учебного процесса и в меньшей степени они затрагивают структурные аспекты учебного процесса. В докладе поднимается вопрос о более широком использовании электронных моделей-прототипов, готовых для их последующего анализа и декомпозиции, в частности в курсе инженерной графики.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение НИТ сфере образования и в Высшей технической школе, в частности, стало обыденным делом. Разработаны и прошли проверку практикой платформы для разработки электронных ресурсов на базе ММ-технологий как традиционных учебных курсов в их теоретической, практической и лабораторной части, так и поддержки контрольно-аттестационных мероприятий, учета результатов и других аспектов учебного процесса. Новые технологии эффективно проявили себя как при очной форме обучения, так и дистанционной и смешанной формах.

1. НЕКОТОРЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НА БАЗЕ НИТ

Представляется, однако, что ядром этих процессов пока еще остается традиционная, по крайней мере, в отечественной высшей школе организация учебного процесса, даже после перехода на двухуровневое образование и переформулировки парадигмы с введением понятия целевых компетенций. Но НИТ, по нашему мнению, еще не достаточно активно влияют на структурные признаки учебного процесса, основным недостатком которого являлись и являются слабые междисциплинарные связи, его дисциплинарно-курсовая организация, затрудняющая системные представления обучаемых о технических объектах (ТО), процессах и технологиях направления подготовки. Практика ряда технических университетов, например США, все шире базируется на, так называемой, PLM-методологии (Product Live Cycle Management) на основе CAD/CAE/CAM программно-системой поддержки в структуре жизненного цикла изделий, объединяемой концепцией так называемого параллельного инжиниринга—СЕ (Concurrent Engineering) [1]. Этой концепции организации учебного процесса, в известной степени, можно поставить в соответствие более известную в России концепцию деятельностного подхода [2]. Основой его является моделирование процедур деятельности в методической организации учебного процесса. Признаки полного по-

добия структуры деятельности структуре учебного процесса для технических специальностей были обоснованы еще в [3]. При этом такая структура была названа естественной — NL (Natural Learning) как соответствующая обобщенной структуре деятельности и исторической логике развития видов деятельности в технике. PLM и NL структуры в своей основе предполагают естественные междисциплинарные связи, так как моделируют реальную логику анализа и расширенного воспроизводства технических объектов и процессов в их последовательности с параллельным привлечением необходимых знаний и умений.

2. ВОЗМОЖНОСТИ В РАМКАХ ТРАДИЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ

И в рамках традиционной структуры типовых учебных планов высшего технического образования, благодаря известным преимуществам НИТ, можно расширить и усилить междисциплинарные связи в процессе инженерной подготовки. Например, можно более широко и выразительно представить надсистемные, по отношению к данному локальному теоретическому или прикладному знанию, аспекты. Более явно выделить в учебной дисциплине стадию анализа, являющуюся первичной в любой деятельности. И не в форме пассивного созерцания, а в виде систематизированных процедур, благодаря возможностям разнообразных трансформаций электронных моделей ТО и процессов. «Инженерная графика» (предметная область авторов) с одной стороны оперирует одними из самых информативных в технике моделями — изобразительными. Но, в опережающем порядке, затрагивает элементы проектной деятельности, часто используя устаревшие прототипы, минуя стадию их анализа, представления о показателях назначения и качества (основных), являющихся предметом интереса и синтеза в смежных дисциплинах. В разных сферах, в первую очередь проектной и образовательной, накоплен банк изобразительных электронных моделей, допускающих различные преобразования трансформацию и редактирование. Они, или специально создаваемые для рассматриваемых целей модели ТО, представляют не только сам ТО как носитель функциональных характеристик, но и уровня проектно — конструкторской деятельности, технологий формообразования, характеристик материалов, то есть признаков своей надсистемы; могут и должны с помощью современных НИТ стать объектом для последующей декомпозиции и анализа с целью наполнения дисциплины, в частности инженерной графики, полноценными с прикладных позиций объектами.

На рис. 1 и 2 представлены примеры анализа ТО «Клапан» и одной из его деталей.

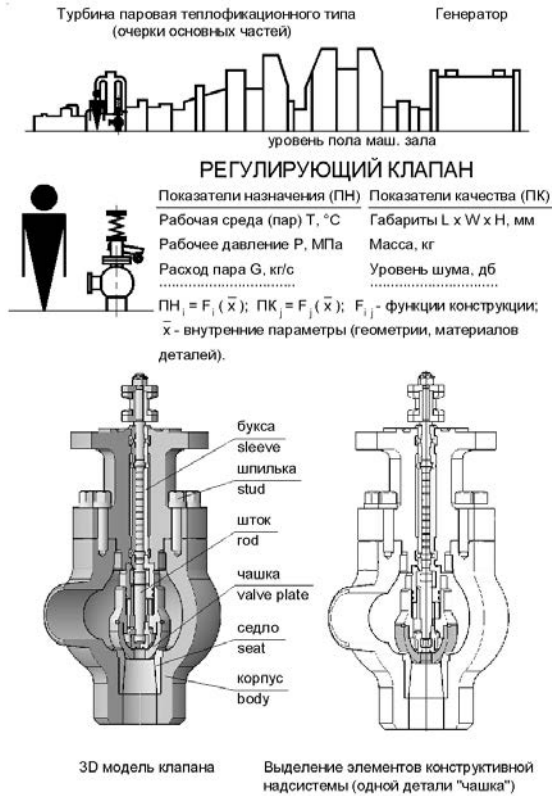


Рис. 1. К анализу надсистемы детали

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На образно поставленный в [4] вопрос «To edit or to draw?» сейчас, при данном уровне 3D- моделирования ответ, по нашему мнению, однозначен: Начинать инженерную графику надо с редактирования, декомпозиции и систематизированного анализа трехмерных моделей ТО, поддерживая технократические устремления первокурсников, иллюстрируя им прикладное значение задач дисциплины, в том числе курса начертательной геометрии.

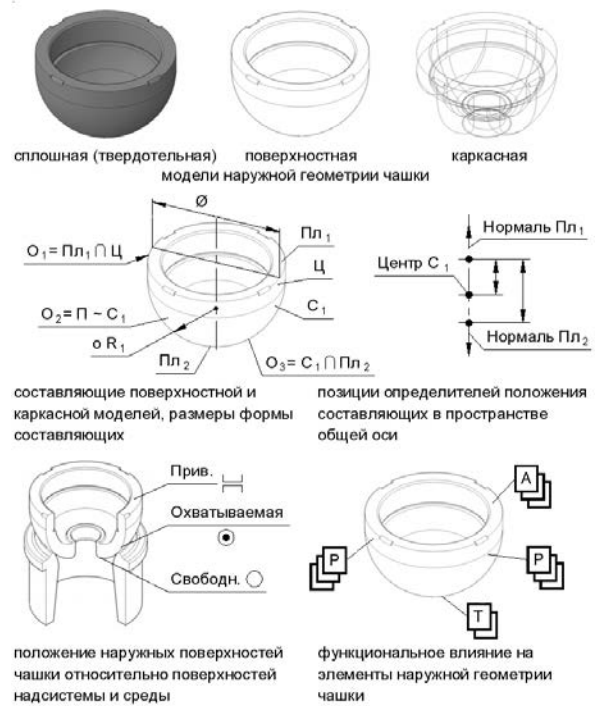


Рис. 2. К анализу наружной геометрии чашки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усанова Е.В. Вопросы проектирования ГПП в контексте технологий параллельного инжиниринга / Интернет конференция «Качество графической подготовки». Пермь, 2011 / dngn.pstu.ru/conf2011/papers72/ дата обр.10.11.2011/
2. Взятыхшев В.Ф. Введение в методологию инновационной деятельности / Европейский центр по качеству. М., 2002. — 81 с.
3. Горнов А.О., Анисимов В.А. Естественные и искусственные структуры учебного процесса / НИИВО. 1994. Вып. 9—10. С. 1—45.
4. Горнов А.О., Кауркин В.Н. To edit or to draw? // Труды Международного форума информатизации. М.: МЭИ, 1999. С. 157—160.

МОДЕЛЬ КАК КЛЮЧЕВОЕ ПОНЯТИЕ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

АННОТАЦИЯ

Анализируются понятия модель и моделирование, и их применение в обучении.

Показано значение моделирования в подготовке специалистов в области техники и технологий.

Представлено моделирование в геометро-графической подготовке, его принципы и его составные части, а также его разновидность — компьютерное геометрическое моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

В федеральных государственных образовательных стандартах отмечен компетентностный подход к подготовке студентов технических вузов. Принципиально новой особенностью такого подхода является необходимость обеспечения требований информационной поддержки жизненного цикла изделий. На всех стадиях жизненного цикла изделий присутствуют информационные модели, в число которых входят 3D-геометрические и графические модели.

1. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ МОДЕЛЬ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Моделью некоторого объекта A (оригинала, прототипа, прообраза) называется объект B , в каком-то отношении подобный (аналогичный) оригиналу A , но отличающийся от него, выбранный или построенный субъектом K , по крайней мере, для одной из следующих целей:

1. Замена A в некотором мысленном (воображаемом) или реальном действии, исходя из того, что B более удобен для этого действия в данных условиях (модель-заместитель). Например, когда по условию текстовой задачи составляется уравнение, то уравнение выступает как модель-заместитель исходной задачи.

2. Создание представления об объекте A (реально существующем или воображаемом) с помощью объекта B (модель-представление). Когда для доказательства теоремы или решения задачи строится чертеж фигуры или тела, о которых говорится в исходных данных, то этот чертеж является моделью-представлением рассматриваемой фигуры или тела.

3. Интерпретация (истолкование) объекта A в виде объекта B (модель-интерпретация). Уравнение $(x - a)^2 + (y - b)^2 = R$ является моделью-интерпретацией геометрической окружности.

4. Исследование (изучение) объекта A посредством изучения объекта B (модель исследовательская).

В большинстве случаев модель обладает не одним каким-либо признаком, соответствующим од-

ной из указанных целей, а несколькими, и поэтому она пригодна, как правило, и для других целей. Так, например, модель-интерпретация окружности пригодна и для исследования свойств окружности, значит, она является и моделью исследовательской. Однако обычно выбирается или строится модель для решения какой-то конкретной задачи, и поэтому вид модели определяется именно той целью, для которой она была первоначально предназначена.

В некоторых из указанных видов моделей можно выделить подвиды. Так, среди моделей-представлений можно выделить модели-представления реальных объектов и модели-представления воображаемых объектов, а также модели-представления о будущих возможных событиях и процессах — прогнозирующие модели, модели-представления об уже совершенных событиях — модели-описания.

Исследование каких-либо реально существующих предметов и явлений и конструируемых объектов путем построения и изучения их моделей называется моделированием. На моделировании по существу базируется любой метод научного исследования — как теоретический (при котором используются различного рода знаковые, абстрактные модели), так и экспериментальный (использующий предметные модели).

Мы предлагаем под моделью понимать материальный или идеальный объект, который рассматривается для изучения исходного объекта (оригинала) и отражает наиболее важные (с точки зрения цели изучения) свойства, качества или параметры оригинала. Моделирование — это построение моделей объектов (предметов, явлений, процессов), существующих в действительности, т.е. замена реального объекта его подходящей копией для исследования этих объектов познания. Главная особенность моделирования заключается в том, что это метод познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом, и с помощью которого изучает интересующий его объект.

2. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Исторически первыми моделями, отражающими реальные объекты и явления, считаются наскальные рисунки, а затем языковые знаки (слова), которые возникли в ходе развития человечества.

В научных исследованиях моделирование стало применяться еще в глубокой древности. Например, в Древней Греции была создана геометрическая модель Солнечной системы. Таких примеров можно привести множество. Причем моделирование как метод научного познания постепенно проникло во

все области научных знаний, среди которых: техническое конструирование, строительство, архитектура, астрономия, математика, физика, химия, биология, а также гуманитарные и общественные науки.

Моделирование — один из основных способов исследования явлений и процессов окружающей действительности. Он основывается на принципах аналогии и подобия и связан с такими категориями, как абстракция, гипотеза и др.

Геометрическая модель — это приближенное представление (изображение) какого-либо множества объектов, явлений внешнего мира в виде совокупности геометрических многообразий и отношений между ними для получения новых знаний о другом объекте (оригинале). В геометрической модели могут отображаться элементы разной размерности (в каких-либо сочетаниях и отношениях между собой), имеющие свою внутреннюю структуру. Геометрические модели включают и количественные отношения элементов модели. Это количественные характеристики геометрических фигур, полученные в результате измерений. Это функциональные зависимости между параметрами модели и их аналитические обобщения, связанные с производными, интегралами и т.д. Это алгебраические выражения, направленные на численную реализацию количественных (и качественных) закономерностей (свойств) модели, а, следовательно, и реального моделируемого объекта. При этом геометрическое моделирование непосредственно связано с математическим.

Таким образом, геометрическое моделирование позволяет с помощью геометрических преобразований исследовать пространственные (пространственно-подобные) формы, отношения (количественные и качественные), закономерности, свойства, присущие объектам реального мира. В то же время, геометрическим и в целом математическим понятиям и теориям присуща высокая степень абстрактности.

Под геометрической моделью будем понимать отображение пространств (многообразий, множеств) различного числа измерений, возможно с дополнительной структурой, выраженное с помощью геометрических понятий.

Таким образом, если обозначить M_1 — объект/оригинал (некоторое множество элементов, определяемое в каком-либо геометрическом пространстве), M_2 — модель/образ (множество образов элементов объекта M_1), f — отображение, определяющее переход M_1 в M_2 , то получим: $f: M_1 \rightarrow M_2$.

Геометрическое моделирование включает следующие составные части.

1. Объект моделирования (с указанием области отправления отображения): определение прообраза/оригинала модели или геометрическое множество, которое следует отобразить (моделировать). Моделировать можно как трехмерное пространство (в этом случае получают модель Монжа, перспектива, аксонометрия, проекции с числовыми отметками), так и любые многообразия: поверхности (например, стереографическая проекция, цилиндрическая проекция), многомерные пространства (мно-

гомерные начертательные геометрии), неевклидовы пространства (неевклидовы начертательные геометрии), многообразия (множества), элементами которых являются не точки, а прямые, или плоскости, или коники — конические сечения, являющиеся кривыми второго порядка.

2. Носитель модели (указание области принятия отображения): какое множество служит для конструирования модели. Носителем модели может служить плоскость или двумерное множество (например, плоскость изображения, чертеж, экран компьютера). Однако, в общем случае, моделировать можно, не только на плоскости, но и на иной поверхности (например, панорамная и купольная перспективы), в трехмерном и многомерном евклидовом и неевклидовом пространствах и т.п., т.е. для конструирования области прибытия отображения может быть выбрано многообразие любой структуры, любой размерности и с любыми элементами. Разумеется, что в таких начертательных геометриях «изображения» моделируемых объектов уже нельзя просто начертить (нарисовать на плоском носителе изображения (листе, экране компьютера и т. п.)). Однако такие геометрические модели являются перспективными, и в настоящее время ведутся разработки по построению таких изображений, например, проекционное телевидение, когда изображение получается в физическом пространстве; компьютерные 3D-графические программы позволяют получать трехмерные модели.

3. Модель: чем отображается оригинал на носителе данной модели, как конструируется модель или какое геометрическое множество служит моделью (областью прибытия). Например, чтобы построить модель точки трехмерного пространства, необходимо построить ее две проекции. Элементами области прибытия (модели) могут быть любые объекты: пары, тройки и т.д. точек, прямых и т.п., окружности, коники, прямые и кривые линии, поверхности, преобразования и др.

Отметим, что поскольку с взаимно однозначным отображением связано совершенно равноправное с ним обратное отображение, то в принципе безразлично, что называть оригиналом, а что — моделью.

4. Аппарат отображения. Основным способом конструирования отображений в классических методах начертательной геометрии является композиция (произведение) проецирования и сечений, а именно, пространство оригинала M_1 проецируется прямыми связки M_2 на плоскость M_3 ($M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$). В общем случае вместо связок прямых (M_2) можно использовать различные геометрические многообразия, например, конструкции прямых (косое проецирование), семейства кривых (криволинейное проецирование), поверхностей и т.д. Набор многообразий M_2 во всех отображениях называют проецирующим аппаратом или аппаратом отображения.

Здесь следует отметить, что аналитические отображения (аналитические модели) строятся так же, как рассмотренные выше конструктивные: связь между оригиналом M_1 и моделью M_3 осуществляет-

ся по типу $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$, т.е. произведение отображений, где между областью отправления отображения M_1 и областью прибытия M_3 имеется некоторое множество — посредник M_2 . В случае аналитического отображения вставка M_2 есть некоторое числовое множество (множество наборов чисел), а в случае конструктивного отображения вставка M_2 — это проецирующий аппарат. Очевидно, что одно и то же отображение можно построить и аналитически, и конструктивно.

Выделенные четыре принципа построения геометрических моделей позволяют развивать, дополнять и уточнять уже разработанные и строить новые геометрические теории, причем имеет место взаимное обогащение геометрии оригинала и геометрии модели в результате перевода известных фактов одной геометрии на язык другой.

Следует отметить, что построение моделей не является прерогативой начертательной геометрии (геометрического моделирования). По существу вся математика занимается в этом смысле моделированием: аналитическая геометрия Декарта, интерпретация Гаусса комплексных чисел, модели геометрии Лобачевского и др. Однако геометрическое моделирование выделяется в самостоятельный раздел геометрии, за счет специфики методов конструирования моделей — это конструктивные методы построения взаимно однозначных отображений.

После представленных составных частей геометрического моделирования осуществляется выбор метода решения задачи в рамках построенной геометрической модели, а также анализ и интерпретация полученных результатов.

Итак, пространственные соотношения между реальными объектами (положение и ориентация объектов в пространстве и их размеры) изучаются с помощью геометрических моделей. Для визуализации геометрических моделей используются идеализированные геометрические объекты (точка, линия, плоскость и др.), которые в отличие от реальных объектов обладают набором только наиболее существенных свойств (геометрическая точка отличается от реальной точки на чертеже тем, что имеет только координаты, но не имеет размеров, геометрическая линия не имеет ширины, геометрическая плоскость — толщины и т.д.). Графическая визуализация геометрических моделей представляет собой образ (зрительно/визуально воспринимаемый) идеализированных геометрических объектов, составляющих геометрическую модель.

Геометрическая модель — это идеальная форма существования реального объекта, т.е. прежде чем конструировать какое-либо изображение необходимо вначале заменить объект реального пространства на геометрический объект, называемый оригиналом, поскольку в реальном мире мы не всегда оперируем точками, плоскостями и т. п. Другими словами, сначала нужно сконструировать модель реального пространства, а затем построить его изображение — геометрическую модель. Поэтому можно сказать, что геометрическое моделирование занимается построением «модели моделей». Таким

образом, геометрическая модель является общим случаем моделей реальных объектов, поскольку позволяет получать различные модели, выходящие за рамки реальных объектов, например, построение моделей многомерных пространств. Однако такие модели находят применение для отображения процессов и явлений в различных сферах нашей действительности (экономических, экологических, технологических, социальных и т.п.).

Геометрическая модель — это визуально-образная модель. Воспринимаемая трехмерная визуальная информация о реальном физическом (трехмерном) пространстве формируется в сознании человека в виде мысленного образа. Можно сказать, что мысленный образ (M_2) является прообразом (моделью) объекта, реально существующего или создаваемого в результате мыслительной деятельности, т.е. оригинала (M_1). А поскольку любое изображение (M_3), создаваемое человеком, является синтезом его мысленного образа, который существует в виде мысленной модели (M_2), то получается, что любое изображение является моделью модели, т.е. $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$. Однако человек воспринимает визуальную информацию реально существующих объектов. А поскольку геометрия оперирует и абстрактными объектами (например, четырехмерными, пятимерными моделями, т.е. моделями различной структуры и размерности), то геометрическая модель может обогащать визуальную информацию за счет мыслительной деятельности. На этом основании можно сделать вывод о том, что изображения (визуально-образные модели) могут быть дополнены, обогащены новой информацией для решения прикладных вопросов.

3. КОМПЬЮТЕРНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В настоящее время актуальным является обучение студентов геометрическому компьютерному моделированию, где геометрическая модель представляется информационной (компьютерной) моделью с помощью средств компьютерной графики.

Компьютерная графика (*CG — computer graphics*) — это отрасль знаний, которая, с одной стороны, представляет комплекс аппаратных и программных средств, используемых для формирования, преобразования и выдачи информации в визуальной форме. С другой стороны, под компьютерной графикой понимают совокупность методов и приемов для преобразования данных в графическое представление. Компьютерная графика — область деятельности, в которой компьютеры используются как инструмент для создания изображений, так и для обработки визуальной информации, полученной из реального мира. Условно компьютерную графику можно разделить на двумерную, трехмерную, анимационную, инженерную. В свою очередь анимация может быть двумерной и трехмерной, также как инженерная компьютерная графика может быть двумерной и трехмерной. В зависимости от способа формирования изображений компьютерную графику подразделяют на растровую графику, векторную

и фрактальную. Отдельным предметом считается трехмерная 3D-графика, изучающая приемы и методы построения объемных моделей объектов в виртуальном пространстве. В ней сочетаются векторный и растровый способы формирования изображений. За полвека своего развития компьютерная графика проделала громадный путь. Сейчас это самая динамично развивающаяся отрасль информационной технологии, она охватывает все виды и формы представления изображений, доступных для восприятия человеком на экране [1].

Представление геометрической модели с помощью средств графики (совокупность всех средств получения изображений), в том числе и средствами компьютерной графики, называется геометрографической моделью. Для моделирования в среде графического редактора используется обобщенная информационная модель графического (геометрического) объекта, включающая изображаемый объект (его геометрическая форма или рисунок), его параметры (размеры, пропорции, цвет), действия по формированию изображения (перемещение, копирование, редактирование, поворот, отражение, изменение размеров и пропорций).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стратегически новым подходом к информатизации геометрической и графической подготовки становится обеспечение требований информационной поддержки жизненного цикла изделий *PLM (Product Life Cycle Management)*, ранее имевшей название *CALS*. В этой связи основополагающей представля-

ется трехмерная электронная геометрическая модель — математическое описание структуры изделия, полный набор координат и геометрических характеристик его элементов [2]. Однако анализ практики обучения показывает, что у студентов технических специальностей наблюдаются частичные, разрозненные представления о геометрическом моделировании. А выпускники вузов — специалисты технического профиля — в большинстве случаев не способны на профессиональном уровне осуществить геометрическое моделирование. Следовательно, обучение геометрическому моделированию студентов остается актуальной задачей, требующей для своего решения новых подходов, учитывающих современные тенденции [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Божко Н.А., Жук Д.М., Маничев В.Б. Компьютерная графика: учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 392 с.
2. Якунин В.И., Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Соснина О.А. Инновационная стратегия комплексной информатизации геометрической и графической подготовки в высшем техническом профессиональном образовании на современном этапе. — Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе: Материалы Международной научно-методической конференции посвященной 80-летию АГТУ, 15-17 сентября 2010 года. — Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. — С. 228 — 234.
3. Информационные технологии в инженерном образовании. / Под ред. С.В. Коршунова, В.Н. Гузнецкова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 432 с.

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

АННОТАЦИЯ

Анализируется современное содержание курса инженерной графики в техническом университете, его соответствие современным требованиям.

Показывается необходимость использования информационных технологий в рамках сложившегося курса в виде обучения созданию 3D моделей.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных общепрофильных дисциплин в техническом университете является инженерная графика. Это первый предмет, знакомящий студента с некоторыми аспектами проектирования — созданием геометрической информации об изделиях, её отображением на плоскости. Содержание и методика преподавания дисциплины давно сложились и практически не меняются в настоящем. Это подтверждается и требованиями существующих и разрабатываемых государственных образовательных стандартов: «студент должен знать способы и приёмы отображения на плоскости, уметь выполнять и читать чертежи». Обучение строится на базе выполнения чертежей изделий по методу Монжа, анализа геометрической информации об изделиях.

Ведущие зарубежные и отечественные проектные организации разработку изделий начинают с создания её 3D модели, как правило, без использования проекционных изображений, которые при необходимости могут быть выполнены автоматически. В обозримом будущем значение чертежа в инженерной практике сохранится, но создание его, как правило, будет начинаться с разработки 3D модели изделия.

1. КУРС ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Обучение инженерной графике в настоящее время начинается с изучения правил отображения объектов на плоскости по методу Монжа, начиная с простых геометрических объектов (плоскостей, призм, пирамид, цилиндров и т.д.). В МГТУ им. Н.Э. Баумана этому отводится один семестр (34 аудиторных часа). Затем рассматривается создание чертежей объектов, похожих на реальные детали, далее выполняются чертежи реальных деталей и сборочных единиц и попутно изучаются основные типы конструкторской документации, соответствующие разным стадиям проектирования. Этим разделам курса посвящаются последующие три семестра (по 34 аудиторных часа каждый). Также в рамках курса студентам даётся представление об основных приёмах создания плоских изображений с применением того или иного САПР. В МГТУ им. Н.Э. Баумана студенты большинства факультетов обучаются приёмам выполнения плоского изоб-

ражения детали с помощью системы AutoCAD. На это отводится 17 аудиторных часов в рамках отдельного раздела курса инженерной графики, практически не связанного с его другими разделами.

Следует отметить, что в настоящее время готовность студентов эффективно усвоить инженерную графику традиционными способами падает. Это связано с отсутствием у большинства из них базовых знаний об изображениях объектов на плоскости по причине того, что курс черчения в школе не является обязательным. Так, опрос, проводимый среди первокурсников в 2010 году, показал, что только порядка 30 % из них изучали в школе черчение. Низок и общий уровень подготовки студентов — умение мыслить логически, применять логические умозаключения при построении объектов на плоскости, способность самостоятельно проанализировать правильность решения, найти другое решение, при некотором изменении исходных данных, как правило, слабо развиты. В ходе того же опроса первокурсников им задавались вопросы о том, что собой представляет некоторое множество точек, имеющих одинаковые геометрические свойства (например, одинаково удалённых от заданной прямой на плоскости, в пространстве и подобные). Процент правильных ответов также был не высок — порядка 55 %. Умение работать самостоятельно с учебной и методической литературой также находится на достаточно низком уровне. Ко всему прочему существует тенденция к сокращению часов, отводимых на изучение инженерной графики по ряду объективных причин. В связи с переходом на двухуровневую систему подготовки в МГТУ им. Н.Э. Баумана с 2011 года примерно 60 % студентов обучаются по программе подготовки бакалавров. Это привело к тому, что курс инженерной графики для них сокращается до 3 семестров по 34 аудиторных часа каждый, при этом перед преподавателями кафедры инженерной графики ставится задача не допустить снижения уровня подготовки студентов, которые должны получить необходимые навыки создания чертежей в полном объёме.

2. 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Для эффективного изучения инженерной графики, соответствия курса современным требованиям, в нём непременно должно присутствовать обучение приёмам создания 3D моделей и выполнения по ним чертежей. Это не должен быть специальный курс геометрического моделирования, посвящённый математическим основам моделирования, алгоритмам их построения, изучению различных САПР. Обучение созданию 3D моделей следует начинать с их создания для геометрических объектов, изучае-

мых в курсе инженерной графики. Следует обучить студентов решать типовые задачи курса инженерной графики с использованием 3D моделирования и на основе 3D моделей создавать плоские изображения, конструкторскую документацию, соответствующую требованиям государственных стандартов. Изучение приёмов создания 3D моделей следует интегрировать во все темы, изучаемые студентами, сделать их инструментом решения задач по начертательной геометрии, проекционному черчению, выполнению чертежей деталей и сборочных единиц. Владение информационными технологиями, навыки работы на компьютере в настоящее время не являются узкопрофессиональными, ими обладают практически все студенты. Поэтому для внедрения 3D моделирования в курс инженерной графики достаточно в часы занятий дать студентам основную информацию о программном продукте, способах решения задач инженерной графики с его помощью, а закрепление навыков работы по созданию 3D моделей перенести на самостоятельную работу. Это повышает мотивацию к обучению и его эффективность — в этом случае студент может легко самостоятельно оценить правильность своего решения, выполненного по методу Монжа, рассмотреть различные варианты решения при некотором изменении исходных данных задач.

Подобный подход на кафедре инженерной графики МГТУ им. Н.Э. Баумана стали применять при обучении студентов на одном из факультетов — факультете «Машиностроительные технологии» в 2008 году сначала в виде эксперимента, а затем уже в виде типовой программы обучения. Первый раздел курса инженерной графики студентами этого факультета изучался в традиционном ключе — изучались основные правила выполнения чертежей, терминология курса, правила выполнения построений, решение проекционных задач и прочее. Во второй раздел курса, который посвящён обучению съёмке эскизов, выполнению чертежей деталей, был добавлен раздел по созданию 3D моделей и на их основе плоских чертежей в объёме 17 часов. Занятия проводились в компьютерных классах, на них на специально подготовленных примерах студенты обучались приёмам создания моделей деталей, чертежи которых они выполняли традиционным способом в предыдущем семестре. Выполняя плоские изображения по моделям, студенты наглядно могли увидеть, что меняется в плоском чертеже при изменении условия проекционной задачи, которую они решали традиционным способом на бумаге ранее. Этот раздел по 3D моделированию не был изолирован от остального содержания курса этого семестра. Студентам ставилась задача выполнить самостоя-

тельно модели и чертежи тех деталей, с которых они снимали эскизы. Такой подход актуализировал пространственное воображение студентов — по детали, которую он держал в руках, создавалась модель, сопоставлялась постоянно с объектом, а затем при помощи САПР выполнялись изображения детали на чертеже, удовлетворяющие требованиям ЕСКД, что позволяло студенту самостоятельно исправлять свои ошибки на эскизе детали, который был выполнен предварительно. Перед началом проведения эксперимента возник вопрос — смогут ли студенты в такой короткий срок изучить основы 3D моделирования на базе САПР или нет. Наш опыт показал, что студенты с этим справляются. Более того, успеваемость студентов факультета «Машиностроительные технологии» по курсу инженерной графики выросла на 15%. При изучении последующих разделов курса в следующих семестрах нами также стало использоваться 3D моделирование без его выделения в самостоятельный подраздел. Студенты выполняли чертежи сборочных единиц, рабочие чертежи деталей с предварительным построением их моделей, причём им предоставлялось право выбора - выполнять курсовые работы традиционным способом на бумаге или с применением САПР. Следует отметить, что подавляющее большинство студентов выбирали второй способ.

В настоящее время не является принципиальным вопросом, на базе какой САПР строить обучение 3D моделированию, так как основные операции в любой из них похожи (создание контура, вращение, выдавливание, объединение, вычитание и пр.). В связи с тем, что фирма AUTODESK бесплатно раздаёт студентам ведущим техническим университетам России полноценные учебные версии своих продуктов, широкой распространённостью этих пакетов, изучение можно строить как на базе САПР типа AutoCAD 2012, так и на базе САПР более высокого уровня — Autodesk Inventor, MDT и пр. Нами в качестве базового пакета 3D моделирования был взят Autodesk Inventor по причине наглядности и достаточной простоты построения моделей изделий и их чертежей с его помощью, а также достаточно хорошей его адаптацией к стандартам ЕСКД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для повышения эффективности обучения инженерной графике 3D моделирование должно преподаваться студентам в рамках этого курса путём интеграции в его разделы. Как показывает практика применения данного подхода, он усиливает мотивационные аспекты обучения и повышает успеваемость по дисциплине.

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МЕНТАЛЬНО-СТРУКТУРИРОВАННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

АННОТАЦИЯ

В статье предлагается оригинальный подход к определению понятия компетентность специалиста, кратко описываются новая ментально-структурированная образовательная технология и экспертно-аналитическая система управления качеством ментально-структурированной компетентностной подготовки специалистов, в которой ряд показателей компетентности специалиста выявляются автоматически на основании семантических характеристик самостоятельных работ студентов.

ВВЕДЕНИЕ

Важной задачей отечественной высшей школы является повышение качества и конкурентоспособности российского инженерного образования. Это необходимо для адекватного позиционирования системы отечественного инженерного образования на международном рынке образовательных услуг.

Страны — участницы Болонского процесса, и Россия в том числе, декларировали компетентностный подход в образовании, то есть, такое преобразование технологии обучения, когда от результатов образования уже не требуется жесткой привязки к конкретной предметной области. В статье предлагается оригинальный подход к определению понятия компетентность специалиста, кратко описываются новая ментально-структурированная образовательная технология и экспертно-аналитическая система управления качеством ментально-структурированной компетентностной подготовки специалистов, в которой ряд показателей компетентности специалиста выявляются автоматически на основании семантических характеристик самостоятельных работ студентов.

1. КОМПЕТЕНТНОСТЬ И СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЕЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Терминология компетентностного подхода к настоящему времени окончательно не устоялась, и соответственно методы автоматизированного оценивания компетентности только формируются. Ж. Делор определил понятие компетентности современного специалиста с помощью четырех составляющих: умение учиться, умение делать, умение жить и умение жить с другими людьми [1]. И.А. Зимняя предлагает все компетенции разделить на три группы: компетенции, относящиеся к профессиональной деятельности, компетенции, относящиеся к себе как к личности, и относящиеся к взаимодействию человека с другими людьми [2]. В.Д. Шадриков также разделяет все компетенции специалиста на три группы: общепрофессиональные, специальные и социально-личностные [3]. Ев-

ропейская система квалификации специалистов выделяет когнитивные компетенции (или инструментальные), функциональные (или системные) и личностные, включая в эту группу и межличностные компетенции [4]. Надо отметить, что, несмотря на некоторые отличия в определениях компетенций у отечественных и зарубежных ученых, смысловое содержание, положенное в основу выделения конкретных компетенций для всех определений во многом идентично. Особенностью подхода А.А. Добрякова [5] является выделение пяти составляющих компетентности, названных грамотностями (знаниевой, функциональной, креативной, корпоративной и социально-психологической) и ориентированных на автоматизацию получения количественных оценок компетентности.

2. МЕНТАЛЬНО-СТРУКТУРИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТА

В заголовке статьи имеются слова «ментально структурированная подготовка специалиста», остановимся на этом словосочетании подробнее. Предполагается, что в новой ментально-структурированной образовательной технологии объекты предметной области, равно как и само содержание образования, нужно подстраивать (приспосабливать) к психофизическим способностям обучающихся в соответствии с объективно существующими закономерностями работы функциональных систем головного мозга. Такой процесс особой структуризации учебного материала, учитывающей особенности обучающегося, предусматривает не только учет имеющихся у студентов уже имеющихся механизмов мышления, но и формирование новых мыслительных механизмов. Создание у обучающихся таких мыслительных схем (когнитивных карт), которые позволят будущим специалистам в течение будущей жизни продолжать обучаться, получать другие знания. То есть, задачей новой ментально-структурированной образовательной технологии является формирование у студента такой мыслительной грамотности, с помощью которой он сможет перестраиваться и осваивать новые предметные области, повышая, таким образом, свою конкурентоспособность на рынке труда. Другими словами, в этой образовательной технологии структурные и содержательные составляющие учебного процесса «привязаны» к объективно существующим закономерностям памяти и мышления человека, с одной стороны, и развивают новые механизмы работы памяти и мышления человека, с другой стороны.

3. ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МЕНТАЛЬНО-СТРУКТУРИРОВАННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ.

Система управления качеством ментально-структурированной компетентностной подготовки специалистов технического профиля показана на рис. 1.

Основными компонентами системы являются:

- объединенное хранилище баз данных, онтологий, баз знаний;
- подсистема оценивания психофизиологических параметров обучаемого;
- подсистема оценивания содержания, технологии и результатов обучения;
- подсистема управления качеством подготовки студентов;
- интерфейсы студента, преподавателя и эксперта.

Рассмотрим кратко основное предназначение перечисленных компонент системы.

Объединенное хранилище предназначено для хранения баз данных самой экспертной системы, пополнение которых предполагается в процессе ее (системы) функционирования. То есть, предполагается создать такое хранилище, которое ориентировано на специфические законы семантической обработки данных. Для этого необходимо создание предметных онтологий, как своего рода «образов-идеалов» для выполнения сравнительного анализа поступающих на хранение учебных материалов. Особенностью построения такого хранилища является следование международному стандарту разделяемых единиц обучения SCORM [6]. В частности, информация об одной и той же «единице обучения» хранится в разных форматах (текст, изображение, звуковой фрагмент речи) и может быть предъявлена обучающемуся в наиболее подходящем формате.

Подсистема определения психофизиологических характеристик студента состоит из программного компонента, вычисляющего скорость восприятия информации, предъявляемого обучающемуся в разных форматах (текст, изображение, звуковой фрагмент речи). Результаты измерений хранятся в биометрической базе данных обучающихся, психофизиологические характеристики каждого студента анализируются в динамике во времени, а также сравниваются с результатами, полученными у других студентов.

Подсистема оценивания содержания, технологии и результатов обучения включает в себя, по существу, три отдельных блока. Блок оценивания содержания обучения представляет собой комплекс программ, выявляющих понятийный состав учебного курса, строящих семантическую сеть на основе полученного понятийного тезауруса и далее, вычисляющих такие семантические характеристики качества учебного материала, как новизна, сложность, схожесть и релевантность [7]. Этот блок опирается

на нормативные документы, разрабатываемые в учебно-методическом управлении вуза, такие как программы дисциплины, учебные планы кафедр, а также на федеральные образовательные стандарты.

Блок оценивания результатов обучения работает в тесной взаимосвязи с электронным университетом, получая от последнего как традиционные оценки знаний, умений, навыков в виде зачетных и экзаменационных ведомостей, а также результаты балльно-модульной системы оценивания студентов. И наконец, оценивание технологий обучения включает в себя составной частью оценку того профессорско-преподавательского состава, который занят в учебном процессе и средств передачи информации.

Интерфейсы студента, преподавателя и эксперта построены с опорой на новую ментально-структурированную технологию и представляют собой веб-ориентированные диалоговые окна, в которых независимо друг от друга осуществляется выбор оценочных характеристик студентом — в этом случае происходит самооценка, преподавателем — оценка или экспертом — выявление расхождения между оценкой и самооценкой и вынесение корректирующего воздействия. Пример такого ментально-структурированного интерфейса показан на рис. 2.

Последний компонент системы — подсистема управления качеством подготовки специалиста — является средством организации взаимодействия перечисленных подсистем между собой, а также связь с внешними системами управления образовательным процессом вуза, такими как электронный университет, диспетчерская, учебное управление, деканаты и администрация вуза. Функциями этого компонента являются выдача управляющих воздействий, выполнение прогностических исследований, своевременное оповещение перечисленных внешних систем — снабжение их необходимой информацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, в статье предложена концепция создания экспертно-аналитической системы управления качеством ментально-структурированной компетентностной подготовки специалистов в вузе, интегрированной в общую информационную систему вуза, основными функциями которой являются мониторинг качества, прогнозирование, оповещение руководства вуза.

Благодарность. Авторы статьи благодарны Министерству науки и образованию РФ за финансовую поддержку в виде Государственного контракта

№ 16.740.11.0407 от 26 ноября 2010 г. на проведение поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 — 2013 гг.» по теме «Качество подготовки научных и научно-педагогических кадров инженерного профиля в компетентностном формате».



Рис. 1. Блок-схема экспертно-аналитической ментально-структурированной системы управления качеством компетентностной подготовки специалистов технического профиля

Дисциплина: Электроника
 Задание: Дипломный проект
 Студент: Козлов И.А.
 Группа: ИУ6-92

Режим расчёта ОМГ
 Полный (ОМГ=f(МГ,ПЗЛК))
 Упрощенный (ОМГ=МГ)

СОХРАНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЙТИ БЕЗ СОХРАНЕНИЯ СПРАВКА

Структура учебного задания:

КАНВА
 КОНТЕКСТ
 ТЕКСТ
 ОБСУЖДЕНИЕ
 ОБОБЩЕНИЕ

Мнение студента о себе

	п	л	о	по	ЗУН
Трудоемкость/Трудоспособность	3	5	18	4	ЗУН1 5
Сложность/Интеллектуальность	3	4	15	3	ЗУН2 4
Новизна/Эвристичность	4	4	20	4	ЗУН3 5
Системность/Предприимчивость	4	4	20	4	ЗУН4 3
С-Э обоснованность/Социальность	4	4	20	4	ЗУН5 4

Оценка студента преподавателем

	ПЗЛК	МГ	ОМГ	пОМГ	Δ ОМГ	ЗУН	Δ ЗУН
Трудоспособность	1	Знаниевая грамотность 1	2	1	-3	ЗУН1 3	-2
Интеллектуальность	2	Функциональная грамотность 2	6	2	-1	ЗУН2 4	0
Эвристичность	3	Креативная грамотность 2	8	2	-2	ЗУН3 1	-4
Предприимчивость	2	Корпоративная грамотность 2	6	2	-2	ЗУН4 3	0
Социальность	2	С-Э грамотность 2	6	2	-2	ЗУН5 2	-2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАЩИТЫ

Рис. 2. Ментально-структурированный интерфейс оценки и самооценки студента

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Жак Дело.** Доклад «Образование — скрытое сокровище» М.: Московская школа политических исследований, 2002. — 472 с.
2. **Зимняя И.А.** Ключевые компетенции — новая парадигма результата образования // Высшее образование. 2002 .№5. С. 34—42.
3. **Шадриков В.Д.** Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход» М.: Высшая школа. 2003. №1. С. 27—31.
4. **Tuning Project** Tuning Educational Structures in Europe. Line 1. Learning Outcomes. Methodology. 2001—2003.
5. **Добряков А.А.** Тенденции и современные подходы к компетентностной подготовке специалистов технического профиля. М.: ИЦПКПС, 2010. — 66 с.
6. **Качество** подготовки научных и научно-педагогических кадров инженерного профиля в компетентностном формате Отчет по НИР / А.А. Добряков и др.; под ред. А.А. Добрякова, Госконтракт №16.740.11.0407 от 26 ноября. 2010 г. — 231 с.

СТРАТЕГИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УНИВЕРСИТЕТА КАК ВАЖНЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Анализируются цели и задачи университета в области комплексной информатизации всех сторон жизнедеятельности.

Описаны основные стратегические направления информатизации МЭИ как национального исследовательского университета, способствующие существенному обновлению технической базы и содержания инженерного образования. Раскрыты отдельные направления информатизации университета в привязке к решаемым в той или иной области деятельности задачам.

Приведены мероприятия, планируемые университетом по реализации основных направлений информатизации.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегическая цель государственной политики в области образования — повышение доступности качественного образования, соответствующего требованиям инновационного развития экономики, современным потребностям общества и каждого гражданина. Возможность получения качественного образования продолжает оставаться одной из наиболее важных жизненных ценностей граждан, решающим фактором социальной справедливости.

Подготовка современных инженерных кадров требует в настоящее время существенного развития материальной базы университета, его информационной инфраструктуры, обеспечивающей внедрение и развитие инновационного учебного оборудования, новых информационных технологий обучения. Подготовка квалифицированного инженера невозможна без широкого внедрения информационно-коммуникационных технологий во все сферы деятельности университета — обучение, проведение научных исследований, управление различными сферами деятельности. Национальный исследовательский университет не может быть таковым, если проводимые в нем научные исследования и разработки, подготовка специалистов не базируются на развитых информационных средствах и технологиях. В этой связи для технического университета важно иметь разработанную и осуществляемую стратегию информатизации, развития информационно-коммуникационных технологий.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УНИВЕРСИТЕТА

Информатизация должна охватывать все стороны жизни университета, затрагивать все его бизнес-процессы.

В области учебной деятельности это:

- обучение применению средств вычислительной техники и современных информационных технологий;

- информационные и мультимедийные средства в учебном процессе;
- электронно-образовательные ресурсы и учебно-методические комплексы;
- повышение квалификации преподавателей и сотрудников;
- дистанционное обучение;
- услуги электронной библиотеки;
- обеспечение функционирования корпоративной системы управления учебной деятельностью (ПЭК, ИРИС ООП, «Сессия», СОД).

В сфере научной деятельности:

- проведение инженерно-технических расчетов, крупномасштабного моделирования, решение сложных вычислительных задач;
- организация взаимодействия с российскими и иностранными коллегами путем широкого использования интернет-ресурсов (включая электронно-библиотечные), видеоконференций, вебинаров и других информационных ресурсов на основе облачных вычислений и средств виртуализации.

В финансово-экономической и административно-кадровой сфере:

- обеспечение информационного контроля деятельности вуза по основным финансово-экономическим показателям;
- обеспечение автоматизированного бухгалтерского учета и системы электронного документооборота;
- обеспечение автоматизированного расчета заработной платы преподавателей и сотрудников и стипендии студентов и аспирантов;
- учет материальных ценностей и объектов недвижимости;
- обеспечение автоматизированного кадрового учета преподавателей, сотрудников, студентов и аспирантов;
- обеспечение электронного документооборота, включая контроль исполнения приказов и поручений;
- информатизация студенческого городка.

В международной деятельности — обеспечение информационной поддержки международной деятельности университета.

2. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УНИВЕРСИТЕТА

В МЭИ, как национальном исследовательском университете, принята программа развития до 2019 года и основные направления развития университета до 2015 года. Одним из главных направлений в данных документах является определение

стратегии развития информатизации, перспективы внедрения новых информационных технологий.

В качестве стратегических определены следующие направления.

2.1. Развитие высокопроизводительной информационно-коммуникационной среды единого образовательного и исследовательского пространства для подготовки кадров, научных исследований и управления университетом

Модернизация системы образования требует постоянного обновления технологий, ускоренного освоения инноваций, быстрой адаптации к запросам и требованиям динамично меняющегося мира, создания среды, обеспечивающей взаимодействие образовательных учреждений с предприятиями реального сектора экономики инновационного типа, применения активных и интерактивных методов обучения, привлечения к реализации образовательных программ практических работников профильных организаций, предприятий и учреждений. Для реализации этих задач современный университет должен развивать собственную информационную среду, являющуюся частью национальной и мировой информационной образовательной среды.

В настоящее время НИУ МЭИ обладает развитой информационной инфраструктурой. Пользователи ИВС — сотрудники и студенты университета — практически используют разнообразные информационные сервисы: высокоскоростной доступ в Интернет, корпоративную электронную почту, дистанционное обучение, базу электронных образовательных ресурсов общего доступа, интегрированный интернет-портал, различные учебные, административные и кадровые информационные системы, электронные каталоги библиотеки. Вместе с тем, существующая информационная инфраструктура МЭИ требует развития в следующих направлениях: повышение степени интеграции и расширение функциональности, увеличение производительности и повышение надежности, интеграции с информационными ресурсами промышленных отраслей и, прежде всего, энергетики.

МЭИ, как национальному исследовательскому университету, необходима современная высокопроизводительная информационно-коммуникационная среда единого образовательного и исследовательского пространства для подготовки кадров, проведения научных исследований и решения задач управления университетом на базе центра обработки данных (ЦОД), который обеспечит информационные потребности университета и создаст информационную и технологическую основу для организации взаимодействия с промышленностью, бизнесом и зарубежными партнерами. ЦОД позволит обеспечить: одновременную работу нескольких тысяч пользователей в реальном времени с его ресурсами; проведение телеконференций, телемостов с зарубежными коллегами и представителями энергетических компаний; дистанционное обучение студентов университета и других вузов, специалистов энергетической отрасли на оборудовании, установ-

ленном в университете; организацию в университете центров коллективного пользования, резервных и ресурсных центров, опытных технических площадок, используемых в интересах расширения кооперации с энергетической отраслью; создание информационно-вычислительной среды для работы системы удаленного доступа, обеспечивающей функционирование среды открытого образования на принципах виртуализации ресурсов, распределенной обработки информации с использованием перспективных технологий, включая блэйд — системы, грид — приложения, вычислительные услуги, облачные вычисления, мультиагентные системы и др.

2.2. Развитие образовательного процесса и научных исследований на базе информационных технологий

Необходимым компонентом эффективной организации научных исследований является наличие устойчиво работающего и хорошо оснащенного ЦОД для проведения инженерно-технических расчетов, крупномасштабного моделирования, решения сложных вычислительных задач, а также центра с возможностями предоставления широкому кругу пользователей (студентам, партнерам по НИР, зарубежным исследователям) сервисов и информационных ресурсов по результатам выполненных работ, расчетов в виде информационных баз, автоматизированных расчетных систем, электронных справочников и т.д. На базе ЦОД возможно существенное развитие инфраструктуры открытого образования в НИУ МЭИ: создание и обеспечение функционирования единой системы модульных электронных учебно-методических комплексов университета (ЭУМК) для очной и дистанционной форм обучения; развитие инфраструктуры дистанционного обучения университета; создание и развитие автоматизированных лабораторных комплексов с удаленным доступом по сети Интернет, включая внедрение в учебный процесс дистанционного мониторинга научных и производственных объектов; развитие электронной научно-технической библиотеки НИУ МЭИ с удаленным доступом через Интернет; развитие средств создания и публикации в Интернете системы интерактивных электронных справочников. В НИУ МЭИ имеется развитая система общепрофессиональной подготовки в области информационных технологий (ИТ). Однако современный инженер и ученый должен обладать необходимой квалификацией в области применения систем автоматизированного проектирования (САПР), принятия решений, управления проектами и производственными данными. В обучении и научных исследованиях акцент должен делаться на использовании промышленных систем инженерно-технических расчетов, поддержки принятия решений, моделирования и проектирования. Это требует весьма дорогостоящего программного обеспечения и аппаратных платформ, которые, как правило, не могут поддерживаться отдельными кафедрами. Они должны быть преимущественно сосредоточены в общеуниверситетском ЦОД, интегрирующем ин-

фор-мационные и технические ресурсы университета. Имеющиеся и вновь создаваемые в НИУ МЭИ НОЦ должны тесно взаимодействовать с ЦОД в плане использования таких ресурсов. Успех развития научных исследований, необходимость их коммерциализации в настоящее время во многом зависит от умения представления их результатов и возможностей и прежде всего от информационной поддержки этого процесса. Высокопроизводительная информационно-коммуникационная среда единого образовательного и исследовательского пространства на базе ЦОД должна быть использована в непосредственных научных исследованиях по приоритетным направлениям, а также для организации взаимодействия с иностранными коллегами путем видеоконференций и использования специального информационного ресурса по продвижению научных исследований НИУ МЭИ.

2.3. Взаимодействие с промышленностью, бизнесом, крупными ИТ компаниями

Образовательный процесс и научные исследования в области информационных технологий должны быть тесно связаны с научно-практической деятельностью исследовательских и промышленных предприятий (организаций), бизнес-компаний, работающих в различных сферах и, прежде всего, в сфере энергетики, ИТ-технологий и других, которым необходимы выпускники НИУ МЭИ. Одной из форм интенсификации процесса внедрения ИТ в учебный процесс является создание в университете учебно-инновационного центра (УИЦ) ИКТ, который выполняет связующую роль между наукой, образованием и производством (бизнесом), решая вопросы партнерства бизнеса, образования и науки как ключевого фактора инновационного развития.

В рамках УИЦ ИКТ университета объединяются технические ресурсы и уже имеющиеся специалисты с их методическими разработками в области информационных технологий. Такие центры успешно работают в ряде подразделений и кафедр НИУ МЭИ: в Гуманитарно-прикладном институте (ГПИ), в Информационном вычислительном центре (ИВЦ), на кафедре инженерной графики. Заключены партнерские соглашения с ведущими ИТ-компаниями. В ИВЦ НИУ МЭИ создан УИЦ для подготовки специалистов высокой квалификации в ИКТ. Направления работы (учебные блоки) УИЦ МЭИ соответствуют первоочередным направлениям ИТ, по которым утверждены программы сотрудничества университета с ведущими компаниями в области ИКТ:

- 1) программа сотрудничества — Сетевая Академия CISCO;
- 2) программа сотрудничества — Университетский Альянс SAP;
- 3) программа сотрудничества — Академическая инициатива IBM, Академический центр компетенции IBM;
- 4) программа сотрудничества — Центр инноваций Microsoft.

Что дают данные программы сотрудничества и УИЦ университету:

- эффективную новую форму подготовки кадров для электроэнергетики и других отраслей;
- повышение заинтересованности преподавателей и мотивации студентов в получении современных знаний;
- обеспечение современного уровня информационной инфраструктуры и ИКТ в университете путем прямого взаимодействия с крупнейшими ИТ компаниями;
- обеспечение привлекательного имиджа университета на рынке образовательных услуг и труда.

Современная модель образования на период до 2020 года, разработанная Министерством образования и науки Российской Федерации, ставит задачу создания современной системы непрерывного образования, подготовки и переподготовки профессиональных кадров. Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных технологий эффективно использует средства ИКТ, требования ФГОС по совершенствованию содержания и технологий образования, в том числе и по использованию дистанционных методов. Например, в ГПИ совместно с УИЦ разработана образовательная программа профессиональной переподготовки «Финансовый и информационный менеджмент в энергетике». Целью программы является подготовка руководителей и высококвалифицированных специалистов энергетических предприятий, определяющих политику развития предприятий и принимающих стратегические решения по управлению бизнесом на основе передовых технологий управления информацией и финансами.

2.4. Совершенствование единой научно-образовательной информационной системы управления университетом

НИУ МЭИ, как современный университет, обладает корпоративной информационной системой управления (КИСУ) на базе ERP системы (Enterprise Resource Planning) для поддержки всех видов деятельности институтов, кафедр, подразделений, филиалов и предприятий. Наличие такого рода автоматизированной системы позволяет реализовать эффективное управление МЭИ как целостным организмом с функциями управления кадрами, информационными ресурсами, бухгалтерией, центрами коллективного пользования дорогостоящим лабораторным оборудованием и т.д. Тем не менее, необходимо дальнейшее развитие КИСУ НИУ МЭИ в направлениях: повышения интеграции основных процессов управления; разработки и внедрения автоматизированных средств сбора и анализа данных по основным показателям деятельности вуза, в частности, по финансово-экономическим показателям; внедрения единой системы электронного документооборота; создания тиражируемой версии КИСУ на современных промышленных программных технологиях, полностью соответствующей стандартам системы менеджмента качества; внедрения КИСУ или

ее отдельных компонентов в ряде учебных заведений как объекта интеллектуальной собственности.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Данные стратегические направления требуют своего практического воплощения во внедряемых в университете информационно-коммуникационных средствах и технологиях, по многим из которых уже в настоящее время имеются серьезные наработки и технические решения. В основных направлениях развития университета до 2015 года представлены мероприятия, позволяющие реализовать данную стратегию в области информатизации. Они включают:

- 1) совершенствование и развитие современной высокопроизводительной информационно-коммуникационной среды единого образовательного и исследовательского пространства НИУ МЭИ с использованием перспективных средств коллективного доступа и виртуализации на основе новейших технологий, модернизацию и обновление программно-аппаратных средств компьютерных учебных классов общего назначения;
- 2) внедрение и развитие форм индивидуализации обучения, основанных на новых ФГОС, блоках дисциплин по выбору с использованием современных ИКТ-средств для обучения, обеспечивающих:
 - разработку автоматизированной информационной системы управления качеством планирования учебного процесса;
 - разработку учебных курсов и организацию их информационной поддержки;
 - поддержку и развитие дистанционного образования и создание банка электронных образовательных ресурсов на базе автоматизированных учебно-методических комплексов дисциплин;
- 3) обеспечение подготовки и переподготовки ИКТ — специалистов для энергетики с участием ведущих фирм-производителей;
- 4) создание и развитие единой мультимедийной среды университета, объединяющей аудитории, лаборатории, кафедры, холлы, библиотеку и другие места массового пребывания сту-

дентов (включая спортивно-технический центр, столовые, ДК и т.п.);

5) совершенствование корпоративной информационной системы управления (КИСУ) университетом, автоматизирующей основные бизнес-процессы и документооборот в учебной, научной и административно-хозяйственной деятельности; создание тиражируемой версии КИСУ на современных промышленных программных технологиях, удовлетворяющей стандартам системы менеджмента качества (СМК).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация намеченных стратегических направлений информатизации университета позволит:

- существенно повысить качество инженерного образования на всех уровнях подготовки за счет увеличения доли получаемых практических навыков и умения использования самых современных информационных технологий в инженерной деятельности;
- расширить академическую мобильность как студентов и аспирантов, так и преподавателей и сотрудников на основе использования средств информационно-коммуникационного общения и обмена;
- обеспечить конкурентоспособность выпускаемых специалистов как на рынке инженерных кадров, так и в других отраслях экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Основные** направления развития МЭИ до 2015 года. Электронный ресурс. <http://www.mpei.ru/lang/rus/universitylife/mpeidocuments/directions/>
2. **Крепков И.М.** Информатизация университета: стратегия, решения, перспективы. Новые информационные технологии менеджмент качества (NIT&QM 2011). Материалы международной научной конференции, ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика». М.: ООО «Арт-Флэш», 2011. С. 19—21.
3. **Решения** ИВЦ МЭИ (ТУ) для информационного обеспечения образовательного процесса. Корпоративная информационная система вуза. Электронный ресурс. <http://icc.mpei.ru/documents/00000899.pdf>

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ВИРТУАЛИЗАЦИИ РЕСУРСОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются возможности по использованию в процессе высшего профессионального образования современных сетевых технологий и технологий виртуализации ресурсов.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из возможных путей значительного улучшения учебно-научного процесса как по содержанию, так и по качеству является внедрение в него современных информационных технологий (ИТ).

В рамках данной работы анализируются возможности технологии *виртуализации* [1—4], позволяющие реализовать в учебном процессе преимущества *виртуальных* образовательных ресурсов, не ограниченных реализацией, географическим положением или физической конфигурацией составных частей [2]. Виртуализация систем и приложений позволяет упростить администрирование и снизить издержки на техническую поддержку ИТ-инфраструктуры благодаря запуску изолированных и безопасных виртуальных серверов.

1. ВИРТУАЛИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ

Под виртуализацией обычно понимается сокрытие настоящей реализации какого-либо процесса или объекта от истинного его представления для того, кто им пользуется. Продуктом виртуализации является нечто удобное для использования, на самом деле, имеющее более сложную или совсем иную структуру, отличную от той, которая воспринимается при работе с объектом, т.е., происходит отделение представления от реализации чего-либо [3]. В компьютерных технологиях под термином «виртуализация» обычно понимается абстракция вычислительных ресурсов и предоставление пользователю системы, которая «инкапсулирует» (скрывает в себе) собственную реализацию. Проще говоря, пользователь работает с удобным для себя представлением объекта, и для него не имеет значения, как объект устроен в действительности.

В ИТ-секторе виртуализация обычно связывается с «виртуальными» машинами, что соответствует продукту виртуализации программно-аппаратной платформы. Причем под виртуальной машиной может пониматься как программная и/или аппаратная система, эмулирующая аппаратное обеспечение некоторой платформы (target — целевая, или гостевая платформа) и исполняющая программы для target-платформы на host-платформе (host — хост-платформа, платформа-хозяин) так и машина виртуализирующая некоторую платформу и создающая на ней среды, изолирующие друг от друга програм-

мы и даже операционные системы (ОС) или спецификацию некоторой вычислительной среды.

Виртуальная машина исполняет некоторый машинно-независимый код (например, байт-код) или машинный код реального процессора. Помимо процессора, виртуальная машина может эмулировать работу как отдельных компонентов аппаратного обеспечения, так и целого реального компьютера (включая BIOS, оперативную память, жёсткий диск и другие периферийные устройства). В последнем случае в ВМ, как и на реальный компьютер, можно устанавливать (ОС) (например, Windows можно запускать в виртуальной машине под Linux или наоборот). На одном компьютере может функционировать несколько виртуальных машин.

В данной работе основной интерес представляет технология виртуализации платформ, обеспечивающая эмуляцию рабочих станций и приложений на них. В настоящее время существует несколько видов такой виртуализации. Рассмотрим их подробнее. При *полной эмуляции* виртуальная машина полностью виртуализует все аппаратное обеспечение при сохранении гостевой ОС в неизменном виде. Такой подход позволяет эмулировать различные аппаратные архитектуры. Основным минус данного подхода заключается в том, что эмулируемое аппаратное обеспечение серьезно замедляет быстродействие гостевой ОС. В случае *частичной эмуляции* виртуальная машина виртуализует лишь необходимое количество аппаратного обеспечения, чтобы она могла быть запущена изолированно. Такой подход позволяет запускать гостевые ОС, разработанные только для той же архитектуры, что и у хоста. Таким образом, несколько экземпляров гостевых систем могут быть запущены одновременно. Этот вид виртуализации позволяет существенно увеличить быстродействие гостевых систем по сравнению с полной эмуляцией и широко используется в настоящее время. В целях повышения быстродействия, в платформах виртуализации, использующих данный подход, применяется специальная «прослойка» между гостевой ОС и оборудованием (гипервизор или монитор виртуальных машин), которая позволяющая гостевой ОС напрямую обращаться к ресурсам аппаратного обеспечения. Применение такого гипервизора существенно увеличивает быстродействие платформы, приближая его к быстродействию физической платформы.

При *частичной виртуализации* виртуальная машина эмулирует несколько экземпляров аппаратного окружения (но не всего), в частности, пространства адресов. Такой вид виртуализации позволяет совместно использовать ресурсы и изолировать

процессы, но не позволяет разделять экземпляры гостевых ОС. Строго говоря, при таком виде виртуализации пользователем не создаются виртуальные машины, а происходит изоляция каких-либо процессов на уровне ОС. В данный момент многие из известных ОС используют такой подход.

При применении *паравиртуализации* нет необходимости симулировать аппаратное обеспечение, однако, вместо этого (или в дополнение к этому), используется специальный программный интерфейс (API) для взаимодействия с гостевой операционной системой. Это требует поддержки со стороны производителей операционных систем, которые слабо верят в возможности такого метода виртуализации, в связи с чем этот вид виртуализации развивается очень слабо, хотя и существуют сравнения, показывающие, что быстродействие паравиртуализации выше.

Виртуализация *на уровне операционной системы (виртуализация систем)* применяется в целях создания нескольких защищенных виртуальных серверов на одном физическом. Гостевая система, в данном случае, разделяет использование одного ядра ОС хостинга с другими гостевыми ОС. Виртуальная машина представляет собой окружение для приложений, запускаемых изолированно. Данный тип виртуализации применяется при организации систем хостинга, когда в рамках одного экземпляра ядра требуется поддерживать несколько виртуальных серверов клиентов.

Основной целью *виртуализации уровня приложений* — получить приложения, не требующие установки на аналогичной платформе. Для этого приложению обеспечивается виртуальное окружение, которое при его переносе и запуске на другой машине разрешает конфликты между ним и ОС, а также другими приложениями. Такой способ виртуализации похож на поведение интерпретаторов различных языков программирования (например, виртуальной машины Java (JVM)).

Виртуализация приложений — это процесс использования приложения, преобразованного из требующего установки в ОС в не требующего установки. Благодаря использованию технологии виртуализации приложений, существенно упрощается администрирование приложений, так как нужно обновлять и обслуживать только приложение на сервере, а не на всех клиентских компьютерах, где оно используется. Исключается возможная несовместимость между приложениями на клиентском компьютере, так как приложение не установлено на компьютере, в традиционном понимании. При этом пользователь может работать с приложением при отсутствии связи с сервером виртуализации приложений.

В рамках получения преимуществ на основе применения технологии виртуализации для образовательного процесса особый интерес представляют виртуализация систем и виртуализация приложений.

2. КОМПЛЕКС ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Рассмотрим и проанализируем преимущества, которые могут быть получены при организации комплекса «виртуальных лабораторий» (с последующим возможным формированием на его основе «интернет-кафедры» или «интернет-университета» в целом). Подобный комплекс может быть построен на базе блейд-серверов (от англ. blade — лезвие) [4]. Эти сервера позволяют организовать инфраструктуру виртуальных персональных компьютеров (virtual desktop infrastructure, VDI), в которой рабочие станции сотрудников и студентов представляют собой терминалы доступа, а функции настольных компьютеров выполняет сервер. Это позволяет на одной и той же физической рабочей станции без существенных модификаций программного обеспечения (ПО) получить доступ к пулу настроенных виртуальных машин, содержащих различные ОС и прикладное ПО, т.е. становится доступным запуск нескольких экземпляров разнородных ОС на одном физическом компьютере (в некоторых случаях даже в одновременном режиме) в составе виртуальной лаборатории, которая доступна в любое время с любой рабочей станции, подключенной в сеть организации. При этом снижаются аппаратные требования к рабочим станциям. Далеко не все современные программные продукты поддерживаются компьютерной техникой возрастом более пяти лет, которая по большей части составляет парк компьютеров отечественных вузов, однако с использованием технологии виртуализации через устаревшие рабочие станции можно использовать современную программно-аппаратную платформу. Также эта технология позволяет сократить число серверов, необходимых для обслуживания одного и того же количества пользователей и открывает возможность развертывания решений на базе открытого ПО, например, VMware View Open Client [2].

Помимо очевидной возможности выполнения работы с файлами и документами без привязки к конкретной ОС, такая инфраструктура также может быть предоставлена в online-доступ через сеть Интернет, что открывает еще более широкие возможности — например, такие как возможность организации процесса удаленного обучения.

Возможность организации пула настроенных виртуальных машин дает значительные преимущества при организации лабораторных комплексов. Например, это может позволить снизить число требуемых лицензий на ПО. Если какая-то программа используется двумя группами студентов в разное время и в разных аудиториях, то при стандартной организации лабораторных комплексов потребуется купить лицензию программы для каждого из компьютеров в этих аудиториях. При использовании технологий виртуализации достаточно иметь количество лицензий программы, соответствующее числу компьютеров в одной аудитории. При этом после выгрузки виртуальных машин на компьютерах одной аудитории доступ к ним можно получить с

компьютеров другой аудитории. Также инфраструктура виртуальных персональных компьютеров обладает повышенным уровнем безопасности. Каждый студент работает на «виртуальной» машине, в «виртуальной» программной среде, которая получена путем клонирования эталона, созданного преподавателем или системным администратором. Если студент по ошибке или из иных соображений нарушит работу программного обеспечения, то ту копию, с которой он работал, можно восстановить путем повторного клонирования менее чем за 3 минуты (в отличие от обычного подхода, когда системный администратор вынужден анализировать причины отказа ПО на рабочей станции и переустанавливать его (возможно даже «с нуля») вручную или автоматически путем развертывания образа операционной системы, полученного с помощью программ Acronis, Norton Ghost и т.п.). При этом часто реализуется схема «обнуления» виртуальной машины с эталона, когда студент окончательно заканчивает работу с ней (сдает эту лабораторную), что исключает влияние выполненных им изменений на работу других студентов. Доступ к ПО сервера при этом может быть открыт только ограниченному кругу ответственных сотрудников.

Помимо вышеизложенного следует отметить изолированность исполнения приложений. С переходом к инфраструктуре виртуальных персональных компьютеров становится значительно меньше (а часто вообще сходит на нет) вероятность несовместимостей и конфликтов. При этом можно достичь большей производительности клиентских персональных компьютеров, так как больше нет необходимости устанавливать в операционных системах на рабочих станциях все возможные программы, с которыми могут работать студенты — можно перейти к профилям ОС, которые далее будут доступны через механизм виртуализации — это приводит к тому, что в ОС не запускаются ненужные службы, не расходуются зря ресурсы.

Также технологии виртуализации в совокупности с технологиями компьютерного тестирования знаний позволяют улучшить процесс контроля знаний, проведения и приема контрольных работ, защиты лабораторных работ.

Доступ к инфраструктуре виртуальных персональных компьютеров может быть предоставлен студентам через сеть, что позволяет им выполнять лабораторные работы в удобное для них время (например, если студент не успел выполнить работу в учебном классе, он может подключиться к этой копии виртуальной машины из дома и доделать ее, или в случае дистанционного обучения).

В совокупности с современными интерактивными технологиями блейд-системы позволяют организовать «интернет-кафедру» или «интернет-университет» в целом в виде объединенного портала вуза, в котором для каждого направления обучения, для каждой специальности можно получить список курсов, содержащих электронные учебные и методические пособия (в т.ч. сюда могут входить пособия в

мультимедийных форматах — например, видеозаписи лекций).

Отметим, что применение подобных технологий позволяет добиться также и экономии электроэнергии. Серверные системы с более высокой плотностью монтажа оборудования работают быстрее и выделяют больше тепла. В аналитических материалах отмечается, что расходы на эксплуатацию одного сервера могут превысить его покупную цену всего через четыре года [2]. Поскольку фактическое энергопотребление любого блейд-сервера зависит от характеристик его процессора, ОЗУ, набора микросхем и дисковой подсистемы, они потребляют на 20—25% меньше электроэнергии, чем аналогично оснащенные обычные серверы и имеют средства мониторинга температуры.

Следует отметить и повышение эффективности использования серверных ресурсов и снижением затрат на администрирование систем. Можно сократить число административно-обслуживающего персонала, так как с технологией виртуализации на всех учебных рабочих станциях института может стоять один образ ОС с клиентом доступа к блейд-системе — такой образ делается один раз, а дальше просто копируется, при этом не требуется нахождение рядом с физическим дисплейным классом системного администратора высокого уровня квалификации.

Технология виртуализации также позволяет минимизировать негативный эффект от ОС, находящихся в работе длительное время без должного обслуживания — в такой ОС могут наблюдаться проблемы фрагментации файлов, накопление большого объема журналов (в т.ч. системных), обновлений, в ременных файлов и т.п., что в совокупности приводит к «затормаживанию».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время технология виртуализации электронных образовательных ресурсов на основе блейд-систем компании IBM (IBM Blade Center) используется в ряде университетов России и СНГ, в частности, в Самарском государственном аэрокосмическом университете имени академика С.П. Королева (СГАУ) — Национальном исследовательском университете, в Российском государственном университете им. Иммануила Канта (г. Калининград), в Международном университете природы, общества и человека «Дубна» (г. Дубна), в Казахстанско-Британском техническом университете (КБТУ, Казахстан, г. Алмата).

В Национальном исследовательском университете «Московский энергетический институт» (НИУ МЭИ) также планируется установка блейд-системы (IBM Blade Center) и использование ее в учебно-научном процессе университета. НИУ МЭИ активно внедряет прогрессивные информационные технологии в учебный и научный процессы, в нем организованы и успешно функционируют Академические центры компетенции Microsoft и IBM, что позволяет использовать новейшие программные средства и технологии этих компаний. В частности,

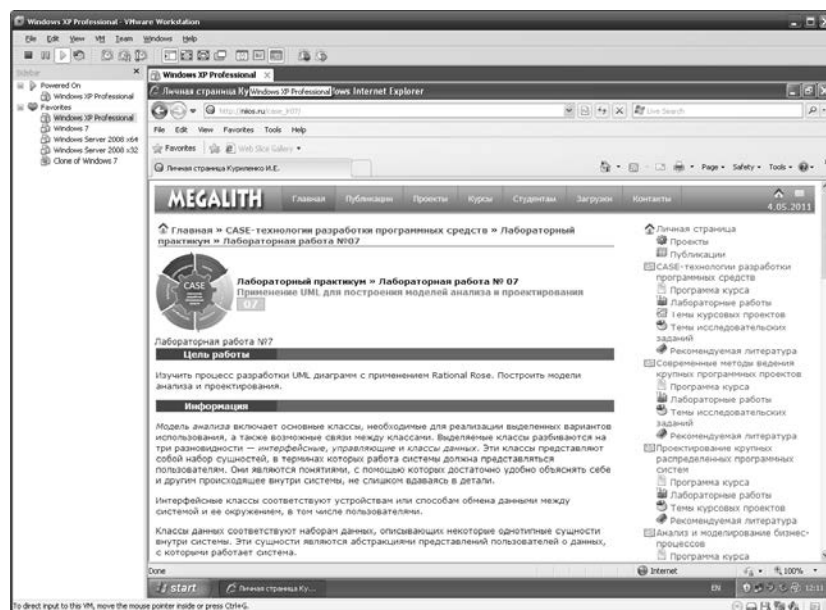


Рис. 1. Пример работы с виртуальной машиной

в рамках дисциплин «CASE-технологии разработки программных средств», «Современные методы ведения крупных программных проектов», «Проектирование крупных распределенных систем и базы данных», читаемых кафедрой прикладной математики для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика», студенты получают практические навыки по разработке крупных программных систем с применением языка UML и пакетов IBM Rational Enterprise Architect, IBM Rational Team Concert, Microsoft Visual Studio Team System, осваивают современные технологии отладки программных систем и технологии поиска ошибок с применением системы Rational Purify Plus. В данных курсах рассматриваются также процессы составления технического задания на разработку программного обеспечения и затрагиваются такие вопросы, как управление требованиями, качеством, разработкой. Студенты при этом осваивают такие программные продукты IBM как Rational Requisite Pro, Clear Case и др. Используют систему управления задачами и заявками Atlassian Jira, систему корпоративной памяти Atlassian Confluence.

Используя предоставленный удаленный доступ к блейд-системе университета «Дубна» и программное средство VMware, была организована и опробована

виртуальная среда для проведения лабораторных занятий по дисциплинам «CASE-технологии разработки программных средств», «Современные методы ведения крупных программных проектов и базы данных». Пример одного из экранов при работе с виртуальной машиной представлен на рис. 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесов А. Виртуализация операционных систем и приложений // PC Week/RE №10 (616) 25 марта — 31 марта 2008.
2. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Применение технологии виртуализации в образовательном процессе // Материалы VIII Международной научно-технической конференции // Новые информационные технологии и менеджмент качества (NIT&QM'2011) — М.: ООО «Арт-Флэш», 2011. — С. 120—123.
3. Самойленко А. Виртуализация: новый подход к построению IT-инфраструктуры // iXBT.com, 2007, <http://www.ixbt.com/cm/virtualization.shtml>.
4. Колесов А. Технологии виртуализации в России // PC Week/RE №13 (619) 15 апреля — 21 апреля 2008.
5. Озеров С., Карабуто А. Технологии виртуализации: вчера, сегодня, завтра // Материалы CIT Forum, http://citforum.ru/operating_systems/virtualization/index.shtml, 2006.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ НА КАФЕДРЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ГУАП В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА НА ФГОС 3 ПОКОЛЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Анализируется современное состояние и тенденции совершенствования подготовки бакалавров и магистров по электротехнике и приборостроению в условиях перехода ГУАП на уровневое образование.

Рассматриваются разработанные кафедрой после введения в действие федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования учебные планы по двум профилям подготовки бакалавров: 140400.15 — «Электрооборудование летательных аппаратов» и 200100.02 — «Приборы и методы контроля качества и диагностики», а также анализируется взаимодействие кафедры с приборостроительными и электротехническими предприятиями, в интересах которых осуществляется подготовка кадров.

ВВЕДЕНИЕ

Кафедра № 33, «Теоретических основ электротехники», была создана в Ленинградском институте авиационного приборостроения (ЛИАП) в 1945 году после возвращения его из эвакуации в г. Ташкент, которая продлилась с 1941 по 1945 г. Кафедра входила в состав объединенного факультета электрооборудования и приборостроения и вела обучение студентов всех специальностей по электротехническим дисциплинам. В дальнейшем кафедра меняла названия: «Механики и электротехники», «Электротехники», оставаясь общетехнической, осуществляя электротехническую подготовку всех студентов ГУАП. В 2000 г. на кафедре была открыта подготовка инженеров — прибористов по новой специальности — «Приборы и методы контроля качества и диагностики», специализация «Методы и приборы технической диагностики». В 2005 г. кафедра осуществила первый выпуск инженеров по данной специальности, а с 2006 г. была преобразована и, сохранив старый номер, получила современное название кафедра «Электротехники и технической диагностики».

1. ИЗМЕНЕНИЯ В НАПРАВЛЕНИЯХ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ НА КАФЕДРЕ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА УРОВНЕВОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Появление в ГУАП новой специальности «Приборы и методы контроля качества и диагностики» было обусловлено нехваткой специалистов по компьютерным средствам и технологиям диагностики и прогнозирования качества технических систем. Потребность в таких специалистах велика, поскольку все товары — от бытовой до космической техники — должны быть сертифицированы в соответствии с требованиями мирового рынка, что предотвращает появление на рынке некачественных товаров и услуг.

Подготовка бакалавров этого профиля в настоящее время основывается на изучении аппаратного и программного обеспечения для решения задач предупреждения отказов контролируемых технических объектов авиационной, космической, компьютерной и бытовой техники, судостроительной, электротехнической и автомобильной промышленности.

В процессе учебы студенты осваивают компьютерные технологии моделирования отказов изделий и услуг, контроль качества электронных и электро-механических приборов и устройств, методы и средства контроля внешних электромагнитных полей электро- и радиотехнических изделий для решения технических и экологических задач, а также микропроцессорные средства контроля и диагностики качества, программирование на объектно-ориентированных языках, разработку интерфейсных устройств, позволяющих создавать диагностические комплексы на базе персональных компьютеров, методы распознавания технического состояния объектов и другие дисциплины.

Сфера деятельности выпускников ГУАП по данному профилю:

- организации, разрабатывающие и эксплуатирующие контрольное и диагностирующее оборудование в различных отраслях промышленности;
- организации, использующие компьютерные технологии сертификации изделий отечественных и зарубежных фирм;
- организации, контролирующие и инспектирующие службы и учреждения;
- отделы ремонта и обслуживания технического оборудования;
- отделы управления качеством выпускаемой продукции;
- станции сервисного обслуживания автомобилей, компьютерной и бытовой техники.

При переходе на уровневое образование в соответствии с ФГОС 3 поколения [1, 2] вуз самостоятельно устанавливает профили подготовки бакалавров. Поэтому в 2011г. в ГУАП было принято решение вновь ввести в университете обучение, теперь уже бакалавров, по профилю 140400.15 — «Электрооборудование летательных аппаратов». Необходимо отметить, что подготовка инженеров по одноименной специальности в ГУАП велась с 1946 года на кафедре № 31, которая при образовании ЛИАП первоначально называлась кафедрой электропривода летательных аппаратов, а с 1965 г. по 1995 г. кафедрой электрооборудования летательных аппаратов. В 1995 году эта кафедра была преобразована в кафедру управления и информатики в технических

системах и изменила профиль подготовки специалистов. Поэтому подготовку бакалавров по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника», профиль — «Электрооборудование летательных аппаратов» (ЭОЛА) и магистров этого направления (магистерская программа «Электротехнические комплексы аэрокосмических объектов») было решено поручить кафедре «Электротехника и техническая диагностика».

Повторное появление теперь уже бакалаврского профиля подготовки ЭОЛА, а также соответствующей магистерской программы обусловлено стремительным развитием и совершенствованием электротехнических комплексов аэрокосмических объектов, внедрением в их состав интеллектуальных устройств силовой электроники, специализированных сигнальных микроконтроллеров, а также информационных технологий управления, контроля и диагностики.

Стремительно развивающаяся аэрокосмическая отрасль требует высококлассных специалистов отлично знающих, как электрические машины, системы электроснабжения и электропривода, так и современные информационные технологии их управления, контроля и диагностики. Потребность в таких специалистах очень велика, а требования к их уровню подготовки постоянно повышаются одновременно с ростом требований к электротехническим комплексам и системам аэрокосмических объектов.

Интенсивное развитие компьютерных универсальных систем моделирования и автоматизированного проектирования, внедрение в системы электрооборудования встроенных микропроцессорных систем контроля и диагностики требует усиления подготовки студентов в области современных компьютерных и информационных технологий. Поэтому подготовка специалистов этого профиля основывается на изучении информационных и компьютерных технологий в системах электрооборудования аэрокосмических объектов. Информационные технологии позволяют поднять подготовку специалистов на новый уровень. При этом повышается интерес студентов к овладению знаниями, улучшается глубина и наглядность изучения дисциплин, снижается стоимость необходимого для данного профиля учебно-лабораторного оборудования.

В процессе учебы студенты осваивают компьютерные технологии моделирования и проектирования электромеханических систем аэрокосмических аппаратов, специализированные сигнальные микроконтроллеры, на которых реализуются интеллектуальные системы управления, контроля и диагностики электротехнических комплексов аэрокосмических объектов, изучают системы электропитания космических аппаратов и системы электроснабжения объектов авиационной техники.

Предполагаемая сфера деятельности выпускников ГУАП по профилю 140400.15 «Электрооборудование летательных аппаратов» очень широка. Наряду с предприятиями аэрокосмической отрасли они могут успешно трудиться на любых высокотех-

нологических предприятиях, там, где требуются глубокие знания в электромеханических преобразователях энергии, устройствах силовой и информационной электроники, аппаратном, программном обеспечении микропроцессорных управляющих и контролируемых устройств.

Первый набор на этот профиль обучения планируется провести в 2012 году. В настоящий момент разработаны учебные планы подготовки бакалавров, как по этому профилю (140400.15), так и по профилю 20100.02. В дальнейшем будет дан краткий сопоставительный анализ содержания разработанных новых учебных планов. В табл. 1 представлен объем в часах разработанных учебных планов (по блокам).

Таблица 1

№ блока, название	Части блока	Профиль 140400.15 (час)	Профиль 20100.02 (час)
Блок 1 (ГСЭ)	Базов.	720	720
	Вариат	504	576
Блок 2 (МЕН)	Базов.	1260	1368
	Вариат	720	1080
Блок 3 (ПРОФ)	Базов.	2304	1908
	Вариат	2196	2052

В вариативную часть математического и естественнонаучного блока (МЕН) учебного плана по профилю 140400.15 — «Электрооборудование летательных аппаратов» были включены следующие дисциплины (с указанием номеров семестров и общего объема дисциплины в часах):

1. Дискретная математика (2 сем. — 72 час).
2. Интеллектуальные системы управления в электромеханике и электроэнергетике (8 сем. — 144 час).
3. Проектирование и конструирование электрооборудования летательных аппаратов (ЭОЛА) (7 сем. — 144 час).
4. Электрические машины систем автоматики (7 сем. — 108 час).
5. Информационные технологии в ЭОЛА (6 сем. — 108 час).
6. Математическое моделирование электромехатронных систем (7 сем. — 108 час).

В вариативную часть профилирующего блока (ПРОФ) дисциплин профиля 140400.15:

1. Инженерная и компьютерная графика (1,2 сем. — 72 час).
2. Введение в специальность (1 сем. — 36 час).
3. Теоретическая механика (3 сем. — 108 час).
4. Прикладная механика (3,4 сем. — 216 час).
5. Летательные аппараты (5 сем. — 108 час).
6. Метрология, стандартизация и сертификация (4 сем. — 108 час).
7. Микропроцессорные средства контроля и управления ЭОЛА (6 сем. — 180 час).
8. Электронные устройства ЭОЛА (5,6 сем. — 324 час).
9. Технология производства и испытаний ЭОЛА (8 сем. — 108 час).

10. Электропривод летательных аппаратов (8 сем. — 144 час).
11. Системы ЭОЛА (7 сем. — 180 час).
12. Специализированные сигнальные микроконтроллеры (7 сем. — 180 час).
13. Системы генерирования энергии аэрокосмических объектов (7 сем. — 108 час).
14. Надежность и диагностика ЭОЛА (8 сем. — 108 час).
15. Нетрадиционная электромеханика (8 сем. — 108 час).

В вариативную часть МЕН учебного плана по профилю 200100.02 «Приборы и методы контроля качества и диагностики» были включены следующие дисциплины:

1. Теоретическая механика (3 сем. — 108 час).
2. Теория физических полей (5,6,7 сем. — 324 час).
3. Специализированное программное обеспечение (5,6 сем. — 288 час).
4. Методы технической диагностики (6 сем. — 144 час).
5. Физические методы контроля (7 сем. — 144 час).
6. Конструирование приборов контроля и диагностики (8 сем. 72 час).

В вариативную часть профилирующего блока дисциплин профиля 200100.02 — «Приборы и методы контроля качества и диагностики» были включены:

1. Введение в приборостроение (1 сем. — 36 час).
2. Диагностика электрических цепей и машин (5,6 сем. — 216 час).
3. Экспериментальные исследования систем контроля и диагностики (5 сем. — 72 час).
4. Микропроцессорные средства контроля и диагностики (5,6,7 сем. — 324 час).
5. Устройства фильтрации в приборах контроля и управления (7 сем. — 144 час).
6. Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле (7,8 сем. — 180 час).
7. Диагностика электромехатронных систем (7,8 сем. — 252 час).
8. Неразрушающий контроль в производстве (6,7 сем. — 180 час).
9. Проектирование средств контроля и диагностики (7,8 сем. — 252 час).
10. Основы технологии приборостроения (7 сем. — 108 час).
11. Надежность технических систем (8 сем. — 108 час).
12. Датчики первичной информации (8 сем. — 108 час).
13. Интерфейсы приборов контроля и диагностики (8 сем. — 108 час).

2. КООРДИНАЦИЯ ПРОФИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В МАГИСТРАТУРЕ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМУ И ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОМУ НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ НА КАФЕДРЕ

Анализ содержания учебных планов подготовки бакалавров по рассматриваемым профилям показывает их достаточно хорошее соответствие и их направленность на электромехатронику. Это объясняется тем, что факультет № 3 ГУАП, который первоначально создавался как факультет электрооборудования летательных аппаратов, всегда характеризовался известными в нашей стране и за рубежом научными школами в области электромеханики и электромашинно-вентильных систем. Одним из выдающихся основоположников ЛИАП и факультета № 3 несомненно являлся Д.А. Завалишин, чл.-корр. АН СССР, профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, основоположник школы электромашинно-вентильных преобразователей энергии, основанных на синтезе электрических машин и вентильных преобразователей частоты. Также в ЛИАП на кафедре № 32 работал академик АН СССР И.А. Глебов, в последствие директор ВНИИ «ЭЛЕКТРОМАШ», председатель Ленинградского отделения АН СССР. Мировую славу получила научная школа электрических микромашин систем автоматики, возглавляемая д.т.н., профессором лауреатом Государственной премии СССР в области науки и техники, заслуженным деятелем науки и техники РФ, почетным академиком академии электротехнических наук, заслуженным профессором ГУАП В.В. Хрущевым. В настоящее время факультет № 3 «Интеллектуальных систем управления и нанотехнологий» и кафедру № 32 «Информационных технологий в электромеханике и робототехнике» возглавляет дочь академика И.А. Глебова, выпускница ЛИАП, чл.-корр. РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Л.И. Чубраева, руководитель научной школы по разработке и исследованию электромеханических систем, использующих эффект высокотемпературной сверхпроводимости. Поэтому, естественно, что университетская компонента подготовки специалистов, бакалавров и магистров на нашем факультете всегда была ориентирована на электромеханические системы, на вопросы их разработки, управления, контроля и диагностики. Кафедра № 33 имеет опыт подготовки и бакалавров и магистров по направлению «Приборостроение», который осуществлялся в период с 2006—2011гг. При этом подготовка магистров осуществлялась по типовой магистерской программе 200100.68.20 — «Приборы и методы контроля качества и диагностики в промышленности», которая при начале её реализации не требовала утверждения в УМО. Однако она не в полной мере соответствовала факультетской направленности подготовки магистров по направлению 200100 — «Приборостроение». В связи с открытием подготовки магистров по направле-

нию 140400 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа «Электротехнические комплексы аэрокосмических объектов» пересматривается и содержание магистерской подготовки по направлению 200100 — «Приборостроение». В настоящее время разрабатывается новая магистерская программа 200100.68.21 — «Интеллектуальные системы контроля и диагностики в электромехатронике», которая будет в максимальной степени увязана с магистерской подготовкой по направлению 140400. Это делается с целью унификации учебных курсов, привязки их к тематике НИОКР, проводимых на кафедре, а также для реализации более тесных контактов с предприятиями региона, и для расширения возможности трудоустройства выпускников кафедры.

3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАФЕДРЫ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ РЕГИОНА В ЦЕЛЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ

В различные периоды времени тематика и направленность НИОКР, проводимых на кафедре №33, незначительно менялась, но практически всегда была ориентирована на разработку и исследование различных электротехнических комплексов автономных объектов. В 60—70 годы под руководством доктора технических наук, профессора Ю.А. Розовского проводились многолетние важнейшие НИР с ЦНИИ «Электроприбор» (г. Ленинград) и НИИ «Командных приборов» (г. Ленинград) по исследованию электромагнитных полей и определению рабочих характеристик шаровых гироскопов. В это же время проводилась большая работа с ВНИИ «Малых электрических машин» (г. Ленинград) по исследованию электромагнитных полей и расчету рабочих характеристик электрических машин с цилиндрическим ротором. Длительные научные исследования, проводимые в это время по заказу НПО «Ленинец» (г. Ленинград) были посвящены определению диаграмм направленности антенных систем и идентификации электромагнитных полей для задач электромагнитной совместимости вторичных источников питания. В результате сформировалось, по существу, новое научное направление в теоретической электротехнике — «Теория и идентификация электромагнитных полей и ее применение», которое в настоящее время возглавляет проф. В.Я. Лавров. Второе научное направление кафедры «Вибродиагностика приборных роторных систем» сформировалось в конце XX века под руководством доктора технических наук, профессора А.К. Явленского. Под его руководством на кафедре проводились НИОКР по диагностике и прогнозированию

качества технических систем. Особо важнейшие НИР велись с «НПО прикладной механики» (г. Красноярск-26), сейчас ОАО «Информационные спутниковые системы», (г. Железногорск), по прогнозированию ресурса электрических микромашин аэрокосмического назначения. В 2000 году на кафедре была открыта подготовка инженеров по новой специальности «Приборы и методы контроля качества и диагностики», которая в полной мере соотвечествовала профилю научного направления профессора А.К. Явленского. С назначением в 2005 году заведующим кафедрой электротехники и технической диагностики доктора технических наук профессора А.А. Ефимова на кафедре начало формироваться научное направление «Управление, контроль и диагностика электромехатронных систем». В это время устанавливаются тесные научные связи с предприятиями Санкт-Петербурга (ФГУП ВНИИМЭМ, ФГУП ЦНИИСЭТ, ОАО «Силовые машины», Невский трансформаторный завод и др.). Сотрудники кафедры разрабатывают системы контроля, диагностики и прогнозирования технического состояния различного электротехнического оборудования и устройств силовой электроники. В декабре 2008 г. была создана Базовая кафедра «Диагностики электромехатронных систем» в ОАО «Силовые машины» (Санкт-Петербург), что способствовало повышению уровня квалификации преподавателей и совершенствованию подготовки кадров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение в действие федеральных государственных образовательных стандартов, раскрывает новые возможности совершенствования подготовки кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности, науки и образования, заставляет по-новому подойти к определению содержания учебного процесса на кафедре с тем, чтобы обеспечить высокое качество подготовки специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Приказ** Министерства образования и науки РФ от 21 декабря 2009 г. N 756 «О введении в действие Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 200100 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ (квалификация (степень) «Бакалавр»).
2. **Приказ** Министерства образования и науки РФ от 09 декабря 2009 г. N 710 «О введении в действие Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 140400 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (квалификация (степень) «Бакалавр»).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ УСТРОЙСТВ В КАЧЕСТВЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ДОСТОВЕРНОМУ И ПРАВДОПОДОБНОМУ ВЫВОДУ

АННОТАЦИЯ

В статье анализируется возможность использования системы визуализации логического вывода на примере решения задачи диагностики на основе модели устройства и с использованием системы поддержки истинности.

Во введении кратко обрисовывается текущая ситуация с изложением основ математической логики в инженерном образовании, когда отсутствие визуальных программных средств, демонстрирующих применение изучаемых принципов на практике, вызывает непонимание и отторжение у студентов, изучающих предмет.

Первый параграф посвящен обзору технической диагностики как важной прикладной задачи, преимуществам использования в ее решении логического вывода, средств его поддержки, а также тому, как эти преимущества коррелируют с целями, которые перед собой ставит образование.

Во втором параграфе кратко представлены базовая информация о работе логического вывода и системы поддержки истинности, основанной на предположениях. Что вкупе с первым параграфом закрывает необходимый теоретический базис для работы с конечным программным продуктом.

Третий параграф, обрисовывает круг подзадач, которые решает реализуемый программный модуль, а также соотносит их с важными теоретическими областями математической логики, изучаемыми студентами.

И, наконец, в заключении подводятся итоги и раскрываются те преимущества, которые получает преподаватель, используя в учебном процессе рассматриваемый программный модуль, в качестве визуальной иллюстрации применения проходимого материала.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших составляющих современного инженерного образования является математическая логика. Сложно представить подготовку современного инженера без знания таких ключевых понятий как булевы функции или предикаты, неспособного построить логический вывод в своих работах по принципам, положенным в основу дедукции, не обладающего достаточной базой, чтобы доказать состоятельность, непротиворечивость или полноту своих выводов.

Однако, несмотря на значимость и важность математической логики, а также глубокую теоретическую проработку элементов, ее составляющих, ахиллесовой пятой этой дисциплины является наглядность практического применения ее постулатов.

И, если прикладное применение, скажем, булевых функций, достаточно обширно раскрывается в теориях криптографии и кодирования, то использование логического вывода зачастую сводится к применению принципов резолюции (изредка, аналитических таблиц) на классических задачах.

При этом в качестве примеров студент видит перед собой не визуализированные отображения применения того или иного логического правила, а столбцы непонятных символов, переходящие в точно такие же столбцы, оканчивающиеся пустым дизъюнктом (утверждением), который и считается удовлетворительным результатом.

В итоге у большинства студентов легкое непонимание сути процесса зачастую перерастает в полное отторжение всего, что хоть как-то связано с проходимым предметом, как чем-то ненужным и далеким от жизни. В конечном итоге это сказывается не только на качестве их конечных знаний, но и на качестве выпускных работ.

В качестве иллюстрации применения наработок в области логического вывода отлично подходит задача диагностики, позволяющая сочетать не только классические схемы применения достоверного логического вывода, но и новейшие разработки в области его поддержки и расширения возможностей. К тому же задача диагностики имеет важнейшее прикладное значение и представлена на всех уровнях жизни, включая бытовой, что гарантирует вовлеченность студентов в процесс.

1. ЗАДАЧА ДИАГНОСТИКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА В ЕЕ РЕШЕНИИ

Технической диагностикой является отрасль научно-технических знаний, сущность которой составляет теория, методы и средства обнаружения и поиска дефектов объектов технической природы. Под дефектом обычно понимается любое несоответствие свойств объекта заданным, требуемым или ожидаемым его свойствам. В свою очередь обнаружение дефекта — есть установление факта его наличия или отсутствия в объекте. Диагностирование, целью которого является определение места и при необходимости причины и вида дефекта объекта называется поиском дефекта [1, 2].

В ходе развития автоматических систем диагностирования был разработан метод, основанный на модели устройства. Тезисно его суть заключается в моделировании работы диагностируемого устройства с помощью продукционных правил, поиска различий в поведении между моделью устройства и его оригиналом и построении необходимых выводов на основе этих различий [3].

И, хотя использование модели устройств позволило решить многие проблемы предшественников, однако остались проблемы, связанные уже с особенностями классического логического вывода [4].

Одним из путей решения этих проблем является использование так называемых систем поддержки логического вывода. Одной из таких систем является ATMS (the Assumption-based Truth Maintenance System — система поддержки истинности, основанная на предположениях), позволяющей в ходе работы делать предположения об исправности или неисправности компонент диагностируемого устройства и, за счет поддержки непротиворечивости системы, выявлять противоречивые множества сделанных предположений, и как следствие, неисправности компонент системы. [3]

Такой подход имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием классического вывода[5]:

- простота и понятность вывода;
- простота архитектуры — возможность разбить систему рассуждения на системы логического вывода и поддержки истинности;
- гарантия непротиворечивости вывода;
- сужение комбинаторного пространства логического вывода.

Как ни удивительно, но решение именно этих проблем как нельзя кстати способствует лучшему усвоению материала студентами. Действительно, более простой, построенный на интуитивно понятных аналогиях вывод, дифференциация решающей системы на две более простые подсистемы, каждая из которых решает свою задачу, знакомство с теорией непротиворечивости и, наконец, уменьшение расчетов (кои в реальных задачах весьма громоздки) — все это упрощает восприятие системы, а прикладная значимость (в том числе и бытовая) — увеличивает вовлеченность в ее работу.

2. СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ИСТИННОСТИ, ОСНОВАННАЯ НА ПРЕДПОЛОЖЕНИЯХ, И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

Попробуем охарактеризовать работу ATMS следующим образом:

- задано множество правил хорновского вида;
- заданы значения (определена заведомая истинность) некоторых утверждений, являющихся посылками правил.

Определение 2.1: правилом хорновского вида (хорновским правилом) является правило вида: $a_1 \cap a_2 \cap \dots \cap a_n \rightarrow b$, где $a_1 \dots a_n$ называются посылками, а b — результатом (заключением).

Определение 2.2: фактом называется утверждение, чья истинность точно определена.

Определение 2.3: предположением называется утверждение с неопределенной истинностью, однако временно принятое истинным.

Сделаем предположения об истинности нескольких утверждений, истинность которых еще не определена.

Основным материалом для обработки системы поддержки истинности являются метки утверждения.

Определение 2.4: меткой утверждения является множество предположений, на основе которых это

утверждение выведено (множество поддержки утверждения).

Для меток утверждений верно следующее:

- метка заведомо истинных утверждений всегда пуста (записывается как $\{\}$);
- утверждение, являющееся предположением, поддерживается самим собой ($\{\langle \text{имя предположения} \rangle\}$);
- метка утверждения может состоять из нескольких множеств;
- в случае, если утверждение не поддерживается ни одним из предположений, его метка неопределенна ($\{\emptyset\}$),
- противоречивые множества записываются как поддержка утверждения-противоречия \perp (утверждения Nogoood).

Замечание 2.1: утверждение Nogoood, выделяется для удобства обработки противоречивых множеств предположений. Все операции, производимые над обычными утверждениями аналогично производятся и над утверждением Nogoood.

Определим тогда условия применимости правил:

- Посылка условно истинна, если ее множество поддержки определено.
- Правило применимо, если все его посылки условно истинны.
- Поддержкой результата применимого правила является объединение множеств поддержки его посылок.
- Если в ходе логического вывода получены результаты, противоречащие заведомо истинным фактам, то поддержка этих результатов является противоречивой.

Опишем правила минимизации меток:

Rule 1: любое множество, содержащее противоречивое множество — противоречиво.

Rule 2: противоречивое множество не может быть поддержкой утверждения. Если поддержка метки содержит противоречивое множество, это множество может быть удалено.

Rule 3: поддержка утверждения не должна быть избыточной. Если метка противоречивого утверждения содержит два множества A и B причем $A \in B$, тогда множество B может быть удалено из метки.

Замечание 2.2. Рассмотрим пример, иллюстрирующий ход минимизации меток.

Пусть в ходе рассуждения стало известно, что некоторый факт S поддерживается множествами $V = \{A1, A2, A3\}$ и $C = \{A2, A3, A4\}$, причем известно, что множество $D = \{A3, A4, A5\}$ — противоречиво.

От системы поддержки истинности приходит сообщение о противоречивости множества $E = \{A3, A4\}$, а также о том, что утверждение S поддерживается множеством $F = \{A1, A2\}$. Таким образом, после добавления полученных сведений, состояние системы принимает следующий вид:

$S \{\{A1, A2, A3\}, \{A1, A2\}, \{A2, A3, A4\}\},$

$\perp \{\{A3, A4, A5\}, \{A3, A4\}\}.$

Видно, что множество $E = \{A3, A4\}$ содержится во множествах $C = \{A2, A3, A4\}$, $D = \{A3, A4, A5\}$. Значит, множества C и D могут быть удалены из поддержки соответствующих меток (**Rule 3**). Более того, множество $F = \{A1, A2\}$ полностью входит во множество $V = \{A1, A2, A3\}$, а значит, множество V также может быть удалено из метки, поддерживающей утверждение S (**Rule 2**). В итоге, после применения правил минимизации, состояние системы будет выглядеть следующим образом:

$S \{\{A1, A2\}\}$,

$\perp \{\{A3, A4\}\}$.

Подобное изменение состояний системы характерно для работы ATMS и говорит о том, что с каждым добавлением уточняющей информации, с одной стороны, уточняется множество поддержки утверждений, с другой — сужается противоречивое подмножество предположений.

Подробнее с системой ATMS, а также ее алгоритмом, можно ознакомиться в [6].

3. АРХИТЕКТУРА РЕАЛИЗУЕМОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ЗАДАЧИ ЕЮ РЕШАЕМЫЕ

Первым блоком реализуемой системы является блок создания и редактирования модели.

Используя этот блок, пользователь имеет возможность:

- создавать произвольные элементы модели — при этом в области кастомизации входят не только типичные атрибуты как внешний вид и название элементов, но и логика их работы, задаваемая при помощи матриц соответствия,
- выводить элементы на рабочий холст, задавая произвольный внешний вид создаваемой модели;
- задавать связи между элементами, используя понятие передающих элементов;
- сохранять и загружать элементы из памяти или жесткого диска.

При использовании первого блока студент реально работает с основными принципами моделирования сложных систем, учится представлять и располагать элементы модели на рабочем холсте, знакомится с такими понятиями, как матрицы соответствия и взаимодействия, вживую видит как идет процесс «перечисления» значений, переводящий, написанные на естественном языке значения на шкалу более понятных компьютеру целых чисел. Кроме того, заканчивая работу над моделью, студент может увидеть не только визуальное отображение модели на холсте, которая по сути ничем не отличается от обычных схем, но и то, как она (модель) будет представлена в памяти.

Вторым блоком является блок перевода модели в систему логических правил. Работа этого блока хотя и закрыта от пользователя, однако с ее результатами студенты смогут ознакомиться при помощи системы отчета, где студенты могут увидеть каким образом, созданная ими визуальная модель превра-

щается в систему символьных правил, которые и будут использоваться в процессе логического вывода. При этом студентам также наглядно демонстрируется, какие группы правил могут входить в противоречие друг с другом при той или иной ветви вывода.

Третьим блоком является блок логического вывода.

В этом блоке демонстрируется сам процесс вывода: какие правила используются, как формируются значения-результаты применения этих правил, какое влияние это оказывает на систему. Кроме того, на этом этапе применяется инновационная система двустороннего вывода, когда вывод идет одновременно и в дедуктивном и абдуктивном направлениях, что, вообще говоря, приводит к случаям, когда даже незначительное добавление данных может привести к глобальному пересмотру значений системы.

Четвертый блок отвечает за обработку принципов ATMS. Используя этот блок студенты могут в полной мере ощутить какие процессы происходят при обработке сделанных предположений и корреляции их с полученными данными.

И, наконец, пятый блок отвечает за выбор места для снятия показаний. Действительно, краеугольным камнем системы диагностики является выбор места для снятия следующего показания. Используя этот блок, студенты смогут наглядно видеть как меняется информация о системе от сделанного ими выбора и даже соревноваться с системой в том, кто быстрее найдет неисправность, анализируя затем свои удачные или ошибочные ходы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Визуальное представление материала, использование его прикладного значения всегда будет давать положительный результат при его использовании особенно в сфере инженерного образования.

В случае же с логическим выводом, чье прикладное значение в развитии науки и техники, начиная со второй половины прошлого века трудно переоценить, отсутствие наглядных примеров его прикладного использования кажется вдвойне несправедливым, что в свою очередь приводит к недооценке, непониманию и отторжению студентами того материала, который им преподается.

На примере рассмотренной системы диагностики можно значительно упростить восприятие логического вывода студентами за счет формирования наглядных примеров его применения вместо использования сложных для восприятия деревьев принципа резолюции.

Подобный подход способствует формированию визуальных аналогий и более успешному усвоению материала студентом.

Кроме того, многогранность и структурная сложность задачи диагностики позволяет использовать в работе решающей системы практически весь краеугольный материал как математической логики, включающий в себя абдуктивный и дедуктивный логический выводы, противоречивость логических

правил, использование двузначных и многозначных логик и многое другое, так и основные понятия смежных дисциплин, таких как, например, теория моделирования сложных систем с использованием матриц соответствия.

Помимо этого студент может познакомиться с новейшими веяниями в усилении логического вывода: в статье приведен пример использования системы поддержки истинности, однако ограничиваться только на ней необязательно.

Как бы то ни было, материал преподносится студенту в игровой, соревновательной форме. В попытках обхитрить, обыграть компьютер, победить его по количеству ходов (ведь достаточно неприятно, когда компьютер находит неисправность раньше тебя) в задаче, которая знакома всем и вполне может считаться бытовой является бытовой — в этих попытках студент будет вынужден разбираться в принципах его работы, запоминать удачные ходы, формировать соответствующие логические цепочки, применять полученные знания, что несомненно можно считать успехом на пути его обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Reiter R.** A Theory of Diagnosis from First Principles. // *Artificial Intelligence*, 1987. — Vol.32. — P. 97—130.
2. **Вагин В.Н., Оськин П.В.**, Эвристические и вероятностные методы снятия эффективных показаний в системах диагностики // *Известия РАН. Теория и системы управления*. 2006. №4. С. 78—93.
3. **Kenneth D. Forbus, Johan de Kleer:** Building Problem Solvers. MIT Press 1993. 702 p.
4. **Зарецкий Д.С., Вагин В.Н.** Использование системы поддержки истинности, основанной на предположениях, в системе диагностики логических схем // *Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Шестнадцатая Международ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: Тез. докл. В 3 т. Т. 1.* М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — С. 360—361.
5. **Вагин В.Н., Зарецкий Д.С.** Система поддержки истинности на основе предположений в задачах диагностики с использованием модели устройств. // *Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'10».* М.: Физматлит, 2010. С. 351—362.
6. **Вагин В.Н., Зарецкий Д.С.** Решение задач диагностики с использованием систем поддержки истинности. // *Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР».* Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. №12 (113). С. 63—71.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ВУЗЕ

АННОТАЦИЯ

Анализируется использование информационно-коммуникационных технологий в процессе обучения графическим дисциплинам. Графические дисциплины рассматриваются как предметные области, в процессе изучения которых студенты приобретают не только навыки представления и восприятия информации в наглядном, графическом виде, но и овладевают современными графическими программами, совершенствуют и приобретают навыки работы в современном информационном пространстве. О том, как применять дидактический потенциал ИКТ в геометро-графической подготовке студентов и пойдет речь в докладе.

ВВЕДЕНИЕ

Информатизация геометро-графической подготовки (ГПП) — одна из основных объективных тенденций ее развития. Использование графических программных продуктов в процессе визуализации графической информации переводит их в ранг новых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Без этих технологий сегодня никак не обойтись. Этот вопрос давно снят с повестки дня.

Вместе с тем, использование ИКТ технологий в ГПП — это не только новые программные и технические средства, но и новые формы и методы преподавания, новый подход к самому образовательному процессу. И вопрос стоит уже не столько в соотношении ручного черчения и компьютерного, а сколько в их правильном и оптимальном сочетании, в использовании всего огромного дидактического потенциала ИКТ с постепенным эволюционным переходом полностью на компьютерную составляющую. При этом оптимальность рассматривается нами не просто как достижение поставленной учебной цели, а достижение ее при минимальных затратах времени и усилий участников образовательного процесса. Инженерная графика в ручном исполнении чертежей и в компьютерной их реализации имеет общие цели. Одним из главных достоинств компьютерной графики является то, что она обладает широкими возможностями вариативного и индивидуального подхода к организации обучения с целью проявления студентами самостоятельной творческой активности, преодолевая стереотипность и инертность мышления.

1. ВОЗМОЖНОСТИ ИКТ

ИКТ, применяющиеся методически грамотно, позволяют:

во-первых, значительно расширить возможности предъявления учебной информации, так как использование цвета, графики, звука и всех современных

средств видеотехники позволяет воссоздавать реальную картину;

во-вторых, усилить мотивацию учения. Не только новизна работы с компьютером, которая сама по себе нередко способствует повышению интереса к учебе, но и возможность регулировать предъявления учебных задач по трудности, поощряя правильные решения, не прибегая при этом к порицаниям, позитивно сказываются на мотивации учения. Работая на компьютере, студент получает возможность довести решение до конца, поскольку, ему оказывается необходимая помощь, объясняется решение, он может обсудить его оптимальность и выбранные пути. ИКТ могут влиять на мотивацию обучаемых, раскрывая практическую значимость изучаемого материала, представляя им возможность испробовать умственные силы и проявить оригинальность, поставив интересную задачу;

в-третьих, вовлечь активно обучаемых в учебный процесс. Один из наиболее существенных недочетов существующей системы обучения состоит в том, что она не обеспечивает активного включения всех учащихся в учебный процесс;

в-четвертых, качественно изменить контроль за деятельностью студентов, обеспечивая при этом гибкость управления учебным процессом, а также проверять все ответы, а во многих случаях не только фиксировать ошибку, но и определить ее характер, что помогает вовремя устранить обусловившую ее причину.

Кроме того, реализация дидактических возможностей ИКТ, таких как компьютерная визуализация учебной информации, незамедлительная обратная связь между пользователем и средствами ИКТ, автоматизация процессов информационно-методического обеспечения, организационного управления учебной деятельностью, контроля за результатами усвоения и т.д., создает предпосылки для совершенствования образовательного процесса, активизации учебной деятельности обучаемых и улучшения качества усвоения учебного материала.

ИКТ в инженерной графике служат подспорьем, позволяющим сэкономить время; сделать работу более эффективной: осуществить поиск информации, решить большее количество задач и тем самым уменьшить количество домашних заданий, дать анализ полученным результатам, воспользоваться возможностями компьютера в сфере оформления чертежей (шрифт, линии, штриховка, нанесение размеров на чертеже и др.); развить интерес студентов к изучаемому предмету, стимулированию познавательной и творческой активности и самостоятельности учащихся, формированию коммуникативных навыков, обеспечению объективного кон-

троля знаний, качества усвоения материала студентами и т.д.

Каждый студент имеет возможность работать в своем темпе. Компьютер способствует формированию у него рефлексии своей деятельности, позволяет наглядно представить результат своих действий.

Однако анализ современного состояния учебного процесса показывает, что перечисленные выше уникальные дидактические возможности ИКТ в преподавании инженерной графики используются эпизодически, бессистемно, без учета дидактических принципов.

2. РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Применение ИКТ в учебном процессе ведёт не к вытеснению преподавателей компьютерными системами, а к изменению роли и функции преподавателя, к усложнению преподавательской деятельности. За ним остается право перераспределения времени в зависимости от выбранных средств обучения и уровня подготовки студентов, что позволит осуществить обучение с учетом их интересов и способностей. Но главная его функция — научить будущих инженеров творчески решать профессиональные задачи. Умение так поставить эту задачу, что бы у студента возникло желание подойти к ее решению творчески. Ошибочно мнение, что творчество проявляется только в таких сферах деятельности как искусство, наука, изобретательство. Творчество необходимо на всех уровнях деятельности, в том числе и исполнительской. Но для этого у человека должны присутствовать способности, мотивы, знания и умения. В обучении давно уже известна истина субъективно значимая для обучаемого - открытие, если ученик пришел к нему сам. Вот эта особенность — желание обучаться — позволяет создавать многообразие творческих задач, создавать проблемные ситуации, т.е. вызывать у студента потребность к постановке и самостоятельному разрешению учебной задачи. И роль преподавателя интуитивно, т.е. на уровне искусства, постоянно создавать такие ситуации, которые приводят к попытке студента развить успех самостоятельно.

Компьютерное обучение несет в себе еще такое преимущество как наглядность. За счет наглядности материал даже сложный кажется более доступным и дает возможность взять «быстрый старт». Студент непременно будет расположен к дальнейшему его

изучению, так как, во-первых, понимание порождает интерес, а во-вторых, у студента будет отсутствовать психологический барьер «я никогда не пойму».

3. ПРИМЕРЫ НЕКОТОРЫХ ЗАДАНИЙ

1. Взаимное пересечение поверхностей. Задается одна базовая поверхность, не изменяющая свои размеры и положение, вторая поверхность перемещается относительно первой, поворачивается, сдвигается, увеличивается или уменьшается в размерах. Строятся трехмерные модели, на их основе создаются чертежи, сравниваются изображения, облегчая процесс понимания перехода от объема к плоскости и обратно. Используются как операции объединения, так и операции вычитания. Наиболее продвинутым студентам предлагается создание элементарной трехмерной сборки, исследование получаемых моделей.

2. Чертеж детали типа «Вал». Комплект содержит четыре типа заданий: 1) построение чертежа детали по аксонометрическому изображению; 2) моделирование вала по элементам внешнего и внутреннего контура; 3) моделирование вала по сечениям и габаритам; 4) моделирование вала по текстовому описанию и параметрам конструктивных элементов. Достаточно сложное задание.

3. Построение моделей, созданных или придуманных самими студентами. В этом случае преподаватель предлагает тему и граничные условия.

Такие задания стимулируют творческую активность, развивают наглядно-действенное, наглядно-образное, интуитивное, творческое теоретическое мышление студентов за счет рационального, дидактически оправданного диалогового общения студентов с компьютером на всех этапах представления и усвоения графической информации, организации наиболее продуктивной по своим результатам системы взаимодействия преподавателей и студентов, а также студентов друг с другом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ярошевич О.В., Зеленовская Н.В. Интегрированное взаимодействие инженерной и компьютерной графики: Сборник докладов междунар. науч.-практ. Интернет-конф., ПГТУ, Пермь, февраль-апрель 2010 г. Пермский государственный технический университет. — Пермь: ПГТУ, 2010. — С. 146 — 153.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Анализируется современное состояние математической подготовки в инженерном образовании и тенденции применения информационных технологий в высшем профессиональном образовании в области энергетики и электротехники.

Рассматривается применение математического моделирования в процессе преподавания высшей математики для инженеров.

Указывается возможность применения компьютерной реализации математических моделей в процессе преподавания специальных дисциплин для различных инженерных специальностей.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время различные по объему и содержанию программы курса высшей математики предусмотрены государственными стандартами по всем направлениям высшего профессионального образования.

Однако существующие программы курса высшей математики и, главное, стиль преподавания этой дисциплины, не учитывают требований последующего ее приложения. «Во многих вузах курс математики неоправданно усложнен, перегружен неработающим материалом и беден по содержанию. Поэтому студент, переходя от курса математики к другим дисциплинам, а позже к практической деятельности, вынужден радикально переучиваться, полностью перестраивая свою математическую психологию».

В докладе предлагаются принципы применения информационных технологий в инженерном образовании: как в высшей математике, так и в специальных дисциплинах.

Особое внимание обращается на то, чтобы привить интерес к математике у студентов инженерных специальностей, продемонстрировать силу математики при решении вопросов профессиональной деятельности, развить у них способность самостоятельно изучать необходимые главы курса высшей математики.

Приводятся примеры динамических компьютерных моделей в энергетике, химии, биологии, наглядно реализующих реальные явления и процессы.

1. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРЕПОДАВАНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Несмотря на достаточную разработанность способов и средств формирования положительной учебной мотивации, проблема заключается в том, что многие из рекомендаций оказываются нетехно-

логичными в рамках бескомпьютерного варианта обучения. Компьютер же предоставляет принципиально новые возможности для реализации многих педагогических идей, не осуществленных в вузовской практике. Предваряя фазу формализации, содержательной постановкой и «живой» иллюстрацией явления, мы можем обеспечить повышение мотивации студентов к изучению непосредственно математического закона с целью дальнейшего его использования при моделировании характера процесса.

Обосновывать потребность в новых математических идеях, знаниях, методах целесообразно на основе задач с практическим содержанием, то есть, если изучается функция, то вначале она должна описывать что-то конкретное из знакомой студенту предметной области, иметь в зависимости от специальности «электрический, биологический, химический» смысл.

Знакомство студентов с прикладными аспектами математики необходимо организовывать с опорой на технологию математического моделирования. Возможности компьютерных инструментов позволяют при этом за сравнительно небольшой промежуток времени рассмотреть аспекты представления и решения прикладной задачи в их взаимосвязи.

Например, изучение студентами энергетических специальностей темы «Функция одной независимой переменной» можно начать с рассмотрения экспоненциальной функции, характеризующей электропроводность проводника, осуществить наблюдение процесса затухающих колебаний в электрическом контуре с представлением соответствующей функции. При изучении темы «Экстремумы функций» целесообразно представить зависимость выделяемой энергии от сопротивления цепи и т.п. Студенту-физику понятие дифференциального уравнения можно ввести, рассматривая явление радиоактивного распада или изменения атмосферного давления, биологу — процесс размножения микроорганизмов, роста и разрушения клеток, химику будет интересна задача об увеличении количества фермента.

Применение математического моделирования при изучении математического анализа студентами-энергетиками представлено в докладе на следующих задачах из раздела «Электричество»: закон Кулона для системы зарядов; потенциал тонкого кольца; затухающие колебания в электрическом контуре; электропроводность проводника; сопротивление цепи; задача на определение количества электричества, протекающего через проводник;

термоэлектронная эмиссия;
емкость сферического конденсатора;
емкость цилиндрического конденсатора;
освещенность поверхности.

При этом рассматриваются следующие приемы использования информационных технологий в обучении:

- моделирование физического процесса;
- сопоставление графического представления с физической моделью;
- различные варианты подачи информации: количественный способ и совмещение графического способа с количественным;
- сопоставление графического представления решения с количественным;
- возможность обучающегося самому изменять некоторые параметры, участвовать в формировании уравнения или функции;

Необходимо отметить, что данный перечень приемов представляет не полный список возможных применений информационных технологий в обучении.

2. ИЗУЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Наглядное моделирование на компьютере реальных процессов, имеющих математическое описание, позволяет «оживить» процесс, вмешиваться в него с целью изучения. Переходя к изучению инженерных дисциплин, студент может воспользоваться и теми компьютерными моделями, с которыми он ранее знакомился при изучении курса высшей математики.

Проводимые эксперименты можно усилить, если заложить в математические модели дополнительные параметры, учитывающие, например, зависимость электропроводности проводника от температуры.

Важно, чтобы информационные технологии обучения учитывали такую сторону обучения, как двойственность человеческого мышления. Человеческое сознание использует два механизма мышления [2]. Один из них, который позволяет работать с абстрактными цепочками символов, с текстами, математическими формулами, называют символическим, алгебраическим или логическим. Второй механизм мышления, который обеспечивает работу с чувственными образами и представлениями о них, называют образным, геометрическим, интуитивным. Физиологически логическое мышление связано с левым полушарием человеческого мозга, а образное мышление — с правым полушарием. На ос-

нове этого можно выделить две функции компьютерной графики — иллюстративную и когнитивную.

Использование средств иллюстративной графики в преподавании предоставляет такие графические возможности, благодаря которым обучающиеся могут в процессе анализа изображений динамически управлять их содержанием, формой, размерами и цветом, добиваясь наибольшей наглядности.

Применение же когнитивной графики в обучении [3] помогает учащимся добывать новые компоненты знаний с помощью исследований на математических моделях, поскольку этот процесс формирования знаний опирается на интуитивный правополушарный механизм мышления, сами эти знания в существенной мере носят личностный характер. Одним из известных подходов к развитию интуитивного профессионально-ориентированного мышления является именно решение задач исследовательского характера. Именно изображение хода и результатов решения на математических моделях позволяет каждому обучающемуся сформировать свой образ изучаемого объекта во всей его целостности и многообразии связей. Применение таких технологий существенно активизирует учебную информацию, делает ее по сравнению с представлением на бумажном носителе более наглядной для восприятия и удобной для усвоения.

С другой стороны, учащийся имеет возможность установить адекватность математической модели моделируемому объекту, выявить границы ее применимости, самостоятельно провести коррекцию модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование компьютерного моделирования, организованного в соответствии с предлагаемыми подходами, способно повысить эффективность изучения математики, отнюдь не ослабляя при этом роли педагога, а лишь несколько изменяя технологию его работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Мышкис А.Д.** О преподавании математики прикладникам // Научно-методический журнал «Математика в высшем образовании» // Нижний Новгород, 2003. №1. С. 37—52.
2. **Поспелов Д.А.** Фантазия или наука. На пути к искусственному интеллекту. М.: Наука, 1982.
3. **Зенкин А.А.** Когнитивная компьютерная графика / под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1991.

ПРОГРАММЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Анализируется содержание специализированных выставок в рамках Всероссийского форума «Образовательная среда 2011».

Описываются две программы, направленные на оценку качества образования, разработанных в МГТУ им. Н.Э. Баумана в рамках научно-исследовательской работы.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России идет становление новой образовательной системы, ориентированной на вхождение в мировое образовательное пространство. Происходит смена образовательных парадигм, и в соответствии с этим осуществляется интенсивный поиск новых форм учебно-методического, психолого-педагогического и социально-экономического обеспечения учебного процесса [1—5].

Улучшение качества обучения и повышение эффективности профессиональной деятельности специалистов инженерного профиля с целью их закрепления в научно-конструкторских подразделениях оборонно-промышленного комплекса России невозможно без эффективного применения современных компьютерных технологий и средств автоматизированного моделирования. В связи с этим всё актуальней становится разработка разнообразных инновационных технологий наиболее полно отвечающих требованиям, предъявляемым рынками образовательных услуг и интеллектуального труда.

В рамках выполнения поисковой научно-исследовательской работы по Государственному контракту № 16.740.11.0407 от 26 ноября 2010 г. По теме «Качество подготовки научных и научно-педагогических кадров инженерного профиля в компетентностном формате» МГТУ им. Н.Э. Баумана были разработаны программы для оценивания качества образования, представленные в этом году на Всероссийском форуме «Образовательная среда - 2011».

1. О СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫСТАВКАХ

Всероссийский форум «Образовательная среда-2011», 13-й по счету в этом году прошел с 25 по 28 октября 2011 г. во Всероссийском выставочном центре в Москве.

Ежегодно форум собирает сотни представителей инновационного движения в отечественной педагогике, представляющих лучшее, что формирует сегодня российскую систему образования.

Сама выставка представляет собой единую площадку для демонстрации инновационных разработок, передовых методик, программных и технических средств обучения, достижений образовательных учреждений субъектов Российской Федерации,

направленных на дальнейшее системное инновационное развитие образования.

В этом году в рамках форума были представлены три специализированные выставки:

Первая называлась: «Материально-техническое оснащение образовательных учреждений» и представляла основные направления развития материально-технической базы образовательных учреждений. Здесь были представлены достижения в сфере комплексного проектирования, строительства и оснащения образовательных учреждений, обусловленные происходящей модернизацией российской системы образования. Эта выставка оказалась полезной авторам статьи с точки зрения выявления аналогичных программных продуктов, используемых в образовательных учреждениях России.

Вторая специализированная выставка называлась «Учебная и развивающая литература». Широкий выбор новейших учебных пособий, развивающей литературы, передовые методики изучения иностранных языков, пособий по подготовке к ЕГЭ, имеющие большей частью электронный вариант, говорит о том, что внедрение электронных технологий оценки качества учебной литературы становятся все более реальными.

Именно решению этих задач была посвящена третья специализированная выставка «Современные образовательные технологии», на которой были представлены новейшие технологии и содержание образования, а также программы организации учебного процесса в учреждениях всех уровней, в том числе на уровне подготовки научных и научно-педагогических кадров.

Каждый университет стремится постоянно совершенствовать свои образовательные процессы. Мощный толчок к улучшению качества образования даёт внедрение и использование программного инструментария управления и экспертной оценки работы вуза. Среди всех идей и работ, представленных на выставке, можно выделить несколько, имеющих непосредственное отношение к оценке качества образовательного процесса. Это — Автоматизированная информационная система рейтинговой оценки деятельности кафедр и профессорско-преподавательского состава вуза Орловского государственного технического университета и Система контроля знаний для сети электронного обучения Владимирского государственного университета.

Однако вышеприведённые системы позволяют оценивать лишь знания студентов по различным дисциплинам. В настоящее время одна лишь подобная «знаниевая» подготовка технических специалистов признана недостаточной. Наряду с высокими фундаментальными и специальными знаниями современная образовательная технология должна

обеспечивать возможность целенаправленного формирования в процессе обучения целого ряда компетенций и профессионально значимых личностных качеств, наличие которых в конечном итоге и определяет степень психологической, методологической и операционной готовности специалиста к осуществлению профессиональной деятельности, а значит, и практическую возможность получения наибольшей прибыли работодателя. Современный инженер, помимо высокоуровневых знаний, в период обучения в вузе должен приобретать еще и некие навыки самостоятельной адаптации к быстро изменяющимся внешним условиям. Он должен обладать некими приспособительными механизмами, в том числе и предметно инвариантными «мыслительными инструментами», с помощью которых и будет обеспечиваться содержательная коммуникация в будущем. Иными словами, он должен обладать культурой мыслительной деятельности соответствующей не только современному, но и будущему уровню научно технического прогресса.

В рамках последней выставки Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана представил сразу два свои проекта, имеющие прямое отношение к технологиям обучения: программу для оценки учебно-методического комплекта дисциплины (далее по тексту — УМКД) и систему оценки качества подготовки студентов на основе компетентностного подхода. Далее эти проекты описаны в статье более подробно.

2. ПРОЕКТ «ПРОГРАММА ДЛЯ ОЦЕНКИ УМКД»

В 2010 году на выставке «Образовательная среда 2010» была представлена уникальная разработка кафедры «Компьютерные системы и сети» МГТУ им. Н.Э. Баумана, позволяющая выполнять оценку сложности учебных дисциплин.

В этом году усовершенствованная и защищенная авторским свидетельством программа была вновь представлена на выставке. Теперь она позволяет не только оценивать уровень сложности различных учебных дисциплин, но и помогает оптимизировать учебный план специальности с точки зрения выстраивания последовательности преподавания дисциплин и обоснования требуемых на каждую дисциплину часов. Программа предлагает эксперту на выбор нескольких вариантов построения такого учебного плана.

Задача формирования учебного плана даже одной кафедры является крайне трудоёмкой, требующей усилий множества людей, значительных временных затрат и проверку на практике. Обычно такие понятия как «информативность» и «сложность» дисциплины в рамках процесса формирования учебного плана оцениваются очень субъективно. С учетом динамики изменения самих предметов, преподавателей, выделенных часов и т.д. задача вообще переходит в разряд непрерывных. Поэтому предложенная программа дает возможность эксперту уйти от субъективизма, используя получаемые

автоматически описанные выше количественные показатели. Кроме того, программа наглядно демонстрирует взаимоотношения дисциплин в системе отсчета этих критериев. Оператор программы в любой момент может запросить свежие данные из всемирной паутины и получить расчеты сложности дисциплины, построить или откорректировать граф последовательности изложения предметов.

Кроме перечисленных функций, программа обеспечивает автоматическое заполнение данных, получаемых в результате обработки УМКД, визуализацию результатов оценки дисциплин, как это показано на рис. 1, оценивает связанность понятий внутри дисциплины, строит карты связанности и минимального остовного дерева понятий, оценивает объем и сложность учебных материалов дисциплины, вычисляет учебные часы, оценивает схожесть дисциплин.

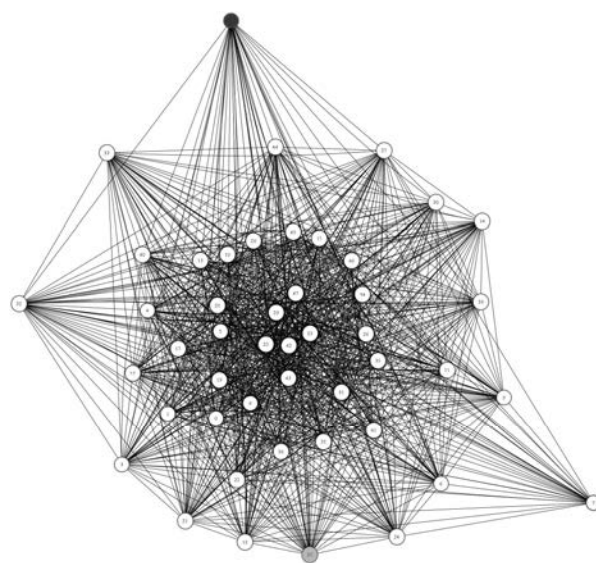


Рис. 1. Карта связанности дисциплин кафедры ИУ6 МГТУ им. Н.Э. Баумана

Минимальное остовное дерево всех дисциплин и карта их связанности строится с помощью пружинного алгоритма Kamada-Kawai, являющегося наиболее быстрым и дающим приемлемые укладки сравнительно с известными алгоритмами [6]. Авторы статьи реализовали пружинный алгоритм Kamada-Kawai в пакете Graphviz [7].

Эти результаты наглядно показывают, насколько сильно дисциплины между собой пересекаются.

На рис. 1 изображена карта связанности дисциплин кафедры «Компьютерные системы и сети» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Можно увидеть, что вершина, окрашенная красным цветом, соответствующая дисциплине «Алгоритмические языки и программирование», и вершина, окрашенная зеленым цветом, соответствующая дисциплине «Сети ЭВМ и телекоммуникации», относятся к разным областям наук, поэтому находятся на противоположных концах карты, собирая вокруг себя в группы другие, связанные с ними дисциплины.

Дисциплина: Электроника
 Задание: Дипломный проект
 Студент: Козлов И.А.
 Группа: ИУ6-92

Режим расчёта ОМГ
 Полный (ОМГ=f(МГ,ПЗЛК))
 Упрощенный (ОМГ=МГ)

СОХРАНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЙТИ БЕЗ СОХРАНЕНИЯ СПРАВКА

Структура учебного задания: Мнение студента о себе

КАНВА
 КОНТЕКСТ
 ТЕКСТ
 ОБСУЖДЕНИЕ
 ОБОБЩЕНИЕ

	п	л	о	по	ЗУН
Трудоемкость/Трудоспособность	3	5	18	4	ЗУН1 5
Сложность/Интеллектуальность	3	4	15	3	ЗУН2 4
Новизна/Звристичность	4	4	20	4	ЗУН3 5
Системность/Предприимчивость	4	4	20	4	ЗУН4 3
С-Э обоснованность/Социальность	4	4	20	4	ЗУН5 4

Оценка студента преподавателем

	ПЗЛК	МГ	ОМГ	пОМГ	Δ ОМГ	ЗУН	Δ ЗУН
Трудоспособность	1	Знаниевая грамотность 1	2	1	-3	ЗУН1 3	-2
Интеллектуальность	2	Функциональная грамотность 2	6	2	-1	ЗУН2 4	0
Звристичность	3	Креативная грамотность 2	8	2	-2	ЗУН3 1	-4
Предприимчивость	2	Корпоративная грамотность 2	6	2	-2	ЗУН4 3	0
Социальность	2	С-Э грамотность 2	6	2	-2	ЗУН5 2	-2

ПРИМЕНИТЬ ОТМЕНА РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАЩИТЫ

Рис. 2. Основное окно системы

3. ПРОЕКТ «СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА»

На Всероссийском форуме «Образовательная среда-2011» была представлена также «Система оценки качества подготовки студентов на основе компетентностного подхода», которая вызвала у посетителей выставки наибольший интерес.

Данная система позволяет задать количественные значения ключевых компетенций и сомасштабных им личностных качеств, определенных в соответствии с объективно существующими закономерностями работы функциональных систем головного мозга. На основе этих значений осуществляется расчёт показателей качества студента, а также визуализация этих параметров.

Система состоит из двух основных частей: модуля структуризации работы студента и модуля контроля и оценки работ, предоставляющие как студенту, так и проверяющему удобное средство для всесторонней оценки задания.

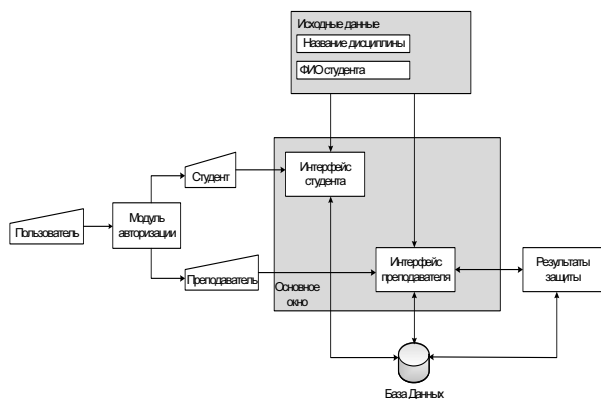


Рис. 3. Структура системы

Первый модуль помогает студенту при выполнении работы придерживаться ментально структурированного формата, что также облегчает преподавателю

проверку. При использовании системы, работа выполняется студентом в соответствии с пентадной моделью представления знаний ККТОО («канва, контекст, текст, обсуждение и обобщение») [4].

Второй модуль контроля и оценки работ, предоставляющий как студенту, так и проверяющему удобное средство для всесторонней оценки задания. Оцениванию подвергаются три главные составляющие профессиональной компетентности: знания, умения, навыки (ЗУН), мыслительная грамотность (МГ) и профессионально значимые личностные качества (ПЗЛК). По каждому из показателей студенту выставляется балл по пятибалльной шкале, причём возможно как быстрое оценивание всего задания в целом, так и более детальное определение характеристик учащегося в соответствии с содержанием отдельных разделов работы. Возможность варьирования глубины оценки обеспечивается также наличием упрощенного режима оценивания: в этом режиме показатели МГ и ПЗЛК заменяются более общим понятием «Обобщённая мыслительная грамотность» (ОМГ), в котором влияние профессионально значимых личностных качеств учитывается априори.

После выставления баллов преподавателем и студентом рассчитывается их рассогласование, которое показывает различие между самооценкой учащегося и оценкой проверяющего и выявляет аспекты, на которые нужно обратить особое внимание при защите работы. По итогам защиты преподаватель выставляет итоговые значения вышеуказанных характеристик, на основе которых определяются следующие показатели: индекс интеллектуальности (ИИ), индекс творческого потенциала (ИТП), индекс жизненной силы (ИЖС) и интегральный показатель качества специалиста (ИПКС).

Влияние отдельных составляющих на итоговый результат определяется соответствующими весовыми коэффициентами и может варьироваться в зависимости от конкретного задания и индивидуальных характеристик студента.

После расчёта показателей качества производится их визуализация. На основе характеристик студента строится его «портрет», каждый элемент которого соответствует определенному компоненту мыслительной грамотности. Итоговая оценка учащегося отображается в виде параллелепипеда, стороны которого равны значениям репрезентативных индексов, а объем и цвет зависят от величины ИПКС.

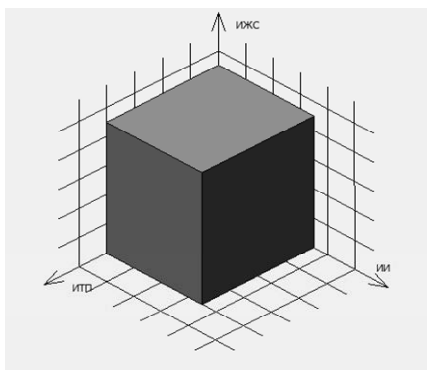


Рис. 4. Визуализация интегрального показателя

Можно выделить основные преимущества системы. Это использование оригинальных формул, отражающих структурное содержание ментально структурированной, иерархической модели элитного специалиста, индивидуальный подход к каждому учащемуся, выражающийся в том, что способ расчёта показателей качества может быть выбран в зависимости от особенностей конкретного студента. Преподаватель может выбирать, какие характеристики должны иметь большее влияние на итоговую оценку, а какие — быть менее значимыми, гибкость — система одинаково пригодна как для небольших заданий, так и для дипломных проектов за счёт возможности варьирования глубины детализации выставляемой оценки и визуализация оценки. На этапе предзащиты и при выставлении итоговых оценок пользователь может получить полное представление о профессиональных и личностных качествах студента: суммарное значение мыслительной грамотности, индексы интеллектуальности, творческого потенциала и жизненной силы, а также графическое представление этих параметров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящий момент в МГТУ им. Н.Э. Баумана с учётом современных мировых тенденций в разви-

тии образования, рассматривается новый класс информационно-коммуникационных систем «человек-техника», ориентированных на автоматизированное решение образовательных задач ближайшего и отдаленного будущего. С этой целью анализируются вопросы гармонизованного объединения «психолого-педагогического», «предметно-содержательного» и «информационно-технологического» аспектов обучения в единый человеко-машинный комплекс, обеспечивающий возможность эффективного перехода, от традиционно сложившихся методов обучения к самообучающемуся и саморазвивающемуся по определенным правилам техническому сообществу, и описанные в статье две программы — шаг в намеченном направлении.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы статьи благодарны Министерству науки и образования РФ за финансовую поддержку в виде Государственного контракта № 16.740.11.0407 от 26 ноября 2010 г. на проведение поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 — 2013 гг.» по теме «Качество подготовки научных и научно-педагогических кадров инженерного профиля в компетентностном формате».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Добряков А.А. Психолого-педагогические основы подготовки элитных специалистов как творческих личностей (содержательные элементы субъект-объектной педагогической технологии). М.: Логос, 2001. — 363с.
2. Добряков А.А. Тенденции и современные подходы к компетентностной подготовке специалистов технического профиля. М.: ИЦПКПС 2010. — 66 с.
3. Зимняя И.А. Ключевые компетенции — новая парадигма результата образования // Высшее образование. 2002. № 5. С. 34—42.
4. Шадриков В.Д. Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход // Высшая школа. 2003. № 1, с. 27-31.
5. Свидетельство № 2011615171. Система автоматического анализа структурированного электронного документа // Реестр программ для ЭВМ. 2011.
6. Пунырев С.Н., Тихонов А.В. Визуализация динамических графов для анализа сложных сетей. Модел. и анализ информ. систем. 17:1 (2010). С. 117—135.
7. Пакет программ Graphviz — Graph Visualization Software на сайте <http://www.graphviz.org/>

О РАЗВИТИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

АННОТАЦИЯ

Анализируется история возникновения, современное состояние, возможности, особенности, недостатки и тенденции развития систем автоматизации сборки. Эти системы рассматриваются как важнейший компонент процесса разработки качественного программного обеспечения. Предлагается перспективная компонентная система автоматизации сборки, позволяющая улучшить процесс разработки научного и коммерческого программного обеспечения. Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в сфере разработки программного обеспечения (ПО) большинство реальных проектов содержат большой объем исходного кода, который поддерживается значительным числом разработчиков. Проекты, в которых задействован единственный разработчик стали редкостью, так как они являются крайне рискованными. В настоящее время не подвергается сомнению факт, что для крупных проектов по разработке программного обеспечения актуальной является задача внедрения средств автоматизации с целью ускорения процесса разработки [1].

В данной работе будут рассмотрены представители одного из классов таких средств — средства автоматизации *сборки* проекта. Процесс сборки является неотъемлемой частью процесса разработки ПО. Он включает в себя компиляцию из исходного кода проекта исполнимых файлов и формирование исполнимого образа программного продукта (ПП) (в который помимо бинарных исполнимых файлов могут входить сопроводительные документы (справка), мультимедиа-контент, конфигурационные файлы, ресурсы и т.д.).

Ручная сборка проекта и формирование исполнимого образа для большого проекта (содержащего тысячи исходных файлов) являются крайне рутинной работой. При этом высока вероятность, что на этом этапе будут внесены ошибки. Например, если программист изменил в заголовочном файле C++ прототип какой-то функции, то ему требуется перекомпилировать все, что зависит от этого заголовочного файла. Если таких файлов в проекте много, то пропустить один делая это в ручную очень легко, а в результате можно получить неработоспособный исполнимый образ, что заставит повторить процесс сборки «с нуля».

То же касается и вопроса многократного повторения однотипных действий по формированию исполнимого образа приложения — при выполнении

в ручном режиме человек может забыть выполнить то или иное действие (скопировать файл, запустить компилятор, обновить ресурсы и т.п.), что потенциально может привести к передаче в тест несогласованной сборки (содержащей различные (иногда несовместимые друг с другом) бинарные версии исполнимых файлов, конфликтующие конфигурации, устаревшие ресурсы и т.п.). При этом подобные нестыковки способны привести к плавающим и трудно заметным дефектам, проявляющимся во время выполнения программы. В лучшем случае эти дефекты будут обнаружены в момент тестирования, в худшем — могут проявиться на этапе эксплуатации. Таким образом, ручная сборка современных программных комплексов является неэффективной ввиду значительного объема рисков, вызванных человеческим фактором (например, усталостью). Также такой процесс может усугубляться следующими психологическими проблемами: нетворческая работа приводит к снижению производительности из-за нежелания делать монотонную работу. Ручная сборка программы приводит к удлинению цикла *Edit — Compile — Test*, что усугубляется в проектах с большим объемом кода, использующим шаблонные библиотеки. Кроме того, высоковероятны дополнительные потери при слиянии кода от нескольких разработчиков, при использовании нескольких компиляторов или поддержке нескольких конфигураций.

1. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

С учетом медлительности процесса ручного запуска на компиляцию, налицо его существенное влияние на скорость процесса разработки ПО. В целом, к настоящему моменту не ставится под сомнение то, что программисту требуется некая программа, позволяющая отслеживать версии файлов и перекомпилировать модули, зависящие от изменившихся файлов [2]. Чтобы избежать подобных проблем и ускорить процесс разработки применяются системы автоматизации процесса сборки.

Автоматизация процесса сборки позволяет решить следующие задачи:

- освободить программистов от рутинной, нетворческой работы;
- ускорить процесс формирования исполнимого образа программного продукта и тем самым ускорить процесс разработки;
- уменьшить число ошибок, вызванных рассинхронизациями (типичным примером рассинхронизации можно считать ситуацию, когда в исполнимый образ по невнимательности программиста не попадает один из обновленных

бинарных модулей, а специалист по тестированию обнаруживает связанные с этим ошибки);

- обеспечить наличие работоспособной версии кода проекта в произвольный момент времени (что особенно важно для проектов с открытым исходным кодом);
- минимизировать «плохие (некорректные)» сборки;
- устранить зависимость процесса сборки программного продукта от конкретного человека;
- обеспечить ведение истории сборок и релизов для разбора выпусков.

В совокупности все перечисленные выше возможности позволяют экономить время и деньги.

Как автоматизировать процесс сборки? Традиционно для сборки маленьких проектов использовались компилятор командой строки и пакетные файлы, содержащие его вызов. Также в пакетном файле могут быть расположены команды, формирующие исполнимый образ. В итоге для автоматизации писался длинный листинг команд по сборке. Существенным преимуществом данного подхода является то, что он достаточно просто реализуется.

Однако с ростом размера проектов у данного подхода обозначились проблемы. Во-первых, размер таких командных файлов вырос. Во-вторых, практически сразу возникла проблема сборки debug (отладочной) и release (поставляемой) версий продукта. Для ее решения стали использовать два подхода — либо в пакетный файл встраиваются условные конструкции (что его сильно загромождает), либо разрабатывается два пакетных файла один для debug другой для release версии (что порождает проблему синхронизации содержимого этих файлов). Третьей проблемой для крупных проектов явилось то, что зачастую не требуется полная перекомпиляция (которая является очень медлительной). В некоторых случаях можно обойтись перекомпиляцией только измененных исходных файлов и всех частей проекта, которые от них зависят, что в данном подходе оставляется на откуп компилятору (способен ли он самостоятельно понять что сборка проекта не требуется), что обеспечивается далеко не всеми из них.

Таким образом, следует отметить следующие недостатки рассматриваемого подхода к автоматизации процесса сборки: низкий уровень настраиваемости и переносимости.

Кроме перечисленного можно отметить, что для крупного проекта с едиными правилами оформления подпроектов команды сборки в командных файлах будут крайне похожи. Используя это наблюдение можно упростить содержимое соответствующих файлов, применив макрокоманды. Но даже макрокоманды не спасут от неминуемых сложностей в случае, если необходимо из одного и того же множества исходных файлов получать разные исполнимые редакции ПП, отличающиеся по функциональности (примером таких редакций может послужить пакет MS Office, в который входят несколько крупных приложений, которые могут

распространяться и устанавливаться как все вместе, так и по отдельности).

С развитием интегрированных сред разработки стало ясно, что пакетные файлы для автоматизации сборки перестали соответствовать современным потребностям. Появились системы автоматизации сборки Apache Ant [3] и MS Build [4].

Рассмотрим базовые требования, которые в настоящее время предъявляются к системам автоматизации сборки:

- поддержка частых (в том числе планируемых сборок) для своевременного выявления проблем;
- поддержка управления зависимостями исходного кода (Source Code Dependency Management);
- поддержка разностной сборки;
- уведомление при совпадении результата сборки с имеющимися бинарными файлами;
- ускоренная сборка;
- генерация и публикация (или рассылка) отчета о результатах сборки, включающая отчеты о компиляции и линковке.

Иногда предъявляются и дополнительные требования:

- создание описания изменений (release notes) и другой сопутствующей документации (например, руководства);
- отчет о статусе сборки;
- отчет об успешном/неуспешном прохождении тестов;
- суммирование добавленных/измененных/удаленных особенностей в каждой новой сборке;
- автоматическое создание инсталлятора.

В настоящее время известны следующие типы систем автоматизации сборки — императивные (командные, низкоуровневые) и декларативные (описательные, композитные). Декларативные системы предполагают описание собираемых сущностей, а не создание множества команд для выполнения действий над ними. Рассмотрим некоторые из известных систем автоматизации сборки.

Apache ANT — императивная командная некомпонентная система, разработанная с учетом кроссплатформенного применения, так как изначально разрабатывался для решения задачи автоматизации сборки и компоновки java-проектов. Основной проблемой применения пакетных файлов для java-программистов стало то, что они сильно завязаны на команды операционной системы (ОС). В случае, если необходимо обеспечить сборку на разных операционных системах, отличаются не только наборы и параметры команд ОС, но и формат командных файлов. Разрабатывать под каждую платформу свой собственный командный файл сборки — не лучший выбор для кроссплатформных приложений [2]. В результате Ant спроектирован таким образом, что часто применяемые при сборке команды ОС обернуты внутренними командами Ant, а скрипты сборки описываются в формате XML [3].

Управление процессом сборки происходит посредством XML-сценария, также называемого

Build-файлом. В первую очередь этот файл содержит определение проекта, состоящего из отдельных целей (*Targets*). Цели сравнимы с процедурами в языках программирования и содержат вызовы команд-заданий (*Tasks*). Каждое задание представляет собой неделимую, атомарную команду, выполняющую некоторое элементарное действие. Между целями могут быть определены зависимости — каждая цель выполняется только после того, как выполнены все цели, от которых она зависит (если они уже были выполнены ранее, повторного выполнения не производится). Типичными примерами целей являются *clean* (удаление промежуточных файлов), *compile* (компиляция), *deploy* (развёртывание приложения на сервере). Конкретный набор целей и их взаимосвязи зависят от специфики проекта. Ant позволяет определять собственные типы заданий путём создания Java-классов, реализующих определённые интерфейсы.

MS Build разработан компанией Microsoft после появления Ant как прямой конкурирующий продукт для платформы MS Windows и по идее, и функционалу очень похож на Ant. В MS Build также имеются команды и формат файла XML. Однако формат исходного XML-файла для MS Build кажется более низкоуровневым, что не удивительно, так как изначально MS Build разработан для нужд интегрированной среды разработки MS Visual Studio и лишь в последствие был представлен для разработки скриптов сборки не средствами означенной среды.

Являясь развитием идеи скриптовых или командных файлов сборки, и MS Build и Ant обладают рядом недостатков:

- низкоуровневость (особенно это касается MS Build) — скрипты сборки для этих систем создать легче чем командный файл, но при этом сложность реализации макрокоманд (например, чтобы сделать свою собственную команду сборки в MS Build необходимо разработать динамическую библиотеку с применением C# или иного языка, поддерживающего работу с .NET) и применение xml приводит к необходимости частого повторения блоков команд в этих файлах;
- процесс настройки сборки разных редакций продукта достаточно трудоемок и основывается на применении переменных сборки.

В настоящее время активно развивается декларативная система, автоматизации сборки Apache MAVEN [4]. Она предназначена для автоматизации сборки проектов, специфицированных на XML-языке POM. В файлах проекта pom.xml содержится его декларативное описание, а не отдельные команды. Все задачи по обработке файлов Maven выполняются через плагины.

В настоящее время Maven развился в специализированную комплексную систему управления сложным процессом создания программного обеспечения и представляет собой обобщенную систему управления разработкой с огромным количеством дополнительных возможностей, применяемых в

большинстве сценариев разработки программного обеспечения. Интеграция с этой системой есть у многих сред разработки для языка Java, например Maven подключается к Eclipse и IntelliJ IDEA.

Неоспоримым преимуществом Maven является автоматическое управление зависимостями, хорошая структурированность проектов и отсутствие скриптов сборки как таковых, а следовательно проблем с ними. К недостаткам этой системы обычно относят сложности в изучении, трудность диагностики проблем при сборке и недостаточная документированность самой системы и ее плагинов. Также следует отметить сложности в поиске нужных плагинов и их настройке.

2. КОМПОНЕНТНАЯ СБОРКА

Для того, чтобы снять означенные недостатки существующих систем предлагается перейти к системе сборки, основанной на компонентном принципе.

Это имеет смысл, так как любой программный проект содержит множество пакетов. Каждый пакет логически может быть разбит на 2 части — исходные материалы и исполнимый образ. Исполнимый образ получается на основе исходных материалов.

Для перехода к компонентной системе сборки необходимо логически разбить исходный код на компоненты $C = \{C_1 \dots C_N\}$, а также физически структурировать размещение исходных и бинарных файлов по каталогам, придерживаясь компонентного принципа. Каждый компонент $C_i = \langle Name, D, A, S, B, M \rangle$ характеризуется следующими параметрами — именем (*Name*), списком зависимостей ($D = \{C_k\}$ — список компонент, от которых зависит данный компонент), исходным кодом (*S*), конфигурационными файлами (*M*), бинарными файлами (*B*) и списком действий для сборки (*A*).

В результате сборки компонента должен получаться его релиз, содержащий правильным образом структурированные бинарные и конфигурационные файлы: $R(C_i) = \langle \text{конфигурационные файлы, исполнимые файлы} \rangle$. Релиз системы (*R*) определяется как объединение релизов всех входящих в нее компонент $R(C_i)$.

Во избежание проблем при формировании из релиза компонент исполнимого образа следует обеспечить отсутствие пересечения на уровне исполнимых файлов (хотя это правило не является жестко обязательным):

$$\forall i \neq j : R(C_i) \cap R(C_j) = \emptyset.$$

Система накладывает следующие ограничения на зависимости компонент: недопустимость лишних зависимостей, отсутствие циклических зависимостей.

Действия, входящие в список действий для сборки являются параметризованными пользовательскими макрокомандами. Например, таким действием может быть «скомпилировать проект Visual C++» (для сравнения отметим, что в MS Build подобная конструкция соответствует целому списку команд). Для задания макрокоманд используется интерпретируемый функциональный язык, что поз-

воляет пользователю максимально просто и один раз задать типовые последовательности сборки и публикации, а затем использовать их в скриптах.

Каждый компонент снабжается описателем (играющим похожую роль, что и pom.xml в Apache Maven). Описатель может редактироваться вручную и имеет структуру, существенно более простую чем скрипты для MS Build или Ant (рис. 1). Он содержит заголовочную и декларативную секции. Заголовок содержит имя компонента, его описание и зависимости.

Декларативная часть содержит перечисление входящих в компонент проектов. В настоящее время система позволяет расширять типы используемых проектов.

На основании декларативной части автоматически создается список действий для сборки.

В приведенном примере `vc` — является типом собираемого проекта, соотносимого с некоторой параметризованной макрокомандой. В зависимости от задачи такая команда может обеспечить, компиляцию, публикацию, запуск модульных тестов или любую комбинацию поддерживаемых средой действий. Следует отдельно отметить, что если необходим анализ состояния переменных — он может быть скрыт в макрокоманде и не вынесен в основной описатель.

```
component: SystemManager ; Конфигуратор
dependencies: Core, Factory
vc: Manager -> bin\system
vc: ManagerActions -> bin\system\core
```

Рис. 1. Пример описания компонента

Кроме упрощения процесса разработки скриптов сборки данный, предлагаемый подход предоставляет возможности по распараллеливанию и организации процесса сборки как отдельных компонент, так и компонент со всеми зависимостями, что позволяет очень просто реализовать выпуск редакций собираемого программного продукта, как комбинации разных компонент. Таким образом, переход к системе сборки на компонентном принципе позволяет снизить сложность разработки скриптов сборки и дает дополнительные возможности, не доступные или трудно реализуемые в других системах автоматизации процесса сборки.

Рассматриваемая система реализована (на рис. 2 показан экран системы в режиме сборки) и апробиро-

вана в учебно-научном процессе кафедры прикладной математики НИУ МЭИ, ФГУП ГосНИИ «Операционных систем» и в ООО ААМ Автоматик [6].



Рис. 2. Пример работы системы автоматизации сборки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая в работе компонентная система автоматизации сборки, созданная на основе обобщения и переосмысления опыта применения современных систем автоматизации сборки позволяет получить значительные преимущества в процессе разработки программного обеспечения, такие как: покомпонентная проверка и тестирование; выпуск различных редакций программной системы на основе разделяемого исходного кода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федотова Д., Семенов Ю., Чижик К. Case-технологии: практикум. И.: «Горячая линия-Телеком», 2005 г. — 180 с.
2. Чистяков В. MS Build — RSDN Magazine, 2004, №6. С. 1-1.
3. Руководство по Apache Ant — Apache Ant Manual - <http://ant.apache.org/manual/index.html>
4. Справочные сведения по системе автоматизации сборки MS Build — <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/0k6kksbsd.aspx>
5. Murali Kashaboina, Geeth Narayanan An Introduction to Maven // «Eclipse Developer's Journal», 2007. <http://eclipse.sys-con.com/node/393300>
6. Куриленко И.Е. О системе автоматической сборки и компоновки программных проектов // Сб. док. IX международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» в 2 т. — Т.1. Воронеж: ВГУ, 2009. С. 434— 437.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ТИПОВЫХ СИТУАЦИЙ

АННОТАЦИЯ

Обосновывается перспективность развития интеллектуальных систем (ИС), использующих методы рассуждений на основе темпоральных прецедентов. Такие методы, в отличие от классических, позволяют повысить эффективность принятия решений. Предлагается архитектура ИС анализа типовых и аномальных ситуаций на основе темпоральных прецедентов. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-01-00140).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время активно ведутся исследования и разработки моделей, методов и инструментальных средств создания современных высокоэффективных интеллектуальных (экспертных) систем поддержки принятия решений (ИСППР), предназначенных для помощи лицу (группе лиц), принимающих решения (ЛПР) при мониторинге и управлении сложными техническими или организационными объектами в условиях наличия различного рода неопределенности (неполноты, неточности, противоречивости и т.п.) как в исходной информации, поступающей от внешнего объекта и среды, так и в экспертных знаниях. Для поиска решения используются методы и модели на основе аппарата нетрадиционных логик (временных, абдуктивных, индуктивных, нечетких, аргументации), на основе аналогий, приближенных множеств и др. в сочетании с методами параллельной обработки информации. Подобные методы активно применяются при конструировании перспективных интеллектуальных (экспертных) систем типа ИСППР и, в частности, ИСППР реального времени (ИСППР РВ). В связи с этим многие проблемы, в частности, проблема моделирования правдоподобных, человеческих рассуждений (рассуждений «здравого смысла»), проблема учета информации о времени и временных зависимостей в данных и знаниях, проблема предсказания развития течения того или иного процесса по имеющимся данным, на сегодняшний день являются одними из наиболее актуальных проблем в области искусственного интеллекта (ИИ) [1].

Один из подходов базируется на том факте, что эксперту или ЛПР свойственно на первом этапе при решении новой, неизвестной задачи пытаться использовать решения, которые принимались ранее в подобных случаях и при необходимости адаптировать их в соответствии с текущей проблемной ситуацией. Данный подход с использованием накопленного опыта лег в основу методов и моделей рассуждений на основе аналогий и прецедентов (СВР — Case-Based Reasoning). Прецеденты могут применяться в различных блоках ИСППР РВ (например, для организации поиска решения в проблемных ситуациях или обучения и тренировки оперативно-

диспетчерского персонала), что позволяет повысить эффективность принятия решений эксперта или ЛПР в различных проблемных (аномальных) ситуациях [2].

В СВР-системах обычно предусматривается база решающих правил, база известных прецедентов (БП) и алгоритмы обобщения, которые используются для построения решающих правил, на основе которых распознаются новые проблемные ситуации. БП является важной составляющей БЗ ИС, но может использоваться как отдельный компонент. Извлечение прецедентов напрямую связано со способом представления прецедентов и соответственно со способом организации БП [3].

Данные методы хорошо проработаны и внедрены на практике, однако во многих случаях при выводе используются «мгновенные» снимки ключевых параметров контролируемого объекта или системы, а история их изменения не учитывается. К сожалению, традиционный анализ предметных областей, в которых текущее состояние системы зависит от прошлых состояний, уже не удовлетворяет всем требованиям современности. Это вызвано тем, что природа физических процессов такова, что к одному и тому же значению ключевых параметров контролируемый процесс может перейти разными путями, которые и будут во многом определять дальнейшую динамику их изменения. В связи с этим остро встает вопрос о разработке новых методов рассуждений с учетом фактора времени [4].

Решение типовых ситуаций всё чаще передаётся автоматическим устройствам. При этом в работе технических систем иногда возникают нетиповые (аномальные, нестандартные) ситуации. Поэтому необходимо формировать знания для принятия правильных решений путём анализа ситуаций, имевших место в течение некоторого промежутка времени, оценки различных вариантов решения и выработки стратегий действий. В этом случае нетиповая ситуация переходит в разряд типовых и её решение сводится к выбору лучшего из возможных или в комбинации близких решений [5].

В рамках данного исследования предлагается осуществить расширение методов рассуждений на основе прецедентов, позволяющее учитывать поведение контролируемого процесса (объекта) во времени. При учете фактора времени появляется возможность рассмотреть проблемную ситуацию в динамике, то есть текущая ситуация сравнивается не с какими-либо фиксированными значениями параметров из прецедентов, а отслеживается процесс изменения значений, что позволяет строить предположения не по одному параметру сходства, а более глубоко анализировать проблемную ситуацию. При этом возможно построение как средств распознавания

сложившейся ситуации (и ее объяснения), так и средств предсказания её дальнейшего развития. В рамках данной работы предполагается разработать ИС, которая сможет отслеживать корректность работы ИС управления крупными парковочными комплексами.

1. АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ТИПОВЫХ СИТУАЦИЙ

Предполагается разработать ИС анализа типовых ситуаций, базирующуюся на методах рассуждений на основе темпоральных прецедентов. Такая ИС анализа типовых ситуаций должна помогать обеспечивать контроль за работой другой ИС, например, ИС управления парковками (ИС УП), за счёт анализа событий, наблюдаемых системой. В задачи этой ИС анализа типовых ситуаций входит: выделение сбоев в работе ИС УП и подготовка экспертной оценки наблюдаемых сбоев по базе типовых проблемных ситуаций, определение аномальных ситуаций, которые возникли в процессе эксплуатации ИС УП, но не были учтены при разработке управляющих правил, пересечение попыток противодействия обслуживающего персонала и посетителей. В дальнейшем особенности и характеристики ИС анализа типовых ситуаций будут рассматриваться также на примере ИС, контролирующей работу ИС УП.

При разработке ИС анализа типовых ситуаций необходимо учитывать некоторые требования к её функциональности. Предполагается, что ИС должна работать в трёх режимах:

- режим обучения — обучение ИС на основе данных из файлов и знаний экспертов;
- «on-line» — режим — события поступают напрямую на вход ИС;
- «off-line» — режим — события читаются из протоколов (логов) работы ИС.

Архитектура ИС анализа типовых (и нетиповых) ситуаций для ИС УП приведена на рис. 1. Система состоит из блока обучения, блока вывода, базы прецедентов, и трёх интерфейсов: интерфейса взаимодействия с объектом, интерфейса взаимодействия с экспертом и интерфейса взаимодействия с пользователем. ИС содержит базу типовых ситуаций (как штатных, так и известных нештатных). Решатель на основе прецедентов соотносит временные диаграммы в последовательностях операций за определенный период с моделями, хранящимися в этих базах. В случае, если выявляется типовая нештатная ситуация, ее данные заносятся в базу нештатных ситуаций. Если же выделяется ситуация, которая не описана ни в базе штатных типовых ситуаций, ни в базе нештатных типовых ситуаций, то эта ситуация заносится в отдельную базу, содержимое которой анализируется разработчиками ИС УП (экспертами).

Центральной звеном интерфейса взаимодействия системы с объектом является анализатор (рис. 2).

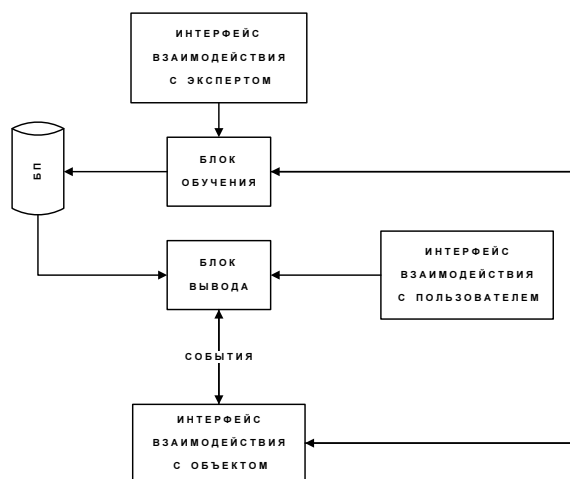


Рис. 1. Архитектура ИС анализа типовых ситуаций

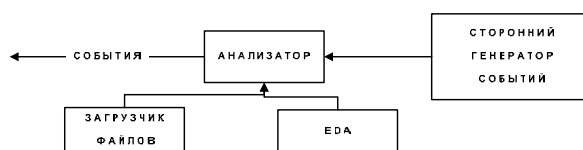


Рис. 2. Структура интерфейса взаимодействия с объектом

Цель анализатора — фильтрация событий. Фильтр устанавливается по типу события. К анализатору может подключаться любой внешний генератор событий. По умолчанию реализовано два таких генератора — загрузчик файлов для «off-line» — режима и событийная шина (EDA), способная получать события в «on-line» — режиме. Блок вывода и блок обучения работают только с событиями. Блок вывода принимает от интерфейса взаимодействия с объектом событие, полученное и отфильтрованное анализатором. Событие имеет следующую структуру: тип (код), тревожность, описание, время и дополнительные данные.

При построении ИС анализа типовых ситуаций, контролирующей ИС УП, ситуаций учитывается, что операции формируют достаточно стандартные последовательности событий (рис. 3).

Параметр		Время	
Датчик наличия автомобиля перед шлагбаумом	есть		
	нет		
Датчик наличия автомобиля после шлагбаума	есть		
	нет		
Датчик верхнего положения стрелы шлагбаума (шлагбаум открыт)	1		
	0		
Датчик нижнего положения стрелы шлагбаума (шлагбаум закрыт)	1		
	0		
Датчик на выходе контроллера, управляющего шлагбаумом	открыт		
	закрыт		
Датчик на выходе контроллера, управляющего светофором	открыт		
	закрыт		
Кнопка запроса на въезд	открыт		
	закрыт		
Датчик изъятия разового документа на въезд (билета)	1		
	0		

Рис. 3. Пример типового хода событий при операциях проезда

Таким образом, процесс работы всех частей крупного парковочного комплекса может быть представлен в виде последовательности однотипных операций, каждая из которых также есть совокупность наблюдаемых стандартных событий. Аномальные ситуации могут быть выделены за счет анализа этой последовательности путем проверки подобия наблюдаемых в процессе конкретной опе-

рации событий и эталонных моделей штатного или нештатного развития ситуации (прецедентов) (рис. 4).

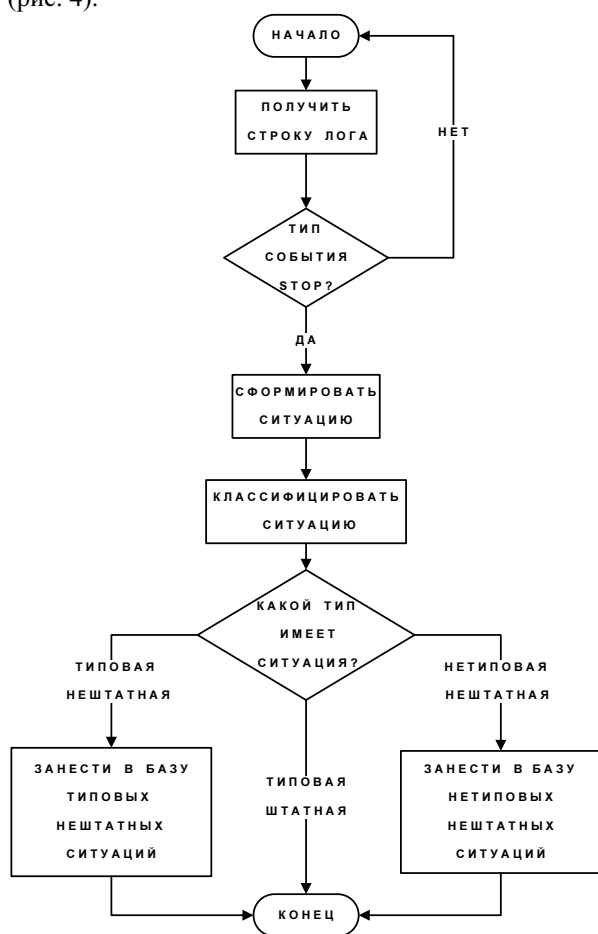


Рис. 4. Диаграмма деятельности

При этом следует анализировать ситуацию «в динамике», принимая решения с учетом истории развития процесса [6].

Блок вывода (рис. 5) предназначен для генерации решения в зависимости от конкретной ситуации.

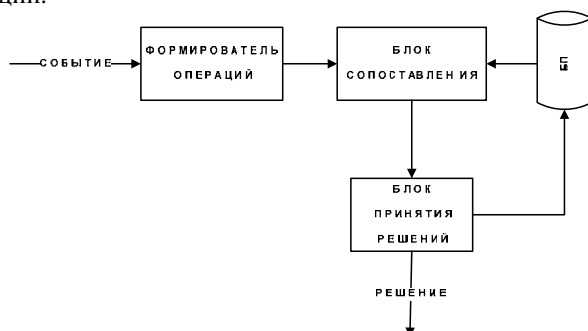


Рис. 5. Структура блока вывода

Из непрерывного потока событий в формирователе операций выделяется дискретная операция. Операция, или ситуация, имеет тип, длительность и множество событий из начального потока событий, которые её составляют. Выделенная операция поступает в блок сопоставления, где с помощью базы прецедентов (БП) определяется, является ли данная

операция типовой или же соответствует нештатной ситуации. Далее блок принятия решений (БПР) по операциям выбирает список подходящих прецедентов. Решение принимается исходя из ситуации. Полученное БПР решение может использоваться для обучения ИС или для управления ИС.

Прецеденты, хранящиеся в БП, представляют собой операции (ситуации). Каждый прецедент имеет имя, код (номер), описание (диагноз), вероятность (уверенность в диагнозе), последовательность действий (что необходимо предпринять при выявлении этого прецедента), а также структуру событий. На рис. 6 представлены кооперации между прецедентом, экспертом и базой прецедентов.

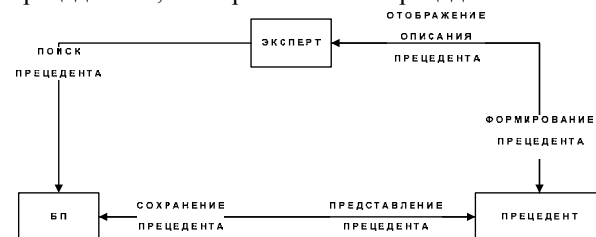


Рис. 6. Диаграмма коопераций

В блоке сопоставления для выявления типовых и нештатных ситуаций применяются алгоритмы сопоставления. Алгоритм сопоставления ситуаций опирается на их представление. В зависимости от представления прецедентов строится та или иная модель прецедента. Наиболее употребляемые модели прецедентов, основанные на алгоритмах сопоставления текущей ситуации с ситуацией из базы прецедентов:

- модель времени, например, основанная на метрической временной логике (МВЛ);
- качественная модель, например, основанная на точечной временной логике (ТВЛ);
- метод ближайшего соседа, или параметрическая модель;
- модель на основе нечёткой логики;
- модель на основе развёртывания событий;
- модель, основанная на методе поиска на деревьях решений;
- модель, базирующаяся на методе извлечения на основе знаний;
- модель, основанная на методе извлечения с учётом применимости прецедентов;
- нейросетевая модель.

Самым распространенным методом сравнения и извлечения прецедентов является метод ближайшего соседа. Расширим метод, дополнив его информацией. Здесь модель прецедента основана на МВЛ. Основными преимуществами данного метода являются простота реализации и универсальность в смысле независимости от специфики конкретной проблемной области. В основе метода ближайшего соседа лежит определенный способ измерения степени сходства прецедента и текущей проблемной ситуации. Говоря формально, необходимо ввести метрику на пространстве параметров для описания прецедентов и текущей ситуации, а затем, определить на основе выбранной метрики расстояние

между точками, соответствующими прецедентам, и точкой, соответствующей текущей ситуации, в итоге следует выбрать ближайшую точку (прецедент) к текущей ситуации [7].

В блоке сопоставления ИС анализа типовых ситуаций, использующего методы рассуждений на основе темпоральных прецедентов, логичнее использовать не сам метод ближайшего соседа, а его расширенное на основе прецедентов, позволяющее учитывать поведение контролируемого процесса (или объекта) во времени (см. рис. 3). При учете фактора времени появляется возможность рассмотреть проблемную ситуацию в динамике, то есть текущая ситуация сравнивается не с какими-либо фиксированными значениями прецедентов, а отслеживается процесс изменения значений, что позволяет строить предположения не по одному параметру сходства, а более глубоко проанализировать проблемную ситуацию. Наиболее простым способом адаптации существующих алгоритмов вывода на основе прецедентов к учету фактора времени является подмена «мгновенного» снимка ключевых параметров — историей их изменения. Эта история может быть представлена в виде матрицы значений, составленной на определенный период наблюдения с определенным интервалом (тактом). Таким образом, получается, что в прецедент включается не только значение параметров в текущий момент времени, но и их значения на некоторый период времени до этого. При этом эксперту посредством интерфейса может представляться более удобная для интерпретации и заполнения матричная или графическая форма, а ее трансформацию в массив для применения того или иного метода CBR-система может выполнять автоматически [6, 7].

Для сравнения различных представлений прецедентов обычно используются следующие характеристики: объём памяти на один прецедент; скорость сравнения (сопоставления) прецедентов; степень распознанности ситуации (процент правильно распознанных ситуаций). Кроме того, могут быть и другие критерии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая в работе архитектура ИС анализа типовых ситуаций, базирующейся на методах рассуждений на основе прецедентов с учётом фактора времени, позволит сократить поисковое пространство и уменьшить время реакции ИС, а также по-

может пользователю (ЛПП), своевременно выбрать необходимую стратегию поведения для устранения проблемной ситуации в условиях жёстких временных ограничений и при наличии различного рода неопределённостей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вагин В.Н., Еремеев А.П. Конструирование интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени // Интеллектуальное управление: новые интеллектуальные технологии в задачах управления (ICIT'99): Труды международной конференции, Переславль-Залесский, 6—9 декабря 1999. — М.: Наука. Физматлит, 1999.
2. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Методы правдоподобных рассуждений на основе аналогий и прецедентов для интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Новости искусственного интеллекта. 2006. №3. С. 39—62.
3. Куриленко И.Е. Использование временной логики для расширения возможностей методов рассуждений на основе прецедентов. // Сб. док. VI Междунар. научно-практ. конф. «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте». В 2 т. Т.1. М.: Физматлит, 2011. С. 197—208.
4. Alexander Eremeev, Ivan Kurilenko, Pavel Varshavskiy. Application of Temporal Reasoning and Case-based Reasoning in Intelligent Decision Support Systems // International Book Series "Information science & computing", Supplement to International Journal "Information technologies & knowledge". 2009. Vol. 3. № 10. — Pp. 9—16.
5. Куриленко И.Е. Применение временной логики при построении интеллектуальной системы управления крупными парковочными комплексами // Сб. док. научно-практ. конф. ИММВИ 2009 в 2 т. Т.2. М.: Физматлит, 2009. С. 171—180.
6. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Компонента временных рассуждений для интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени // Искусственный интеллект и принятие решений. 2009. № 1. С. 32—45.
7. Куриленко И.Е., Спорыхин Г.Ю. Исследование и реализация методов анализа типовых ситуаций с применением нейросетевого подхода // Труды XIX Международной научно-технической конференции Информационные средства и технологии. Т.2. М.: Издательский дом МЭИ, 2011. С. 280—289.
8. Куриленко И.Е., Смирнова А.Е. Построение темпорального расширения метода ближайшего соседа // Труды XIX международной научно-технической конференции Информационные средства и технологии. Т.2. М.: Издательский дом МЭИ, 2011. С. 272—280.

ПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ УЧЕБНЫХ ТЕСТОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

АННОТАЦИЯ

В докладе предлагается подход к задаче генерации учебных тестов, основанный на технологии извлечения знаний из естественно-языковых текстов. Рассматривается проблема семантического анализа обрабатываемых текстов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на рынке существует большое количество программных продуктов, предназначенных для компьютерной реализации учебного тестирования: *UniTest System*, «СИИТеЗ», «Прометей», *Moodle* и др. [1]. Практически все эти продукты обеспечивают широкие возможности для проведения тестирования и оценки результатов. Однако наиболее важная и сложная для выполнения задача — композиция тестовых заданий — до сих пор остается слабо автоматизированной. Тестовые вопросы и варианты ответов создаются вручную, и этот процесс отличается большой трудоемкостью.

В данном докладе развивается авторский подход к автоматизации рассматриваемой задачи, основанный на извлечении знаний из естественно-языковых текстов. В качестве таких текстов могут использоваться пособия и учебники по различным учебным дисциплинам. Исходные принципы подхода были заложены в нескольких ранее опубликованных работах [2, 3]. Основная идея подхода заключается в том, что из составляющих текст утвердительных предложений можно автоматически генерировать вопросы, которые затем будут отбираться, корректироваться и редактироваться преподавателем.

С целью практической апробации подхода в настоящее время разрабатывается программный продукт, позволяющий формировать тестовые задания для последующей их передачи в *LMS*-систему *Moodle* (<http://moodle.org/>), которая используется в качестве основного средства дистанционного обучения в Вологодском государственном техническом университете.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

Основными средствами, реализующими данный подход, являются лингвистические процессоры, которые друг за другом обрабатывают входной текст. Вход одного процессора является выходом другого. Процессоры выполняют анализ текста на разных уровнях языка: графематический анализ (выделение предложений, слов, чисел, формул и т. д.); морфологический анализ (построение морфологической интерпретации слов входного текста); синтаксический анализ (построение дерева зависи-

мости предложения); семантический анализ (построение семантического графа текста).

Необходимой предварительной процедурой для дальнейшего анализа текста в любой системе анализа естественных языков является выделение предложений из сплошного текста. В первом приближении предложение есть последовательность символов, заканчивающаяся на символы «.», «!» или «?», однако на практике следует учитывать возможность использования точки в качестве символа сокращения и другие нюансы [4]. В разработанном графематическом алгоритме используются предопределенные наборы общепринятых («г.», «гг.», «и т. д.») и распространенных («т. к.», «т. е.», «т. н.») сокращений, а также учитывается возможность сокращения инициалов в именах собственных («А. С. Пушкин» и т. п.). В результате работы алгоритма получается массив предложений (фраз), которые в дальнейшем могут обрабатываться алгоритмами морфологического и синтаксического анализа.

Для получения тестовых заданий различных видов в настоящем подходе применяются различные виды алгоритмов синтеза вопросов. Эти алгоритмы отличаются глубиной анализа естественного языка, и их можно разделить на две группы.

Алгоритмы первой группы осуществляют замену искомого слова в предложении на комбинацию символов «?» (по каждому предложению исходного текста может быть построено не более одного вопроса). К данной группе относятся следующие алгоритмы:

- поиск сокращений (аббревиатур);
- поиск численных значений;
- генерация на основе определений;
- генерация из конструкций «если ..., то ...».

Алгоритмы этой группы основываются на тривиальном просмотре фразы и поиске необходимых символов (или же конкретных слов). Эти алгоритмы наиболее просто реализуются на практике и отличаются относительно высоким быстродействием, однако часто возвращают неприемлемые результаты.

Алгоритмы второй группы выполняют построение вопроса по результатам синтаксического анализа текста. Сюда относятся следующие алгоритмы:

- вопросы к подлежащему (*что?*, *кто?*);
- вопросы к прилагательным (*какой?* и т. п.);
- вопросы к обстоятельству места (*где?*);
- вопросы к обстоятельству времени (*когда?*).

Эти алгоритмы требуют наличия развитого морфологического словаря. В используемом для исследований программном продукте они реализованы с помощью библиотек *RML* (<http://www.aot.ru/>).

Для примера опишем алгоритм формирования вопроса к прилагательному. Блок-схема этого алгоритма представлена на рис. 1. В начале работы инициализируются переменные A, B, C : A — обрабатываемое предложение из массива текста; B — ответ на вопрос (присваивается пустая строка); C — готовое предложение для тестирования (по умолчанию равно A). Затем с помощью метода $FindSituation()$ библиотек RML производится синтаксический анализ предложения A . Далее инициализируются вспомогательные переменные для работы алгоритма: $flag = истина$ (сигнализатор найденной фразы для генерации вопроса), $j = 0$ (переменная цикла, номер текущего узла предложения). В переменную K записывается число узлов в анализируемом предложении. Затем начинается цикл с предусловием: пока j меньше либо равно $(K-1)$ и $flag = истина$. В цикле последовательно разбирается каждый синтаксический узел предложения. Если в узле находится тип отношения «свойство», то с помощью метода $GetGramInfo()$ находят грамматические характеристики зависимого слова, и, если это слово представляет собой прилагательное, то оно записывается в переменную B . Наконец, формируется вопрос с учетом формы прилагательного (его характеристик, получаемых от указанного выше метода). Для закрытия цикла переменной $flag$ присваивается значение *ложь*.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ

Следует отметить, что если текст обрабатывается только до уровня синтаксиса без учета семантики, не все генерируемые вопросы могут являться релевантными в данной предметной области, вследствие чего на пользователя может лечь довольно трудоемкая задача отбора вопросов. Тем не менее, испытания подхода на конкретных учебных дисциплинах показали, что даже при такой реализации подход дает относительно неплохие результаты. Например, в случае учебного пособия по дисциплине «Интеллектуальные информационные системы» (авт. Швецов А. Н.) с помощью алгоритмов второй группы удалось получить 40 % заданий, пригодных для использования в тесте без изменения, и 22,8 % заданий, из которых можно получить пригодные задания путем редактирования (т. е. больше половины полученных заданий оказались подходящими для составления тестов при той или иной степени участия преподавателя). Алгоритмы первой группы демонстрировали высокую полезность при анализе пособий, содержащих большое количество чисел, но в иных случаях часто оказывались малоэффективными (около 15 % пригодных заданий).

Для оценки временной эффективности алгоритмов они были испытаны на компьютерах различной аппаратной конфигурации (от нетбука до мощной рабочей станции на базе процессора *Intel Core i3*). Между алгоритмами первой и второй группы наблюдалась существенная разница: вследствие более высокой сложности алгоритмов второй группы для их работы часто требуется больше времени

даже в случае меньшего размера пособия. Но в целом

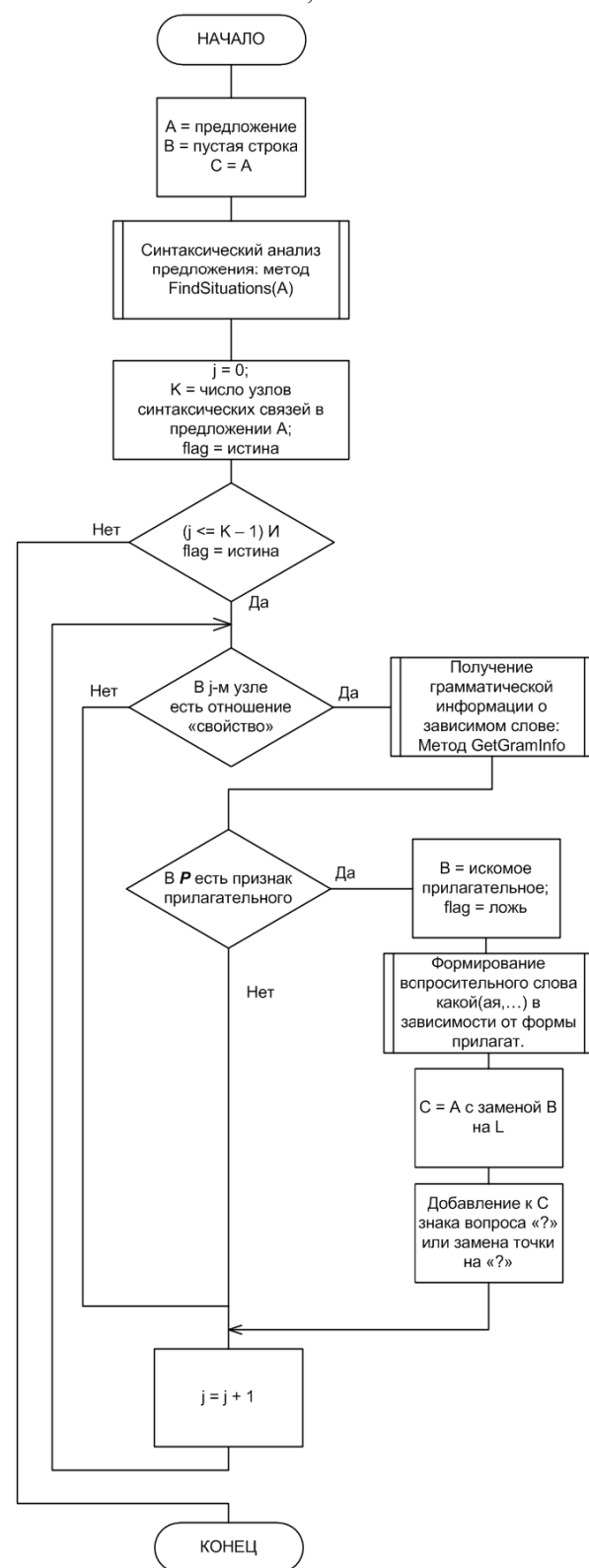


Рис. 1. Блок-схема алгоритма генерации вопросов к прилагательным

всех конфигурациях генерация заданий заняла относительно мало времени: не более 2 мин. на загрузку пособия и не более 40 с на генерацию заданий тем или иным алгоритмом.

В целом, по результатам испытаний был сделан вывод, что эффективность генерации заданий будет изменяться от пособия к пособию и для достижения лучших результатов необходимо усовершенствовать подход таким образом, чтобы учитывалась семантика выделяемых из текста предложений [5].

3. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ПРОГРАММЫ: СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Для перехода на уровень семантики в настоящем подходе предлагается формировать базу знаний на основе семантических сетей, которая позволяла бы определять принадлежность текстов к той или иной предметной области и соответственно выбирать тексты для генерации тестов по той или иной учебной дисциплине. По мнению авторов, большой потенциал при реализации в современных интеллектуальных системах имеет логический подход к семантическому анализу естественных языков, который интенсивно исследуется в работах лингвистов и логиков.

При создании моделей и методов семантического анализа могут использоваться различные логические формализмы: семантика смысла и денотата Г. Фреге; теория объектов и пропозиций Б. Рассела; теория истины А. Тарского; семантика возможных миров С. Крипке; теория типов Б. Рассела и К. Айдукевича. Новое направление в этой области, получившее название формальной семантики, сформировали работы Р. Монтегю. Основная идея данного направления выражена в названии одного из его основополагающих трудов: *English as a formal language* [6]. Любой естественный язык предлагается понимать как формальный логический язык, который является более сложным по отношению к существующим формальным языкам. При описании естественного языка предлагается использовать такие же понятия и конструкции, как для других логических языков.

Логика Р. Монтегю является основой метода семантической обработки информации, который предлагается использовать в настоящем подходе [7].

Процесс обработки текстовой информации по данному методу представляется следующим образом. Входные данные для системы — это текст на естественном языке. На основе лингвистической обработки текста строится набор категорий интенциональной логики для дальнейшего применения правил трансформации (ПТ) синтаксических конструкций в элементы единой формулы, отражающей смысл высказывания. Формальное представление не зависит от конкретного естественного языка и представляет собой набор типов и операций над формулами. Результатом обработки является формализованное представление смысла текста в виде набора формул, отражающих смысл предложений и множества постулатов значений, представляющих фоновые знания о мире. Метод заключается в применении алгоритмов формализации смысла естественных языковых текстов, заполнении базы знаний и интерпретации на ней запросов, формируемых при генерации тестовых заданий.

В методе выделяются следующие этапы:

- 1) формализация естественно-языковой фразы;
- 2) интерпретация формулы формальной семантики;
- 3) заполнение базы знаний.

При формализации естественно-языковой фразы сначала проводится лингвистическая обработка фразы языковым процессором с целью построения синтаксического дерева. Далее осуществляется рекуррентный обход узлов дерева с целью применения функции генерации формулы на основе ПТ. Каждому узлу дерева сопоставляется некоторая категория интенциональной логики. Для определения категории узла используется табличная функция отображения категорий синтаксического анализатора в категории интенциональной логики.

Под интерпретацией формулы в формальной семантике понимается установление ее истинностного значения на основе представленной теоретико-множественной картины мира. Для корректного применения функции интерпретации в технической системе представляется необходимым разделение данных о состоянии мира и процедур интерпретации фрагментов языка логики.

Для реализации механизма заполнения базы знаний предлагается расширить толкование термина «интерпретация», используемого в формальной семантике. Под интерпретацией здесь понимается не просто вычисление истинностного значения формулы, но и отображение знакового представления выражения на определенную картину мира. При этом может проводиться как интерпретация с целью вычисления выражения, так и интерпретация для изменения модели предметной области, на которой производится отображение. Для заполнения базы знаний на основе данных текста строится формальное представление естественно-языкового текста в виде множества набора формул интенциональной логики. Затем определяется целевая семантическая сеть и осуществляется ее клонирование, результатом которого является семантическая сеть, имеющая пометы на всех узлах, показывающие ее принадлежность к определенному тексту. Далее происходит интерпретация каждой формулы с целью нанесения признаков объектов, представленных в формуле, на семантическую сеть.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная программа может быть полезна любому преподавателю, использующему для оценки знаний учащихся метод тестирования. Особенно хорошо программа подходит для случая инженерно-технических дисциплин, в которых применяются учебные пособия, отличающиеся высокой степенью структурированности материала.

Оригинальный подход к задаче генерации компьютерных тестов, применяемый в данной программе, позволит существенно облегчить работу преподавателя при составлении учебных и контрольных тестов, а также сэкономить время на подготовку учебных пособий при формировании тестовых заданий.

В число основных преимуществ программного продукта входит ориентированность на совместное применение с *LMS*-системой *Moodle*. Эта особенность дает возможность использовать разрабатываемые материалы для тестирования в удаленном режиме вне зависимости от операционной системы, под управлением которой работает компьютер обучаемого (единственное условие — наличие подключения к Интернету или локальной сети).

Описанный вариант развития применяемого подхода позволяет перевести программу на уровень семантики. Усовершенствованный подход позволит автоматически извлекать новые знания из естественно-языковых текстов и формировать многоуровневые базы знаний по взаимосвязанным предметным областям. Это обеспечит эффективное накопление знаний, используемых для составления учебных тестов, а также откроет дополнительные возможности управления знаниями. В частности, в Вологодском государственном техническом университете разрабатывается проект интеллектуально-агентно-ориентированного учебного комплекса, важной частью которого является база знаний, используемая не только для хранения и накопления учебных материалов, но и для обеспечения работы агентов, формирующих индивидуальные траектории обучения.

Важно отметить, что рассмотренная программа может применяться не только в учебных заведениях, но и на предприятиях, осуществляющих корпоративное обучение сотрудников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Башмаков А. И., Башмаков И. А.** Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. — М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. — 616 с.
2. **Воронец И. В., Швецов А. Н., Алешин В. С.** Универсальная автоматизированная система тестирования знаний и самообучения, основанная на анализе естественно-языковых текстов учебных пособий. — Пилотируемые полеты в космос. Сб. докл. Пятой Международ. научн.-практ. конф. 9—10 апреля 2003 г. — Звездный городок Моск. обл.: РГНИИЦПК, 2003. — С. 65—67.
3. **Швецов А. Н., Алешин В. С.** Построение приближенной концептуальной модели предметной области на основе анализа смысла естественно-языковых текстов. — Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям SCM'2003. Сб. докладов. Т. 2. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. — С. 120—123.
4. **Riley, Michael D.** Some applications of tree-based modeling to speech and language indexing. — Proceedings of the DARPA Speech and Natural Language Workshop. — Stroudsburg, PA, USA, 1989. — P. 339—352.
5. **Методология** создания агентно-ориентированных учебных комплексов для подготовки специалистов технического профиля: отчет о НИР (промежуточ.) / Вологодский государственный технический университет; рук. Швецов А.Н.; исполн.: Горбунов В. А. [и др.]. — М., 2011. — 175 с. — Библиогр.: с. 170—175. — № ГР 01201056386.
6. **Montague, R.** English as a formal language / R. Montague, edited by R. H. Thomason. — Formal Philosophy. — Yale University Press, 1974.
7. **Летовальцев В. И., Швецов А. Н.** Программная формализация естественного языка средствами формальной семантики // Программные продукты и системы. — 2010. №3. С. 85—90.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассмотрены проблемы построения распределенных информационных систем и предложены пути их реализации. Во вводной части описаны проблемы, возникающие при их создании, рассмотрены требования к распределенным информационным системам. Далее предлагаются пути их решения и рассматривается пример построения системы для поиска учебной литературы.

ВВЕДЕНИЕ

Поиск литературы и предварительное ознакомление с ней имеют важное значение в инженерной деятельности и при подготовке будущих технических специалистов. Поэтому автоматизация этого процесса имеет большое значение. В данном докладе основное внимание будет уделено вопросам программной реализации распределенных информационных систем и их применению для поиска литературы.

1. ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Длительное время самым распространенным подходом обеспечения доступа многих пользователей к единому информационному ресурсу была архитектура «клиент-сервер» (двухуровневый и трехуровневый варианты). Данный подход широко используется и сегодня, но при большом объеме хранимой информации и количества пользователей данный подход не обеспечивает необходимой надежности и эффективности.

В последние годы многие разработчики и архитекторы программного обеспечения (ПО) все чаще при проектировании распределенных систем обращают внимание на *сервис-ориентированную архитектуру (SOA)* [1]. SOA — это прикладная архитектура, в которой все функции определены как независимые сервисы с вызываемыми интерфейсами. Обращение к этим сервисам в определенной последовательности позволяет реализовать тот или иной бизнес-процесс.

SOA — это всего лишь иной стиль построения современных корпоративных систем. Он ориентирован на сервисы, характеризуется распределенной архитектурой и слабосвязанными интерфейсами. Сервис в данном случае — это не что иное, как единица работ, выполняемая сервис-провайдером для обеспечения желаемого результата потребителю сервиса. Именно сервис, а не объект, как в объектно-ориентированном программировании (ООП), является повторно используемым, и при этом он не зависит от технологий, языковых сред и других ресурсов. Интегрирующую роль между сервис-

провайдером и потребителем берут на себя программные агенты.

Ряд архитектурных особенностей SOA позволяет уменьшить степень связанности различных элементов системы. Для взаимодействия компонентов используется сравнительно небольшой набор простых интерфейсов, которые обладают только самой общей семантикой и доступны всем провайдерам и потребителям. Через эти интерфейсы передаются сообщения, ограниченные некоторым словарем. А поскольку даны только общая структура корпоративной системы и словарь, то вся семантика и бизнес-логика, специфичная для приложений, описывается непосредственно в этих сообщениях.

Сами web-сервисы не предполагают какого-либо архитектурного решения, в то время как именно архитектурой определяется стиль процессов взаимодействия. SOA не предписывает жесткой вертикальной («сверху вниз») методологии проектирования, внедрения или управления ИТ-инфраструктурой. Вместо этого, SOA ограничивается лишь рядом принципов, характеризующих каждый из этих процессов.

2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ SOA

При создании информационных систем сервис-ориентированной архитектуры следует соблюдать следующие принципы [2]:

- распределенное проектирование. Решения относительно внутренних особенностей информационных систем принимаются различными группами людей, имеющими собственные организационные, политические и экономические мотивы;
- постоянство изменений. Отдельные участки архитектуры могут претерпевать изменения в любой момент времени;
- последовательное совершенствование. Локальное улучшение компонентов архитектуры должно приводить к совершенствованию всей архитектуры в целом — к росту суммарной полезности компонентов того же уровня, что и изменяемый, равно как и компонентов более низкого и более высокого уровня;
- рекурсивность. Однотипные решения имеют мест.

В самом общем виде SOA предполагает наличие трех основных участников: поставщика сервиса, потребителя сервиса и реестра сервисов. Взаимодействие участников выглядит достаточно просто: поставщик сервиса регистрирует свои сервисы в ре-

естре, а потребитель обращается к реестру с запросом.

В SOA сервисы рассматриваются как автономные объекты, управление которыми не централизовано. Это позволяет взаимодействующим посредством сервисов информационным системам развиваться в соответствии с потребностями бизнеса, которые потребителям сервисов, как правило, не только не известны, но и не интересны. Однако это было бы невозможно, если бы интерфейс сервиса не был прочно закреплён обоюдным соглашением провайдера и потребителя сервиса.

Одной из отличительных черт SOA является наличие контрактов, описывающих интерфейсы сервисов. Такой контракт представляет собой документ, специфицирующий ожидания сервиса по отношению к его потребителям и наоборот. Контракты web-сервисов описываются WSDL-документом, в нотации XML определяющим, как потребители должны обращаться к сервису. Использование XML на этом этапе имеет принципиальное значение, позволяя и провайдеру, и потребителю сервиса не зависеть от определенной платформы.

3. WEB-СЕРВИСЫ

Web-сервис это программный интерфейс, который описывает набор операций, которые могут быть вызваны удаленно по сети посредством стандартизированных XML сообщений. Для описания вызываемой операции или данных используются протоколы, базирующиеся на языке XML. Группа web-сервисов, взаимодействующая друг с другом подобным образом, определяет приложение web-сервисов в рамках SOA.

На самом высоком концептуальном уровне можно рассматривать web-сервисы как единицы приложения, каждая из которых занимается выполнением определенной функциональной задачи. Если подняться на уровень выше, то эти задачи можно объединить в бизнес-ориентированные задачи для выполнения определенных бизнес-операций, позволяя технически неподготовленным людям рассматривать приложения как обработчики бизнес-задач в рамках потока работ приложений web-сервисов.

Таким образом, после того как технические специалисты разработали web-сервисы, архитекторы бизнес-процессов могут объединить их для решения конкретных бизнес-задач. Если взять за аналогию двигатель автомобиля, то при сборке кузова, двигателя, трансмиссии и других составляющих, архитектор бизнес-процессов может брать двигатель целиком, не вдаваясь в подробности тех составляющих, из которых собран каждый двигатель. Кроме того, динамическая платформа означает, что двигатель может работать с трансмиссией или другими компонентами автомобиля от других производителей.

Web-сервисы базируются на четырех ключевых технологиях: eXtensible Markup Language (XML), Simple Object Access Protocol (SOAP), Web Services Description Language (WSDL) и Universal Description, Discovery and Integration (UDDI). Эти техноло-

гии используются для обеспечения функционирования web-сервисов.

Язык XML играет важную роль в web-сервисах — он является основой для таких технологий, как SOAP и WSDL, а также определяет формат данных, используемый для обмена информацией между потребителем сервиса и самим сервисом. XML не является языком как таковым — это синтаксис для описания структур данных, мета-язык, позволяющий осуществлять кросс-платформенный обмен данными с помощью стандартных методов для кодирования и форматирования информации.

SOAP — это основанный на языке XML стандарт для взаимодействия между сервисами и их потребителями. Его основными особенностями являются нейтральность к транспортному уровню (возможно использование не только протокола HTTP); нейтральность к языку программирования и платформе (Java); нейтральность к кодировке данных; полная независимость от компаний; полная независимость от объектных моделей и операционных систем.

Интерфейс для доступа к web-сервису описывается на языке Web Services Description Language (WSDL) и содержит всю информацию, необходимую для доступа к данному сервису, — WSDL-документы можно сравнить с описаниями интерфейсов на языке IDL, только в первом случае используется язык XML. WSDL появился как результат объединения двух технологий: Network Accessible Service Specification Language (NASSL) фирмы IBM и Service Description Language (SDL) фирмы Microsoft.

Задача UDDI — предоставить механизм для публикации информации о web-сервисах, а также обеспечить поддержку поиска доступных web-сервисов. В целом UDDI — это регистрационная система, куда входят набор XML-файлов и ассоциированные схемы, которые содержат описания предоставляемых web-сервисами услуг.

Спецификация UDDI содержит описание программных интерфейсов, позволяющих разработчикам регистрировать web-сервисы и/или использовать реестр для поиска специфических сервисов. После того как необходимый web-сервис найден, реестр предоставляет указатель на местонахождение WSDL-документа.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Для проектирования сервис-ориентированных информационных систем требуется следующая исходная информация:

- 1) состав хранимых данных;
- 2) перечень решаемых задач и необходимая для них условно-постоянная информация;
- 3) сведения о том, какие задачи, каким клиентом с какой частотой используются.

Задача определения состава хранимых данных решается традиционными методами проектирования баз данных. Определение перечня решаемых задач — это, по сути, первый этап жизненного цик-

ла разработки программ согласно общепринятым методикам объектно-ориентированного анализа.

Новым является третья задача: для ее решения необходима достоверная статистика частоты решения отдельных задач разными клиентами. По существу, решение третьей задачи — это известная в теории распределенных баз данных задача фрагментации. Задача фрагментации не может решаться только формальными методами. Так же, как при проектировании баз данных, нормализация до высоких нормальных форм не всегда целесообразна, при фрагментации не всегда следует фрагментацию провести до полного отсутствия повторений.

Для построения сервис-ориентированной информационной системы, таким образом, необходимо иметь следующие данные:

- состав хранимых на каждом сервисе данных: на этой основе могут проектироваться базы данных узлов. Одновременно разрабатываются способы обновления хранимых данных;
- состав решаемых задач на каждом узле задач, с использованием хранимых там данных и данных, передаваемых в запросе от клиентов;
- при наличии данных, необходимых для решения задач на нескольких узлах, придется решить вопрос: что целесообразнее — фрагментация (влечет за собой необходимость обращения в процессе решения задач к другим узлам, что снижает эффективность) или репликация (влечет за собой увеличение затрат памяти и необходимость синхронизации изменений данных на разных узлах).

Вопрос о применении частичной фрагментации с репликацией изучен в работах по распределенным базам данных, но он не может быть решен только формальными методами. В таком случае задача создания сервис-ориентированной информационной системы включает в себя и проектирование распределенной базы данных.

При проектировании и реализации информационных систем упомянутой архитектуры применяются описанные выше технологии.

В качестве примера реализована информационно-поисковая система учебной литературы для студентов. Предусмотрен поиск по авторам, ключевым словам из названия и некоторым формальным признакам (язык издания, год издания, объем).

5. РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Выполненная реализация информационно-поисковой системы учебной литературы предназначена для научно-технических библиотек. Она обеспечивает удобный доступ через web-интерфейс к каталогу полнотекстовых документов и мультимедийных ресурсов, позволяет осуществить полнотекстовый поиск и поиску по атрибутам. Для администратора библиотеки предусмотрены средства для редактирования информационных ресурсов.

Реализация выполнена в среде Microsoft Visual Studio 2010 с помощью следующих технологий:

- ASP.NET MVC 3;

- ADO.NET Entity Framework;

- Windows Communication Foundation (WCF).

ASP.NET MVC (Model-View-Controller) кроме известных ранее средств ASP.NET включает новые компоненты:

- *Модель (Model)* — предоставляет данные для *Представления* в ответ на запросы *Контроллера*, содержит бизнес-логику приложения;
- *Представление (View)* — отвечает за пользовательский интерфейс, отображает данные, полученные от *Модели*.
- *Контроллер (Controller)* — обрабатывает команды пользователя, определяет *Модели* для работы и связывает ее с *Представлением*.

Рассматриваемая архитектура подразумевает, что изменения в любом из компонентов оказывают минимальные воздействия на остальные части. Расположенная в модели логика включает все правила и алгоритмы, связанные с предметной областью решаемой задачи, это ядро создаваемого приложения. Контроллер играет роль связующего звена между моделью и представлением. Его задача — определить модель для обработки полученной команды и представление, которое будет получить итоговые данные для их передачи пользователю.

ADO.NET Entity Framework является объектно-ориентированной технологией доступа к данным, предоставляет возможность взаимодействия с объектами как посредством LINQ так и с использованием SQL.

Windows Communication Foundation (WCF) — это платформа корпорации Майкрософт для построения сервис-ориентированных приложений (SOA). Она позволяет абстрагироваться от конкретной технологии, на которой этот сервис реализован и пользоваться им из других приложений, написанных на любой другой платформе, языке, технологии. Кроме того, логика самого сервиса и его реализация полностью отделена от коммуникационной составляющей.

Работу MVC приложения можно описать следующим образом:

- команда (уведомление о нажатии кнопки, запроса адреса сайта и т. д.) передается контроллеру;
- контроллер, исходя из полученных данных, определяет и вызывает модель;
- модель, на основе заложенной в нее логики, формирует набор данных;
- контроллер выбирает представление и связывает его с данными (моделью);
- представление отображает данные пользователю.

Описанные выше принципы положены в основу распределенной информационной системы eLibrary. Она состоит из следующих подсистем:

- Science category admin portal;
- Social-Science category admin portal;
- User admin portal;
- eLibrary web-portal.

Подсистема *Science category admin port* предназначена для работы с базой данных научной литературы, которая реализована на СУБД Microsoft SQL Server 2008. С помощью ADO.NET Entity Framework с базой данных соединены реализованное на WCF web-сервис для взаимодействия с другими подсистемами и традиционное web-приложение для Social-Science category admin portal администратора.

Подсистема *Social-Science category admin portal* имеет аналогичную структуру, но ее база данных содержит литературу по общественным наукам.

Подсистема *User admin portal* имеет аналогичную с описанными выше подсистемами структуру и предназначена для ведения базы данных пользователей и администраторов библиотеки.

Подсистема *eLibrary web-portal* является клиентом для пользователей библиотеки, позволяющим пользователям найти все документы библиотеки. В этой подсистеме нет собственной базы данных, нужные данные она получает из других подсистем с помощью web-сервисов. Для этого в системе создан специальный слой, который управляет всеми работами с данными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодня самым прогрессивным способом построения распределенных информационных систем является сервис-ориентированная архитектура, которая обеспечивает максимальную независимость отдельных узлов и не требует наличия на клиентских рабочих местах специального программного обеспечения.

Одной из основных задач при проектировании подобных систем является распределение информационных ресурсов по узлам. Для решения этой задачи среди других данных требуется достоверная статистика использования информации у клиентов.

В качестве примера приведено краткое описание распределенной информационной системы библиотеки, построенной согласно принципам сервис-ориентированной архитектуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Таненбаум Э., Ван Стеен М.** Распределенные системы. Принципы и парадигмы. СПб.: Питер, 2003. — 845 с.
2. **Josuttis N.M.** SOA in Practice: The Art of Distributed System Design (Theory in Practice). O'Reilly Media. 2007 — 759 p.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ КОМПОНЕНТ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей системы инженерного образования как объекта комплексной информатизации. Анализируются основные направления информатизации образовательного процесса и научных исследований, являющихся неотъемлемой частью подготовки инженерно-технических работников. Приводятся примеры решения задач информатизации инженерного образования в национальном исследовательском университете «МЭИ»

ВВЕДЕНИЕ

Современный мир стал информационно единым благодаря повсеместному применению средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые уже являются необходимым атрибутом профессиональной деятельности сотен миллионов людей. Еще более широки масштабы применения компьютеров и коммуникационных технологий в нашей повседневной жизни.

Целесообразное применение ИКТ в образовании является одной из центральных составляющих в решении важных социальных задач повышения его качества и доступности, обеспечения равных возможностей для граждан в получении образования независимо от места их проживания, социального статуса, уровня доходов. Рассмотрению основных аспектов информатизации применительно к инженерному образованию посвящен данный доклад.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЦЕЛИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Процессы накопления и усложнения научных знаний, увеличения объема информации об окружающем мире развиваются столь стремительно, что за время подготовки специалиста с высшим профессиональным образованием в области техники и технологий состав применяемого исследовательского, промышленного и бытового оборудования может кардинально измениться.

В современных условиях образование должно рассматриваться не только и не столько как овладение необходимым объемом учебной информации, а как развитие у учащихся в процессе обучения потребностей и способностей к самостоятельному получению новых общих и профессиональных знаний и умений при использовании многообразных источников информации.

Изменение социальной практики и соответствующее изменение целей образования влечет за собой новое содержание образования и новые технологии работы с учебной информацией.

Образование как процесс овладения знаниями, формирования и развития умений и навыков в зна-

чительной степени определяется поиском, передачей, накоплением, хранением, преобразованием и отображением информации. Поэтому под информатизацией образования будем понимать систему технологий и мероприятий, направленных на повышение качества и эффективности работы с информацией учебного назначения. В современных условиях эти мероприятия связываются с расширенным применением ИКТ.

Конечная цель информатизации образования двояка. С одной стороны, применение средств информатизации должно упростить доступ граждан к получению или повышению ранее достигнутого уровня образования, а также более полно и оперативно удовлетворить их потребности в знаниях и умениях, что создает реальные предпосылки повышения качества образования. С другой стороны, целью информатизации является повышение производительности труда преподавателей и других работников образования при организации и проведении учебного процесса.

2. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ОБЪЕКТА ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Инженерное образование является своеобразным объектом информатизации [1]. Во-первых, в процессе обучения будущие инженеры должны работать с количественными математическими и компьютерными моделями изучаемых технических объектов и систем, основанными на естественнонаучных и математических закономерностях. Во-вторых, им приходится оперировать двух- и трехмерными объектами и соответствующими геометрическими моделями, включая их компьютерное представление. И, наконец, подготовка инженера невозможна без выполнения лабораторных работ на реальном, часто весьма дорогостоящем, оборудовании. Здесь также невозможно обойтись без средств автоматизации и информатизации.

Таким образом, в процессе обучения студенты технических вузов должны изучить и получить навыки практической работы с различными специальными средствами информатизации, среди которых программное обеспечение для автоматизации:

- математических, инженерно-технических и научных расчетов и имитационного моделирования изучаемых объектов и процессов;
- графического моделирования и инженерного проектирования технических объектов, систем и комплексов;
- автоматизированного проектирования технических объектов и систем;

– управления технологическими процессами и техническими системами, включая управление инженерными и научными экспериментами.

Целесообразное применение перечисленных средств информатизации позволяет существенно увеличить количество параметров и внешних воздействий, принимаемых во внимание при оценке функциональных свойств изучаемых объектов, имитировать их работу в различных условиях, формировать и документировать проектные решения, повышать производительность труда при выполнении этих работ.

Многообразие специализированных средств информатизации и автоматизации инженерной деятельности делают актуальной проблему выбора таких средств, которые позволяли бы решать конкретные задачи моделирования и проектирования наиболее эффективно. Применительно к подготовке инженерно-технических кадров это означает, что студенты должны освоить подходы к анализу влияния на результаты автоматизированных расчетов выбора используемой модели, различного рода погрешностей, вносимых входными данными, алгоритмов и вычислительных методов, с помощью которых эти расчеты производятся.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЙ И СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В НИУ МЭИ

ЭВМ применяются в образовании практически с первых шагов своего развития. Массовое использование информационных технологий в образовании началось с появлением персональных компьютеров и информационных сетей, обеспечивающих обмен данными между ними. Таким образом, можно считать, что современный этап информатизации инженерного образования в нашей стране длится с начала 90-х годов прошлого века.

Первое направление информатизации образовательного процесса связывается с обучением студентов основам алгоритмизации и базовым технологиям обработки числовой, графической и текстовой информации. На современном этапе при подготовке инженеров все большее внимание уделяется освоению навыков работы с универсальными и специализированными системами обработки данных. При этом средства информатизации выступают, прежде всего, в качестве объекта изучения.

Второе направление информатизации — это применение вычислительной техники для автоматизации проектирования, необходимой составной частью которого является математическое и компьютерное моделирование проектируемых объектов. Это одно из основных направлений научно-учебной деятельности коллективов большинства кафедр МЭИ, специализирующихся на подготовке разработчиков новой техники и технологий, — разработка моделей и алгоритмов проектирования специальных объектов (процессов, технологий). Средства информатизации выступают в качестве инструмента в решении учебных задач, прежде всего, примени-

тельно к выполнению курсовых и дипломных проектов. Значительная часть программных средств учебного назначения, разработанных и применяемых на кафедрах МЭИ, предназначаются именно для решения задач проектирования.

Третье направление информатизации учебного процесса в МЭИ концентрируется на решении задач автоматизации экспериментальных исследований и технологических процессов. Аппаратно-программные средства автоматизации эксперимента выступают в двойной роли: как объекты, так и средства изучения. Для данного направления характерно применение специальной аппаратуры — датчиков, преобразователей сигналов, специализированных интерфейсных устройств, обеспечивающих связь с компьютерами. Современное состояние этого направления информатизации в МЭИ характеризуется широким применением аппаратно-программных комплексов автоматизации эксперимента и производственных технологических процессов, выполненных в соответствии с международными стандартами, применяемыми в промышленной автоматике. Наряду с этим МЭИ занимает лидирующие позиции среди российских вузов в области создания и применения специализированных аппаратно-программных средств автоматизированных лабораторных практикумов удаленного доступа к реальному оборудованию по сети Интернет [2, 3]. Выполнение инновационной образовательной программы МЭИ в 2007—2008 годах позволило включить в число объектов изучения и производственное оборудование. Например, в настоящее время в режиме непрерывного мониторинга через Интернет доступно оборудование одной из трансформаторных подстанций, обеспечивающих электроснабжение учебных корпусов университета. Таким образом, студенты имеют возможность оценивать качество потребляемой электрической энергии в реальном масштабе времени на реальном производственном объекте.

4. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Современные информационные технологии обеспечивают практически мгновенную передачу больших объемов данных в любую точку Земли. В этих условиях, несомненно, должны изменяться технологии работы с информацией в образовательном процессе. На смену традиционным печатным изданиям учебной литературы приходят электронные образовательные ресурсы (ЭОР), достоинствами которых являются:

- простота редактирования, тиражирования и доставки учащимся;
- разнообразие форм и способов представления информации;
- интерактивность, в принципе позволяющая ЭОР адекватно реагировать на действия учащегося.

В этих условиях оказывается практически непродуктивным формирование информационных средств обеспечения учебного процесса путем прямого воспроизведения печатных изданий в электронной форме, поскольку так удастся воспользоваться только первым из вышеназванных достоинств ЭОР.

Актуальным для инженерного образования является использование в ЭОР компьютерной графики, элементов анимации, видеофрагментов, например, поясняющих принципы действия изучаемых объектов, сложные технологические операции и др.

Наиболее эффективным способом активизации учебного процесса в инженерном образовании представляется введение в состав ЭОР интерактивных компьютерных моделей изучаемых объектов или процессов, что позволяет перейти к реализации концепции «живой» электронной книги [см., например, 3, 4]. В данном случае удастся заменить изучение статических по своей сущности математических моделей работой с имитационными компьютерными моделями, в основе которых находятся те же математические модели. Новое качество образовательного процесса при такой замене проявляется в возможности оперативно получать количественные оценки показателей изучаемых объектов при значениях их параметров, анализировать чувствительность показателей к изменению параметров и др.

Наиболее целесообразным представляется сетевое взаимодействие учащихся с программными системами имитационного компьютерного моделирования, размещаемыми на серверах образовательного учреждения.

В НИУ МЭИ накоплен значительный опыт подготовки и применения ЭОР, включающих имитационные компьютерные модели. В качестве примера необходимо назвать использование в течение более 7 лет сетевой версии пакета Mathcad, в среде которого открыт доступ к нескольким десяткам компьютерных моделей и электронных справочников (http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/).

Современное состояние разработок ЭОР для инженерного образования в НИУ МЭИ представлено в справочном издании [5]. Описания 146 ЭОР в этом издании структурированы следующим образом:

- естественнонаучные дисциплины — 24;
- направление «Теплоэнергетика и теплотехника» — 20;
- направление «Ядерная энергетика и теплофизика» — 3;
- направление «Электроэнергетика и электротехника» — 17;
- направление «Радиотехника» — 19;
- направления «Автоматизация и управление», «Информатика и вычислительная техника» — 19;
- направление «Электроника и микроэлектроника» — 7;
- гуманитарные и социально-экономические дисциплины — 14;
- автоматизированный лабораторный практикум с удаленным доступом — 23.

Электронная версия этого издания находится по адресу: <http://dot.mpei.ru/do/eres/edu2011.pdf>.

5. ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В НИУ МЭИ

Первые попытки организации дистанционного обучения (ДО) в МЭИ датируются началом 90-х годов прошлого века. Этот опыт оказался неудачным, поскольку в то время практически отсутствовали необходимые образовательные ресурсы и средства доступа к ним. Локальная информационно-вычислительная сеть университета (ИВС) развивалась безотносительно задач внедрения дистанционных технологий, и на сегодняшний день ИВС МЭИ насчитывает более 4000 персональных компьютеров, подключенных к Интернету по двум высокоскоростным каналам.

Наиболее трудоемким является формирование образовательных ресурсов, применимых в дистанционном обучении, а также подготовка преподавателей для ведения учебного процесса с применением дистанционных образовательных технологий. Эта задача рассматривается как приоритетная и решается в МЭИ с середины 1990-х годов. Электронный каталог образовательных ресурсов, а том числе применяемых в ДО, в настоящее время насчитывает более 1000 описаний электронных изданий и программных средств (<http://ctl.mpei.ru/>). За последние 5 лет более 300 преподавателей и сотрудников МЭИ повысили квалификацию в применении дистанционных образовательных технологий и разработки ЭОР.

Порядок дистанционного обучения студентов МЭИ регламентируется соответствующим приказом проректора по учебной работе. Основные условия проведения дистанционного обучения, установленные этим приказом, следующие:

- каждому студенту должен быть предоставлен полный комплект учебно-методических материалов для самостоятельного изучения дисциплины;
- проведение в течение семестра не менее пяти промежуточных этапов контроля знаний по каждой изучаемой дисциплине;
- возможность досрочной сдачи зачетов и экзаменов по дисциплинам, изучаемым с применением дистанционных образовательных технологий;
- ограничение количества студентов одновременно обучаемых преподавателем по одной дисциплине — не более 25 человек.

Дистанционное обучение для студентов МЭИ рассматривается как дополнительная образовательная услуга и проводится в виде дополнительных к основной образовательной программе индивидуальных учебных занятий с применением дистанционных образовательных технологий.

Студенты допускаются к дистанционному обучению дирекциями институтов, в которых они обучаются, в индивидуальном порядке по личным заявлениям. С каждым студентом, допущенным к ДО, заключается соответствующий договор на предоставление образовательных услуг.

Представленный выше порядок организации и проведения ДО осуществляется в МЭИ, начиная с осеннего семестра 2005/2006 учебного года. За это время предоставляемыми услугами воспользовались более 7 тысяч студентов. Заявляют о желании проводить дистанционное обучение 60—90 преподавателей в семестре. Студенты могут выбирать дисциплины, по которым можно учиться дистанционно, из списка в 30—40 дисциплин.

6. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА

Лабораторный практикум является важнейшим и одновременно наиболее дорогостоящим компонентом инженерного образования. В МЭИ разработана и практически осуществлена концепция автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа, в соответствии с которой лабораторные работы выполняются многими учащимися практически одновременно с применением одного экземпляра оборудования.

В данном случае лабораторное оборудование снабжается автоматически работающими устройствами, выполняющими задания на проведение экспериментов, которые готовятся учащимися на удаленных компьютерах и передаются на сервер, обеспечивающий поочередное выполнение этих заданий. Результаты экспериментов передаются на компьютеры, с которых приходят задания [2]. На компьютерах учащихся размещаются программно-методические средства подготовки заданий, обработки экспериментальных данных, имитационного моделирования, подготовки отчетов, теории изучаемых объектов, проверки знаний.

Состав и описания автоматизированных лабораторных практикумов, разработанных в МЭИ, представлены в [5]. НИУ МЭИ совместно с МГТУ им.

Н.Э. Баумана сформировал и поддерживает работу портала лабораторного практикума удаленного доступа (<http://www.pilab.ru/portal/>).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие инженерного образования на современном этапе немыслимо без повсеместного целесообразного применения разнообразных средств информатизации. Основными направлениями информатизации инженерного образования являются изучение и применение компьютерных средств обработки числовой, графической и текстовой информации, автоматизация проектирования, проведения инженерных расчетов и экспериментальных исследований. Особенность дистанционного обучения в инженерном образовании состоит в необходимости применения автоматизированных лабораторных практикумов удаленного доступа к реальному оборудованию по компьютерным сетям

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Информационные** технологии в инженерном образовании / под ред. С.В. Коршунова, В.Н. Гузнецкова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.
2. **Новый** подход к инженерному образованию: теория и практика открытого доступа к информационным и техническим ресурсам / Ю.В. Арбузов, В.Н. Леншин, С.И. Маслов и др. М.: Центр-Пресс, 2000.
3. **Информатизация** образования: направления, средства, технологии / под общ. ред. С.И. Маслова. — М.: Издательство МЭИ, 2004.
4. **Очков В.Ф., Яньков Г.Г.** Комплекс «справочник + сайт интернета» и проблема передачи знаний // Труды Академэнерго. 2009. № 1. С. 71—82.
5. **Информатизация** инженерного образования: электронные образовательные ресурсы. Выпуск 5 / сост.: Т.И. Болдырева, А.И. Евсеев, Б.Р. Липай и др.; под общ. ред. С.И. Маслова. М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

*В.В. Мاستюлин, М.Г. Акашкина, Н.А. Егорова, В.Ю. Иргалиев, Д.С. Истомин,
М.Р. Овсянникова, С.А. Петров, А.Б. Федоров*

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОМПЛЕКСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УНИВЕРСИТЕТА — ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Комплексная информационная система поддержки образовательной и административно-хозяйственной деятельности вуза (КИС ВУЗ), повышающая эффективность работы вуза и обеспечивающая плавный переход на модульно-рейтинговую систему образования (Болонский процесс), вносит практический вклад в развитие системы высшего образования в России, в обеспечение качества образовательных услуг и создание единого информационного пространства в сфере управления учебным процессом.

КИС ВУЗ решает задачу включения в единое информационное пространство всех сфер деятельности вуза: учебной, научной, финансово-экономической, хозяйственной. Разработанное по единой технологии ядро КИС ВУЗ позволяет наращивать функционал информационного пространства вуза добавлением автономно функционирующих информационных подсистем подразделений вуза.

ИВЦ МЭИ на протяжении ряда лет ведет результативную работу по разработке, поддержке и развитию КИС ВУЗ, внося, таким образом, свой вклад в повышение качества инженерного образования в университете.

ВВЕДЕНИЕ

Формирование корпоративной информационной среды вуза обеспечивает интеграцию информационных ресурсов и позволяет создать информационную инфраструктуру в соответствии с действующей организационной структурой и принятыми бизнес-правилами.

На современном этапе деятельности вуза информационная среда из средства предоставления доступа к необходимой информации превращается в обязательный компонент инфраструктуры управления университетом с совокупностью интеллектуальных сервисов. Без них невозможно представить организацию управления и обучения в современном вузе [1,2].

1. СТРУКТУРА КИС ВУЗ

Структура КИС ВУЗ должна легко настраиваться как на удовлетворение внутренних информационных потребностей вуза, так и на взаимодействие с внешней средой, удовлетворять общим отраслевым требованиям Минобрнауки РФ.

Минобрнауки РФ формирует единое информационное пространство в рамках единого стандарта взаимодействия и выдвигает общие отраслевые требования к КИС ВУЗ:

– интегрированность — система должна предоставлять возможность хранения и обработки информации по всем функциональным процессам

управления вузами в едином информационном пространстве, обеспечивать эффективное взаимодействие между вузами и министерством, а также с внешними организациями регионального и федерального уровня;

– адаптируемость — как Минобрнауки РФ, так и каждое из образовательных учреждений имеют в своем производственном цикле функциональные процессы (бизнес-процессы), характерные только для данного конкретного учреждения образовательной сферы. Поскольку бизнес-процессы в различных организациях имеют тенденцию к изменению во времени, необходимы средства настройки функциональности системы для каждого конкретного учреждения;

– распределенность — характерной чертой отечественной системы высшего образования является наличие достаточно жесткой вертикали управления «министерство-вузы» и горизонтальных связей между вузами. Поэтому платформа разработки КИС университета должна обеспечивать обмен данными (документы, отчеты, классификаторы) между узлами системы как в режиме on-line, так и в режиме off-line, регистрацию вновь полученных документов на узле-получателе, ведение протоколов движения документов между узлами системы и поддержку прав доступа к ним;

– масштабируемость — стандартное требование для систем масштаба предприятия, гарантирующее сохранность вложенных в разработку и развитие системы средств;

– качество — современные условия предъявляют высокие требования к качеству отраслевой информационной системы. В соответствии с этим система должна строиться с учетом международных стандартов в области управления качеством ISO 9000.

2. ПЛАТФОРМА КИС ВУЗ

При выборе платформы для разработки и сопровождения КИС ВУЗ для МЭИ были учтены: предпочтительность программной платформы от одного производителя; программные продукты должны иметь лицензии и должны быть сертифицированы в соответствии с Российским законодательством; инструментарий для разработки должен обеспечивать оптимальное соотношение параметров стоимости разработки и качества программного продукта.

ИВЦ МЭИ с 2007 года поддерживает хорошие партнерские отношения с фирмой Microsoft, что сильно повлияло и на профессиональную подготов-

ку IT-специалистов ИВЦ. В качестве платформы для разработки и сопровождения КИС ВУЗ для МЭИ была выбрана платформа Microsoft [3].

КИС ВУЗ должна обладать богатым и гибким пользовательским интерфейсом, реализовывать достаточно сложную бизнес-логику, а это предполагает использование всего арсенала технологий разработки приложений, воплощенного в основном средстве разработки приложений, — Microsoft Visual Studio. Для разработки программного продукта, предоставляющего все множество современных средств, поддерживающих успешную работу пользователей, используется платформа Microsoft Silverlight (с набором средств Silverlight Controls от компании Telerik).

Документы, формируемые КИС ВУЗ, создаются на платформе Microsoft SQL Server Reporting Services и могут быть обработаны на платформе Microsoft Office. Для оперативной аналитической обработки данных (OLAP) используются сервисы Microsoft SQL Server Analysis Services.

Инфраструктурные и серверные технологии базируются на платформе Microsoft Windows Server. Эта же платформа обеспечивает идентификацию и аутентификацию пользователей, а также процедуры обеспечения безопасности.

Для обеспечения задач управления документами используется Windows SharePoint Services и Microsoft Office SharePoint Server.

Из множества проблем КИС ВУЗ основное внимание уделим технологии представления адресов на базе классификатора адресов Российской Федерации и важнейшей составляющей образовательной траектории — подсистеме планирования учебного процесса и учета текущей успеваемости.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АДРЕСОВ НА БАЗЕ КЛАДР

Классификатор адресов Российской Федерации (КЛАДР) является ведомственным классификатором ФНС России, создан для распределения территорий между налоговыми инспекциями и автоматизированной рассылки корреспонденции.

КЛАДР доступен для свободного скачивания на сайте ФГУП «ГНИВЦ» ФНС России и может использоваться для автоматизации деятельности и ускорения ввода данных. Классификатор уже используется в программах 1С, SAP и др. Важное преимущество использования КЛАДР в любой системе это то, что он ежемесячно актуализируется ФНС.

Объектами классификации являются отдельные элементы почтовых адресов, называемые адресными объектами: регионы, районы, города, поселки городского типа, сельские населенные пункты, улицы, дома и квартиры. В КЛАДР принята иерархическая система классификации. Все объекты располагаются по семи уровням классификации. Каждый объект описывается набором атрибутов: «Наименование объекта», «Сокращенное наименование типа объекта», «Код», «Почтовый индекс», «Код

ИФНС», «Код территориального участка ИФНС», «Код ОКАТО», «Статус объекта» (признак центра).

В системе КИС ВУЗ содержатся готовые решения для просмотра и поиска в КЛАДР. Первое из них — это Web-приложение на платформе Silverlight, которое позволяет просматривать иерархию классифицируемых объектов и асинхронно загружать необходимые подуровни (рис. 1). Данное приложение отображает все поля выбранного объекта и автоматически формирует его полное иерархическое название.

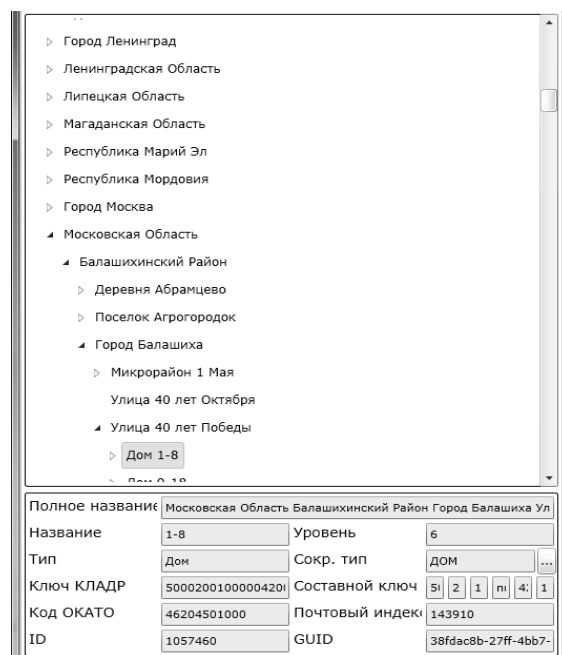


Рис. 1. Просмотр иерархии КЛАДР

Решение, которое отвечает за поиск, реализовано в виде многократно используемого контрола Silverlight (рис. 2). Контроль состоит из нескольких частей. Первая часть позволяет пользователю ввести адрес, который следует сопоставить объекту КЛАДР. Вторая часть — это сервис, который непосредственно осуществляет поиск, используя ряд эвристических алгоритмов. Использование сервиса позволяет загружать на клиентскую машину только необходимый минимум информации, который соответствует запросу пользователя. Последняя часть — это окно результатов, которое позволяет просмотреть результаты сопоставления, отфильтровать их, а также, при необходимости, уточнить адрес путём перехода на более низкий уровень иерархии. После успешного сопоставления, отображается начальное окно контроля, в котором для пользователя будет показано какие части адреса были успешно сопоставлены, а какие — нет. Важно отметить, что часть, которую не удалось сопоставить, сохраняется в неструктурированном виде.

Решения для работы с КЛАДР, которые являются частью КИС ВУЗа, являются полностью законченными и легко настраиваемыми. Тем самым они готовы к использованию в информационном пространстве вуза для решения необходимых задач.

Регион	Московская
Район	Балашихинский
Город	Балашиха
Населенный пункт	
Улица	40 лет Победы
Дом	1-8
Уточнённая информация	
Номер дома	7
Корпус	4
Квартира	34
Найти в КЛАДР	

Рис. 2. Контроль поиска КЛАДР

4. РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЕЙ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И УЧЕТА ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

Планирование — это краеугольный камень образовательного процесса, и в наше время, когда обучение постепенно переходит от группового к индивидуальному, осуществлять эффективное планирование становится всё сложнее и сложнее. В крупных вузах эти трудозатраты могут достигать таких величин, что руководство вынуждено искусственно ограничивать возможности студентов проходить индивидуальную программу обучения. А это, в свою очередь, прямо влияет на престиж вуза.

Всё это подтолкнуло ИВЦ МЭИ к разработке комплексной системы осуществления планирования учебного процесса и контроля успеваемости, ориентированной на требования современных федеральных государственных образовательных стандартов и позволяющей осуществлять как групповое, так и индивидуальное планирование.

Что входит в планирование учебного процесса:

- календарь (включает определение даты начала учебного года, количество семестров в году, даты начала и окончания каждого семестра, продолжительность обучения в привязке к форме обучения и степени);

- график учебного процесса (определяет распределение видов нагрузки по неделям обучения);

- календарный график учебного процесса (определяет сроки проведения конкретных видов учебных занятий в привязке к календарным датам);

- план теоретического обучения (определяет перечень учебных курсов, их объемы и распределение по семестрам обучения);

- семестровый учебный план (формируется на основе планов теоретического обучения студентов, определяет перечень учебных курсов, которые необходимо прочитать в конкретном календарном семестре и их назначение по кафедрам);

- нагрузка преподавателей (формируется исходя из назначенных кафедрам учебных курсов и определяет, кто конкретно будет читать тот или иной учебный курс в конкретном календарном семестре; автоматически рассчитывается общая нагрузка в часах по преподавателям и кафедре с учетом особенностей проведения занятий — ис-

пользование электронных образовательных ресурсов, проведение контрольных работ, проверка рефератов);

- расписание занятий (формируется на базе семестрового учебного плана и распределения нагрузки преподавателей; определяет, где и когда будет проводить конкретное занятие назначенный на него преподаватель);

- расписание сессии (формируется на базе семестрового учебного плана и распределения нагрузки преподавателей; определяет, где и когда будет проводить консультации и экзамен назначенный преподаватель).

Система ориентирована на внедрение во всех структурных подразделениях вуза, участвующих в процессе планирования учебного процесса — кафедрах, факультетах, учебном управлении. В системе каждый следующий этап базируется на предыдущем. Таким образом, осуществляется преемственность, контроль и автоматизация — система автоматически предлагает и подсказывает пользователю следующий шаг.

Конечным результатом является возможность подготовки документов сессии всех видов (зачетные и экзаменационные ведомости, ведомости на практику, дополнительные ведомости на пересдачу, зачетные и экзаменационные листы, листы на практику, «красные» направления) и отслеживание текущей успеваемости (в нашем институте — это выставление промежуточных оценок по контрольным неделям). Документы сессии могут быть подготовлены автоматически по всем группам или в индивидуальном порядке на группу или студента. При подготовке документов сессии данные берутся из семестрового учебного плана.

В любой момент времени (как на протяжении сессии, так и по её итогам) система позволяет подготавливать различные отчетные формы для мониторинга успеваемости.

Ключевые особенности системы:

- постоянный контроль вносимой информации с точки зрения соответствия образовательному стандарту;

- ввод учебных планов с использованием привычного специализированного формата;

- возможность экспорта учебных планов в Excel и XML (для шахт);

- возможность повторного использования графика учебного процесса в разных учебных планах;

- возможность повторного использования базовых учебных планов;

- возможность индивидуального планирования (индивидуальные учебные планы, формирующиеся студентом на основании заранее predetermined наборов вариантов; лекционные потоки, сформированные из студентов, а не из групп, ориентируясь только на их учебные планы; возможность готовить индивидуальные документы сессии для студентов, в том числе для досрочной сдачи экзаменов);

- индивидуальный учет нагрузки преподавателей, исходя из их реальных назначений;

- автоматизация составления расписания за счёт учета всех ограничений — по аудитории, по преподавателю, по студентам;
- учет замены преподавателей;
- автоматизация подготовки документов — все данные подтягиваются из учебных планов;
- ведение матрикула студентов — результаты всех сессий для каждого студента (с учетом всех пересдач) и возможностью отметить «перезачтено» для дисциплины (если, например, студент перевелся из другого вуза);
- полноценное разграничение полномочий пользователей: каждому пользователю назначаются полномочия и область ответственности — факультеты и кафедры;
- удобная поисковая система;
- хранение полной истории изменений всех объектов системы;
- интеграция в портал вуза, а значит, возможность работать с системой из любой точки мира;
- возможность экспорта отчетов, формируемых системой, во все распространённые форматы — Word, Excel, Acrobat PDF и т.д.

Система спроектирована таким образом, чтобы дать возможность сотрудникам уточнять планы любого уровня в любой момент времени. Это позволяет изменять учебный план студента уже во время обучения и корректировать на его основе семестровый учебный план, нагрузку преподавателей и расписание.

Система позволяет при необходимости осуществлять замену преподавателей с сохранением истории изменений.

Результаты внедрения системы: повышение престижности вуза за счет возможности реальной индивидуализации учебных планов; снижение нагрузки на персонал, обеспечивающий планирование учебного процесса за счёт автоматизации многих

процессов; контроль со стороны руководства за эффективностью использования ресурсов — профессорско-преподавательского состава, аудиторного фонда; повышение эффективности использования ресурсов за счёт прозрачности их назначения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная КИС вуз безусловно должна соответствовать системе образовательных стандартов государственного уровня, регламентирующих все стороны деятельности учебных заведений высшего профессионального образования.

В условиях введения в действие федеральных государственных образовательных стандартов как федеральной нормы качества деятельности вуза по формированию результатов обучения и воспитания выпускников вуза важность гибкой информационной поддержки деятельности вуза возрастает. При этом требуется консолидация всех информационных ресурсов, задействованных в подготовке выпускников. Создание единой информационной среды университета является весьма актуальной задачей. Ядром такой информационной среды может стать КИС ВУЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решения ИВЦ МЭИ (ТУ) для информационного обеспечения образовательного процесса. Корпоративная информационная система вуза. — Электронный ресурс — <http://icc.mpei.ru/documents/00000899.pdf>
2. Крепков И.М., Мастюлин В.В., Папко М.Ю., Гаврилов А.В. Создание полнофункциональной корпоративной информационной системы управления университетом на базе современных промышленных технологий Microsoft. — Материалы Международной научной конференции «Новые информационные технологии и менеджмент качества». — М.: ООО «ЭГРИ», 2009. С. 165 — 166.
3. Электронная библиотека Microsoft. — Электронный ресурс — <http://www.msdn.com>

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ВЫБОРА И РАНЖИРОВАНИЯ СВИРЬ-Р ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ КУРСА «ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ»

АННОТАЦИЯ

Практическое овладение различными методами выбора немислимо без применения специальной системы, позволяющей проводить широкий спектр экспериментов по выбору альтернатив.

К таким системам относится система выбора и ранжирования СВИРЬ-Р, разработанная в Петербургском государственном университете путей сообщения. Помимо реализации широкого спектра методов выбора она оснащена средствами анализа результатов выбора, что облегчает сопоставление методов выбора.

За последние десять лет накоплен большой опыт применения системы как для решения научных и практических задач, так и по обучению студентов дисциплине «Теория принятия решений».

В докладе излагается использование системы СВИРЬ-Р для выполнения лабораторного практикума по курсу «Теория принятия решений».

ВВЕДЕНИЕ

Центральное место в системах поддержки принятия решений занимает многокритериальный выбор альтернатив. В этих системах используются различные методы выбора, нередко мало отличающиеся друг от друга. Между тем, качество решения в большой степени зависит от выбора того или иного метода, поскольку каждый из них обладает своим набором свойств.

В литературе, посвящённой принятию решений, распространён исторический подход к изложению методов выбора [1]. Однако в современных СППР методы, подобные методу ЭЛЕКТРА, уже не применяются. Существует потребность системного подхода к изучению методов выбора, основное внимание в котором уделяется проблеме сходства и различия методов. В основе этого подхода лежит теория многокритериальной полезности [2].

Практическое овладение различными методами выбора немислимо без применения специальной системы, позволяющей проводить широкий спектр экспериментов по выбору альтернатив. Этим требованиям удовлетворяет система выбора и ранжирования СВИРЬ, первая редакция которой была разработана в 2000 году. Эта система широко использовалась как в учебном процессе, так и для решения научных и практических задач. Накопленный за истекшее время опыт реализован в реконфигурируемой версии системы СВИРЬ-Р [3]. Возможность конфигурации блоков системы под решаемые задачи была реализована в силу большой избыточности методов выбора, диапазон изучения которых можно менять в зависимости от глубины преподавания теории принятия решений.

В настоящем докладе излагается опыт выполнения лабораторных работ по курсу «Теория принятия решений» на системе СВИРЬ-Р.

1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ СВИРЬ

Система выбора и ранжирования СВИРЬ-Р предназначена для решения задач выбора объектов из конечного множества. К задачам выбора относятся отбор, упорядочение и классификация объектов. Объекты могут быть любой природы и должны характеризоваться конечным набором числовых и/или качественных признаков.

Исходные данные вводятся в систему с клавиатуры или из табличного процессора Excel. Система СВИРЬ-Р имеет набор средств, предназначенных для создания и редактирования модели выбора. Модель выбора представляется таблицей «Объекты/Признаки». Если пространство признаков имеет большую размерность (более пяти — семи признаков), применяется иерархическая табличная модель, в которой таблицы нижнего уровня содержат первичные признаки, а таблицы верхних уровней играют объединяющую роль. Для учебных целей модель выбора ограничивается размерностью 20×20. Модель выбора сохраняется в файле Имя_ПО.svpo, где «Имя_ПО» — означает название предметной области.

Первичные признаки могут использовать целочисленный, вещественный и символьный типы данных. В задачах упорядочения признаки символьного типа кодируются целыми числами. Помимо первичных признаков, в качестве критериев оценивания могут применяться вычисляемые признаки, аргументами которых являются первичные признаки. Формулы преобразования реализуются с помощью встроенного калькулятора с набором арифметических и специальных функций. В задачах многокритериальной оптимизации формируются функции полезности на основе критериев выбора, а в задачах классификации формируются функции принадлежности классам.

Модель выбора используется для выполнения всех лабораторных заданий. Формулировка каждой решаемой задачи сохраняется в файле Имя_ПО_Имя_задачи.svopt, где «Имя_задачи» — название решаемой задачи. Это позволяет оперативно переходить с одного метода выбора на другой с целью сопоставления их результатов. Правила формулирования задач выбора в системе СВИРЬ-Р излагаются в методиках выполнения лабораторных работ [4]. Результаты решения задач выбора выво-

дятся из системы СВІРЬ-Р в Excel для оформления и вывода на печать.

С целью эффективного представления результатов выбора в системе используется когнитивная графика с применением цветового стандарта качества. Форма представления результатов выбора определяется особенностью задачи. Так, например, для сопоставления оценок объектов используются графики функции, а для представления вклада критерия в общую оценку применяются линейные и круговые диаграммы.

Для расчёта приоритетов сущностей на основе матриц парных сравнений в СВІРЬ-Р включена система вычисления приоритетов, реализованная в виде динамической библиотеки [5].

Более подробная информация о системе СВІРЬ-Р содержится в [2, 3] и гипертекстовой справочной системе.

2. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Лабораторный практикум включает пять лабораторных работ.

Первая работа рассчитана на приобретение навыков в формулировании проблемы, проектировании модели выбора, анализе модели выбора и доказательстве её соответствия поставленной цели. Работа состоит из трёх этапов: сбора, анализа исходных данных и построения модели выбора. Студенту даётся право выбора предметной области (ПО). Предпочтение отдаётся темам, близким к изучаемой профессии. Эта работа является основополагающей. Её результаты используются для выполнения всех остальных работ практикума.

Целью работы № 2 «Векторные методы оптимизации» является исследование свойств методов упорядочения объектов на основе их векторных оценок. К векторным методам относятся: упорядочение объектов на основе отношения Парето-доминирования, лексикографическое упорядочение (Парето-доминирование упорядоченных по качеству векторных оценок объектов), лексикографическое упорядочение (метод приоритета критериев). Первые два метода не требуют привлечения экспертной информации, но не гарантируют получения линейного порядка. Для сопоставления результатов упорядочения разными методами применяются показатели доминирования, неразличимости и несравнимости, а также коэффициент полноты порядка (КПП), выражаемый через число уровней графа доминирования.

В отличие от векторных методов, скалярные методы оптимизации гарантируют получение линейного порядка объектов, что достигается за счёт внесения субъективной информации в модель выбора. К ней относятся: задание шкал и важности показателей, создание функций полезности показателей, выбор вида многокритериальной функции полезности.

Цель работы № 3 «Методы скаляризации векторных оценок» — исследование влияния перечисленных субъективных факторов на результаты выбора. Определяется степень сходства и различия

результатов упорядочения объектов с применением различных обобщающих функций: аддитивной, мультипликативной, прямой и дополнительной, а также максиминной функции, реализующей принцип нахождения «лучшего объекта по наихудшему свойству».

Применительно к теории принятия решений представляет интерес классификация объектов относительно классов, упорядоченных по качеству (до пяти-семи классов). Важным частным случаем классификации является отбор объектов в пространстве признаков, когда объекты разделяются на два класса: допустимых и недопустимых объектов, причём ЛПП интересуется лишь один из этих классов. В тех случаях, когда допускается отбор объектов относительно недостижимой цели, применяется метод мягких притязаний или упорядочение объектов по образцу. Для многокритериальной классификации на более, чем один класс, используются функции принадлежности классам.

Целями работы № 4 «Многокритериальная классификация объектов» являются изучение трёх методов классификации объектов по качеству в порядке их усложнения:

- метода «жестких» притязаний как формирования допустимого множества объектов по ограничениям на значения признаков;

- метода «мягких» притязаний упорядочением объектов на основе степени близости к образцу;

- классификации объектов и их упорядочения на основе функций принадлежности классам в пространстве признаков. Для задания границ классов используется аппарат нечетких множеств.

Целями работы № 5 «Определение приоритетов сущностей на основе парных сравнений» являются:

- практическое освоение методов задания предпочтений экспертов и способов расчёта на их основе приоритетов сущностей;

- решение задачи многокритериальной оптимизации на основе матриц парных сравнений.

Объектами изучения первой части работы являются свойства различных матриц парных сравнений (МПС): фактов предпочтений, долей единицы, кратности предпочтений, выигрышей /потерь.

Во второй части работы экспериментально изучается так называемый метод анализа иерархий [6], предназначенный для многокритериального выбора альтернатив на основе матриц парных сравнений, формируемых экспертами. Реализация этого метода в системе СВІРЬ-Р не ограничивается целочисленными оценками предпочтений. В матрицах, формируемых по разным критериям, допускается применение любого из четырёх изучаемых типов предпочтений. При этом матрицы парных сравнений могут формироваться как экспертами, так и генерироваться автоматически на основе известных значений показателей из листовых таблиц «Объекты/признаки». Это позволяет экспериментально сравнивать результаты многокритериальной оптимизации, получаемые методами теории полезности и анализа иерархий.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ВЫБОРА

Проектирование модели выбора выполняется в рамках первой лабораторной работы и является наиболее ответственным этапом принятия решения, поскольку качество принимаемого решения в значительной степени зависит от соответствия модели решаемой проблеме. По этой причине рассмотрим первую работу более подробно.

Модель выбора отражает систему предпочтений лица, принимающего решение, и, в силу неоднозначности и неоднозначности относится к сложным системам. Поэтому при её создании применяются методики системного анализа [7]. Процесс создания модели трудоёмок и, в свою очередь, состоит из нескольких этапов, которые могут повторяться и выполняться в различной последовательности. К ним относятся:

- выявление и описание проблемы, подлежащей решению;
- формулирование цели принятия решения;
- построение дерева целей;
- формирование критериев оценивания;
- анализ критериев на полноту, независимость и непротиворечивость;
- создание функций полезности;
- формирование перечня альтернатив;
- анализ альтернатив на полноту, независимость и непротиворечивость.

Формулирование проблемы заключается в анализе предметной области на предмет выявления нежелательного явления. Эта задача неоднозначна и зависит от системы ценности постановщика задачи.

Цель является антиподом проблемы. В отличие от нежелательного состояния под целью понимается желаемое состояние предметной области. Для отражения различных сторон решаемой проблемы общая цель разделяется на частные цели. Это деление отображается деревом целей. Вершинам дерева соотносятся цели, формируемые на шкалах показателей, характеризующих предметную область.

Относительно степени конкретности цели она может быть *идеальной* и *реальной*. Первая формулируется на языке целевой функции, как достижение экстремального значения показателя. Реальная цель задаётся на языке исчисления предикатов (больше или равно и пр.).

Идеальной цели ставится в соответствие целевой, а реальной цели — ограничительный критерий, причём первый рассматривается как частный случай второго на шкале показателя [2].

При анализе критериев на независимость привлекаются логические и статистические методы. Логические методы используются при анализе независимости критериев по предпочтению [1]. Статистический подход основан на анализе корреляционной матрицы [2]. При больших значениях коэффициента парной корреляции между двумя однородными критериями принимаются меры к исключению сильной зависимости.

При решении задачи выбора методами скалярной оптимизации сопоставимость показателей обеспечивается нормализацией их значений. В результате этой операции создаются автоматически линейные функции полезности на основе целевых критериев и кусочно-линейные — на основе ограничительных критериев. При наличии различной ценности делений шкалы показателя экспертным путём формируются нелинейные функции полезности [8].

При решении задачи выбора отнесением варианта решения к одному из заданных классов на шкале каждого показателя, участвующего в классификации, экспертным путём задаются функции принадлежности классам, упорядоченным по качеству.

На основе имеющихся источников информации формируется множество вариантов решения (альтернатив) [2]. При отсутствии таких источников применяются экспертные методы генерации альтернатив. К альтернативам предъявляются требования *осуществимости*, *допустимости*, *сопоставимости* и *независимости*. Неосуществимые и недопустимые альтернативы не представляют практического интереса. Сопоставимость является главным условием установления отношения предпочтений на множестве вариантов решения. Зависимые альтернативы избыточны, поскольку они могут порождаться из других альтернатив с использованием известной зависимости.

Модель выбора без альтернатив представляет собой модель-прототип, а с альтернативами — модель-экземпляр. Это означает, что модель-прототип может использоваться для решения задач выбора с различным набором альтернатив, удовлетворяющих поставленной цели.

4. ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ВЫБОРА

Освоение рассматриваемого в работе практикума занимает весь семестр с учётом выполнения лабораторных работ более чем за одно занятие, и защиты отчётов.

Трудоёмкость выполнения лабораторных работ меняется в зависимости от специализации и начальных знаний студентов, изучающих курс «Теория принятия решений», а также количества часов, отведённых на лабораторные работы. Специалистам по информационным технологиям предлагается больший объём экспериментальных исследований по сравнению со специалистами по коммерции и логистике.

Помимо выполнения лабораторных работ для ряда специальностей планируется курсовое проектирование. Функции, реализованные в системе СВРЬ-Р, дают возможность углублённого изучения свойств различных методов выбора. К ним относятся изучение влияния на результаты упорядочения:

- границ шкал показателей;
- взаимозависимости показателей;
- формы функций полезности и принадлежности;
- важности показателей;
- вида обобщающих функций.

Выполнение исследований обеспечивается с помощью средств корреляционного анализа показателей, перераспределения важности показателей в иерархии, численного и графического анализа вкладов критериев в обобщённые оценки объектов, группировки объектов, комбинирования методов выбора и пр.

Для анализа свойств модели и результатов выбора широко используются средства когнитивной графики цветные таблицы, графики и диаграммы.

Перечисленные возможности позволяют использовать систему СВIRЬ-Р для выполнения выпускных работ бакалавров и магистров. С применением этой системы выполнялись научные исследования и практические работы для различных организаций, в том числе, для анализа эффективности функционирования ОАО РЖД и других подразделений железнодорожной отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные системы поддержки принятия решений, как правило, специализированы и встраиваются в сложные информационные системы (хранилища данных, системы управления и пр.). Это затрудняет изучение применяемых в них методов выбора в лабораторных условиях.

В Петербургском университете путей сообщения разработана и более десяти лет эксплуатируется система выбора и ранжирования СВIRЬ. Автономность по отношению к другим информационным системам и универсальность по отношению к методам выбора позволяют применять её как для реше-

ния практических задач, так и для обучения студентов разного уровня.

Для базовой подготовки студентов по курсу «Теория принятия решений» разработан одноимённый методический материал [4]. Помимо этого система СВIRЬ-Р применяется для выполнения курсовых и дипломных работ, а также на курсах повышения квалификации специалистов и преподавателей. Она может быть востребована и в преподавании других дисциплин, связанных с принятием многокритериальных решений таких, как САПР и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ларичев О.И.** Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в волшебных странах. — М.: Логос, 2000. — 294 с.
2. **Микони С.В.** Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2009, 272 с.
3. [www: mcd-svir.ru \](http://www.mcd-svir.ru)
4. **Микони С.В., Гарина М.И.** Лабораторный практикум по дисциплине «Теория принятия решений»: учебное пособие. — СПб.: ПГУПС, 2009. 96 с.
5. **Микони С.В., Киселёв И.С.** Система вычисления приоритетов на основе матриц парных сравнений // Программные продукты и системы, 2009, №4. С. 9—11.
6. **Саати Т.Л.** Принятие решений при зависимостях и обратных связях. — М.: Изд-во ЛКИ, 2007. — 357 с.
7. **Микони С.В., Ходаковский В.А.** Основы системного анализа: учебное пособие. — СПб.: ПГУПС, 2011, 142 с.
8. **Микони С.В., Бураков Д.П.** Итеративное проектирование функций полезности // Сборник научных трудов международной научной конференции ISDMCI'2011. — Херсон: ХНТУ. 2011. Т.1. С. 188—192 (на сайте [www: mcd-svir.ru](http://www.mcd-svir.ru)).

ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ПО ТЕОРИИ ГРАФОВ

АННОТАЦИЯ

Развитие компьютерного моделирования побуждает включать в образовательные стандарты специальностей инженерного профиля дискретную математику как язык описания моделей сложных систем.

Значительную часть семестрового курса дискретной математики составляет изучение задач на графах. Для практического освоения теории графов в Московском авиационном институте на рубеже девяностых годов прошлого века была разработана обучающая система по теории графов EDIGT.

В настоящее время работа с системой EDIGT сопряжена с рядом трудностей, связанных с устаревшей операционной системой ДОС и изменением содержимого лабораторных работ. На смену этой системе в Петербургском государственном университете путей сообщения разрабатывается новая обучающая система «Графы» с применением новых информационных технологий. Она рассчитана на выполнение практикума, включающего восемь лабораторных работ.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием компьютерного моделирования, в основе которого лежит понятие модели, усилилась роль одного из основных разделов дискретной математики — теории графов. В силу своих синтетических свойств и наглядности графы служат основным инструментом для создания не только концептуальных моделей сложных систем, но и различного рода конструктивных моделей.

Это явление отразилось в образовательных стандартах нового поколения, в которые дискретная математика стала включаться в качестве самостоятельной дисциплины для обучения студентов не только информационных специальностей.

Поскольку разделы дискретной математики, имеющие прямое отношение к информатике, обычно изучаются в теории информационных систем и других дисциплинах информационного профиля, графы составляют значительную часть семестрового курса дискретной математики [1]. Отсюда следует актуальность обучающей системы по теории графов.

1. СИСТЕМА EDIGT

Одна из наиболее удачных обучающих систем по теории графов EDIGT (Education of Graph Theory) была разработана на рубеже девяностых годов прошлого века в Московском авиационном институте группой студентов под руководством доцента В.А. Осиповой [2]. Она включала электронный контекстный справочник по теории графов, несколько логических игр, успех в которых определялся уровнем знаний играющего в области теории графов, а также пять лабораторных работ: «Основные понятия теории графов», «Устойчивость», «Циклы», «Расстояния», «Потоки в сетях».

Каждая из работ сопровождалась краткими теоретическими сведениями и примерами практических приложений. Задания студентам генерировались случайным образом, обеспечивая уникальность каждой работы и исключая возможность плагиата. По каждой работе велся протокол её выполнения, отражающий ошибки, допускаемые студентами. Протокол подлежал выводу на печать или в файл с целью оформления на его основе отчёта по лабораторной работе. Система обладала комфортным для работы псевдографическим интерфейсом.

В настоящее время работа с системой EDIGT сопряжена с рядом трудностей, связанных с ориентацией на устаревшую операционную систему и изменением содержания лабораторного практикума. Это побудило авторов приступить к разработке новой системы, отвечающей современным требованиям.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «ГРАФЫ»

Обучающая система «Графы» предназначена для самостоятельного изучения бинарных отношений и типовых задач теории графов. Система содержит следующие подсистемы: «Исходные данные», «Визуализация», «Решение», «Оценка», «Теория», «Диалог», «Протокол».

Подсистема «Исходные данные» предназначена для ввода, генерации и хранения бинарного отношения в различных формах представления. Объём исходных данных определяется размерностью бинарного отношения $n \times n$, где n — мощность множества-носителя (вершин графа). Число вершин графа задаётся автоматически в пределах $n=5 \div 9$, в зависимости от трудоёмкости ручного решения задачи.

В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы используется матрица смежности графа. Её экземпляр создается автоматически с помощью генератора случайных чисел.

Элементы множества, на котором формируется бинарное отношение, обозначаются автоматически одним из символов латинского алфавита $\{a, b, c, d, \dots, x, v\}$ и индексируются натуральными числами. Число элементов бинарного отношения задаётся в диапазоне $[c, (n(n-1)/2)]$, где $c > 0$ — константа, задающая минимальное количество дуг (ребер). Её величина зависит от задания, для которого генерируется бинарное отношение.

В зависимости от решаемой задачи могут задаваться различные виды бинарного отношения: симметричные, антисимметричные или смешанные, транзитивные и антитранзитивные, циклические и ациклические, взвешенные и невзвешенные. Сгенерированная матрица смежности может быть автоматически преобразовываться в любую другую форму представления, включая графовую. Пользователю

предлагается та форма представления, которая предполагается заданием, а также вопросы по предъявленному отношению. Ответы на вопросы вводятся в специальные окна интерфейса.

В режиме ручного ввода пользователь вводит бинарное отношение в окно ввода с клавиатуры поэлементно (упорядоченными парами сущностей). Отношение запоминается в теоретико-множественной форме, из которой при необходимости преобразуется во все остальные.

Подсистема «Визуализация» предназначена для вывода на экран исходных данных и результатов решения задач. Бинарное отношение выводится в любой форме представления (матрица смежности или инцидентности, граф, список инцидентов, теоретико-множественная форма или таблица сечений). Помимо этого подсистема выводит на экран вопросы пользователю, сообщения о правильности ответов, а также запрошенные пользователем теоретические сведения по теме.

Подсистема «Решение» содержит алгоритмы решения изучаемых задач. Она оформляется в виде динамической библиотеки и может поставляться отдельно для автономного использования в практических приложениях. В подсистему включены алгоритмы: нахождения устойчивых множеств вершин и рёбер, ядер, покрытий; определения достижимости вершин и количеств маршрутов, соединяющих пары вершин; нахождения расстояний в невзвешенных и взвешенных графах, нахождения базисных циклов и разрезов; конденсации и ранжирования графов; решения задач коммивояжера, минимального паросочетания, китайского почтальона, поиска максимального потока в сети. Этот перечень алгоритмов может расширяться.

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕОРИИ ГРАФОВ

Лабораторный практикум предназначен для практического освоения разделов «Бинарные отношения» и «Графы», дисциплины «Дискретная математика» [3] и состоит из 8 лабораторных работ. Включённые в них задачи решаются экспериментально на графах и теоретически — с применением алгебраических операций. В системе реализуется следующий перечень лабораторных работ:

- представление и свойства бинарных отношений;
- операции над бинарными отношениями;
- устойчивость, ядра, покрытия;
- достижимость, связность и уровни графа;
- циклы и разрезы;
- расстояния и центры графа;
- задачи на взвешенных графах;
- потоки в сетях.

Возможности обучающей системы «Графы» покажем через изложение содержания выполняемых на ней лабораторных работ.

4. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И СВОЙСТВА БИНАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Цели работы:

- изучение форм представления бинарного отношения;

- изучение свойств бинарного отношения.

Задания:

- представить бинарное отношение в форме:

- 1) двумерного множества;
- 2) матрицы смежности;
- 3) матрицы инцидентности;
- 4) проекции бинарного отношения по первому аргументу;
- 5) проекции бинарного отношения по второму аргументу;
- 6) списка инцидентов;
- 7) характеристической функции при описательном (интенциональном) задании бинарного отношения;

- определить свойства бинарного отношения:

- 1) элементарные (рефлексия, симметрия, транзитивность);
- 2) неэлементарные (строгий, нестрогий порядок, доминирование, эквивалентность, толерантность);

– ответить на дополнительные вопросы о бинарном отношении (является ли граф отношения двудольным, какова степень заданной вершины, какая из форм представления более экономична для представления данного отношения и т.д.).

5. ОПЕРАЦИИ НАД БИНАРНЫМИ ОТНОШЕНИЯМИ

Цель работы:

- освоение операций над бинарными отношениями и свойств операций.

Задания:

1. Выполнить над отношениями R_1 и R_2 унарные операции:
 - дополнение;
 - обратное отношение;
 - двойственное отношение;
 - возведение в степень;
 - сужение по заданному подмножеству.
2. Выполнить над отношениями R_1 и R_2 следующие бинарные операции:
 - объединение $R_1 \cup R_2$;
 - пересечение $R_1 \cap R_2$;
 - разность $R_1 \setminus R_2$ и $R_2 \setminus R_1$;
 - симметрическая разность $R_1 \oplus R_2$;
 - произведение (композиция) $R_1 R_2$ и $R_2 R_1$.
3. Ответить на дополнительные вопросы по операциям над бинарными отношениями (симметрично ли пересечение орграфа и неорграфа, рефлексивно ли объединение единичного и слабополного отношения и т.д.)

6. УСТОЙЧИВОСТЬ. ПОКРЫТИЯ. ЯДРА

Цель работы:

- ознакомление со свойствами пар «Вершина/вершина», «Дуга/дуга», «Вершина/дуга», «Дуга/вершина».

Задания

1. Определить внутренне устойчивые подмножества вершин графа.

2. Найти раскраску графа.
3. Определить внешне устойчивые подмножества вершин графа.
4. Найти ядра графа.
5. Найти внутренне устойчивые подмножества рёбер графа (паросочетания).
6. Найти вершинные покрытия графа.
7. Найти рёберные покрытия графа.
8. Проверить уравнение инвариантов неорграфа.
9. Ответить на вопросы, связанные с практическим применением изученных множеств (этот пункт присутствует во всех последующих лабораторных работах, поэтому в дальнейшем не включается в перечень заданий).

7. ДОСТИЖИМОСТЬ. СВЯЗНОСТЬ. УРОВНИ ГРАФА

Цель работы:

- изучение структурных характеристик графа.

Задания:

1. Определить достижимость вершин графа.
2. Определить количество путей из каждой вершины в другие.
3. Определить последовательность вершин, входящих в маршрут, соединяющий заданные вершины.
4. Найти связные компоненты неорграфа.
5. Найти сильные компоненты орграфа.
6. Найти конденсацию и базы орграфа.
7. Найти функцию Гранди орграфа.
8. Ранжировать граф относительно истока и стока.

8. ЦИКЛЫ И РАЗРЕЗЫ

Цель работы:

- ознакомление с характеристиками, влияющими на связность графа.

Задания:

1. Найти количество остовов графа.
2. Найти один из остовов графа.
3. Определить на основе остова графа его циклический и коциклический ранги.
4. Найти базисные циклы графа.
5. Найти производные циклы.
6. Найти базисные разрезы графа.
7. Найти производные разрезы.
8. Найти Гамильтоновы циклы (или цепи, если циклы отсутствуют) в графе.
9. Найти Эйлеровы циклы или цепи в графе (в случае отсутствия Эйлеровых циклов и/или цепей объяснить причину).

9. РАССТОЯНИЯ И ЦЕНТРЫ ГРАФА

Цель работы:

- изучение методов нахождения путей во взвешенном и не взвешенном графе.

Задания:

1. Найти минимальное расстояние между заданной и остальными вершинами невзвешенного графа.
2. Построить матрицу расстояний в невзвешенном графе.

3. Найти минимальное расстояние между заданной и остальными вершинами взвешенного графа:
 - методом Дейкстры.
 - методом Форда-Беллмана.
4. Построить матрицу расстояний во взвешенном графе.
5. Найти диаметры, радиусы и центры в невзвешенном графе, используя найденную матрицу расстояний.
6. Найти диаметры, радиусы и центры во взвешенном графе, используя найденную матрицу расстояний:
 - по минимаксному критерию;
 - по минисуммному критерию.

10. ЗАДАЧИ НА ВЗВЕШЕННЫХ ГРАФАХ

Цель работы:

- освоение методов решения типовых оптимизационных задач на взвешенных графах.

Задания

1. Найти стягивающую сеть (минимальный остов графа) с применением:
 - a. алгоритма Крускала,
 - b. алгоритма Прима.
2. Решить задачу коммивояжера.
3. Найти минимальное паросочетание.
4. Найти максимальное паросочетание.
5. Решить задачу китайского почтальона.

11. ЗАДАЧА О МАКСИМАЛЬНОМ ПОТОКЕ

Цель работы:

- освоение методов нахождения максимального потока в графе.

Задания

1. Найти полный поток в транспортной сети и доказать его полноту с помощью графа остаточных пропускных способностей.
2. Найти минимальный разрез сети.
3. Проверить максимальность найденного полного потока по теореме Форда-Фолкерсона.
4. По заданному полному, но не максимальному, потоку построить максимальный поток, используя алгоритм Форда-Фолкерсона, увеличивающий величину потока до максимума через длины прямых и обратных дуг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задания лабораторных работ, выполняемых на обучающей системе «Графы», охватывают все основные задачи теории графов. Система позволяет совместить теоретическое изучение и практическое освоение типовых задач теории графов. Помимо решения задач на абстрактных исходных данных, система предлагает вопросы, связанные с практическим применением изучаемых задач. Имеется режим ручного ввода бинарного отношения и возможность решения конкретной практической задачи с помощью одного из встроенных алгоритмов.

В дальнейшем предполагается внесение возможности настройки лабораторного практикума на уровень требований, предъявляемых к студентам, а именно: исключение из лабораторных работ некоторых заданий, разбиение лабораторных работ на несколько автономных, снижение или увеличение размерности генерируемых отношений и т.д.

Обучающая система «Графы» обеспечивает студенту высокую степень самостоятельности при выполнении работ, сочетая необходимый набор теоретических сведений с автоматической системой генерации заданий и контролем правильности их выполнения. Выполнение каждой лабораторной работы рассчитано на одно занятие, в качестве домашней работы предполагается оформление отчета по лабораторной работе, включающего ручную проверку некоторых из экспериментально полученных решений (заданных преподавателем).

Использование современных информационных технологий обеспечивает удобство работы с системой и возможность её расширения и развития. Структуры данных, с которыми работает система, моделируют все формы представления бинарных отношений. Использование преимуществ объектно-

ориентированной методологии (наследование, полиморфизм) позволяет работать единым образом с бинарными отношениями, представленными в различных формах (например, выводя их на экран), а также преобразовывать одну форму представления в другую, выбирая для применения каждого конкретного алгоритма ту форму представления, которая для него пригодна.

Система реализуется на языке Java (J2SE), что, с одной стороны, обеспечивает переносимость, а, с другой, позволяет в дальнейшем легко построить на основе разработанной системы соответствующий интернет-ресурс с целью внедрения дистанционного обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Микони С.В.** Преподавание дискретной математики студентам информационных специальностей // Труды международной научно-методической конференции «Математика в вузе». — СПб.: ПГУПС, 2010. — С. 50—52.
2. **Нефёдов В.Н., Осипова В.А.** Курс дискретной математики: учебное пособие. — М. Изд-во МАИ, 1992.
3. **Микони С.В.** Элементы дискретной математики: учебное пособие, — СПб.: ПГУПС, 1999. —124 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КАК ИНСТРУМЕНТ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ

АННОТАЦИЯ

В работе представлены наиболее перспективные направления использования информационных технологий в образовательном процессе, позволяющие интегрировать тенденции процесса познания закономерностей предметных областей и окружающей среды, сочетая их с преимуществами индивидуализации и дифференциации обучения, обеспечивая тем самым синергетизм педагогического воздействия.

ВВЕДЕНИЕ

В период научно-технической революции, когда наблюдается быстрый рост научных знаний и их широкое внедрение в производство, все большую актуальность получает проблема повышения качества профессиональной подготовки в вузе. Высококвалифицированным специалистом может считаться тот, кто кроме владения профессиональными знаниями и умениями в специальной области имеет практические навыки использования компьютерной техники, информационных систем, умеет выбрать среди них наиболее подходящие для специфики выполняемой работы.

1. НАПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика являются важными компонентами базовой общинженерной подготовки, закладывающей фундамент профессионального образования специалиста. В условиях глобальной информатизации требуется усовершенствовать процесс обучения студентов графическим дисциплинам внедрением информационных технологий.

Наиболее перспективными направлениями использования информационных технологий являются: мультимедийные учебные средства; CAD/CAM системы для создания конструкторской документации и 3D моделирования; Интернет-технологии для самообразования и дистанционного обучения; программы компьютерного тестирования.

На кафедре «Инженерная графика» Самарского государственного технического университета разработан цикл мультимедийных лекций по курсам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика». Учебный материал разбивается на дидактические единицы, представленные в графическом изображении на слайде, которые воспринимаются как образ в едином пространстве и времени. Предъявляемая учебная информация структурирована таким образом, чтобы каждая порция информации обеспечивала изучение какого-либо одного суще-

ственного признака изучаемого объекта, абстрагируясь от других его признаков, что способствует успешности таких логических операций мышления как анализ, сравнение, абстракция. Использование анимированных фрагментов позволяет наглядно представить весь изучаемый материал, сконцентрировать внимание на отдельных наиболее трудных местах, многократно повторить его быстро, без больших временных и энергетических затрат. Озвучивает материал, как правило, преподаватель.

Мультимедийные обучающие программы применяются в качестве «компьютерного консультанта» при самостоятельной подготовке студентов к практическим занятиям. Поэтапное, пошаговое создание чертежа на экране позволяет студенту детально разобраться в ключевых принципах построения проекций геометрических элементов. Программы работают как в ручном, так и в автоматическом режиме. Это позволяет студентам самим выбирать темп работы. Для лучшего усвоения содержания в обучающие программы введены звуковые файлы. Такие программы дают возможность организации многократных повторений и высокую доступность изучаемого материала.

2. ПРИМЕНЕНИЕ CAD/CAM СИСТЕМ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ КУРСАХ

На кафедре разработаны интегративные курсы начертательной геометрии и компьютерной графики с использованием CAD/CAM систем. Содержание курса построено на изучении традиционной начертательной геометрии и элементов трехмерного компьютерного моделирования в Компас-3D. Такая интеграция способствует формированию у студентов представлений о соотношении между геометрическими объектами в пространстве и их изображениями на плоскости, а также развивает пространственное воображение и навыки логического мышления при изучении геометрических моделей. Решая задачи классическими методами в Компас-График, студенты осуществляют проверку решения с помощью твердотельного моделирования в Компас-3D. Для проведения практических занятий по интегрированному курсу «Начертательная геометрия и компьютерная графика» разработан дидактический материал, состоящий из заданий-модулей. Система заданий обеспечивает гарантированное усвоение учебного материала определенным контингентом студентов на заданном уровне.

В интегрированном курсе «Инженерная и компьютерная графика» студенты, самостоятельно конструируя 3D-модели изделий, сравнивают, анализируют формы, определяют оптимальный вариант изображения объекта, путем изменения параметров.

Создание трехмерной модели объекта ведется поэтапно. Сначала создаются заготовки проектируемого объекта. Если объект имеет конструктивные элементы, то для придания ему окончательной формы применяются булевы операции, выполняемые над двумя трехмерными объектами: моделью заготовки и моделью формообразующего инструмента. При этом моделируется процесс получения объекта из заготовки путем ее обработки режущим инструментом. На этой стадии может быть определена технология изготовления объекта и форма обрабатывающего инструмента. Созданная компьютерная модель изделия в любой момент времени может быть визуализирована на дисплее или представлена в виде изображения на твердом носителе. Ассоциативные изображения модели позволяют создавать стандартные основные виды, расположенные в проекционной связи, вид по стрелке, разрезы и сечения, местный вид, выносной элемент. При изменении формы или размеров модели трансформируется изображение на всех связанных с ней ассоциативных видах.

Таким образом, студенты осваивают различные способы получения рабочих чертежей деталей: «ручной» и автоматизированный. При автоматизации поискового конструирования графическая деятельность приближается к процессу реального моделирования.

Для «продвинутых» студентов предлагается трехмерное параметрическое моделирование в системе SolidWorks. Эта система предназначена для проектирования деталей и сборок в трёхмерном пространстве с возможностью проведения различных видов экспресс-анализа, а также конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД. Базовые трехмерные объекты создаются по плоскому эскизу. Последовательное наращивание 3D примитивов позволяет в итоге получить желаемый результат.

Система SolidWorks позволяет создавать сборки способом «снизу вверх», то есть на основе уже имеющихся деталей, так и «сверху вниз». Проектирование сборки начинается с задания взаимного расположения деталей друг относительно друга, причем обеспечивается предварительный просмотр накладываемой пространственной связи.

Работая со сборкой, можно по мере необходимости создавать новые детали, определяя их размеры и расположение в пространстве относительно других элементов сборки. Наложённые связи позволяют

автоматически перестраивать всю сборку при изменении параметров любой из деталей, входящих в узел. Каждая деталь обладает материальными свойствами, поэтому существует возможность контроля собираемости сборки.

С помощью программы SolidWorks можно увидеть будущее изделие со всех сторон в объеме и придать ему реалистичное отображение, применяя дополнительные источники освещения и регулируя характеристики поверхности материала (отражение или поглощение им света, излучение и шероховатость поверхности).

В ходе выполнения творческого задания студенты самостоятельно решают проблемы, прогнозируют результаты и возможные последствия разных вариантов решения. Работая над конструкторскими заданиями, связанными с созданием параметрических моделей, студенты применяют экспресс-анализ с помощью модуля COSMOSXpress. Модуль позволяет установить, в каких областях с излишним запасом прочности, следует удалить материал. Такая работа студентов приближается к реальному процессу проектирования. Это дает возможность студентам в дальнейшем проектировать реальные конструкции для промышленных предприятий.

Программа SolidWorks предоставляет возможности не только проектирования изделий, но и позволяет проверить влияние сил, воздействующих на модель изделия, определить критические области и уровни прочности различных участков виртуальной модели изделия, а также увидеть работу устройств в динамике. Созданные модели сборочных узлов в дальнейшем используются как наглядные пособия для изучения конструкции и принципа действия устройств.

Благодаря Интернет-технологии актуальным становится дистанционное обучение. Оно предполагает организацию регулярных консультаций у преподавателей-тьюторов, но основной формой обучения становится самостоятельная работа студентов. Применение кейс-технологии позволяет методически правильно построить руководство этой работой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информатизация образования способствует интеграции новых инновационных методов, форм обучения, развития и воспитания личности, интенсификации учебного процесса, повышения его эффективности и качества.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

АННОТАЦИЯ

В докладе отражен опыт применения информационных технологий в преподавании графических дисциплин на кафедре начертательной геометрии и черчения Вятского государственного университета.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях актуальным для вузов является повышение качества процесса обучения. Современный уровень программных и технических средств позволил перейти от традиционных средств обучения к обучению с использованием новых информационных технологий. В настоящее время без применения информационных технологий в учебном процессе невозможно обеспечить качественную подготовку будущих специалистов и бакалавров.

Компьютерные технологии позволяют объединять текстовую, графическую, видео и звуковую информацию в единое целое — мультимедиа, хранить, тиражировать, передавать по сети и воспроизводить информацию с цифровых носителей с отображением на проекционном экране.

Применение информационных технологий в учебном процессе активизирует процесс обучения, повышает его эффективность и предоставляет огромные возможности для индивидуального обучения. Электронные учебные пособия обладают большой наглядностью, оперативностью в обновлении информации, простотой тиражирования, возможностью контроля и фиксации результатов, дистанционной доступностью.

Современный уровень информационных технологий обеспечивает возможность их использования в обучении студентов графическим дисциплинам.

1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

С применением компьютерных технологий на кафедре начертательной геометрии и черчения ВятГУ создан обучающий комплекс методических разработок для чтения лекций, проведения лабораторных занятий и выполнения самостоятельных работ по дисциплинам «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Компьютерное сопровождение профессиональной деятельности» и «Инженерная и компьютерная графика», и осуществляется учебный процесс. Обучающий комплекс состоит из подготовленных в традиционной печатной и электронной формах демонстрационных материалов, учебных пособий и практикумов.

Лекции читаются с использованием компьютера, мультимедийного проектора и проекционного экра-

на. Для лекций подготовлены файлы-презентации, содержащие слайды со статическими изображениями, анимацией и текстовой информацией. Презентации к лекциям по компьютерной графике снабжены гиперссылками для выполнения построений в среде изучаемой графической системы. Загружаемые при этом файлы содержат примеры диалога с компьютером, заготовки для графических построений и иллюстрации результатов их выполнения. Лектор управляет презентациями и выполняет графические построения. Презентации сопровождаются устными комментариями лектора, основные положения, помимо демонстрации на экране, диктуются.

Использование мультимедиа на лекциях позволяет акцентировать внимание студентов на сложных фрагментах путем их увеличения, анимации и показать то, что невозможно из-за ограниченности по времени вычертить на доске, особенно в условиях заочной и сокращенной форм обучения. Однако чтение лекций с демонстрацией на экране не исключает необходимости выполнения построений на аудиторной доске. Доска и мел остаются необходимым дополнением для представления графической информации.

Компьютерные демонстрационные материалы используются также студентами для самостоятельной подготовки в зале электронных информационных ресурсов научной библиотеки и в дистанционном обучении.

2. ИЗУЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИНАХ

Лабораторные занятия в компьютерных классах проводятся по дисциплинам «Компьютерная графика» и «Компьютерное сопровождение профессиональной деятельности».

На лабораторных занятиях студенты знакомятся с аппаратным и программным обеспечением персональных компьютеров, осваивают приемы работы в операционной системе, ее приложениях и прикладных программах. Они изучают основы создания, редактирования, хранения, передачи, вывода и защиты информации. Основное внимание уделяется автоматизации разработки проектной и конструкторской документации. Студенты знакомятся с текстовыми, растровыми и векторными графическими редакторами и системами автоматизированного проектирования.

Студенты на компьютерах выполняют машиностроительные и архитектурно-строительные чертежи на основе двух- и трехмерных моделей геометрических объектов, а также текстовые конструктор-

ские документы. Вначале выполняются фрагменты чертежей с применением двумерных графических объектов. Далее выполняется трехмерное твердотельное моделирование изделий с визуализацией моделей и последующим выполнением комплексных чертежей твердотельных моделей.

В качестве объектов конструирования в процессе выполнения лабораторных работ выбраны простые типовые элементы, расчет и проектирование которых осуществляется в курсах общетехнических и специальных дисциплин. Для разных направлений подготовки (специальностей) студентов объекты конструирования различаются. Так, принципы формирования двумерных изображений изучаются при вычерчивании рамок основных форматов, основных надписей и формировании библиотеки стандартных и типовых элементов для последующего использования при разработке новых чертежей. Основы точных построений, нанесения штриховки и размеров постигаются при разработке чертежа плана и сечений фундамента. Основы трехмерного моделирования осваиваются при создании твердотельных моделей вала и фундаментного блока из элементарных геометрических тел с применением логических операций объединения, вычитания и пересечения и формировании комплексного чертежа по трехмерной твердотельной модели. Компьютерное моделирование машиностроительной детали осуществляется по ранее выполненному с натуры в курсе инженерной графики эскизу. Этим осуществляется преимущество графических дисциплин, еще раз проверяется выполненный эскиз и демонстрируется необходимость рационального выбора изображений и правильного нанесения размеров. Визуализация трехмерных объектов исследуется при построении реалистических аксонометрических и перспективных тонированных изображений с учетом физических свойств материалов и расположения источников освещения. Выполнение текстовых конструкторских документов рассматривается на примере оформления спецификаций сборочной единицы и строительной конструкции, а также отчета по лабораторным работам.

Особое внимание уделяется выполнению конструкторских документов с необходимой точностью и в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС.

Учитывается разная компьютерная подготовка студентов. Подготовленным студентам как альтернатива предоставляется возможность выполнения фрагментов курсовых проектов по специальным дисциплинам и участия в учебной исследовательской работе.

Основные построения и возникающие трудности при выполнении лабораторных работ разбираются преподавателем на компьютере непосредственно в среде изучаемой системы с демонстрацией на проекционном экране.

Каждую проведенную лабораторную работу студенты защищают представлением выполненного задания и ответами на контрольные вопросы. Завершается изучение дисциплины сдачей зачета, заключающегося в выполнении на компьютере практического задания и ответах на теоретические вопросы билета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение информационных технологий в обучении позволяет развить творческие способности студентов, активизировать в целом процесс изучения графических дисциплин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Наговицын Ю.Н., Пухов А.К.** Технология преподавания машинной графики как элемента САПР: Сборник материалов региональной научно-практической конференции преподавателей и аспирантов вузов «Деятельностный подход в обучении студентов». — Киров, 1997. — Ч. II. — С. 111—112.
2. **Наговицын Ю.Н.** Компьютерные технологии в графической подготовке инженеров-строителей: Сборник докладов XXIX научно-методической конференции «Практическая подготовка студентов к профессиональной деятельности в условиях рыночной экономики». — Киров, 2003. — С. 51—54.
3. **Наговицын Ю.Н.** Применение компьютерных технологий в графической подготовке студентов: Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Проблемы образования в современной России и на постсоветском пространстве». — Пенза, 2004. — С. 274—276
4. **Наговицын Ю.Н.** Электронное методическое обеспечение и методика преподавания курса инженерной и компьютерной графики: Сборник статей XI Международной научно-методической конференции «Педагогический менеджмент и прогрессивные технологии в образовании». — Пенза, 2004. — С. 196—198.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ СОЗДАНИЯ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается процесс обучения специалистов современным технологиям когнитивной графики. Описан процесс построения когнитивного образа (КО) с использованием программной среды создания когнитивных образов. Разработанная программная среда позволяет выполнять все этапы создания динамического анимационного когнитивного образа. При этом он разрабатывается в соответствии с предложенным стандартом формального описания когнитивных образов.

ВВЕДЕНИЕ

При современном состоянии информационных технологий и динамике их развития специалистам необходимо постоянно поддерживать высокий уровень своих знаний. Изучение новых систем и понимание процессов, происходящих в них, обеспечивает высокую производительность труда инженеров и корректность их работы.

Автоматизация труда специалистов и увеличение масштабов контролируемых ими систем влечёт необходимость использования методов, позволяющих наглядно отображать большие объёмы слабо структурированной информации. Одним из примеров таких методов являются подходы, изучаемые в предметной области когнитивной графики.

1. КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА

Как известно, наиболее важными задачами искусственного интеллекта является сбор фактов, систематизация данных, критический анализ и на этой базе синтез новых знаний, которые не только описывают наблюдаемые природные или общественные явления, но и позволяют построить причинно-следственные связи для прогнозирования. Одним из методов систематизации, обобщения и получения новых знаний является образное представление информации о той предметной области, в рамках которой проводится исследование.

Под образным представлением понимаются графические изображения или анимированная графика. Согласно определению, графикой называется синтез изображений и обработка визуальной информации, полученной из реального мира. Те образы, которые непосредственно направлены на получение новых знаний путём отображения уже известной информации в исследуемой предметной области, называют когнитивными, а раздел науки, изучающий принципы создания таких образов, — когнитивной графикой.

Термин «когнитивность» в переводе с латинского означает познание. Современное определение данного понятия гласит, что когнитивность (познание) — это способность к умственному восприятию и переработке внешней информации человеком. Методы

когнитивной графики широко используются при решении задач искусственного интеллекта. К основным задачам когнитивной графики относятся: создание когнитивных образов (КО) для решения задач в различных предметных областях; разработка сред построения КО; разработка формальных механизмов описания КО, ориентированных на компьютерное представление [1].

2. КОГНИТИВНЫЙ ОБРАЗ

Когнитивный образ — это совокупность приемов и методов образного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу увидеть решение данной задачи, либо получить подсказку для его нахождения [2].

Иными словами, КО является графическое изображение и набор правил. В данный набор входит две группы правил.

Первую группу составляют правила, описывающие облики, которые может принимать графическое изображение при изменении значений параметров решаемой задачи. Во вторую группу входят правила интерпретации сформированного облика графического изображения.

С помощью данных правил интерпретации формируется ответ или подсказка для решения рассматриваемой задачи на основе сформированного облика графического изображения. При этом предложенный набор правил должен позволять лицу, принимающему решения, однозначно интерпретировать облик сформированного графического изображения, фрагменты которого соответствуют параметрам решаемой задачи. В настоящее время отсутствуют общие правила построения КО, поэтому процесс создания КО является субъективным. КО разрабатываются для решения определённых задач и интегрируются только в те программные продукты, для которых они были разработаны [3].

Для отображения изменения значений параметров решаемой задачи при построении КО могут использоваться следующие методы:

- изменение цветового режима фрагментов, выделенного графического изображения;
- изменение взаимоположения фрагментов, выделенного графического изображения (т.е. изменение местоположения фрагментов графического изображения относительно их начальных позиций);
- изменение формы (геометрии) отдельных фрагментов графического изображения;
- удаление отдельных фрагментов графического изображения;
- дополнение новыми фрагментами графического изображения.

При разработке КО может быть применен один из рассмотренных методов или комбинация из нескольких методов.

Задачи, для решения которых предназначены КО, делятся на два класса.

К первому классу задач относятся задачи, в которых требуется непосредственно получить новое знание. Примером, наглядно иллюстрирующим задачи, относящиеся к данному классу, является задача, которая была решена с использованием КО «коврики Зенкина» [4]. В задаче было необходимо проанализировать ряд простых чисел и выявить закономерности ряда с целью создания алгоритма построения данного числового ряда. Такая закономерность была выявлена с помощью КО, представляющего собой матрицу, ячейки которой были пронумерованы натуральными числами. Ячейки, номера которых совпадали с элементами числового ряда, были окрашены в один цвет. Это позволило графически выявить закономерность между данными ячейками на основе периодического фрактального повторения одного и того же рисунка, образованного закрасненными ячейками, порядковые номера которых совпадали с элементами числового ряда.

Второй класс задач, для решения которых широко используются КО, включает задачи, предусматривающие необходимость анализа большого объема информации за ограниченный временной интервал.

Примером иллюстрации данного класса задач является КО «лица Чернова». Данный образ был создан для отображения большого набора параметров банковской отчетности, которую каждую неделю необходимо было представлять руководству банка. Изменения значений параметров отображались с помощью изменения размера, местоположения или цвета фрагментов человеческого лица, что позволяло наглядно представить ключевые события в банке, произошедшие за отчетный период. В дальнейшем данное изображение стало применяться для решения прикладных задач, оперирующих большими объемами информации, которые необходимо проанализировать и оценить за ограниченный временной интервал.

3. РАЗНОВИДНОСТИ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ

Эксперты выделяют несколько классов когнитивных образов. Основными из них являются четыре класса: статические КО, статические анимационные КО, динамические КО, динамические анимационные КО [5].

Статические когнитивные образы предусматривают отображение набора параметров решаемой задачи с постоянными значениями на КО с помощью статического изображения. Примерами таких КО могут служить «логические круги» Леонардо Эйлера, с помощью которых в наглядной форме представляются все основные операции над множествами и классами для визуализации силлогистики Аристотеля или график пересечения двух прямых в задаче поиска точки пересечения двух линейных функций, заданных в символьном виде.

Статические анимационные когнитивные образы предусматривают отображение набора параметров решаемой задачи с постоянными значениями на КО с помощью анимированного изображения. К таким КО можно отнести визуализированный процесс копирования файлов, отображаемый анимированным перемещением бумажного листа из одной папки в другую или европейские знаки пешеходных переходов, на которых изображен анимированный идущий человек, и еще одним примером КО, относящимся к данному классу, является анимированная наружная реклама.

Динамические когнитивные образы позволяют сопоставлять разнообразные статические изображения различным наборам значений параметров решаемой задачи, то есть динамическим параметрам решаемой задачи. Динамическими параметрами являются значения всех измеряемых параметров решаемой задачи, например, измеряемых с помощью различных датчиков. К данному классу КО относятся лица Чернова.

Динамические анимационные когнитивные образы позволяют сопоставлять различным наборам значений параметров решаемой задачи (динамическим параметрам) разнообразные анимированные изображения. Например, к данному классу КО относится образ глобуса в браузере, который начинает вращаться при попытке установить соединение, и останавливается в случае успешного соединения. Еще одним примером КО данного класса может служить образ вращающегося глобуса, изменяющего форму и скорость вращения при изменении состояния реактора атомной станции. Одновременно с этим данный КО может отображать состояние подсистем реактора за счет изменения окраски квадратов, образованных пересечениями параллелей и меридианов глобуса.

4. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ

Одной из задач предметной области когнитивной графики является задача создания инструментальных программных средств разработки когнитивных образов. Одним из таких средств является компьютерная программная среда разработки КО. Подобная программная среда должна предоставлять возможность экспертам-разработчикам создавать следующие КО: статические КО, статические анимационные КО, динамические КО, динамические анимационные КО.

С этой целью инструментальная среда должна предоставлять возможность пользователю работать в двух режимах: в режиме редактирования КО и пользовательском режиме просмотра разработанного КО. При работе в режиме редактирования КО компьютерная программная среда должна предоставлять разработчику возможность создавать графическую и контекстную части КО как программно, так и с помощью инструментальных средств программной среды, предназначенных для создания графических изображений и их контекстного описания.

Среда должна предоставлять доступ к фрагментам графического изображения с разной степенью детализации. Пользователь должен иметь возможность работы с фрагментами изображения любой сложности. Это необходимо для того, что бы была возможность задавать соответствия между параметрами решаемой задачи и фрагментами графического изображения любой сложности. При этом должна существовать возможность построения правил видоизменения фрагмента изображения для предоставления возможности изменения внешнего вида фрагментов, отвечающих за отображение параметров решаемой задачи при изменении значений данных параметров.

Разработанный в инструментальной программной среде КО должен обладать хорошими интеграционными возможностями с разнообразными программными средствами, предусматривающими использование КО.

Одним из наиболее распространенных подходов для интеграции КО, разработанного в программной среде, является его вербальное представление в формате, ориентированном на формальное описание КО. После разработки необходимого КО инструментальная среда сохраняет его формальное описание в определенном формате. После чего данное формальное описание передается разработчикам того программного продукта, в которое планируется интегрировать КО. По данному формальному описанию разработчики создают программную реализацию КО, используя те же самые технологии, которые использовались при разработке программного обеспечения, в состав которого будет интегрирован КО после восстановления его разработчиками.

Компьютерная программная среда разработки КО должна обладать возможностью доступа к внешним источникам данных, включая: сервера баз данных; сервера баз знаний; Web сервера данных и знаний.

5. КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ

С целью стандартизации процесса создания когнитивных образов был разработан формат описания КО на формальном уровне [6] и компьютерная программная среда создания КО, которая позволит выполнять описание КО в предложенном формате.

Программная среда содержит определённый набор инструментов, который позволяет формировать каждый из кадров КО, при этом поддерживая синхронность разработки КО с его формальным описанием.

Стандартный пользовательский интерфейс программной среды включает три окна.

В *левом окне* компьютерная программная среда разработки КО предоставляет возможность создания, копирования и удаления кадров КО.

После создания нового кадра в *центральной окне* среда предоставляет возможность пользователю разработать формальное описание данного кадра.

В *правом окне* среды пользователю предоставляется возможность сформировать графическое изображение, входящее в состав разрабатываемого кадра.

Графическое изображение может содержать фрагменты, предназначенные для отображения параметров решаемой задачи и базисный шаблон фонового изображения создаваемого кадра. Базисный шаблон содержит те фрагменты графического изображения, которые не предназначены для отображения никаких параметров решаемой задачи.

Для разработки формального описания кадра КО среда предоставляет возможность создать необходимое количество характеристик, располагающихся на верхнем уровне формального описания, каждая из которых состоит из шаблона фрагмента изображения, который отвечает за отображение определённых параметров решаемой задачи. Помимо шаблона в характеристике отдельно задаётся позиция данного шаблона на базисном планшете фонового изображения. Также характеристика обладает собственной функцией интерпретации, содержащей программный код, описывающий изменения фрагмента изображения в зависимости от изменения параметров решаемой задачи, за которые отвечает данный фрагмент.

Параметры решаемой задачи и время визуальной доступности рассматриваемого фрагмента являются аргументами функции интерпретации. Наконец, каждая характеристика обладает представлением, которое описывает типовые варианты изменения фрагмента графического изображения, входящего в состав КО. При этом возможны следующие изменения фрагмента: изменение цвета фрагмента, изменение размера фрагмента (увеличение, уменьшение), изменение местоположения фрагмента относительно начальной позиции и т.д. Также в представлении описывается, каким образом фрагмент изображения можно разбить на более мелкие подфрагменты. Каждому подфрагменту также сопоставлена отдельная характеристика, располагающаяся на более низком уровне формального описания.

Характеристики более низкого уровня ничем не отличаются от характеристик других уровней. Они просто описывают менее сложный фрагмент графического изображения. Данные характеристики, также как и характеристики остальных уровней, включают: шаблон фрагмента изображения, координаты местоположения шаблона на базовом шаблоне контекста изображения, функцию интерпретации и представление, описывающее возможности изменения цвета, размера и местоположения шаблона, а также возможности его дальнейшего разбиения на более мелкие подфрагменты. После того, как КО полностью сформирован, среда позволяет работать с ним в режиме просмотра результатов.

Формальное описание КО сохраняется в виде XML — файла, передаваемого разработчикам программных приложений, в которые планируется интегрировать разработанный КО. Поскольку формальное описание когнитивного образа полностью задокументировано, разработчики имеют возможность создать программную реализацию данного КО и интегрировать её в состав необходимого программного приложения. В дальнейшем программная реализация КО может быть использована для решения рассматриваемой задачи.

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ В ОБУЧЕНИИ

Разработанная среда позволяет провести полный цикл разработки когнитивного образа, который в дальнейшем может быть импортирован в различные интеллектуальные системы. В процессе работы программного продукта будет установлено соответствие между элементами КО и исходными данными решаемой задачи. Как правило, указанные массивы данных поступают в базу данных интеллектуальной системы. Затем в режиме реального времени информация извлекается из базы данных и выполняется расчёт характеристик когнитивного образа. После этого производится отображение КО в пользовательском режиме.

Весь описанный выше процесс разработки КО может быть наглядно изложен обучающимся с использованием разработанной компьютерной программной среды создания КО. Также изучение сгенерированного компьютерной программной средой XML-файла, содержащего формальное описание созданного КО, позволяет вербально проанализировать структуру когнитивного образа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Навыки, полученные при обучении с использованием разработанного инструментального средства,

позволят молодым специалистам лучше освоить механизмы построения когнитивных образов и применять их при решении задач в различных предметных областях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рассел С., Норвиг П.** Искусственный интеллект: современный подход. — 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1408 с.
2. **Поспелов Д.А.** Когнитивная графика «окно в новый мир» // Программные продукты и системы. 1992. № 2. С. 4—6.
3. **Новоселов Ю.В.** Когнитивная графика в системах поддержки принятия решений по анализу расхода тепловой энергии. Ученые записки. Издательство РГСУ. 2007. Т.1. — С. 101 — 108.
4. **Зенкин А.А.** Когнитивная компьютерная графика/ под ред. Д.А. Поспелова. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991 с.
5. **Новоселов Ю.В.** Разработка и реализация программной среды создания динамических когнитивных образов. Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2010. №2. Санкт-Петербург. Издательство Политехнического университета. — С. 112 — 116.
6. **Новоселов Ю.В.** Формальная модель представления когнитивного образа для системы поддержки принятия решений в задаче диагностики объекта // Вестник МЭИ. 2009. №2. — С. 183 — 187.

КАФЕДРА ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ МАШИН ИМ. В.В. БОЛОТИНА: ОСВОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

Представлен отчет о внедрении информационных технологий в образовательную и научно-исследовательскую деятельность кафедры динамики и прочности машин им. В.В.Болотина Московского энергетического института.

Рассмотрены три важнейших направления развития ИТ-технологий: образование студентов, оптимизация труда преподавателей, курсы повышения квалификации для работников отраслевых учреждений.

ВВЕДЕНИЕ

Кафедра динамики и прочности машин имени В.В. Болотина НИУ МЭИ, образованная в 1962 году, является признанным научным центром развития теории надежности и безопасности конструкций. Для подготовки студентов по профилю «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры» направления «Прикладная механика» и проведения научно-исследовательских работ кафедра располагает двумя вычислительными лабораториями, одна из которых создана в 2011 году в рамках Программы развития Национального исследовательского университета МЭИ. Эти лаборатории являются одновременно и учебными классами, где студенты и преподаватели осваивают и используют современные информационные технологии. В настоящее время развитие ИТ-технологий на кафедре проходит в основном по трем направлениям:

- обучение студентов по новым учебным программам (в соответствии с ФГОС ВПО 3 поколения), при котором студент получает необходимые базовые знания на первом курсе, а затем последовательно совершенствует полученные навыки на прикладных и научно-исследовательских задачах на старших курсах;

- организация образовательного процесса преподавателями кафедры путем создания и использования электронных образовательных ресурсов;

- курсы повышения квалификации для работников отраслевых предприятий на базе современных программных комплексов.

1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Основы ИТ-образования студентов кафедры закладываются в первом семестре первого курса. В 2010 году на этапе создания новой рабочей программы дисциплины «Информационные технологии» (авторы — кафедра прикладной математики) мы внесли ряд предложений по содержанию данного курса. Они касались в основном практической направленности курса и имели целью дать реальные навыки программирования в C# и работы с матема-

тическими программными комплексами на примере ПК MATLAB. Полученные базовые знания интенсивно используются практически во всех дисциплинах по специальности и совершенствуются с каждым годом обучения. Ниже представлены основные дисциплины специальности «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры», при изучении которых студенты осваивают и применяют ИТ-технологии.

I и II курс, бакалавриат

Дисциплины: «Информационные технологии», «Теоретическая механика», «Соппротивление материалов»

Навыки: Освоение основ и идеологии программирования на простых математических примерах и задачах статики и кинематики. Графическое представление результатов и оформление отчетов. Совершенствование и развитие базовых навыков при решении и анализе задач механики деформируемого твердого тела, предлагаемых в типовых расчетных заданиях и курсовых проектах.

Технологии: языки программирования PASCAL, C#, MATLAB.

III и IV курс, бакалавриат

Дисциплины: «Аналитическая динамика и теория колебаний», «Теория упругости», «Вычислительная механика», «Строительная механика машин», «Статистическая механика и теория надежности», «Динамика машин»

Навыки: Освоение и алгоритмизация основных численных методов решения задач механики. Постановка численного эксперимента и анализ полученных результатов.

Технологии: C#, ПК MATLAB.

V и VI курс, магистратура

Дисциплины: «Теория пластичности и ползучести», «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», «Нелинейные задачи механики сплошной среды», «Управление техническими системами», «Оптимальное проектирование», «Механика контактного взаимодействия и разрушения»

Навыки: Компьютерное моделирование и численное решение прикладных и научно-исследовательских задач механики, в том числе статистических, многовариантных и нелинейных. Графическое представление и анализ полученных данных, формирование научно-исследовательских отчетов.

Технологии: C#, ПК MATLAB, ПК ANSYS.

2. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Технологическая модернизация высшего образования предполагает существенное изменение содержания и методики образовательного процесса. В соответствии с проектом Концепции развития исследовательской и инновационной деятельности в российских вузах, предложенным Департаментом стратегического развития Минобрнауки России (<http://mon.gov.ru/dok/akt/7762/>), роль преподавателя высшей школы в традиционном понимании уходит в прошлое. Согласно проекту, вуз должен жить и развиваться на основе модели глобального исследовательского университета (global research university). В рамках этой модели приоритетом по отношению к преподавательской работе становится участие преподавателей в исследовательской и инновационной деятельности в реальных секторах экономики. Если быть точнее, современный преподаватель высшего учебного заведения должен проявлять себя в роли:

- научного менеджера (определять приоритетные «доходные» направления, находить заинтересованные организации в реальном секторе экономики, заключать и вести договора);
- высококвалифицированного исполнителя заказных научно-исследовательских работ (активная работа с заказчиком по сбору исходных данных, обсуждению, а чаще составлению технического задания, улаживание спорных вопросов и т.д.) и грантов;
- консультанта и эксперта для заинтересованных внешних организаций (обладать, осваивать и делиться передовым отечественным и зарубежным практическим опытом);
- автора статей в отечественные и зарубежные журналы и иметь высокий индекс цитирования;
- преподавателя (давать фундаментальные знания, практические навыки, организовывать практику на предприятиях, формулировать задания и методические указания для дипломных и курсовых работ, и т.д., и т.п.).

В этой связи значительно облегчить, оптимизировать труд преподавателя может использование электронных образовательных ресурсов (ЭОР). В настоящее время на кафедре идет интенсивная работа по созданию ЭОР по ключевым дисциплинам профиля. Так, в рамках Программы развития НИУ МЭИ сотрудники кафедры в 2011 году готовят к выпуску 16 ЭОР, а в следующем году эта работа будет продолжена.

Трудности, с которыми столкнулись сотрудники кафедры при разработке ЭОР: большие затраты времени на подготовку и оформление, недостаточная квалификация для создания удобного интерфейса и почти полное отсутствие навыков работы в IT-сфере. Стало очевидно, что создание полноценного электронного учебно-методического комплекса невоз-

можно без привлечения квалифицированных IT-специалистов.

Преимущества применения ЭОР для студентов заключаются в доступности авторских разработок преподавателя, наглядности образовательного материала. По отзывам студентов 5 курса (группа С-6-07), впервые использующих при изучении дисциплины «Управление техническими системами» электронные лекции и практические занятия, наличие ЭОР значительно экономит время на написание лекций, так как они уже имеются в полном объеме. Интересно, что часть студентов на лекциях с применением ЭОР все же делает записи — сказывается разница в восприятии материала. Преимущества для преподавателя — имеется возможность легко модифицировать и дополнять ЭОР, а также использовать свои материалы при разработке новых курсов и при подготовке дублера. Занятия с применением электронных ресурсов проходят быстрее, остается время как для дискуссии по теме занятия, так и для индивидуальных консультаций.

Все подготовленные на кафедре электронные ресурсы планируется собрать в банк с открытым доступом для преподавателей и студентов.

3. КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

На базе кафедры динамики и прочности машин им. В.В. Болотина совместно с ООО «Техсофт» (www.tech-soft.ru) образован и успешно работает Центр подготовки и переподготовки специалистов «Надежность конструкций». Целью создания Центра является предоставление образовательных услуг для повышения квалификации специалистов в области анализа рисков, инженерного проектирования зданий и сооружений, применения метода конечных элементов для прочностных расчетов и обеспечения надежности конструкций. Практическая часть курса осуществляется на базе программного комплекса для прочностных расчетов и обоснования надежности строительных конструкций MicroFE 2008 и программного комплекса проектирования элементов конструкций СТАТИКА 2008 (сертифицированы Госстроем России на соответствие используемых методов и моделей российским строительным нормам и правилам).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повсеместное развитие IT-технологий становится привычной жизненной реальностью и, в конечном счете, ведет к глобализации мирового сообщества. Применительно к НИУ МЭИ очевидно, что дальнейшее активное развитие IT-технологий в его подразделениях возможно только при поддержке и целенаправленной направляющей деятельности университета. При этом каждое подразделение должно ощущать себя частью общей глобальной информационной модели университета, с ясным пониманием перспектив развития и путей их достижения.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ СРЕДСТВАМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье приведен опыт использования компьютерных технологий при подготовке специалистов электротехнических специальностей по курсу инженерная графика. Рассмотрена технология модульного обучения автоматизированной проектно-конструкторской деятельности. Представлены примеры использования 3D-систем моделирования для создания ассоциативных чертежей электротехнических изделий, отвечающие современным требованиям подготовки специалистов.

ВВЕДЕНИЕ

Принцип профессиональной направленности научной организации учебного процесса, предусматривает общую ориентацию всех изучаемых дисциплин на конечные результаты обучения студентов, связанные с приобретением конкретной специальности [1]. Работа на производстве в современном обществе требует от специалистов обладания компьютерной грамотностью, умения выполнять чертежи электронными средствами. Комплексная автоматизация умственно-формальных, сетворческих функций инженера-проектировщика является одним из направлений повышения эффективности инженерного труда в сфере проектирования.

Первичным звеном в подготовке высококвалифицированных инженерных кадров современных производств является блок инженерно-графических дисциплин. В него входят классические курсы «Начертательной геометрии», «Инженерной графики» и современные модули «Компьютерной графики». Дисциплины, направленные на формирование компетентного использования компьютерной техники в проектно-конструкторской деятельности требуют создания инновационных технологий преподавания.

1. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Проблема совершенствования технологий преподавания инженерно-графических дисциплин с использованием компьютерных средств в техническом вузе является актуальной в контексте компетентного подхода в системе высшего профессионального образования.

Конкретные виды будущей профессиональной деятельности выпускников определяются содержанием компетентностно-ориентированных образовательных программ. В курсе инженерной графики происходит подготовка будущих специалистов к проектно-конструкторской деятельности, а именно:

- разработка проектов изделий с учетом механических, технологических, конструкторских, экс-

плуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров;

- использование информационных технологий при проектировании изделий.

Проектирование есть процесс создания представлений об объекте, которое объективируется в разнообразной технической документации. Оно включает в себя расчетные характеристики, технологические требования к изделию и т.п. Результатом проектирования может стать создание нового технического устройства, замена старой конструкции новой или усовершенствование уже созданного устройства.

Проектирование и техническое конструирование — понятия очень близкие, а в ряде случаев и совпадающие. Поэтому нередко говорят о проектно-конструкторской задаче, о проектно-конструкторской деятельности, однако конструкторская задача является лишь частью более широкого задания на проектирование. В этом случае конструкторская задача выступает как задача на построение конструкции, удовлетворяющей определенным техническим требованиям. Результат решения выражается в технической документации. Под конструкцией же, в свою очередь, понимается как само устройство, так и взаимное расположение и взаимодействие его частей, способы их соединения и материалы, из которых само устройство должно быть изготовлено.

Близким к описанному является процесс, особенно часто практикуемый в целях обучения, при котором конструктор располагает не только руководящей идеей, но и рядом общих способов ее реализации, однако конкретные пути конструирования он должен определить сам. У студентов должен быть сформирован прочный уровень профессиональных знаний и креативное мышление. Для этого с первого курса студенты электротехнического факультета вовлекаются в разнообразную творческую, исследовательскую деятельность. В результате работы над конструкторскими заданиями студенты учатся разрабатывать альтернативные варианты, анализировать и синтезировать их, прогнозировать динамику и тенденции развития объекта.

Уметь пользоваться возможностями, предоставляемыми системами автоматизированного проектирования, в частности «Компас-3D», в плане создания (конструирования) визуальных пространственных моделей графических изделий — одна из задач профессиональной подготовки будущего инженера.

2. МОДУЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

Приобщение студентов к творческой профессиональной деятельности реализуется в 3 этапа, с применением компьютерных технологий в процессе решения заданий репродуктивного, продуктивного и экспериментально-исследовательского уровня.

Первый этап — инженерное проектирование электрических схем с использованием библиотек,

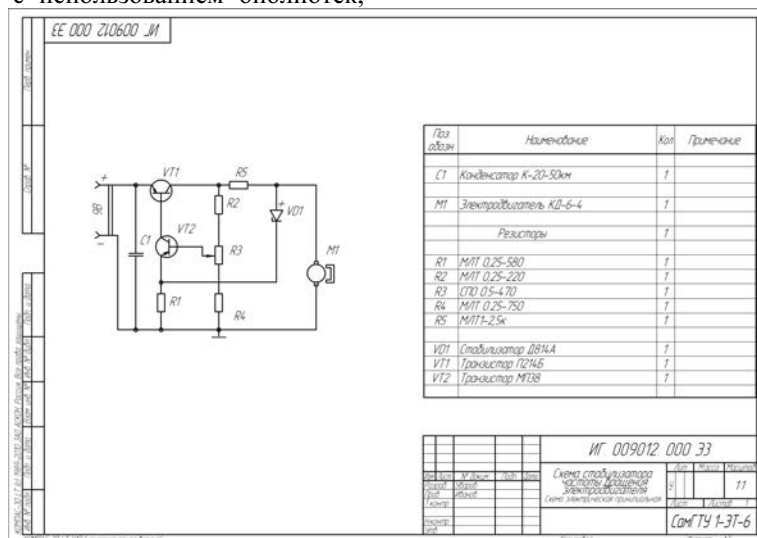


Рис. 1

Второй этап — разработка модуля «Создание сборок» на примере конкретного электротехнического изделия (вилка, розетка и т.д.). Модуль знакомит студентов с понятиями «эскизирование», редактирование, ассоциативное черчение. В нем студенты осваивают принципы создания эскизов объемных моделей в 3D-системах, дополнительные операции, позволяющие редактировать и дорабатывать модели деталей, способы создания ассоциативных чертежей трехмерных моделей (примеры на рис. 2).

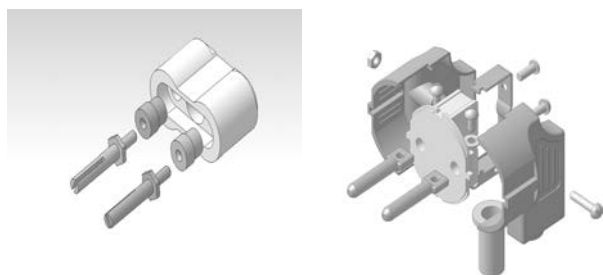


Рис. 2

Объемное моделирование открывает новые перспективы в работе конструктора. Это обусловлено тем, что появились возможности не только создавать модель объекта, но и изучать на модели взаимодействие отдельных частей в процессе работы (сборки). Начальный этап решения задачи — анализ формы каждой детали, входящей в сборочную единицу. На этапе конструирования студент формирует трехмерную модель, при этом на каждом этапе вы-

содержащих условные графические обозначения элементов и устройств, для работы с графическим редактором «Компас-3D» [2].

Задача — научить, не только чертить и читать электрические схемы (рис. 1), но и понять принцип их работы, а в дальнейшем усовершенствовать их работу. Пример разрабатываемой студентами электрической схемы представлен на рис. 1.

полнения работы студент может сравнивать результат, полученный на экране с реальным прототипом.

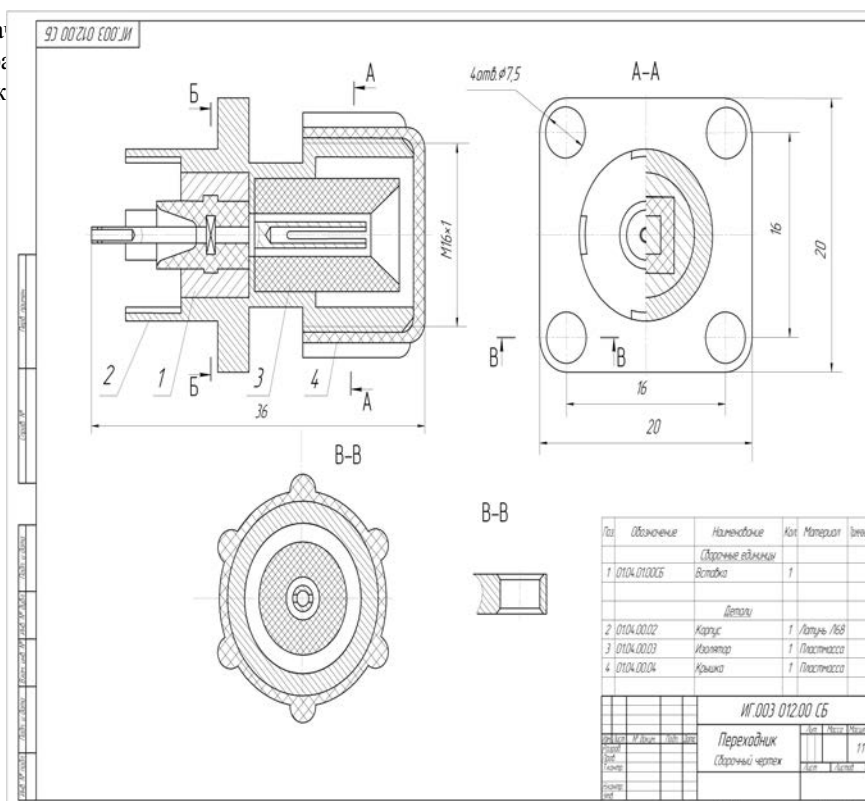
Создание 3-мерной модели способствует более естественному процессу восприятия и более полному осознанию характеристик формы.

На заключительном этапе осуществляется процесс сборки отдельных деталей в сборочную единицу с автоматическим построением ассоциативного чертежа. Модуль «Сборка» включает в себя блок «Использование библиотек готовых моделей», где формируется умение находить в библиотеках стандартные детали, выяснять их точную форму, размеры, соответствующие моделируемой сборочной единице. В основном блоке «Создание сборок» осваиваются приемы и способы построения трехмерной модели сборки, объединяющей модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информация о взаимном расположении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

Третий этап — разработка модуля «Детализация». Для того чтобы выполненные студентами чертежи в наибольшей степени соответствовали практике, следует познакомить студентов с рабочими чертежами деталей, и познакомить не путем рассказа или демонстрации, а в процессе их использования при моделировании.

Выполнение настоящих деталей служит упражнением в чтении чертежей деталей. Понимание чертежей деталей во всех подробностях необходимо для последующего составления сборочного узла. Был разработан комплекс заданий из деталей электротех-

нического назна
на рис. 3), напр
сиональных инж



жей весьма раз-
равной степени

Рис. 3

Преподаватели знают, что студент, выполнивший задание по чтению чертежа, не всегда четко представляет форму детали: правильные ответы на вопросы по чтению чертежа и правильное выполнение контрольного задания, не гарантируют полного понимания чертежа. Происходит это потому, что охватить вопросами форму сложной детали во всех подробностях невозможно. В процессе же компьютерного моделирования студент вынужден абсолютно точно воспроизвести форму детали.

В процессе моделирования визуальных пространственных моделей графических изделий выполняются следующие этапы построения:

- модификация моделей деталей средствами САПР (см. рис. 4);

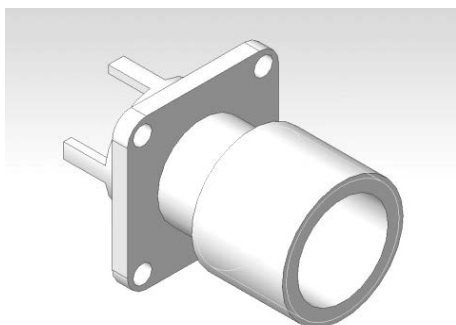


Рис. 4

- модификация моделей сборок средствами САПР (рис. 5);

- создание проектно-конструкторской документации в электронной форме к моделям деталей и сборок.

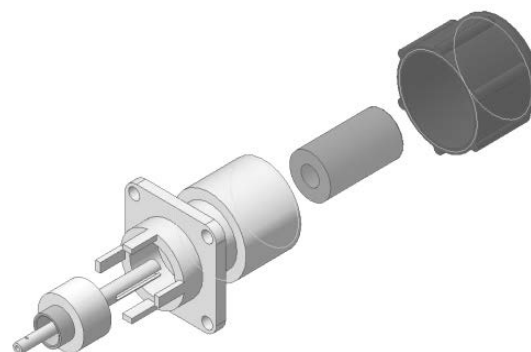


Рис. 5

Модуль «Детализация» знакомит со способами: получения конструкторской или технической документации, рабочих чертежей деталей и сборочных единиц, спецификаций, каталогов деталей или запасных частей, инструкций по техническому обслуживанию, их распределения по каталогам с целью контроля и модернизации; требованиями к выполнению графических конструкторских документов.

Распределение учебного материала, соответствующее структуре и логике профессиональной деятельности, позволяет создать модель поэтапного формирования профессиональных компетенций.

На итоговый контроль выносятся защита спроектированной студентом сборочной единицы с пакетом соответствующей документации. Выполнен-

ная работа по характеру приближается к производственной, в курсе компьютерной графики происходит усвоение основ составления и понимания чертежей, грамотной передачи на чертеже моделируемых объектов и анализ их форм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря дифференцированному подходу каждый студент получает возможность последовательно пройти все этапы автоматизированной проектно-конструкторской деятельности: от выбора посильного задания, через вариативность проектных решений, до его воплощения.

Проведенные занятия со студентами кафедры «Инженерная графика» показали, что при использовании электронных образовательных ресурсов в курсе «Компьютерной графики» у студентов формируется целостное представление о сложном процессе автоматизированной разработки проектно-конструкторской документации изделий.

Создание объемных моделей позволяет студентам глубоко вникнуть в сущность проекционного метода построения чертежей. Использование мето-

дики создания ассоциативных видов помогает выявить связь между графическим изображением и моделью проектируемого изделия, теснее связать теорию с практикой, увидеть межпредметные связи, повысить уровень инженерно-графической компетентности и в конечном итоге общий уровень профессиональной подготовки.

Внедрение новых технологий в учебный процесс, с целью подготовки компетентных специалистов, предполагает соблюдение принципа системности, когда процесс обучения осуществляется во взаимосвязи с другими учебными дисциплинами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. **Чернилевский Д.В.** Дидактические технологии в высшей школе. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. — 437 с.
2. **АО АСКОН.** «КОМПАС-3D». Практическое руководство, 2001. — 474 с.
3. **Капустин Н.М.** Автоматизация машиностроения. учеб. для втузов / Н.М. Капустин, Н.П. Дьяконов, П.М. Кузнецов; под ред. Н.М. Капустина. М.: Высш. шк., 2003. — 223 с.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРА

АННОТАЦИЯ

Определены цель, основные задачи, сдерживающие факторы и представлены пути решения поставленных задач информатизации геометрографической подготовки инженеров.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегическая цель государственной политики в области образования — радикальное повышение эффективности, доступности и качества подготовки специалистов с новым типом информационной культуры мышления, соответствующим требованиям инновационного развития экономики, современным требованиям общества и каждого гражданина, может быть достигнута только в результате модернизации образования на основе широкомасштабного использования информационных технологий [1, 2].

Информатизация образования — это длительный и многоступенчатый процесс, нацеленный на формирование единого интегративного информационного образовательного пространства.

Любой интеграционный процесс имеет свой язык. Языком интеграции отдельных образовательных пространств, на наш взгляд, выступает визуально-образный геометрический язык, изучаемый в рамках геометро-графической подготовки инженеров.

В сложных экономических условиях на основе информационных технологий активно идет модернизация высокотехнологичных инновационных предприятий. Отдельные производственные этапы интегрируются в единый целостный процесс, получивший название «жизненный цикл изделия». Интеграционной основой таких производств на протяжении всего «жизненного цикла изделия» от идеи до утилизации выработавшего свой срок изделия выступает электронная (геометрическая) модель изделия ЭМИ [3].

Современные электронные геометрические модели (ЭМИ), принципиально отличаются от двухмерных чертежей на бумажном носителе. Это интегративные модели, обладающие свойствами геометрических, математических и физических моделей. ЭМИ непосредственно используются при проведении инженерных расчётов, технологической подготовке производства и на других этапах жизненного цикла изделия.

Поскольку электронные модели изделий являются интеграционной основой ЖЦИ, то и подготовка современных специалистов на всех этапах (дисциплинах) должна строиться на основе именно таких моделей.

Информатизация геометро-графической подготовки является не только исключительно важной, но и определяющей уровень информатизации ин-

женерного образования в целом, и имеет свои особенности.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Целью информатизации геометро-графической подготовки является не только повышение эффективности, доступности и качества подготовки инженеров, но и переход на качественно новый уровень геометрического моделирования. Такой переход требует переосмысления существующей идеологии геометрического моделирования, анализа и пересмотра «базовых понятий».

Первостепенной задачей достижения поставленной цели является модернизация на основе информационных технологий содержания и структуры профессиональной геометро-графической подготовки кадров в соответствии с современными потребностями высокотехнологичного рынка труда и повышения доступности качественных образовательных услуг [2].

В качестве последующих задач модернизации геометро-графической подготовки можно выделить:

- компьютеризацию учебного процесса;
- широкомасштабное применение информационно-образовательных технологий обучения (ИОТ) для передачи знаний и контроля их усвоения;
- развитие электронных образовательных ресурсов (ЭОР), включающих в себя электронные издания и ресурсы учебного, информационно-справочного и общекультурного характера и т.д., предназначенные для использования в образовательных целях;
- формирование информационной графической компетентности и культуры преподавателей инженерной графики.

2. ПУТИ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРА

Задача 1. Осуществление модернизации структуры и содержания геометро-графической подготовки в соответствии с требованиями современной инновационной экономики встречает серьёзные трудности.

Поскольку ГОСТы второго поколения были ориентированы на подготовку специалистов, способных создавать и использовать двухмерные геометрические модели (чертежи), и фактически закрепили подготовку на базе новых технологий геометрического моделирования, то высшая школа фактически готовила специалистов вчерашнего дня.

С особыми чувствами ожидалось появление ФГОС ВПО третьего поколения, определяющих

идеологию, структуру и содержание учебных дисциплин. Однако ожидания, на наш взгляд, не оправдались.

Для примера остановимся на ФГОС ВПО и ПрООП, разработанных в МЭИ.

Первое, что бросается в глаза, это название дисциплин. Один и тот же университет предлагает несколько названий одной и той же учебной дисциплины. Для направления «Теплоэнергетика и теплотехника» это «*Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика*», для направления «Ядерная энергетика и теплофизика» — «*Начертательная геометрия и инженерная графика*», для направления «Энергетическое машиностроение» — уже две дисциплины: «*Начертательная геометрия*» и «*Инженерная графика*», а по направлению «Электроэнергетика и электротехника» в базовой компоненте вообще не нашлось места для инженерной графики. Напрашивается вопрос, почему разные названия? Может быть предмет изучения разный, цели и задачи не совпадают? Хотелось бы услышать от безымянных разработчиков ФГОС ВПО и ПрООП, отвечающих за блок графической подготовки, причины и обоснование произошедшего.

Рассмотрим цели и задачи предлагаемых дисциплин, может они внесут ясность.

Цель дисциплины «*Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика*» состоит в освоении студентом «основных методов построения технических изображений на плоскости и в пространстве по традиционной и компьютерной технологиям в соответствии с нормативно-техническими требованиями ЕСКД».

Интересно, что это за «методы построения технических изображений ... в пространстве» и что это за «традиционные ... технологии». Может лучше говорить о современных, перспективных, инновационных технологиях, а не навязывать устаревшие технологии прошлого века, называя их «традиционными». На наш взгляд, нельзя конкретизировать технологии (традиционные, компьютерные и т.д.), а если завтра появятся совершенно новые технологии то, что менять ФГОС ВПО и ПрООП.

Задачами предлагается считать «развитие пространственного воображения» на основе изучения плоских чертежей и освоение технологии создания чертежей. Такое впечатление, что разработчики не знакомы с ГОСТами ЕСКД, вышедшими в 2006—2010 годах, и не слышали об «электронных конструкторских документах», «электронных геометрических моделях», «электронной подписи» и т.д., с современными и перспективными технологиями геометрического моделирования, используемыми на инновационных производствах.

Рассмотрим дисциплины по направлению «Энергетическое машиностроение»: «*Начертательная геометрия*» и «*Инженерная графика*».

Целью изучения дисциплины «*Начертательная геометрия*», по мнению разработчиков, является «развитие пространственного воображения и ... мышления», необходимого для изучения техниче-

ских чертежей. В предыдущей дисциплине «развитие пространственного воображения» было лишь задачей. Почему же сейчас цель?

Авторы предлагают в качестве задачи: «дать знания ... для успешного изучения ... специальных дисциплин», а затем «овладеть знаниями в области компьютерной графики и геометрического моделирования». Что-то не вяжутся цель и задача.

Целью изучения дисциплины «*Инженерная графика*» «является выработка знаний, умений и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей ...». Ну а задачи дисциплины полностью совпадают с задачами, решаемыми при изучении начертательной геометрии. Цели разные, а задача то одна и та же (слово в слово). Странно.

Единственное, что объединяет все рассматриваемые дисциплины — это отсутствие ориентации на инновационные информационные технологии геометрического моделирования, используемые в современных высокотехнологичных производствах.

Еще более ярко это подтверждают дидактические единицы, представленные в ПрООП.

Следует отметить, что ФГОС ВПО, представленные другими уважаемыми университетами, не лучше, а чаще ещё хуже.

Таким образом, из приведенного анализа видим, что ФГОС ВПО и ПрООП в области геометрографической подготовки по разным направлениям не имеют единого названия дисциплины, а также единых цели, задач, предмета изучения и ориентированы на «традиционные» (устаревшие) технологии, а не на современные инновационные информационные технологии моделирования. Предлагаемые цели, задачи, предмет изучения и т.д. не отражают современное положение в области геометрографической подготовки и противоречат стратегическим положениям ФГОС ВПО, целям модернизации образования, и сильно усложняют ее реализацию. А ведь цель является системообразующим фактором, тесно связанным с формированием структуры и содержания подготовки, и ее отсутствие или неверное определение ведет к потере смысла обучения.

Несмотря на трудности формирования структуры и содержания учебного курса, на кафедре инженерной графики КГЭУ активно ведется модернизация геометрографической подготовки инженера на основе информационных технологий.

В рамках решения *первой (первоочередной) задачи* нами разработана концепция развития геометрографической подготовки инженера, отражающая основные этапы ее развития, законы, определяющие направление, движущую силу и перспективы развития. На основе данной концепции в результате педагогического проектирования разработан единый целостный курс геометрографической подготовки, имеющий качественно новые единые цель, задачи, предмет изучения, структуру и содержание. Данный единый целостный курс, получивший название «*Инженерное геометрическое моделирование*», ориентирован на современные и перспективные

требования высокотехнологичного быстро развивающегося производства, адаптирован к постоянно изменяющимся технологиям геометрического моделирования и отражает базовые требования ФГОС ВПО третьего поколения [4].

В качестве цели геометро-графической подготовки предлагается формирование на основе полученных знаний, умений и личностных качеств способности создавать и использовать в своей профессиональной деятельности конструкторские документы.

Вторая задача. Как правило, под компьютеризацией понимается активное внедрение в учебный процесс компьютерных классов со стандартным программным обеспечением. В случае с геометро-графической подготовкой этого явно не достаточно, поскольку выбор и внедрение той ли иной системы автоматизированного проектирования должны осуществляться с учетом будущей профессиональной деятельности инженера.

На кафедре имеются три компьютерных класса, оснащенных лицензионными программными продуктами таких фирм как Autodesk, Siemens, АС-КОН. Выпускающие кафедры имеют возможность влиять на выбор той или иной САПР для подготовки их выпускников. Это вызывает особые требования не только к техническим и программным средствам, но и к преподавателям, их компетентности. Преподаватели должны уметь быстро адаптировать и внедрять в учебный процесс самые перспективные системы автоматизированного проектирования, разрабатывая и внедряя необходимые методические разработки.

Решение *третьей задачи* направлено на достижение дидактических целей через детальную разработку технологии геометрического моделирования и получения практического результата в виде сформированных способностей эффективно на основе полученных знаний, умений и личных качеств создавать и использовать в своей профессиональной деятельности электронные геометрические модели (в том числе электронные чертежи) различных уровней сложности и направленности инженерных объектов, а также быстро адаптироваться к изменяющимся условиям, ориентироваться в разнообразных ситуациях, работать в различных коллективах.

Технология обучения включает в себя средства и методы достижения поставленных дидактических целей. В качестве метода обучения нами за основу взят метод проектов. Студенты приобретают знания и умения в процессе планирования и самостоятельного выполнения различных практических геометро-графических заданий с последующей обязательной презентацией и защитой полученных результатов.

Выбранный метод потребовал разработки качественно новых электронных заданий и исключения заданий устаревших учебных модулей (например, метрические и позиционные задачи). Разрабатываемые качественно новые учебные задания обеспечивают активное взаимодействие студентов между собой, позволяют смоделировать жизненные ситуации, осуществить общее решение вопросов на осно-

ве анализа обстоятельств и ситуаций, вызывающих активную деятельность студентов.

Учебный процесс реализуется полностью на основе информационных технологий. Для проведения учебных занятий разработаны и совершенствуются мультимедийные курсы лекций, практических и лабораторных занятий, ориентированных на интерактивную модель обучения на базе программных продуктов компании «ГиперМетод IBS».

Особое место в учебном процессе занимает контроль формируемых геометро-графических способностей студентов. На кафедре сформирована постоянно обновляемая база электронных тестов. Преподаватель в рамках своего учебного процесса может на основе кафедральной электронной базы создавать авторские блоки тестов и использовать их в любой удобный период занятия. Для контроля усвоения знаний, полученных на предыдущих лекциях и практических занятиях, требуется 5—7 минут. Такой контроль позволяет активизировать изучение теоретического материала.

На кафедре по всем модулям курса обучения разработаны также электронные тест-тренажеры. Студенты имеют возможность проверить свои знания и подготовиться к контрольному тестированию. Кафедра активно сотрудничает с научно-исследовательским институтом «Мониторинг качества образования», готовя для всероссийского Интернет-тестирования тесты по геометро-графической подготовке.

Четвертая задача. Повышение эффективности, доступности и качества геометро-графической подготовки инженера не возможно без создания электронного образовательного ресурса дисциплины. Значительные успехи в формировании ЭОР достигнуты для дистанционной формы обучения. Сейчас четко прослеживается тенденция интеграции дистанционной и очной форм обучения. Многие компоненты организации дистанционного обучения могут с успехом использоваться в очной форме обучения. Такой ресурс может быть организован как через локальную сеть университета, так и Интернет.

ЭОР геометро-графической подготовки должен обеспечить студенту возможность получить любую информацию теоретического, практического и справочного характера и самостоятельно освоить технологию и сформировать необходимые навыки геометрического моделирования.

ЭОР включает в себя необходимый учебно-методический материал (электронные лекции, учебники, пособия, методические указания по выполнению графических работ, электронные задания для лабораторных и практических занятий, примеры и технология их выполнения и т.д.), справочные средства (библиотеки стандартных изделий, ГОСТов, глоссарий и т.д.), обучающие средства (различные тренажеры, видеоролики и т.д.), контролирующие средства (тесты, контрольные вопросы и т.д.).

Использование ЭОР позволяет обеспечить:

- быструю обратную связь (принцип интерактивности);

- быстрый поиск необходимой информации по изучаемому вопросу (принцип доступности);
- возможность самостоятельного изучения теоретического материала и выполнения студентом всех графических работ (принцип самостоятельности);
- своевременное обновление информации (принцип актуализации информации);
- возможность командного выполнения графических работ.

В настоящее время для повышения эффективности, доступности и самостоятельности подготовки на сервере кафедры инженерной графики сформирована база знаний. Это первый этап создания ЭОР на университетском бесплатном Интернет-ресурсе Dosebo.

Пятая задача. Анализируя первые четыре задачи можно сделать вывод, что их решение может осуществить преподаватель, обладающий качественно новыми способностями. Это преподаватель нового поколения, способный:

- осуществлять педагогическое проектирование структуры и содержания геометро-графической подготовки в соответствии с современными быстро меняющимися требованиями инновационной экономики;
- использовать технические и программные средства современных систем автоматизированного проектирования;
- владеть современными педагогическими технологиями обучения;
- владеть современными технологиями создания различных модулей ЭОР и уметь использовать их в практической деятельности.

Меняется формат работы преподавателя. Он всё больше становится консультантом, менеджером учебного процесса, а также разработчиком электронных технологий обучения и образовательных ресурсов.

Наиважнейшей задачей информатизации геометро-графической подготовки инженера становится формирование информационной графической компетентности и культуры преподавателей. С этой целью на кафедре постоянно проводятся семинары, курсы повышения квалификации, мастер-классы, тест-драйвы, открытые уроки с участием ведущих специалистов таких компаний как АСКОН, Autodesk, Siemens и других.

Реализация поставленных задач информатизации в области геометро-графической подготовки без формирования преподавателей нового поколения, владеющих передовыми информационными технологиями, не возможна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Концепция** информатизации высшего образования Российской Федерации от 28 сентября 1993 года. Москва 1993 год.
2. **Концепция** Федеральной целевой программы развития образования на 2011—2015 годы. Москва, 7 февраля 2011 г.
3. **Корнилов С.** Новая идеология проектирования // САПРmaster. 2011. №2. — С. 16—18.
4. **Рукавишников В.А.** Геометро-графическая подготовка инженера: время реформ // Высшее образование в России. 2008. №5. — С. 132—136.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ГРУППОВОГО ВЫБОРА

АННОТАЦИЯ

Задачи принятия решений возникают практически во всех областях деятельности человека. К принятию сложных всесторонне продуманных решений часто привлекаются эксперты. В связи с появлением Интернета число экспертов может быть практически ничем не ограничено. Для анализа и обработки больших объемов исходной информации возникает необходимость в создании информационных систем, основанных на самых современных технических средствах. Предлагаемая в работе интеллектуальная система поддержки группового выбора может быть использована как для решения инженерных задач, так и для проведения лабораторных или практических занятий по курсу «Математическая теория принятия решений».

ВВЕДЕНИЕ

Решение задачи группового выбора — процесс сложный и многоэтапный. Большой объем исходной информации, причем часто противоречивой и разрозненной, сложность алгоритмов группового выбора, а также необходимость анализа и корректировки полученной информации на каждом шаге принятия коллективных решений требуют использования современных вычислительных средств. Решение всех этих проблем возлагается на интеллектуальную систему поддержки группового выбора.

Алгоритмическое обеспечение системы использует оригинальную методику построения агрегированного отношения предпочтения на множестве альтернатив по заданному профилю индивидуальных предпочтений экспертов. Методика основана на построении нагруженного мажоритарного графа [1].

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На множестве альтернатив $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ заданы индивидуальные предпочтения экспертов в виде матриц попарных сравнений альтернатив R^1, R^2, \dots, R^m . Требуется найти одно или несколько наиболее предпочтительных альтернативных вариантов решений или ранжировать варианты по предпочтительности.

Обычно информация, которой обладает каждый из экспертов, бывает неполной и разрозненной. Для построения коллективной структуры предпочтений необходимо представить полученную от экспертов информацию в структурированном и формализованном виде. В случае получения противоречивой, несогласованной информации использовать алгоритмы, позволяющие устранять противоречия.

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ

Профиль индивидуальных предпочтений экспертов на множестве альтернатив A задан бинарными отношениями предпочтения $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m$, кото-

рым соответствуют матрицы $R^t = \|r_{ij}^t\|$ $t = 1, \dots, m$ порядка n (n — число альтернатив) с элементами

$$r_{ij}^t = \begin{cases} 1, & \text{если } a_i \text{ менее предпочтительна } a_j; \\ 1/2, & \text{если } a_i \text{ и } a_j \text{ равноценны}; \\ 0, & \text{если } a_j \text{ менее предпочтительна } a_i \text{ или } a_i \text{ и } a_j \\ & \text{не сравнимы.} \end{cases}$$

Агрегированное отношение должно удовлетворять следующим условиям:

- быть непротиворечивым (не содержать противоречивых контуров);
- наиболее полно отражать индивидуальные предпочтения экспертов.

Построим ориентированный нагруженный граф $G = (A, \rho_\Sigma)$ с множеством вершин-альтернатив $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ и дугами

$$\rho_\Sigma = \{ \langle a_i, a_j \rangle \mid a_i, a_j \in A \text{ и } l_{ij} > 0 \},$$

где $l_{ij} = \sum_{k=1}^m r_{ij}^k - \sum_{k=1}^m r_{ji}^k$. Каждой дуге $\langle a_i, a_j \rangle \in \rho_\Sigma$

поставим в соответствие вес l_{ij} . Матрицу смежности графа $G = (A, \rho_\Sigma)$ обозначим R_Σ .

Введем матрицу весов $C = \|c_{ij}\|$ — квадратная матрица порядка n , где n — число альтернатив, причем

$$c_{ij} = \begin{cases} l_{ij}, & \text{если } \exists \text{ дуга } \langle a_i, a_j \rangle \in \rho_\Sigma, \\ \infty, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Введем матрицу предпочтений $P_{n \times n} = \|p_{ij}\|$, где

$p_{ij} = \sum_{k=1}^m r_{ij}^k$. С ее помощью удобно находить матрицу весов C :

$$c_{ij} = \begin{cases} p_{ij} - p_{ji}, & \text{если } \exists \text{ дуга } \langle a_i, a_j \rangle \in \rho_\Sigma, \\ \infty, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Алгоритм построения отношения ρ , не содержащего противоречивых контуров по ρ_Σ :

Проверяем граф $G = (A, \rho_\Sigma)$ на наличие противоречивых контуров. Если таких контуров нет, то граф $G = (A, \rho_\Sigma)$ без весов на дугах и есть искомым граф $G = (A, \rho)$. Если есть, переходим к п. 2.

Из графа $G = (A, \rho_\Sigma)$ удаляем все дуги $\langle a_i, a_j \rangle$, которые принадлежат какому-либо противоречивому контуру и имеют наименьший вес. Переходим к п. 1.

Данный алгоритм может использовать информацию о численных предпочтениях альтернатив. При этом для всех элементов матриц индивидуальных предпочтений R^1, R^2, \dots, R^m должно выполняться условие $r_{ij}^t + r_{ji}^t = 1, t=1, \dots, m$. Если компетентность экспертов различна, то матрица предпочтений $P_{n \times n} = \|p_{ij}\|$ с учетом коэффициентов участия экспертов вычисляется по формуле

$$P = \sum_{t=1}^m k_t R^t.$$

3. ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОЦЕССА ГРУППОВОГО ВЫБОРА

Основные этапы коллективного принятия решений, а также их взаимосвязь, отражены на схеме, представленной на рис. 1.

На этапе ввода исходных данных и их обработки системой формируются множество альтернатив и множество экспертов. Их количество ограничивается только оперативной памятью. Список экспертов заполняется последовательным добавлением в систему. Данные отображаются в панели экспертов: идентификационная информация, коэффициент участия эксперта. Затем система запрашивает информацию об индивидуальных предпочтениях экспертов: попарное сравнение альтернатив, ранжирование альтернатив, численные оценки. По результатам опросов строятся матрицы индивидуальных предпочтений экспертов.

На основе предпочтений экспертов строится отношение предпочтения, из которого, согласно описанному ранее алгоритму, удаляются все дуги, принадлежащие каким-либо противоречивым контурам и имеющие наименьший вес до тех пор, пока отношение не станет непротиворечивым.

Система интерактивная — в случае получения неудовлетворительного результата предусмотрена возможность возвращения на любой предыдущий этап работы (см. рис. 1). Программы реализованы на языке Java. Это позволяет выполнять приложения на любом устройстве, поддерживающем виртуальную машину (даже на КПК или мобильным телефоном).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена интеллектуальная система группового принятия решений. В основе работы системы — оригинальные алгоритмы группового выбора, основанные на построении нагруженного мажоритарного графа. Агрегированное отношение предпочтения не содержит противоречий, что позволяет провести непустой, однозначный выбор наилучших альтернатив.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миркин Г.Н. Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974.

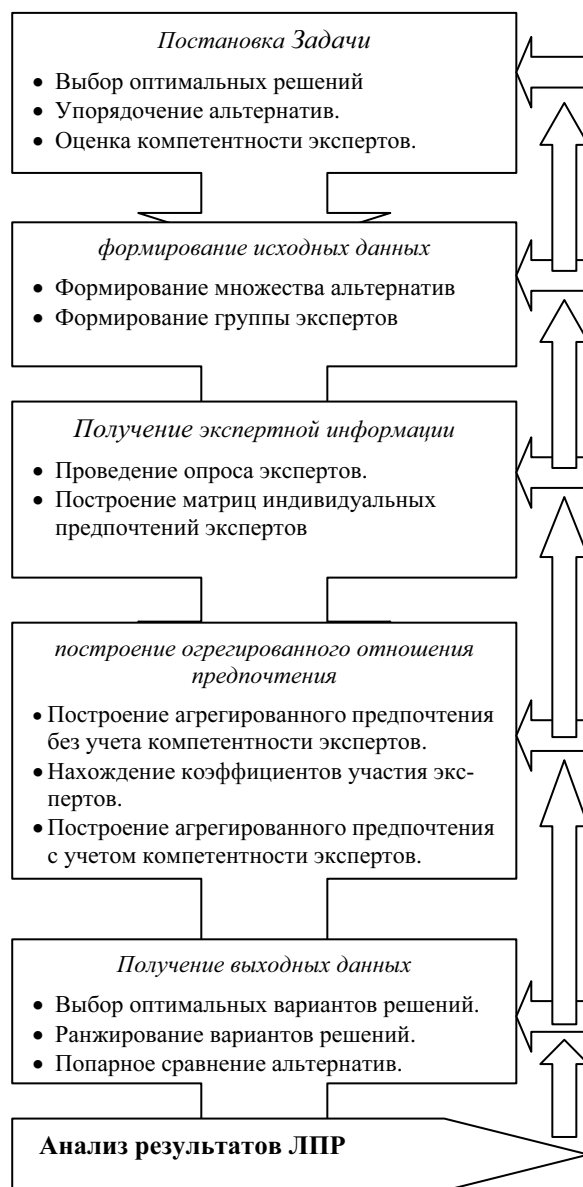


Рис. 1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Общественный прогресс, при высоких темпах развития науки и техники предъявляет новые требования к системе образования, подготовки и воспитания специалистов широкого профиля с углубленными знаниями. Один из путей удовлетворения этих требований — обеспечить процесс обучения на реально существующих программах, на реальных примерах, реальных данных.

После окончания учебы молодой специалист при поиске работы изучает предлагаемые вакансии и часто приходит к неутешительному выводу о том, что знания и умения, полученные им в течение 5—6 лет обучения, не являются востребованными, а то, что требуется повсеместно, необходимо либо изучать самостоятельно, либо посещать специализированные курсы.

ВВЕДЕНИЕ

Преддипломная практика и дипломное проектирование являются завершающим важным моментом в процессе обучения. В ходе дипломного проектирования студенты должны продемонстрировать умения использовать весь арсенал знаний, полученных за время обучения в учебном заведении, и подтвердить свое право на присвоение квалификации в соответствии с выбранной специальностью.

Результат дипломной работы зависит от многих факторов, но, в первую очередь, от знаний и навыков полученных в течение всего процесса обучения. На рынке труда востребован только грамотный специалист.

Наиболее распространенной и используемой на предприятии любой формы собственности на данный момент является автоматизированная информационная система (АИС) «1С».

Достоинством данной системы, на наш взгляд, является конфигуратор, который обеспечивает:

- создание новых информационных систем;
- настройку системы на различные виды учета;
- реализацию любой методологии учета;
- организацию любых справочников и документов произвольной формы;
- настройку внешнего вида форм ввода информации;
- настройку поведения и алгоритмов работы системы в различных ситуациях с помощью встроенного предметно-ориентированного языка;
- широкие оформительские возможности создания печатных форм документов и отчетов с использованием различных шрифтов, рамок, цветов, рисунков;
- возможность наглядного представления информации в виде диаграмм;

– быстрое изменение конфигурации с помощью «конструкторов».

Разработки «1С» выпускают специальную версию для студентов «Версия для обучения программированию». В ней можно разработать учебную автоматизированную информационную систему и для малого предприятия и для крупного производственного холдинга.

1. ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ АИС

С каждым годом становится все больше и больше студентов использующих в дипломном проектировании систему «1С». Работе в «1С» обучаются студенты кафедры экономики, менеджмента, системного анализа и управления, юриспруденции. Специальные блоки курсов разработаны для юристов, психологов, социальных работников. В процессе обучения в Университете «Дубна» студенты изучают автоматизированные информационные системы по программе курсов: «Автоматизированные системы обработки экономической информации» (АСОЭИ); «Информационные технологии управления финансовой деятельностью предприятия» (ИТУФДП); «Информационные системы в экономике» (ИСЭ); «Автоматизированные информационные технологии» (АИТ); «Информационные технологии бухгалтерского учета анализа и аудита (ИТБУА). Программа обучения по этим курсам построена на использовании «1С». Студенты сначала изучают эту программу как пользователи, а затем конфигурирование и элементы программирования по методикам, разработанным фирмой «1С».

Университет «Дубна» перешел на двухуровневую систему образования, готовит бакалавров и магистров.

Бакалавры готовятся по направлению «Информатика и вычислительная техника»; магистры по направлению «Системный анализ и управление» по программам «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических системах», «Системный анализ проектно-технологических решений», «Системный анализ и управление в больших системах», «Системный анализ данных и моделей принятия решений».

2. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ РАБОТ

С темами дипломных проектов проблем нет. В Особой экономической зоне «Дубна» зарегистрировано 83 организации, и все они используют в своих управленческих расчетах программу «1С». В Дубне очень востребованы IT специалисты со знанием

«1С», особенно свободно программирующие в «1С:УПП».

Темы дипломных проектов — самые разнообразные по темам-направлениям и блокам-размерам разработанных автоматизированных информационных систем. Критериями качества их выполнения являются не только отличные оценки на защитах, но и регистрация программ в Роспатенте РФ, акты о приемке в промышленную эксплуатацию от организаций, востребованность всех специалистов со знанием «1С». Темы дипломных работ, основанных на платформе «1С»: аттестация рабочих мест по условиям труда для отдела техники безопасности Объединенного института ядерных исследований, автоматизация детского сада-интерната для слабовидящих детей г. Конаково, автоматизированная система для ЖКУ, информационная система для малого предприятия, автоматизированная система для компьютерного салона, автоматизированная информационная система для специализированного фитнес-центра и т.д.

Дипломные работы строятся по следующей схеме. **Целью дипломной** работы является разработка и внедрение автоматизированной информационной системы на основе платформы «1С». **Исходные данные** к дипломному проекту: требования заказчика к будущей автоматизированной информационной системе; организационная структура предприятия; литературные источники; Internet источники; документация по системе «1С»; лицензионная автоматизированная информационная система «1С»; виды документов, существующие на предприятии. **Ожидаемый результат проекта:** техническое задание на разработку системы; автоматизированная информационная система для предприятия. **Априорные модельные представления** дипломной работы: автоматизированная система должна предоставить возможность получения оперативной информации о функционировании предприятия; интерфейс должен быть простым и удобным, а так же должен давать возможность занесения различной информации в интегрируемую систему, но в то же время должен препятствовать выполнению каких-либо лишних действий, приводящих к ошибкам; информационная система должна повысить эффективность работы предприятия; система должна автоматизировать рутинную, трудоемкую работу. **Критериями оценки результата** являются разработанные и внедренные модули программы, кото-

рые должны позволить: уменьшить время, затрачиваемое на поиск необходимой информации, тем самым, увеличивать эффективность работы персонала; увеличить производительность труда;

Слабым местом всех дипломных работ у магистров является новизна и актуальность диссертационного исследования. Магистры проводят системный анализ предприятий, предлагают реструктуризацию или реинжиниринг предприятий и только после этого этапа согласовывается техническое задание и начинается процесс реализации. В дипломных проектах проводится оценка затрат на автоматизацию. Проводится оценка экономической выгоды, получаемой предприятием от внедрения автоматизированных информационных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для повышения конкурентоспособности выпускников необходимо обеспечить сертифицированное обучение студентов работе с программными продуктами фирмы «1С» и по окончании обучения программам проверить знания по тестам, представленными фирмой «1С». Для этого преподаватели сами постоянно обучаются на курсах, обучают студентов на материалах, предоставляемых разработчиками, и на их основе создают свои методические материалы. Востребованные работодателями сертифицированные специалисты «1С» имеют преимущество при приеме на работу.

Появление новых программных продуктов фирмы «1С» порождает спрос на сертифицированных специалистов, имеющих навыки их внедрения, сопровождения, использования. Каждый новый программный продукт требует новых знаний и навыков, необходимых для работы с ним.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Самойлов В.Н., Тюпикова Т.В.** Разработка методологических средств анализа технологических, экономических и юридических процессов: учебное пособие. — Дубна: Из-во ОИЯИ, 2011
2. **Самойлов В.Н., Тюпикова Т.В.** Автоматизированные информационные системы в управлении финансовой деятельностью предприятия. — Дубна: Изд-во ОИЯИ, 2002
3. **Самойлов В.Н., Тюпикова Т.В.** Информационные технологии бухгалтерского учета анализа и аудита. — Дубна: Изд-во ОИЯИ, 2006
4. **Самойлов В.Н., Тюпикова Т.В.** Информационные системы в экономике. — Дубна: Из-во ОИЯИ, 2004.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ

АННОТАЦИЯ

Формулируются требования к информационному и программному обеспечению обучения в области современных информационных технологий для студентов направления «Управление в технических системах».

Внедрение информационных технологий в учебный процесс должно производиться с учетом положений образовательного стандарта и пожеланий потенциальных работодателей по выбранному направлению подготовки.

Рассматриваются существующие и планируемые к использованию информационные ресурсы и программные средства, предназначенные для формирования требуемого уровня квалификации студентов в области современных информационных технологий.

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка специалистов в области автоматизации и управления должна происходить с активным использованием современных информационных технологий во всех видах занятий. Это общее требование определяется не только желанием обеспечить современный уровень учебного процесса, но и тем, что знание этих технологий является неотъемлемой частью формируемой квалификации специалистов в указанной области.

При изучении информационных технологий большое значение приобретает содержательная сторона задач, решаемых с помощью таких технологий. Эти задачи должны быть адекватны предметной области подготовки специалистов и быть, в какой-то степени, типичными для этой области. Поэтому большое значение приобретает обоснованный выбор для использования в учебном процессе не только программных средств, но и информационного базиса, на котором будет происходить обучение работе с программами.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННЫМ И ПРОГРАММНЫМ СРЕДСТВАМ

Вся совокупность информационных и программных средств (ИПС), используемых в учебном процессе подготовки специалистов в области автоматизации и управления, условно подразделяется на три класса:

- 1) используемые в дисциплинах, направленных на изучение современных информационных технологий;
- 2) используемые в дисциплинах, направленных на разработку и исследование объектов управления и автоматизированных систем различного назначения;
- 3) используемые во всех остальных дисциплинах учебного плана.

К ИПС, отбираемым для использования в учебном процессе, предъявляется ряд требований, среди которых особенно важны следующие:

- соответствие современному уровню и перспективам развития информационных технологий, применяемых в предметной области направления обучения;
- обеспечение поддержки современных методик проектирования, разработки и исследований в этой предметной области;
- наличие лицензий для проприетарного программного обеспечения или использование свободного программного обеспечения;
- максимально возможное перекрытие первых двух классов ИПС;
- использование в процессе изучения информационных технологий данных и моделей из предметной области автоматизации и управления;
- поддержка современных методик обучения, основанных на информационных технологиях.

2. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Программные средства можно разделить на три категории:

- 1) средства поддержки разработки автоматизированных систем различного назначения;
- 2) средства поддержки решения задач исследования, моделирования и проектирования объектов и систем управления;
- 3) средства поддержки процесса современных методик обучения.

Кроме того, эти же средства можно разделить на приобретаемые и самостоятельно разрабатываемые сотрудниками и студентами выпускающей кафедры по направлению подготовки. В первой категории программных средств основной упор сделан на среды разработки, поддерживающие стратегии XP, объектно-, компонентно-, сервис-ориентированные стратегии разработки. К ним в настоящее время относятся такие проприетарные среды, как Embarcadero RAD Studio, MS Visual Studio, NI LabView. К перспективным следует отнести средства, предлагаемые на основе модели SaaS (Software as a Service). Приобретение студентами навыков работы с программами этой категории основано на следующих важных принципах:

- обеспечение непрерывности работы с информационными технологиями в течение всего срока обучения;
- постепенное повышение сложности изучаемых средств и технологий;

- закрепление полученных навыков решением практических задач.

Во второй категории в качестве основной используется система MATLAB для инженерных расчетов с проблемно-ориентированным программным средством для моделирования объектов и систем Simulink. Здесь также используется ряд проблемно-ориентированных программных средств, разработанных на кафедре для анализа данных, исследования и моделирования сложных объектов и систем.

В третьей категории используются программные средства учебного назначения, разработанные на кафедре для поддержки изучения дисциплин учебного плана кафедры, например, таких, как «Информатика» [1], «Информационные технологии», «Методы анализа данных», «Системы поддержки принятия решений», «Системы управления базами данных»[2], «Автоматизированные информационно-управляющие системы». При выполнении этих разработок нашли применение компоненты программных систем, созданных в рамках научно-исследовательских работ, проводившихся с участием сотрудников кафедры. Для включения в учебный процесс потребовалось доработать или переработать эти компоненты для обеспечения их соответствия требованиям учебного процесса.

3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

При выполнении лабораторных работ, расчетных заданий, курсового проектирования используются совокупности данных, представленные в форматах XLS, DBF, MDB, TXT. Источником этих данных послужили реальные разработки, выполнявшиеся сотрудниками кафедры по хозяйственным договорам, проектам федеральных и ведомственных целевых программ, а также в рамках фундаментальных научно-исследовательских работ. За счет этого задачи, используемые в учебном процессе, получают «физическое» содержание и обучение происходит в условиях, близких к решению практических задач.

Помимо фиксированных совокупностей данных, в учебном процессе используются также данные, получаемые на имитационных моделях объектов управления, состояние которых определяется мно-

жеством контролируемых факторов. Эти модели используются при изучении методов проведения исследований сложных объектов, методов их моделирования, разработки программного обеспечения автоматизированных систем. Большим достоинством таких моделей является априорное знание истинной структуры и параметров объекта, что позволяет объективно оценивать качество получаемых результатов решения поставленных задач. Кроме того, используемые имитационные модели воспроизводят некоторые типовые объекты управления, и получаемые на них данные также имеют «физическую» интерпретацию.

Применяемые в учебном процессе информационные средства направлены на повышение заинтересованности обучающихся в получении знаний и навыков по изучаемым дисциплинам. Это достигается за счет приближения задач, решаемых в процессе обучения, к практическим задачам, с которыми выпускники кафедры могут столкнуться на своих будущих рабочих местах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При реализации учебного процесса подготовки студентов, обучающихся по направлению «Управление в технических системах», большое значение приобретает изучение современных информационных технологий как средств исследования, проектирования и разработки автоматизированных и автоматических систем. В связи с этим большое значение приобретает использование программных, информационных и методических средств, связанных с реальными исследовательскими работами и разработками в предметной области автоматизации и управления. Это позволит студентам быстрее включаться в работу в коллективах, проводящих практические разработки в данной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Виноградова Н.А., Полотнов М.М., Фомин Г.А.** Методическое пособие к лабораторным работам по курсу «Информатика». М.: Издательство МЭИ, 1998.
2. **Полотнов М.М., Фомин Г.А.** Проектирование информационных систем: Лабораторные работы. Методическое пособие по курсу «Информационное обеспечение систем управления». М.: Издательство МЭИ, 2003.

УЧЕБНЫЙ КУРС ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ 3D-КОМПЬЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ

АННОТАЦИЯ

Анализируются причины, по которым компьютерные 3D-методы геометрического моделирования, основанные на возможностях современных графических редакторов, не находят достойного применения в учебном процессе кафедр графики. В качестве сдерживающего фактора рассматривается курс начертательной геометрии, инерция мышления и недостаток квалификации преподавательских кадров в этой области.

ВВЕДЕНИЕ

Активное развитие компьютерных технологий привело к тому, что на большинстве кафедр графики стали преподавать компьютерные методы построения чертежа. Однако обычно преподают традиционные 2D-методы, повторяющие ручную графику. Современные, эффективные и развиваемые во всем мире 3D-методы проектирования и построения чертежа еще не нашли достойного отражения в учебном процессе.

Основная сдерживающая причина тому — инерция мышления и, в частности, курс начертательной геометрии (НГ), являющийся теоретической основой 2D-построения чертежа и обязательной учебной дисциплиной кафедр графики.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ 3D-МЕТОДОВ

Под 3D-геометрическим моделированием в инженерной сфере деятельности понимают решение и исследование задач на основе прямых операций с реалистичной 3D-моделью, без применения характерных для начертательной геометрии проекционных преобразований. Возможность такого подхода определяется современными компьютерными графическими редакторами, позволяющими создавать виртуальные реалистичные 3D-модели деталей, узлов, зданий и выполнять над ними операции редактирования, снятия метрических характеристик, автоматического построения чертежа.

3D-моделирование находит все большее применение в проектно-конструкторских работах, повышая их эффективность и заменяя традиционные 2D-методы. Появились ГОСТы на электронные изделия, согласно которым построение чертежа уже не является обязательным. Известны программные продукты, которые по 3D-модели создают управляющие программы для станков с ЧПУ.

Одним из сдерживающих факторов развития 3D в инженерной сфере является практическое отсутствие теоретической основы их применения к задачам инженерной графики. Подобно методам НГ, составляющей теоретическую основу проекционного 2D-моделирования, необходима база методов и

алгоритмов для инженерного компьютерного 3D-моделирования, то есть новый учебный курс.

Сегодня исчезла исторически обусловленная необходимость проецировать объект на плоскость для исследования и проектирования его пространственной формы. Трудно найти инженерную задачу, которая для своего решения требовала бы применения методов 2D как единственно возможных. Поскольку нам свойственно 3D-мышление, то обращение к 3D является естественным возвратом «на круги своя».

2. КОНСЕРВАТИЗМ И «ТЕМНЫЕ СИЛЫ»

Автор в течение многих лет [1] «на свой страх и риск» дополняет курс начертательной геометрии методами, составляющими теоретическую основу 3D-геометрического моделирования. Накопленный опыт позволяет утверждать: никто из владеющих этими 3D-методами не будет применять 2D-методы начертательной геометрии в задачах теоретического плана и в практических задачах при проектировании машиностроительных узлов или строительных объектов.

Как всегда, новое с трудом пробивает себе дорогу. Вспомним дискуссию по статье А.П. Тунакова, в которой он, имея ввиду начертательную геометрию, утверждает «Зачем преподавать студентам умирающие дисциплины». Сколько негатива вылилось на А.П. Тунакова. А ведь прошедшие четыре года показали правоту А.П. Тунакова во всем. И в том, что это умирающая наука, и в том, что от нее сегодня нужно оставить лишь разделы, связанные с проецированием, и в том, что аналитическая геометрия окончательно победила начертательную¹. Актуальна его фраза о том, что «пересмотром программы преподавания графических дисциплин должны заниматься в первую очередь потребители, то есть представители выпускающих кафедр и передовых предприятий промышленности». Разве это не основное положение ФГОС-3, хотя не всегда («а судьбы кто») это нас, кафедры графики, радует. Но рынок диктует свое.

Победа аналитической геометрии понимается в том смысле, что все программное обеспечение компьютеров написано на аналитике. Графические алгоритмы являются тем интерфейсом, посредством которого мы управляем программным обеспечением. Напрямую в нашей сфере аналитические методы решения задач геометрического моделирования вряд ли имеют преимущество перед графическими.

¹ Прочтите эту статью, набрав имя ее автора в поисковике.

Хотя попадают студенты, которые «лихо» решают наши задачи в пакете MatCAD.

Остановлюсь на двух положениях сторонников НГ и противников новых направлений. Главное из них — начертательная геометрия развивает пространственное мышление. Ответ А.П. Тунакова по этому положению найдете в его статье. Выскажу свое мнение.

Конечно, если работать с проекциями и держать в голове пространственный образ, то пространственное мышление активно развивается. Но сейчас это все одно, что «играть в шахматы» — полезно для ума, кому-то доставляет удовольствие, но полезно ли для дела? Ведь есть и иные, не менее совершенные, но более актуальные и практически полезные методы развития пространственного мышления. Если работаешь в 3D-пространстве, то все наглядно и понятно. В этом большой плюс 3D — не надо шифровать и расшифровывать образ по его проекционным изображениям, не требуется применение весьма непростых, особенно для начинающих, методов НГ, а можно сосредоточиться на существенной стороне задачи. Однако это не означает, что пространственное мышление при 3D-моделировании развивается в меньшей мере. Нужно правильно ставить задачи перед студентами, «поднимать планку». Здесь огромное поле методической деятельности.

Не все оппоненты это понимают. Многие, как водится, осуждают, не зная объекта критики, не умея работать на компьютере, возможно, от беспокойства за свое профессиональное будущее. Но гораздо больший вред приносят «темные силы», те, кто, все понимая, сознательно противодействуют. Так, один из оппонентов предлагает запретить студентам включать команды построения линий пересечения, которые есть во всех графических пакетах САПР. Это, чтобы не вводить студентов в соблазн легкого решения и заставить их применять традиционные методы НГ для решения позиционных задач. Известно, что подобное «не пущать» является признаком слабости позиции. Нужно не запрещать строить линии пересечения в автоматическом режиме, а, повторюсь, поднимать планку в заданиях на решения позиционных задач. Например, вместо традиционного задания по НГ, в котором студент 2—3 недели строит на бумаге единственную линию пересечения, поставить задачу по исследованию возможных вариантов пересечения заданных геометрических тел, включая изумительные по красоте и логике построения частные случаи пересечения.

Вспоминаю доклад многоуважаемого С.А. Фролова на одной из конференций «Кограф» в Нижнем Новгороде в 1995 г. Он, автор известного всем нам учебника по начертательной геометрии, уже тогда сказал, что начертательная геометрия для саморазвития наработала много способов, но пришло время переходить к более современным методам.

3. 3D-РЕАЛИСТИЧНЫЕ МОДЕЛИ ИЛИ ЭЛЕКТРОННЫЕ МАКЕТЫ

Еще одно положение противников нового в том, что компьютерные технологии сводятся к нажатию кнопок, что компьютер лишь инструмент, на кото-

ром «техник или начинающий инженер...составляет электронный макет изделия», а настоящему инженеру нужно давать классическое образование, которое, в нашей сфере заключается в знании глубин начертательной и проективной геометрии.

В связи с этим, каждый работает на своем уровне. Один, действительно, бездумно нажимает кнопки, реализуя поставленную ему несложную задачу. Другой использует компьютер как современный эффективный инструмент для геометрического моделирования и творческого решения.

В целом, предложенный «темными силами» термин «электронные макеты» призван принизить роль 3D-моделирования и свести его к подготовке иллюстративного материала к лекциям. Трудно предположить, что эти силы не знают широких возможностей 3D-моделей. Им важно, беспокоясь за свое будущее, опорочить идею нового, тормозить, разрушать, а не создавать.

В качестве ответного хода отмечу, что исторически основой НГ явились «конструктивные задачи», допускающие применения в качестве инструмента лишь циркуля и линейки. Сегодня сложно к этому относиться всерьез, когда есть современный инструмент — компьютер с графическим редактором. И это не просто замена циркуля и линейки на их электронный вариант, а новое качество инструмента, например, возможность построения непрерывных линий, линий пересечения, автоматизация построения модели, автоматизация построения чертежа и многое другое, заложенное в программное обеспечение этого инструмента. Не замечать и отрицать это просто нелепо.

4. КЛАССИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ФГОС-3

Среди противников нового раздается: оставим на первом курсе студентов в покое и не будем им давать компьютерное 3D-моделирование, а сохраним НГ как форму классического образования.

Причина здесь кроется не в слабости студентов, а в нежелании преподавателей по разным причинам, в том числе и социальным, отказаться от заученных 20...30 лет назад азбучных основ НГ на уровне 18 лекционных часов.

Студенты, напротив, гораздо легче воспринимают 3D-курс, чем НГ. Школьной подготовки по информатике вполне достаточно, чтобы за 1—2 занятия освоить минимальный интерфейс графического редактора и начать решать задачи на компьютере, постепенно по мере усложнения задач, повышая знание, и 3D, и редактора. Играет роль привлекательность компьютера. Цвет, динамика, созданные своими руками компьютерные модели, точность решения, освоение современных программных продуктов — против мела и доски, карандаша и бумаги, больших погрешностей решения из-за плохо заточенного карандаша или «кривой» линейки. К тому же сейчас найти хороший карандаш сложнее чем компьютер с AutoCAD'ом.

О классическом образовании. Кто же против. Но мы находимся в рамках выделенных часов. Согласно ФГОС-3 необходимо в соответствии с требованиями заказчиков давать современные, востребо-

ванные рынком труда знания. Сегодня середняк, владеющий компьютерными технологиями, работодателями ценится выше, чем умница, знающая лишь математику и НГ.

О проективной геометрии. Великая наука, которой 500 лет, связанная с именами гениев. Однако она сложна для восприятия инженерным мышлением и не востребована в инженерной практике. Не слышал, чтобы ее преподавали на кафедрах графики технических вузов. Преподают на мехматах гуманитарных и педагогических университетов, преподавали нам на ФПК. (Вспоминаю грустный взгляд уважаемого Г.С. Иванова, который нам читал проективную геометрию на ФПК в МАИ и видел, что из нас его мало кто понимает, хотя мы старались.)

По мнению автора, который преподает НГ в полном объеме многие годы, с 1971 года активно занимается программированием, освоил AutoCAD с 1991, когда он вместе с персональными компьютерами только пришел в Россию, то есть знает оба объекта обсуждения, сегодня нужно учить лишь основам НГ: «поскольку экран компьютера — это плоскость, начертательная геометрия вечна», — а многочисленные методы НГ решения позиционных и метрических задач необходимо переместить в базу знаний. Это закономерность и неизбежный этап развития любой науки.

Но здесь продолжают довлеть ФГОС'ы, в которых вновь «механически» прописали преподавать НГ. И опять возникнут проблемы легального обучения тому, что востребовано временем. Молодежь, если она изредка появляется на кафедре, быстро понимает «что к чему». А вот перед коллегами, заведующими и проверяющими, опять придется оправдываться и убеждать в своей правоте.

5. ЕЕ ВЕЛИЧЕСТВО ГЕОМЕТРИЯ И НГ

При решении любой задачи геометрического моделирования во главе всего стоит «ее величество» геометрия. На основе геометрических закономерностей определяется возможность, количество и схема решения. Далее формируется алгоритм решения в зависимости от квалификации и возможностей исследователя. Возможны три варианта. Первый — можно решать методами начертательной (или проективной) геометрии. Они близки нам, но, как правило, дают ограниченные частные случаи решения. Во-вторых, можно применить аналитические методы. Считается, что это наиболее совершенный метод исследования, приводящий к доказательным заключениям. Однако экспериментаторы знают, что получить аналитическое решение реальной инженерной, в том числе геометрической, задачи, как правило, невозможно. Уравнения в явном виде «почему-то» не решаются, а если и получено решение, то для его понимания необходимо строить графики. Так почему их не строить, минуя аналитические решения, методами приближенных построений, задав необходимую точность вычислений.

И в третьих, можно применить современные методы компьютерного 3D-геометрического моделирования, которые, особенно в сочетании с программированием, позволяют полно, многовариантно,

наглядно и точно не только получить решение, но и выполнить исследование геометрической модели.

Отмечу еще одну важную проблему, обозначенную в работе [2]. Есть опасность, что ввиду неактуальности НГ, которую выпускающие кафедры, обладающие властью, пусть интуитивно, но осознают, «в ближайшее время инновационные вузы будут просто закрывать кафедры инженерной графики или сливать их в кафедры конструкторской подготовки».

6. ПЕРСПЕКТИВЫ

Настоящий период времени характерен тем, что уже многие из преподавателей понимают необходимость перемен в отношении НГ. Практически исчезли публикации по «чистой» НГ. Большинство коллег работают лишь над повышением наглядности курса НГ, формами контроля на основе компьютерных возможностей, а не над существенной стороной перемен. Мало кто занимается геометрическим моделированием, составляющим основу нашей работы. Много сил отвлекают проблемы «компетенций и кредитов» — это необходимая и благодатная педагогическая стезя, но, к сожалению, не приносящая пользы по существу рассматриваемой проблемы.

Нет координации действий со стороны научно-методического совета (НМС). Что должен содержать новый курс? Каждый варится «в собственном соку». У каждого своя инструментальная база: AutoCAD, Компас, SolidWorks..., своё видение нового. Активизируется кадровая проблема кафедр.

В новых ФГОС-3 есть перемены, главная из которых — преподавание компьютерных технологий — введено в основные часы, выделяемые на инженерную графику. Тем самым снята рекомендация НМС: преподавать компьютерные технологии только в рамках дополнительных часов. Эта рекомендация в свое время принесла много вреда, поскольку была оправданием в бездействии для «темных сил». Сейчас преподавать современные методы компьютерного черчения на кафедрах графики стало обязательным.

Однако в отношении НГ в новых ФГОС всё осталось без перемен. По-прежнему, она рассматривается как единственная теоретическая дисциплина наших кафедр. Видимо, тем, кто формирует ФГОС, наши проблемы не известны. Да и это не просто инерция. Ведь альтернатива еще не сформулирована и официально не сформирована.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ НОВОГО КУРСА

Как автор видит новый теоретический курс. Подробно это изложено в [1]. Концептуально — за основу можно взять структуру учебного курса НГ. По каждому разделу курса показать новые подходы к его раскрытию на основе прямого оперирования в пространстве, без проекционных преобразований. Экскурсы в НГ, конечно, возможны и неизбежны. Но, все-таки, отказ от детального изложения методов НГ дает большие резервы времени для более

глубокого изучения геометрических закономерностей, выхода на технологические приложения.

Объем курса типовой: 18 лекционных и 36 часов практических занятий. Структура нового курса, которая еще проходит апробацию, состоит из трех модулей.

Модуль 1. Точка, прямая и плоскость в 3D-пространстве. Комплексные задачи. Три лекции и 6 практических занятий. На практике заканчивается автоматизированным коллоквиумом.

Модуль 2. 3D-модели геометрических тел и операции над ними. Пересечение тел и исследование линии пересечения. 3D-модели кинематических поверхностей (однополостный гиперболоид, гиперболы параболоид, торс). Автоматизация построения чертежа. Четыре лекции и пять практических занятий. Заканчивается еще одним автоматизированным коллоквиумом.

Модуль 3. Построение проекционного чертежа. Решение типовых задач на построение линий пересечения. Две лекции и 6—7 практических занятий.

Таким образом, первоначально и достаточно глубоко даются основы 3D. Затем, на этой основе, в соответствии с требованиями ФГОС, даются элементы НГ на примере позиционных задач.

Предусмотрены качественно новые контрольно-графические задания (КГЗ), в которых совместно рассматриваются применение 3D- и 2D-методов. Так, КГЗ «Позиционные задачи» предусматривает 5...7 индивидуальных задач, для которых необходимо построить 3D-модель, автоматизированный чертеж и «вручную» проекционный чертеж. (Вот уж где студенты оценивают преимущество современных 3D-технологий над НГ.)

Примеры других КГЗ [1]. «Исследование линии пересечения поверхностей второго порядка»; «Расчет продолжительности инсоляции»; «Построение и исследование кинематических поверхностей».

Автоматизированный коллоквиум — это разработанная автором форма контроля, в которой компьютер автоматически проверяет решение задачи, а не правильность выбора студентом ответа из 4—5 предложенных. Условия задачи генерируются вероятностным образом, то есть не повторяются. Это

современная форма контроля и дистанционного обучения.

Лекции проходят в мультимедийном классе в режиме прямого моделирования в AutoCAD'e. Практика — в компьютерных классах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Весьма актуальной является разработка и внедрение нового теоретического курса, который должен отражать современные тенденции развития в направлении 3D-компьютерного геометрического моделирования.

Создание нового курса предусматривает большой объем новой интересной научно-методической и диссертационной работы. Напомним, что НГ исполнилось 200 лет, а для 3D все только начинается.

По-видимому, НГ скоро «сама уйдет», поскольку молодежь, хоть изредка, но приходящая на кафедру графики, понимает ее ограниченные возможности в сравнении с современными 3D-компьютерными технологиями. То есть нужно подожать смены поколений на кафедрах.

Однако нельзя согласиться с таким ходом событий, и уже сегодня нужна постепенная работа по переходу на новую теоретическую основу в нашем деле.

Иначе можно остаться невостребованными, т.е. «один на один» с нашей любимой начертательной геометрией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хейфец А.Л. Концепции нового учебного курса «Теоретические основы 3D-компьютерного геометрического моделирования» / А.Л. Хейфец // Проблемы геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и производстве. 24—26 июня 2008: Сборник материалов 1-й Международной научной конференции. — Москва 2008. М.: МГИУ, 2008. — С. 373—377.

2. Рукавишников В.А. Начертательная геометрия: от расцвета до заката / В.А. Рукавишников, В.В. Антонов // Проблемы геометрического компьютерного моделирования в подготовке конструкторов для инновационного производства: Сборник материалов Поволжской научно-методической конференции, посвященной 80-летию СГТУ. — Саратов, СГТУ, 2010. — С. 137—143.

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПЛАТФОРМЫ MICROSOFT .NET И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Представлен обзор криптографических средств платформы Microsoft .Net, предназначенных для обеспечения конфиденциальности, подлинности и целостности информации. Рассматриваются направления развития этих средств для выполнения требований российских стандартов и их использовании при подготовке специалистов для промышленных предприятий.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с постоянным развитием информационных технологий весьма актуальной продолжает оставаться проблема обеспечения информационной безопасности промышленных предприятий. Основными видами нарушений защищенности информации в их компьютерных системах:

- неправомерный доступ к конфиденциальной информации (коммерческой тайне предприятия, персональным данным его сотрудников и клиентов и т.п.);
- несанкционированное изменение, подмена, уничтожение важной информации;
- блокирование доступа к информации;
- внедрение в компьютерные сети предприятия вредоносного программного обеспечения.

От первых двух угроз одним из наиболее эффективных средств защиты являются криптографические средства, поэтому получение компетенций в этой области должно стать одной из задач инженерного образования.

1. ОБЗОР КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СРЕДСТВ MICROSOFT .NET

Microsoft .NET Framework представляет собой управляемую среду для разработки и исполнения приложений. Среда контролирует все аспекты выполнения программы: выделяет память, отвечает за освобождение или повторное использование ресурсов, а также разрешает или запрещает программе выполнять те или иные действия. Состоит из двух основных компонентов: библиотеки классов .NET Framework (FCL, framework class library) и общеязыковой среды выполнения (CLR, common language runtime).

Библиотека классов .NET Framework содержит огромный набор классов. Типы из библиотеки являются полностью объектно-ориентированными и обеспечивают интеграцию приложений, написанных на различных языках программирования для .NET Framework.

Библиотека FCL организована в виде пространств имен и содержит достаточно большое чис-

ло классов, созданных для криптографической защиты данных и содержащихся в пространстве имен System.Security.Cryptography [2, 3].

Криптографические классы библиотеки FCL имеют иерархическую структуру с тремя уровнями абстракции. Первые два уровня являются абстрактными (например, AsymmetricAlgorithm или HashAlgorithm, RSA или SHA1). Классы, реализующие криптографические алгоритмы, находятся на третьем уровне.

Например, класс RSACryptoServiceProvider, обеспечивает связь с криптопровайдером (установленной в операционной системе Microsoft Windows криптографическом программном или программно-аппаратном модуле) для выполнения им криптографических операций в неуправляемом коде (вне контроля среды Microsoft .NET). Класс RSACryptoServiceProvider является наследником класса RSA, который, в свою очередь, наследует свойства и методы от абстрактного класса AsymmetricAlgorithm.

Класс SHA1Managed, полностью реализован на управляемом коде и наследует свойства и методы класса SHA1, который, в свою очередь, является наследником класса HashAlgorithm.

Криптографические классы библиотеки FCL предоставляют широкие возможности по работе с криптографическими алгоритмами, позволяя обеспечить совместимость интерфейсов различных реализаций одного и того же криптографического алгоритма.

При создании новой реализации алгоритма RSA потребуются создать новый класс третьего уровня, наследуемый от класса RSA (например, с именем RSAMyImplementation). Данный новый класс должен реализовывать все абстрактные методы класса RSA, благодаря чему будет иметь интерфейс, аналогичный интерфейсу класса RSACryptoServiceProvider.

Версия Microsoft .NET Framework 4 содержит классы для реализации следующих алгоритмов симметричного шифрования, используемых для обеспечения конфиденциальности информации [1]:

- федерального стандарта США AES (абстрактный класс Aes и его наследники AesCryptoServiceProvider и AesManaged);
- классического алгоритма DES (базовый класс DES и его наследник DESCryptoServiceProvider);
- RC2 (базовый класс RC2 и его наследник RC2CryptoServiceProvider);
- Rijndael (базовый класс Rijndael и его наследник RijndaelManaged);

- TripleDES (базовый класс TripleDES и его наследник TripleDESCryptoServiceProvider).

В библиотеке FCL имеются также реализации для алгоритмов асимметричного шифрования, используемых для обмена ключами симметричного шифрования, а также для вычисления и проверки электронной цифровой подписи:

- алгоритма Эль-Гамала DSA (абстрактный базовый класс DSA и его наследник DSACryptoServiceProvider);
- алгоритма Диффи-Хеллмана на эллиптических кривых ECDH (базовый класс ECDiffieHellman и его наследник ECDiffieHellmanCng);
- алгоритма DSA на эллиптических кривых (абстрактный базовый класс ECDSA и его наследник ECDSA_Cng);
- алгоритма RSA (базовый класс RSA и его наследник RSACryptoServiceProvider).

В состав библиотеки FCL входят также классы для реализации следующих функций хеширования, используемых совместно с асимметричными криптоалгоритмами в механизме электронной цифровой подписи, а также при контроле целостности информации:

- MD5 (абстрактный базовый класс MD5 и его наследники MD5Cng и MD5CryptoServiceProvider);
- RIPEMD (базовый класс RIPEMD160 и его наследник RIPEMD160Managed);
- SHA1 (базовый класс SHA1 и его наследники SHA1Cng, SHA1Managed и SHA1CryptoServiceProvider);
- SHA256 (классы SHA256, SHA256Cng, SHA256Managed и SHA256CryptoServiceProvider);
- SHA384 (классы SHA384, SHA384Cng, SHA384Managed и SHA384CryptoServiceProvider);
- SHA512 (классы SHA512, SHA512Cng, SHA512Managed и SHA512CryptoServiceProvider).

Для обмена секретными ключами симметричного шифрования, с помощью которых обеспечивается защита конфиденциальных данных, в библиотеке FCL предназначены классы:

- RSAOAEKeyExchangeFormatter и RSAOAEKeyExchangeDeformatter, RSAPKCS1KeyExchangeFormatter и RSAPKCS1KeyExchangeDeformatter (шифрование и расшифрование ключа по алгоритму RSA в различных вариантах).

Для вычисления и проверки электронной цифровой подписи, обеспечивающей подлинность и целостность информации, в библиотеке FCL имеются классы:

- DSASignatureFormatter и DSASignatureDeformatter (вычисление и проверка подписи по алгоритму DSA);

- RSAPKCS1SignatureFormatter и RSAPKCS1SignatureDeformatter (вычисление и проверка подписи по алгоритму RSA).

Наконец, в состав библиотеки FCL входят классы, предназначенные для контроля целостности информации:

- на основе хеширования с секретным ключом по алгоритмам MD5, RIPEMD или SHA (абстрактный базовый класс HMAC и его наследники HMACMD5, HMACRIPEMD160, HMACSHA1, HMACSHA256, HMACSHA384 и HMACSHA512);
- на основе алгоритма симметричного шифрования TripleDES (класс MACTripleDES).

Общим абстрактным базовым классом для классов контроля целостности является класс KeyedHashAlgorithm..

2. РАСШИРЕНИЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ MICROSOFT .NET

Хотя классы пространства имен System. Security. Cryptography содержат реализации достаточно большого числа криптографических алгоритмов, в нем все же отсутствуют некоторые необходимые классы:

классы, содержащие реализации популярных алгоритмов шифрования или хеширования (например, алгоритма симметричного потокового шифрования RC4 или алгоритма хеширования MD4);

классы, содержащие реализации российских алгоритмов симметричного шифрования (определенного в ГОСТ 28147—89), электронной цифровой подписи (ГОСТ Р 34.10—2001), хеширования (ГОСТ Р 34.11—94).

Для создания криптографических классов первой группы можно воспользоваться реализациями соответствующих алгоритмов криптопровайдером, входящими в стандартную поставку Microsoft Windows.

Для реализации алгоритма RC4 потребуется, например, создать новый класс-наследник абстрактного класса SymmetricAlgorithm. В создаваемом классе потребуется переопределить следующие методы базового класса SymmetricAlgorithm:

- GenerateKey (генерация ключа симметричного шифрования);
- CreateEncryptor (создание объекта шифратора по алгоритму RC4 с заданным ключом);
- CreateDecryptor (создание объекта дешифратора по алгоритму RC4 с заданным ключом);
- GenerateIV (генерация случайного вектора инициализации, необходимого при использовании только блочных алгоритмов симметричного шифрования, к которым RC4 не относится).

Генерация ключа симметричного шифрования возможна одним из двух способов:

1) из запоминаемой парольной фразы путем ее предварительного хеширования;

2) с помощью генератора случайных чисел.

Для получения ключа симметричного шифрования-расшифрования из парольной фразы может использоваться абстрактный базовый класс библиотеки FCL `DeriveBytes` и его наследники:

- `PasswordDeriveBytes` (генерация ключа из пароля по алгоритму PBKDF1, определенному в стандарте PKCS 5 Password-Based Cryptography Specification Version 2.0 с возможностью использования алгоритмов хеширования SHA1 или MD5);
- `Rfc2898DeriveBytes` (генерация ключа шифрования из пароля с помощью алгоритма HMACSHA1).

Для получения случайного ключа шифрования потребуется использовать абстрактный базовый класс библиотеки FCL `RandomNumberGenerator` и его наследник `RNGCryptoServiceProvider`.

При генерации ключа шифрования из парольной фразы не потребуется его сохранении (ключ шифрования будет заново генерироваться из парольной фразы). Этот вариант управления ключами имеет больше недостатков из-за сложности обеспечения секретности парольной фразы и необходимости ограничивать ее минимальную длину и сложность (обязательное включение символов из разных групп — строчных и прописных букв, цифр и специальных знаков).

При использовании случайного ключа шифрования необходимо позаботиться о его безопасном распространении между отправителем (создателем) и получателем (пользователем) конфиденциальной информации. Это может быть выполнено с помощью методов `CreateKeyExchange` и `DecryptKeyExchange` классов для обмена секретными ключами симметричного шифрования, рассмотренных в разделе 1 настоящего доклада.

При вызове метода `CreateKeyExchange` случайный ключ симметричного шифрования будет зашифрован асимметричным алгоритмом на открытом ключе получателя (пользователя) зашифрованной информации. Зашифрованный ключ должен быть сохранен вместе с зашифрованной на нем информацией.

Расшифрование ключа симметричного шифрования произойдет в этом случае с помощью метода `DecryptKeyExchange` с использованием алгоритма асимметричного расшифрования и закрытого ключа получателя (пользователя) зашифрованной информации. После расшифрования секретного ключа сможет быть расшифрована и сама конфиденциальная информация.

При использовании для защиты секретного ключа симметричного шифрования парольной фразы расшифрование информации сможет выполнить любой человек, знающий эту фразу.

При использовании случайного ключа симметричного шифрования потребуется решить проблему управления открытыми ключами пользователей и

обеспечения защищенного хранения их закрытых ключей.

В состав библиотеки FCL входит пространство имен `System.Security.Cryptography.X509Certificates`, содержащее классы для работы с сертификатами открытых ключей, соответствующими стандарту X.509 v.3.

При разработке методов, реализующих шифрование и расшифрование по алгоритму RC4 с помощью криптопровайдеров Microsoft Windows, требуется использовать функции, экспортируемые этими криптографическими модулями и атрибут `DllImport`, позволяющий вызывать в программном коде, управляемом средой Microsoft .NET Framework, функции, которые будут выполняться в неуправляемом коде.

Например, в программе на языке C# в этом случае потребуется выполнить следующее:

- определить метод, создаваемый с помощью экспортируемой из криптопровайдера функции с ключевыми словами `static` и `extern`;
- добавить к определению метода атрибут `DllImport`, позволяющий определить имя динамически компоуемой библиотеки (DLL) криптопровайдера;
- при необходимости определить дополнительную информацию о параметрах и возвращаемом значении экспортируемой функции.

Приведем пример определения метода на основе функции `CryptEncrypt` (шифрование данных), экспортируемой из DLL криптопровайдера:

```
[DllImport("advapi32.dll", CharSet = CharSet.Auto, SetLastError = true)]
```

```
[return: MarshalAs (UnmanagedType.Bool)]
```

```
public static extern bool CryptEncrypt (IntPtr hKey, IntPtr hHash, int Final, uint dwFlags, byte [] pbData, ref uint pdwDataLen, uint dwBufLen).
```

Здесь `advapi32.dll` — имя системной библиотеки, являющейся посредником между прикладной программой и криптопровайдером.

Для реализации алгоритма хеширования MD4 потребуется также создать новый класс-наследник абстрактного класса `HashAlgorithm`. В создаваемом классе потребуется переопределить следующие методы базового класса `HashAlgorithm`:

- `HashCore` (вычисление хеш-значения для поступающих на вход данных);
- `HashFinal` (завершает вычисление хеш-значения после обработки последних данных).

При добавлении классов, содержащих реализации российских криптографических алгоритмов, потребуется предварительно установить в операционной системе криптографические модули, содержащие их сертифицированные реализации (например, КриптоПро CSP [4]).

После этого разработка новых классов «оберток» над таким криптопровайдером производится аналогично созданию классов для представ-

ления алгоритмов, реализуемых входящими в состав Microsoft Windows криптопровайдерами.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Одной из причин нарушений информационной безопасности компьютерных систем промышленных предприятий является недостаточная квалификация в этих вопросах специалистов инженерного профиля, использующих компьютерные технологии в своей профессиональной деятельности.

В федеральных государственных стандартах высшего профессионального образования изучение вопросов информационной безопасности включено либо в отдельные дисциплины (например, по направлению «Информатика и вычислительная техника»), либо в содержание дисциплины «Информатика».

Представляется целесообразным включить в состав учебных дисциплин вариативной части учебных планов подготовки бакалавров или магистров по инженерным направлениям (или дополнить содержание уже имеющихся дисциплин, связанных с использованием информационных технологий в инженерной деятельности) дисциплины (разделы), посвященные получению компетенций в области использования современных криптографических средств. К достоинствам реализации данного предложения можно отнести следующее:

- будущие инженеры получат дополнительную подготовку по актуальному направлению их будущей работы на промышленных предприятиях;
- развитие компетенций в области использования современных криптографических средств будет способствовать и совершенствованию общеинженерных компетенций;

- знание основ построения и применения современных криптографических средств позволит будущим инженерам квалифицированно использовать и готовое системное и прикладное программное обеспечение, включающее в себя криптографические функции (например, файловую систему с шифрованием операционной системы Microsoft Windows или пакет офисных приложений Microsoft Office);
- лабораторный практикум по закреплению практических навыков использования криптографических средств среды Microsoft .Net, может быть организован на основе языков программирования Visual Basic или Object Pascal, хорошо знакомых студентам по курсу «Информатика» (возможно, конечно, и использование современного языка программирования C#).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе представлены результаты анализа криптографических средств среды Microsoft .Net, возможностей их расширения для реализации отсутствующих криптографических алгоритмов и возможного использования при подготовке инженеров в технических университетах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хорев П.Б.** Программно-аппаратная защита информации. — М.: ФОРУМ, 2011.
2. **Торстейнсон П., Ганеш Г.А.** Криптография и безопасность в технологии .NET. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
3. **System. Security. Cryptography — пространство имен.** <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.security.cryptography.aspx>.
4. **КриптоПро CSP.** <http://www.cryptopro.ru/products/csp/overview>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ MATLAB ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ

АННОТАЦИЯ

В данном докладе рассматривается технология распределенных и параллельных вычислений, реализованная компанией MathWorks с помощью двух взаимосвязанных пакетов расширений (toolbox): MATLAB Parallel Computing toolbox и MATLAB Distributed Computing Server.

ВВЕДЕНИЕ

Математический пакет MATLAB [1—3] часто применяется в научных расчетах, при обучении инженеров, при анализе финансовых рисков и т.д. За последние годы в связи с развитием средств вычислительной техники и необходимостью ускорения расчетов встал вопрос о распределенной и параллельной обработке данных. Первоначально подобная возможность существовала только в виде 3-rd party решений, которые обладали существенными ограничениями [4]. Поэтому компания Mathworks реализовала в 2005 г. в пакете соответствующие функциональные возможности, которые активно развивались в новых версиях.

1. РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

- 8) Общая схема распределенных вычислений в MATLAB приведена на рис. 1.

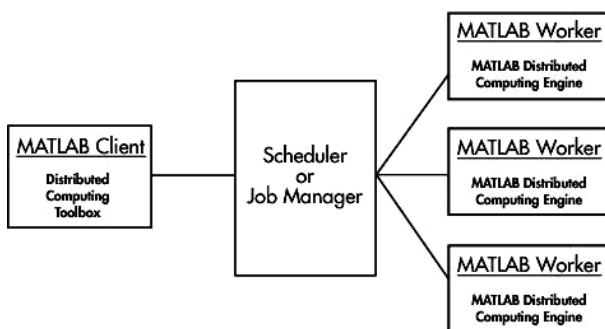


Рис. 1. Общая схема распределенных вычислений MATLAB

Клиент через планировщик Scheduler запрашивает ресурсы рабочих процессов (workers). В его качестве может выступать как узел кластера, так и процессор SMP-системы. Все взаимодействия происходят через запущенную на каждом узле службу MDCE. В качестве планировщика выступает либо фирменный MathWorks Job Manager, либо можно использовать довольно широкий набор других планировщиков [3].

Следующий рассматриваемый вопрос — интеграция заданий MATLAB в действующие на кластерах системах управления пакетными заданиями (СУПЗ). MATLAB Distributing Computing Engine поддерживает следующие планировщики: встроен-

ный от Mathworks (Job Manager), Windows CCS — планировщик от Microsoft для Windows Server 2003/2008 Cluster Edition, LSF, mpiexec либо планировщик общего вида. Планировщиком общего вида может выступать, например, планировщик системы PBS/Torque, Condor или Sun Grid Engine. Среди преимуществ встроенного планировщика от Mathworks можно выделить:

- поддержку контрольных точек;
- обеспечение автоматической доставки данных в рабочие процессы ([4, 5, 7]).

Основным его и весьма существенным недостатком является невозможность совместного использования с существующими на многопроцессорном комплексе СУПЗ.

При использовании планировщиков LSF и Windows CCS также возможно обеспечение автоматической доставки данных в рабочие процессы.

На рис. 2 представлена общая схема работы с произвольной задачей.

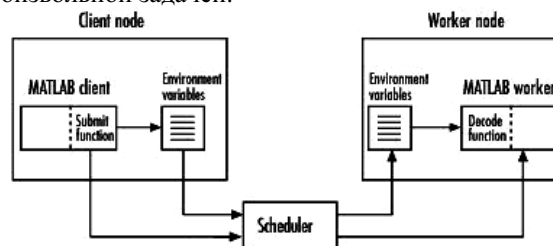


Рис. 2. Общая схема использования планировщика общего вида

Запрашивается доступ к объекту планировщика sched и устанавливаются его свойства. Далее описываются функции Submit и Decode для постановки задач в очередь и соответственно возвращения результатов. В функции Submit определяются переменные и производится запуск заданий через систему очередей. В функции Decode процесс получает экспортированные средствами системы очереди значения переменных.

Межпроцессные обмены реализованы средствами библиотеки MPI mpich2. Вместо этой реализации можно использовать другие, удовлетворяющие определенным требованиям (см. [3—5]). В данном докладе рассматривается стандартная реализация.

Для выполнения параллельной задачи необходимо иметь запущенными на клиенте службу MDCE, планировщик Job Manager. Для каждого узла, на котором выполняются рабочие процессы, необходимо иметь запущенную службу MDCE и рабочий процесс worker. Подробно все эти процедуры описаны в [2—4]. Здесь мы укажем лишь их названия и выполняемые действия.

Название	Действие
mdce start mdce stop	Запуск службы MDCS Останов службы MDCS
startjobmanager stopjobmanager	Запуск планировщика Job Manager Останов планировщика Job Manager
startworker stopworker	Запуск рабочего процесса Останов рабочего процесса
Nodestatus	Запрос информации о запущенных процессах и планировщиках

Методология MathWorks выделяет отдельно распределенные (distributed) и параллельные (parallel) задачи. Примером первых является распределенное LU-разложение матрицы, когда матрица разделяется на блоки автоматически средствами MATLAB. Ко вторым относятся задачи, в которых межпроцессные обмены заданы явно с использованием специальных процедур, аналогичных средствам MPI [2, 3].

Начиная с версии MATLAB 2007b, компания Mathworks переименовала toolbox, отвечающие за возможности параллельного программирования: вместо Distributing Computing Toolbox и MATLAB Distributing Computing Engine их стали называть Parallel Computing Toolbox и MATLAB Distributing Computing Server. По мнению автора, это сделано, вероятно, в маркетинговых целях для подчеркивания параллельности.

В данном докладе распределенные процедуры не рассматриваются, поскольку большая их часть ничем не отличается от стандартных последовательных процедур MATLAB. С документацией по этой теме можно ознакомиться в [2, 3].

2. ОСОБЕННОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В MATLAB в настоящее время существует два подхода для решения параллельных задач. Первый подход основан непосредственно на процедуре отправки задания Job Manager, в инструкциях (.m-файле) которой описана последовательность команд, которая будут выполняться рабочими процессами. В этом .m-файле помимо основных команд MATLAB могут быть использованы специальные функции пакета для коммуникаций между рабочими процессами. Второй подход для решения параллельных задач основан на режиме rmode. С помощью этого режима непосредственно из командного окна MATLAB становится возможным обращение к процессам workers, просмотр их локальных переменных, обмен данными между ними. В режиме rmode команды, вводимые в рабочем окне MATLAB, будут исполняться всеми рабочими процессами, ассоциированными с соответствующим jobmanager.

Режим rmode следует использовать исключительно как средство отладки параллельных программ. В [4] рассмотрен пример параллельного вычисления числа π .

Более интересные примеры можно рассмотреть, используя первый подход.

В [4] приведена сравнительная таблица функций передачи сообщений в MATLAB и их аналогов в MPI. Там же рассмотрена параллельная реализация в среде MATLAB задач линейной алгебры — матричного умножения и решения СЛАУ методом Гаусса.

Начиная с версии R2007a, MATLAB имеет встроенные средства автоматического распараллеливания на многоядерных системах для основных математических операций, реализованных в ядре MATLAB. Например, проведенные расчеты LU-разложения (один из встроенных тестов пакета) на 2-ядерной системе на базе Intel Xeon 3050 /2.13 ГГц показывают прирост производительности на 5—10 % по сравнению с результатами при отключенном режиме автоматического распараллеливания.

Также необходимо отметить возможность запуска рабочих процессов MATLAB на клиенте, используя локальный планировщик. Этот планировщик позволяет распределять процессы исключительно на локальной машине, т.е. не обеспечивает возможности межузлового обмена. Еще одним важным ограничением является максимальное количество запускаемых рабочих процессов. В таблице ниже приведены сравнительные характеристики различных версий MATLAB:

Версия	Число рабочих процессов	Соответствие с характеристиками процессоров
2006b	1	1-ядерные системы
2007a	4	4-ядерные системы
2009a	8	2-процессорные 4-ядерные системы
2011b	12	2-процессорные 6-ядерные системы

В версии R2008A появляется возможность снизить загрузку на клиентскую сессию путем расчетов отдельных скриптов (программ) MATLAB на рабочих процессах MATLAB. Для этого была введена функция пакетного запуска batch [2]. Её целесообразно применять в случаях, когда необходимо быстро ускорить расчет, в алгоритме можно выделить крупные независимые блоки и нет времени на изучение средств параллельного программирования. Также в этой версии была введена новая для пакета конструкция параллельного программирования — цикл parfor, являющийся параллельной модификацией стандартного цикла for. Оператор parfor полезен в случаях, когда нужно провести много однотипных расчетов, например при моделировании методом Монте-Карло. Итерации цикла считаются независимо в произвольном порядке рабочими процессами. Понятно, что оператор parfor нельзя применять в случаях, когда имеется зависимость по данным между итерациями.

Еще одна конструкция, о которой необходимо упомянуть — это конструкция spmd. Операторы, выполняемые внутри блока spmd, выполняются одновременно во всех рабочих процессах. Синтаксис команды:

```

spmd [(m,n) ]
<statements>
end spmd

```

Здесь опциональные параметры m и n — минимальное и максимальное число рабочих процессов, соответственно.

Сегодня наметилась очевидная тенденция включения средств параллельного программирования в другие тулбоксы (toolboxes). Так, средства появились в функциях оптимизации (Optimization Toolbox, Global Optimization Toolbox), в статистике (Statistics Toolbox), экономике (Econometrics Toolbox), обработке изображений (Image Processing Toolbox) и т.д. Финалом явилось включение возможностей в продукт MATLAB Compiler, который теперь позволяет генерировать исполняемый код, способный использовать при запуске до 12 (локальных) процессоров. Более подробно с появившимися возможностями можно ознакомиться в [2,3]. Помимо расширения функционала ПО, также добавлены возможности использования оборудования. В частности, это касается использования ресурсов графического сопроцессора (GPU). Практически любой современный компьютер с внешним графическим адаптером подходит для работы GPU.

С ресурсами GPU пакет MATLAB может осуществлять следующие основные действия:

- передача данных между данными MATLAB и GPU;
- выполнение встроенных функций на GPU;
- выполнение кода MATLAB на GPU;
- создание ядер из `mtx`-файлов для выполнения на GPU.

Основные ограничения при работе с GPU изложены в [6]:

- использование только определенного набора типов;
- ограничения на работу с комплексными числами.

Для передачи данных из среды MATLAB в GPU и обратно служат следующие команды:

- 1) для отсылки данных в GPU
 $G = \text{gpuArray}(X)$ — копирует X в G
- 2) для получения данных из GPU
 $M2 = \text{gather}(G)$ — получить в $M2$ G
- 3) для создания объектов GPU напрямую, без копирования служит класс методов `parallel.gpu.GPUArray`.

Над объектами `GPUArray` можно выполнять большой набор базовых математических функций MATLAB, например тригонометрические операции, операции с матрицами, дискретное преобразование Фурье и т.д. Полный список приведен в [2].

Для определения числа используемых GPU и общего числа GPU служат функции `gpuDevice` и `gpuDeviceCount` соответственно.

3. ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПАКЕТА MATLAB

Рассмотрим некоторые проблемы, возникающие при часто выполняемой задаче установки пакета на большое число клиентских мест.

Не секрет, что стоимость даже одной лицензии на пакет очень большая даже для научных и образовательных организаций, которым большинство вендоров делают значительные скидки. При этом число желающих одновременно работать за пакетом велико. В таком случае решением может служить установка пакета на сервер терминалов (что допускается лицензией) и работа клиентов на сервере терминалов Microsoft. Это позволяет, закупив всего одну лицензию, использовать программу сразу множеству пользователей.

Остановимся на необходимых компонентах аппаратного и программного обеспечения. Во-первых, необходимо приобрести лицензию на пакет MATLAB и необходимые тулбоксы. Отметим, что лицензии на MATLAB бывают:

- индивидуальные;
- групповые;
- сетевые (concurrent).

Индивидуальные лицензии лицензируются на использование одним конкретным пользователем на одной машине. Групповые лицензии позволяют работать одному пользователю на лицензированном числе машин.

Для работы с терминальным сервером требуется использовать именно сетевые лицензии. Во-вторых, необходимо иметь соответствующую аппаратуру — сервер, на котором собственно и будет работать пакет MATLAB. Учитывая многопользовательскую работу и системные требования пакета [7], конфигурация сервера должна быть достаточно мощной — минимум 4-ядерный серверный процессор (например, Intel Xeon серии 5500), объем оперативной памяти не менее 8 Гб.

Учитывая вышеизложенное и исходя из объема ОП, требуется использовать 64-разрядную версию ОС, обеспечивающую адресацию больших объемов данных. Оптимальным выбором в данном случае будет Windows Server Standard Edition x64.

Для работы системы терминалов от Microsoft требуется:

- серверная операционная система Windows Server 2003/2008/2008 R2,

- лицензии на терминальный доступ к серверу терминалов (Terminal Server CAL),

- наличие на каком-либо сервере (в том числе возможно и на сервере MATLAB) установленной службы лицензирования серверов терминалов Microsoft,

- наличие на каком-либо сервере (в том числе возможно и на сервере MATLAB) службы лицензирования FLEXLM[8], отвечающей за лицензирование пакета MATLAB.

Казалось бы естественным использовать и 64-х разрядную версию MATLAB. Однако здесь есть свой «подводный камень». Для генерации кода некоторыми тулбоксами MATLAB (например, Simulink, Stateflow), а также для создания `mx`-файлов [4], требуется наличие компиляторов C/C++. Для платформы Win32 MATLAB содержит встроенный компилятор `icc` [9, 10]. Но для архитектуры

win64 встроенных компиляторов не имеется. Производитель предлагает использовать продукцию Microsoft — Microsoft Visual Studio 2005/2008/2010. А данная среда разработки лицензируется по модели «на пользователя», что приводит к необходимости закупки лицензий Visual Studio для всех пользователей, которые будут ее использовать в терминальном режиме. Приятной новостью можно считать то, что начиная с выхода версии R2011b, для обеспечения программирования в среде Win64 теперь достаточно использовать свободно распространяемый пакет Windows 7 SDK v. 7.1.

Отметим также, что вышеизложенная ситуация не уникальна. Так, математический пакет Maple [11] также не содержит встроенного компилятора C/C++ для платформы win64 и требует среды Microsoft Visual Studio.

При использовании сетевых лицензий, следует использовать функционал резервирования (redundant license). Его применение позволяет в некоторой степени застраховаться от случаев внезапных обрывов связи и/или сбоев сервера лицензий.

Автор доклада рекомендует использовать в качестве терминального сервера ОС не ниже Windows 2008. Это обусловлено многочисленными улучшениями в области терминального доступа, произошедшими при выходе этой версии по сравнению с предшественницей. Отметим лишь самые важные: решение проблемы удаленной печати (используются универсальные драйвера Easy Print) и использование запуска удаленных приложений RemoteApp.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует сказать, что распределенные и параллельные вычисления занимают все больший объем в расчетах и современных задачах, и их применение является актуальным для очень большого круга задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.mathworks.com>
2. http://www.mathworks.com/access/helpdeskhelp/pdf_doc/distcomp/distcomp.pdf
3. http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/mdce/mdce.pdf
4. **Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М.** Параллельное программирование в MATLAB и его приложения. М.: Издательство ВЦ РАН, 2007.
5. **Чернецов А.М.** MATLAB 2009A: обзор новых возможностей параллельного программирования «Международный форум информатизации МФИ-2009. Труды международной конференции «Информационные средства и технологии». Том 1. М.: Изд-во МЭИ, 2009. С. 176—180.
6. **Чернецов А.М.** Использование GPU в MATLAB - «Международный форум информатизации МФИ-2011. Труды международной конференции «Информационные средства и технологии», том 2. М.: Издательский дом МЭИ, 2011. С. 315—317.
7. http://www.mathworks.com/support/sysreq/current_release/
8. <http://www.flexerasoftware.com/products/flexnet-manager.htm>
9. <http://www.mathworks.com/support/compilers/R2011b/index.html>
10. <http://www.cs.virginia.edu/~lcc-win32/>
11. <http://www.maplesoft.com>

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Описывается опыт использования Web-технологий при преподавании современных языков программирования высокого уровня.

Анализируются необходимые компоненты электронного ресурса, содержащего материалы, используемые при преподавании дисциплин, связанных с изучением объектно-ориентированных языков программирования. Рассматриваются достоинства и недостатки предлагаемой технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Современные компьютерные технологии проникают во все сферы деятельности человека. В настоящее время подготовка инженеров невозможна без активного применения информационных и компьютерных технологий в образовательном процессе. Использование Web-технологий позволяет решать многие задачи, стоящие при преподавании современных языков объектно-ориентированного программирования.

Стремительное развитие современных компьютерных технологий создаёт определённые трудности для преподавателя, которому необходимо уложиться в часы, отведённые учебным планом для преподавания той или иной дисциплины. Лекционных часов становится недостаточно для предоставления студентам всего материала, ведь любой лекционный курс должен содержать не обрывочные сведения, а давать полную и взаимосвязанную картину. В этой ситуации наличие вспомогательных материалов, которые позволят студентом повторить темы, изученные на лекциях, а также получить дополнительные сведения по дисциплине, становится жизненно необходимым.

Однако для успешного преподавания нужен не просто набор файлов с информацией, а грамотно организованная и структурированная система, содержащая все составляющие, необходимые для всестороннего изучения дисциплины. Современные Web-технологии предоставляют возможность для достаточно простого создания подобной системы.

Рассмотрим построение подобной системы и возникающие при этом проблемы на примере электронного ресурса, разработанного автором доклада для изучения языка C++. Данный электронный ресурс был разработан с помощью средств HTML и языка PHP. Ресурс доступен по адресу <http://natalia.appmat.ru>.

1. НЕОБХОДИМЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ

Для успешного и всестороннего изучения дисциплин, связанных с объектно-ориентированным

программированием, электронный ресурс должен содержать следующие компоненты и предоставлять следующие возможности:

- лекции;
- задания;
- примеры программ;
- список используемых терминов;
- вопросы для контроля;
- дополнительные темы для наиболее успевающих студентов;
- возможность организации взаимных ссылок между различными разделами лекционного материала;
- возможность организации поиска по тексту лекции и по примерам;
- обратная связь с преподавателем.

Рассмотрим перечисленные компоненты и возможности более подробно.

Лекции, несомненно, являются основой для изучения любой дисциплины. Они предоставляют студенту теоретические основы его практической деятельности на лабораторных и практических занятиях. Лекции, предоставляемые в электронном виде, позволяют студенту повторить пройденный материал, а также получить дополнительные сведения, которые преподаватель не может дать на лекциях, ограниченных временными рамками.

Однако при предоставлении студентам лекций в электронном виде возникает проблема, связанная с недисциплинированностью части студентов. Если электронный ресурс будет использоваться для дистанционного обучения, то имеет смысл предоставлять студентам сразу все лекции, чтобы они могли изучать материал в удобном для них режиме. Но если электронный ресурс используется как вспомогательная составляющая при очной форме обучения, наличие всех лекций зачастую провоцирует часть студентов на непосещение лекций. Для решения этой проблемы рассматриваемый электронный ресурс организован так, чтобы электронный вариант лекции становился доступен только после устного прочтения лекции преподавателем и, таким образом, рассматривался студентами как вспомогательный.

Задания также являются необходимой составляющей при изучении любой дисциплины. Предоставление заданий в электронном виде облегчает работу преподавателя и позволяет указывать условия и принципы выполнения задания и при необходимости давать некоторые подсказки.

Примеры программ позволяют облегчить труд как преподавателя, так и студента. Разработка программ на новом языке программирования обычно оказывается для студентов достаточно сложной за-

дачей, и примеры являются незаменимым подспорьем. Кроме того, примеры программ должны предоставлять студенту не только приёмы, используемые при решении той или иной задачи, но также и образцы хорошего стиля программирования, оформления текста программ, эргономики программ. Примеры программ могут быть представлены как в виде исходных кодов программы, так и в виде скомпилированных exe-файлов. Кроме того, можно использовать средства, позволяющие записывать действия пользователя, и таким образом демонстрировать студентам все аспекты работы программы.

Терминология — одна из важнейших составляющих любой дисциплины. Владение терминологией позволяет продуктивно общаться с коллегами, а также мыслить категориями, которыми оперирует дисциплина. Поэтому список терминов является важной составляющей электронного ресурса, предназначенного для изучения объектно-ориентированного программирования. Электронный ресурс позволяет также легко организовать ссылки на соответствующие разделы лекционного материала.

Вопросы для контроля могут использоваться как студентами для самостоятельной проверки своих знаний, так и преподавателем при выставлении оценки. В рассматриваемом электронном ресурсе вопросы для контроля реализованы в простейшем варианте, когда студенту даётся возможность выбрать один или несколько правильных вариантов ответа. Подобные вопросы для контроля могут использоваться только как вспомогательный механизм тестирования знаний, поскольку с их помощью невозможно полноценно проверить знания студента, а также его умение излагать свои мысли. Реализация механизма автоматической оценки ответов, данных в произвольной форме, затруднительна, и вряд ли возможно достижение того же уровня, какой достигается человеком.

Уровень подготовки студентов обычно бывает разным, и преподаватель должен это учитывать в своей работе. Наличие дополнительных тем для наиболее успевающих студентов позволит сделать это и предоставить дополнительные возможности тем студентам, которые могут освоить больший объём материала, чем остальные.

Структура дисциплины далеко не всегда бывает линейной, что усложняет работу преподавателя, в частности, приходится упоминать ещё неизученные разделы курса. Кроме того, понимание внутренних взаимосвязей между разделами дисциплины необходимо для более полного усвоения изучаемого

материала и его успешного использования на практике. К счастью, гиперссылки предоставляют простой и, в то же время, эффективный способ решения этой проблемы. Наличие таких ссылок в лекционном материале позволяет студенту вернуться к ранее изученным разделам, а также понять внутреннюю структуру изучаемой дисциплины.

О важности поиска информации можно не говорить. Электронные ресурсы позволяют сделать такой поиск максимально простым для пользователя. Для разделения поиска по текстам лекций и по примерам в рассматриваемом электронном ресурсе использовалось физическое разделение текста лекций и соответствующих примеров на отдельные файлы и их объединение при отображении информации. Возможна также разработка собственного подмножества XML для создания структуры лекционного материала.

Обратная связь с преподавателем может быть реализована с помощью стандартных систем обмена информацией, таких как электронная почта или средства обмена сообщениями. Но представляется более удобной реализация средств обратной связи, интегрированных в электронный ресурс. Однако в рассматриваемом электронном ресурсе средства обратной связи с преподавателем не реализовывались, поскольку ресурс рассчитан на студентов очной формы обучения.

2. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

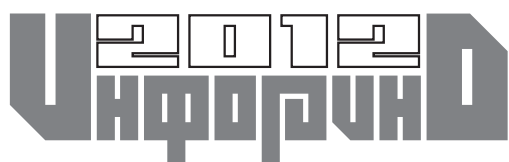
К достоинствам электронных ресурсов, аналогичных рассматриваемому, можно отнести следующие:

- всесторонняя помощь студенту и преподавателю в изучении дисциплины;
- возможность наглядного отображения внутренней структуры изучаемой дисциплины;
- возможность контроля знаний студентов.

К недостаткам можно отнести достаточно трудоёмкий процесс создания ресурса, включающий элементы программирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на определённые затраты, необходимые для реализации подобных электронных ресурсов, польза от них для преподавателя и студента несомненна. Однако на данном этапе развития компьютерных технологий невозможно полная замена компьютерной программой преподавателя, роль которого остаётся ключевой в процессе обучения.



Секция 2

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ
И ПРОЕКТИРОВАНИИ**

ONLINE EQUATION LIBRARY AND CALCULATION SOFTWARE

ABSTRACT

This paper describes the design of Equation Library — a new and innovative Internet product being developed by Knovel Corp. for engineers and engineering students.

Initially, Equation Library will consist of 600 most important equations in the fields of chemical, mechanical, electrical/power and general engineering. Additional equations will be added based on customer feedback.

Equations will have extensive metadata and taxonomy searchable and browsable online. In addition to equations, there will be “live” calculation examples and free software that can be used to calculate, edit equations and create engineering solutions on the web, desktop or mobile devices.

INTRODUCTION

Good grasp of and appropriate use of engineering math are very important competencies for students of every engineering discipline —and become essential to the workflow of those same young engineers as they enter the workforce. Yet, math equations and calculation examples are scattered widely throughout technical literature and are hard to find online using keyword search due to symbolic nature of math expressions. Once the equation is found there are other obstacles to its use due to the lack of useful calculation examples, adequate legend with description of variables and units of measurement, and software in which the equation can be easily imported for calculation. In other words, there is a lack of a single comprehensive source for engineering math content and a convenient workspace for engineering students and engineers online.

Knovel Corporation is addressing this need with new innovative content feature called Equation Library. This new form of interactive content, to be released in 2012 on the new Knovel platform (www.knovel.com), will have the following features:

- Selection of must-have equations for day-to-day use in several engineering disciplines, including Mechanical, Chemical and Power Engineering;
- Equations in MathML format that can be exported in a variety of software applications;
- Each equation will have extensive standard metadata for easy keyword search;
- A searchable taxonomy of equations will be developed for improved discoverability by browsing. The taxonomy will include related equation category;
- Equations will be validated by experts and have links to the sources for contextual information;
- One or more worked out calculation example will be available for each equation in recognition of the fact that most engineering solutions require more than one equation and are based on some algorithm;

- Built-in software (SMath, <http://www.smasthstudio.com>) will be included for editing and calculation of multiple equation sequences online or offline. The software will have writing, formatting and graphing capabilities necessary to create a full blown technical paper or report;
- Equation Libraries will be a new feature in Knovel Subject Areas.

1. EQUATIONS

Equations in Equation Library will be created using SMath software and stored in Knovel relational database CMS as MathML files.

2. EQUATION METADATA

Equation metadata will consist of a number of data fields and taxonomy.

An Equation Taxonomy will be built consisting of up to 3 hierarchical levels in addition to the root (top) terms. The root terms will be the names of Equation Libraries, e.g.

Chemical Engineering;
Mechanical Engineering;
Electrical/Power Engineering;
General Engineering.

- In addition to unique ID, each taxonomy record will consist of the following terms:
- Preferred Name — unique name of the equation or the parent (group);
- Used For term — one or more non-unique synonyms for Preferred Name;

IDs for the equation Preferred Names will be linked to the ID of equation metadata records.

Equation metadata will consist of several data fields, including:

Equation Name;
Description;
Reference;
Source;
Function name;
Variable name.

3. DATA MODEL

The Data Model (see Fig. 1 below) is provided for illustration purposes only and is restricted to the tables required for storage of equation metadata. Additional relationships and tables would be required for this model to be integrated with larger, site-wide data model. The Equation Taxonomy is stored in the red-boxed tables marked “Taxonomy”. Some tables, e.g., Variable, do not contain all the fields.

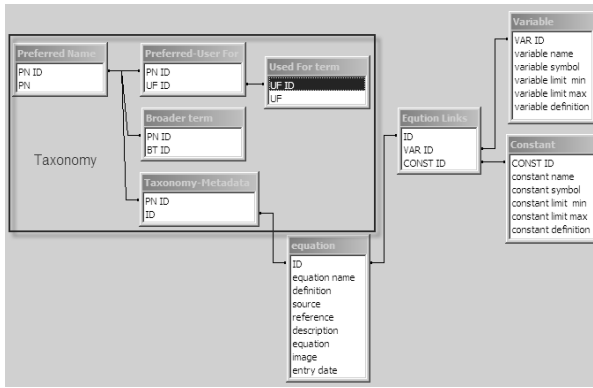


Fig. 1 Data model

Field legend for Data Model:

- PN — unique value (text) for Preferred Name of equation or equation group/class;
- PN ID — unique identifier (integer) of Preferred Name;
- BT ID — unique identifier (integer) of Preferred Name for Broader (Parent) Term;
- UF — unique value (text) for Used For term or Synonym for Preferred Name;
- UF ID — unique identifier (integer) of Used For term;
- ID — unique identifier (integer) of Equation record;
- VAR ID — unique identifier (integer) of Equation Variable group;
- CONST ID — unique identifier (integer) of Equation Constant group.

Remaining field names in the tables Equation, Variable, and Constant are self-explanatory.

The data model should also contain tables (not shown in Fig. 1) for storing user data required for redisplay of equations and calculations saved in My Knovel.

4. SEARCH

Most of textual data fields of Equation metadata will be keyword (Basic Search) searchable. Specific instructions for the indexing are in part as follows (partial):

Attribute label	Field type	Field unique?	Field mandatory?
record id	long integer	yes	yes
equation name	text	yes	yes
equation name synonym	text	no	no
equation	text	yes	yes

Field searchable?	Field displayed?	Display order	Controlled vocabulary?
no	no		no
yes	yes	1	no
yes	no	1	no
no	yes	2	no

Advanced Search will not be used for searching Equation Libraries.

Taxonomy will be searchable in Basic Search as well as in special Taxonomy Search box restricted to Taxonomy terms only.

5. PRESENTATION OF SEARCH RESULTS

By default, search results will consist of selected metadata for retrieved **individual Equation records** ordered by relevancy together with other Knovel search results.

The following Metadata fields (partial list) will be displayed for each Equation record on the Search Results page and will be visible to any user without authentication:

Metadata Field Name	HTML Label	Type	Description
Equation name	none	link	Link to display of full record (requires authentication)
Reference	References	link	pop-up with list of references where equation can be found; references are not live
Image	Graphics	link	pop-up with image(s) pertaining to the equation
Description	same	formatted text	
Contributor name	Author	formatted text	

In All Content Types view, users can select and view full records for individual equations only. This is done by clicking on the equation name link. To display multiple equations user will need additional functionality that is available only when (s)he clicks on the facet Equations. All retrieved equation records shall be grouped under the facet Equations (see Fig. 2 below).

Equation Libraries will not be displayed in search results for those users that have no access to them when My Subscription feature is set true.

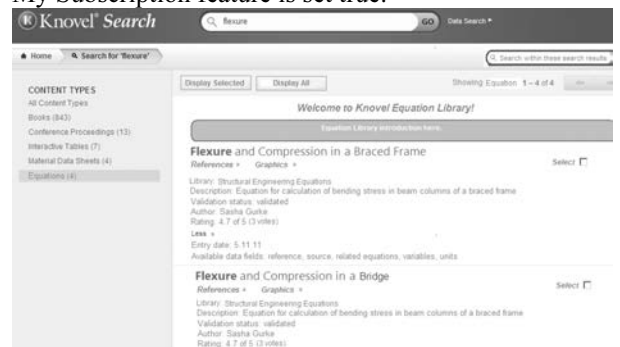


Fig. 2. Presentation of Search Results with Equation Facet Selected

6. FUNCTIONALITY OF SEARCH RESULTS PAGE

When user selects the Equation facet on the Search Results page, the view will be filtered to show the Equations retrieved from the Equation Libraries.

Search results page will have the following functionality (**in addition to standard Knovel functionality**):

- *Equation counter* — to show the number of equations displayed on the page (maximum 25) and the number of equations retrieved;
- *Page navigation buttons* — right arrow button for the next page (disabled and grayed out if not available) and left arrow button for the previous page (disabled and grayed out if not available);
- *Select box* — to select an equation for full record display;
- *Display Selected button* — to display full records for selected equations (requires authentication);
- *Display All* — to display full records of all retrieved equations (requires authentication).

A “Welcome to Knovel Equation Library!” banner with brief description of Equation Libraries will be displayed to first-time viewers (cookie is required to support this requirement) at the top of this page as shown in Fig. 2 above.

7. DISPLAY OF FULL EQUATION RECORD IN SEARCH

Display of a full record requires authentication. Full Equation Record page consists of 3 frames: Equation Taxonomy; Equation Metadata, and SMath Worksheet (see Fig. 3 below).

A single full equation record is displayed when the user clicks on the Equation Name link in Search Results or Search Results Equation Facet page. One or more full equation records are displayed, one record per page, when the equations are selected on the Search Results Equation Facet page using Select box and clicking on the Display Selected button or clicking on the Display All button without selecting the records.

The Full Equation record page has a breadcrumb that allows the user to return to the Search Results or Search Results Equation Facet page. Returning to the Search Results Equation Facet page can be used to select additional or deselect equations.

Subsequently, one or more equations can be added to SMath worksheet by flipping through equation pages and clicking on the Add to SMath button. The equations will be displayed on SMath worksheet by default in the order they were added with undefined variables and constants being displayed below the equation.

Data fields are displayed in the top portion of the right-hand frame in specified order. The link References will display a list of references where equation can be found with references not being live links. The equation will be rendered using MathML file. In addition to the equation, variables and constants will be displayed with corresponding symbols and default units.

The following functions are available in this part of display:

- *Equation counter* — to show the sequential number of equation displayed (one equation per page) and the number of equations selected for display;

- *Page navigation buttons* — right arrow button for next page and left arrow button for previous page;
- *Add to SMath button* — to add equation and variable/constant input (if available) to SMath worksheet;
- *New Worksheet* — to open a new SMath worksheet;
- *Rate button* — to display a page for rating the equation;
- *Comment button* — to display an entry form for commenting on the equation;
- *Add to My Knovel button* — to add a URL to this display page to My Knovel;
- *Citation button* — to create a citation for the displayed equation;
- *Calculation Example button* — to redisplay calculation examples in new SMath worksheets;
- *Related Equations button* — to display the taxonomy portion with equations related to the retrieved equations, selected for display on the Search Results Equation Facet page;
- *Tag button* — to display tag dialog.

Users will be able to rate equations in Equation Libraries on the scale of 1 (lowest) to 5 (highest). To be able to rate the users have to be registered.

Registered users will be able to comment on equations in Equation Libraries. A user can leave up to 5 comments per equation.

Clicking on Add to My Knovel button will add a short-style URL to this display page to My Knovel. The URL shall display all parts of the page in the current state: Taxonomy frame with Equations and Related Equations taxonomies, Equation Metadata frame with selected variable values and units of measurement, SMath Worksheet frame with all the calculations.

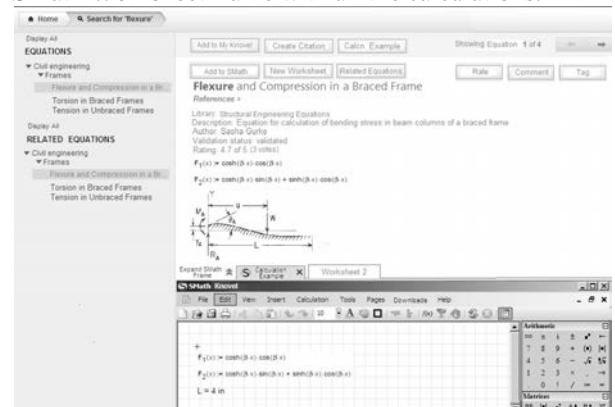


Fig. 3. Display of Full Equation Record in Search

To create a citation, the user has to click on the Create Citation button. This will open a page where the software will create automatically a citation using metadata available in the database.

Worksheet of the server version of SMath is displayed in the bottom right-hand frame. It displays calculation example by default under a tab labeled Calculation Example, which can be modified by a user. There could be >1 calculation examples. In this case, they will be displayed under tabs labeled Calculation Example 1,

Calculation Example 2, etc. or specific names, if available in the database.

Additional SMath worksheets can be created by clicking on the New Worksheet button in the Equation record frame. The new blank worksheets will be displayed under new tabs labeled by default Worksheet 2, 3, etc. All GUI functionality described is applicable to the active worksheet only. Any active worksheet, except the last one, can be deleted by clicking the X button on the tab. Modified or deleted Calculation Example(s) can be re-displayed in default state in new SMath worksheets by clicking the *Calculation Example* button.

Users can enter their own equations and/or transfer one or more displayed equations to the worksheet using the Add to SMath button. The SMath worksheet frame is **persistent** and retains all the user input (equations, defined variable, calculations, etc.) as user flips through the Equation record pages in the upper right-hand frame adding new equations to SMath worksheet.

Users will be able to *Save* the calculations made in SMath worksheet in a number of formats using the Save As dialog available from the File menu.

A converter will be developed for converting SMath files to Excel, so that users can calculate exported equations in Excel. Since SMath has more math features than Excel, only essential data will be converted. Saved files will have a permanent reference to the source (Knovel, etc.)

Downloads menu is an additional functionality in SMath main toolbar. It allows users to download desktop and mobile versions of SMath.

Equation taxonomy is displayed in the left-hand frame and is used to navigate and display selected hit (retrieved) and associated equations. By default, the taxonomy is presented as a hierarchy expanded to reveal Preferred names for retrieved equations selected for display on the Search Results Equation Facet page, their siblings (equations with the same parent), and parents, all the way to Top Term. Used For terms (synonyms) are displayed in tooltips for Preferred names.

8. BROWSE

Users can access Equation Libraries by browsing at 2 points: by clicking on the Equations link in the top toolbar, or on an Equation Library link on a Subject Area browse page.

Clicking on the Equation link in the top toolbar will display a Welcome screen and taxonomies for all Equation Libraries available on Knovel as shown on Fig. 4 below. If My Subscription feature is set true, then only Equation Libraries contained in the subscription will be displayed; if user does not have access to any Equation Library, then the Equation link will not be displayed.

The Welcome screen will have a “Welcome to Knovel Equation Library!” banner and a brief description of Equation Libraries. Also on this screen there will be an About Authors link to a page with information about the editors and contributors.

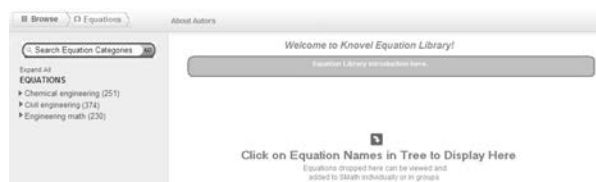


Fig. 4. Home Page of Equation Libraries in Browse Mode

On the Subject Area browse page (see Fig. 5 below), user can click on an Equation topic, e.g., Civil Engineering Equations, to view the same Welcome screen and taxonomy for this Equation Library only. Alternatively, he can click on the Content Type Equations to see the same Welcome screen with taxonomies for all Equation Libraries available in this Subject area.

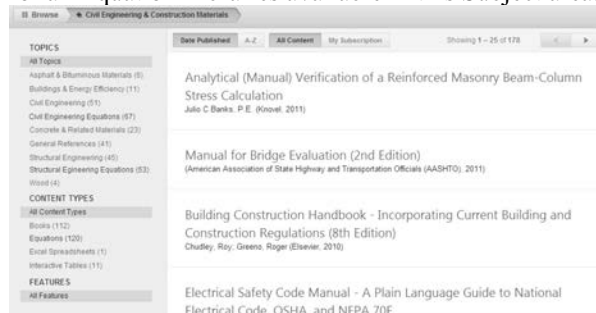


Fig. 5. Subject Area Browse Page with Equations

The Browse Home page (Fig. 4 above) consists of 2 panes. Left hand frame contains collapsed (by default) taxonomies. The number of equations available in taxonomy is displayed in parentheses for each parent term.

The taxonomy in Browse mode is searchable. Search terms are entered in special Search box located above the taxonomy in the left hand frame. The rules for searching taxonomy are the same as for Basic Search.

9. ABOUT KNOVEL

Knovel provides a Web-based application integrating technical information with analytical and search tools to drive innovation and deliver answers engineers can trust. Knovel users include thousands of engineers and applied scientists worldwide. Knovel has more than 700 customers worldwide including 74 of the Fortune 500 companies and more than 300 leading universities, including Moscow Power Engineering Institute. Technical information includes handbooks, standards and databases from more than 90 publishers and professional societies.

REFERENCES:

1. **Очков В.Ф., Гурке С.** Интерактивный сетевой открытый задачник // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции «Образовательная среда. Сегодня и завтра», Москва, 28 сентября — 1 октября 2010 г. С. 130—132.
2. **Очков В.Ф., Селлек К., Гурке С.** Открытые, интерактивные, сетевые решебники: проблемы и решения // Труды Академэнерго, № 4, 2009. С. 105—116.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГИБА БАЛКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

АННОТАЦИЯ

Описывается учебно-исследовательская анимационная модель прогиба металлической балки с одним закреплённым и другим свободным концом, созданная с целью демонстрации колебаний балки при различных типах динамической нагрузки.

Модель является авторской разработкой и представлена в виде локализованного EXE-приложения. Она даёт наглядное представление о форме оси балки в различные этапы времени в виде графиков и в виде таблицы величин прогибов.

Предлагаемая программа может быть использована как во время лабораторных занятий со студентами, так и для реальных инженерных вычислений, в которых не требуется получение сверхточных результатов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время лабораторные работы, требующие реального оборудования и реальных образцов материалов, с успехом могут быть заменены виртуальными опытами. Такая замена вдвойне актуальна, когда реальные образцы представляют собой громоздкие и тяжёлые конструкции. Представляемая учебно-исследовательская модель поперечных колебаний металлической балки с одним закреплённым и другим свободным концом позволяет проводить лабораторные исследования, легко меняя параметры балки и нагрузки и быстро получая обозримые результаты.

Назначение программы:

- учебно-иллюстративное (может быть использована при проведении занятий по курсу «Сопротивление материалов», «Численные методы» и др.);
- инженерное (может быть использована в инженерных расчётах модельных задач).

Модель представляет собой программу вычисления прогиба балки. Пользователь может самостоятельно выбирать или задавать некоторые параметры задачи, определять тип нагрузки, время наблюдения за балкой и получать результаты в виде графиков, соответствующих реальной форме оси балки в выбранном пользователем масштабе, а также в виде таблицы величин прогиба в момент построения графика.

Программа, реализующая решение поставленной задачи является локализованным EXE-приложением без сопутствующих файлов, которое не требует инсталляции и запускается двойным щелчком левой кнопки мыши.

Минимальные системные требования для запуска и работы программы: операционная система — Microsoft Windows XP; процессор 233 МГц; оперативная память 256 Мб RAM; видеоадаптер и монитор VGA (1200 × 800); CD-ROM; 3,5 МВ на жёстком диске; клавиатура и мышь.

В процессе работы программы пользователь может в любой момент воспользоваться справочной системой, нажав клавишу F1 или обратившись к соответствующему пункту меню программы. В открывающемся окне справки содержится инструкция по пользованию программой и сведения о тестовых примерах.

1. ФИЗИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ

Балка (стержень) прямоугольного сечения, изготовленная из металла, расположена горизонтально и одним концом закреплена в устойчивой опоре. Второй конец свободен. При отсутствии каких-либо воздействий на балку (за исключением действия сил тяжести, упругости и реакции опоры), она находится в состоянии покоя. В этом состоянии прогиб балки, то есть, величина вертикального отклонения от положения равновесия, в каждой точке балки равен нулю.

На горизонтально расположенную балку может быть произведено воздействие следующих типов:

- а) в начальный момент времени балка принудительно отклонена от положения равновесия в вертикальном направлении;
- б) в начальный момент времени каждая точка балки получает начальную скорость в вертикальном направлении;
- в) в начальный момент времени и далее на балку действует внешняя сила, направленная вертикально;
- г) наблюдается любое сочетание воздействий типов а), б) и в).

В результате воздействий балка отклоняется от горизонтального положения равновесия. Если величина прогиба превышает критическое значение, или достигается предел упругости металла, то происходит разлом балки или переход материала балки в пластическое состояние. Тогда упругие колебания прекращаются.

Колебания (движения) балки в указанных случаях называют поперечными колебаниями. Вывод уравнения поперечных колебаний балки (стержня) получен в [2, 3]. Предполагается, что деформация балки является упругой и предел упругости не достигается.

В задачах подобного типа принято проводить измерения и вычисления в системе СИ. Ввод геометрических параметров производится в метрах, а времени — в секундах.

Физические параметры металла (взятые из соответствующих справочных таблиц) задаются непосредственно в коде программы в указанных ниже величинах измерения. Пользователь выбирает из меню нужное ему название металла.

Перед началом счёта производится обезразмеривание физических величин (то есть, замена переменных). Обезразмеривание является обязательным, поскольку решение задач подобного типа в размерных величинах приводит к числам, выходящим за допустимый диапазон вычислений на ЭВМ.

Вводимые величины.

Длина балки (вдоль оси ox) — L (м), высота балки (вдоль оси oy) — H (м) и ширина балки B (м) определяются потребностями конструкции и вводятся пользователем самостоятельно:

Конечный момент времени вычисления, периодичность построения графиков и масштаб по оси прогиба задаются в указанных допустимых пределах пользователем самостоятельно соответственно.

Заданные величины.

Модуль Юнга (упругости) материала балки — E (н/м²), предел прочности или предел упругости материала балки — $\sigma_{кр}$ (н/м²), плотность материала балки (металла) — P (кг/м³) и коэффициент Пуассона материала балки — ν , являются справочными величинами и содержатся в коде программы.

Число шагов по оси Ox задаётся в коде программы.

Вычисляемые величины.

Скорость распространения волны растяжения-сжатия материала C (м/сек) зависит от коэффициента Пуассона [1].

Вычисляются также: соотношение шага по времени с шагом по координате; величина шага по координате; величина шага по времени.

Физические допущения при выводе уравнений и точность вычислений.

При выводе уравнений поперечных колебаний балки (стержня) [3] воздействием силы тяжести на элемент балки пренебрегают, поскольку по сравнению с силой упругости вклад силы тяжести настолько мал, что её влияние не является физически значимым.

Предполагается, что в процессе колебания балки упругие деформации не переходят в пластические и предел прочности материала не превышает [2]. В противном случае используемое уравнение колебаний не может описывать реальное явление, поскольку либо происходит переход металла из упругого состояния в пластическое, либо наблюдается разрушение балки. Сообщение «Разлом балки», появляется на экране в момент наступления любого из указанных событий.

Теория сопротивления материалов определяет достаточную точность вычисления прогиба [2] в 3%. Большая точность не нужна, так как модуль упругости E обычно бывает известен с меньшей, чем 3% точностью. Практика показывает [2], что приближённое уравнение даёт достаточную точность в 3% даже тогда, когда прогиб составляет 30% длины балки, хотя такие большие прогибы возможны только у очень тонких балок. Погрешность вычислений с помощью приближённого уравнения может превысить 3% для балок, параметры которых удовлетворяют неравенству

$$L > 300\sqrt{B^2 + H^2}$$

(например, в случае балки квадратного сечения со стороной 0,1 м её длина должна быть более 42 м).

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД

Вывод уравнения поперечных колебаний балки дан в [2, 3] в предположении, что ось ox проходит по оси симметрии балки, длина оси балки (стержня) не меняется при изгибе, а деформации на малом участке длины тоже малы. Вывод уравнения опирается на закон Гука. Уравнение колебаний балки (стержня) имеет вид

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} + \frac{EJ}{PS} \frac{\partial^4 U}{\partial X^4} = \frac{Q(t, X)}{PSL}, \quad (1)$$

где $y = U(t, X)$ (м) — прогиб балки (стержня) в точке с координатой X (м) в момент времени t (с),

$J = \frac{BH^3}{12}$ (м⁴) — момент инерции прямоугольной балки относительно оси Ox , $S = BH$ (м²) — площадь сечения прямоугольной балки, $\frac{Q(t, X)}{PSL}$ (м/с²)

— внешняя сила, отнесённая к массе балки.

Уравнение (1) дополняется начальными и граничными условиями

$$U(0, X) = F(X), \quad \frac{\partial U}{\partial t}(0, X) = G(X)$$

— начальный прогиб и начальная скорость изменения прогиба в точке;

$$U(t, 0) = 0, \quad \frac{\partial U}{\partial X}(t, 0) = 0$$

— условия неподвижности конца балки и горизонтальности касательной;

$$\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}(t, L) = 0, \quad \frac{\partial^3 U}{\partial X^3}(t, L) = 0$$

— отсутствие изгибающего момента и отсутствие тангенциальной силы;

$$\frac{\partial^2 U}{\partial X^2} U \leq \frac{\sigma_{кр}}{E}$$

— дополнительное условие (отсутствие разлома балки и сохранение упругого состояния).

Для приведения задачи к виду, удобному для применения численного метода решения, проводится обезразмеривание величин [1]. Для этого некоторые физические параметры называются «характерными» и используются для замены переменных.

«Характерные» величины:

L^* (м) — длина балки;

P^* (кг/м³) — плотность металла;

E^* (н/м²) — модуль Юнга (упругости) металла;

C^* (м/с) — скорость распространения волны растяжения-сжатия в металле (является физической характеристикой среды распространения волны).

Безразмерные величины вводятся следующим образом:

$$l = \frac{L}{L^*}, \quad h = \frac{H}{L^*}, \quad b = \frac{B}{L^*}$$

— безразмерные длина, высота и ширина балки;

$$x = \frac{X}{L^*}, \quad u = \frac{U}{L^*}, \quad \tau = \frac{t \cdot C^*}{L^*}$$

— безразмерные координата, прогиб и время;

$$\rho = \frac{P}{P^*}, \quad \varepsilon = \frac{E}{E^*}, \quad \sigma = \frac{\sigma_{кр}}{E^*}$$

— безразмерные плотность, модуль Юнга и предел прочности.

После замены переменных получаем задачу относительно безразмерных величин

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} + a^2 \cdot \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} = q, \quad (2)$$

$$a^2 = \frac{H^2}{12L^2 \cdot d}, \quad q = \frac{Q \left(xL^*, \frac{\tau L^*}{C^*} \right)}{BHEd},$$

$$\text{где } d = \frac{1 - \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)},$$

а соответствующие начальные и граничные условия тоже приведены к безразмерным величинам.

Для решения задачи (2) применяется метод конечных разностей [3]. Уравнение в частных производных заменяется разностным уравнением для значений прогиба в конечном числе точек, составленным по трёхслойной схеме с шагом по координате h и шагом по времени w

$$u[j, i] = u((j-1) \cdot h, (i-1) \cdot w).$$

Система разностных уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} & u[j-2, i] - 2u[j-1, i] + u[j, i] + \\ & + r \cdot s \cdot (u[j-2, i-2] + u[j-2, i+2]) - \\ & - 4 \cdot (u[j-2, i-1] + u[j-2, i+1]) + 6u[j-2, i] + \\ & + r \cdot (1-2s) \cdot (u[j-1, i-2] + u[j-1, i+2]) - \\ & - 4 \cdot (u[j-1, i-1] + u[j-1, i+1]) + 6u[j-1, i] + \\ & + r \cdot s \cdot (u[j, i-2] + u[j, i+2]) - \\ & - 4 \cdot r \cdot s \cdot (u[j, i-1] + u[j, i+1]) + 6r \cdot s \cdot u[j, i] = \\ & = w^2 \cdot q[j, i]. \end{aligned} \quad (3)$$

В узлах нижнего, левого и правого краёв схемы используются начальные и граничные условия. Система (3) решается методом прогонки [3].

Программа отлажена на четырёх начально-краевых задачах, для которых известны точные аналитические решения. В этих случаях расхождение приближённых и точных аналитических решений составила 0,5—2 %, что не превышает допустимых 3 %.

3. АЛГОРИТМ РАБОТЫ С МОДЕЛЬЮ

Задача исследования колебаний балки решается согласно следующему алгоритму.

Производится ввод данных пользователем.

Происходит автоматическое преобразование данных (масштабирование и обезразмеривание), расчет шагов по координате и по времени.

Осуществляется генерация массива значений прогиба.

Определяются размеры рабочей области формы, вычисляется цена деления по каждой из осей, производится построение каждой из осей чёрным цветом с нанесением обозначений физических размеров в метрах.

Построение графика (светло синим цветом) производится по точкам, взятым из соответствующей строки массива значений прогиба. Непосредственно перед построением графика значения соответствующего момента времени (в секундах) и значения прогиба в соответствующих точках (в метрах) заносятся в таблицу. Текущее время построения и экстремальные значения прогиба выводятся в главную форму.

Массив значений прогиба доступен для просмотра в процессе построения графиков.

График функции прогиба оси балки строится через заданные промежутки времени, при этом предыдущий график стирается. Таким способом в программе достигается анимационный эффект, позволяющий наблюдать за изменениями формы балки.

В любой момент работы программы нажатием кнопки «Остановить» пользователь может остановить вычисления. При этом последний построенный график не стирается.

4. ИНТЕРФЕЙС И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Программа создана в программной среде Delphi_6, и представляет собой стандартный проект, являющийся объединением нескольких форм, выводящихся пользователю в виде окон.

Предусмотрена возможность исправления ошибочно введенных пользователем данных, производится проверка корректности вводимых данных.

В конце каждого построения графика значения прогиба в 100 равномерно расположенных на оси точках заносятся в таблицу, которую пользователь может вывести на экран, а затем скрыть посредством обращения к пункту главного меню.

Результаты вычисления выводятся с точностью до 11 знака после запятой.

5. ИЛЛЮСТРАЦИИ И ПРИМЕРЫ

На рис. 1 и 2 представлены примеры изображений, получаемых в процессе работы программы.

Представленная модель позволяет продемонстрировать разницу в поведении балок, сделанных из разных металлов или увидеть зависимость процесса от размеров балки.

За несколько минут работы программы можно выяснить, что, например, в случае горизонтально расположенной балки при отсутствии внешней нагрузки но при наличии начальных скоростей точка оси время до разлома балки из закалённой стали

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХОПЕРАЦИОННОЙ СБОРОЧНОЙ ЛИНИИ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются результаты моделирования работ на сборочной линии при двух видах их организации с использованием программного обеспечения Excel и проводится сравнительный анализ их показателей. Показана ценность этого подхода для учебного процесса и решения практических задач.

ВВЕДЕНИЕ

Моделирование — это процесс изучения реальной системы с помощью заменяющей ее модели. В сфере производства моделирование используется для планирования хода производства, определения уровней запасов, планирования производственных мощностей, потребностей в ресурсах и др. ([1], с. 63—65). В сфере обслуживания моделирование позволяет анализировать очереди и планировать операции. Оно может быть математическим и имитационным (численным). Задачи организации производства и управления производственной системой были и остаются важными в системе подготовки инженерных кадров.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим сборочную линию, состоящую из двух рабочих станций (рис. 1), расположенных последовательно, по порядку выполнения операций ([2], с. 570—592).

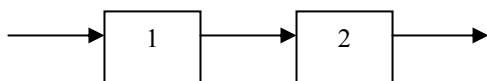


Рис. 1. Схема сборочной линии

На первой рабочей станции выполняется первая операция, на второй — вторая. В тех случаях, когда это целесообразно и возможно, между станциями организуют место для хранения изделий после обработки на 1 станции в ожидании обработки на 2 станции. Будем называть его промежуточной стоянкой (ПС).

Далее рассматриваются два способа организации работ на сборочной линии:

- 1) без использования ПС;
- 2) с использованием ПС.

В [2] рассматривается вариант работы сборочной линии без ПС и не приводятся формулы. Поэтому эти вопросы при реализации процесса моделирования пришлось дорабатывать. Работа на обеих рабочих станциях зависит друг от друга. Например, при 1 способе организации работ медленная, по сравнению со 2-й, работа на 1 станции вызывает

простой 2-й станции, а медленная работа на 2-й станции вызывает простой на 1-й — ведь поставить изделие между станциями некуда. Операцию над новым изделием на 1 станции разрешается проводить в произвольный момент времени при условии, что она свободна.

При 2 способе организации работ также возможны простои станций, хотя их загрузка выше.

Проведем анализ работы сборочной линии при заданных исходных данных с использованием программы имитационного моделирования, реализованной по технологии программирования в ячейках на основе MS EXCEL. Наша цель — определить характеристики работы станций при двух способах организации работ на сборочной линии. Такими характеристиками будут служить:

- среднее время t_1 и t_2 выполнения 1 и 2 операций сборки по отдельности;
- среднее время на сборку одного изделия;
- среднее время нахождения в системе одного изделия.

Эту задачу сложно решить математически с применением формул, так как интенсивность выходящего потока изделий с 1 операции становится интенсивностью входящего потока на 2 операции.

Необходимо отметить, что работа сборочной линии носит вероятностный характер из-за вероятностного характера длительности выполнения работами 1-й и 2-й операции, и разброс значений длительности для разных изделий может быть значительным. Это обстоятельство не позволяет достаточно точно оценить производительность сборочной линии без использования результатов моделирования. Если считать, что время сборки одного изделия равно сумме средних значений времени выполнения операций t_1 и t_2 , это будет неправильно и почти в два раза снизит истинное значение производительность сборочной линии. Без моделирования не удастся узнать время простоев рабочих и ПС.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для расчетов возьмем количество изделий, равное 2000. Исходные данные — гистограммы распределения значений t_1 и t_2 в зависимости от попадания случайных чисел в определенные интервалы, показаны в табл. 1.

Вычисления будем производить в форме табл. 2, приведённой для процесса сборки без использования ПС. Значения времени указаны в минутах, часть столбцов не показана. При применении ПС форма усложняется.

Таблица 1. Исходные данные для примера

Длительность выполнения операции, мин	Интервалы случайных чисел для 1 операции	Интервалы случайных чисел для 2 операции
10	00—03	00—06
20	04—10	07—16
30	11—19	17—29
40	20—39	30—43
50	40—79	44—63
60	80—90	64—79
70	91—95	80—91
80	96—99	92—99

Таблица 2. Форма для моделирования

№ изделия	Время начала 1 операции	Случайное число	Время работы 1 операции t_1	Время окончания 1 операции	Время простоя 1 станции	Время простоя 2 станции	Время начала 2 операции
1	0	45	50	50	0	50	50
2	50	45	50	100	20	0	120
3	120	65	50	170	10	0	180
4	180	6	20	200	10	0	210
5	210	92	70	280	0	10	280
6	280	92	70	350	10	0	360
7	360	92	70	430	0	40	430
8	430	40	50	480	0	10	480
9	480	32	40	520	20	0	540
10	540	53	50	590	0	20	590

Всего получаем 2000 строк. При помощи функции «Случайное число» в MS EXCEL в форме по образцу табл. 2 заполняем два столбца целых случайных чисел со значениями из интервала $99*[0; 1]$.

При помощи логического оператора «ЕСЛИ» определяем формулу для времени работы 1 операции (t_1): =ЕСЛИ(случайное число на первой станции >=96;"80"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=91;"70"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=80;"60"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=40;"50"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=20;"40"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=11;"30"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=4;"20";"10")

При помощи логического оператора «ЕСЛИ» определяем формулу для времени работы 2 операции (t_2): = ЕСЛИ (случайное число на второй станции >=92;"80"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=80;"70"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=64;"60"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=44;"50"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=30;"40"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=17;"30"); ЕСЛИ (случайное число на первой станции >=7;"20";"10").

Далее расчёты разделяются в зависимости от способа организации сборки. Все дальнейшие вычисления строятся на логических связях между временем обработки, простоя станций или хранения на ПС i -го и $(i - 1)$ -го изделия.

Формулы для подсчета некоторых характеристик при моделировании работы сборочной линии без использования ПС следующие:

- Время начала 1 операции обработки i -го изделия = время окончания 1 операции обработки $(i - 1)$ -го изделия + время простоя 1 станции после окончания обработки $(i - 1)$ -го изделия. На 1 изделие время начала 1 операции = 0.

- Время окончания 1 операции обработки i -го изделия = время начала 1 операции обработки i -го изделия + время работы первой операции t_1 . Простой 1 станции происходит, когда 2 станция занята обработкой предшествующего изделия и обработанное изделие с 1 станции нельзя передать на 2 станцию. Время простоя 1 станции после обработки i -го изделия = ЕСЛИ (время окончания 2 операции обработки $(i - 1)$ -го изделия — время окончания 1 операции обработки i -го изделия <=0; 0); (время окончания 2 операции обработки $(i - 1)$ -го изделия — время окончания 1 операции обработки i -го изделия).

- Среднее время на сборку одного изделия, подсчитываемое после выпуска i изделий = время окончания 2 операции сборки i -го изделия.

$$i$$

- Время нахождения i -го изделия в системе = $t_{1i} + t_{i \text{ простоя 1-й станции}} + t_{2i}$.

- Среднее время нахождения в системе одного изделия, подсчитываемое после выпуска i изделий, равно

$$\frac{\sum_{j=1}^i \text{время нахожд } j\text{-го изд в сист.}}{i}$$

И так далее. Привести весь набор формул не представляется возможным.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Некоторые полученные на разных рабочих листах MS EXCEL результаты моделирования графически представлены на рис. 2—4:

среднее время на сборку (без промежуточной стоянки)

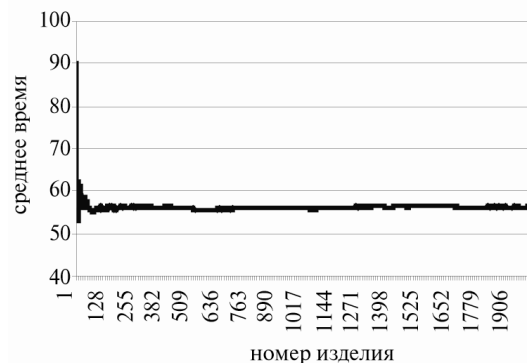


Рис. 2. Среднее время сборки изделия без использования ПС



Рис. 3. Среднее время сборки изделия с использованием ПС

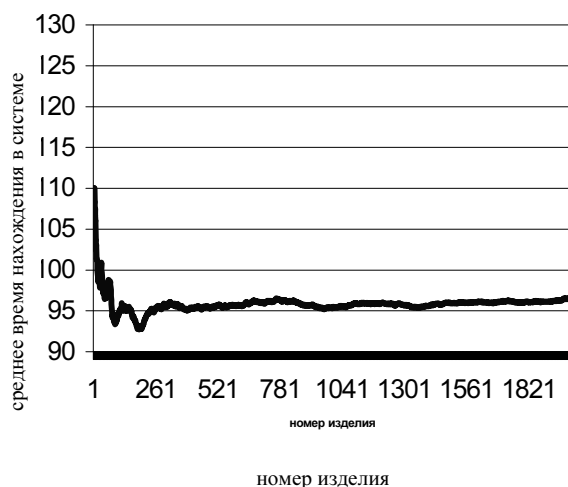


Рис. 4. Среднее время нахождения изделия в системе при использовании ПС

Все средние значения на рисунках при небольшом количестве изделий меняются. По мере увеличения количества изделий средние значения стабилизируются. Их стабильные значения следует брать из рабочих листов EXCEL или замерять на рисунках. Они для нашего примера приводятся в табл. 3. Значения времени указаны в минутах.

Таблица 3. Результаты моделирования

	без ПС	с ПС
Среднее время на сборку	57	50
Среднее время нахождения в системе	103,5	96,5
Среднее время t_1	46,3	46
Среднее время t_2	46,5	47

Из таблицы следует преимущество в наличии ПС — это повышает производительность сборочной линии.

Эта задача имеет важное значение в методическом и практическом планах. Студенты самостоятельно программируют алгоритмы решения, отлаживают программы, получают результаты в различных формах. Они учатся понимать работу сбороч-

ной линии. Вот типичные вопросы, которые ставятся перед ними и они вынуждены искать на них ответы:

- Меняются ли значения t_1 и t_2 при разных видах организации работ сборочной линии.
- Почему среднее время на сборку одного изделия примерно равно среднему времени выполнения любой операции, хотя ожидаемо значение, равное сумме таких значений на 1 и 2 операциях.
- Какова зависимость среднего времени нахождения изделия в системе от наличия ПС.
- Можно ли применить изложенный подход при произвольном числе рабочих станций, характеристиках распределения времени выполнения операций, ПС.
- Как влияют изменения емкости хранения изделий на ПС и гистограммы распределения значений t_1 и t_2 на показатели работы сборочной линии.
- Как изменятся показатели работы сборочной линии при изменении количества изделий в расчетах и так далее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные результаты свидетельствуют о возможности моделирования работы сборочных линий с помощью MS EXCEL, без использования специализированных программ. Задача хорошо вписывается в учебный процесс, базирующийся на широком использовании ПК.

Задача допускает её дальнейшее развитие. Так, например, представляет интерес сравнительный анализ трёх способов организации работ на сборочной линии, два из которых уже показаны и третий — также с использованием ПС, на которой стоят несколько запасных изделий, заранее прошедших обработку на 1 станции. При 3 способе организации работ простоев станций нет, но существует проблема определения начального количества запасных изделий, гарантирующего отсутствие дефицита изделий для 2-й станции.

Если вместо рабочих поставить автоматические устройства (например, роботы), разброс значений длительности будет небольшим. Можно смоделировать сборочную линию, в которой одна из рабочих станций работает в автоматическом режиме, а на другой станции работают рабочие из-за сложности выполняемых работ и невозможности или нецелесообразности их автоматизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Парамонов Ф.И., Солдак Ю.М.** Теоретические основы производственного менеджмента. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. — 280 с.
2. **Чейз Р.Б., Эквилайн Н., Дж., Якобс Р.Ф.** Производственный и операционный менеджмент, 8-е издание: пер. с англ. М.: Издат. дом «Вильямс», 2003. — 704 с. (С CD-дисксом).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА МЕТОДИЧЕСКИХ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ ЖЕЛОБОВ КОЛЕЦ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ

АННОТАЦИЯ

Анализируются погрешности, возникающие при изготовлении деталей подшипников. Программное обеспечение координатно-измерительной машины ЗКИМ позволяет определять отклонения, возникающие при изготовлении подшипников. Оценивается компьютерная геометрическая модель, принимаемая при измерениях сложных технических поверхностей.

ВВЕДЕНИЕ

Геометрическая форма детали рассматривается в конструкторской (функциональной), метрологической и технологической системах координат (представлениях).

Конструкторское представление формы детали основано на обеспечении работоспособности детали. *Метрологическое* — на системах координат и базирования, в которых производится измерение. В *технологическом* представлении формы детали задается как функция координат, которые считываются с управляющих органов технологического оборудования, на котором изготавливается деталь.

В рамках этих представлений используются следующие системы координат.

Основная — связана с общим основанием. В ней движение других систем координат имеет простейшее описание.

Детальная — связана с обрабатываемой деталью. В ней описание поверхности детали имеет простейшую форму.

Инструментальная — связана с инструментом. В этой системе описание режущей кромки имеет простейшую форму.

Траекторные — связаны с направляющими станков, ограничивающими движение обрабатываемой детали и инструмента.

Взаимодействия — в них наиболее просто представлены линии и поверхности касания, пересечения, огибания.

Базирования — связаны с базовыми технологическими поверхностями. Координаты элементов детали в них часто совпадают с размерами, указанными на чертеже.

Особенностью деталей подшипников является то, что их макрогеометрия не остается постоянной. Уже в исходном состоянии реальные базовые, посадочные и рабочие поверхности отличаются от их идеального конструкторского представления за счет неидеальности процессов формообразования. Потом форма меняется при посадке колец на вал, в корпус и при осевом стягивании полуколец. Затем кольца и тела качения деформируются в результате

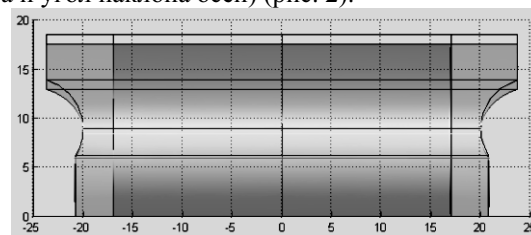
приложения рабочей нагрузки. Все эти изменения оказывают вполне реальное влияние на работоспособность подшипника и, поэтому, не могут быть проигнорированы.

Таким образом, становится актуальной задача, во-первых, выявления самого факта отклонений формы от идеальной на величину, большую допуска, во-вторых, анализа причины появления этих отклонений и, в-третьих, оценка влияния этих отклонений на работоспособность подшипника.

1. АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОДШИПНИКОВ

Для выявления факта недопустимо большого отклонения формы в технологическом процессе используются малоинформативные, но простые, производительные и дешевые методы типа калибров. Эти методы лишь регистрируют сам факт отклонения.

Причины же этих отклонений не всегда очевидны. При их установлении требуется тогда дополнительный анализ, для которого необходимо знать не только сам факт, но и геометрические параметры отклонения. При этом следует учитывать, что происходит не только изменение параметров геометрических объектов, составляющих форму детали. Изменяются сами объекты (рис. 1). Например, окружность осевого сечения желоба, которая имеет три параметра (радиус и две координаты центра) начинает приближаться к эллипсу, который имеет уже пять параметров (два радиуса, две координаты центра и угол наклона осей) (рис. 2).



Деформация внутреннего полукольца подшипника при стягивании его во время монтажа

Рис. 1. Изменение формы сечения желоба контактной дорожки при деформации кольца (система моделирования MATLAB 7.01 + FEMLAB 3.0)

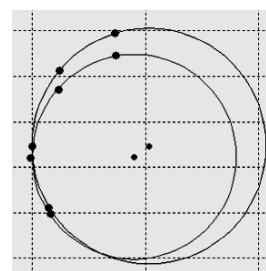


Рис. 2. Сдвиг характерных точек желоба

Такой анализ требует применения более точных дорогих приборов типа 3-координатных измерительных машин.

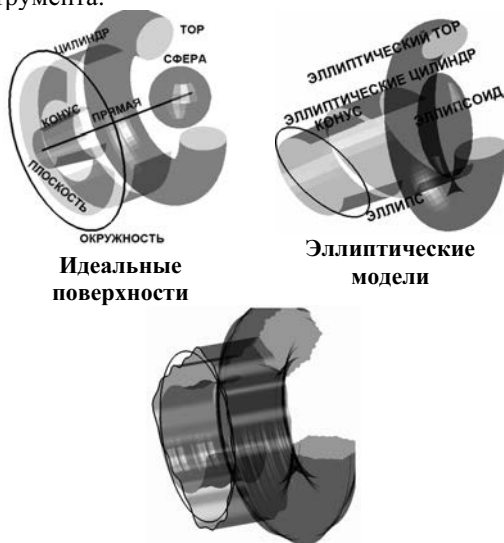
2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКА

Можно предложить, как минимум, три уровня геометрических моделей поверхностей деталей подшипника:

1. Идеальные поверхности, соответствующие конструкторскому чертежу — Плоскость, Цилиндр, Конус, Тор, Сфера (рис. 3).

2. Поверхности, отражающие деформацию идеальных поверхностей деталей.

3. Поверхности, отражающие наложение на идеальные поверхности периодических составляющих, вызванных вибрациям станка, приспособления и инструмента.



Модели с гармоническими составляющими

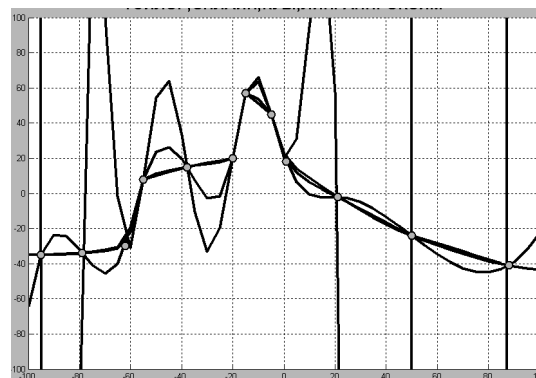
Рис. 3. Усложнение геометрических моделей для повышения информативности результатов измерений

Анализатор взаимодействия определяет касание, пересечение, совмещение, принадлежность, отсечение объектов и расстояния между ними. При моделировании кинематики исследуются движение, определяемое независимыми законами и зависимое движение с учетом ведущего и ведомого элементов и условий зацепления. На основе метода конечных элементов могут решаться деформационные задачи.

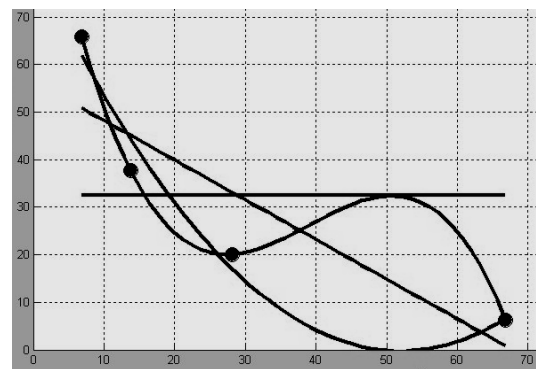
Каждую из этих моделей можно рассмотреть как: конструкторскую, технологическую, метрологическую.

Ниже приведены иллюстрации механизмов возникновения ошибок измерения при использовании встроенного программного обеспечения, если неадекватно выбирать математическую модель измеряемой поверхности.

Появление «паразитных» гармонических составляющих (рис. 4) связано с выбором сглаживающих моделей слишком высокой степени, не соответствующей интервалу съёма показаний во время сканирования поверхности. В модель не должны входить описания гармоник с периодом меньшим, чем двойной интервал сканирования.



Ряд Тейлора, сплайн, кубическая, линейная аппроксимации



Метод наименьших квадратов с постепенным возрастанием степени сглаживающего полинома

Рис. 4. Ошибки сглаживания результатов измерений различными методами, не связанные с реальной геометрией измеряемой поверхности

На рис. 5 приведён пример, когда программное обеспечение ЗКИМ выдаёт окружность, близкую к номинальному сечению, хотя сечение это носит явно эллиптический характер. Этот случай имел место в реальной практике подшипникового предприятия.

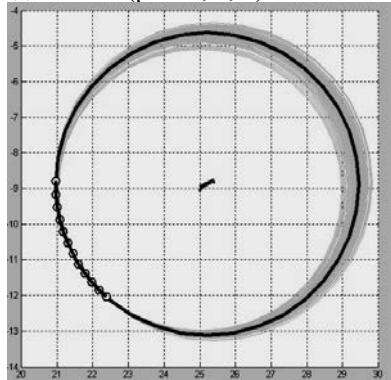
%X,Y - матрицы координат сглаживаемых точек

```

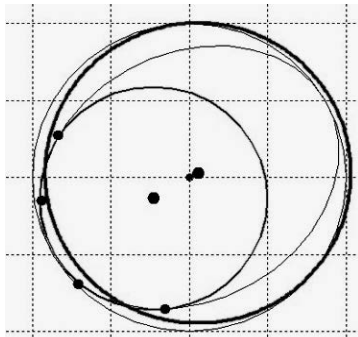
x_2=X.*X; x_3=x_2.*X;
y_2=Y.*Y; y_3=y_2.*Y;
sx=sum(X); sy=sum(Y);
sx2=sum(x_2);sy2=sum(y_2);
sx3=sum(x_3);sy3=sum(y_3);
sxy=sum(X.*Y);
sx2y=sum(x_2.*Y);sxy2=sum(X.*y_2);
k1=-sx3-sxy2;
k2=-sy3-sx2y;
k3=-sx2-sy2;
k4=sx.*sxy-sy.*sx2;
k5=sy.*sxy-sx.*sy2;
k6=sx2.*sy2-sxy.*sxy;
k7=sx.*sy-n_in*sxy;
k8=n_in*k6+sx*k5+sy*k4;
xcq=(-k1*(n_in*sy2-sy*sy)-k3*k5-k2*k7)/(2*k8);
%Центр
ycq=(-k2*(n_in*sx2-sx*sx)-k3*k4-k1*k7)/(2*k8);
%Центр
kgq=(k3*k6+k2*k4+k1*k5)/k8;
rq=sqrt(xcq^2+ycq^2-kgq); %Радиус

```

При анализе такого несоответствия выяснилось, что стандартная программа ЗКИМ сглаживает результаты измерения по программе, фрагмент которой приведён ниже (рис. 6, 7, 8).



Семейство окружностей, вычисляемых по комбинациям из трех точек и методом наименьших квадратов



Эквивалентная окружность, вычисляемая для заведомо эллиптического контура

Рис. 5. Сглаживание результатов измерения окружности

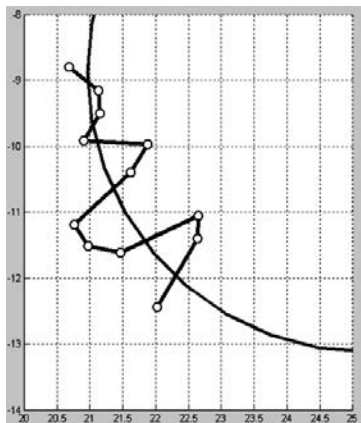


Рис. 6. Волнистость дорожки качения в осевом сечении

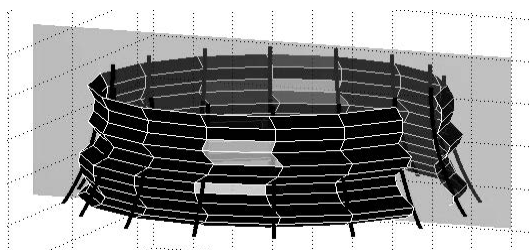
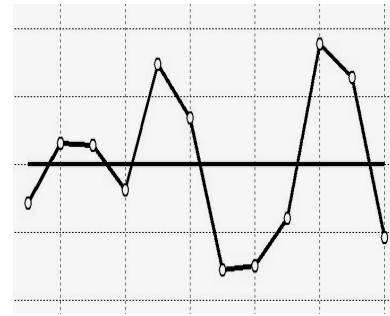
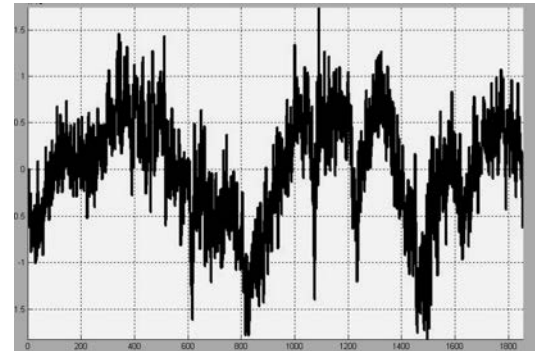


Рис. 7. Синтезированная поверхность дорожки качения



Низкочастотный спектр, получаемый на 3-координатной машине с зондом—шариком диаметром 1 мм



Высокочастотный спектр, получаемый на профилографе с зондом-иглой

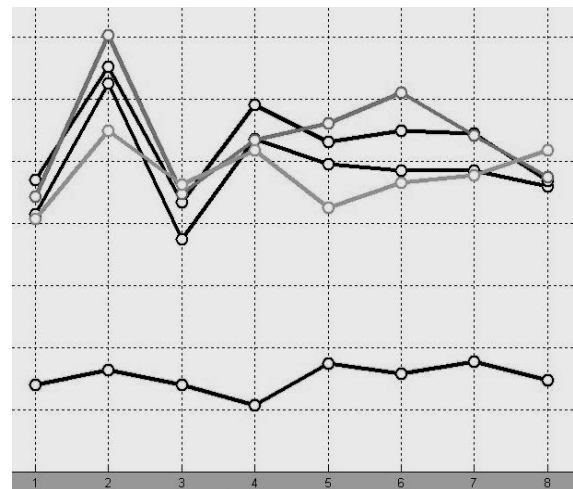


Рис. 8. Смещение среднего вычисляемых значений вследствие предварительной нелинейной фильтрации результатов измерения в стандартной программе прибора

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно сделать следующие вывод: геометрическая модель, принимаемая при измерениях сложных технических поверхностей не должна основываться только на желаемой форме детали. С одной стороны, модель должна учитывать возникающие при обработке искажения — например, рассматривать эллиптическую модель вместо идеальной окружности. С другой стороны, модель не должна быть слишком сложной, чтобы не породить «виртуальных» ошибок, таких как высокочастотные гармоники на измеряемой поверхности.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

АННОТАЦИЯ

Облачные вычисления это хороший способ повысить производительность предлагаемого сервиса без инвестиций в новую инфраструктуру, обучение персонала или приобретения программного обеспечения. Эта технология расширяет потенциальные возможности существующих информационных систем. В последние годы облачные вычисления выросли из хорошего бизнес концепта до одной из самых запрашиваемых индустрий информационных технологий. С ростом количества пользователей облачных вычислений всё чаще и чаще возникают вопросы о безопасности. Безопасность — главная причина и проблема, которая тормозит развитие рынка облачных вычислений в широком спектре бизнес областей, так как технических директоров и менеджеров считают «облака» не надёжным сервисом с точки зрения безопасности.

Статья описывает текущее состояние проблем безопасности и типы атак, которые угрожают «облакам».

ВВЕДЕНИЕ

Облачные вычисления это метод увеличения производительности сервиса или возможностей динамически, без вложений в новую инфраструктуру, обучение персонала или лицензирование программного обеспечения [9]. Они расширяют возможности существующих информационных систем. В последние годы облачные вычисления выросли из хороше-

го бизнес концепта до одной из самых быстро развивающихся индустрий информационных технологий. С ростом количества пользователей и компаний, которые хранят свои данные в «облаках» всё чаще и чаще возникают вопросы о безопасности [1]. Несмотря на всю активность вокруг облачных вычислений, клиенты бизнес сектора всё ещё не желают размещать свои системы в облачных средах. Безопасность — главная причина, которая задерживает стремительное развитие рынка облачных вычислений [5]. Так же вопросы приватности данных и проблемы защиты продолжают влиять на рынок облачных вычислений [1, 7]. По результатам последнего опроса IDC, 74% технических директоров и менеджеров информационных технологий назвали безопасность как главный вызов, который останавливает их от адаптации существующих систем в модель облачного сервиса [2].

1. УГРОЗЫ

Безопасность очень тесно связана с атаками, так как нет необходимости в безопасности, когда не существует угроз. Типы атак на «облака» отличаются от атак на другие архитектуры. Следующие типы атак существуют (по крайней мере, известны) [3] (см. рис. 1):



Рис. 1. Разделение угроз по категориям

2. ТРАДИЦИОННЫЕ АТАКИ НА ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Относятся к уязвимостям сетевых протоколов, операционных систем, модульных компонентов и другим схожим уязвимостям. Это классическая угроза безопасности, для решения которой достаточно установить антивирусное программное обеспечение, сетевой экран и другие описанные компоненты [3]. Важно, чтобы эти средства были адаптированы к облачной среде для эффективной работы в виртуализации.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АТАКИ НА ЭЛЕМЕНТЫ ОБЛАКА

Этот тип атаки связан с многослойностью «облаков», главный принцип безопасности — общий уровень безопасности системы равен безопасности самого слабого звена. Так, DoS-атака на прокси-сервер установленный в облаке заблокирует доступ ко всему «облаку» (см. рис. 2), не смотря на то, что внутри «облака» все работает без перебоев.



Рис. 2. Атака на Proxy-сервер

Похожим образом, SQL инъекция, которая произойдёт на сервере приложений, предоставит доступ к системам хранения данных независимо от правил доступа в слое хранения данных [3, 6]. Для защиты от атак, для каждого слоя облака должна быть применена своя, специализированная техника защиты. Для прокси-сервера — защита от DoS-атак, для веб-сервера — отслеживание целостности страниц, для сервера приложений — экранированные приложения, для слоя хранения данных — защита от SQL инъекций, система хранения данных — контроль доступа и резервные копии. По отдельности все эти механизмы работают отменно, но они не работают совместно, обеспечивая комплексную защиту облачных вычислений, поэтому задача их интеграции должна быть решена при создании облачных сред. Ниже приведена таблица с описанными

ми типами атак на элементы облака и методами защиты от них (см. табл. 1).

Таблица 1. Типы атак и методы борьбы с ними

Элемент облака	Метод защиты
Прокси-сервер	Защита от DoS-атак
Веб-сервер	Отслеживание целостности веб-страниц
Сервер приложений	Экранирование приложений
Слой хранения данных	Защита от SQL инъекций
Системы хранения данных	Контроль доступа и резервные копии

4. АТАКИ НА КЛИЕНТА

Эти типы атак работали в веб-окружении, но они так же актуальны и в облачных средах, так как пользователи подключаются к облаку посредством программы просмотра веб-страниц. Атаки включают в себя такие виды как Cross Site Scripting (XSS), DoS атаки, перехват веб-сессий, кража паролей, использование уязвимостей переполнения буфера, «человек по середине» (man in the middle) и другие [6], отображённые ниже (см. рис. 3). Защита от такого вида атак традиционно является строгой аутентификация с использованием шифрованного соединения с взаимной аутентификацией. Но не все создатели «облаков» могут позволить себе такие затратные и часто неудобные средства защиты.

Таким образом, в этом секторе информационной безопасности до сих пор остаются нерешенные проблемы и «место» для создания новых средств [14].



Рис. 3. Виды атак на клиента

5. УГРОЗЫ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

Так как платформой для облачных элементов, как правило, служит виртуальная среда, то атака на систему виртуализации угрожает всему облаку в целом. Этот тип атаки уникален для облачных вычислений, поэтому он будет рассмотрен далее. В данный момент появляются новые угрозы для виртуализации, а так как эта отрасль относительно новая, решения проблем угроз ещё не разработаны. Вполне возможно, что рынок информационной безопасности в ближайшем будущем будет заключаться в разработке средств защиты от данного типа угроз [4].

6. КОМПЛЕКСНАЯ УГРОЗА «ОБЛАКА»

Отслеживание событий в «облаке» и их управление тоже является проблемой безопасности. Как гарантировать, что все ресурсы подсчитаны и что нет неконтролируемых виртуальных машин, которые выполняют сторонние процессы и не вмешиваются во взаимную конфигурацию слоёв и элементов «облака»? Этот тип угрозы связан с обработкой облака как единого целого и поиском мошенничества и других нарушений в «облачной» структуре, которые могут привести к неоправданным расходам на поддержание «здоровья» информационной системы. Уровень этого типа угрозы является самым высоким и предполагается, что невозможно создать универ-

сальное средство для защиты от него — для каждого «облака» должна строиться своя, индивидуальная система защиты. Это может помочь при общей модели риска, которая должна быть применена более надлежащим образом к облачным вычислениям [3, 13].

Первые два типа угроз уже изучены и средства защиты от них уже разработаны, но они всё ещё должны быть адаптированы для использования в облачной среде. К примеру, сетевой экран предназначен для защиты периметра, а в облаке не так уж и просто определить периметр пользователя, что значительно усложняет защиту. Таким образом, технология должна адаптировать сетевой экран к облачной среде. Работа в этом направлении активно проводится, к примеру, в компании Check Point Company [3].

Факт, что использованные дополнительные элементы в системе, могут быть подвержены атакам. Они включают в себя систему гипервизора, систему миграции виртуальных машин из одного расположения в другое, а также систему управления ими. Рассмотрим, как такие элементы могут быть подвергнуты атакам.

7. АТАКИ НА ГИПЕРВИЗОР

В вычислительной технике, гипервизор, по-другому называется системой виртуальных машин (VMM, virtual machine manager) — это одна из технологий как реализуется параллельное выполнение нескольких операционных систем, называемых гостевыми, в пределах одной физической ЭВМ [15]. Концептуально гипервизор показан на рисунке (см. рис. 4), где видно, что гипервизор является этакой «прослойкой» между аппаратным обеспечением и виртуальными машинами, которые в свою очередь контролируются системой управления.



Рис. 4. Гипервизор

По сути, ключевым элементом в виртуальной системе является гипервизор, который обеспечивает разделение физических ресурсов ЭВМ между виртуальными машинами. Вмешательство в работу гипервизора или её нарушение может позволить одной виртуальной машине получить доступ к ресурсам другой — сетевому трафику, хранимым данным. Это может привести даже к выгрузке виртуальной машины из сервера.

Хоть и немного злоумышленников знают как работает гипервизор и вероятность таких атак очень

мала, это не даёт гарантий, что такой тип атак не появится в ближайшем будущем [4, 6, 12].

8. МИГРАЦИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

Отметим, что виртуальная машина сама по себе есть файл, который может быть запущен на выполнение в разных узлах «облака». Система управления виртуальными машинами включает в себя механизмы для переноса (миграции) виртуальных машин из одного расположения в другое. Тем не менее, можно попытаться украсть файл виртуальной машины и запустить его вне облака. Невозможно украсть физический сервер из вычислительного центра, но можно украсть файлы виртуальных машин по сети без физического доступа к серверам. Правда отдельная виртуальная машина вне облака не имеет фактической ценности — необходимо украсть как минимум по одной виртуальной машине из каждого слоя «облака» и информацию систему хранения данных для конструирования подобного «облака», что не исключает возможности кражи всей виртуальной части облака. Поэтому вмешательство в работу системы перемещения (миграции) виртуальных машин порождает новые риски для информационных систем [3, 6, 12].

9. АТАКИ НА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Большое количество виртуальных машин, которые используются в «облаках», особенно в публичных облаках, требуют системы управления, которая может надежно контролировать создание, перемещение и утилизацию виртуальных машин. Вмешательство в систему управления может привести к невидимым виртуальным машинам, блокировке некоторых машин и подмене слоёв или элементов в облаке на преступные. Всё это позволяет злоумышленнику получить доступ к данным «облака» или заполучить контроль над частью или всем «облаком» [6].

Следует отметить, что все перечисленные выше угрозы являются чисто гипотетическими, поскольку информация о реальных атаках этого типа практически отсутствует. В то же время, с популяризацией виртуализации и облачных вычислений, все эти виды атак могут стать реальными. Поэтому они должны быть взяты во внимание при этапе создания облачных систем [3, 10, 12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Не существует стандартов безопасности для облачных вычислений. Ещё хуже, безопасность часто рассматривается как второстепенная задачи в спешке адаптации этих технологий.

Тем не менее, можно применять традиционные понятия безопасности (такие как антивирус или сетевой экран) [7].

Когда дело доходит до приватности данных, здесь тоже появляется немало проблем с законодательством — такие как обработка личных данных и их защита [8, 11]. Выбирая облачные вычисления как решение для бизнес-систем, важно учесть конфиденциальность данных, которые будут храниться

в «облаке». Хранить секретные и особо секретные данные в «облачных» средах не абсолютно безопасно — именно поэтому государственные учреждения все ещё не перешли на «облака» [9]. С другой стороны облачные вычисления позволяют динамически увеличивать производительную мощь, которая может быть использована в системах с менее конфиденциальными или открытыми данными.

Чтобы сделать облачные вычисления надёжной платформой необходимо разработать стандарты безопасности, обработки и защиты данных, как и стандарты для аутентификации и авторизации облаков и всех его элементов [7].

В дальнейшем планируется развить тему безопасности облачных вычислений в контексте электронных услуг правительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Journal of Network and Computer Applications. A survey on security issues in service delivery models of cloud computing. S. Subashini; V. Kavitha. December 2010.
2. Clavister. Security in the cloud, Clavister White Paper (http://www.it-wire.nu/members/cla69/attachments/CLA_WP_SECURITY_I_N_THE_CLOUD.pdf) [accessed on: 21 October 2009].
3. Cloud Security — безопасность облачных вычислений, угрозы и технологии защиты — Аналитика — Статьи — Anti-Malware.ru (<http://www.anti-malware.ru/node/2333>)
4. Cloud computing - A new business paradigm for biomedical information sharing. Arnon Rosenthal, Peter Mork, Maya Hao Li, Jean Stanford, David Koester, Patti Reynolds. Journal of Biomedical Informatics.
5. Cloud computing — The business perspective. Sean Marston, Zhi Li, Subhajyoti Bandyopadhyay, Juheng Zhang, Anand Ghalsasi. Decision Support Systems, ScienceDirect.
6. Cloud security defense to protect cloud computing against HTTP-DoS and XML-DoS attacks. Ashley Chonka, Yang Xiang, Wanlei Zhou, Alessio Bonti.
7. Danger in the clouds. Steve Mansfield-Devine.
8. Hey, you, get off of that cloud? Andrew Joint, Edwin Baker, Edward Eccles. ScienceDirect.
9. Identification of a company's suitability for the adoption of cloud computing and modeling its corresponding Return on Investment. Subhas Chandra Misra, Arka Mondal. Mathematical and Computer Modeling, ScienceDirect.
10. Identifying the security risks associated with governmental use of cloud computing. Scott Paquette, Paul T. Jaeger, Susan C. Wilson. Government Information Quarterly, ScienceDirect.
11. Privacy and consumer risks in cloud computing. Dan Svantesson, Roger Clarke. ScienceDirect.
12. Secure virtualization for cloud computing. Flavio Lombardi, Roberto Di Pietro. Journal of Network and Computer Applications, ScienceDirect.
13. Security Risks in the Cloud — Reality, or A Broken Record? Ted Kritsonis. Infosecurity, 8 (2011) 20-23. doi:10.1016/S1754-4548(11)70005-5.
14. The brightening future of cloud security. Patrick J. Walsh, Chief Technology Officer, eSoft (www.esoft.com).
15. Wikipedia. Hypervisor. Retrieved from <http://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor>.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЭС

АННОТАЦИЯ

Дается представление о современных программных комплексах, используемых при разработке и проектировании тепловых электрических станций.

Рассмотрены основные достоинства программных комплексов «Thermoflow», «Gate Cycle» и «Boiler Designer», используемых на предпроектных и проектных стадиях расчетов. Показаны основные пути использования САПР.

Для исследования режимов работы, а также получения реального опыта управления современными парогазовыми блоками используются различные тренажеры. На примере наиболее апробированного парогазового блока ПГУ-450Т показаны особенности «Программного комплекса по исследованию режимов работы парогазовых ТЭС (ПГУ-450Т)».

ВВЕДЕНИЕ

Современные инженерные расчеты не могут быть проведены без использования высокотехнологичных расчетных средств САПР. Современные программные комплексы по проектированию тепломеханической части ТЭС имеют своей целью получения проектного решения по исходным условиям для нового и модернизируемого объекта. Наиболее полное техническое представление об объекте требуется как на уровне тендерного проекта, так и на первом этапе рабочего проектирования, когда ведется разработка технологических схем, выбор основного и вспомогательного оборудования, арматуры и т.д. В настоящее время проектными институтами и техническими университетами теплоэнергетического профиля используются несколько видов САПР, наиболее удобными и технологичными из которых являются программные комплексы — «Thermoflow», «Boiler Designer» и Gate Cycle. Исследование реальных режимов и программ управления парогазовыми блоками проводится с использованием «Программного комплекса по исследованию режимов работы парогазовых ТЭС».

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЭС

Один из важных вопросов при проектировании и строительстве энергообъектов ТЭС является определение расчетных и гарантийных показателей. От точности такого расчета, учета многих факторов влияющих на показатели станции, такие как, к примеру, климатические условия, характеристика оборудования, величина собственных нужд, наличие специальных устройств, оборудования и т.д. будут зависеть гарантии, и та доля ответственности, которую на себя возьмет компания по их исполнению. Неверная оценка таких показателей в сторону их

завышения на стадии подписания контракта может привести к значительным штрафам и издержкам на последующих стадиях, а сильное занижение этих показателей может вообще привести к исключению организации из претендентов на строительство еще на конкурсной стадии.

Для решения научно-исследовательских задач по данному вопросу в рамках программы «Национальные исследовательские университеты» на кафедре ТЭС НИУ МЭИ закуплено самое современное программное обеспечение — «Thermoflow», «Boiler Designer», «Gate Cycle», «Программный комплекс по исследованию режимов работы парогазовых ТЭС (ПГУ-450Т)», и др., а также разработаны и реализованы методики, алгоритмы по расчету и исследованию тепловых схем и оборудования газотурбинных, парогазовых, паросиловых и газопоршневых ТЭС любого типа.

Одним из наиболее удобных и автоматизированных средств для определения расчетных и гарантированных показателей является программный комплекс Thermoflow. Данный софт позволяет учесть характеристики оборудования, его конструктивные особенности, сопротивления по трактам, оценить величину собственных нужд и другие факторы влияющие на точность расчета. Thermoflow позволяет выполнять расчеты при создании нового энергообъекта как в автоматизированном режиме на основании заданных критериев таких как — максимальная эффективность, либо минимальная цена, при этом, заложенные в программу алгоритмы предложат конструктивную компоновку тепловой схемы руководствуясь этими критериями. Это повлияет на недогревы в котле утилизаторе, расположение поверхностей, выбор параметров генерируемого пара, СН и др. В программе предусмотрена возможность передачи полученных результатов конструкторского расчета с найденными значениями поверхностей теплообмена из модулей автоматизированного проектирования «GT PRO», «STEAM PRO» в специальные программы «GT MASTER», «STEAM MASTER», обеспечивающих поверочные расчеты, в которых значения поверхностей теплообмена зафиксированы и используются в качестве исходных данных. Эта возможность позволяет в переменных режимах работы оборудования рассчитывать значения температурных напоров и недогревов и получать более точные результаты показателей работы оборудования в целом.

Второй путь использования программы Thermoflow это моделирование и расчет тепловой станции по характеристикам оборудования полученным от производителей. Это является одним из

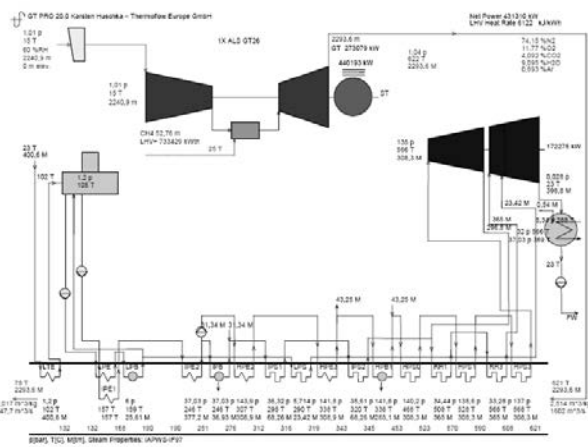


Рис. 1. Пример интерфейса программного комплекса «Thermoflow»

сложных и трудоемких расчетов, требующих получение доскональной информации по оборудованию, моделированию, расчета режимов, проверки сходимости и увязки всей схемы в целом.

Помимо описанных выше возможностей Thermoflow имеет в своем составе модуль «Rease», обеспечивающий проведение технико-экономических расчетов по блоку в целом и по отдельным видам оборудования. Помимо этого, данный модуль позволяет получить предварительную спецификацию на основное и вспомогательное оборудование, а также габаритные характеристики оборудования. Этими возможностями не обладает ни одна из других программ.

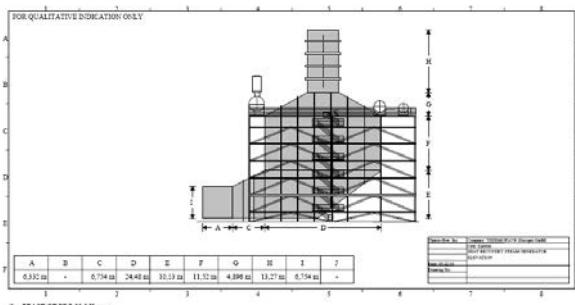


Рис. 2. Пример получения предварительной компоновки котла-утилизатора с помощью модуля «REASE»

Программное обеспечение Gate Cycle позволяет проводить расчеты тепловых балансов в проектных и вне проектных условиях работы для любого типа тепловой электростанции. Данный софт позволяет разработать оптимальный проект для вновь проектируемого энергообъекта или сделать правильные модификации на существующем блоке, либо всей станции в целом. Используя обширные способности к моделированию возможно эмулировать работу станции, чтобы определить оптимальный способ к ее управлению.

Программное обеспечение Gate Cycle позволяет эмулировать работу на режимах различных тепловых циклов, котельных установок на угле, атомных электростанций, систем когенерации, ГТУ, ПГУ и многих других типах энергообъектах. Использовать программное обеспечение GateCycle можно для

быстрых оценок, детальной разработки, проекта, на стадиях модернизации повторно проводя расчеты с большой скоростью и высокой точностью.

Для решения задач связанных с более точным конструированием котельного оборудования (энергетических котлов любого типа, котлов-утилизаторов, топков и т.д) в составе тепловых схем ТЭС используется САПР — «Boiler Designer», признаваемый всеми российскими проектными фирмами и производителями котельного оборудования.

Программа «Boiler Designer» предназначена для конструирования и последующего статического и динамического расчетов теплоэнергетических объектов (котлов, энергоблоков и пр.). В ней содержится свыше 100 унифицированных элементов (топка, поверхности нагрева различного типа, впрыски, турбина, подогреватели, насосы, трубопроводы с различными видами гидравлических сопротивлений, регуляторы и др.). С помощью этих элементов может быть собрана любая схема, для чего в удобном графическом режиме можно выбирать из заданного набора пиктограммы элементов, перемещать их по экрану, объединять соответствующими связями в схемы пароводяного и газозоудного трактов, при необходимости удалять и т.д. Некоторые из элементов являются иерархическими, т.е. содержат группы, в которые помещаются другие элементы. Такая иерархическая структура позволяет собирать схемы самых сложных объектов без ограничения количества элементов.

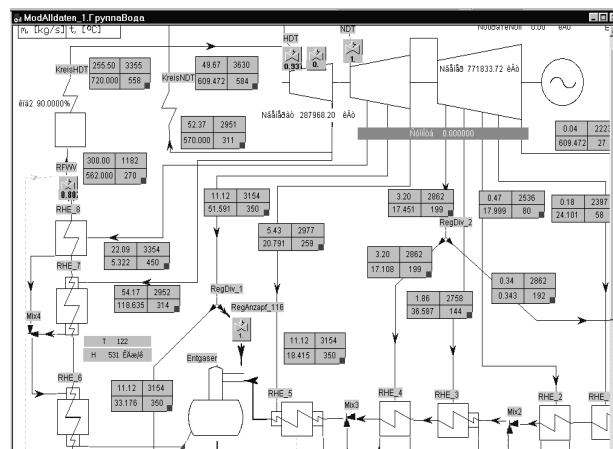


Рис. 3. Пример интерфейса программного комплекса «Boiler Designer»

Не вызывает сомнения, что применение математического моделирования позволяет поднять уровень эксплуатации электростанции на новый более качественный уровень. Однако до последнего времени внедрение математических моделей было весьма ограниченным из-за больших трудозатрат на их разработку и, следовательно, очень большой стоимости (100 000 € и более). Программа «Boiler Designer» позволяет преодолеть эти трудности, т.к. создание математической модели из унифицированных хорошо отработанных элементов требует значительно меньших трудозатрат. Особо следует отметить, что при этом создаётся всережимная математическая модель, позволяющая рассчитывать

режимы и переходные процессы при любом сочетании возмущающих воздействий. Соответствие математической модели реальным процессам в энергетическом объекте обеспечивается путем:

- Применения широко апробированных нормативных методик и уточняющих их РТМ, разработанных в России, а также методик FDBR и Waermeatlas, разработанных в Германии.
- Уточненной методики расчета теплообменных пучков с разделением их на достаточно малые зоны.
- Применения уточненной системы зависимостей для расчета радиационных камер, полученной путем интегрирования дифференциального уравнения теплообмена, сформулированного в соответствии с физическими особенностями процесса.
- Применения объемного банка экспериментальных данных теплофизических свойств теплоносителей.
- Применения всережимной динамической модели котла, позволяющей рассчитывать переходные процессы при любом сочетании возмущающих воздействий с высокой статической и динамической точностью.
- Такие модели находят всё более широкое применение на электростанциях для решения различных задач.

Задачи совершенствования систем автоматизации технологических процессов, проходящих на оборудовании энергетических объектов, постоянно стояли перед российскими энергетиками. Такие технологические управляющие функции, как дистанционное управление исполнительными механизмами, технологические блокировки, сигнализация, технологические защиты и автоматические системы регулирования постоянно совершенствовались и, прежде всего на релейных технических средствах автоматизации. Основное развитие вышеперечисленных технических функций автоматизации было связано с совершенствованием алгоритмов управления, но любое усложнение алгоритма, влекло за собой увеличение контактных групп, что в свою очередь снижало надежность отдельных подсистем контроля и управления.

В настоящее время процесс закупки оборудования для энергоблоков ТЭС происходит по принципу выбора отдельных элементов комплекса, а задача связать их воедино возлагается на проектные, научно-исследовательские институты и наладочные организации. Именно этим и определяется актуальность темы — необходимость разработки и внедрения логики верхнего уровня АСУ ТП, в которой наиболее значимую часть занимают вопросы автоматизации переходных режимов и, в первую очередь, пусковых. Особенность такого проекта заключается в том, что оборудование различных поставщиков должно работать в едином, непрерывном процессе и этому следует уделять особое внимание на стадии проектирования.

Сама по себе задача отработки технологии пуска оборудования энергоблока для вновь вводимого в эксплуатацию комплекса является приоритетной, поскольку правильное ведение пускового режима предполагает эксплуатацию оборудования в соответствии с требованиями заводов-изготовителей с обеспечением при этом максимальной эффективности и экономичности его работы. Автоматизация пусковых процессов не позволяет нарушать эти требования и правила.

«Программный комплекс по исследованию режимов работы парогазовых ТЭС (ПГУ-450Т)», построен, в основном, на базе практических результатов по освоению первого энергоблока Северо-Западной ТЭЦ в г. Санкт-Петербурге. Сама по себе парогазовая установка, мощностью 450 МВт представляет собой первый образец технологии нового типа в российской энергетике, основную долю которого составляет российское оборудование. При разработке и внедрении алгоритмов пошаговой логики проведена большая научно-исследовательская работа по адаптации программного алгоритмического обеспечения.

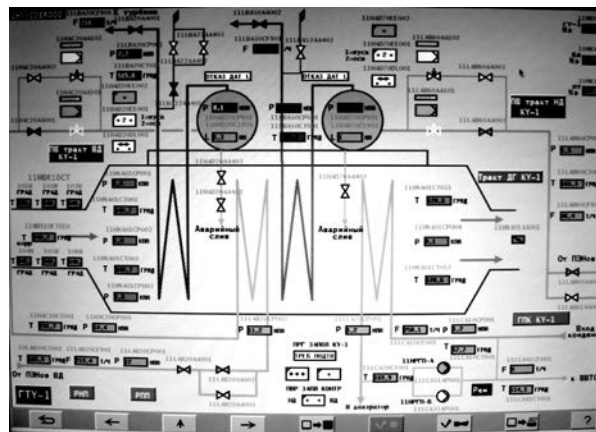


Рис. 4. Пример интерфейса «Программного комплекса по исследованию режимов работы парогазовых ТЭС (ПГУ-450Т)»

Алгоритмы управления котлов-утилизаторов, паровой турбины, технологических узлов БРОУ и ГПЗ, а также их взаимосвязь с алгоритмами управления ГТУ являются уникальными разработками прикладного программного обеспечения.

Программный комплекс позволяет проводить соответствующие расчеты начального уровня нагружения газовых турбин для предварительного прогрева паропроводов ВД и прогрева ЦВД паровой турбины, позволяет адаптировать алгоритмы ГТУ к решению взаимосвязанных задач управления оборудованием энергоблока. Смоделированы взаимосвязи работы технологического узла БРОУ при различных режимах работы оборудования:

- открытие при наличии начального давления в барабане;
- закрытие при открытии регулирующих клапанов турбины;
- работа БРОУ в стерегущем режиме.

Софт позволяет проводить исследования совместной работы алгоритмов нагружения ГТУ и ПТУ, а также оптимизировать пусковые режимы энергоблока на основе пошаговой логики.

Полученные в результате таких исследований данные представляют интерес для дальнейшего развития логических пошаговых программ функционально группового управления и отработки навыков по управлению крупными парогазовыми блоками.

Результаты проведенных работ внедрены при строительстве Западно-Полуденной ГТУ-ТЭЦ (ОАО «Стрежовойнефть»), при расширении Дорогобужской ТЭЦ, при разработке технических заданий, ТЭО и рабочих проектов техперевооружения и строительства ГРЭС-3, ТЭЦ-17 (ОАО «Мосэнерго»); ГРЭС-24 ОГК-6, большинства ТЭЦ входящих в структуру ТГК-4 и ТГК-6, Краснодарской ТЭЦ (ТГК-8); Южноуральской ГРЭС (ОГК-3); Среднеуральской ГРЭС (ОГК-5); Тюменской ТЭЦ-1; ТЭЦ МЭИ; Ингушской, Меретояхинской и Двуреченской ГТУ-ТЭС и др.

Используя в своих работах описанные расчетные средства кафедры ТЭС проводит разработку, исследование и оптимизацию ТЭС различных типов в первую очередь на базе самой современной парогазовой технологии. Оказывает консультационные услуги по вопросам применения ГТУ и ПГУ на ТЭС. В рамках «Центра подготовки и переподготовки по общей энергетике и ТЭС» проводит повышение квалификации и переподготовку специалистов в области применения газотурбинных и парогазовых технологий на ТЭС. Только за 2010—2011 год на кафедре прошло обучение более 170 специалистов с различных предприятий энерге-

тике, а также студенты старших курсов обучающихся по специальности «Тепловые электрические станции».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение современных расчетных средств в российскую энергетику позволит поднять качество проектной документации на новый технический уровень, сократить время подготовки проектной документации и исключить возможные технические ошибки на стадии реализации.

Создание оснащенных расчетно-технических баз в вузах на основе современных расчетных комплексов позволит внедрить их в учебный процесс и систему повышения кадров специалистов, обеспечивая тем самым энергетические предприятия подготовленными высоко квалифицированными кадрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Газотурбинные** энергетические установки: учебное пособие для вузов/ С.В. Цанев, В.Д. Буков, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 428 с., ил
2. **Цанев С.В., Буков В.Д., Ремезов А.Н.** Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электрических станций. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009.— 584 с.
3. **Расчет** котельных агрегатов с использованием современных программных продуктов: учеб. пособие / Г.И. Доверман, Б.Л. Шельгин, А.В. Мошкарин, Ю.В. Мельников. ГОУВПО ИГЭУ. Иваново: УИУНЛ ИГЭУ, 2007. — 272 с.
4. **Невзгодин В.С., Радин Ю.А., Панько М.А.** Алгоритмические основы автоматизации пуска парогазовых установок большой мощности // Теплоэнергетика. 2007. № 10. С. 46—51.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МНОГОКРИТЕРИАЛЬНО РАСПАРАЛЛЕЛЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ IOSO 2.0

АННОТАЦИЯ

Рассматривается программный комплекс многокритериальной оптимизации IOSO. Данный программный комплекс представляет собой, с одной стороны, интеграционную платформу для решения сложных инженерных задач в междисциплинарной постановке, а с другой, является мощным инструментом численной оптимизации, позволяющий повысить эффективность технических систем и объектов.

Раскрываются особенности алгоритмов оптимизации и программного комплекса IOSO, которые имеют уникальные характеристики как по эффективности решения оптимизационных задач, так и по удобству и простоте их использования. Описывается возможность использования программного комплекса в вузах.

Приводится пример применения программного комплекса IOSO для решения задач оптимизации элементов конструкции АЭС.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в распоряжении инженера имеется большое количество расчетных моделей различного уровня сложности, описывающие процессы, происходящие в технических системах, и особенности их функционирования. При разработке новых образцов технических систем и их элементов постоянно возникает потребность улучшения характеристик и параметров их функционирования. Одним из возможных путей повышения эффективности технических систем является решение оптимизационных задач за счет интеграции алгоритмов численной оптимизации и расчетных моделей. Кроме того, перспективным направлением является создание расчетных блоков, позволяющих исследовать особенности функционирования технической системы с позиции нескольких дисциплин и с учетом их взаимного влияния.

1. АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ IOSO

Одной из основных проблем интеграции расчетных моделей и алгоритмов оптимизации является необходимость перехода от качественного и зачастую интуитивного понимания термина «лучшего» проекта к математически строгой постановке задачи оптимизации. Процесс постановки задачи заключается в определении варьируемых параметров (которые определяют эффективность исследуемой системы), целевой функции или функций (которые необходимо оптимизировать) и ограничений, обеспечивающих безопасную и надежную работу. Одна из серьезных проблем состоит в том, что «лучший», проект, как правило, должен обеспечивать высокие значения не одного, а сразу нескольких показателей эффективности.

Каждая итерация алгоритма IOSO состоит из двух шагов [1]. Первый шаг заключается в построении аналитической аппроксимации целевых функций. Наш подход основан на широком использовании технологий построения поверхностей отклика в сочетании с оригинальной концепцией аппроксимации, в рамках которой адаптивно используется глобальная или промежуточная многоточечная аппроксимация. Одно из преимуществ нашего подхода заключается в возможности обеспечения хороших аппроксимационных свойств с использованием минимального количества имеющейся информации. Такая возможность базируется на концепциях самоорганизации и эволюционного моделирования [2, 3]. Структура функции аппроксимации эволюционно изменяется в процессе построения поверхности отклика, что позволяет успешно аппроксимировать целевые функции и ограничения, имеющие достаточно сложную топологию.

Основные преимущества алгоритмов IOSO перед известными подходами к решению многокритериальных задач заключаются в следующем:

- простота использования IOSO алгоритмов оптимизации, не требуется от пользователя специальных знаний теории оптимизации;
- решение практических задач для случая невыпуклых, недифференцируемых и стохастических целевых функций и ограничений;
- отсутствие необходимости значительной адаптации математической модели исследуемого объекта;
- получение множества Парето-оптимальных решений при сравнительно небольшом количестве прямых обращений к исследуемой математической модели;
- достаточно высокая вероятность определения глобального экстремума в многоэкстремальных задачах;
- реализация распараллеливания вычислительного процесса.

Эти преимущества являются основой для широкого использования предлагаемого метода для решения практических задач. Гибкая структура базового алгоритма IOSO открывает широкие возможности по разработке новых подходов, направленных на сокращение времени решения сложных инженерных задач оптимизации.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА IOSO И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Программный комплекс IOSO состоит из двух модулей: Главного и агента удаленных вычислений IOSO [1]. Каждый модуль имеет свой интерфейс.

Кроме того, имеется возможность автономной установки модулей на разные компьютеры.

Главный модуль пакета предназначен для:

- настройки обмена данными между пакетом и математическими моделями пользователя;
- подготовки данных для параметрических исследований;
- постановки задач оптимизации;
- запуска, управления и контроля состояния процесса расчета в рамках параметрических и оптимизационных исследований;
- анализа результатов параметрических и оптимизационных исследований;
- хранения и использования результатов уже выполненных расчетов.

Кроме того, именно в главном модуле находится уникальные алгоритмы оптимизации IOSO.

Агент удаленных вычислений IOSO выполняет функции связи главного модуля с исполняемым файлом математической модели посредством текстовых файлов ввода и вывода данных, и предназначен для управления работой исполняемого файла математической модели и контроля состояния математической модели.

Агент удаленных вычислений IOSO может устанавливаться на все компьютеры локальной сети пользователя, на которых расположены математические модели. Количество и месторасположение агентов удаленных вычислений IOSO не регламентировано, и ограничивается исключительно архитектурными особенностями пакета IOSO.

Именно агент удаленных вычислений IOSO непосредственно формирует входные файлы по месту размещения модели, запускает исполняемые файлы математической модели и считывает файлы вывода данных.

Представленная выше структура дает возможность разместить главный модуль на одном компьютере, а агенты удаленных вычислений IOSO со своими математическими моделями на других компьютерах, объединенных в локальную сеть.

Для решения многодисциплинарных и оптимизационных задач необходимо обеспечить считывание варьируемых параметров из входного текстового файла и запись результатов расчета во входной текстовый файл. В этом случае обеспечивается автоматический обмен данными между IOSO и расчетными математическими моделями. Стоит отметить, что в пакете IOSO предусмотрен ручной режим обмена данными, что может быть использовано при решении задач оптимизации, в которых в качестве объекта исследования выступает натуральный образец на испытательном стенде. Кроме того, для ряда широкоизвестных CAD/CAE систем таких как, Ansys, SolidWorks, Flow-3D, реализована прямая интеграция с проектами этих систем.

Программный комплекс IOSO обладает дружелюбным графическим интерфейсом и легок в использовании. Вся необходимая пользователю информация предоставляется в интерактивном режиме. Параметры алгоритмов оптимизации IOSO изменя-

ются адаптивно в процессе поиска экстремума и не требуют вмешательства пользователя. Большинство настроек алгоритмов оптимизации осуществляется автоматически, и являются «скрытыми» от пользователя. Единственным требованием к пользователю является понимание физической сущности решаемой задачи и наличие математической модели исследуемой системы в виде исполняемого модуля.

Таким образом, освоение основных навыков работы с программным комплексом IOSO представляется достаточно простой задачей, не требующей специальных знаний в области теории оптимизации. Это, в свою очередь дает возможность широко использовать программный комплекс многокритериальной оптимизации IOSO как в инженерной практике, так и в процессе обучения инженерным специальностям.

В отношении вузов реализуется специальная политика лицензирования, предусматривающая предоставление так называемых академических версий программы. Это позволяет знакомить студентов и научно-педагогических работников с передовыми подходами в области инженерного анализа.

3. ПРИМЕНЕНИЕ IOSO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Рассмотрим пример использования программного комплекса IOSO для снижения значений спектральных ускорений на отметке транспортного крана в портале реакторного отделения АЭС с ВВЭР-1500 при сейсмическом воздействии. На рис. 1 представлена детальная модель портала с указанием приложенных масс, моделирующих транспортный кран с грузом и тележку.

В качестве внешнего воздействия к основанию портала прикладывалась трехкомпонентная акселерограмма уровня МРЗ интенсивностью 7 баллов по шкале MSK-64.

Для решения задачи снижения значений спектральных ускорений были выбраны несколько параметров, которые наиболее существенно влияли на результирующие спектры и определены границы изменения этих параметров.

В процессе оптимизации варьировались следующие параметры:

- сечения верхних и нижних металлических балок коробчатого типа (a — ширина сечения, v — высота сечения, t — толщина профиля);
- жесткости виброизоляторов в опорных точках верхних и нижних металлических балок.

Размерность задачи оптимизации составила 9 варьируемых переменных. Для достижения заданной точности 0.01 в процессе оптимизации потребовалось выполнить 60 детерминистических расчетов по программе ABAQUS.

В результате применения процедуры оптимизации произошло существенное падение спектральных ускорений. Более чем в два раза удалось снизить значения спектральных ускорений на отметке транспортного крана в портале реакторного отделения АЭС.

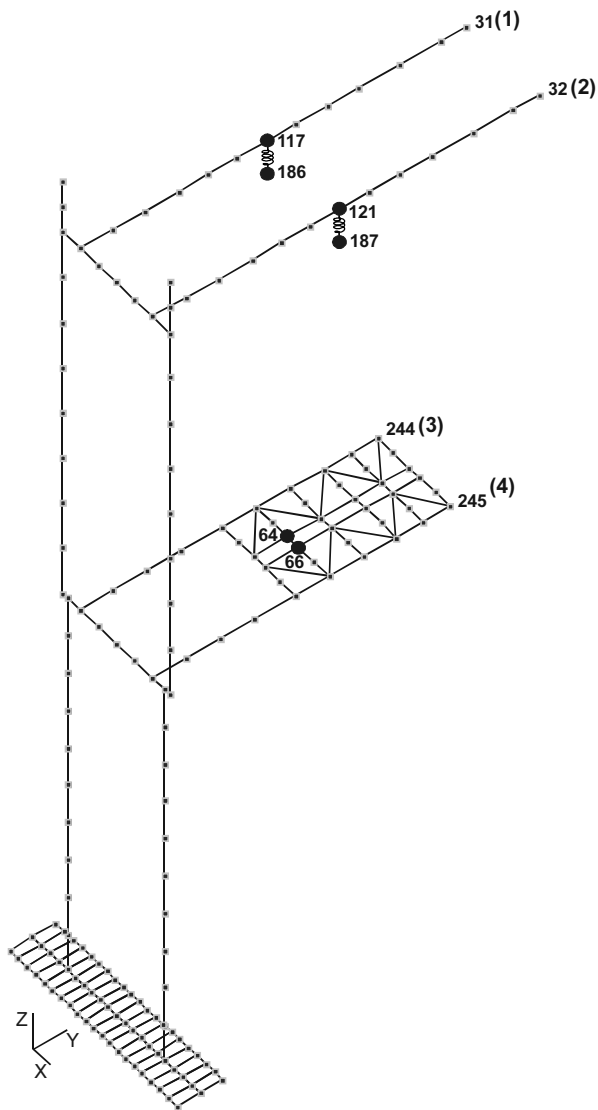


Рис. 1. Модель транспортного портала

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные тенденции развития подходов инженерного анализа демонстрируют необходимость решения задач в multidisciplinary постановке. Интеграция расчетных моделей различных дисциплин позволяет производить сквозной расчет исследуемых технических систем (объектов) с учетом взаимосвязей и влияния всего многообразия физических аспектов их функционирования. Включение, как отдельных расчетных моделей, так и multidisciplinary расчетных блоков в процедуры оптимизации позволяет повышать характеристики функционирования технической системы, снижать сроки ее разработки и доводки. Все выше перечисленное может быть достаточно просто реализовано с помощью программного комплекса многокритериальной оптимизации IOSO. Данное программное обеспечение разрабатывалось, прежде всего, для решения инженерных задач самими инженерами, что позволяет использовать его без специальной подготовки в повседневной практике и учебном процессе при подготовке по инженерным специальностям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пакет** многокритериальной оптимизации IOSO [Электронный ресурс] / Сигма Технология. — Электрон. дан. и прогр. — М.: Сигма Технология, 2010. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — Систем. требования: ПК от Pentium 100 МГц; 16 Мб RAM; Windows 2000; CD-ROM дисковод; мышь. — Загл. с экрана.
2. **Egorov I.N.** Indirect Optimization Method on the Basis of Self-Organization. — Perth, Australia: Curtin University of Technology, Optimization Techniques and Applications (ICOTA'98), 1998. - Vol. 2. P. 683—691.
3. **Egorov I.N., Kretinin G.V., Leshchenko I.A.** «Two Approaches to Multidisciplinary Optimization Problems». — Presented at European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering — ECCOMAS-2000, Barcelona, Spain, 2000.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АНАЛИЗЕ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС

АННОТАЦИЯ

В докладе представлены результаты исследований проводимых на кафедре АЭС МЭИ по применению информационных технологий для повышения надежности и безопасности АЭС. Это: вопросы оптимизации управлением авариями на АЭС, вопросы вероятностного анализа безопасности и разработка системы поддержки оператора во время протекания аварии.

ВВЕДЕНИЕ

При анализе безопасности АЭС ключевую роль играют расчеты по интегральным кодам типа RELAP5 [1], которые позволяют получать обширную информацию о характере протекания аварий. Существующие методы обработки полученной расчетной информации до сих пор базируются на «ручном» анализе многомерных, взаимовлияющих процессов с наличием вероятностных характеристик, что не соответствует повышающимся во всем мире требованиям к безопасности АЭС. Использование современных информационных технологий (ИТ) позволит решить данные проблемы.

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИТ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС

При любом расчете по интегральному коду можно выделить следующие особенности: имеется большое количество нодализационных элементов — порядка несколько сотен; по каждому элементу существует набор теплофизических величин, число которых может доходить до нескольких десятков и соответственно процесс развития аварии разбивается на множество временных шагов, что приводит в итоге к очень большому для анализа объему информации, трудному для обработки. Кроме того, существует эффект индивидуальных и групповых стереотипов, что может приводить к пропуску или недооценке возможных серьезных аварийных ситуаций.

Решение данных проблем наиболее эффективно может быть найдено в рамках совместного использования с интегральными кодами ИТ, которые наиболее лучше адаптированы для решения подобных задач. При этом возможна автоматизация процесса выбора необходимых сценариев аварии и их параметров с помощью специальной программной управляющей надстройки над интегральным кодом (оболочки) позволяющей реализовать следующие моменты:

- поиск заданных аварийных ситуаций;
- оптимизация управления аварией (переходным процессом);

- анализ на аномальность результатов расчетов, и, таким образом, верификация, как самих расчетных кодов, так и моделируемых объектов.

При реализации данных задач мы должны учитывать особенности анализа безопасности АЭС с использованием расчетных кодов типа RELAP5. В первую очередь это касается существенных временных ресурсов требуемых для расчетов одной аварии. Также мы должны учитывать нелинейность и не монотонность зависимости параметров безопасности АЭС от параметров аварий. Данные характеристики определяют, что для решения поставленных задач наиболее подходят ИТ из семейства поиска глобального оптимума, а также обеспечивающие возможность реализации параллельных вычислений. Эти соображения обусловили наш выбор генетического алгоритма (ГА). На его основе на кафедре АЭС создан оригинальный программный комплекс NPO позволяющий существенно автоматизировать процесс анализа безопасности АЭС.

NPO управляет расчетами с использованием интегрального кода, производит автоматический поиск значений параметров, характеризующих работу оборудования, возможные отклонения режимов его работы от номинального, поиск необходимых действий оперативного персонала для достижения оптимальности по заданному критерию безопасности.

В качестве факторов, влияние которых на исследуемый (оптимизируемый) процесс возможно учитывать, можно назвать следующие:

- возникновения дефектов в различных местах схемы и их масштаб;
- воздействия на оборудование со стороны оперативного персонала;
- разброс параметров основного оборудования;
- разброс параметров теплофизических процессов;
- тот или иной способ нодализации схемы.

В качестве критерия оценки (оптимизации) могут выступать, например, минимум температуры тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов), максимум запаса воды в контуре при течи в случае поиска наиболее безопасного сценария развития событий и, наоборот, максимум температуры и минимум запаса воды при поиске наиболее опасного сценария. Возможны и более сложные варианты.

По предложенному подходу была проведена большая серия расчетов для различных реакторных установок (РУ) для реализации задачи оптимизации управлением аварией. Ниже приведены некоторые результаты по поиску оптимальных управляющих воздействий во время аварии с РУ ВВЭР-1000/В320.

С использованием интегрального кода улучшенной оценки RELAP5 mod3.3 была составлена модель аварии РУ с малой течью. В расчетах рассматривались течи из холодной нитки с условными диаметрами 25, 50, 90 мм. В дополнение рассматривались сценарии наложения отказов различного оборудования системы аварийного охлаждения активной зоны (САОЗ). С использованием разработанной программы NPO производился поиск наиболее оптимальных управляющих воздействий, позволяющих снизить негативный эффект от аварии. В качестве основного критерия безопасности была выбрана температура стенки ТВЭЛа максимально нагруженного канала. Для выполнения оптимизационных расчетов в качестве критерия, который может комплексно представить изменение максимальной температуры оболочки ТВЭЛа для наиболее нагруженного канала T_{cld} за анализируемое время аварии T_A , было взято интегральное значение температуры за упомянутое время:

$$C_{op} = \int_0^{T_A} T_{cld}(t) dt.$$

В качестве одного из управляющих воздействий было выбрано включение БРУ-К оператором и искалось оптимальное время его включения. Некоторые результаты расчетов приведены на рис. 1 — 2.

На рис. 1 представлено изменение критерия C_{op} для аварии течи с условным диаметром 50 мм с дополнительным отказом насосов системы безопасности САОЗ высокого давления. Из анализа рис. 1 видно, что комплексный результирующий параметр безопасности имеет нелинейную зависимость. На рис. 2. развернуто представлены данные по изменению выбранного критерия безопасности — температуры стенки ТВЭЛа максимально нагруженного канала в зависимости от времени развития аварии для первых 3500 с. На рисунке представлены данные для некоторых точек с рис. 1, которыми являются времена срабатывания БРУ-К: 23, 35,5, 74, 277 секунды с начала развития аварии. В дополнение приведено изменение температуры для стандартного случая, когда БРУ-К работает в автоматическом режиме (automatic). Видно, что автоматическая работа БРУ-К не предотвращает опасного повышения температуры. Однако ее оптимальное включение в районе 35 с предотвращает это и дает нам оптимальное протекание аварии.

Анализ позволил определить, что в основе этого явления лежит факт оптимального срабатывания систем безопасности и оптимального функционирования естественной циркуляции. Другие проведенные расчеты так же показали, что оптимизированные воздействия могут существенно облегчить ход аварийной ситуации.

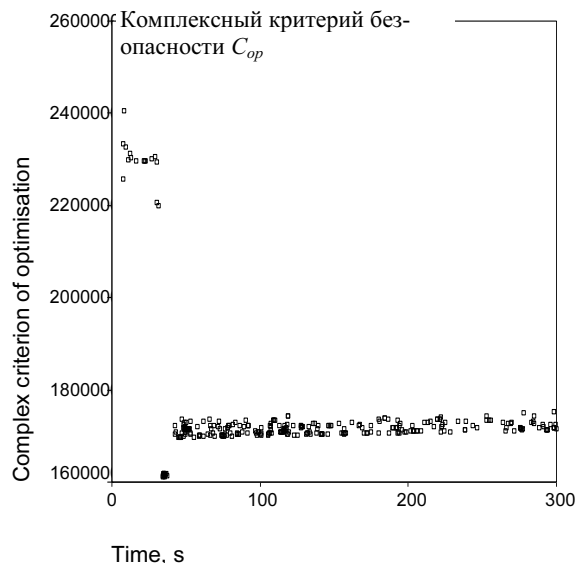


рис. 1. Зависимость комплексного критерия оптимизации C_{op} от времени включения БРУ-К; течь 50 мм, отказ САОЗ высокого

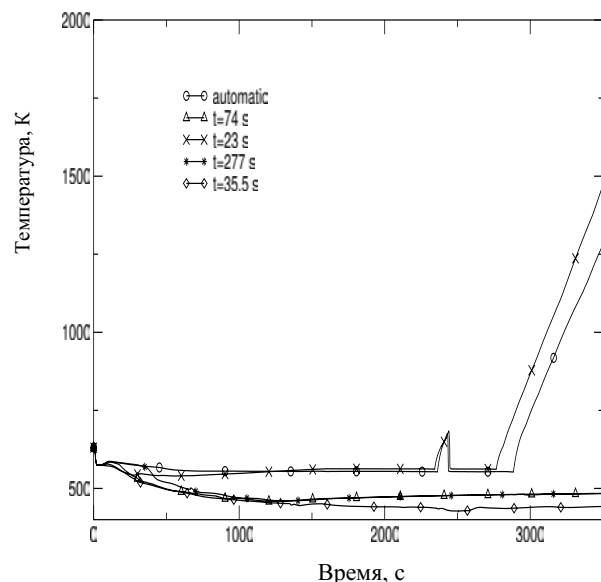


Рис. 2. Зависимость изменения максимальной температуры оболочки наиболее нагруженного ТВЭЛа от времени с начала аварии для различных вариантов включения БРУ-К по рис. 1; течь 50 мм; отказ системы САОЗ высокого давления.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ВАБ АЭС

Следующее направление использования системы NPO касается обозначенного ранее направления поиска заданных аварийных ситуаций. В частности на этой базе был сформулирован полностью оригинальный подход по динамическому вероятностному анализу безопасности (ДВАБ) АЭС.

Дело в том, что используемые в практике анализа безопасности АЭС процедуры ВАБ разрабатывались в 70-е годы и на сегодняшний день имеют ряд недостатков. Основные проблемы касаются: неспособности полномасштабно отобразить взаимодей-

ствие между детерминистическими, динамическими процессами и вероятностной природой различных событий; неспособности учесть временные характеристики сложного взаимодействия между различными динамическими процессами во время аварии; существенного субъективного фактора при создании моделей ВАБ и, в особенности, при попытке учесть характеристики детерминистических процессов; использования предположения о Марковском характере процессов.

Перечисленные проблемы могут серьезно ухудшить оценки ВАБ, приводя как к повышенной консервативности, что влечет экономическую неэффективность, так и давая недоучет потенциально опасных аварийных ситуаций. Решить выше перечисленные проблемы призвано направление (ДВАБ). Он состоит в совместном моделировании детерминистических, динамических процессов на основе интегральных кодов улучшенной оценки типа RELAP5 и возможных событий, имеющих вероятностные характеристики. При этом как сценарий развития динамических процессов может зависеть от вероятности возникновения некоторого события, так и вероятностные характеристики могут меняться при изменении детерминистических параметров. При применении ДВАБ к анализу безопасности АЭС имеются следующие проблемы, часть из которых мы уже выделили ранее: необходимость использования существенных временных ресурсов при моделировании динамических процессов на основе расчетных кодов; существенная роль неопределенностей связанная с расчетами по детерминистическому коду; сложное и нелинейное поведение АЭС в процессе аварии, делающее зачастую невозможным априорное смещение параметров и оценок.

Для решения перечисленных вопросов на кафедре АЭС МЭИ (ТУ) совместно с департаментом безопасности АЭС Стокгольмского королевского технологического института разрабатывается оригинальный подход на основе применения современных ИТ. Предлагаемый метод основывается на использовании алгоритмов из семейства поиска глобального оптимума для исследования пространства событий сложной и нелинейной модели АЭС в рамках ДВАБ. Другой особенностью метода является использование принципов параллельных расчетов для решения упомянутой выше проблемы существенных временных затрат на ДВАБ.

Очевидно, что предлагаемое решение в области ДВАБ АЭС хорошо реализуется на основе комплекса NPO с использованием ГА. Функция приспособленности ГА определяется таким образом, чтобы в процессе исследования пространства событий АЭС привести к интересующим нас событиям как, например, разрушению оболочки ТВЭЛов, корпуса реактора, защитной оболочки и т.п. Данный метод можно охарактеризовать как адаптивное смещение в сторону интересующих нас событий. Для результирующих вероятностных оценок в предлагаемом подходе используются стохастические свойства ГА.

Проиллюстрировать данный подход можно на основе следующих расчетов для РУ с ВВЭР-1000/В320. В расчетах мы рассматривали возможность течей из холодных и горячих трубопроводов первого контура и работу/отказ систем высокого давления САОЗ малого (JDN) и большого расхода (JND).

Пространство событий было построено на основе вариации следующих параметров: диаметров течей из холодного и горячего трубопроводов первого контура, вариации работы системы САОЗ и действий оператора, неопределенностей моделей кода RELAP5. Границы изменения параметров базируются на ранее проведенном анализе неопределенностей [2]. На основе модели РУ для RELAP5 параметрическое пространство для ДВАБ было сформировано на основе 59 компонент.

В задаче ДВАБ ищется наиболее худший сценарий аварии. В результате процесса исследования с использованием системы NPO была найдена область в пространстве событий, в которой комбинации параметров приводят к максимальной температуре оболочки ТВЭЛов более чем 1300 К и близко к 1400 К (рис. 3). В данной задаче ДВАБ было всего рассчитано 943 варианта развития аварии и использовался кластер кафедры АЭС МЭИ из 18 компьютеров. В 7 вариантах были получены значения максимальной температуры оболочки ТВЭЛов более чем 1300 К, что очень близко к опасному пределу..

Детальный анализ аварии показал, что максимальный пик температуры и ряд других меньших (рис. 3) достигаются на выходе активной зоны (АЗ) в результате ее осушения. При этом наблюдается квазипериодическая последовательность сложного взаимодействия нескольких физических процессов: осушение верхней части АЗ; увеличение и уменьшение давлений в первом и во втором контурах; изменение направления теплообмена от первого ко второму контурам; работа гидроаккумуляторов. В случае последнего наиболее опасного пика мы имеем дополнительное ухудшение ситуации из-за впрыска системы JDN в компенсатор давления в результате действий оператора. Как следствие, давление в первом контуре падает и теплообмен от первого ко второму контурам меняет направление на обратное. При отсутствии впрыска теплообмен имеет нормальное направление, что позволяет более интенсивно снизить параметры первого контура и обеспечивает более раннее включение гидроаккумуляторов, что в свою очередь обеспечивает раннее включение системы САОЗ низкого давления. Таким образом, опасный пик температуры не возникает.

3. СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ОПЕРАТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АВАРИЯМИ НА АЭС

В процессе функционирования АЭС происходит взаимодействие разнообразных компонентов и различных физических процессов, что обуславливает весьма сложное поведение как отдельных элементов АЭС, так и всей системы при нормальной эксплуатации и, особенно, в аварийных режимах. Особенно

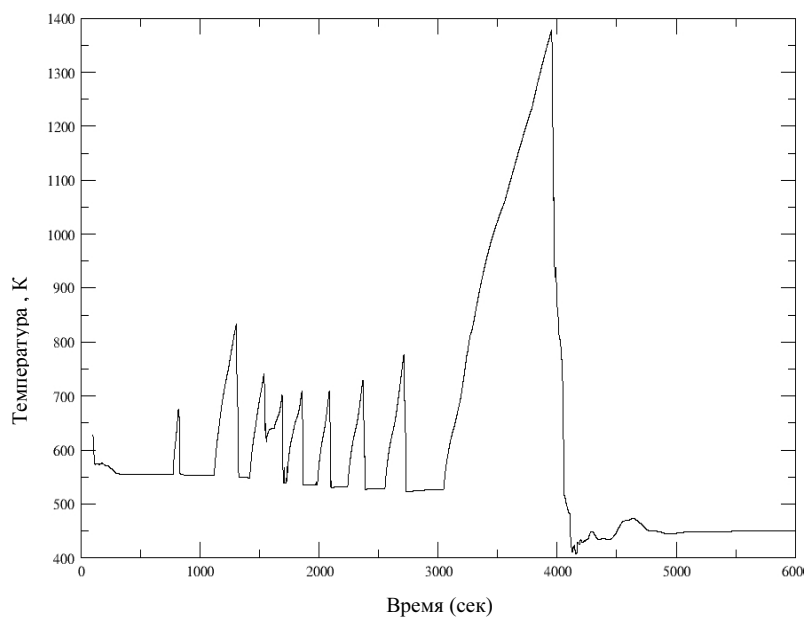


Рис. 3. Изменение максимальной температуры оболочки ТВЭЛов во время аварии РУ ВВЭР-1000

актуально это в том случае, когда необходимо быстро принять решение. Поток информации, поступающий к оператору, характеризуется многомерностью, взаимовлиянием между компонентами, наложением стохастических погрешностей. Имеющиеся системы поддержки оператора [3] зачастую базируются только на идентификации предаварийной ситуации и факте возникновения аварии на основе определения отклонения контролируемых параметров от номинальных значений.

Понятно, что осуществление вышесказанного возможно только при использовании современных информационных технологий, например, искусственного интеллекта. В общем, задача может быть представлена в виде двух подзадач.

- 1) Первая касается идентификации протекания аварийного процесса.
- 2) Вторая осуществляет выбор оптимальной стратегии управления.

Анализ ИТ технологий существующих на сегодняшний день, которые позволили бы решить сформулированную выше подзадачу 1, и учет выше приведенных условий определяет то, что для решения задачи идентификации как во время начала аварии, так и в процессе ее протекания, подходят системы на основе искусственного интеллекта — нейронных сетей. Другой аспект, связанный с погрешностями расчетов по интегральным кодам и их вероятностными характеристиками, предлагается учитывать в рамках методов анализа неопределенностей [2].

Для решения данных проблем на кафедре АЭС МЭИ разработан подход по использованию нейронных сетей для задач идентификации и прогнози-

рования развития аварии на АЭС. На его базе была создана программа *neuroV*. Для реализации задачи построения базы данных по обучению нейронной сети была создана версия программы *NPO* — *NPOstach*. Реализация задачи выбора оптимальной стратегии управления органично решается на основе ранее представленного подхода с помощью комплекса *NPO*. Расчеты на основе модели РУ ВВЭР-440 показали хорошие результаты и возможность реализации системы интеллектуальной полномасштабной поддержки оператора АЭС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе мы рассмотрели применение современных ИТ в анализе безопасности АЭС. Основные типы рассмотренных ИТ это генетические алгоритмы, параллельные вычисления и нейронные сети. Наш опыт показал, что их использование позволяет достигнуть нового качественного уровня в решении научных и инженерных задач атомной энергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбаков В.Д., Воробьев Ю.Б., Кузнецов В.Д. Коды для расчета ядерных реакторов. — М.: Изд-во МЭИ, 2003.
2. Воробьев Ю.Б., Кузнецов В.Д., Мансури М. Оценка влияния неопределенных факторов при анализе аварийных процессов на АЭС с ВВЭР-1000 // Теплоэнергетика. 2006. №9. С. 16—21.
3. Полетыкин А.Г., Бывайков М.Е., Менгазетдинов Н.Э., Байбулатов А.А. Основные решения по созданию системы верхнего (блочного) уровня АСУ ТП АЭС. М.: Ядерные измерительно-информационные технологии, 2004. С. 1—2.

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы формализации описания технологических знаний. Предлагается метод построения онтологии технологии, заданной в вербальной форме. Обсуждаются возможности практического применения разработанного метода.

ВВЕДЕНИЕ

Пожалуй не вызывает серьезного возражения утверждение о том, что наиболее ценной в современном мире информацией являются технологии, т.е. знания о том, каким образом прообразовывать конкретно данное (исходное) в конкретно требуемое (необходимое, ожидаемое). В эпоху становления информационного общества разработка компьютерных средств манипулирования такого рода знаниями относится к разряду весьма актуальных задач.

Вместе с тем на пути их решения стоят трудности формализованного (машиночитаемого) представления технологий. В настоящее время фиксация информации о технологиях (описания технологий), как правило, осуществляется в виде их вербального описания. При этом используются самые различные формы: от свободного словесного описания до заполнения строго установленных форм, как например, тех, что требуются соответствующими документами по авторскому или патентному праву. Машинное оперирование вербальными описаниями, по крайней мере сегодня, крайне затруднительно. Использование же традиционных математических моделей, позволяющих в наиболее полной мере использовать компьютерную технику, касается, как правило, физико-технических процессов, реализуемых в рассматриваемой технологии, что не позволяет отразить всего многообразия компонентов, участвующих в реализации этой технологии, их состояний, организации и взаимодействия. Иначе говоря, что эти модели позволяют формализовать только небольшую часть технологических знаний. В итоге эффективность машинного оперирования технологическими знаниями обуславливается применяемыми средствами, методами, инструментальным аппаратом формализации такого рода знаний [1].

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассматривается задача разработки инструментария для формализованного представления технологий заданных в словесной форме (технологии здесь рассматриваются во всем спектре употребления этого термина: промышленности, социальных процессах, культуре и т.д.), что позволит разрабатывать машинные методы автоматизированного манипулирования технологическими знаниями, в интересах воспроизведения и изучения существующих, а также синтеза новых технологий.

Объектом проведенного в этой связи исследования являются вербальные описания технологии, представляющие собой совокупность знаний о том, каким образом прообразовывать конкретно данное (исходное) в требуемое (необходимое, ожидаемое). Это означает, что речь идет о выполнении определенных целенаправленных действий, причем неважно материальных или мыслительных. В этой связи в качестве синонима, если это не приводит к разночтению, будем использовать термин «технологический процесс».

Основным требованием к результатам формализации является сохранение возможности (заложенной в ее вербальном описании) воспроизведения соответствующей технологии. Следовательно, в формализованном описании технологии должны быть представлены все без исключения действия участников данного технологического процесса, их описания и свойства, а также отношения между ними. Иными словами требуется полноценное формализованное описание технологии, отображающее весь спектр ее компонентов: реализуемые методы, приемы и режим работы, последовательность всех существенных операций и процедур, состояние применяемых средств, оборудования, инструментов, материалов и, что крайне важно, взаимосвязи между ними.

Итак, поставлена задача: разработать инструментарий для формализованного представления технологий заданных в словесной форме.

2. МЕТОД ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Для разработки метода формализации описания технологий использован логико-лингвистический подход в моделировании, что позволяет формализовать декларативные компоненты технологического знания и, что весьма важно, употреблять при этом технический язык предметных специалистов. Основой, собственно ядром разрабатываемого инструментария, является метод формирования онтологической модели описываемой технологии. Таким образом, речь идет о проектировании и разработке онтологического инженеринге [2].

Базовой моделью объекта нашего рассмотрения является технологическая система TS , целью которой является реализация заданного технологического процесса TP

$$TS = \langle TP, X, Y \rangle, \quad (1)$$

где

- X — сведения о множестве всех исходных компонентов (объектов, параметров, факторов, условий и т.п.), существенных для реализации данного технологического процесса

(TP — имя этого процесса). Каждый элемент из X содержит все необходимые сведения: X_0 — множество компонентов, участвующих в TP , описание их состояний (SX) на момент начала использования и отношения (RX), в которых эти объекты находятся на момент начала реализации TP , т.е. ($X = \langle X_0, SX, RX \rangle$).

- Y — описание множества всех результирующих компонентов описываемого технологического процесса. Это множество задается аналогичным образом: $Y = \langle Y_0, SY, RY \rangle$. Пару (X, Y) называем внешней границей TP .

В данной модели TP выступает лишь в качестве имени рассматриваемой технологии. Отметим, что оно, как правило, представляет собой предикат, выступающий в форме глагола (или глагольной формы), описывающего определенное технологическое действие в целом. В этой связи представление процесса в виде (1) назовем элементарным, поскольку оно не содержит никаких деталей описание перехода $X \rightarrow Y$. Иначе говоря, TP играет роль своеобразного «черного ящика».

Все включенные в модель понятия представлены в виде компонентов (концептов) онтологии соответствующей предметной области [3], что обеспечивает практически однозначную интерпретацию используемых имен всех компонентов модели, а также их свойств, конкретизированных для условий протекания данного технологического процесса. Кроме того, каждый компонент из (1) может сопровождаться структурированным описанием с помощью записей (или сносок) в соответствующих фрейм-описаниях используемых понятий.

Обычно описание в виде (1) крайне скудно и далеко не всегда однозначно описывает технологический процесс с необходимой степенью детализации. Поэтому требуется повышение степени детализации описания до необходимого уровня, что и представляет основную трудность решения рассматриваемой задачи.

Идея дальнейшей детализации построенного формального описания заключается в конструктивном ее разбиении на совокупность упорядоченной последовательности «поддействий». При этом важно, что каждое такое «поддействие» также представляется в канонизированном виде типа (1) и называется в дальнейшем технологическим подпроцессом (TPP). В итоге модель описания технологического процесса (на каждом этапе ее построения) есть совокупность взаимосвязанных n элементарных подпроцессов

$$TP = \bigcup_{\forall i} TPP_i ; \quad i = \overline{1, n}.$$

В зависимости от ситуации каждое описание технологии может быть декомпозировано на различное количество составляющих ее подпроцессов, причем осуществлено это может быть не однозначно, по-разному, поскольку зависит от принятых

степени детализации и аспекта рассмотрения, а также иных обстоятельств субъективного характера. Кроме того, следует отметить, что структуризация данного технологического процесса может осуществляться в несколько этапов (развернута во времени) и различными специалистами (развернута в пространстве).

Данное обстоятельство может привести к возникновению ситуации «комбинаторного взрыва» и «запутыванию» процесса декомпозиции. Для того чтобы избежать такого рода неприятностей и гарантировать адекватность результатов предлагаемого механизма формализованного описания технологического процесса, в работе [4] предложен ряд принципов, следование которым обеспечивает непротиворечивое разворачивание технологии «вглубь» исключительно формальным способом и последующую возможность восстановления всех этапов проведенной декомпозиции, а именно:

- Все варианты формализованного описания рассматриваемой технологии представляют собой сеть, состоящую из элементарных моделей типа (1). Подчеркнем, что в этой модели должно быть достаточно полно описано множество всех исходных компонентов X , необходимых для получения всех без исключения результирующих компонентов Y .
- Декомпозицию данного описания технологического процесса можно проводить только с точностью до подпроцессов, формализованных в виде элементарных систем (1). Тем самым утверждается, что в данном формализованном описании каждый технологический процесс состоит только из элементарных подпроцессов, для которых детально (в смысле (1)) описаны все их внешние границы. Сами же подпроцессы описаны лишь соответствующими именами. Декомпозиция — это целевое наращивание сети элементарных моделей по принципу «матрешки».
- Каждый шаг декомпозиции существующего уже формального представления, т.е. дальнейшее разбиение выбранного подмножества подпроцессов на составляющие может осуществляться не глубже, чем с «шагом на одну ступень декомпозиции» или «на одну ступень вложения» для каждой из уже существующих элементарных моделей. Дело в том, что при декомпозиции подпроцесса, представленного в виде элементарного представления (1), обычно возникают дополнительные потоки объектов непосредственно не связанные с внешними границами декомпозируемого подпроцесса. Таким образом, при введении каждого нового элементарного представления должны быть сформированы его внешние границы, причем так, чтобы не были нарушены все введенные ранее компоненты модели.
- Каждый из вводимых подпроцессов наследует от декомпозируемого подпроцесса часть его имени (в смысле части действия) и соответ-

ствующие компоненты внешних границ, что отражено в имени (обозначении) вводимого компонента.

- Зафиксированное (предыдущее) описание не может быть исправлено, оно может быть лишь расширено и дополнено (детализировано), причем сделать это возможно исключительно в рамках не противоречащих естественным границам, существующих на начало производимого шага декомпозиции.

Декомпозиция данного описания на один шаг с условным сохранением части имени означает, что в данной ветви сети появляется еще один уровень. Формально это реализуется следующим образом: $TPP_{i,j,\dots,r} \Rightarrow TPP_{i,j,\dots,v,s}$ (i, j, \dots, r) — упорядоченная последовательность натуральных чисел, где i номер одного из подпроцессов, сформированного на первом уровне декомпозиции исходного описания, j — один из номеров подпроцессов — результатов второго уровня декомпозиции подпроцесса с номером i и т.д. В итоге количество позиций в индексе каждого TPP определяет для данного подпроцесса процесса число проведенных шагов декомпозиции (i, j, \dots, r). При этом наибольшее из чисел стоящих в каждой позиции определяет, на какое число подпроцессов произошла на данном шаге декомпозиция. Например, в том случае если один из подпроцессов (под номером r) подвергся еще одному шагу декомпозиции, например, на s подпроцессов, то вновь образованные компоненты (элементарные модели типа (1)) получают индексы: ($i, j, \dots, r, 1$), ($i, j, \dots, r, 2$), ..., (i, j, \dots, r, s).

В результате может быть построена онтология, состоящая из технологических подпроцессов, связи между которыми описаны не только родовидовыми отношениями, но и соответствующими внешними границами этих подпроцессов. Такое формализованное описание технологий, позволяет осуществлять их анализ и систематизацию, вести автоматизированный семантический поиск соответствующих технологий и поддерживать эффективную разработку новых технологий. Здесь важно заметить, что возможное использование графических представлений онтологий, позволяет структуры технологии сделать видимыми, что существенно повышает когнитивный потенциал модели.

В свете изложенного, на любом этапе декомпозиции исходного описания технологии его модель имеет следующий вид:

$$TS = \langle TPP_{i,j,\dots,w}, X_{0,i,j,\dots,h}, Y_{i,j,\dots,t,0}, Z_{i,j,\dots,p \rightarrow i,j,\dots,t} \rangle, \quad (2)$$

где

- $TPP_{i,j,\dots,r} = \bigcup_{s,\dots,v} TPP_{i,j,\dots,r,s,\dots,v}$ — декомпозиция подпроцесса (i, j, \dots, r) уровня на ряд более низких подуровней (s, \dots, v);

- $X_{0,i,j,\dots,r} = \bigcup_{s,\dots,v} X_{0,i,j,\dots,r,s,\dots,v}$ — декомпозиция данного уровня (i, j, \dots, r) на ряд подуровней (s, \dots, v);
- $Y_{i,j,\dots,r,0} = \bigcup_{s,\dots,v} Y_{i,j,\dots,r,s,\dots,v,0}$ — декомпозиция данного уровня (i, j, \dots, r) на ряд подуровней (s, \dots, v).

В процессе декомпозиции возникают переходы (обозначенные ниже через Z) результатов одних подпроцессов во входы других подпроцессов, не относящиеся к внешним границам декомпозируемого подпроцесса, т.е.

$$\forall TPP_{i,j,\dots,v} \exists \bigcup_{i,j,\dots,u} Z_{i,j,\dots,v \rightarrow i,j,\dots,u} \quad (3)$$

Выражения (2), (3) представляют собой математическую модель описания технологии, которую можно интерпретировать в виде своеобразной онтологии, где в качестве концепта выступает отдельный подпроцесс (действие), содержащий все необходимые для его интерпретации сведения. Именно такого рода элемент технологии может исполнять роль модуля («кирпичика») необходимого для синтеза иных технологий. В том случае, если данное описание представляется не достаточным, может быть проведен дополнительный, следующий шаг декомпозиции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лавинообразное наращивание технологических знаний сталкивается с трудностями их машинной обработки. Часть из них может быть успешно преодолена с помощью изложенного метода формализации описания технологий. Формализованные описания технологий могут служить основой для построения корпоративной памяти в определенной предметной области и способствовать:

- осуществлению поиска и подбора наиболее подходящих технологий;
- проведению экспертных исследований и конструкторских разработок при разработке новых технологий;
- построению соответствующих учебно-методических и тренажерных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пименов В.И. Методология формализации знаний о технологических процессах // Вестник СПГУТД. 2010. №2. С. 45—50.
2. Гаврилова Т.А. Логико-лингвистическое управление ка2. к введение в управление знаниями // Новости искусственного интеллекта. 2002. №6. С. 36—40.
3. Антонов И.В., Воронов М.В. Методы анализа данных в задачах автоматизации построения онтологии предметной области. // Дистанционное и виртуальное обучение. 2011. №8. С. 19—35.
4. Воронов М.В. Система формализации технологических знаний // Труды факультета информационных технологий МГППУ. М.: РУСАВИА, 2009. Вып. 4. С. 4—18.

ИЗУЧЕНИЕ САПР, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ, ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

АННОТАЦИЯ

Показывается роль систем конечноэлементного анализа в профессиональной деятельности современного проектировщика электронных средств.

Анализируется учебный план подготовки бакалавров и специалистов с точки зрения объема вопросов, посвященных изучению систем конечноэлементного анализа.

Приводятся основные особенности освоения студентами двух систем конечноэлементного анализа: SolidWorks и ANSYS, которые изучаются в ВлГУ по направлению «Проектирование и технология электронных средств».

ВВЕДЕНИЕ

Разработчик электронных средств (ЭС) на этапе создания конструкции должен показать ее основные качественные параметры. Для этого при проектировании проводится оценка возможности функционирования электронных средств в условиях дестабилизирующих факторов. Такая оценка дается по результатам конструкторских расчетов: прочностных параметров при различных возмущениях (вибрационные и ударные воздействия); тепловых, электрических, магнитных и электромагнитных полей и др. Расчеты сложные, основаны на решении систем уравнений в частных производных. Известно, что аналитически такие уравнения в общем виде не решаются, а для их решения необходимо использовать численные методы: метод конечных разностей и метод конечных элементов.

Возможность широкого использования численных методов появилась только с развитием парка персональных ЭВМ. В последние годы для расчета различных полей все шире используется метод конечных элементов, заложенный в ряд САПР. Современный проектировщик обязан уметь применять в своей профессиональной работе САПР, основанные на методе конечных элементов.

1. НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Выпускники по направлению «Проектирование и технология электронных средств» должны уметь разрабатывать конструкции ЭС, работающие в различных условиях. При эксплуатации ЭС подвергаются интенсивным механическим нагрузкам, электромагнитным помехам, при этом они работают в широком температурном диапазоне. Все эти факторы значительно снижают надежность ЭС и приводят к их отказу. На этапе проектирования ЭС необходимо показать, что элементная база и элементы кон-

струкции не разрушатся, а ЭС будет нормально функционировать в заданных условиях эксплуатации.

Аналитически тепловые и механические поля, описываемые системами дифференциальных уравнений в частных производных, решаются только для отдельных упрощенных вариантов конструкций и с существенными погрешностями. Традиционно расчеты проводились (а в ряде проектных организаций и сейчас проводятся) по упрощенным формулам, в которые входят различные коэффициенты, чаще всего полученные экспериментально на основе исследования упрощенных вариантов конструкций. К таким вариантам в первую очередь относятся блоки в форме прямоугольных параллелепипедов и ячейки ЭС с прямоугольными печатными платами. Нагрузка при этом по площади платы и по объему блока считается распределенной равномерно.

Реально же конструкции ЭС значительно могут отличаться от их упрощенных вариантов. Для расчета тепловых и механических полей реальных конструкций применяют программное обеспечение, в котором заложены численные методы анализа, и особенно метод конечных элементов, как наиболее универсальный метод моделирования.

Владимирский государственный университет имеет лицензионное программное обеспечение, реализующее метод конечных элементов. Это такие программные комплексы как ANSYS, SolidWorks. Также университет обладает необходимой вычислительной техникой: персональными компьютерами и суперкомпьютером «СКИФ Мономах».

2. SOLIDWORKS В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Систему SolidWorks в городе Владимире применяют в различных конструкторских организациях, проектирующих приборы. Она широко используется и в других городах, как в РФ, так и за рубежом. Промышленности требуются специалисты, умеющие работать в этой системе.

В подготовке выпускников по направлению «Проектирование и технология электронных средств» SolidWorks изучается на всех курсах в различных дисциплинах.

Начиная с первого курса студенты изучают систему SolidWorks в дисциплине «Инженерная и компьютерная графика». К концу первого курса студенты умеют создавать электронные модели (3D модели) различных изделий (деталей, сборочных единиц) и выпускать соответствующие чертежи. Уже на первом курсе студенты выполняют курсовую работу по дисциплине «Введение в проектиро-

вание и схемотехнику ЭС», где они прорабатывают внешний вид разрабатываемого прибора. И многие студенты при этом используют SolidWorks и его модули, дающие фотореалистические изображения.

При изучении специальных дисциплин таких как: «Основы проектирования ЭС», «Теория оптимизации», «Информационные технологии в проектировании ЭС», «Моделирование в проектировании ЭС», — студенты осваивают дополнительные модули SolidWorks. Так студенты изучают: SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation. В ранние версии SolidWorks указанные модули не входили, но они тогда входили в состав отдельной системы конечноэлементного анализа COSMOS. Указанные модули используются для расчета механических (механические напряжения, частоты и формы собственных колебаний элементов конструкции и др.) и тепловых параметров ЭС при наличии дестабилизирующих факторов. Подходя к освоению дополнительных модулей, полученное ранее умение работать в основной среде SolidWorks позволяет студентам быстро освоить дополнительные модули. Выполняя курсовые проекты и выпускные квалификационные работы (включая дипломные проекты) по проектированию ЭС, студенты создают электронные модели своей конструкции в SolidWorks и на их основе оформляют графическую конструкторскую документацию. Оценка прочности, жесткости и виброудароустойчивости элементов конструкции проводится на базе полученной электронной модели с использованием модуля SolidWorks Simulation. Тепловые поля с учетом конвективного, кондуктивного и лучеиспускательного отвода тепла рассчитываются в модуле SolidWorks Flow Simulation. Возможность отключать различные способы отвода тепла (конвекцию, кондукцию и излучение) позволяет студентам проводить исследования по их влиянию на температурные поля, определять наиболее значимые способы отвода тепла и конструктивно и увеличивать их вклад в общий процесс теплообмена.

Большое количество функций (создание электронной модели изделия, проведение разнообразных расчетов, выпуск конструкторской документации), выполняемых системой SolidWorks при проектировании ЭС, позволяет до 60—70 % работ проводить в этой системе.

3. ANSYS В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Многие операции в SolidWorks Simulation и SolidWorks Flow Simulation, например разбивка моделируемой области сеткой, проводятся автоматически. С одной стороны это хорошо для студентов, которые проводят расчеты простых конструкций: на начальном этапе не нужно глубоко вникать в суть метода конечных элементов. Но с другой стороны при этом возникает ряд ограничений, как по моделируемым конструкциям, так и по проводимым расчетам. Более универсальными системами конечноэлементного моделирования являются тяжелые САПР. К таким системам относится ANSYS.

Систему ANSYS студенты изучают на старших курсах и в магистратуре. В основном эту систему применяют для моделирования вибрационных воздействий в области резонанса элементов конструкции и при ударных воздействиях. По сравнению с SolidWorks в системе ANSYS можно более тщательно настраивать разбивку моделируемого пространства сеткой и учитывать демпфирующие свойства элементов конструкции, без которых невозможно исследовать резонансные колебания.

Система ANSYS может работать с трехмерными моделями, созданными в SolidWorks. Поэтому переход от одной системы к другой оказывается не трудоемким.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектным организациям в настоящее время требуются специалисты, умеющие работать в САПР, включающих моделирование на основе метода конечных элементов.

Выпускники ВлГУ по направлению «Проектирование и технология электронных средств» в течение всего периода обучения изучают такие САПР. Полученные студентами знания позволяют им легче трудоустроиться, быстрее адаптироваться к своей будущей профессиональной деятельности и добиться карьерного роста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алямовский А.А.** Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. М.: ДМК Пресс, 2010. — 464 с.
2. **Бруйка В.А.** Инженерный анализ в ANSYS Workbench: учебное пособие / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянов. — Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. — 271 с.
3. **Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф.** ANSYS для инженеров: справ. пособие. М.: Машиностроение-1, 2002. — 512 с.

УЧЕБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ТУРБОУСТАНОВОК СРЕДСТВАМИ MICROSOFT EXCEL

АННОТАЦИЯ

Рассматривается образовательная технология дисциплины «Методы расчета тепловых схем», практическое содержание которой реализуется в компьютерной системе MS Excel

В учебной дисциплине «Тепловые электрические станции» бакалаврской образовательной программы изучается методика конструкторского расчета тепловой схемы турбоустановки и выполняется соответствующее расчетное задание. В 1995 г. кафедрой ТЭС было принято решение о введении в образовательную программу на квалификацию «Специалист» специальности ТЭС новой учебной дисциплины — «Методы расчета тепловых схем». Эта дисциплина изучается на 5-м курсе. Изучение этой дисциплины позволило углубить и расширить знания и умения выпускников выполнять сложные теплотехнические расчеты режимов эксплуатируемых турбоустановок. Расчет тепловой схемы эксплуатируемых турбоустановок выполняется по методике поверочного расчета. С 1996/1997 учебного года к этому учебному курсу были добавлены группы студентов кафедр КУЭЭ и ТОТ. В последующем эта дисциплина была введена в образовательную программу студентов кафедры АСУ ТП.

Основное содержание этой дисциплины — инженерные расчеты. Поэтому было необходимо определить компьютерную вычислительную систему, которая наиболее рациональна по двум критериям — удобна для организации обучения и перспективна по её применению персоналом ТЭЦ и ГРЭС.

В качестве информационного обеспечения образовательной технологии была выбрана программная система Microsoft Excel (Microsoft Office). Система MS Excel к середине 90-х годов стала широкодоступной по стоимости для предприятий и для студентов. Сегодня система MS Excel стала дежурной (повседневной) компьютерной системой во всех подразделениях ТЭС. Эта система широко используется в большинстве стран мира.

Так как в MS Excel реализована новая парадигма моделирования и организации вычислительного процесса, то требовалось подготовить новую технологию и учебное пособие по моделированию и расчету тепловых схем турбоустановок. Эта задача была решена за один год. В дополнение к печатному учебному пособию [1] был создан электронный учебник (2006 г.) в системе Macromedia Authorware. Интерактивный электронный учебник получает каждый студент для установки на свой персональный компьютер.

В реализации учебной дисциплины доминирует практическая работа в лаборатории и меньше часов для лекций (18 ч). Студенты выполняют курсовую

работу, которая в последующем становится главой дипломного проекта.

Применяется *открытая* технология моделирования тепловых процессов в MS Excel без применения алгоритмического языка. Для унификации, удобства обучения и последующего контроля в исходном рабочем файле созданы типовые формы рабочих листов. После выполнения математического моделирования тепловых процессов студент вводит расчетные формулы в соответствующие ячейки рабочего листа MS Excel.

На рис. 1 приведена форма рабочего листа для моделирования и расчета давления в теплофикационных отборах турбины исходя из параметров заданной теплофикационной нагрузки. Так как количество неизвестных переменных превышает количество уравнений, то для расчета организуются итерационные циклы инструментом «Поиск решения» MS Excel.

Термодинамические параметры воды и пара рассчитываются по функциям программы МЭИ «WaterSteamPro» [2]. Например, влажность пара на выходе из последней ступени турбины определяется функцией: $wspXPH(p_k; h_k)$.

На отдельных рабочих листах MS Excel моделируются и рассчитываются процесс расширения пара в турбине (рис. 2), система регенеративного подогрева и показатели энергетической эффективности. Построение графической модели расширения пара в турбине позволяет своевременно обнаруживать допускаемые ошибки (см. рис. 2).

Алгоритм расчета тепловой схемы итерационный. Моделирование и организацию компьютерных итераций расчета тепловой схемы студент выполняет «вручную». Активное участие обучаемого в реализации расчетного алгоритма способствует более глубокому усвоению динамики тепловых процессов в сложном технологическом комплексе оборудования, каким является тепловая схема турбоустановки.

В процессе математического описания тепловых процессов и создания алгоритма студент узнаёт методы, в которых применяются итерационные модели ключевых формул, описывающих тепловые процессы. Например, в моделировании применяется итерационная модель формулы Стодола—Флюгеля для процессов в отсеках турбины

$$p_{\text{вых}2} = \sqrt{p_{\text{вых}2}^2 + \left(\frac{D_{\text{отс}1}}{D_{\text{отс}0}}\right)^2 (p_{\text{вх}0}^2 - p_{\text{вых}0}^2)},$$

где $D_{\text{отс}1}$ и $D_{\text{отс}0}$ — расходы пара через отсек в первой итерации расчета и в опорном режиме; $p_{\text{вых}2}$ и $p_{\text{вх}2}$ — давление на выходе и входе отсека на второй итерации расчета тепловой схемы; $p_{\text{вх}0}$

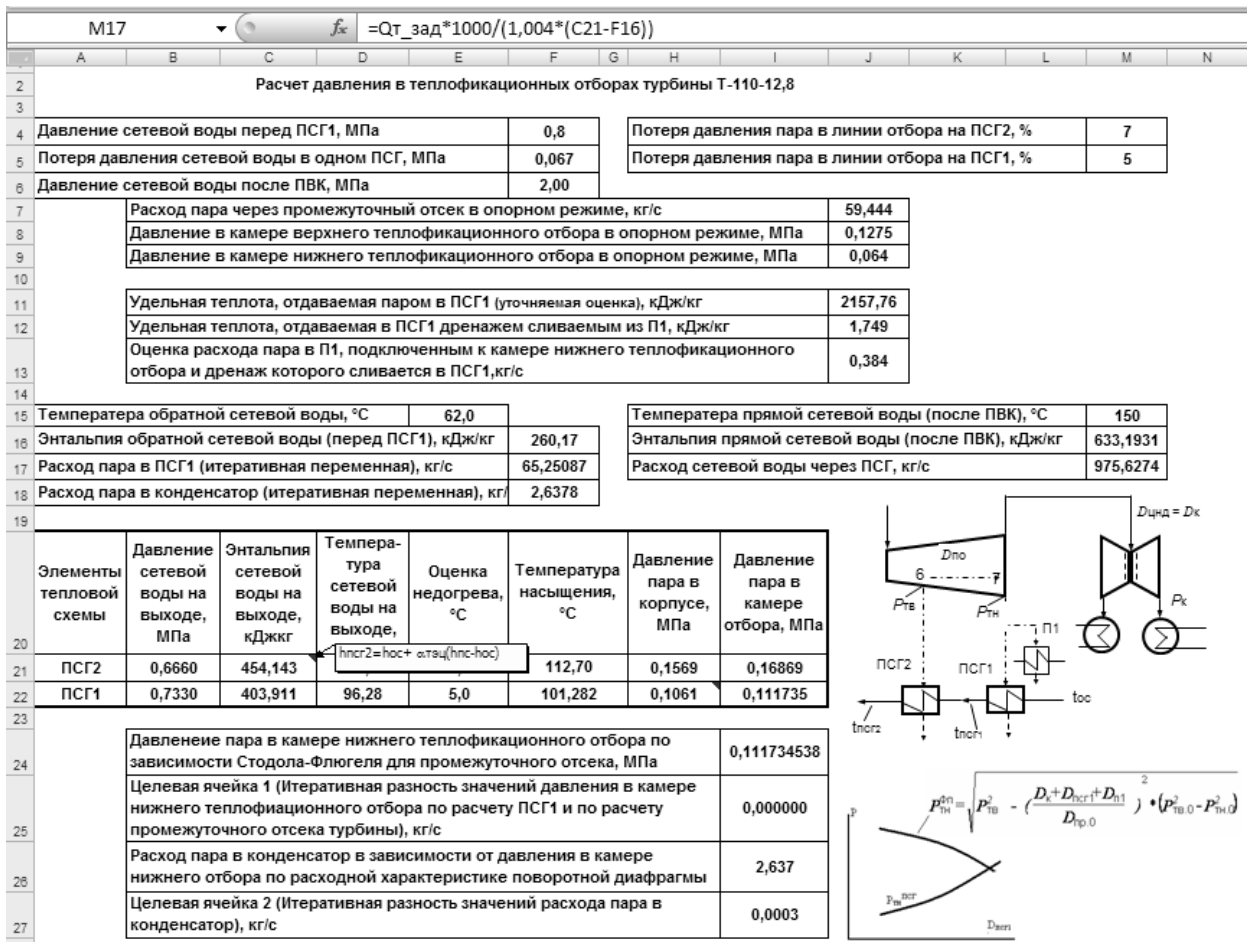


Рис. 1. Рабочий лист MS Excel моделирования и расчета давления в теплофикационных отборах турбины

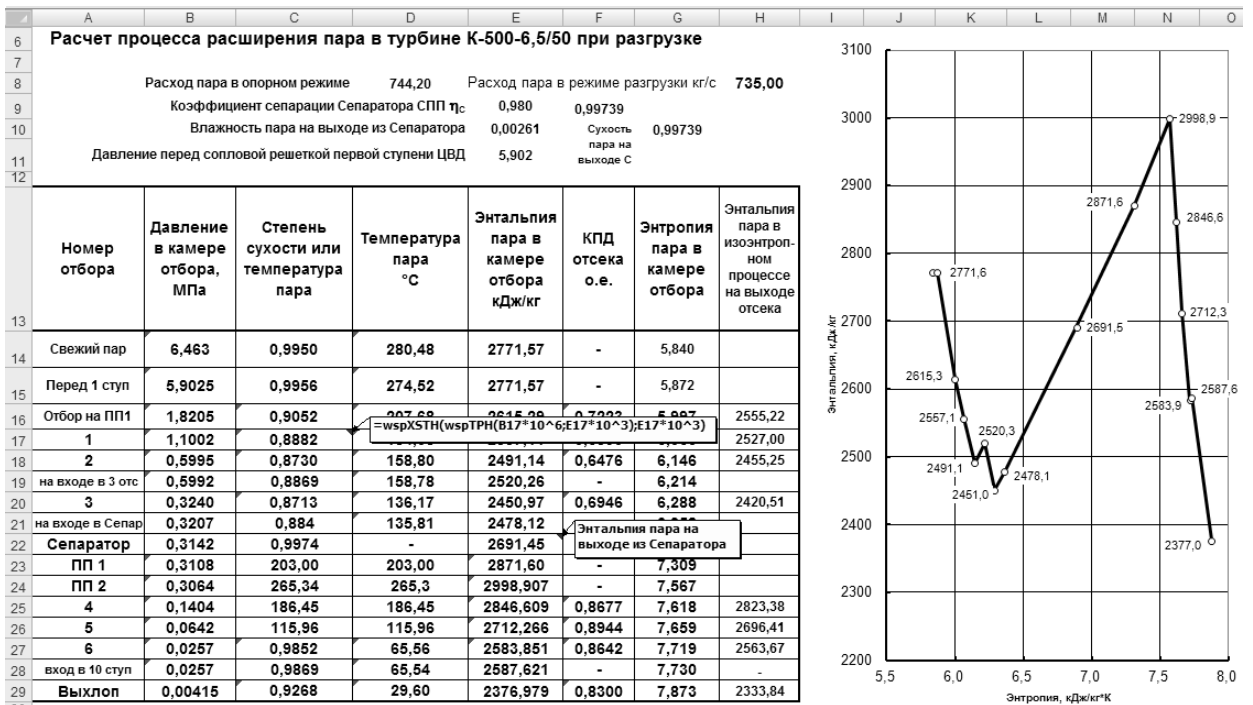


Рис. 2. Рабочий лист MS Excel моделирования и расчета процесса расширения пара в турбине

и $p_{\text{вых}0}$ — давление на входе и выходе отсека в опорном режиме.

На первой итерации расчета тепловой схемы в формуле Стодола—Флюгеля вместо отношения расходов пара через отсек берётся отношение предварительной оценки расхода свежего пара в турбину к его расходу в опорном режиме.

На рис. 3 показан фрагмент рабочего листа для моделирования и расчета группы ПНД с комбини-

рованной схемой слива конденсата греющего пара. Для наглядности моделей в Excel ячейкам присвоены имена условными обозначениями, применяемыми в математическом описании параметров. Для реализации решения применяется инструмент «Поиск решения» MS Excel. Выполнение этого упражнения на практических занятиях помогает студенту в выполнении курсовой работы.

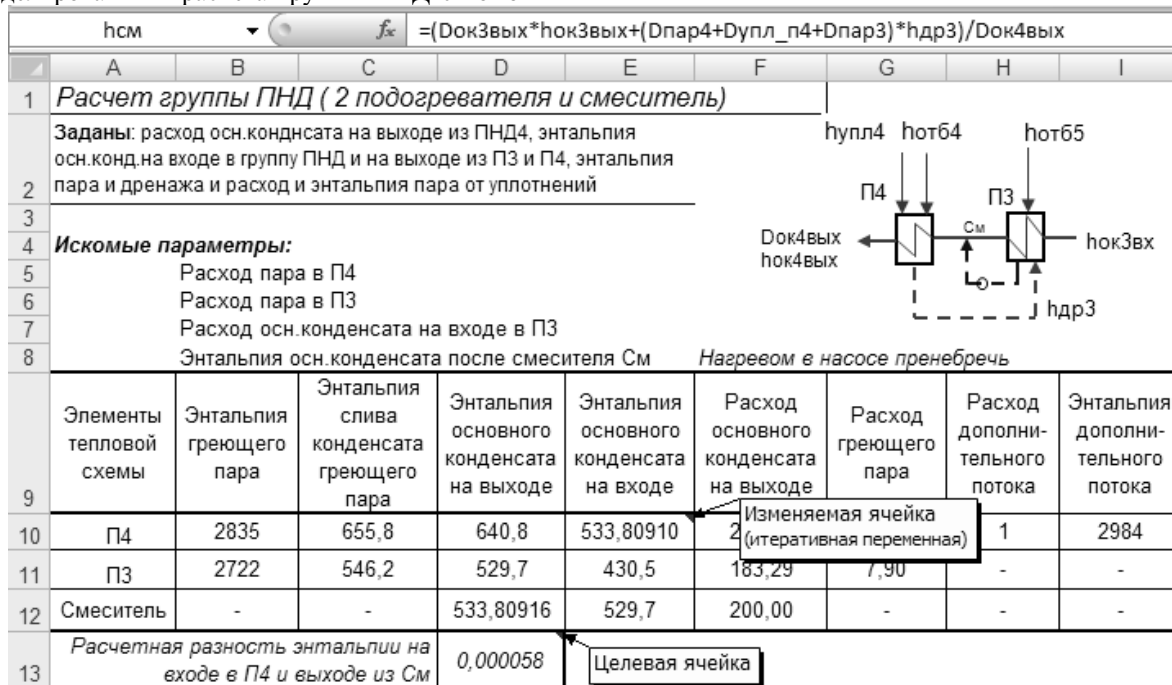


Рис. 3. Фрагмент рабочего листа упражнения «Моделирование и расчет группы ПНД с комбинированной схемой слива дренажа»

Для определения необходимого расхода основного конденсата $D_{\text{КН}}$ через охладители эжекторов (ЭО, ЭУ) и сальниковый подогреватель (СП) и соответствующего расхода по линии рециркуляции обратно в конденсатор (см. рис. 4), в схемах теплофикационных турбоустановок, применяется уравнение теплового баланса аппаратов, входящих в контур рециркуляции.

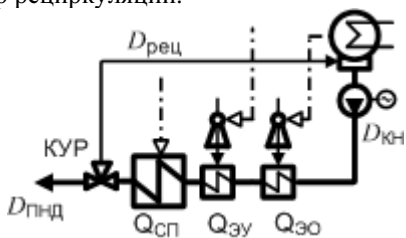


Рис. 4. Фрагмент тепловой схемы с контуром рециркуляции

Уравнение теплового баланса решается относительно энтальпии основного конденсата после сальникового подогревателя

$$h_{\text{кур}} = \frac{Q_{\text{СП}} + Q_{\text{ЭУ}} + Q_{\text{ЭО}} + D_{\text{КН}} + h_{\text{КН}}}{D_{\text{КН}}}$$

Вычисленное значение энтальпии через клапан управления рециркуляцией $h_{\text{кур}}$ сравнивается с

максимально допустимым значением $h_{\text{кур}}^{\text{max}}$. Если $h_{\text{кур}} \leq h_{\text{кур}}^{\text{max}}$, то выполняется расчет расхода по линии рециркуляции.

$$D_{\text{реци}} = D_{\text{КН}} - D_{\text{ПНД}}$$

Если техническое ограничение не выполняется, то итеративно увеличивается расход через конденсатный насос $D_{\text{КН}}$.

В процессе моделирования студенты обращаются к эксплуатационной нормативно-технической документации ТЭЦ и заводов-изготовителей турбин, теплообменных аппаратов, насосов. Осваивают методы аппроксимации энергетических характеристик оборудования, которые в эксплуатационной документации представлены в графической форме. Для этого применяются инструменты MS Excel и Mathcad. Например, исходя из вычисленного давления $p_{\text{ПН}}$ на напоре питательного насоса ПН-1135-340, по аппроксимирующему уравнению его характеристики, определяется необходимая частота его вращения, мин^{-1} ,

$$n_{\text{ПН}} = \sqrt{\frac{p_{\text{ПН}} + 3,546 \cdot 10^{-7} D_{\text{ПВ}}^3 - 1,405}{1,4534 \cdot 10^{-6}}}$$

и проверяется на соответствие рабочему диапазону 3300—5200 мин⁻¹ и ограничению на максимальный расход на данной частоте, кг/с

$$D_{\text{пв}} \leq D_{\text{пв}}^{\text{max}} = 6,772 n_{\text{пн}}^{0,5} - 207.$$

Удельный расход условного топлива на отпускаемую в сеть тепловую энергию определяется с учетом затрат электроэнергии приводами сетевых и конденсатных насосов, кг/Гкал:

$$b_{\text{отп}}^{\text{тэ}} = 1163 \frac{3600 B_{\text{т}}^{\text{тэ}} + (N_{\text{Сл}}^{\text{псг}} + N_{\text{СН}}) b_{\text{отп}}^{\text{эз}}}{Q_{\text{тф}} + \eta_{\text{псг}}},$$

где — расход условного топлива кг/с, относимый на производство теплофикационной мощности турбоустановки $Q_{\text{тф}}$, кВт; $\eta_{\text{псг}}$ — тепловой КПД сетевых подогревателей; $N_{\text{Сл}}^{\text{псг}}$ и $N_{\text{СН}}$ — мощность электроприводов сливных насосов сетевых подогревателей и сетевых насосов, кВт; $b_{\text{отп}}^{\text{эз}}$ — удельный расход топлива на отпускаемую электроэнергию, кг/(кВт·ч).

Расход топлива, относимый на производство тепловой энергии, определяется «физическим» методом разделения затрат

$$B_{\text{т}}^{\text{тэ}} = \frac{Q_{\text{тф}}}{\eta_{\text{к}}(1 - 0,01 q_{\text{сн}}) \eta_{\text{тр}} Q_i^{\text{т}}},$$

где $\eta_{\text{к}}$ — КПД брутто котла; $q_{\text{сн}}$ — удельный расход теплоты на собственные нужды котельной установки, %; $\eta_{\text{тр}}$ — КПД транспорта теплоты между котлом и турбоустановкой; $Q_i^{\text{т}}$ — низшая удельная теплота сгорания топлива, кДж/кг.

Следовательно, расчет индикаторов *энергетической эффективности* в учебной работе выполняется по мощностным показателям, а не по интеграль-

ным как принято в нормативно-технической документации ТЭЦ.

Модель тепловой схемы в MS Excel позволяет исследовать влияние различных технических ограничений на основные режимные параметры турбоустановки и рассчитывать режимы работы с частичной нагрузкой. Разработанная в учебном курсе модель тепловой схемы, в последующем, на этапе дипломного проектирования, используется студентом для исследования эффективности различных реконструктивных мероприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пятнадцатилетний опыт применения рассмотренной технологии показал её высокую образовательную эффективность. Студенты приобретают компетенции выполнения инженерных расчетов сложных технических комплексов с применением современной и общедоступной программной системы Microsoft Office и специализированной программы определения теплофизических свойств воды и пара (www.wsp.ru). Это стало основанием для включения в основную образовательную программу магистерской подготовки по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» учебной дисциплины «Математическое моделирование», профильным ядром которой стала дисциплина «Методы расчета тепловых схем».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дорохов Е.В.** Расчет тепловой схемы турбоустановки в электронных таблицах Excel. — М.: Издательство МЭИ, 1999.
2. **А.С. 2000610803 РФ.** Набор программ для расчета теплофизических свойств воды и водяного пара («WaterSteamPro») / А.А. Александров, А.В. Очков, В.Ф. Очков, К.А. Орлов.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ В ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ

АННОТАЦИЯ

В докладе приводятся основные положения численного моделирования процессов теплообмена. Приведены примеры и результаты расчетов некоторых процессов, осуществляемых в различных электротехнологических установках.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение большинства процессов теплообмена, имеющих место в электротехнологических установках (ЭТУ), связано со значительными трудо- и ресурсозатратами, а, зачастую, в силу труднодоступности физически невозможно. Развитый математический аппарат, описывающий теплообменные процессы [1—2], позволяет снизить финансовые затраты, исключив лабораторные и натурные исследования, однако по-прежнему трудозатратен, поскольку возникает необходимость решения многомерных дифференциальных уравнений в общем виде. Теоретическое исследование процессов теплообмена в настоящее время в значительной степени базируется на численном моделировании. Развитие современной вычислительной техники и вычислительных методов позволяет в короткие сроки получить достоверное распределение интересующих величин (в электротехнологии это в основном температуры), с удовлетворяющей инженерной точностью.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА

В основе описания практически любого процесса теплообмена в ЭТУ лежит дифференциальное уравнение Кирхгофа—Фурье в частных производных, описывающее процессы переноса тепла в твердом теле [3]:

$$c \cdot \gamma \cdot \frac{\partial \theta}{\partial t} = \operatorname{div}(\lambda \cdot \operatorname{grad} \theta) + w, \quad (1)$$

где c — удельная теплоемкость; γ — плотность, λ — коэффициент теплопроводности среды; w — мощность внутренних источников теплоты; θ — температура. Типичной на практике является ситуация, когда каждый из членов уравнения также зависит от температуры.

Уравнение (1) дает общее решение рассматриваемой задачи. Для получения частного решения, описывающего исследуемые процессы, выражение (1) должно быть дополнено условиями однозначности, а именно начальными условиями — характером поведения системы в начальный момент времени, и граничными условиями — условиями теплообмена на границах рассматриваемой области.

В зависимости от вида представления граничных условий выделяют следующие граничные условия [3]:

граничные условия первого рода — задаются распределением температуры по поверхности рассматриваемой области в любой момент времени:

$$\theta_{\text{пов}} = f(x, y, z, t); \quad (2)$$

граничные условия второго рода — задаются в виде плотности теплового потока для каждого элемента поверхности тела как функция времени:

$$q_{\text{пов}} = f(x, y, z, t); \quad (3)$$

граничные условия третьего рода — задаются законами теплообмена между поверхностью тела и средой или температурой окружающей среды $\theta_{\text{ср}}$ и законом теплообмена, например так:

$$\alpha \cdot (\theta_{\text{пов}} - \theta_{\text{ср}}) = -\lambda \cdot \left(\frac{\partial \theta}{\partial n} \right)_{\text{пов}}; \quad (4)$$

Начальное условие задается обычно распределением температуры внутри тела в начальный момент времени:

$$\theta_{t=0} = f(x, y, z, 0). \quad (5)$$

Решение системы из уравнения (1) и условий однозначности (2)—(5) в общем виде, как правило, трудозатратно и громоздко. Изменение условий приводит к необходимости производить все расчеты заново.

Для численного моделирования процессов теплообмена осуществляют переход от области непрерывных значений к области дискретных значений. На практике это означает замену дифференциальных операторов на разностные при условии малости шага разбиения.

Как правило, полученные системы уравнений имеют трехдиагональный вид — все элементы располагаются по главной диагонали и справа и слева от нее. Решение полученных систем выполняется различными методами. Наиболее простым, но в то же время эффективным, является метод прогонки [4].

Рассмотрим несколько характерных для ЭТУ примеров применения рассмотренного выше метода. В качестве средства программирования использовался пакет программ *Matlab*, поскольку он обладает довольно простым синтаксисом, а также позволяет без особого труда выводить результаты расчета как в числовом, так и в графическом виде.

2. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОСТЫВАНИЯ СЛИТКА ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ ПЕЧИ

Печи электрошлакового переплава (ЭШП) применяются для производства слитков из высококачественных сталей. Слитки, полученные в ЭШП, отличаются от слитков, отлитых в изложницу, отсутствием усадочной раковины, осевой пористости, неметаллических включений и сниженной анизотропией механических свойств, лучшей деформируемостью.

Принцип действия ЭШП заключается в следующем: расходимый электрод из переплавляемого металла погружается в слой электропроводящего шлака, размещенного в водоохлаждаемом кристаллизаторе, к которому примыкает водоохлаждаемый поддон. Электрический ток протекает через электрод и расплавленный шлак. Часть теплоты, выделяемой в шлаковой ванне, передается контактирующему с ней электроду, торец которого оплаивается. Капли металла, стекающие с торца электрода, проходят через слой шлака и формируются в водоохлаждаемом кристаллизаторе в виде слитка. По мере расплавления электродов и роста слитка кристаллизатор перемещается вверх. В процессе переплава в верхней части слитка на границе со шлаковой ванной образуется ванна жидкого металла, а на боковой поверхности слитка — тонкая корочка затвердевшего шлака.

Для получения приемлемой структуры металла, необходимо знать распределение температур по внешней поверхности слитка, а также скорость его изменения.

Непосредственные измерения температуры на действующей установке затруднены и, поскольку температура слитка на выходе из кристаллизатора достигает значений близких к 1000 °С, распределение значения коэффициента конвективной теплоотдачи заранее неизвестны.

Для оценки тепловых потоков от слитка создана математическая модель, использующая рассмотренные выше принципы. Эскиз модели представлен на рис. 1. Задача представляет собой нестационарный одномерный процесс остывания нагретого тела. Для нахождения распределения температур после определенного времени весь объем слитка разбивался на n равных промежутков по высоте l с шагом h , т.е. строилась конечно-элементная сетка. Для каждой точки пространства записывалось уравнение (1) для одномерного случая.

За граничные условия принимались температуры на верхней $\theta_{\text{верх}}$ и нижней $\theta_{\text{низ}}$ границах слитка. Температура на верхней границе слитка определяется температурой кристаллизации металла, а на нижней — температурой водоохлаждаемого поддона. Температура в остальных точках слитка находится в диапазоне между $\theta_{\text{верх}}$ и $\theta_{\text{низ}}$. Боковая поверхность слитка обменивается теплом с окружающей средой, имеющей температуру $\theta_{\text{окр}}$, посредством теплового потока конвекции и излучения q .

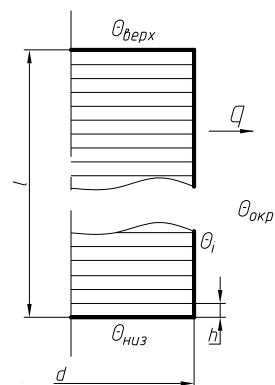


Рис. 1. Эскиз модели остывания слитка в ЭШП

Тепловой поток определялся по выражению:

$$q = \alpha (\theta_i - \theta_{\text{окр}}), \quad (6)$$

где коэффициент α находился из выражения для конвективного и излучательного теплообмена:

$$\alpha = \frac{\varepsilon \cdot \sigma \cdot \left[\left(\frac{\theta_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_{\text{окр}}}{100} \right)^4 \right]}{\theta_i - \theta_{\text{окр}}} + 2,564 \sqrt{\theta_i - \theta_{\text{окр}}} \quad (7)$$

для каждой расчетной области слитка.

Решение полученной системы уравнений во времени с учетом удлинения слитка позволяет получить распределение температуры по длине слитка в каждый момент времени.

В качестве примера на рис. 2 приведено распределение температур по высоте слитка $l = 4$ м при диаметре $d = 0,55$ м в момент времени полного выхода слитка из кристаллизатора. Температуры $\theta_{\text{верх}} = 1000$ °С, $\theta_{\text{низ}} = 300$ °С, а $\theta_{\text{окр}} = 25$ °С. Степень черноты принималась равной $\varepsilon = 0,8$, постоянная Стефана—Больцмана $\sigma = 5,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

Проведение серии подобных расчетов с разными параметрами позволило проанализировать изменение температуры поверхности слитка и теплового потока, подобрать оптимальный режим охлаждения без продолжительных измерений на действующей установке, а также принять меры по защите обслуживающего персонала и окружающих металлоконструкций от тепловых воздействий слитка.

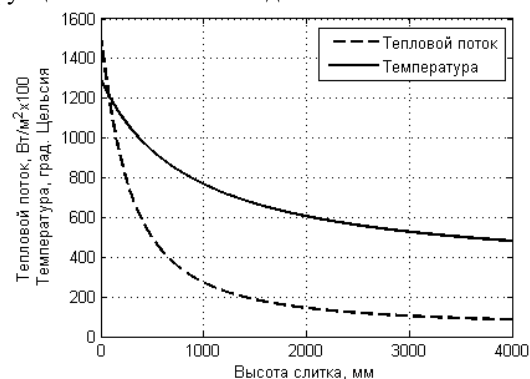


Рис. 2. Зависимость температуры и теплового потока поверхности слитка от его высоты

3. ИЗУЧЕНИЕ РАЗОГРЕВА И ОСТЫВАНИЯ ФУТЕРОВКИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ

Электродуговые печи (ЭДП) нашли широкое применение в черной и цветной металлургии для производства различных сортов стали и цветных металлов. Выплавка продукта в ЭДП традиционно включает в себя следующие этапы: расплавление металла, удаление содержащихся в нем вредных примесей и газов, раскисление, введение в него нужных легирующих и слив жидкого металла в ковш. В период межплавочного простоя осуществляются заправка подины и загрузка новой порции скрапа. Во время межплавочного простоя энергия к печи не подводится, и энергия, накопленная футеровкой, теряется в окружающую среду. Частые тепловые удары не только разрушают футеровку печи, но и влияют на энергетику печи, т.е. увеличивают удельный расход электроэнергии.

Для определения теплового режима футеровки печи была построена математическая модель стенки печи, эскиз которой приведен на рис. 3. Стенка ЭДП выполнялась четырехслойной: из хромомagnesита (толщиной δ_1), шамота ШЛ-1 (δ_2), муллитокремнеземистой прокладки из МКРР-130 (δ_3) и стали (δ_4). Рассматриваемая область разбивалась на конечное число отрезков по горизонтальной оси. Для каждой точки пространства записывалось уравнение (1) для одномерного случая. Полученная трехдиагональная система уравнений решалась методом прогонки.

На построенной модели исследовался следующий цикл работы печи: нагрев в течение 60 мин от начальной температуры $\theta_{нач} = 20^\circ\text{C}$, остывание на воздухе в течение 180 мин, нагрев от температуры остывания в течение 60 мин, с последующим остыванием в течение 180 мин. Для получения достоверных результатов, учитывались зависимости теплопроводности и теплоемкости материалов от температуры. Температура расплавленного металла в печи принималась равной $\theta_{мет} = 1800^\circ\text{C}$, а окружающей среды — $\theta_{окр} = 20^\circ\text{C}$. Толщины слоев были выбраны следующими: $\delta_1 = 150$ мм; $\delta_2 = 60$ мм; $\delta_3 = 65$ мм; $\delta_4 = 10$ мм.

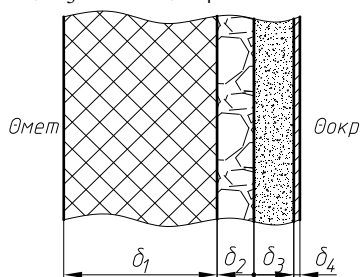


Рис. 3. Эскиз футеровки ЭДП

Полученные зависимости в конечные моменты времени приведены на рис. 4. На рис. 4 приняты следующие обозначения: *Teta1* — распределение температур после первого нагрева; *Teta2* — распределение температур после первого остывания; *Teta3*

— распределение температур после второго нагрева; *Teta4* — распределение температур после второго остывания.

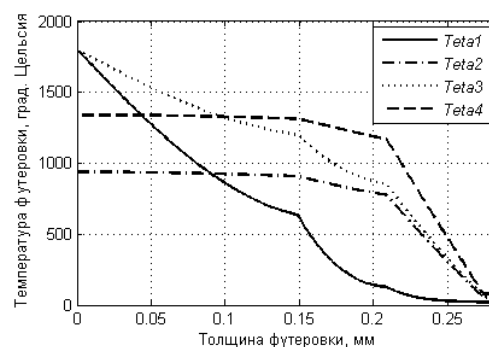


Рис. 4. Кривая разогрева и остывания футеровки ЭДП

Полученные зависимости позволили определить температуру футеровки в каждый момент времени, помогли выбрать толщину и тип футеровочных материалов, а также наглядно показать отрицательное влияние продолжительных межплавочных простоев на службу футеровки и энергетику печи.

4. ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВАННЫ РУДНО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Рудно-термические печи (РТП) получили широкое распространение для получения чистых металлов или сплавов путем восстановления их окислов из руд или концентратов. В силу технологических требований в РТП используется комбинированный нагрев — электродуговой и резистивный. Горение дуг происходит в тиглях, образованных газовыми пузырями и спекшейся шихтой. Стенки тигля опираются на жидкий металл. На внутренней поверхности тигля достигается температура плавления выплавляемого продукта. В стенках тигля протекают восстановительные реакции. Расплавленный восстановленный металл каплями стекает по стенкам тигля на подину печи. Непосредственные измерения температурного поля шихты ванны РТП сильно затруднены, а в силу труднодоступности реакционной зоны и агрессивности среды практически и вовсе невозможны. Для оценки распределения температур используется математическое моделирование.

Эскиз математической модели и дискретизация расчетной области показаны на рис. 5. Рассматривалась упрощенная двумерная симметричная задача. Для этого для каждой точки пространства записывалось уравнение (1) в полярной системе координат. Решение полученной системы уравнений проводилось по методу прогонки на основе локально одномерной схемы Самарского [2]. Суть этого подхода заключается в том, что шаг по времени реализуется в два этапа — на промежуточном временном шаге проводится дискретизация уравнения (1) только по координате r . После решения полученного одномерного уравнения методом прогонки, проводится дискретизация уравнения (1) только по координате δ . Решая новое уравнение, находится температурное поле на новом временном шаге.

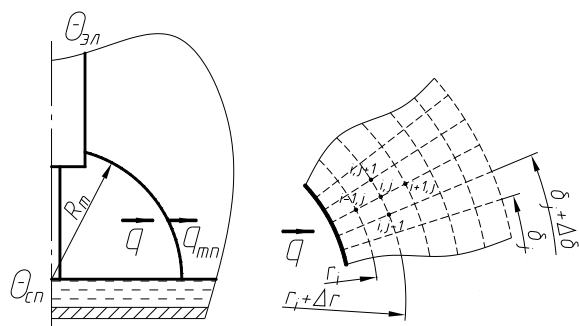


Рис. 5. Эскиз модели и дискретизация расчетной области РТП

Полученное распределение температур для 600-й секунды расчета представлено на рис. 6 (температуры указаны над точками). В качестве исходных данных задавались теплофизические свойства шихты (теплопроводность, теплоемкость и плотность), начальная температура $\theta_{\text{нач}} = 25^\circ\text{C}$, а также температуры электрода $\theta_{\text{эл}} = 1650^\circ\text{C}$ и расплава $\theta_{\text{сп}} = 1500^\circ\text{C}$. Тепловой поток на внутреннюю поверхность тигля от дуги составил $q = 38,8 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$, а мощность внутренних источников теплоты — $w = 757 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^3}$. Разработанная модель имеет временные ограничения по достоверности результатов, поскольку в ней не учитываются явления массопереноса, связанные с плавлением и сходом шихты.

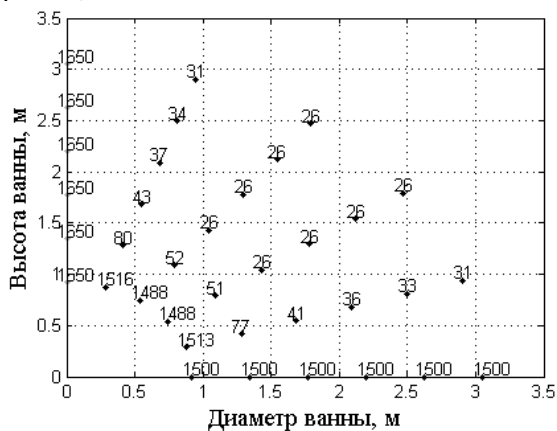


Рис. 6. Температурное поле ванны РТП

Полученное температурное поле позволяет оценить характер распределения температур в ванне РТП в зависимости от вводимых в неё мощностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные выше примеры расчетов являются лишь малой частью всех задач, которые могут возникнуть при проектировании электротехнологических установок и изучении процессов в них и которые могут быть успешно решены с использованием предлагаемых в данном докладе подходов.

Рассмотренные в данном докладе задачи теплообменных процессов в ЭТУ являются базовыми. Они могут быть реализованы на любом языке программирования и позволяют проиллюстрировать широкие возможности использования численного моделирования для изучения процессов в ЭТУ. Применение для решения подобных задач специализированных программных пакетов, таких как *Ansys*, *Fluent* и др. не всегда оправдано, поскольку указанные пакеты предназначены для решения более сложных в плане моделирования задач, их функционал избыточен, они обладают большой стоимостью и требуют значительных капитальных затрат на приобретение и временных затрат на освоение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. — М.: Энергоатомиздат, 1984.
2. Самарский А.А., Вабишевич П.Н. Вычислительная теплопередача. — М.: Едиториал УРСС, 2003.
3. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи: учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1. Электрические печи сопротивления. — М.: Энергия, 1975.
4. Кузнецов Г.В., Шермет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2007.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНЦЕВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВУЗА

АННОТАЦИЯ

Развитие системы дистанционного образования в России приводит к тому, что удалённый доступ к электронным образовательным ресурсам будет основополагающим при выборе направления и способа получения образования.

ВВЕДЕНИЕ

Современные требования ГОС ВПО к качеству освоения образовательных программ по специальности «Электроснабжение железных дорог» достаточно высоки, поэтому недостаточно разработать и внедрить в учебный процесс новейшие разработки в области электронных обучающих учебно-методических пособий, необходимо обязательно вводить в их состав, дополнительные компоненты, превращающие это пособие в полноценный электронный образовательный ресурс (ЭОР), с возможностью организации дистанционного обучения для студентов — заочников и дневников, не имеющими возможности проходить в срок экзаменационную сессию по уважительным причинам, к ЭОР, тем самым сократив до минимума их отставание от учебной программы.

К таким компонентам следует отнести: тестовую платформу, сборник нормативно-правовых актов и техническую документацию, виртуальный схемотехнический практикум, графический фото- и видеоматериал, расширенную базу дополнительных специализированных библиографических источников.

1. СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА

В структуру ЭОР должны входить:

* персональная страница преподавателя, кафедры, размещаемая в сети InterNet, дающая возможность навигации по компонентам ЭОР, с авторизацией студентов данной специальности, и с ограниченным доступом остальных посетителей, а также счётчиком посещений;

* размещаемая на главной странице карта сайта, информация об авторском коллективе, контактная информация;

* по гиперссылкам имеется возможность перемещения на соответствующий компонент ЭОР;

* по гиперссылке «Лекции» происходит перемещение на расширенный конспект лекций, включающий в себя материалы, в виде HTML — страниц, которые также входят в состав электронного учебно-методического комплекса института (ЭУМК

ЗабИЖТ), а также дополнительные фото- и видеоматериалы по темам;

* по гиперссылке «Лабораторный практикум» происходит перемещение на станицу, где размещены методические указания по выполнению лабораторных работ конкретной дисциплины, и на которой имеется гиперссылка на переход на страничку виртуального схемотехнического программного пакета «Electronic WorkBench»;

* по гиперссылке «Практические занятия» происходит перемещение на страницу с методическими рекомендациями по выполнению домашних расчётно-графических, курсовых работ и проектов, контрольных работ для студентов-заочников;

* по гиперссылке «Литература» происходит перемещение на страницу, содержащую учебно-методическую литературу, учебные пособия, нормативно-техническую документацию и справочники;

* по гиперссылке «Другие источники» происходит перемещение на страницу, содержащую ссылки на другие ЭОР, касающиеся учебного курса,

* электронные версии учебников, которые дают углублённое понимание отдельных тем смежных с ними дисциплин;

* по гиперссылке «Аттестация» происходит перемещение на страницу, содержащую ссылку на тестовую платформу, построенную на базе программного комплекса «VinEx».

2. ФУНКЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА

Особенностью высшего профессионального образования в ЗабИЖТ ИрГУПС является то, что подавляющее большинство учебных технических дисциплин специальности 190401.65 «Электроснабжение железных дорог» связаны между собой общими тематическими разделами, например дисциплины «Тяговые и трансформаторные подстанции», изучаемая на 3-м курсе, и «Электрические машины и электропривод», изучаемая на 2-м курсе, имеют общие темы «Трёхфазные трансформаторы», «Асинхронный электропривод» и тому подобные темы.

Также можно привести в качестве примера смежные и переходящие дисциплины, связанные с дисциплиной «Электроника» — это «Теоретические основы электротехники», «Теория дискретных устройств», «Электронная техника и преобразователи в тяговом электроснабжении», «Автоматизация систем электроснабжения».

Таких примеров можно привести достаточно много. В структуре ГОС ВПО данное распределение прописано в качестве обязательного фактора преемственности электротехнических и электронных циклов дисциплин. Таким образом, можно построить структуру ЭОР, адаптированную под конкретное направление сквозного обучения — по циклу электротехнических дисциплин или по циклу электроники.

Таким образом, разрабатываемый ЭОР должен включать в себя функционально законченный набор инструментов. Представляется весьма привлекательным тот факт, что малообъемные программы виртуального схемотехнического практикума, интегрированные в интерактивную оболочку ЭОР, позволяют выполнять полноценные лабораторные работы при удаленном доступе. К таким программам можно отнести «Elektronik WorkBench» v. 5 Pro.

Безусловно, выполнение лабораторных практикумов в программах виртуального схемотехнического моделирования, таких как «Multisim» v 8.0 — v. 11, «MathLab» v. 6.0 — v. 7.1, или система удаленного доступа типа «LabWiewer» v. 6.0 — v. 8.5, даёт более полное представление о предмете исследования. Но применение таких программ сопряжено с большими финансовыми затратами, и тем более при использовании удаленных лабораторных практикумов для дистанционного обучения. Это связано с большой стоимостью программного обеспечения, недоступного для удаленного пользователя — студента. Даже в случае централизованного доступа к ПО невозможно получить ПО отдельно взятому студенту — пользователю, ввиду достаточно большого объема, обычно порядка 1 — 2 Гбайт.

В то же время малообъемные программы, такие как «Elektronic Workbench», «SamSim», «PSPice», которые «весят» намного меньше, порядка 25—50 Мбайт, что уже гораздо более доступно и по скорости и по объёму интернет-трафика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие системы дистанционного образования при подготовке дипломированных специалистов по направлению «Системы обеспечения движения по-

ездов» требует разработки ЭОР, способного компенсировать студенту невозможность непосредственного и полноценного участия в учебном процессе. Более того, она должна позволить проходить образовательную программу на паритетных началах со студентами очной формы обучения.

Это необходимо сформировать только строго в рамках требований ФГОС ВПО к уровню подготовки и степени освоения компетенций по направлению полготовки, с учетом региональных особенностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Емельянов А.Г.** Вопросы расширения тематики направлений подготовки специалистов-электроснабженцев в системе многоуровневого образования // Материалы научно-методической конференции института и специалистов Забайкальской железной дороги. — Чита: Забтранс, 1995. — С. 22—23.

2. **Емельянов А.Г.** Разработка профессионально — ориентированной модульной программы по дисциплине «Автоматизация систем электроснабжения» // Проблемы и перспективы развития Транссибирской магистрали в XXI веке : Труды Всероссийской научно-практической конференции ученых транспорта, вузов, НИИ, инженерных работников и представителей академической науки: том 2, Чита, 22 — 24 ноября 2006 г. — Чита: ЗаБИЖТ, 2006. — С. 192 — 197.

3. **Емельянов А.Г.** Разработка системы сквозного обучения по дисциплинам электронного цикла для студентов специальности «Электроснабжение железных дорог» — составляющая программы модернизации учебного процесса // Информационные технологии в образовании: межвузовский сборник научно-методических трудов / под редакцией Д.В. Железнова; сост. Т.М. Лескова. — Чита: ЗаБИЖТ, 2008. — С. 38 — 44.

4. **Емельянов А.Г.** Внедрение интерактивных Интернет- и мультимедиа-технологий в учебный процесс технического вуза // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : Труды Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. 7 — 11 апреля 2008 г., г. Красноярск — Часть 2 / А.Г. Емельянов, И.А. Горин, М.Ю. Мусинов. — Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 2008. — С. 261—263.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ СТАНКОВ С ЧПУ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты теоретического и экспериментального исследований автоматизированных станочных комплексов на основе разработанных методов анализа и синтеза деталей и узлов по статическим и динамическим критериям.

Рассмотрены вопросы точности обработки деталей на станках с ЧПУ, которые наряду с производительностью и надежностью являются важнейшими технико-экономическими показателями, определяющими качество выпускаемой продукции и эффективность технологического оборудования, работающего по «гибкой» технологии.

В работе использован комплексный подход к проблеме повышения точности обработки, основанный на анализе топологических и математических моделей и результатов экспериментальных исследований, согласно которым следует, что каждый из элементов замкнутой динамической системы, оказывает влияние на итоговые показатели точности обработки.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ современного состояния проблемы показывает, что характеристики недостаточной жесткости, а также нежелательные вибрационные процессы, протекающие в системе станок — приспособление — инструмент — заготовка, являются главными препятствиями на пути дальнейшего повышения точности и качества обработки.

В то время как применение микропроцессорной техники в системе управления в настоящее время позволяет всю информацию обрабатывать в быстродействующем процессоре с обеспечением теоретической точности обработки на станке до 0,1 мкм и выше, опыт эксплуатации токарных станков с ЧПУ показывает, что недостаточная точность обработки деталей во многом определяется погрешностями механической системы приводов, что ведет к увеличению времени изготовления деталей за счет применения дополнительного числа операций, а также к росту стоимости обработки.

Многообразие методов и способов достижения, сохранения и восстановления точности машин можно свести к трем направлениям [1, 2]: конструкторское; направление связанное с подавлением факторов, порождающих погрешности обработки и направление, связанное с точностью машин. Эта задача решается путем получения информации о возникающей погрешности и своевременного внесения соответствующей коррекции в относительное положение рабочих поверхностей машин или механизма.

1. МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

В условиях современного развития техники особое значение приобретают вопросы точности. Раз-

витие машиностроения и автоматизация производства связаны с непрерывным повышением требований к точности и эффективности машин и оборудования, поэтому при проектировании и использовании станков с ЧПУ, РМ, РТК на первый план выдвигаются проблемы повышения требуемой точности обрабатываемых на них деталей.

Решение данной проблемы — повышения точности обработки базируется на основе системного анализа, принципов иерархии, топологических и математических моделях и результатах экспериментальных исследований, рассматривающих формирование обрабатываемого контура как одного из элементов замкнутой технологической системы «инструмент-деталь», а взаимодействие режущего инструмента и заготовки, влияющих на величину контурной ошибки и радиальное смещение вершины режущего инструмента относительно поперечного сечения заготовки — рассматривается по отдельным взятым сечениям (базовым точкам) характерных участков поверхностей: «цилиндр», «конус», «сфера» при функционировании РМ, РТК.

Методы управления точностью по информационному признаку можно подразделить на три группы: управление на основе предварительного измерения; по результатам текущих измерений в процессе работы и по результатам оценки качества работы машины (настройка с помощью системы активного контроля).

Производственная погрешность при механической обработке является функцией ряда составляющих погрешностей, обусловленных погрешностями технологической системы и системы УЧПУ на пути преобразования информационных и силовых потоков от источника энергии до получаемой поверхности обработки (рис. 1).

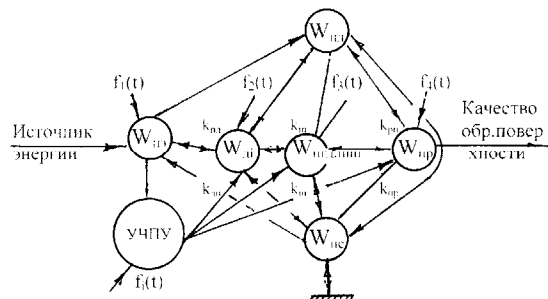


Рис. 1. Граф металлорежущего станка

При этом точность обработки снижается за счет погрешностей, возникающих из-за многократно повторяемого изменения направления движения исполнительного органа, одновременной работой обоих приводов подач по различным координатам,

что ведет к скачкообразному движению исполнительного органа, перекоосу суппорта, зоне нечувствительности при реверсе и возникновению нежелательных фрикционных колебаний. Указанные факторы формируют погрешности, вносимые жесткостью технологической системы и суммой погрешностей формы обработанных деталей, обусловленные влиянием динамических процессов автоматизированного станочного комплекса.

2. ПАРАМЕТРЫ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Всякая динамическая система, представляющая собой совокупность линейных и нелинейных элементов, соединенных в определенной последовательности, в зависимости от типа исследуемой математической модели физических компонентов системы, может быть описана в виде

$$x_i = L_i \{e_i\}, i = 1, 2, 3, \dots, n;$$

где e, x — соответственно входное воздействие и реакция системы, L — операторная функция.

Данное выражение соответствует обобщенному сигнальному графу, включающему узлы и ветви [3—5], описываемые набором операторов L_i и коэффициентов, характеризующих связи каждого нелинейного и линейного элемента со входом, выходом системы и между собой.

Достоинством такого представления сложных структур изучаемых станочных систем является то, что они в процессе преобразования позволяют сохранять неизменными весовые коэффициенты дуг и вершин исходной модели системы, что является необходимым условием при осуществлении анализа влияния параметров исходной топологической структуры на характеристики динамической системы.

РТК состоит из станка с ЧПУ или обрабатывающего центра, промышленного робота, тактового стола (транспортно-накопительного устройства), системы ЧПУ, на которые действуют векторы внешних возмущений $f_{1,2,3}$ и управления u .

Параметры динамических систем, их связи могут быть представлены системой дифференциальных уравнений, передаточной функцией, временными, частотными характеристиками и др. [1, 2, 6].

Так, например, для АСУ системы привода главного движения, передаточная функция может быть записана в виде [7]:

$$W_{\text{сист}} = [1 + W_k/W_1] W_{\text{осн}} W_{\text{мс}},$$

где $1 + W_k/W_1$ — передаточная функция вспомогательного канала управления; $W_{\text{осн}}$ — передаточная функция основного канала СУ

$$W_{\text{осн}} = W_1 W_{\text{зам}} W_5 / [1 + W_1 W_{\text{зам}} W_5 W_6].$$

Здесь

$$W_{\text{зам}} = W_2 W_3 W_4 / [1 + W_3 W_6 + W_2 W_3 W_4 W_7];$$

$W_{\text{мс}}$ — передаточная функция элементов механической системы, не охваченной обратной связью канала системы управления

$$W_{\text{мс}} = W_9 W_{10} / (1 + W_9 W_{10}).$$

$W_1(p) = K_1$; $W_2(p) = K_2$; $W_3(p) = K_3/B_3(p)$ — передаточные функции сигнала рассогласования и промежуточных усилителей;

$W_4(p) = K_4/B_4(p)$; $W_5(p) = K_5/B_5(p)$ — передаточные функции исполнительного двигателя и механической системы;

$W_k(p) = A_k(p)/B_k(p)$; $W_6(p) = A_6(p)/B_6(p)$; $W_7(p) = K_7 A_7(p)/B_7(p)$;

$W_8(p) = K_8 A_8(p)/B_8(p)$ — передаточные функции корректирующих устройств;

$W_9(p) = A_9(p)/B_9(p)$; $W_{10}(p) = A_{10}(p)/B_{10}(p)$; $W_{\text{рез}}(p) = A_{\text{рез}}(p)/B_{\text{рез}}(p)$ — передаточные функции системы «шпиндель—заготовка—процесс резания». Здесь $A(p), B(p)$ — полиномы числителей и знаменателей передаточных функций звеньев системы привода [1].

3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ПОДАЧИ

При представлении математической модели системы привода подачи, АСУЭП в векторах пространства состояний, система матричных уравнений имеет вид [7]:

$$[A] \{x\} = [B] \{u\} + [H_1] \{f\};$$

$$[R] \{u\} = [K_{\text{рег}}] \{x\} + [H_2] \{f\},$$

где $[A], [B], [R], [K_{\text{рег}}], [H_1], [H_2]$ — соответственно взвешенные вершины — матрицы коэффициентов системы привода с координатами переменных — $\{x\}$, вектора управления — $\{u\}$, собственных операторов регуляторов, законов регулирования и коэффициентов вектора внешних воздействий — $\{f\}$ на исполнительный орган — $[H_1]$ и регуляторы — $[H_2]$.

В более подробном (топологическом) представлении система имеет вид:

$$[A] \{x_{\text{об}}\} = [B] \{u_{\text{ио}}\} + [H_1] \{f_1\},$$

$$[И] \{x_{\text{изм}}\} = [K_{\text{изм}}] \{x_{\text{об}}\} + [H_2] \{f_2\},$$

$$[S] \{u_S\} = [K_{\text{рег}}] \{x_{\text{изм}}\} + [K_{\text{ос3}}] \{u_{\text{yc}}\} + [K_{\text{ос2}}] \{u_{\text{ио}}\} + [K_{\text{зад}}] \{x_{\text{зад}}\},$$

$$[У] \{u_y\} = [K_y] \{u_S\} + [K_{\text{ос1}}] \{u_{\text{ио}}\} + [H_3] \{f_3\},$$

$$[И.О.] \{u_{\text{ио}}\} = [K_{\text{ио}}] \{u_y\} + [H_4] \{f_4\}.$$

Здесь $[И], [S], [У], [И.О.]$ — взвешенные вершины матрицы собственных операторов измерителей, сумматоров, усилителей и исполнительных органов; $[K_{\text{изм}}], [K_{\text{рег}}], [K_y], [K_{\text{и}}]$ — матрицы-дуги прямых связей регуляторов; $[K_{\text{ос1}}], [K_{\text{ос2}}], [K_{\text{ос3}}]$ — матрицы-дуги обратных связей; $[K_{\text{зад}}], [H_i], i = 1, 2, 3, \dots$ — матрицы-дуги коэффициентов настройки регуляторов и внешних воздействий на элементы механической системы и регуляторов; $\{x_{\text{об}}\}, \{x_{\text{изм}}\}, \{x_{\text{зад}}\}$ — векторы координат исполнительного органа, измеряемых координат, задающих координат; $\{u_S\}, \{u_y\}, \{u_{\text{ио}}\}$ — сигналы управления, снятые с сумматоров, с усилителей и исполнительных органов (рис. 2).

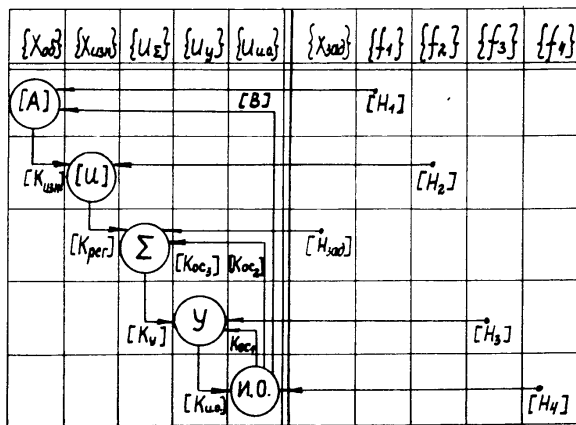


Рис. 2. Топологическая модель АСУ электропривода станка с ЧПУ

Представление системы в топологической форме, в частотной области и др., позволяет исследовать динамику приводов РТК на установившихся режимах и при синусоидальных входных воздействиях на ЭВМ [2, 3, 9].

4. ПРИМЕНЕНИЕ CAD/CAE ТЕХНОЛОГИЙ

Для оптимизации процесса сборки конструкции и прогнозирования ее параметрической надежности (по критерию точности) кроме погрешности формы необходимо, в частности, знание допустимых границ рассеяния параметров деталей и узла в целом.

С этой целью с учетом погрешности изготовления узла шарикового винта выполнен цикл расчетов на ПК (APM WINMachine), которые позволили установить рациональные области изменения параметров при удовлетворительном совпадении теоретических и экспериментальных результатов [6, 7, 9, 10].

Разработанное программное обеспечение и методика экспериментальных исследований включают:

- многовариантный анализ, выполняемый путем многократного моделирования исследуемой системы при различных значениях варьируемых параметров, осуществляемый на основе структурной и параметрической оптимизации [9, 10];

- определение областей обработки с минимальным уровнем колебаний в системе, с целью определения практического использования по точности возможностей станка, что позволяет оценить достижимую точность обработки деталей, полностью раскрыть технологические возможности станка по обеспечению требуемой точности и качества обработанной поверхности, а также оптимизировать выбор режимов резания;

- выбор обоснованных технологических (по точности) и конструктивных параметров элементов, деталей и узлов, рациональных вариантов структуры привода, компоновки систем станка с целью повышения характеристик жесткости и снижения уровня колебаний системы «инструмент-деталь» за счет снижения или исключения источников вибрационных воздействий.

Экспериментальное и аналитическое определение суммарной жесткости привода, величины пере-

коса суппорта, динамических характеристик, показало их удовлетворительное совпадение и адекватность разработанных математических моделей.

Частотный анализ крутильных колебаний приводов главного движения и подач позволил установить наличие двух областей интенсивности колебаний, одна из которых обусловлена динамикой привода, а вторая — спектром собственных частот деталей суппорта станка, которые оказывают взаимное влияние друг на друга, снижая точность обработки.

Разработаны и практически реализованы технологические и конструктивные мероприятия и пути повышения точности обработки деталей на станках с ЧПУ за счет повышения жесткости механической системы приводов, уменьшения перекоса суппорта, снижения уровня вибрационных процессов, назначения рациональных режимов резания, коррекции управляющих программ. Это позволило повысить точность формы обработанных деталей в среднем в 1,2—1,4 раза, снизить шероховатость поверхности, повысить точность обработки на 2—3 квалитета, увеличить стойкость режущего инструмента и уменьшить трудоемкость изготовления деталей на 10—12 %. Применение CAD/CAE-технологий и методика экспериментальных исследований [6, 8, 10] позволили:

- осуществить обоснованный выбор технологических и конструктивных решений для станков моделей 1716ПФ3, 1716ВФ3, 1716ПФ4, 16Б16Т1 (параметров элементов, деталей и узлов, рациональных вариантов структуры привода, компоновки систем станка) с целью повышения эксплуатационных характеристик и снижения уровня колебаний системы «инструмент—деталь»;

- определить области обработки с минимальным уровнем относительных колебаний в системе, что позволяет оценить достижимую точность обработки деталей, полностью раскрыть технологические возможности станка по обеспечению требуемой точности и качества обработанной поверхности, а также рациональному выбору режимов резания (рис. 3; табл. 1).

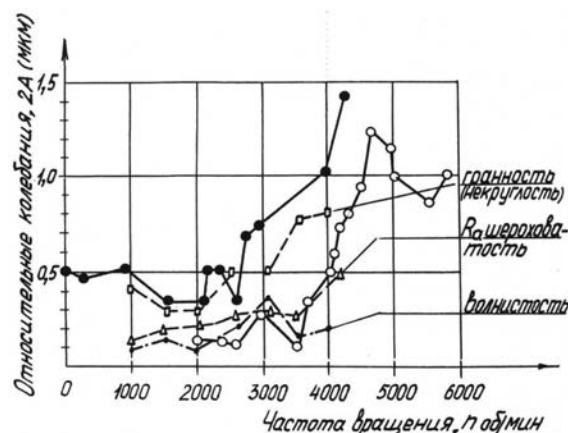


Рис. 3. Уровень относительных колебаний станка модели 1716ВФ3 и характеристики качества обрабатываемой поверхности

Таблица 1. Режимы резания и шероховатости поверхности обработки на станке модели 1716ВФ3

№ диска-заготовки	V , м/мин	t , мм	S , мм/об	R_a , мкм	кавалитет
1	77-85	2,0	0,25	2,0	13
	160-180	1,5	0,10	1,5	13
	140-160	1,5	0,05	1,8	13
	120-140	1,0	0,05	2,7	12
	100-120	1,0	0,10	2,6	12
2	180-200	2,0	0,15	0,93	14
	160-180	2,0	0,20	1,02	14
	140-160	2,0	0,25	0,93	14
	120-140	1,5	0,10	1,84	13
	100-120	1,5	0,10	30,4	12
3	77-85	1,0	0,05	2,5	13
	70-77	1,0	0,10	2,2	13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны и практически реализованы технологические и конструктивные мероприятия и пути повышения точности обработки деталей на станках с ЧПУ за счет повышения жесткости механической системы приводов, уменьшения перекоса суппорта, снижения уровня вибрационных процессов, назначения рациональных режимов резания, коррекции управляющих программ. Это позволило повысить точность формы обработанных деталей в среднем в 1,2—1,4 раза, снизить шероховатость поверхности, повысить точность обработки на 1—2 квалитета, увеличить стойкость режущего инструмента и уменьшить трудоемкость изготовления деталей на 10—12 %. Результаты исследований внедрены в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фролов К.В.** Конструирование машин. — М.: Машиностроение, 1994. — 624 с.
2. **Схиртладзе А.Г.** Надежность и диагностика технологических систем. — М.: Новое издание, 2008. — 518 с.
3. **Анисимов В.И.** Топологический расчет электронных схем. — Л.: Энергия, 1977. 240 с.
4. **Кук Д., Бей Г.** Компьютерная математика. — М.: Наука, 1990. 384 с.
5. **Харари Ф.** Теория графов. — М.: Мир, 1973. — 300 с.
6. **Емельянов Н.В.** Повышение параметрической надежности станков с ЧПУ: Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции «Будущее машиностроения России». — М.: МГТУ им. Баумана, 2009. С. 6—7.
7. **Денисенко А.Ф., Зубенко В.Л., Болотов Б.Е.** Прогнозирование надежности станочных систем по виброакустическим критериям. — М.: «Машиностроение-1», 2004. — 264 с.
8. **Денисенко А.Ф., Зубенко В.Л.** Повышение точности металлорежущих станков на основе анализа и синтеза технологических систем. — Монография. — Самара: СамГТУ, 1999. — 376 с.
9. **Емельянова И.В., Емельянов Н.В.** CAD-CAE технологии при проектировании автоматизированных станочных систем. — Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Компьютерные технологии в науке, практике и образовании». — Самара: СамГТУ, 2005. — С. 139—143.
10. **Емельянов Н.В.** Установка для проведения экспериментальных исследований приводов подач станков с ЧПУ. — Межвузовский научно-методический сборник «Совершенствование графической подготовки учащихся и студентов». Саратов: СГТУ, 2008. — С. 87—90.

БАЗЫ ДАННЫХ ПО ФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ВЕЩЕСТВ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С НИМИ

АННОТАЦИЯ

Описываются базы данных по физическим свойствам веществ и программное обеспечение для работы с ними на примере «Базы данных по свойствам рабочих тел и материалов атомной и тепловой энергетики».

ВВЕДЕНИЕ

Все инженеры знакомы с техническими справочниками по свойствам веществ и не понаслышке знают о том, как неудобно с ними работать. Большинство данных в таких справочниках представлено в виде таблиц и формул, реже номограмм. Недостатками традиционных бумажных справочников являются: громоздкость, неудобный поиск данных, опечатки, необходимость ручной обработки данных и многие другие. Для решения этих проблем и автоматизации работы инженеров с данными по физическим свойствам разрабатываются базы данных и программное обеспечение для работы с ними.

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ПО ФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Для хранения данных по физическим свойствам веществ сегодня используются базы данных. Это обусловлено основными преимуществами баз данных:

- удобная и быстрая система поиска;
- некоторые базы данных являются бесплатными (MySQL, PostgreSQL и др.);
- возможность хранить большое количество данных;
- быстрое и легкое добавление и исправление данных;
- надежность;
- универсальность.

Для «Базы данных по свойствам рабочих тел и материалов атомной и тепловой энергетики» используется свободная система управления базами данных MySQL. Структура базы данных позволяет хранить данные по физическим свойствам в виде таблиц и формул/формуляций. Также в базе данных имеется информация которую необходимо знать о наборах данных.

Все данные хранятся в текстовом формате. Набор данных, содержащий таблицу занимает 2—3 КБ, содержащий формулу или формуляцию ~ 1 КБ. Это означает, что даже очень большие базы данных будут занимать мало места, а поиск будет быстрым.

2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С БАЗАМИ ДАННЫХ ПО ФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ВЕЩЕСТВ

Для работы с базами данных по физическим свойствам веществ было разработано серверное программное обеспечение IRBOC v2 (Interactive Reference Books & Online Calculations).

Программное обеспечение и база данных мультиязычны и доступны по адресам:

английская: <http://en.irboc.com>;

русская: <http://ru.irboc.com>.

При переходе на сайт пользователь попадает на главную страницу, откуда переходит к поиску данных, который может осуществляться тремя способами:

- по веществу/материалу (по формуле и названию вещества/материала);
- по свойствам веществ/материалов (после выбора свойства выводится список веществ);
- по литературе и публикациям (по году издания, фамилиям авторов, названию публикации).

По результатам поиска появляются ссылки по которым можно перейти к обзору данных.

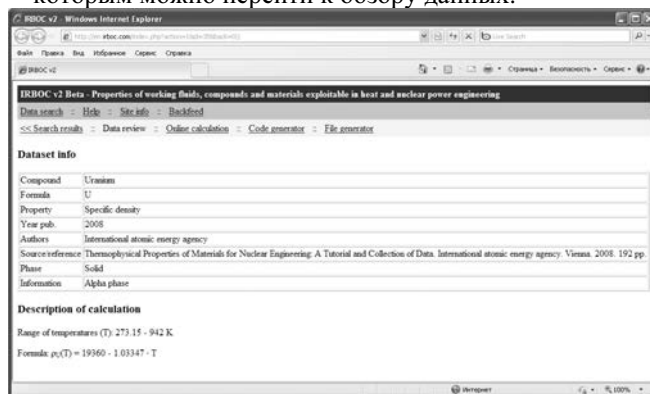


Рис. 1. Пример обзора данных

Помимо обзора данных у данного программного обеспечения имеются дополнительные функции:

- онлайн расчет;
- генератор кода;
- генератор файлов.

Онлайн расчет позволяет вычислить значение физического свойства в любой точке, где это возможно. Онлайн расчет позволяет работать с различными единицами измерений.



Рис. 2. Пример работы генератора кода

Генератор кода позволяет на основе набора данных автоматически сгенерировать функции Java и Matlab для вычисления значений физических свойств. Полученный код пользователь может копировать и использовать в своих расчетах и разработках.

Генератор файлов позволяет на основе набора данных автоматически сгенерировать пользовательские функции Mathcad, текстовые файлы TXT, файлы данных XML, электронные таблицы CSV. Пользовательская функция Mathcad — это документ формата XMCD или MCDX для скачивания. Пользователь может выбрать метод обработки данных, сгенерировать, скачать функцию и вставить ее в свой расчет, причем функция учитывает единицы измерения, и у пользователя не возникнет проблем с их переводом.

Навигация по сайту проста. Все страницы для работы с данными содержат информацию о наборе данных. Всегда можно вернуться к результатам поиска. Ссылка для каждой страницы и ситуации уникальна, т.е. по данной ссылке страница и ситуация на ней будет воспроизведена.

Минимальные системные требования:

PHP 5+ (реализуема технология Java Servlets).

MySQL 5+ (реализуемо под Oracle 8+).

Память: 512 МБ.

Процессор: 500 МГц.

Дисковое пространство: 5 МБ + база данных.

3. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Базы данных по физическим свойствам веществ и программное обеспечение для работы с ними обладают большими преимуществами перед традиционными бумажными справочниками.

Отличительными особенностями проекта являются:

быстрая и удобная система поиска;

представление информации в удобном для пользователя виде;

возможность генерировать материалы для скачивания;

возможность создания очень больших справочников обширной тематики;

оболочку можно быстро переделать под требования пользователей;

возможность добавления новых функций для обработки данных, поиска и т.д.;

низкие системные требования;

для заполнения справочника контентом не требуется высокой квалификации.

Основными направлениями развития проекта будут являться:

добавление новых методов обработки данных и увеличение количества языков в генераторе кода;

постоянная оптимизация всех компонентов проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание баз данных по физическим свойствам веществ и программного обеспечения для работы с ними позволят значительно сократить время поиска данных, а также избавить пользователей от необходимости ручной обработки данных, что в свою очередь позволяет сократить время поиска и обработки данных и сэкономить деньги проектным организациям.

Подобные базы данных и программное обеспечение могут быть гибко изменены для различных целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Очков В.Ф., Френкель М., Хуснуллин А.Ш.** Интерактивные открытые сетевые теплотехнические справочники: проблемы и решения // Материалы докладов VII школы-семинара молодых ученых и специалистов академия РАН В.Е. Алемасова «Проблемы тепломассообмена и гидродинамики в энергомашиностроении». Казань: Исследовательский центр проблем энергетики КазНЦ РАН, 2010 — С. 281—284.

2. **Хуснуллин А.Ш.** Интерактивные технические справочники и онлайн расчеты // Сборник научных работ «Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ в области технологий электронного обучения в образовательном процессе», Белгород: Белгородский государственный университет, 2010. Т. 2, С. 182—185.

3. **Thermophysical properties of working media from internet resources / E. Ustjuzhanin, V. Ochkov, V. Znamenskiy, V. Mazur and M. Frenkel // BOOK OF ABSTRACTS «19th EUROPEAN CONFERENCE ON THERMOPHYSICAL PROPERTIES».** Greece, 2011. — P. 36—37.

РЕШАТЕЛЬ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается простая экспертная система, позволяющая автоматизировать расчетные и логические задачи. Для представления знаний предметной области используется естественный язык и общепринятые формы нормативно-справочных документов. Платформой реализации является базовая среда IBM Lotus Notes Domino. Предлагается методика использования средств формализации знаний в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из действенных способов приобретения и закрепления знаний является решение реальных прикладных задач. Решение таких задач связано с проведением трудоемких многовариантных расчетов с использованием большого объема технической информации. Однако учитывая недостаточный практический опыт студентов и ограниченный ресурс времени, постановка учебных заданий часто носит упрощенный характер. Изменить ситуацию может внедрение в учебный процесс новых методик и программных средств, позволяющих повысить качество и производительность решения практических задач.

1. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗНАНИЙ

Автоматизация решения задач, возникающих в процессе конструкторско-технологической подготовки производства, позволяет активно использовать накопленные знания и повысить качество инженерных решений. Препятствием на пути автоматизации многих расчетных и логических задач является рентабельность программной реализации. На рентабельность влияют как затраты на саму разработку, так и на сопровождение. Причем затраты на сопровождение могут легко перекрыть по объему стоимость реализации первоначального проекта. К тому же, для реализации проекта необходимо достаточное количество ИТ персонала соответствующей квалификации.

Снижение затрат на разработку достигается за счет использования различных оболочек автоматизирующих и организующих процесс программирования. Наиболее привлекательными для решения задач автоматизации являются экспертные системы. Они не требуют подробной алгоритмизации всей задачи, но для описания правил вывода используются специализированные языки, что делает необходимым прибегать к услугам инженеров по знаниям.

Важным свойством инженерных знаний являются четкость и однозначность формулировок. Велика доля типовых и стандартных решений. Имеется большое количество нормативов, методик расчетов и рекомендаций для обоснования принятия инженерных решений. Всё это значительно облегчает

автоматизацию и делает возможным использование естественной технической терминологии при формализации знаний [1],[2].

Таблицы справочников легко автоматически интерпретируются по формальным правилам. В методиках расчетов присутствуют явно выраженные простые логические связи ЕСЛИ: ..., ТО: ... Таким образом, всё описание решения можно разделить на легко интерпретируемые фрагменты. Ограниченный естественный язык, в виде словаря используемых технических терминов, вполне подходит в качестве списка параметров, которыми должна оперировать решающая машина.

Анализ применимости фрагментов расчета не является сложной логической задачей. Как правило, для оценки достаточно отобрать подмножество параметров, влияющих на выбор, и проверить укладываются ли значения только этих параметров в необходимые пределы. Выполнение фрагмента расчета приводит к нахождению очередного параметра, увеличивает количество информации и приближает окончательное решение. Таким образом, если разделить всю решаемую задачу на легко интерпретируемые фрагменты и определить простые условия выбора фрагментов для очередного шага решения, конструкторско-технологическая задача может быть достаточно легко формализована.

Для облегчения интерпретации и обзорности описания решения удобно использовать самую простую форму таблиц, а именно, двухвходовые таблицы. Фактически эти таблицы будут описывать условия типа: «ЕСЛИ: ... И, ЕСЛИ: ..., ТО РЕШЕНИЕ: ...».

Условия применимости таблиц также могут быть сведены в таблицы. Условия, описываемые таблицами применимости, будут иметь вид: «ЕСЛИ: ... И, ЕСЛИ: ... И, ЕСЛИ: ..., И (ЕСЛИ: ...,) ...». Истинность такого составного условия будет признаком возможности использования таблицы (фрагмента решения). Задачей формализации является определить такой набор условий применимости, который будет допускать только однозначный выбор фрагментов решения. Не исключена ситуация, когда окажется, что недостаток знаний о предметной области не позволит сделать однозначный выбор. Тогда это будет противоречить основному принципу рассматриваемого подхода: «полная определенность и однозначность». И придется признать, что такую задачу формализовать не удастся.

Не все задачи допускают последовательное решение. Достаточно много ситуаций, когда требуется оценить промежуточный результат и выполнить пересчет, каких-то параметров для обеспечения, заданных ограничивающих условий. Фактически это означает, что в предметной области существуют

правила: во-первых, для оценки приемлемости промежуточного решения и, во-вторых, последовательного изменения некоторых данных, влияющих на результат.

Для описания действий, определяемых набором условий, могут быть использованы таблицы принятия решений. Форма этих таблиц позволяет достаточно наглядно представить учет комбинаций различных условий с указанием необходимых действий.

Когда возникает ситуация, изменения ранее определенного параметра, весьма естественно предположить, что всё, что было определено после и зависит от данного параметра, становится недействительным и соответствующие расчеты и логические выборы необходимо выполнить заново.

Очевидный и, поначалу, простой процесс может превратиться в многоуровневую итерационную задачу. Тем не менее, правила управления данными будут достаточно просты. Точнее, сами данные будут управлять процессом поиска решений.

Примем в качестве единицы формализации знаний предметной области, объединенные в одном документе: таблицу условий применимости фрагмента решения и двухвходовую таблицу в традиционной форме. Или таблицу применимости фрагмента решения и таблицу принятия решений. Такие документы условимся называть информационными блоками. Информационный блок описывает элементарную процедуру определения одного или нескольких выходных параметров, как функцию от заданных входных параметров. Кроме того, информационный блок несет в себе всю информацию о возможности своего применения в цепи логического вывода. Процедура, реализуемая каждым информационным блоком, в свою очередь сама может представлять процедуру, реализованную набором других информационных блоков. И так далее по пути дробления информации на однотипные фрагменты принятия решений в виде информационных блоков.

Такой подход позволяет просто и наглядно представить предметную информацию. За редким исключением не предполагает явного программирования. И нет необходимости прибегать к помощи инженеров по знаниям.

Следует особо отметить, что процесс формализация знаний в виде информационных блоков может потребовать дополнительных исследований и будет способствовать развитию инженерной науки.

2. ОБОЛОЧКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ «РЕШАТЕЛЬ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ»

Рассмотренные в предыдущем разделе принципы формализации инженерных знаний реализованы в оболочке экспертной системы «Решатель инженерных задач» (далее Решатель) [3].

Оболочка Решателя функционирует в среде IBM Lotus Notes/Domino и использует все уникальные возможности этого базового программного обеспечения.

Основной компонентой Решателя является иллюстрированный словарь. Иллюстрации могут

отображаться в графических меню выбора параметров и их значений, а также в таблицах условий применимости и таблицах решений. Или иллюстрации просто могут служить пояснением к терминам. Кроме того, в словарных статьях могут размещаться электронные формы документов, поясняющих смысл терминов, ссылки на дополнительные ресурсы и т.п.

Таким образом, словарь Решателя это не только ограниченный естественный язык автоматизированной системы, служащий для ввода данных и оформления отчетов по результатам поиска решений. Словарь — это полноценный и многофункциональный предметный терминологический справочник. IBM Lotus Notes предоставляет широкий набор средств эффективного поиска информации в таком справочнике.

Каждый информационный блок оформляется как отдельный документ. Оболочка Решателя предоставляет разнообразные средства заполнения таблиц, входящих в состав информационного блока. Могут быть выбраны различные варианты размерностей таблиц. Ввод данных возможен, как непосредственно в поля данных, так и с использованием средств диалогового ввода. Средства диалогового ввода обеспечивают выбор данных из словаря и автоматическое форматирование, что исключает все механические и основные логические ошибки, которые может допустить пользователь.

Полностью или частично заполненный информационный блок может быть проверен на предмет правильности заполнения: отсутствия терминов в словаре, неправильного указания значений, ошибок расчетных формул и т.п. При этом возможно автоматическое дополнение словаря отсутствующими терминами и их значениями.

Но информационный блок — это не только средство формального описания процедуры принятия проектного решения. В документ информационного блока может быть включена (в электронном виде) вся необходимая сопроводительная документация, полезны ссылки на документацию и Интернет-ресурсы, другая дополнительная информация.

Таким образом, комплект информационных блоков — это полноценный справочник по тематике решаемых задач. А базовые средства поиска информации IBM Lotus Notes позволяют быстро получить пояснения по интересующим вопросам.

Дополнительно в состав Решателя входят средства создания небольших расчетных модулей. Расчетные модули могут использоваться, как дополнения при решении задач, требующих несложных расчетов или анализа данных, которые затруднительно представить в виде информационных блоков. Расчетные модули могут вызывать внешние подсистемы, например, средства математического моделирования. Сами расчетные модули вызываются по имени внутри таблиц информационных блоков, где им передаются необходимые параметры. Результаты выполнения расчетных модулей используются в основной процедуре поиска решений.

Несмотря на то, что базовое программное обеспечение IBM Lotus Notes имеет в своем составе достаточное количество универсальных математических функций и функций обработки строк, для решения ряда прикладных задач, штатного набора встроенных функций может не хватить. На этот случай в Решателе предусмотрена возможность использования дополнительных специализированных функций, ориентированных на специальную обработку данных, например, функции сортировки с учетом весовых коэффициентов.

Ядром Решателя являются средства поиска, которые обеспечивают подготовку поисковых запросов, собственно подбор и выполнение подходящих информационных блоков. А так же средства трассировки последовательности обработки информационных блоков.

Автоматизация прикладной задачи средствами Решателя сродни процессу программирования и подчиняется таким же принципам и правилам. Но отличается тем, что в качестве языка реализации используется естественный язык (терминология предметной области и привычные формы документов). Другим важным отличием является отсутствие необходимости детальной алгоритмизации. Достаточно представлять каким образом должна решаться прикладная задача и знать, какими правилами руководствуется машина вывода, подбирая подходящие информационные блоки.

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СРЕДСТВ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ (11 ШАГОВ ОТ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ ДО АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ)

Решатель инженерных задач позволяет совместить процесс обучения с реализацией реальных прикладных задач. Учебными задачами становятся задачи, выполняемые по заказам производственных предприятий. Весь процесс от постановки задачи до конечного продукта разделен на 11 шагов (последовательных этапов). На каждом шаге решается одна, условно самостоятельная, задача формализации.

- 1) Постановка задачи.
- 2) Подготовка терминологического словаря.
- 3) Обобщенное логическое описание задачи (аналог блок-схемы, но без излишней детализации).
- 4) Разделение задачи на отдельные фрагменты в виде таблиц в традиционной форме (ТТФ) и таблиц принятия решений (ТПР).
- 5) Реализация сложных расчетных фрагментов задачи.
- 6) Уточнение условий применимости фрагментов задачи.
- 7) Разработка тестов.
- 8) Разработка внешних интерфейсов пользовательского ввода данных
- 9) Разработка интерфейсов для обмена данными с внешними системами.
- 10) Ввод формализованных данных в базу знаний.

11) Отладка и тестирование работоспособности автоматизированной системы.

Шаг_1. Четкое формулирование целей и задач работы. Краткое описание метода решения. Ожидаемые результаты и способы контроля их достоверности. Исследовательская часть работы может включать раздел сравнения данных из разных источников с целью выявления наиболее достоверных данных и определения оценочных характеристик. Таким образом, только одна постановка задачи, уже может являться самостоятельной темой домашнего задания

Шаг_2. Ознакомление с отраслевыми стандартами и международными классификаторами. Ознакомление с имеющейся версией словаря. Подробное раскрытие смысла одного-двух, используемых терминов (уточнение смысла уже имеющихся в словаре понятий). Всегда можно найти, что уточнить или иллюстрировать подходящим примером или дополнительной схемой, чертежом, картинкой.

Шаг_3 Описание поиска решений по пунктам. Каждый пункт должен одной фразой характеризовать конкретную вычислительную или логическую процедуру. Или поиск в одной таблице. Если фрагмент решения можно описать одной короткой фразой, то данный фрагмент информации может быть легко формализован средствами Решателя инженерных задач.

Шаг_4. Подготовка информационных блоков. Разделение больших таблиц на простые двухходовые таблицы. Описание в виде таблиц принятия решений логики текстовых описаний.

Шаг_5. Разработка расчетных процедур. Учащимся может потребоваться использовать на практике свои знания, полученные при изучении дисциплин, связанных с программированием.

Шаг_6. Перечисление условий, которые определяют однозначный выбор каждого информационного блока на подмножестве параметров конкретной задачи.

Шаг_7. Анализ комплекта, разработанных информационных блоков и определение граничных условий их применения. Определение наборов входных и выходных данных для тестирования. Одним из возможных способов анализа связей информационных блоков, является построение вручную схемы взаимосвязей и эмуляция поиска решений по этой схеме.

Шаг_8. Разработка макетов интерфейсов ввода данных. Особое внимание необходимо уделить контролю ввода. Здесь учащимся снова придется обратиться к знаниям, полученным при изучении других специальных дисциплин.

Шаг_9. Составление перечня входных и выходных параметров, необходимых для обращения к Решателю инженерных задач.

Шаг_10. Ввод полного набора информационных блоков для своей задачи, используя инструментальные средства Решателя. Возможно, что при формировании электронных документов будут выявлены ошибки и неточности, допущенные при выполнении

предыдущих этапов, и потребуются вернуться назад и что-то исправить или переделать.

Шаг_11. Составление поискового запроса, демонстрирующего работоспособность и правильность связывания, разработанного комплекта информационных блоков.

Таким образом, в ходе рассмотренных выше шагов формализации знаний предметной области, выполняется полный цикл разработки прикладного приложения, автоматизирующего реальную задачу проектирования.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕШАТЕЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ

Одной из задач курса «Технология машиностроения» является освоение методики технического нормирования. В рамках домашних заданий и курсовых проектов требуется рассчитать режимы резания и нормы времени.

Для освоения методики автоматизации расчетов студентам предлагается часть расчета формализовать средствами Решателя инженерных задач. На теоретических занятиях студенты под руководством преподавателя выполняют поэтапную формализацию задачи и учатся представлять полученные предметные знания в виде терминологического словаря и информационных блоков. Затем на практических занятиях выполняется отладка информационных блоков на рабочих станциях с установленной оболочкой экспертной системы.

На зачет представляется комплект информационных блоков и работающий фрагмент автоматизированной процедуры.

Данная методика используется в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре «Технология машиностроения» при изучении курса «Автоматизация проектирования технологических комплексов».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование средств Решателя инженерных задач в процессе обучения — это ещё один эффективный инструмент в руках преподавателя.

Только работающий фрагмент прикладной автоматизированной системы будет основанием для получения зачета по итогам обучения. Такая объективная оценка является существенным преимуществом данного подхода по сравнению с обычными домашними работами. Разработка фрагментов автоматизированной системы средствами Решателя инженерных задач может стать предметом курсовой, дипломной работы, или частью лабораторного практикума.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Евдокимов С.А., Каминский С.Е.** Автоматизированная система создания гибких программных комплексов для определения режимов резания // III Всесоюз. совещание по робототехническим системам. Воронеж, 1984. Ч. 4. С. 115—116.
2. **S. Kaminsky, O. Lukjanets.** Engineering of tabular description of machinebuilding design process. Moscow : EAST - WEST International Conference INTERNATIONAL TECHNOLOGY IN DESIGN EWITD'94, proceedings, 1994. Т. 1.
3. **Решатель** инженерных задач: URL.<http://trtl-ln.ru>

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ИГР

АННОТАЦИЯ

Обосновывается актуальность разработки программных средств решения задач теории игр.

Показывается необходимость учета инновационной составляющей теоретико-игрового подхода.

Проводится обзор подходов и программных средств решения задач теории игр.

Представлена схема взаимосвязанных игр.

Показана взаимосвязь моделирования в теории игр с другими дисциплинами.

Разработана концепция программного комплекса теории игр.

ВВЕДЕНИЕ

Курс на модернизацию промышленности, реализуемый Правительством и Президентом РФ, предполагает все большую востребованность инженерных кадров. Инженеры новой генерации должны быть способны осуществлять прорывное развитие отраслей промышленности на основе инновационных технологий. Такая задача ставится в Национальной доктрине инженерного образования.

Такая взаимосвязь инженерии и инноваций ставит новые задачи преподавания.

Подготовка высокообразованных профессионалов в области инженерии подразумевает повышение качества преподавания теории игр. Теория игр выступает в настоящее время активно развивающимся разделом математики. Важную роль играют ее разнообразные приложения во многих сферах деятельности, от технических наук до общественных и биологических. Теория игр изучает конфликтные ситуации сторон, в которых сталкиваются интересы участников. Представляет интерес активизация преподавания теории игр в рамках инженерного образования с использованием новых программных средств.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ТЕОРИИ ИГР

Теория игр, выступая объектом инженерного образования, нуждается в эффективных инструментах ее преподавания. Такими средствами являются программные комплексы, включающие набор основных игровых моделей и способов их решения. Представляется, что помимо этого в программе должен существовать еще и такой способ представления данных, который способствовал бы достижению задач Национальной доктрины инженерного образования: принятие решений в условиях конфликта сторон и неопределенности, учет роли личностной организации профессионала-инженера в формировании мышления инженерного типа, его собственный способ вхождения в инженерную культуру; установка на саморазвитие и профессиональное творчество и др.

Проведенный опрос студентов показывает недостаточную теоретико-игровую подготовку будущих инженеров, связанную не столько с проблемами в преподавании, а с тем, что классические игровые модели слишком абстрактны и с трудом адаптируются к реальным процессам принятия решений.

Различные разделы теории игр в настоящее время входят в программы обязательных и специальных курсов многих высших учебных заведений. Однако изучение и преподавание этой дисциплины сопряжено с серьезными трудностями, связанными с недостатком необходимых программных средств.

2. ИННОВАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОГО ПОДХОДА

В Национальной доктрине инженерного образования указывается, что по предварительному мнению экспертов многоукладная экономика и многообразие профессионально-образовательных интересов населения формируют рыночный спрос на инженерное образование различного уровня и характера: инженеры-профессионалы (инженерная элита); инженеры-энциклопедисты, ориентированные на работу в малых предприятиях; инженеры-технологи и инженеры по трансферу технологий.

Таким образом, в реальных условиях модернизирующегося производства, требующего все новых технологий, отдельные группы инженеров должны обладать навыками управления инновациями. Инновационная составляющая в подготовке инженеров приобретает все большую значимость в современной деятельности.

3. ОБЗОР ПОДХОДОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ИГР

Программные комплексы по теории игр, позволяющие проводить практические и лабораторные занятия по данному курсу, ограничены и не охватывают всех разделов дисциплины в необходимом объеме. Среди существующих программ можно выделить следующие: программный комплекс решения задач теории кооперативных игр, разработанный в Южном федеральном университете в рамках диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Л.С. Оганяна 2010 г.; программная система для решения антагонистических игр «MatrixGames» (с использованием точного (симплекс-метода линейного программирования) и приближенного (метод итераций Брауна—Робинсона) методов), Гречкина П.В., Еремеев А.П. В качестве модификаций, созданных на основе теории игр, можно указать программу «Confrontation Manager», моделирующая теорию драмы (Н. Ховард).

Теория игр рассмотрена в трудах таких ученых как А.А. Васин, Н.Н. Воробьев, М.В. Губко,

Э. Мулен, Д.А. Новиков, Г.Н. Парфенов, А. Петросян, С.Л. Печерский, В.Н. Савиных, Г.П. Фомин и др. Вопросами применения данной теории в управлении инновациями занимались некоторые авторы (М.В. Губко, Д.А. Новиков, К.В. Балдин, С.Н. Воро-бьев, В.Н. Савиных и др.), однако использование в управлении инновациями рассмотрено недостаточно.

Отмечается, что с позиции теории игр можно рассматривать планирование в условиях неопределенности, порождаемой научно-техническим прогрессом. Также некоторые исследователи проводят оценку проектных рисков с использованием аппарата теории игр, когда необходимо просчитать несколько вариантов возможных действий, а также учесть разнообразные ситуации, которые могут возникать во внешней среде и делать приоритетными те или иные стратегии. В целом, остаются нераскрытыми вопросы использования аппарата теории игр в моделировании инновационной деятельности на уровне макро- и микросреды.

Программная реализация методов управления инновациями ограничена и не представляет собой комплексный подход по учету всех необходимых факторов. Среди существующих программ можно выделить следующие: программный комплекс «Инокрафт» (Институт инновационного проектирования); программный комплекс «Инновационная матрица России / региона / государства» (Институт экономических стратегий Отделения общественных наук Российской академии наук (ИНЭС)).

4. СХЕМА ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ИГР

В программном комплексе необходима реализация взаимосвязи теоретико-игровых моделей, показанная на рис. 1.

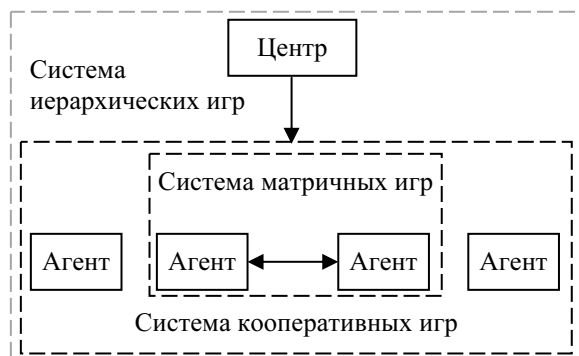


Рис. 1. Схема взаимосвязанных игр

Также предполагается ввод исходных данных применительно к исследуемому предприятию, единых для всех исследуемых игр. В качестве агента рассматривается предприятие в случае, если ставится задача расширения возможностей классической теории игр в сторону инновационной составляющей будущей деятельности инженера.

Единые результат, получаемый как итог расчета по всем играм будет способствовать развитию системного мышления и большей заинтересованности студента.

5. КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ТЕОРИИ ИГР

Система обучения теоретико-игровым моделям, формирующая навыки инженерной и организаторской деятельности у студентов, должна включать не только классические методы решения задач, начиная от матричных и заканчивая кооперативными играми, но и некоторые приемы, позволяющие обучаемому на примере конкретных задаваемых им данных освоить процесс решения игр. Только такая постановка учебного процесса способна в своей области достичь высоких целей, стоящих перед инженерным образованием.

Программный комплекс позволит проводить целостное теоретико-игровое моделирование, причем с привлечением требуемых знаний других дисциплин. Например, использование в качестве исходных данных экономических и инновационных показателей, показанное на рис. 2, позволяет улучшить качество восприятия материала студентами, их заинтересованность и конечный уровень знаний в обеих дисциплинах.

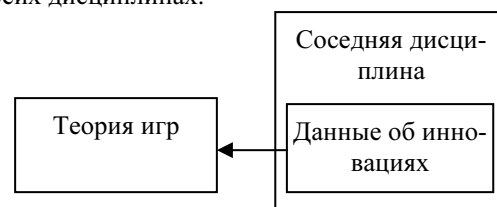


Рис. 2. Пример взаимосвязи дисциплин

Прикладное значение результатов будет заключаться в применении инструментов к конкретной отрасли народного хозяйства и разработке программного комплекса, предназначенного для решения широкого спектра учебных, практических и исследовательских задач в области теории игр, инновационного менеджмента, а также моделирования управления инновациями в теории игр.

Программный комплекс позволит не только решать теоретико-игровые задачи, но и использовать для трех групп пользователей в виде взаимосвязанной системы: обучение студентов и тестирование степени усвоения изученного материала; принятие решений инженерами в практической деятельности; программная реализация авторского инструментария для изучения исследователями, преподавателями, заинтересованными пользователями.

Программный комплекс включает блоки администрирования, тестирования и обучения студентов, изучающих теорию игр, допускает самостоятельное изучение ими теоретических материалов и подготовку к тестированию, а также позволяет преподавателю создавать и редактировать тестовые задания для студентов.

Программный комплекс состоит из трех блоков — классического, решающего задачи теории игр и инновационного менеджмента, «адаптированного классического», адаптирующего существующие методы теории игр к практической деятельности, и «авторского оригинального», предоставляющего

пользователю модельный инструментарий для формирования стратегии, решения требуемых задач.

Программный комплекс имеет три следующих интерфейса в соответствии с тремя основными направлениями использования для следующих групп пользователей:

1) «Учебный» интерфейс, включающий «классический» блок № 1, а также частично «адаптированный классический» блок № 2. Пользователь: студент, учащийся и др. Цель: изучение теории игр в соответствии с учебными программами.

2) «Практический» («рабочий») интерфейс, включающий «классический» блок № 1 и «адаптированный классический» блок № 2, а также частично «авторский оригинальный» блок № 3. Пользователь: инженер новой формации. Цель: подготовка нового типа специалиста- профессионала, носителя целостной научно-технической деятельности, отличающегося глобальностью мышления, энциклопедичностью знаний, способного к творческой работе на всех этапах жизненного цикла создания систем от исследования и конструирования до разработки технологии и предпринимательской деятельности.

3) «Исследовательский» интерфейс, включающий частично «классический» блок № 1, «адаптированный классический» блок № 2 и «авторский оригинальный» блок № 3. Пользователь: преподаватель, аспирант, инженер-профессионал и другие опытные пользователи. Цель: изучение авторского теоретико-игрового инструментария.

Перечисленные группы пользователей имеют как доступ к однотипной информации, так и свои специфические особенности в получении информации. Пользователь выбирает тот тип интерфейса, который более подходит для его работы; предусмотрено переключение между интерфейсами по желанию пользователя на любом этапе работы.

На рис. 3 представлены три блока программного комплекса теории игр.

Программный комплекс может найти практическое применение на предприятиях различных отраслей промышленности для повышения эффективности инноваций, для обоснования управленческих решений, а также в высших учебных заведениях при преподавании дисциплины теория игр для обучения и тестирования студентов с целью повышения уровня инженерного образования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация практической и самостоятельной работы студентов с использованием программного комплекса по теории игр может обеспечить высокий уровень ответственности обучаемого за результаты учебного труда, развить инженерное мышление, личностные навыки, ориентировать на профессиональную деятельность в условиях неопределенности и наличия конфликтных взаимоотношений.

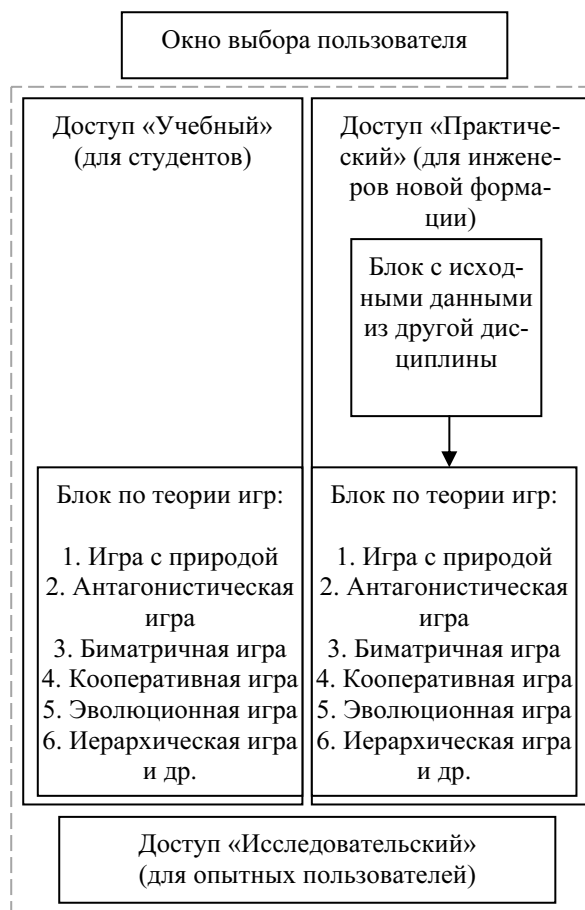


Рис. 3. Блоки программного комплекса теории игр

В современных условиях повышения требований к качеству инженерного образования может быть организована поддержка и взаимосвязь теоретико-игрового подхода с другими дисциплинами, например, экономической направленности.

Теоретико-игровой анализ на стыке математической и экономической дисциплин формирует специалистов, для которых установка на саморазвитие, профессиональное мастерство, выработку индивидуального стиля деятельности являются приоритетными на протяжении всей жизни. Программный комплекс решения задач теории игр обеспечивает подготовку инженерных кадров высокой квалификации, отвечающих требованиям *современной* жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Васин А.А.** Введение в теорию игр с приложениями к экономике. — М., 2003. — 278 с.
2. **Губко М.В., Новиков Д.А.** Теория игр в управлении организационными системами. — 2-е изд. М., 2005. — 138 с.
3. **Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А.** Теория игр: учеб. пособие. — М.: Высш. шк., Книжный дом «Университет», 1998. — 304 с.
4. **Печерский С.Л., Беляева А.А.** Теория игр для экономистов. Вводный курс: учебное пособие. — СПб.: Издательство Европейского университета в СПб, 2001. — 344 с.

ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ И ПРОГНОЗ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЁТОМ ПОРОГОВ ПЕРКОЛЯЦИИ

АННОТАЦИЯ

С помощью разработанных программных средств осуществляется геометрическое моделирование структуры неоднородных материалов.

В расчёте свойств материалов учитываются геометрические параметры и связность отдельных структурных компонентов.

ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть материалов и изделий из них имеет неоднородную структуру с различными размерами, конфигурацией и ориентацией микрокомпонентов. При создании новых материалов и разработке технологии получения изделий из них необходимо прогнозировать свойства материалов.

Особенно актуальна эта задача для таких структурно неоднородных материалов, компоненты (фазы) которых имеют существенно отличающиеся свойства (тепло- и электропроводность, коэффициент диффузии и др.). Расчёт свойств на основе аддитивности (прямой пропорциональности процентному содержанию фазы) в ряде случаев приводит к существенной ошибке.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ

В данном докладе в качестве примера рассматривается применение разработанной методики для прогноза свойств поликристаллического затвердевающего сплава на основе определения и сопоставления геометрических параметров фаз на моделях и отливках.

Прогноз свойств затвердевающего сплава необходим для решения различных задач литейного производства и, в частности, для проведения расчетов параметров системы питания отливок, предотвращения образования дефектов, в частности, пористости и горячих трещин.

В качестве теоретической основы исследований принята теория перколяции [1], базирующаяся на фрактальных идеях [2], нашедшая широкое развитие и применение в математике, физике, программировании, геологии и при моделировании строения и свойств структурно неоднородных сред. В отличие от теории температурных фазовых переходов, когда переход между фазами происходит при определенных температурах, перколяционный переход является геометрическим фазовым переходом (ГФП).

Выявлено, что свойства исследуемого кристаллизующегося сплава существенно зависят от двух ГФП — первого и второго порогов перколяции (протекания) [1, 2]: момента образования связанного (бесконечного) кластера твердой фазы и разрушения бесконечного кластера жидкости.

В процессе кристаллизации металлов и сплавов образуются частицы твердой фазы, форма и размеры которых определяются условиями их зарождения и роста.

Выполнен обзор исследований кристаллической структуры металлических сплавов, а также объектов, используемых при моделировании в теории перколяции. Исходя из обзора, для моделирования кристаллизации с помощью разработанной компьютерной программы [3] выбран метод перекрывающихся объектов. В качестве базовых простых микрообъектов применены шар, трехосный эллипсоид, прямоугольный параллелепипед и цилиндр.

Основным предназначением разработанной компьютерной программы является исследование эволюции структуры металлического расплава при кристаллизации под влиянием изменяющихся параметров микрочастиц. Микрочастицы рассматриваются как однородные твердые объекты с усредненными своими характеристиками. Однако программа может быть применена не только для исследования кристаллизации металлов и сплавов, но и для значительного числа подобных процессов и объектов.

Данная программа представляет собой трехмерную демонстрацию с выводом расчетных данных и формированием итогового отчета. При работе программы осуществляется трёхмерная визуализация заполнения анализируемого объема объектами различной геометрии. В качестве основного анализируемого объема принят куб с размером стороны, равным 1. Размеры объектов, заполняющих куб, назначаются пользователем в долях от размера стороны куба, т.е. от 1. Единичный куб моделирует часть бесконечного пространства, заполненного объектами. В программе учитывается влияние на пороги перколяции окружающего куб пространства. Для этого центры объектов генерируются случайно, как внутри единичного куба, так и снаружи от краев куба на расстоянии, равном половине максимального габарита объектов-примитивов.

Основными расчетными геометрическими параметрами являются объем объектов, находящихся внутри куба, с учетом взаимного перекрытия этих объектов, а также объем бесконечного кластера. Под бесконечным кластером здесь понимается набор перекрывающихся между собой объектов при наличии связей между противоположными гранями куба.

Первый порог перколяции равен объемной доле объектов в момент образования бесконечного кластера. Процесс расчета по умолчанию ведется до достижения второго порога перколяции, соответствующего объемной доле объектов (первой фазы) в

момент разрыва связи между противоположными гранями куба по «пустой» (второй) фазе.

На рис. 1 представлено основное окно программы и расчетное изображение трехмерной структуры, а также плоское сечение модели. В результате расчетов и проведенных экспериментов установлено, что значения порогов перколяции существенно зависят от формы, размеров и количества кристаллов, а также параметров их роста, что определяется условиями затвердевания.

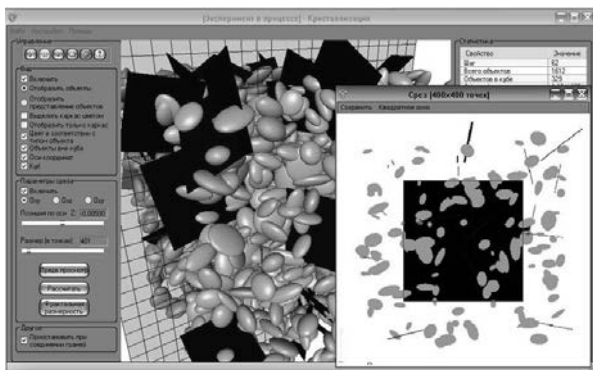


Рис. 1. Основное окно программы с трёхмерной структурой и окно с сечением модели при достижении первого порога перколяции

2. РАСЧЁТ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Расчет по разработанной программе первого и второго порогов перколяции, как геометрических переходов, возникающих при кристаллизации, основывается на итерационном сопоставлении геометрической структуры сечений трёхмерных моделей, формируемых в результате моделирования, и шлифов исследуемых металлов и сплавов, закалённых при кристаллизации с различными долями твердой фазы. Анализируются также изображения кристаллической структуры отливок, полученные с помощью растрового электронного микроскопа.

Применяется комплексное сопоставление по ряду параметров. Рассчитываются доли отдельных структурных составляющих на шлифах и сечениях модели, анализируются графики распределения размеров и количеств этих структурных составляющих, выполняется наложение в графическом ре-

даторе контуров сечений смоделированных объектов на структурные составляющие шлифа отливки, а также определяются фрактальные размерности структур [4].

Для расчёта свойств металлов и сплавов при кристаллизации за основу принят метод элементарной ячейки [5], разработанный Г.Н. Дульневым и В.В. Новиковым применительно к определению коэффициентов переноса в неоднородных средах. Метод был адаптирован авторами к условиям несимметричных первого и второго порогов перколяции, и реализован в качестве модуля в разработанной программе [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методика используется для исследования процесса формирования структуры неоднородных материалов на различных масштабных уровнях, а также для расчёта свойств материалов, состоящих из компонентов с существенно отличающимися свойствами. Кроме этого, по созданной методике и разработанной программе определяются геометрические параметры компонентов и необходимый состав, обеспечивающие требуемые свойства материала в целом или его отдельных участков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Эфрос А.Л.** Физика и геометрия беспорядка. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. — 176 с.
2. **Мандельброт Б.** Фрактальная геометрия природы. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.
3. **Свидетельство** о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2009612840. Перколяция в системе из перекрывающихся объектов различной геометрии / В.К. Кононенко, А.Н. Ломанов, В.А. Токарев // Правообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П. А. Соловьёва» (RU). Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 2 июня 2009 г.
4. **Федер Е.** Фракталы: пер. с англ. — М.: Мир, 1991. — 254 с.
5. **Дульнев Г.Н., Новиков В.В.** Процессы переноса в неоднородных средах. — Л.: Энергоатомиздат, 1991. — 248 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПОСТРОЕНИЕ ГЛАДКИХ ОБВОДОВ ИЗ ДУГ КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА

АННОТАЦИЯ

Изложена методика построения составных обводов из дуг кривых второго порядка, позволяющая не только вычерчивать конструируемый обвод, но и получать его аналитическое описание, не покидая окно графического редактора. Для автоматизации процесса конструирования разработано программное средство построения кривой второго порядка, проходящей через данные точки и касающейся данных прямых.

ВВЕДЕНИЕ

Из отсеков конических сечений могут быть составлены как произвольные обводы первого порядка гладкости, так и выпуклые обводы с гладкостью второго порядка (И.И. Котов, Г.С. Иванов, В.И. Якунин и др.). Преимущественное использование конических сечений для решения задач формообразования объясняется хорошей изученностью этих кривых, простотой их построения и аналитического описания. Тем не менее, на сегодняшний день сформировалась парадоксальная ситуация, когда в компьютерных инженерных технологиях проектирования активно используются алгебраические полиномы третьего и более высоких порядков, но отсутствует универсальное программное средство построения кривой второго порядка, удовлетворяющей заранее заданным условиям инцидентности.

1. СИНТЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ КРИВОЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

На плоскости указаны n точек и m прямых общего положения ($n+m = 5$). Требуется определить метрику (главные оси и асимптоты) кривой второго порядка, проходящей через данные точки касательно к данным прямым. Конику k устанавливает в своей плоскости поляритет, в котором произвольной точке P соответствуют три инволюции: инволюция полярно сопряженных прямых в пучке P , перспективная ей инволюция сопряженных точек на поляре p точки P и инволюция на кривой k с центром P и осью p . В центре коники индуцируется инволюция в пучке сопряженных диаметров. Среди сопряженных диаметров коники есть пара взаимно перпендикулярных (главных) диаметров, которые определяются стереографическим проецированием инволюции сопряженных диаметров на произвольную окружность. Вершины кривой определяются с помощью гомологии «коника-окружность». Проективный алгоритм позволяет построить кривую второго порядка и определить ее метрику по любому из пятидесяти возможных сочетаний точек и касательных [1]. Если в одной из точек дан круг кривизны, то на искомую кривую могут быть наложены лишь два дополнительных условия инцидентности, так

как фиксация круга кривизны эквивалентна указанию трех (совпавших) точек коники. Алгоритм определения метрики искомой кривой второго порядка при этом не изменяется.

2. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

На основе синтетического алгоритма [1] составлена *Lisp*-программа [2] построения кривой второго порядка, предназначенная для геометрически точного построения главных диаметров и вычерчивания кривой второго порядка, проходящей через n точек и касающейся m прямых. При построении главных диаметров используются только два графических примитива — прямая и окружность, поэтому точность построения соответствует точности выполнения этих операций в графическом редакторе. В отличие от известных программных средств, построение главных диаметров, асимптот и фокусов кривой второго порядка выполняется без «3D» — компьютерной графики, а также без применения средств вычислительной геометрии, алгебраических расчетов и методов сплайн-аппроксимации. Программа объемом не более 50 Кб обеспечивает возможность указания на экране дисплея n точек и m касательных искомой коники ($n+m = 5$), автоматическое построение главных диаметров и асимптот искомой кривой второго порядка (то есть кривой, проходящей через данные n точек и касающейся данных m прямых) с последующим ее вычерчиванием. Программа составлена для четырех специализаций (по пяти точкам; по пяти касательным; по трем точкам, в двух из которых указаны касательные; по четырем касательным, одна из которых не собственная). Для построения коники, заданной каким-либо другим сочетанием инцидентностей, пользователю придется заняться «проективной арифметикой»: найти в [1] соответствующий алгоритм и построить дополнительные элементы искомой кривой, чтобы получить одну из четырех запрограммированных специализаций. Отличительная особенность программы [2] состоит в том, что одновременно с графическим решением автоматически определяются коэффициенты канонического уравнения построенной кривой, а также координаты ее центра и угол поворота главных осей относительно «мировой» системы координат.

3. КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБВОДОВ

Дан одномерный массив точек A^i с указанными касательными в этих точках (рис. 1). Требуется провести через данные точки кусочно-гладкую кривую из отсеков кривых второго порядка (пример взят из [3]).

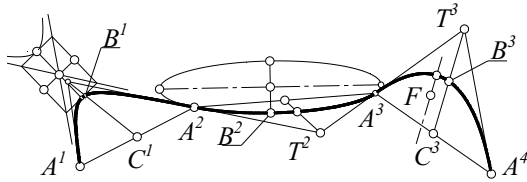


Рис. 1. Обвод первого порядка гладкости

Управление формой конструируемой кривой обеспечивается выбором величины инженерного дискриминанта d^i . Для каждой составляющей m^i обвода по заданному значению дискриминанта строится управляющая точка B^i , которая вместе с концевыми точками отсека m^i и касательными в них позволяет автоматически построить отсек обвода, обратившись к [2] и задав специализацию «три точки, две касательные». Первый отсек обвода A^1A^2 при $d^1 = 0,75$ — дуга гиперболы, второй отсек A^2A^3 при $d^2 = 0,35$ — часть эллипса, третий отсек ($d^3 = 0,5$) — участок параболы. Программа [2] не только вычерчивает дугу m^i , но геометрически точно («циркулем и линейкой») определяет центр и главные оси соответствующей кривой, что исключает необходимость вычисления коэффициентов уравнения отсека. Для дуги параболы (отсек m^3) автоматически определяется ее ось, вершина и фокус F .

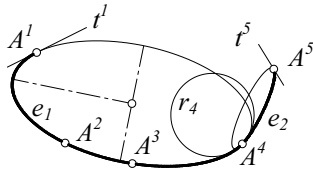


Рис. 2. Обвод второго порядка гладкости

Рассмотрим построение выпуклого обвода второго порядка гладкости. Дан массив точек A^i с указанными касательными в начальной и конечной точках конструируемого обвода (рис. 2). Обращаясь к [2], строим первый отсек: конику e_1 , проходящую через $A^1 \dots A^4$ и касающуюся t^1 (сочетание «четыре точки и касательная в одной из них»). Программа автоматически определяет главные оси искомой коники (на рис. 2 не показаны вспомогательные построения, необходимые для обращения к одной из запрограммированных специализаций). Затем находим круг кривизны r_4 в стыковой точке A^4 и вновь обращаемся к [2] для построения второго отсека обвода e_2 , заданного кругом кривизны r_4 в точке A^4 и двумя инцидентиями: точкой A^5 и касательной t^5 . Обвод редактируют посредством дополнительных управляющих точек и касательных, причем

управляющие касательные не обязательно инцидентны заданным точкам обвода.

4. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ

Требуется выполнить чертеж детали (рис. 3), где радиусы R_1, R_2 окружностей, сопрягающих заданную тройку окружностей, следует определить геометрическим построением, то есть решить задачу Аполлония (пример взят из [4]). Вместо классического алгоритма (расширение с последующей инверсией, затем обратные инверсия и расширение) может быть использована компьютерная технология решения задачи «в лоб» — непосредственное построение геометрических мест точек, равноудаленных от данных окружностей (в данном примере — гипербол g_1, g_2). Для построения g_1, g_2 достаточно найти (с помощью простого вспомогательного построения) пять точек, попарно равноудаленных от данных окружностей, после чего с помощью [2] построить искомые геометрические места, пользуясь опцией «коника по пяти точкам». Точки пересечения O_1, O_2 кривых g_1, g_2 указывают центры окружностей R_1, R_2 , которые обеспечивают требуемое сопряжение с точностью «до привязок», что соответствует максимальной точности графического пакета.

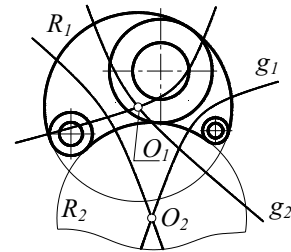


Рис. 3. Сопряжение трех окружностей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизированное программное средство [2] может быть использовано как составной элемент информационных технологий в инженерных расчетах и проектировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Короткий В.А. Проективное построение коники, заданной пятью действительными элементами. — деп. в ВИНТИ, №13-B2010 от 19.01.2010. — 44 с.
2. Короткий В.А. Программа для ЭВМ «Построение кривой второго порядка, проходящей через данные точки и касающейся данных прямых»: А.С. №2011611961 от 04.03.2011.
3. Иванов Г.С. Начертательная геометрия. — М.: Машиностроение, 1995.
4. Розман Б.М. Задача Аполлония и ее практическое приложение. — М.: МАИ, 1964.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ ВЕЛИЧИН ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ В СРЕДЕ CPN TOOLS

АННОТАЦИЯ

В данной статье приводится краткое описание среды моделирования CPN Tools, предназначенной для построения и анализа моделей на базе иерархических временных раскрашенных сетей Петри, а также метод представления нечетких величин.

ВВЕДЕНИЕ

Система моделирования CPN Tools разрабатывается в университете Орхуса (Дания) с 2000-го года. Для описания моделей в данной системе используется язык сетей Петри (СП). Данная система моделирования используется в большом количестве реальных проектов. В последнее время CPN Tools обрела большую популярность в исследованиях в области телекоммуникаций для верификации протоколов связи имитационного моделирования сетевых устройств и сетей управления производственными процессами.

1. НЕЧЕТКАЯ СЕТЬ ПЕТРИ (НСП) ТИПА Vf

CPN Tools для описания моделей использует иерархические временные раскрашенные СП. Данное расширение представляет собой универсальную алгоритмическую систему и по своей выразительной мощности эквивалентно машине Тьюринга, таким образом, данное расширение СП может быть использовано для описания произвольного объекта.

Значительная популярность, которую приобрел математический аппарат сетей Петри для моделирования к концу 70-х годов можно объяснить следующими преимуществами:

- сети Петри позволяют моделировать ряд важнейших аспектов функционирования различных процессов, асинхронность, параллельную работу, возникновение конфликтных ситуаций;
- расширение СП такими обобщениями, как приоритетность, время срабатывания переходов, ингибиторные дуги, использование цветов меток и др., в значительной мере расширяют область применения аппарата СП и позволяют моделировать сложные системы с учетом приоритетности процессов, временных характеристик событий, наличия нескольких потоков данных;
- СП являются двудольным ориентированным мультиграфом, для которого справедливы все положения теории графов;
- широкий аналитический аппарат. За долгие годы развития аппарата СП было предложено значительное количество способов анализа и верификации моделей.

Круг задач решаемых с помощью математического аппарата сетей Петри очень широк. Он охватывает множество предметных областей. На настоящий момент разработано большое количество расширений, которые позволяют решать самые сложные задачи моделирования динамики процессов.

Нечеткие сети Петри, являясь разновидностью СП с неопределенностью, позволяют конструктивно решать задачи нечеткого моделирования и нечеткого управления, в которых неопределенность имеет нестохастический или субъективный характер.

Нечеткая сеть Петри типа Vf (НСП Vf) определяется следующим образом [1] $Vf = (N, M_0)$, где $N = (P, T, I, O)$ — структура НСП Vf , в которой $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ — конечное множество позиций; $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ — конечное множество переходов; $I: P \times T \rightarrow N_0$ — входная функция переходов; $O: T \times P \rightarrow N_0$ — выходная функция переходов;

M_0 — матрица начальной маркировки, размерность которой равна $(n \times (d+1))$. Каждый элемент m_{ij}^0 этой матрицы равен значению функции принадлежности наличия $j-1$ числа маркеров в позиции p_i НСП на момент начала её запуска. По определению функции принадлежности элементы матрицы начальной маркировки должны удовлетворять следующему условию:

$$m_{ij}^0 \in [0, 1] \quad (\forall i \in \{1, 2, \dots, n\}, \forall j \in J). \quad (1)$$

2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ВЕЛИЧИН В СРЕДЕ CPN TOOLS

Моделирование с использованием нечетких СП представляет огромный интерес, так как нечеткие модели могут быть применены для решения широкого класса задач. Однако среда моделирования CPN Tools не представляет возможности оперировать действительными числами, что делает невозможным построение нечетких моделей на базе данной системы. Однако данное ограничение можно обойти, представив нечеткие величины в виде натуральных чисел.

Пусть X — некоторая нечеткая величина принимающая значение в промежутке $[0..1]$, а Y — некоторое число, которое является представлением X при моделировании в CPN Tools. Y может принимать значения в промежутке $[0..F_MAX]$, где F_MAX — максимальное значение представления нечеткой величины в CPN Tools. Преобразование между величинами осуществляется при помощи выражения (2).

$$X = \frac{Y}{F_MAX}. \quad (2)$$

При данном преобразовании происходит потеря точности, однако данная потеря снижается с ростом значения F_MAX . Также важно помнить, что любое представление действительных чисел в программе имеет определенную точность. Поэтому, подобрав достаточно большое значение для F_MAX , мы сможем обеспечить приемлемую точность для представления нечетких величин.

3. ПЕРЕХОД ОТ НЕЧЕТКИХ СП К РАСКРАШЕННЫМ СП

Реализация нечеткого управления осуществляется внутри модулей модели построенных на базе нечетких СП. Для передачи управляющих воздействий в часть модели, построенную на базе раскрашенных СП необходимо предусмотреть механизм преобразования значений маркировок.

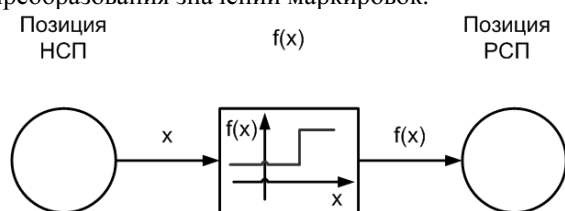


Рис. 1. Преобразование маркировки при переходе от нечеткой позиции к раскрашенной позиции

Функция единичного скачка — в качестве функции преобразования. При преобразовании маркировки нечеткой позиции к маркировке раскрашенной позиции, можно использовать функцию единичного скачка (3), для передачи некоторого управляющего импульса.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < R \\ 1, & \text{если } x \geq R \end{cases} \quad (3)$$

$$R = [0..1]$$

где R — некоторый предел активации, выбранный исходя из решаемой задачи.

Линейная функция в качестве функции преобразования. Иногда бывает целесообразно передать не только сам факт наличия метки в нечеткой позиции, но и числовое значение (степень нечеткой принадлежности метки позиции). Для этого в простейшем случае можно использовать линейную функцию $f(x) = \text{round}(k * x)$, где k — некоторое натуральное число, определяющее максимальное возможное количество меток в выходной позиции.

Степенная функция в качестве функции преобразования $f(x) = \text{round}(k * x^n)$, представлена на рис. 2.

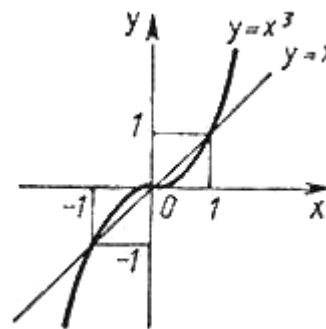


Рис. 2. Степенная и линейная функции преобразования

Основным условием при выборе функции преобразования является обеспечение ограниченности выходной позиции раскрашенных СП. Это означает, что значение функции преобразования должно быть ограничено некоторым числом k , на интервале $[0..1]$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье был рассмотрен метод, позволяющий использовать нечеткие величины при моделировании в среде CPN Tools. Приведено краткое описание и область применения данной среды моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — М.: Издательство БХВ-Петербург, 2005.

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ УНИВЕРСИТЕТА

АННОТАЦИЯ

В последнее время одним из наиболее активно развивающихся направлений в индустрии информационных технологий является виртуализация. Целью данной статьи является обзор способа реализации виртуальной платформы, сетевых возможностей, способа подключения к сети крупного университета и тех услуг, разворачиваемых на базе виртуальной платформы, которые будут востребованы пользователями. В данной статье отражен опыт разворачивания, настройки и эксплуатации комплекса средств виртуализации, накопленный в Информационно-вычислительном центре МЭИ.

ВВЕДЕНИЕ

Сам по себе, термин «виртуализация» означает представление некоего объекта в удобном виде для пользователя. При этом все подробности реализации скрываются, а сам объект имеет привычные интерфейсы взаимодействия со внешней (по отношению к нему) средой. В отношении операционных систем, прежде всего, имеют в виду создание виртуальных машин — неких абстракций, заключающих в себе собственную виртуальную аппаратно-программную среду, позволяющую на одной физической платформе установить и запускать одновременно несколько экземпляров операционных систем. Для чего это нужно? Прежде всего, для того, чтобы отделить представление операционной системы от аппаратуры и разместить несколько работающих виртуальных серверов на одном физическом с возможностью быстрой миграции и восстановления операционных сред. Также такой подход обеспечивает максимальную гибкость в отношении развертывания серверов, поддержания их жизнеспособности и управления [1].

1. ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

Какие основные преимущества дает применение современных платформ виртуализации [1]?

- Увеличение коэффициента использования аппаратного обеспечения

По статистике, большинство серверов загружены на 15—20 % при выполнении ими повседневных задач. Использование нескольких виртуальных серверов на одном физическом позволит увеличить его до 80 %, обеспечив при этом существенную экономию на приобретении аппаратного обеспечения.

- Уменьшение затрат на замену аппаратного обеспечения

Поскольку виртуальные сервера отвязаны от конкретного оборудования, при обновлении парка физических серверов не требуется повторная установка и настройка программного обеспечения. Вир-

туальная машина может быть просто скопирована на другой сервер.

- Повышение гибкости использования виртуальных серверов

В случае, если вам необходимо использование нескольких серверов (к примеру, для тестирования) при изменяющейся нагрузке, виртуальные сервера являются лучшим решением, так как они могут быть безболезненно перенесены на другие платформы, когда физический сервер испытывает повышенные нагрузки.

- Обеспечение высокой доступности

Резервное копирование виртуальных машин и их восстановление из резервных копий занимает значительно меньшее время и является более простой процедурой. Также при выходе из строя оборудования, резервная копия виртуального сервера может быть сразу запущена на другом физическом сервере. Кроме того, современные системы виртуализации предлагают реализацию функций высокой доступности виртуальных машин. При этом при отказе физического сервера происходит перезапуск виртуальной машины на другом физическом сервере. Тем самым минимизируется время простоя виртуальной машины. Для особо критических приложений можно применять режим *fault Tolerance*, когда в виртуальной среде запускаются одновременно 2 копии виртуальной машины, которые синхронизируют содержимое ОЗУ и жестких дисков.

- Повышение управляемости серверной инфраструктуры

Существует множество продуктов для управления виртуальной инфраструктурой, позволяющих централизованно управлять виртуальными серверами и обеспечивать балансировку нагрузки и «живую» миграцию.

- Экономия на обслуживающем персонале

Упрощение управления виртуальными серверами в перспективе влечет за собой экономию на специалистах, обслуживающих инфраструктуру компании. Тем не менее, нужно учитывать, что для подготовки квалифицированных кадров в сфере виртуализации тоже нужны немалые деньги.

- Экономия на электроэнергии

Для малых компаний этот фактор, конечно же, не имеет особого значения, однако для крупных датацентров, где затраты на поддержание большого парка серверов включают в себя расходы на электроэнергию (питание, системы охлаждения), этот момент имеет немалое значение. Концентрация нескольких виртуальных серверов на одном физическом уменьшит эти затраты. В современных решениях система управления позволяет останавливать

ненагруженные сервера, переводить их в режим ожидания с пониженным энергопотреблением и, при необходимости, быстро включать их в работу при повышении нагрузки.

Однако не все системы целесообразно переводить на виртуальные платформы. Например, нецелесообразно переводить на виртуальную платформу высоконагруженные сервера, имеющие среднесуточную загрузку процессора около 60 %. Для таких систем целесообразно применять другие способы обеспечения высокой надежности и непрерывности предоставления услуг. Так же нецелесообразно переносить на виртуальную платформу системы, использующие дополнительное оборудование, которое не может быть поддержано системой виртуализации.

Влияние фактора стоимости в определении целесообразности внедрения системы виртуализации в последнее время снижается, поскольку многие поставщики и разработчики ПО предлагают бесплатные версии, зачастую не уступающие по функциональности коммерческим версиям. Бесплатные версии систем виртуализации в большинстве случаев покрывают те потребности, которые предъявляют к такой системе малые и средние предприятия.

2. СИСТЕМА ВИРТУАЛИЗАЦИИ VMWARE VSPHERE.

Одной из наиболее широко используемых платформ виртуализации является система VMware vSphere, представляющая собой дальнейшее развитие платформ VMware ESX server. Компания VMware уже долгое время является одним из лидеров по разработке и поставке программного обеспечения виртуализации.

Система виртуализации VMware vSphere предоставляет такие функции как [2]:

- Централизованное управление виртуальной инфраструктурой на базе VMware vCenter server, обеспечивающую автоматизацию процессов, оптимизацию ресурсов и высокую доступность виртуальной инфраструктуры. Кроме VMware vCenter server, предлагаются и бесплатные системы управления, такие как VMware vSphere Management Assistance и VMware vSphere PowerCLI, позволяющие расширить функции управления виртуальной инфраструктурой;
- VMware DRS — планировщик распределенных ресурсов, осуществляющий балансировку нагрузки между узлами виртуальной инфраструктуры;
- VMware vMotion — технология перемещения виртуальных машин между узлами виртуальной инфраструктуры «на лету», без прерывания работы;
- VMware HA — средство обеспечения высокой доступности виртуальных машин. При отказе какого-либо элемента виртуальной инфраструктуры, включая и элементы сетевой инфраструктуры, VMware HA перезапустит виртуальную машину на доступном элементе вир-

туальной инфраструктуры. Таким образом прерывы в предоставлении услуги сводятся к минимуму — время простоя определяется временем, требующимся для перезапуска виртуальной машины на другом сервере;

- VMware vSwitch — виртуальный сетевой коммутатор в составе виртуальной инфраструктуры.

Именно сетевые возможности VMware vSphere и стали основой при выборе системы виртуализации в ИВС МЭИ. Технология VMware vSwitch, ее расширение — распределенный коммутатор (Distributed vSwitch) и реализация коммутатора Cisco Nexus 1000 в виртуальной среде позволяют легко применить такие возможности, как:

- агрегирование каналов по стандарту IEEE 802.13ad и поддержку Etherchannel. Агрегирование каналов позволяет объединять несколько сетевых интерфейсов сервера VMware в один, обладающим кратно увеличенной производительностью;
- поддержка виртуальных локальных сетей на основе стандарта IEEE 802.1q, включая поддержку транковых (тегированных) каналов;
- поддержка резервирования линий связи и протоколов определения соседства, таких как CDP.

Несмотря на некоторые особенности реализации виртуального коммутатора [3], существует множество вариантов подключения серверной фермы VMware к сетевой инфраструктуре предприятия, реализующих различные сценарии обеспечения сетевой доступности элементов виртуальной инфраструктуры.

В ИВС МЭИ, в соответствии с рекомендациями Cisco [3], принята схема подключения узлов VMware к сети с использованием технологии Etherchannel и IEEE802.1q. При этом обеспечивается подключение серверов к нужным виртуальным локальным сетям с использованием скоростей в 2—4 Гбит/сек.

Схема подключения представлена на рис. 1.

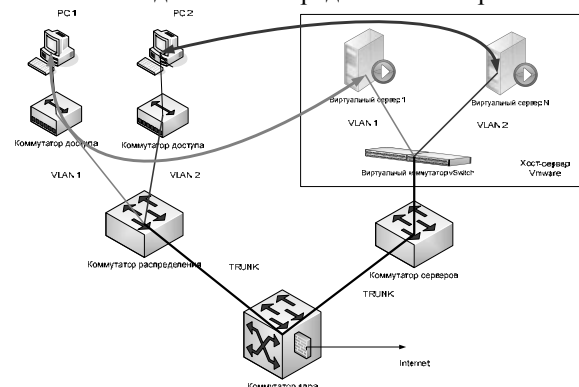


Рис. 1. Типовая схема подключения хост-серверов VMware vSphere в ИВС МЭИ

Как видно из представленного рис. 1, пользовательские компьютеры PC1 и PC2 используют виртуальное соединение с виртуализированными серверами на хост-сервере VMware vSphere. Виртуаль-

ное соединение использует либо технологию IEEE802.1q при реализации ядра сети на 2-м уровне сетевой модели ISO\OSI, либо технологию MPLS VPN при реализации ядра сети на 3-м уровне сетевой модели.

При реализации ядра сети на 3-м уровне модели ISO\OSI (маршрутизация) возможно использование не только технологий MPLS VPN, но и других реализаций VPN. Применение MPLS VPN и технологий Virtual Forwarding and Routing позволяет строить сети большего размера, с большими возможностями масштабирования.

Ферма серверов виртуализации может быть расположена практически в любом месте ИВС МЭИ, где для этого есть физические возможности (ограничение доступа, электропитание и охлаждение). В единую систему виртуализации могут быть включены не только общеинститутские сервера VMware, но и сервера подразделений. Это дает возможность широкого маневра ресурсами, обеспечения высокой доступности приложений и даже построения информационных систем, устойчивых не только к откатам, но и к разрушениям.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В ИВС МЭИ

В большой информационно-вычислительной сети немалую роль играют сервисы, предоставляющие информационную инфраструктуру — контроллеры доменов Windows, средства централизованного доступа, службы DNS. От их бесперебойного функционирования зависит и работа множества приложений. Одним из вариантов обеспечения надежного функционирования этих служб является их размещение на виртуальной платформе. В ИВС МЭИ такие службы большей частью реализованы на виртуальной инфраструктуре VMware. И, если ранее были замечания по надежности работы служб DNS и контроллеров домена, то с переходом на виртуальную платформу такие жалобы прекратились. Например, даже при фатальном отказе сервера службы имен, срок восстановления его работоспособности исчисляется минутами, которые потребуются на поиск и восстановление сервера из копий или на клонирование сервера из готового шаблона. Кроме серверов службы DNS и контроллеров домена на виртуальную платформу вынесены и средства управления сетью, такие как Nagios, CiscoWorks.

Кроме серверов инфраструктуры и серверов управления на виртуальной платформе работают и сервера, задействованные в комплексной информационной системе управления вузом. Это позволяет обеспечить высокую доступность хранимой на этих серверах информации и обеспечить непрерывный процесс предоставления информации для управления таким учебным заведением, как МЭИ.

Главной задачей высшего учебного заведения является обучение студентов и ведение научных исследований. И то, и другое требует больших ресурсов для тестирования, разработки и отладки программного обеспечения, применяемого в учебном процессе и в научных исследованиях. Эта задача

тоже возложена на систему виртуализации. Выгода состоит в том, что не требуются дополнительные аппаратные ресурсы для разработки, тестирования, отладки и разворачивания ПО различного назначения. После тестового периода эксплуатации виртуальный сервер перемещается с хост-сервера разработки на сервер эксплуатации, где обеспечен должный уровень надежности работы и доступности. При этом обеспечивается масштабирование виртуального сервера в зависимости от требований к ресурсам. Значительно упрощается и первоначальное разворачивание серверов — вместо процесса инсталляции системного и прикладного ПО, что требует времени, образ сервера разворачивается из готового шаблона, с уже установленным необходимым ПО. По подобной методике предоставляются и виртуальные сервера для подразделений института.

Выгоды от размещения серверов общеинститутского назначения и серверов подразделений уже перечислены выше и в [1]. Кроме того, более эффективно используются лицензии на различное ПО. Наибольший эффект будет при использовании разделяемых лицензий — когда лицензируется количество одновременно работающих приложений в сети организации, независимо от количества инсталляций.

Сетевые возможности VMware и способ подключения серверов к ИВС МЭИ с использованием MPLS VPN и IEEE802.1q VLAN дает возможность предоставлять пользователям виртуальную сетевую инфраструктуру. Эта инфраструктура обособлена, защищена от доступа из других сетей (в том числе из сетей в составе ИВС МЭИ).

В виртуальную сетевую инфраструктуру входят рабочие станции пользователя, его собственные сервера службы имен, контроллеры доменов, сервера приложений и сервера доступа. При этом все эти элементы виртуальной сетевой инфраструктуры находятся в обособленном адресном пространстве IPv4, недоступном другим пользователям. Такие обособленные структуры предлагаются для пользователей, чья деятельность требует определенной обособленности по соображениям секретности или коммерческой тайны.

4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЕРВИСЫ В ИВС МЭИ НА БАЗЕ VMWARE

Следующим шагом во внедрении систем виртуализации должна стать услуга предоставления отдельным пользователям собственных виртуальных машин. При этом под пользователями подразумеваются не только подразделения института или научные группы, но и отдельные сотрудники. Такая виртуальная машина предназначается в основном преподавателям под определенный курс. На этой виртуальной машине имеется уже набор необходимого ПО, предназначенного для решения определенного круга задач. Это ПО лицензируется централизованно, через институт. При необходимости виртуальные машины быстро разворачиваются из шаблона и включаются в работу. Пользователь сам вправе доустанавливать различное ПО, необходимое ему для выполнения научных исследований и

учебных задач. Но за лицензионной чистотой подобного ПО пользователь должен следить сам.

Одним из преимуществ подобной схемы является более эффективное использование лицензий на программное обеспечение и сокращение количества инцидентов с использованием нелегального ПО — поскольку большая часть лицензий предоставляется централизованно.

Доступ к виртуальным машинам пользователя возможен как с использованием известных средств удаленного доступа к рабочему столу (RDP, VNC, Xwindows), так и с использованием средств предоставления службы рабочего стола VMware View.

Служба рабочего стола VMware View предлагает пользователю отображать на его рабочей станции рабочий стол персональной виртуальной машины. При этом виртуальная машина может быть мощнее рабочей станции пользователя в несколько раз или же иметь другой набор ПО. VMware View предлагает статические персональные виртуальные машины пользователя и динамические. Динамические виртуальные машины наиболее применимы в учебных целях. Такие машины разворачиваются из шаблона по мере необходимости, в зависимости от числа подключающихся пользователей. По мере прекращения работы динамические виртуальные машины уничтожаются, данные на них не сохраняются. Это очень удобно для массовых учебных занятий, когда машина нужна пользователю на короткое время занятия (3—4 часа). По окончании занятия запущенные виртуальные машины удаляются, а на новое занятие разворачиваются вновь из нужного шаблона, содержащего необходимый набор ПО для конкретного занятия или цикла занятий.

Положительный эффект достигается за счет сокращения трудоемкости обслуживания учебных рабочих станций (не требуется установка дополнительного ПО), снижения требований к аппаратному обеспечению учебных рабочих станций, более эффективному использованию аппаратного обеспечения платформы виртуализации.

Кроме услуг по предоставлению пользователям виртуальных машин и виртуальных рабочих столов на ИВЦ МЭИ прорабатывается схема предоставления персональных систем хранения данных. Такая система хранения данных по своим функциям аналогична таким сервисам как GoogleDocs или Dropbox, но в отличие от них будет предоставлять большие объемы данных, использовать существующую в ИВЦ МЭИ схему авторизации. А за счет использования внутренних высокоскоростных каналов связи будет иметь значительный выигрыш в скорости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение перечисленных услуг пользователям ИВЦ МЭИ даст возможность говорить о внедрении в МЭИ «частного» облака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Виртуализация** на платформах VMware Server и VMware ESX Server. <http://www.ixbt.com/cm/vmware-server-esx-server.shtml>
2. **Технологии** виртуализации VMware: динамическая ИТ-инфраструктура уже сегодня. http://www.vmc-company.ru/pdf/VMware_Solutions_for_Dynamic_IT_web.pdf
3. VMware Infrastructure 3 in a Cisco Network Environment http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Data_Center/vmware/VMware.pdf

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

АННОТАЦИЯ

Приводится краткая характеристика специализированного программного обеспечения, используемого в учебном процессе бакалавров электроэнергетики, а также в их последующей практической деятельности в областях проектирования и эксплуатации электрических станций.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время высшее образование в Республике Казахстан реализуется в контексте Болонского процесса с упором на развитие профессиональных навыков обучающихся.

При подготовке будущих специалистов производства значительное внимание уделяется как использованию в учебном процессе готовых программных продуктов, так и развитию у обучающихся навыков самостоятельной разработки программ, предназначенных для автоматизации электротехнических расчетов и грамотной эксплуатации электротехнического оборудования.

1. ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫБОРА ГИБКИХ ШИН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Одним из этапов проектирования электрических станций и подстанций является выбор шин в распределительных устройствах различных напряжений.

Выбор сборных и соединительных шин в распределительных устройствах является ответственной и трудоемкой процедурой, поскольку эти проводники должны удовлетворять [1] всем режимам функционирования соответствующих электроустановок или их отдельных частей (как продолжительным рабочим, так и аварийным режимам).

Предлагается программа автоматизированного выбора гибких шин в распределительных устройствах высокого напряжения электрических станций и подстанций, позволяющая существенно облегчить труд как проектировщиков, так и эксплуатационников.

На рис. 1 приведена экранная форма, используемая при вводе исходных данных, необходимых для выбора и проверки гибких шин, на рис. 2 — экранная форма для вывода результатов расчета.

2. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА УСТАВОК РЕЛЕЙНЫХ ЗАЩИТ Понижающего Трансформатора

В соответствии с требованиями действующих Правил устройства электроустановок [2], все электроустановки электрической системы должны быть оборудованы устройствами релейной защиты, предназначенными для:

Рис. 1. Форма для ввода исходных данных

Условия выбора	Данные	
	Расчетные	Паспортные
1) I раб. макс ≤ I доп.	630	710
2) S min ≤ S ном.	35,67	300
3) V ≤ V доп.	-----	-----
4) 1,07°E ≤ 0,9°E	26,47	28,46

Рис. 2. Форма для вывода результатов выбора гибких шин распределительных устройств

автоматического отключения поврежденного элемента от остальной, неповрежденной части электрической системы;

реагирования на опасные, ненормальные режимы элементов электрической системы.

Как и предыдущий этап проектирования электрических станций и подстанций, этап проектирования устройств релейной защиты является ответственным и весьма трудоемким процессом, требующим от проектировщика не только глубоких знаний, но и значительного внимания. Большим подспорьем в этом случае является использование программных продуктов, предназначенных для автоматизации проектирования устройств релейной защиты.

Предлагается специализированная программа для уставок и проверки чувствительности токовых защит трансформаторов напряжением 6/0,4 кВ, используемых на электрических станциях и подстанциях.

На рис. 3 приведена экранная форма для ввода исходных данных и вывода результатов расчета защит силового трансформатора.

Рис. 3. Форма для исходных данных и результатов расчета уставок релейных защит трансформатора

3. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК ГЕНЕРАТОРА

В соответствии с требованиями типовой инструкции по эксплуатации синхронных генераторов на электростанциях [3], для каждого генератора должна быть составлена карта допустимых токовых нагрузок, а также построена диаграмма допустимых нагрузок (диаграмма мощности). Оперативный (дежурный) персонал электрической станции использует данные карты и диаграммы для ведения нагрузочного режима генераторов при отклонениях напряжения и температуры охлаждающей среды от номинальных значений.

Предлагается специализированная программа для автоматизированного расчета допустимых токовых нагрузок обмотки статора и построения диаграммы мощности турбогенератора.

На рис. 4 приведена экранная форма, на которой отображаются параметры выбранного пользователем турбогенератора, на рис. 5 — рассчитанные и построенные с помощью упомянутой программы карта допустимых нагрузок обмотки статора и диаграмма мощности турбогенератора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемые авторами специализированные программы позволяют повысить качество проектирования, существенно сократить сроки проектных операций и уменьшить затраты на проектные работы, облегчить работу эксплуатационного персонала.

Рис. 4. Форма для исходных данных турбогенератора

Напряжение обмотки статора, В	Доп. ток статора, А, при температуре охл. среды, °С			
	40	41 - 45	46 - 50	50 - 55
14962	9056	8377	7471	6113
15750	8625	7978	7116	5822
16538	8194	7579	6760	5531

Рис. 5. Форма для вывода карты допустимых нагрузок и диаграммы мощности генератора

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Околович М.Н.** Проектирование электрических станций. — М.: Энергоиздат, 1982.
2. **Правила устройства электроустановок Республики Казахстан.** — Алматы: Министерство энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2003.
3. **Типовая инструкция по эксплуатации генераторов на электростанциях.** РД 34.45.501-88. М.: ВНИИЭ, 1988.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО РАСЧЕТА РЕФРАКЦИОННЫХ КАРТИН ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается применение программного средства учебного назначения «Компьютерное моделирование рефракции лазерной плоскости в оптически неоднородной среде», разработанное авторами доклада, в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Успешное развитие лазерно-информационных технологий диагностики потоков жидкости и газа приводит к необходимости для существенного обновления учебных программ подготовки специалистов в области квантовой и оптической электроники. На основе работ, проведенных сотрудниками кафедры физики им. В.А. Фабриканта, в дисциплину «Лазерные измерительные системы» учебного плана подготовки бакалавров техники и технологии по направлению «Электроника и наноэлектроника» в НИУ МЭИ включена новая часть «Лазерная диагностика неоднородных потоков».

В данном докладе рассматривается применение программного средства учебного назначения «Компьютерное моделирование рефракции лазерной плоскости в оптически неоднородной среде», разработанное авторами в 2010 г. в учебном процессе. Применение данной программы позволит существенным образом оптимизировать учебный процесс при изучении лазерных информационных систем диагностики неоднородных потоков, а также в научных исследованиях при разработке новых лазерно-компьютерных измерительных технологий для решения научных и технических задач.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛАЗЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПОТОКОВ

Одним из широко распространенных видов неоднородных потоков является естественная конвекция в жидкости около нагретых тел. Основная сложность исследования таких потоков заключается в их трехмерности, существенной нерегулярности и нестационарности. Численное моделирование на основе современных математических моделей конвективных течений требует значительных вычислительных ресурсов.

Одним из способов диагностики неоднородных потоков является схема с использованием в качестве зондирующего излучения астигматического лазерного пучка эллиптического сечения, размер которого по одной из осей существенно больше, чем по другой. Такой пучок называют также «лазерной плоскостью» (ЛП). Благодаря возможности получения ЛП малого поперечного размера возможно исследовать пограничные слои размером менее одного миллиметра и указать на наличие краевых эффектов.

Аналитическое решение как прямой задачи расчета траектории распространения геометрооптических лучей в оптически неоднородной среде, так и обратной задачи восстановления закона распределения температуры среды возможно только в случае осесимметричных тел (например, сфера, эллипсоид вращения, цилиндр), или тел плоской формы без учета краевых эффектов. Во всех других случаях расчет должен проводиться только численными методами. К тому же, использование для подобных вычислений широко распространенных универсальных программ расчета оптических систем (например, CodeV, Zemax) связано со многими затруднениями, заключающихся в неопределенности методов расчета, и, как следствие, области их применения и погрешности, а также непригодности для расчета траекторий лучей в оптически прозрачных средах с градиентом температуры.

2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Приложение создано в среде программирования Delphi и может работать на компьютерах с операционной системой Windows; рекомендуемые системные требования: 64 Мб — ОЗУ, 10 Мб — свободного места на диске. Программа позволяет проводить расчеты рефрактограмм в сферических оптически неоднородных средах с распределением температуры по экспоненциальному и гауссову законам с выдачей результатов в виде графиков и их записью в текстовый файл. Время счета одной рефрактограммы на компьютере Pentium IV с тактовой частотой 1700 МГц составляет от 20 секунд до 1 минуты в зависимости от выбранного допустимого количества узлов сетки.

Программа позволяет проводить расчет траектории лучей в двумерной оптически неоднородной плоскостной и радиально-слоистой средах по аналитическим выражениям [1], моделировать двумерную температурную неоднородность, проводить расчет траектории лучей в численно заданном двумерном температурном поле и расчет рефрактограмм в трехмерном температурном поле около различных нагретых тел (шар, цилиндр, клин) с учетом краевых эффектов [2], а также в сферической неоднородности с отрицательным градиентом показателя преломления.

При открытии программы пользователю предлагается выбор: моделирование неоднородной среды, расчет рефракции луча в численно заданной двумерной неоднородности и численный расчет рефракции лазерной плоскости в трехмерной неоднородности. Предусмотрена возможность ввода данных из файла и записи в файл.

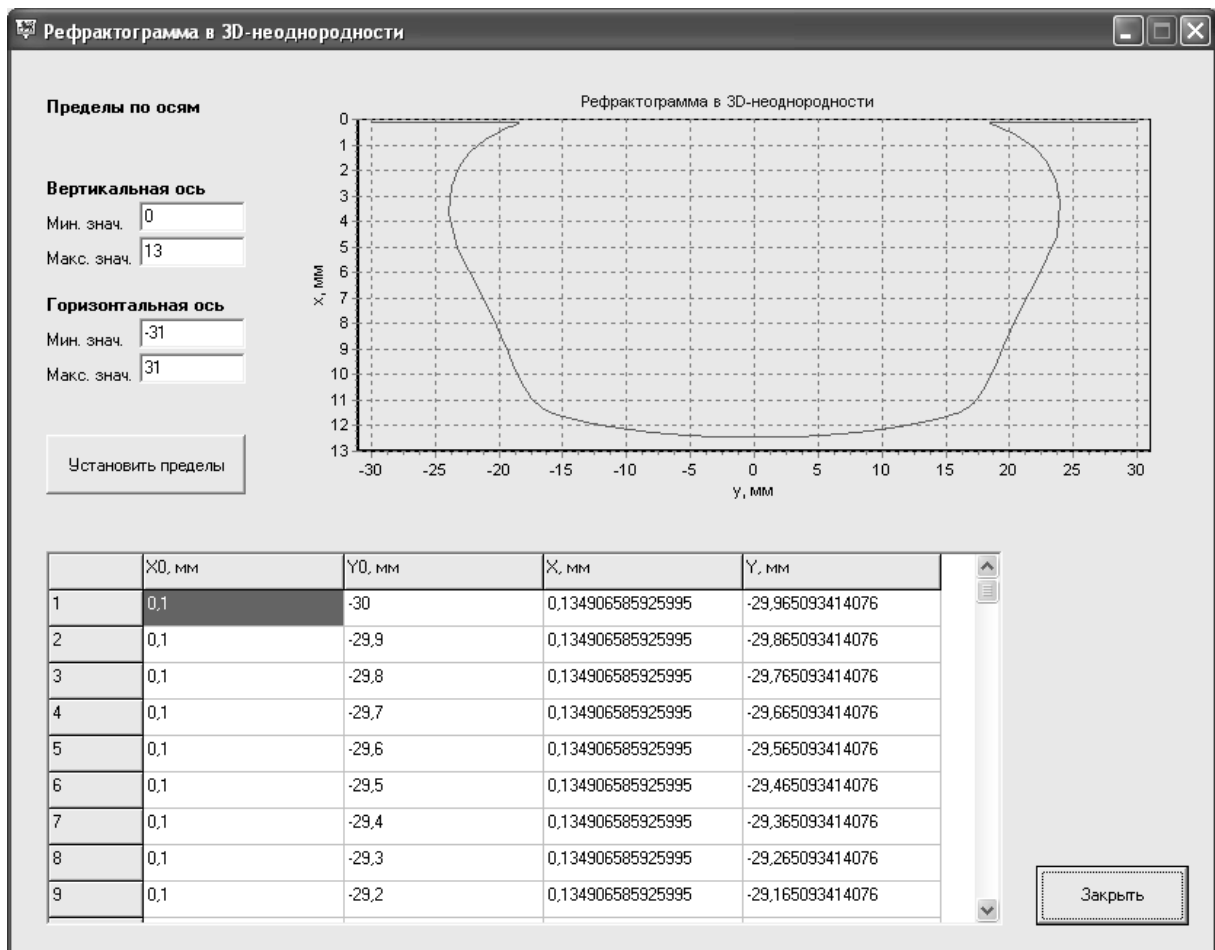


Рис. 1. Окно вывода результатов расчета рефрактограмм

На рис. 1 представлено окно ввода параметров температурного поля и положения лазерной плоскости и окно вывода результатов расчета рефрактограмм для цилиндрической неоднородности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка программного средства учебного назначения «Компьютерное моделирование рефракции лазерной плоскости в оптически неоднородной среде» стала возможной благодаря использованию авторами результатов научной работы (ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ГК № 02.740.11.0449) в учебном процессе. Оформление программы выполнено таким образом, чтобы ее применение студен-

тами и преподавателями было максимально оптимизировано.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евтихиева О.А., Расковская И.Л., Ринкевичюс Б.С. Лазерная рефрактография. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 176 с.
2. Лапицкий К.М., Расковская И.Л., Ринкевичюс Б.С. Алгоритм расчета рефрактограмм плоского лазерного пучка в оптически неоднородной среде. // Измерительная техника. 2009. №5. С. 36 — 40.
3. Лапицкий К.М., Расковская И.Л., Ринкевичюс Б.С. Программное средство учебного назначения «Компьютерное моделирование рефракции лазерной плоскости в оптически неоднородной среде». — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ PRO/ENGINEER ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В КУРСЕ «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР»

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются основные задачи, решаемые в рамках курса «Геометрическое моделирование в САПР».

Определены проблемы, возникающие у студентов при изучении математических основ создания геометрических моделей и типов геометрических моделей. Показана возможность преодоления этих проблем путем освоения способов разработки геометрических моделей средствами САПР Pro /ENGINEER.

Приведены примеры математического описания некоторых геометрических моделей и построение этих моделей в САПР Pro /ENGINEER.

ВВЕДЕНИЕ

Кафедра вычислительной техники Национального исследовательского университета «МЭИ» в рамках направления «Информатика и вычислительная техника» готовит студентов по профилю «Системы автоматизированного проектирования» (САПР). Для студентов этой специальности — будущих специалистов в области применения автоматизированных интегрированных технологий на протяжении всего жизненного цикла изделия, необходимыми являются знания в области математических основ создания геометрических моделей сложных изделий. Приобретению этих знаний посвящен курс «Геометрическое моделирование в САПР», читаемый на кафедре вычислительной техники.

Представление о математических задачах, решаемых при создании геометрических моделей, не всегда дает возможность студенту реально представить результат моделирования. Поэтому для полного понимания сути того или иного метода создания геометрической модели необходимо иметь возможность реализовать модель средствами современных САПР. Студенты кафедры вычислительной техники имеют возможность освоить все современные методы формирования геометрических моделей средствами САПР Pro/ENGINEER. В этом случае многие вопросы, возникающие при изучении теоретического курса, оказываются сняты. Возможность работы студентов в этой системе появилась благодаря участию кафедры вычислительной техники в программе компании PTC по внедрению своих интегрированных технологий проектирования в ведущие вузы мира.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИХ СОЗДАНИЯ, ИЗУЧАЕМЫЕ В РАМКАХ КУРСА «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР»

В курсе «Геометрическое моделирование в САПР» студенты изучают различные типы моделей:

- двумерные модели;
- трехмерные модели.

В связи с тем, что для построения твердотельной модели используется поверхностная оболочка, основное внимание при изучении трехмерных геометрических моделей уделено поверхностному моделированию. В свою очередь любая поверхностная модель формируется на основе трехмерных или плоских кривых. Поэтому большая часть курса посвящена изучению различных способов построения кривых.

В курсе изучаются математические основы построения следующих кривых:

- кубических сплайнов;
- нормализованных кубических сплайнов (кривых Эрмита);
- кривых Безье;
- рациональных кривых Безье;
- В-сплайновых кривых;
- рациональных В-сплайновых кривых на неравномерной сетке параметризации — NURBS кривых.

Результатом изучения алгоритмов построения кривых является выполнение студентами практических заданий, в которых они реализуют рассмотренные методы создания кривых в любой доступной им среде программирования.

Основой проектирования любого сложного изделия является выбор метода, с помощью которого будет создана его модель. Таким образом, представление о методах, используемых в современных САПР для создания геометрических моделей, необходимо для студентов специальности САПР.

В курсе «Геометрическое моделирование в САПР» рассмотрены основные подходы к созданию геометрических моделей. Большое внимание уделено изучению принципов параметризации в геометрическом моделировании. Студенты знакомятся с различными параметрическими моделями, в которых используется:

- иерархическая параметризация;
- вариационная параметризация;
- геометрическая параметризация;
- табличная параметризация.

После освоения данного подхода к моделированию студенты используют их при решении задач моделирования в рамках курсовых, дипломных и бакалаврских работ.

Полное представление о геометрических моделях невозможно без понимания кинематического принципа их построения. Вопросам построения мо-

делей такого типа также уделено большое внимание в рамках курса. Простейшие модели, построенные по этому принципу следующие:

- поверхность вращения;
- линейчатая поверхность или поверхность соединения;
- заметающая поверхность (простейшая поверхность перемещения, протянутая поверхность — sweep-поверхность).

Для освоения математического аппарата, позволяющего описать алгоритм построения таких моделей, от студентов требуется наличие базовых знаний высшей математики.

Например, простейшую поверхность вращения в соответствии с рис.1 можно описать с помощью следующей формулы:

$$Q(t, q) = (x(t), y(t), z(t), 1) \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(q) & \sin(q) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

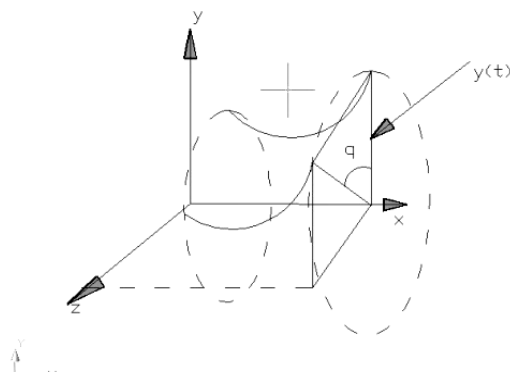


Рис. 1. Задание поверхности вращения

Простейшая sweep-поверхность также может быть представлена с помощью простого математического выражения. Тоже касается и построения поверхности соединения в случае, если используется линейная аппроксимация между двумя кривыми.

Для усложнения sweep-поверхности или выполнения отличной от линейной аппроксимации между двумя профилями, необходимо либо усложнить функцию, выполняющую заметающее преобразование и функцию для аппроксимации между двумя кривыми, либо, в случае sweep-поверхности, использовать дополнительные кривые и выполнить совокупность аффинных преобразований. Использование таких алгоритмов позволяет построить sweep-поверхность, в которой помимо перемещения профиля вдоль образующей выполняется разворот кривых, являющихся профилями, в плоскостях сечения.

Помимо построения sweep-поверхностей студенты в рамках курса осваивают возможности построения более сложных протянутых поверхностей, например lofting-поверхностей. В результате освоения этих алгоритмов они выполняют построение поверхности без предварительно заданного профиля

и поверхности с масштабированием профиля при перемещении вдоль образующей. Также они осваивают алгоритмы построения lofting-поверхностей по нескольким профилям, которые смешиваются при протягивании. Результатом изучения различных алгоритмов построения сложных sweep- и lofting-поверхностей является самостоятельное построение студентами поверхности в рамках курсового проектирования.

Итак, результатом изучения курса «Геометрического моделирования в САПР» является приобретение знаний в области применения математического аппарата для создания различных геометрических моделей. Но без демонстрации способов построения таких моделей в реальной САПР у студентов возникает много вопросов, связанных с возможным использованием изученных ими способов построения моделей. Таких вопросов у студентов стало гораздо меньше после того, как на кафедре вычислительной техники в учебном процессе стала использоваться САПР Pro/ENGINEER.

3. ВОЗМОЖНОСТИ PRO/ENGINEER ДЛЯ ИЛЛЮСТРАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Можно выделить следующие основные возможности Pro/ENGINEER:

- возможность создания всех типов моделей;
- использование всех типов параметризации;
- создание геометрии, базирующейся на фичерах;
- ассоциативность, т.е. прямая и обратная связь трехмерной модели с конструкторской документацией на изготовление изделия.

Перечисленные возможности позволяют проиллюстрировать студентам все основные способы создания геометрических моделей и освоить все способы параметризации моделей.

В курсе «Геометрическое моделирование в САПР», как уже говорилось выше, большое внимание уделено изучению алгоритмов построения кривых. В Pro/ENGINEER есть команда Curve, которая позволяет по математическому выражению или по точкам построить любую пространственную или плоскую кривую. На рис. 2 показан диалог команды Curve для ввода математического описания кривой Безье по четырем опорным точкам.

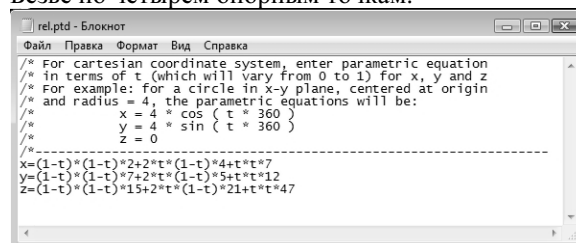


Рис. 2. Описание кривой Безье в команде Curve

Результатом выполнения этой команды является трехмерная кривая, поведение которой можно увидеть на экране компьютера. Аналогично могут быть построены все кривые, изученные в рамках курса.

Кривые, построенные с помощью команды Curve, используются в Pro/ENGINEER для построения сложных твердотельных и поверхностных моделей.

Особый интерес представляют возможности Pro/ENGINEER для построения трехмерных моделей, построенных по кинематическому принципу. Для построения таких моделей в данной САПР используются следующие команды:

- Extrude — простое выдавливание контура (профиля, сечения) по нормали к нему;
- Sweep — перемещение одного сечения (профиля) вдоль образующей;
- Blend — соединение двух или более сечений (профилей) с заданием способа сглаживания при выполнении соединения;
- Swept Blend — смешивание двух контуров (профилей) вдоль образующей;
- Variable Section Sweep — протягивание сечения (профиля) вдоль образующей с возможным изменением сечения в плоскостях при протягивании.
- Revolve — вращение контура вокруг оси.

Все эти команды позволяют строить трехмерные твердотельные, поверхностные и тонкостенные модели. Все перечисленные команды охватывают все математические методы, изученные в рамках курса «Геометрическое моделирование в САПР». А самое главное, помогают студентам осмыслить области использования изученных ими методов. На рис. 3 показан пример использования команд Sweep и Revolve при создании трехмерной твердотельной модели реальной детали.

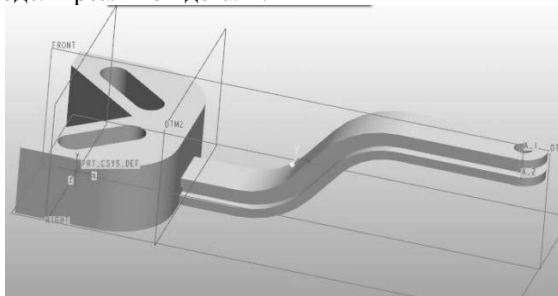


Рис. 3. Твердотельная модель, построенная с помощью команд Sweep и Revolve

На рис. 4 показана твердотельная модель детали, построенная с помощью команды Blend.

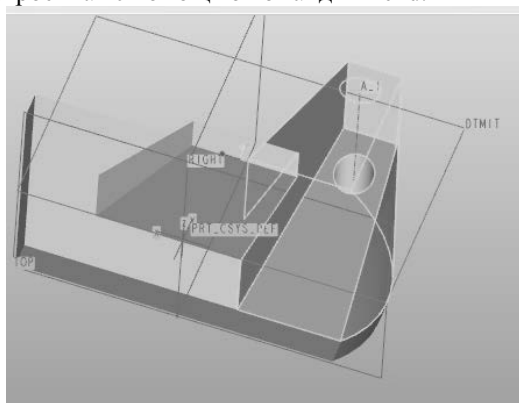


Рис. 4. Твердотельная модель, построенная с использованием команд Blend

Все модели, создаваемые в Pro/ENGINEER, являются параметризованными. На примере моделей, созданных средствами этой САПР, легко продемонстрировать все основные способы создания параметрических моделей. Например, работа в рамках создания эскиза для дальнейшей разработки твердотельной модели предполагает использование закрепления геометрических связей между составляющими эскиза. Используются следующие типы закреплений:

- вертикальные линии;
- горизонтальные линии;
- касательные друг к другу;
- симметричны;
- перпендикулярны друг к другу;
- равны;
- параллельны.

Создание таких закреплений является примером геометрической параметризации.

В системе Pro/ENGINEER в качестве элементов, из которых может быть разработана геометрическая модель проектируемого изделия, используются конструктивно-технологические элементы, которые называются фичерами (feature). Фичеры представляют собой конструктивные геометрические объекты, которые содержат в себе информацию о своем составе и могут легко изменяться. К таким конструктивным элементам относятся фаски, скругления, ребра, радиусы, оболочки и т.д. При проектировании изделия фичерам присваиваются некоторые параметры, содержащие как геометрическую, так и негеометрическую информацию. Модифицируя эти параметры, можно легко исследовать различные варианты проекта. Понятие фичеров рассматривается в теоретическом курсе, но полная ясность в области их использования при создании геометрической модели достигается при рассмотрении их в конкретных моделях, созданных средствами Pro/ENGINEER.

Важным принципом создания модели в Pro/ENGINEER является сохранения отношения Родитель/Потомок. Соблюдение этого принципа базируется на основе использования иерархической параметризации при создании любой геометрической модели. Суть иерархической параметризации состоит в фиксации всех этапов построения модели в дереве построения. Пример дерева построения трехмерной модели показан на рис. 5.

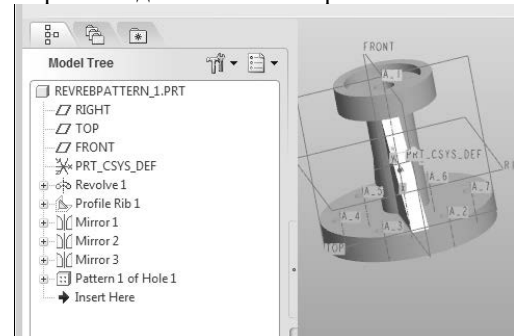


Рис. 5. Пример дерева построения трехмерной модели детали

При редактировании какого либо этапа создания модели детали, автоматически происходит изменение всей модели. Другими словами, при создании нового конструктивного элемента, все другие фичеры, на которые ссылается создаваемый конструктивный элемент, становятся его родителями. Изменение родительского конструктивного элемента приводит к изменению всех его потомков.

В Pro/ENGINEER есть возможности создания вариационных параметрических моделей, путем введения зависимостей в виде формул одних геометрических элементов модели от других.

Возможность использования самого простого способа параметризации — табличной, также присутствует в Pro/ENGINEER. В рамках системы можно создать семейство элементов и выбирать из них подходящий для создаваемой модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование САПР Pro/ENGINEER на кафедре Вычислительной техники позволило студентам специальности САПР значительно продвинуться в изучении методов создания трехмерных геометрических моделей. Для ускорения освоения студента-

ми этой системы и приобретения необходимых навыков работы с ее интерфейсами кафедре Вычислительной техникой силами студентов и преподавателей была разработана обучающая система, позволяющая постепенно, пошагово осваивать возможности САПР Pro/ENGINEER. В будущем предполагается продолжить внедрение системы Pro/ENGINEER в учебные курсы кафедры ВТ для дальнейшего освоения студентами возможностей современных автоматизированных систем проектирования по созданию сложных сборок и разработке конструкторской документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. — М.: Мир, 2001.
2. Лешихина И.Е., Пирогова М.А. Геометрические модели трехмерных поверхностей. Метод построения поверхностей по кинематическому принципу. — М.: Издательство МЭИ, 2002.
3. Буланов А.В. Wildfire 3.0. Первые Шаги. — М.: Издательство «Поматур», 2008.
4. Минеев М.А., Прокди Р.Г. PRO/ENGINEER WILDFIRE 2.0/3.0/4.0. Самоучитель. Книга + Видеокурс — СПб.: Наука и техника Ю, 2008.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ВЫЗВАННЫХ РАДИАЦИОННЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

АННОТАЦИЯ

При помощи компьютерного моделирования исследуется взаимодействие волны, образующейся в результате радиационного облучения материала, с агрегатами точечных дефектов. Раскрываются особенности воздействия волны на различные точечные дефекты. Показано, что волна может вызывать перемещение материала вглубь образца, путем образования специфических скоплений дефектов.

Данная работа, в частности, демонстрирует возможности использования компьютерного моделирования в инженерном образовании при изучении физики твердого тела.

ВВЕДЕНИЕ

Радиационное облучение материалов является одним из самых популярных методов модификации как металлических, так и полупроводниковых материалов. Наличие эффекта дальнего действия, обнаруженного в 60-е годы XX в. значительно расширяет границы технологического использования данного метода, так как в противном случае не возможно было бы получить глубокое проникновение ионов внутрь материала. В настоящее время отсутствует полное объяснение этого эффекта, и даже существуют работы полностью его отвергающие [1]. При выяснении природы эффекта дальнего действия наиболее широкие дискуссии разворачиваются вокруг ударных волн, зарождающихся в момент термального пика (thermal spike), образующегося из-за локального перегрева кристаллической структуры в том месте, где возникают каскадные атомные смещения [2]. Данная волна может вызывать течение бездефектного материала с перемешиванием атомов среды, аномальный массоперенос, а также бездиффузионные процессы.

При облучении кристалла образуется избыточное количество точечных дефектов, часть из которых аннигилирует, а другая часть может образовывать различные объединения — агрегаты. Агрегаты точечных дефектов могут обладать гораздо меньшей подвижностью, а следовательно, их дрейф к естественным стокам затруднен. Поэтому наличие таких объединений точечных дефектов оказывает влияние на физические свойства материалов, что в случае полупроводников может сказываться и негативно.

В настоящей работе, при помощи метода компьютерного моделирования исследуется влияние послекаскадной волны на различные агрегаты точечных дефектов.

1. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Процессы, связанные с радиационным облучением, характеризуются высокими скоростями и малыми областями исследования. Поэтому в данном случае для экспериментирования наиболее актуальным является компьютерное моделирование.

Эксперимент проводился на расчетном блоке, имитирующем трехмерный кристалл чистого алюминия. Взаимодействие между атомами описывалось с помощью парного потенциала Морза:

$$\varphi(r_{ij}) = D\beta e^{-\alpha r_{ij}} (\beta e^{-\alpha r_{ij}} - 2), \quad (1)$$

где α , β , D — параметры потенциала; r — расстояние между атомами. Применение простого полуэмпирического потенциала является оправданным, так как упругие нелинейные характеристики взаимодействия определяются объемным модулем упругости, по которому достаточно точно подгонялись параметры потенциала. Взаимодействие между атомами ограничивалось пятью первыми координационными сферами. Компьютерный эксперимент выполнялся по методу молекулярной динамики с использованием программы [3].

Точечные дефекты создавались в центре расчетного блока. Для создания волны, группе атомов присваивалась скорость вдоль кристаллографического направления $\langle 111 \rangle$ (см. рис. 1), таким образом, чтобы при распространении фронт волны проходил через дефекты.

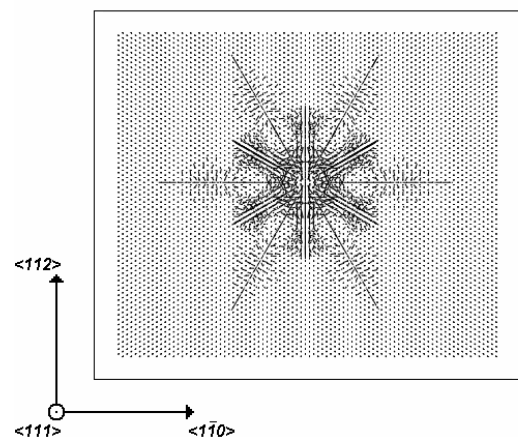


Рис. 1. Компьютерное моделирование волны

После конструирования расчетного блока включалась процедура релаксации путем разогрева кристалла вблизи 0 К. Затем при помощи визуализатора распределения потенциальной энергии рассматривались образующиеся после релаксации конфигурации точечных дефектов. С помощью данного визуа-

лизатора рассчитывалась потенциальная энергия для каждого из атомов, и он окрашивался в определенный цвет. Так более темный цвет атомов соответствует меньшему значению энергии, а светлый — большему. Для наглядности атомы с определенными значениями энергии не показывались.

2. АГРЕГАТЫ ВАКАНСИЙ

Созданные в начале эксперимента вакансии, в процессе релаксации кристалла образуют агрегаты, представляющие собой тетраэдры дефекта упаковки (см. рис. 2). Исследование показало, что волна, создаваемая в кристалле, не взаимодействует с данным агрегатом, не вызывает его трансформацию или дрейф.

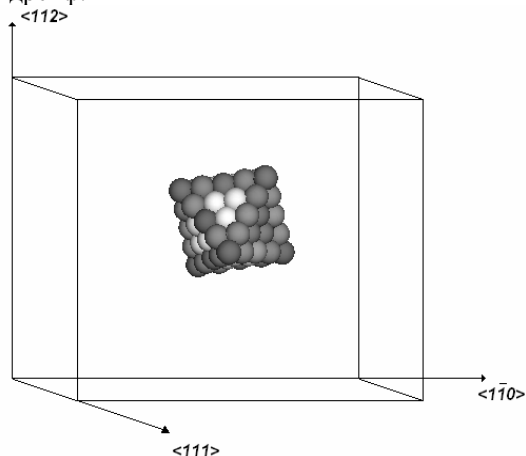


Рис. 2. Конфигурация атомов вблизи агрегата вакансий

3. АГРЕГАТЫ МЕЖУЗЕЛЬНЫХ АТОМОВ

Внедряемые в начале эксперимента в расчетный блок межузельные атомы, в процессе релаксации структуры образуют гантельные конфигурации. Но в случае прохождения через кластер межузельных атомов волны, образуются специфические образования — краудионные комплексы (см. рис. 3). Необходимо оговорить, что непременным условием образования краудионов является достаточно высокая скорость волн (сопоставимая со скоростью звука в данном материале). В противном случае волна не оказывает влияние на формирование агрегатов.

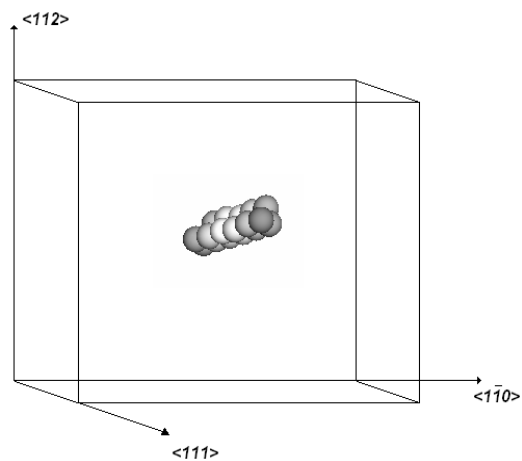


Рис. 3. Комплекс краудионов, образованный после прохождения волны

При прохождении через подобные образования серии волн, краудионные комплексы начинают смещаться. При этом данные образования являются энергетически выгодными, и остаются стабильными при нагревании расчетной ячейки вплоть до температуры плавления материала. Таким образом, можно предположить, что послекаскадные волны могут перемещать краудионные комплексы на значительные расстояния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что в результате облучения материала, образующиеся при этом волны способны переносить вещество вглубь кристалла путем образования специфических подвижных дефектов — краудионных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Исследование** эффекта дальнего действия при высокочастотной ионной имплантации в металлы // *Металлофизика и новейшие технологии* / О.Г. Бахарев, А.Д. Погребняк, Е.А. Базыль, С.В. Соколов. 1999. Т. 21. № 8. С. 61 — 70.
2. **Овчинников В.В.** Радиационно-динамические эффекты. Возможности формирования уникальных структурных состояний и свойств конденсированных сред // *Успехи физических наук*. 2008. Т. 178. №9. С. 991—1001.
3. **Полетаев Г.М.** Моделирование методом молекулярной динамики структурно-энергетических превращений в трехмерных ГЦК металлах (МД3). Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2008610486 от 25.01.2008.

PYTHON — ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается применение языка программирования и библиотек Python для проведения научных и инженерных расчетов, а также в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Важной составляющей инженерного образования является приобретение навыков проведения расчетов. В настоящее время в России в качестве инструментов для научно-технических и инженерных расчетов в основном используются пакеты общего назначения, включая Matlab, Mathcad, Maple и Mathematica, а для решения задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных, Ansys, COMSOL Multiphysics и отечественный ELCUT. Перечисленные выше пакеты являются весьма дорогостоящими, их легальное использование студентами и преподавателями ограничено в лучшем случае компьютерными классами вуза. В то же время использование таких бесплатных пакетов как SMath Studio, Scilab, Sage а также системы для статистической обработки данных R не находят в России широкого распространения в отличие от зарубежных университетов.

Общим для перечисленных выше пакетов общего назначения является наличие встроенных процедур решения определенных классов задач, высокоуровневого языка программирования, средств ввода данных, представления и визуализации полученных результатов. Основным различием является наличие развитого пользовательского интерфейса, так в Mathcad многие задачи можно формулировать, решать, публиковать решения, не прибегая к внутреннему языку программирования. Существенной является широта круга решаемых задач, «заточенность» на определенные классы задач, например, разработчики Matlab пошли по пути создания специализированных пакетов для решения задач моделирования, параллельных вычислений, статистической обработки данных, нечеткой логики, обработки изображений, работы с нейронными сетями и т.д.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА PYTHON

Разработанный в конце 80-х годов прошлого века Гвидо ван Россумом язык программирования Python получил свое название от известной английской скетч-группы «Летающий цирк Монти Пайтона».

Python — высокоуровневый язык общего назначения, при создании которого акцент сделан на удобочитаемость исходных текстов и производительность труда программиста. Синтаксис Python минималистичен, программы на нем существенно короче, чем на других языках общего назначения, включая C++, C#, Java. В отличие от перечисленных языков Python интерпретируемый язык, тем не ме-

нее, приложения, разработанные на его основе, достаточно производительны по сравнению с другими интерпретируемыми языками, например Ruby.

Python поддерживает несколько парадигм, включая структурное, объектно-ориентированное, функциональное, императивное и аспектно-ориентированное программирование. В язык встроены динамическая типизация, автоматическое управление памятью, интроспекция, механизмы обработки исключений, параллельное программирование, исходный код программ может быть организован в функции, классы, модули и пакеты.

Система программирования изначально была задумана как многоплатформенная, реализации Python имеются практически для всех широко используемых операционных систем, а в Linux Python встроены. Приложения, написанные на Python, работают как на суперкомпьютерах, так и смартфонах.

Python интенсивно развивается, примерно раз в два-три года выходят новые версии языка. Вокруг системы программирования сложилось обширное и активное сообщество разработчиков, использующих ее в своей работе.

Язык получил широкое распространение, достаточно сказать, что существенная часть приложений NASA, Google и Яндекс написана на Python.

PYTHON В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В ряде зарубежных университетов Python изучается в качестве первого языка программирования. Использование Python в учебном процессе облегчается модульностью языка — начать его изучение можно, запустив интерпретатор из командной строки и используя его в качестве программируемого калькулятора. Новые понятия вводятся по мере необходимости.

Естественно, нет необходимости работать с Python из командной строки. Существует большое число визуальных сред программирования, поддерживающих работу с Python. Здесь мы упомянем бесплатные Eclipse+PyDev, Aptana, PyScripter, платные PyCharm, Komodo IDE. В 2011 году появились средства для работы с Python, встраиваемые в Microsoft Visual Studio 2010. Особо отметим дистрибутив Portable Python, который может быть установлен на переносимом носителе и содержит все необходимое для изучения языка и проведения инженерных расчетов — среду разработки и библиотеки, поэтому он очень удобен для использования в учебном процессе.

В последние годы на русском языке изданы качественное и исчерпывающее руководство программированию на Python [1], справочник [2], прекрасное руководство для первого знакомства с языком [3].

БИБЛИОТЕКИ PYTHON

Привлекательность Python в качестве платформы для проведения научно-технических и инженерных расчетов определяется несколькими факторами, самым важным из которых является большое число качественных и доступных библиотек. В сообществе Python это называется в «комплекте с батарейками». Наряду с обширной встроенной библиотекой Python [4] наиболее распространенными являются библиотеки для работы со структурами данных для научно-технических расчетов numpy, численными методами scipy, интерфейсы для пространственных библиотек численных методов IMSL (проприетарная), alglib (бесплатная, созданная нашими соотечественниками), библиотеки визуализации результатов расчетов matplotlib, работы с изображениями PIL. Имеются интерфейсные модули, позволяющие взаимодействовать с Matlab, R, другими системами научно-технических расчетов, с различными системами управления базами данных. Для Python разработано несколько сред web-разработки (фреймворков), которые со сравнительно умеренной трудоемкостью позволяют публиковать результаты расчетов и конструировать интерактивные web-приложения. К ним относятся Django, Pyramid, Plone, CheryPy.

Здесь же следует упомянуть о «питоническом» подходе, культивируемом в сообществе пользователей, когда взаимодействие с внешними приложениями, включая базы данных и web, осуществляется исключительно средствами языка. Компактность и удобочитаемость исходных текстов приложений Python также способствует росту его популярности в качестве платформы для инженерных расчетов. К сожалению, в отличие от самого языка, руководства по работе с библиотеками имеются в основном в виде отрывочных web-публикаций, исключениями являются [4, 5]. Естественной областью применения языка является сбор, обработка и представление информации, полученной из Интернета [6].

В качестве примера приведем результаты лекционной демонстрации — визуализации решения однородной краевой задачи для уравнения $\lambda u'' - \alpha u = -p$, описывающего распределение температуры в стержне при равномерном распределении выделяемой мощности p по его длине.

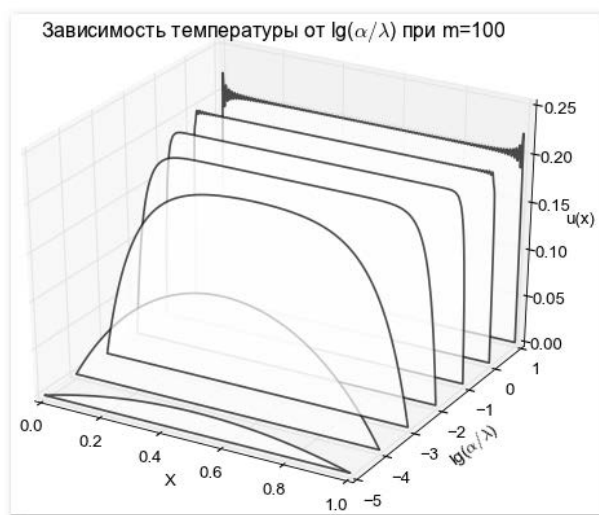


Рис. 1

На рис. 1. приведены зависимости решения от отношения коэффициента теплоотдачи с поверхности α к теплопроводности стержня λ при постоянном числе удерживаемых членов разложения решения в ряд Фурье, равном $m=100$. Визуализация выполнена с помощью средств библиотеки matplotlib.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перечисленное выше делают Python в сочетании с библиотеками удобной платформой как для обучения программированию, так и для проведения инженерных расчетов, визуализации их результатов и публикации в Интернет. В то же время для популяризации платформы для проведения научно-технических и инженерных расчетов необходима публикация на русском языке описаний библиотек, а также примеров их применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лутц М. Изучаем Python. — СПб.: Издательство Символ-Плюс, 2011.
2. Бизли Д. Python. Подробный справочник. — СПб.: Издательство Символ-Плюс, 2010.
3. Прохоренок Н.А. Самое необходимое. СПб.: Издательство БХВ-Петербург, 2010.
4. Hellman D. The Python Standard Library by Example. — NY: Addison-Wesley, 2011.
5. http://ru.wikiversity.org/wiki/Программирование_и_научные_вычисления_на_языке_Python.
6. Сегаран Т. Программируем коллективный разум. — СПб.: Издательство Символ-Плюс, 2008.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИСКРЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ

АННОТАЦИЯ

Предложено решение задачи оптимального управления дискретными системами с помощью модифицированного метода искусственных иммунных систем поиска условного глобального экстремума. Сформирован алгоритм решения поставленной задачи, на основе которого создано программное обеспечение. Приведены примеры, иллюстрирующие эффективность алгоритма.

ВВЕДЕНИЕ

Метод искусственных иммунных систем (ИИС) [1, 2] относится к метаэвристическим методам поиска и является представителем эволюционных методов. Метод ИИС использует идеи, заимствованные из иммунологии, имитируя работу иммунной системы живого организма. Метод ИИС может применяться, когда практически полностью отсутствует информация о характере и свойствах исследуемой функции.

В данной работе рассмотрено применение модифицированного метода ИИС поиска условного глобального экстремума к задаче нахождения оптимального программного управления дискретными детерминированными системами [4]. Предложен алгоритм решения поставленной задачи. На его основе сформирован комплекс программных средств, позволяющий решать поставленную задачу для различных моделей систем управления и различных функционалов качества. При помощи разработанного комплекса решено несколько тестовых примеров.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Поведение модели объекта управления описывается разностным уравнением состояния $x(t+1) = f(t, x(t), u(t))$, $t = 0, 1, \dots, N-1$, где x — вектор состояния системы, $x \in \mathbb{R}^m$; u — вектор управления, $u \in U(t) \subseteq \mathbb{R}^q$, $U(t)$ — замкнутое выпуклое множество допустимых значений управления; t — дискретное время, число шагов N задано, $f(t, x, u)$ — непрерывная вектор-функция.

Начальное состояние системы задано: $x(0) = x_0$. Правый конец траектории свободен.

Множество допустимых процессов $D(0, x_0)$ — это множество пар $d = (x(\cdot), u(\cdot))$, включающих траекторию $x(\cdot)$ и управление $u(\cdot)$, удовлетворяющих уравнению состояния и начальному условию.

На множестве допустимых процессов определен функционал качества управления $I(d) =$

$$= \sum_{t=0}^{N-1} f^0(t, x(t), u(t)) + F(x(N)).$$

Требуется найти такую пару $d^* = (x^*(\cdot), u^*(\cdot))$, что $I(d^*) = \min_{d \in D(0, x_0)} I(d)$.

2. СТРАТЕГИЯ ПОИСКА РЕШЕНИЯ

Поясним некоторые биологические термины. Иммунной системой живого организма называется подсистема, которая защищает организм от заболеваний. Суть иммунной системы заключается в том, что она идентифицирует и уничтожает чужеродные тела, попавшие в организм, и совершенствуется, накапливая опыт борьбы с ними. Антигеном называется вещество, которое воспринимается как чужеродное и от которого организм пытается защититься. Для того чтобы организм смог защититься от антигенов, в нем при помощи специальных иммунных клеток вырабатываются антитела. Антителом называется вещество, которое распознает антиген и способствует его уничтожению. Если иммунные клетки выработали антитела, которые смогли распознать антиген, то информация об этих антителах сохраняется в клетках памяти. Клеткой памяти называется иммунная клетка, которая сохраняет в себе информацию о новых антителах, способных распознать антиген, для того, чтобы в следующий раз, когда в организм попадет такой же или похожий антиген, иммунная система организма смогла работать быстрее и эффективнее.

Метод ИИС применим к решению задачи оптимизации целевой функции $f(x) = f(x_1, \dots, x_n)$, определенной на множестве допустимых решений $D \subseteq \mathbb{R}^n$, и позволяет найти ее условный глобальный максимум на заданном множестве.

В методе ИИС рассматриваемая целевая функция $f(x)$ эквивалентна природному понятию приспособленности иммунной клетки к борьбе с антигенами. Поэтому будем называть целевую функцию $f(x)$ функцией приспособленности. Вектор параметров $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ целевой функции в ИИС называется иммунной клеткой. Каждый вектор $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T \in D$ является возможным решением поставленной оптимизационной задачи.

При решении задачи используются конечные наборы возможных решений (популяции) $I = \{x^j = (x_1^j, \dots, x_n^j)^T, j = 1, \dots, Np\} \subset D$, где Np — размер популяции. Применение метода ИИС сводится к исследованию множества D при помощи

перехода от одной популяции к другой. Чем больше значение целевой функции $f(x^j)$, тем более иммунная клетка x^j приспособлена и подходит в качестве решения.

Метод ИИС имитирует эволюцию начальной популяции, и представляет собой итерационный процесс. Во время работы метода на каждой итерации к популяции применяются биологические операторы: клонирование, мутация и селекция, после чего происходит замена клеток с низким уровнем приспособленности на новые. Таким образом, формируется новая популяция. Метод заканчивает работу после того, как сформируется заданное количество популяций, в качестве приближенного решения задачи из последней популяции выбираются иммунные клетки, которым соответствует наибольшее значение функции приспособленности.

При использовании модифицированного метода ИИС для решения поставленной задачи будем оптимизировать управление $u(\cdot)$. Так как необходимо найти пару $d^* = (x^*, u^*)$, соответствующую минимальному значению функционала, то будет решаться задача
$$I(d^*) = \min_{d \in D(0, x_0)} I(d) = - \max_{d \in D(0, x_0)} [-I(d)].$$

Функцией приспособленности будет являться функционал $-I(d) = -I(x(\cdot), u(\cdot))$. В популяции j -я иммунная клетка будет представлять собой вектор $u^j = (u^j(0), u^j(1), \dots, u^j(N-1))^T$. Для того чтобы найти значение функционала $-I(d^j)$, необходимо определить траекторию системы $x^j = (x_0, x^j(1), \dots, x^j(N))^T$, соответствующую управлению u^j .

3. ПРИМЕРЫ

Пример 1. Заданы модель объекта управления $x(t+1) = x(t) + u(t)$, где $x \in \mathbb{R}$, $|u| < 30$, $t = 0, 1, \dots, N-1$, $N = 4$, $x(0) = 3$, и функционал

$$I = \sum_{t=0}^{N-1} \frac{1}{t+1} u^2(t) + 2x(N).$$

Требуется найти минимальное значение функционала.

Результаты работы модифицированного метода ИИС: $\min I = -3,9999$. Точное решение задачи для $N = 4$ имеет вид: $\min I = -4$. Сравнивая результаты, полученные при помощи модифицированного метода ИИС, с точным решением, можно оценить эффективность алгоритма.

Пример 2. Воспользуемся примером 1, оставим параметры метода прежними, но пусть теперь $N = 20$. В результате работы метода было получено значение критерия $\min I = -203,9519$. Точное минимальное значение критерия для $N = 20$ равно -204 . Сравнивая полученные результаты с точным решением, можно сделать вывод, что эффективность работы модифицированного метода ИИС падает с увеличением времени функционирования системы. Однако, изменяя параметры метода, можно добиться более высокой точности: $\min I = -203,9996$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен алгоритм решения задачи нахождения оптимального управления дискретными системами с помощью модифицированного метода искусственных иммунных систем поиска глобального экстремума, на основе которого было разработано соответствующее программное обеспечение. Эффективность метода продемонстрирована на конкретных примерах. Было выявлено, что точность решения с увеличением времени функционирования системы ухудшается, однако широкие возможности выбора параметров метода позволяют обеспечить желаемую точность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Immunity-Based Systems-Intelligent Systems by Artificial Immune Systems** / Y. Ishida, H. Hirayama, H. Fujita, A. Ishiguro, K. Mori. Corona Pub., Co. Japan, 1998.
2. **Дасгупта Д.** Искусственные иммунные системы и их применение. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
3. **de Castro L., Timmis J.**, An Artificial Immune Network for Multimodal Function Optimization, Proceedings of IEEE Congress on Evolutionary Computation, vol. 1, pp. 669-674, 2002.
4. **Пантелеев А.В., Меглицкая Д. В.** Применение генетических алгоритмов с бинарным кодированием к задаче оптимального управления дискретными системами // Вестник МГТУ ГА. 2010. № 157. С. 34—41.

СРЕДСТВА ПУБЛИКАЦИИ РАСЧЕТНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В WEB

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются средства, позволяющие с умеренной трудоемкостью публиковать в web расчетные приложения — апплеты.

ВВЕДЕНИЕ

Важное место в инженерном образовании занимают простые приложения, позволяющие в наглядном виде проводить вычислительные эксперименты, отображать их результаты в табличной и графической форме, осуществлять многовариантные расчеты. Далее мы будем называть такие приложения апплетами. Данный термин введен в середине 90-х годов прошлого века разработчиками языка программирования Java для приложений, выполняющихся в контексте браузера [1]. Здесь термин апплет имеет расширительное толкование и относится к web-приложениям, выполняющимся, как на стороне сервера, так и клиента.

Апплеты используются не только в образовательном процессе, но и в практической инженерной деятельности. Пожалуй, первым на это обратил внимание проф. О.Л. Данилов, под руководством которого разработано большое число расчетных приложений для решения задач энергосбережения [2].

В настоящее время основными средствами для работы с расчетными приложениями в учебном процессе являются системы инженерных расчетов общего назначения, например, Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, позволяющие создавать приложения, выполняющиеся на локальных компьютерах. Простые и доступные возможности для создания приложений, публикуемых в web, предоставляет только Mathcad Calculation Server (MCS). Широкое использование MCS в учебном процессе ограничивается его высокой стоимостью и ограниченными возможностями масштабирования. Создание апплетов с помощью технологий разработки web-приложений общего назначения, включая PHP, Asp.Net, Django, Ruby on Rails на стороне сервера и Flash, Silverlight, DHTML на стороне клиента, наталкивается, как показывает опыт, на ряд трудностей. Разработчики должны иметь знания и навыки не только в предметной области, для которой создаются апплеты, но и в технологиях создания web-приложений. Кроме того, перечисленные технологии не слишком хорошо приспособлены к разработке апплетов. Это в свою очередь обуславливает высокую трудоемкость создания апплетов, необходимость для каждого апплета писать большой объем программного кода.

В связи с этим встает вопрос о создании минифреймворка — средства для изготовления апплетов, позволяющего разрабатывать их с умеренной трудоемкостью и не предъявляющего высоких требо-

ваний к квалификации разработчиков в области web-технологий.

1. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ РАЗРАБОТКИ АППЛЕТОВ

Если исходить из того, что апплеты разрабатываются в основном преподавателями для поддержки учебного процесса: практических занятий и лекций, то основными являются требования простоты (Т1) и минимальной трудоемкости (Т2). Средства разработки апплетов не должны требовать изучения объемных и сложных технологий и позволять создавать апплеты во время подготовки к лекциям и практическим занятиям. Реализация вычислительной модели должна осуществляться на общеизвестных языках программирования и не требовать знания специфических приемов, используемых в web-технологиях.

Предполагается, что апплеты — небольшие приложения, но для поддержки учебного процесса требуется создание большого количества таких приложений. Отсюда следует необходимость простого управления ими. Нужны средства, которые позволяют не только разработать апплет, но и опубликовать его, сделать доступным для определенного контингента обучаемых как в компьютерных классах вуза, так и на домашних компьютерах, исключить накладные расходы по установке и обслуживанию апплетов на рабочих местах пользователей. Назовем это требованием минимального управления и нулевой установки (Т3). Именно этим требованием обусловлена реализация апплетов в виде серверных web-приложений, доступ к которым осуществляется с помощью браузера.

В средства разработки апплетов должны быть «из коробки» встроенные средства, облегчающие труд разработчика, включая средства взаимодействия с пользователем, контроля введенных пользователем данных, представления результатов расчетов в виде таблиц и графиков (Т4).

Естественно, что апплеты должны использовать библиотеки как численных методов, так и методов специфичных для предметной области. Это означает, что пользователь должен обладать свободой выбора используемых библиотек (Т5). Существует большое число библиотек численных методов, использование которых вызывает «привыкание» и трудность при переходе к другим библиотекам.

Немаловажным для применения апплетов в учебном процессе является низкая стоимость владения и эксплуатации, умеренные требования к аппаратным средствам, простые возможности масштабирования и балансировки нагрузки, использующие по возможности стандартные средства (Т6). Дело в том, что web-приложения, поддерживающие

учебный процесс, испытывают пиковые нагрузки при выполнении рубежных проверок знаний, выполнении расчетных заданий, курсовых проектов, в зачетную и экзаменационную сессии.

2. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ АППЛЕТОВ

Оптимальным представляется создание и отладки апплета на локальном рабочем месте разработчика без необходимости обращения к рабочему серверу приложений. Предлагаемые средства позволяют выполнить весь цикл разработки и отладки в среде Microsoft Visual Studio 2010 или при необходимости в среде бесплатных Visual Web Developer 2010 Express и Visual C# 2010 Express.

Разработанный апплет тестируется администратором сервера приложений. По соображениям безопасности мы отказались от самостоятельной публикации апплетов разработчиками. Одновременно осуществляется внесение описания апплета в перечень опубликованных апплетов (см. <http://applets.mpei.ru/apps11/content/examples>).

Администратор и преподаватель при наличии соответствующих прав могут сделать апплет доступным для всех или отдельных пользователей. Публикация и управление доступом к апплетам осуществляется через web-интерфейс.

При обращении пользователя к опубликованному апплету он динамически загружается в память сервера, перед пользователем появляется web-страница, содержащая описание апплета и форма для ввода входных данных.

Ввод данных завершается нажатием пользователем кнопки, после чего входные данные передаются на сервер, где осуществляется вычисление выходных данных, фреймворк осуществляет при необходимости проверку данных, их представление в виде таблиц и графиков, передачу пользователю в виде web-страницы.

Цикл ввод данных—вычисление—отображение выходных данных осуществляется столько раз, сколько это нужно пользователю. При необходимости и при наличии разрешения администратора данные вычислений могут сохраняться в базе данных, откуда они в любой момент могут быть извлечены пользователем и отображены на web-странице апплета.

3. АРХИТЕКТУРА АППЛЕТОВ

Фреймворк апплетов представляет собой web-приложение Asp.Net 4 и построено в соответствии с паттерном проектирования MVC (модель — представление контроллер) [3].

Фреймворк осуществляет связь между составляющими апплета:

- моделью — текстовым описанием объектов апплета;
- представлением — html- документом — который после преобразования фреймворком отображается пользователю, служит для ввода данных и отображения результатов расчетов в табличном и графическом видах;

- контроллером — программой подготовленной разработчиком, которая осуществляет прием данных, введенных пользователем, а также имеющихся в модели, вычисление выходных данных.

Фреймворк осуществляет начальную загрузку файлов модели, представления и контроллера в оперативную память, их проверку, преобразование модели в объектное представление, формирование на основе модели и представления html-документа для отображения пользователю. При соответствующей настройке контроллер может быть выполнен и при инициализации апплета.

После ввода необходимых данных пользователь передает управление фреймворку, после чего фреймворк модифицирует данные модели, вызывает на выполнение контроллер, передавая ему модифицированные данные модели. В свою очередь контроллер по входным данным вычисляет выходные, фреймворк принимает измененные контроллером данные и осуществляет их отображение с помощью представления. Все изменения модели осуществляются в оперативной памяти. При необходимости состояние модели может быть сохранено в базе данных. Делается это только для зарегистрированных и аутентифицированных пользователей в том случае, если такое сохранение предусмотрено моделью и контроллером. Сохранение состояния моделей апплетов позволяет строить конвейеры в стиле операционной системы Unix, когда выходные данные одного апплета могут служить входными для другого.

4. МОДЕЛЬ АППЛЕТА

Модель представляет собой описание объектов апплетов в расширенном формате JSON (см. <http://ru.wikipedia.org/wiki/JSON>). Выбор данного формата обусловлен его простотой, наличием средств сериализации/десериализации практически для всех современных языков программирования. Расширения формата касаются возможности включать в модель апплета однострочные и многострочные комментарии в стиле языка программирования C.

Описание объекта включает в себя следующие атрибуты:

- имя объекта, используемое при программировании контроллера апплета;
- описание объекта;
- тип объекта; в настоящее время фреймворк поддерживает объекты следующих типов:
 - целые числа;
 - числа с плавающей запятой удвоенной точности;
 - логические значения;
 - строки произвольной длины;
 - редактируемые и не редактируемые таблицы, включающие столбцы перечисленных выше примитивных типов;
 - графики функций одной переменной;
 - гистограммы;

- графики для отображения функций двух переменных;
- поверхностей уровня для функций двух переменных¹;
- элементы управления (кнопки, гиперссылки, кнопки с изображениями), позволяющие пользователю передавать управление передавать управление апплету;
- значение (список значений объекта);
- ограничения на значения объекта (диапазон значений или список возможных значений).

В качестве примера приведем фрагмент модели апплета-калькулятора, выполняющего четыре арифметические действия:

```
{
  "Operand1":{"objtype":"double", value:2.0, argtype:"in", "description":"Операнд 1 калькулятора", "width":50 },
  "Operation":{"objtype":"text", "value":"+", argtype:"in", "values":["+", "-", "*", "/"], "description":"Операция, выполняемая над операндами", "width":55},
  "Operand2":{"objtype":"double", value:2.0, argtype:"in", "description":"Операнд 2 калькулятора", "width":50},
  "Result":{"objtype":"double", value:4.0, argtype:"out", "description":"Результат выполнения операции над операндами", "width":50},
  "Exec":{"objtype":"exec", name:"calc", "module-type":"dll", "ui":{"link", "value":"Выполнить", command:"exec", description:"кнопка, для выполнения операции"},
  "Comment":{"objtype":"text", "value":"", argtype:"out", ui:"label", "description":"комментарий, описание ошибок"}
}
```

Атрибут objtype используется для описания типа объекта, argtype описывает входные объекты (in), выходные (out), входные-выходные (inout). В атрибуте values задается значение объекта, description используется для описания объекта апплета.

5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

Представление апплета — это обычный html-документ, в который объекты модели вводятся с помощью дескрипторов вида {{имя_объекта/}}. Ниже приводится представление для апплета-калькулятора:

```
<table align="center" >
<tr> <td align="right">Операнд 1: </td>
<td align="left">{{Operand1/}}</td> </tr>
<tr> <td align="right">Операция: </td>
<td align="left">{{Operation/}}</td> </tr>
<tr> <td align="right">Операнд2: </td>
<td align="left">{{Operand2/}}</td> </tr>
<tr> <td align="right">Результат: </td>
<td align="left">{{Result/}}</td> </tr>
<tr><td colspan="2">{{Exec/}}</td></tr>
<tr><td colspan="2">{{Comment/}}</td> </tr>
</table>
```

Имена объектов в модели и представлении апплета должны совпадать, имена не различаются по регистру символов. В качестве примеров приведем апплеты для отображении фрактальных множеств Жулиа (рис. 1), диффузии примеси в полупроводнике (рис. 2), построения гистограммы (рис. 3).

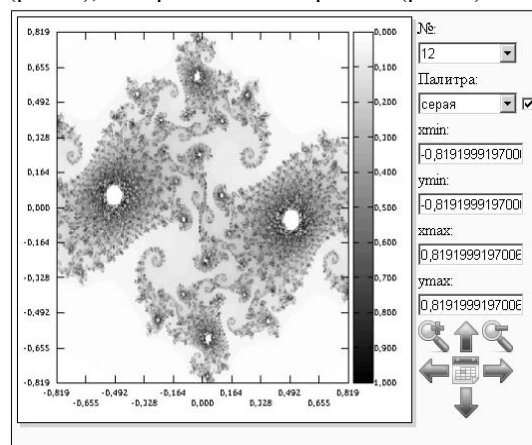


Рис. 1. Фрактальное множество Жулиа

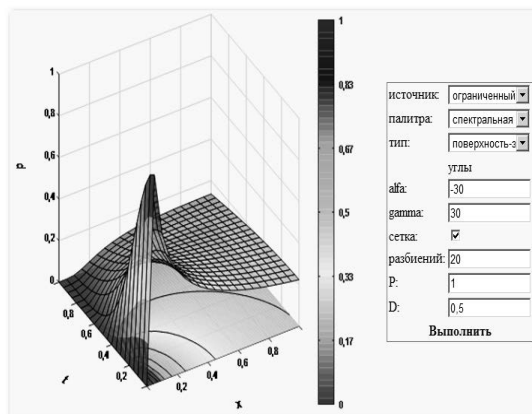


Рис. 2. Распределение примеси в полупроводнике при диффузии

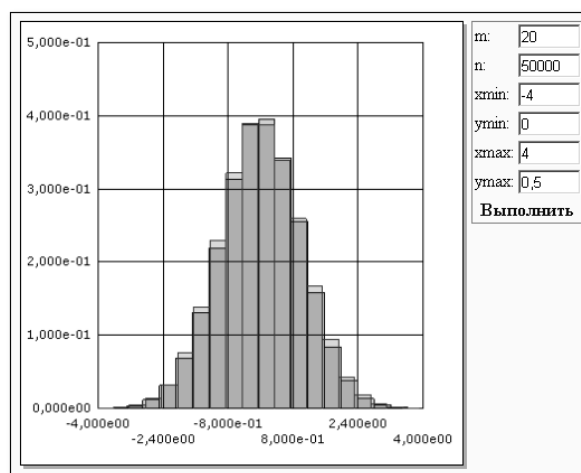


Рис. 3. Построение гистограмм при статистическом моделировании ускоренных испытаний конденсаторов

Как уже говорилось выше, примеры апплетов, в создании которых активно участвовали студенты МЭИ, опубликованы по адресу: <http://applets.mpei.ru/apps11/content/examples>.

¹ Графическая библиотека фреймворка разработана авторами на основе работы [4].

6. КОНТРОЛЛЕР АППЛЕТА

Контроллером апплета может выступать класс на любом языке программирования .Net 4.0, поддерживающий динамические объекты и реализующий интерфейс апплетов IPlugin. Для снижения трудоемкости разработан интерактивный конструктор, генерирующий по модели каркас контроллера, в частности для калькулятора каркас имеет вид:

```
// ссылки на пространства имен опущены
public class rod : IPlugin
{
    public string PluginName
    {get { return "calc"; } // имя апплета }
    // Обработчик апплета
    public dynamic Exec (dynamic p) {
        dynamic r = null;
        IDictionary<string, object> pp =
        p as IDictionary<string, object>; // словарь параметров
        p.id = "calc"; // имя апплета
        // читаем данные из модели (начало)
        double operand1 = Con-
        vert.ToDouble(p.operand1.value);
        double operand2 = Con-
        vert.ToDouble(p.operand2.value);
        // читаем данные из модели (конец)
        // начало содержательной части обработчика

        // конец содержательной части обработчика
        // пишем данные в модель (начало)
        p.result.value = result;
        // пишем данные в модель (конец)
        return r;
    }
}
// начало определения закрытых методов апплета

// конец определения закрытых методов апплета
}
```

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в докладе средства публикации апплетов позволяют создавать сравнительно простые вычислительные модели для лекционных демонстраций, проведения вычислительных экспериментов на практических занятиях, для поддержки типовых расчетов и курсового проектирования.

Наряду со средствами разработки и выполнения апплетов во фреймворк встроены возможности оперативной web-публикации электронных учебных пособий. Данная технология позволяет подготавливать образовательный контент в Microsoft Word или Libre Office Writer, встраивание активного содержимого, включая видео, приложения Flash и апплеты осуществляется с помощью аппарата дескрипторов при этом апплеты отображаются на web-страницах в плавающих фреймах. Такой подход позволяет дополнительно снизить трудоемкость, осуществляя подготовку описаний апплетов отдельно от их разработки и отладки.

Трудоемкость создания апплетов сравнима с трудоемкостью создания приложений MSC. На наш взгляд, необходимость написания при разработке апплета небольшой программы на одном из языков .Net не является существенным ограничением, т.к. программировать приходится и при создании приложений Mathcad, а в Matlab и Maple без программирования обойтись просто невозможно.

Требования к вычислительным ресурсам существенно меньше по сравнению с MSC, т.к. апплеты являются компилируемыми приложениями. Использование технологии Asp.Net позволяет применять стандартные приемы масштабирования и балансировки нагрузки.

В настоящее время с целью сокращения трудоемкости создания апплетов создается средство автоматической генерации представления по модели, а также интерактивный конструктор моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Нотон П.** Java. Справочное пособие. — М.: Изд-во Восточная Книжная Компания, 1996.
2. **Энергосбережение** в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник / О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.
3. **Гамма Э. Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж.** Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. — СПб.: Питер, 2007.
4. **Xu J.** Practical C# Chart and Graphics. — Phoenix, USA, UniCAD Publishing, 2007.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

АННОТАЦИЯ

Представлен сервер Московского энергетического института, дающий возможность проводить «облачные» расчеты энергоустановок.

Дан пример использования такой технологии для конструктивного и поверочного расчетов одноконтурного котла-утилизатора в составе парогазовой установки.

ВВЕДЕНИЕ

В списке 10 «ИТ-переворотов» (событий, которые серьезно изменяют жизнь пользователей компьютеров в течение ближайшего времени) на первом месте стоит развитие так называемых «облачных вычислений» («cloud computing») — предоставление заказчику удаленных вычислительных мощностей, дискового пространства и каналов связи. Вместо физических серверов заказчикам выделяются виртуальные серверы, которые будут развернуты на распределенной сети компьютеров промышленной мощности.

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СЕРВЕРЕ МЭИ

Специалистами Московского энергетического института запущен в эксплуатацию так называемый Mathcad Calculation Server (www.vpu.ru/mas) — «облачный» сервер, позволяющий обращаться к Mathcad-документам дистанционно через Интернет. Этот сервер может быть полезным для тех, кому необходимы свойства рабочих тел и теплоносителей энергетики, а также расчеты и визуализация процессов теплоэнергетических установок.

2. ПРИМЕР «ОБЛАЧНОГО» КОНСТРУКТИВНОГО И ПОВЕРОЧНОГО РАСЧЕТОВ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА В СОСТАВЕ ПГУ

Парогазовые установки (ПГУ) с котлами-утилизаторами (КУ) на сегодняшний день являются одними из самых перспективных энергетических установок [1].

Важным элементом тепловой схемы рассматриваемого типа ПГУ является КУ.

На сервере www.vpu.ru/mas с адресом <http://twf.mpei.ac.ru/MCS/Worksheets/PTU/Calculation-KU.xmcd> размещен «облачный» тепловой, гидравлический и аэродинамический расчет вертикального одноконтурного КУ в составе ПГУ.

При составлении программы данного расчета использованы рекомендации, формулы и уравнения, приведенные в [1—4]. Для определения теплофизических свойств рабочих тел использовалась сертифицированная программа WaterSteamPro

(<http://www.wsp.ru/>), которая разработана специалистами Московского энергетического института.

Пример блока исходных данных, подготовленный по технологии Mathcad Calculation Server приведен на рис. 1.

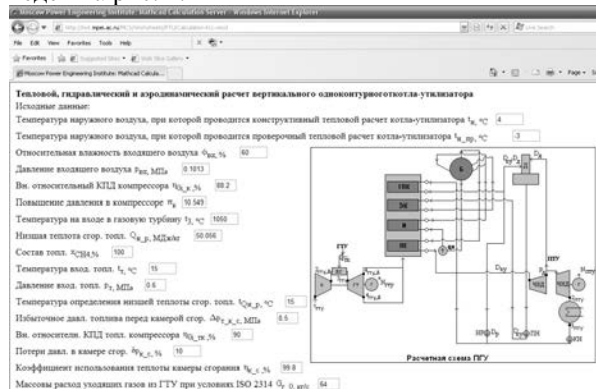


Рис. 1. Фрагмент подготовленного по технологии Mathcad Calculation Server блока исходных данных для расчета котла-утилизатора

Итак, пользователь, находясь на сайте <http://twf.mpei.ac.ru/MCS/Worksheets/PTU/Calculation-KU.xmcd>, введя в интерактивном режиме свои исходные данные, которые находятся в специальных ячейках (технология Mathcad Calculation Server), и нажимая «живую клавишу» Recalculate, может провести тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты одноконтурного КУ в составе ПГУ.

Особенностью расчета данного КУ есть то, что в зависимости от параметров наружного воздуха изменяются параметры выхлопных газов ГТУ и, следовательно, режим работы КУ (рис. 2). Это нужно обязательно учитывать.

Конструкторский расчет КУ выполняют для некоторых базовых параметров наружного воздуха в зависимости от разновидности ПГУ. Цель конструкторского расчета — определить площади поверхностей нагрева, геометрию отдельных элементов при заданных условиях, паропроизводительность и параметры генерируемого пара (рис. 3).

Поверочный расчет (тепловой, гидравлический и аэродинамический) КУ выполняют при принятом профиле поверхностей нагрева для всех прочих режимов работы в зависимости от параметров наружного воздуха, нагрузки ГТУ, типа сжигаемого топлива. В результате определяют параметры и количество генерируемого пара, параметры газов по тракту котла, его гидравлическое и аэродинамическое сопротивление (рис. 4).

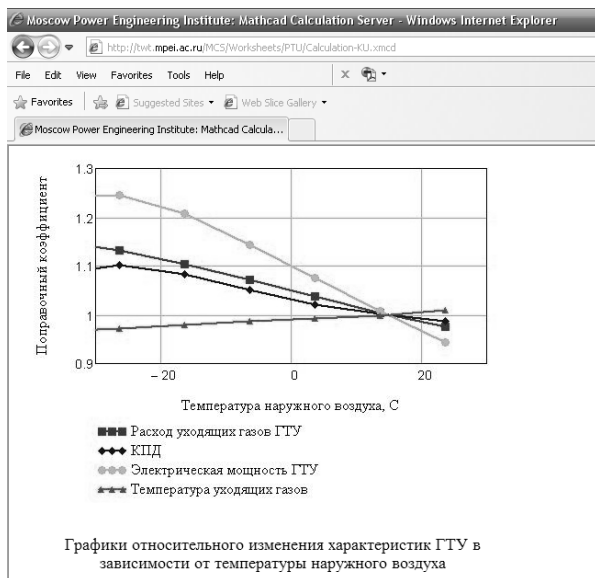


Рис. 2. Иллюстрация учета в расчетах зависимости характеристик газов на входе в котел-утилизатор от параметров наружного воздуха

Конструктивные параметры котла-утилизатора при расчетной температуре наружного воздуха $t_{н,р} = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$

	"ПЕ"	"I"	"ЭК"	"ГПК"
"Поверхность нагрева"	41	41	41	41
"Число труб в ряде, шт"	2	5	1	1
"Число параллельно вкл. рядов труб, шт"	82	205	41	41
"Число рядов труб по высоте, шт"	4	20	16	4
"Число рядов в блочном пакете, шт"	4	20	16	4
"Число ходов нагреваем. раб. тела, шт"	2	4	16	4
"Высота блоков, м"	0.34	1.68	1.34	0.34
"Площадь поверхности нагрева, м ² "	955.74	4778.68	3822.94	955.74
"Внутренний диаметр труб, мм"	27	27	27	27
"Толщина трубы, мм"	2	2	2	2
"Шаг ребер, мм"	5	5	5	5
"Высота ребра, мм"	13	13	13	13
"Толщина ребра, мм"	1	1	1	1
"Поперечный шаг труб, мм"	72	72	72	72
"Продольный шаг труб, мм"	84	84	84	84
"Длина оребренной трубы, l _{р-в} , м"	7	7	7	7
"Ширина газохода, м"	3	3	3	3
"Площадь для прохода газов, м ² "	10.61	10.61	10.61	10.61
"Площадь для прох. паровод. раб. тела, м ² "	0.05	0.12	0.02	0.02
"Скорость продуктов сгорания, м/с"	14.14	11.58	8.87	7.82
"Скорость нагреваемого раб. тела, м/с"	12.32	1	0.45	0.69

Рис. 3. Результаты конструкторского расчета КУ

Поверочный расчет (тепловой, гидравлический и аэродинамический) КУ выполняют при принятом профиле поверхностей нагрева для всех прочих режимов работы в зависимости от параметров наружного воздуха, нагрузки ГТУ, типа сжигаемого топлива. В результате определяют параметры и количество генерируемого пара, параметры газов по тракту котла, его гидравлическое и аэродинамическое сопротивление (рис. 4).

Параметры работы котла-утилизатора при температуре наружного воздуха $t_{н,р} = -3\text{ }^{\circ}\text{C}$

	"ПЕ"	"I"	"ЭК"	"ГПК"
"Поверхность нагрева"	41	41	41	41
"Температура наружного воздуха, С"	-3	-3	-3	-3
"Расход выходящих газов, кг/с"	67.86	67.86	67.86	67.86
"Температура газов на входе, С"	542.382	490.103	263.31	179.898
"Температура газов на выходе, С"	490.103	263.31	179.898	142.541
"Средняя температура газов, С"	516.242	376.706	221.604	161.219
"Избыток воздуха в газе"	3.115	3.115	3.115	3.115
"Средний температурный напор, С"	184.999	79.947	39.829	81.334
"Средняя скорость газов, м/с"	14.519	11.953	9.1	7.989
"Кoeffициент теплоотдачи, к ₂ , Вт/(м ² К)"	945.992	895.087	4538.27	4732.147
"Кoeffициент теплопередачи, к, Вт/(м ² К)"	29.988	46.015	39.835	34.538
"Аэродинамическое сопротивление, Па"	127.016	505.823	293.656	62.944
"Расход пара/воды, кг/с"	9.83	98.297	9.83	16.462
"Давление пара/воды на входе, МПа"	3.922	3.922	4.314	0.121
"Давление пара/воды на выходе, МПа"	3.9	3.922	4.118	0.121
"Удельный объем рабочего тела на выходе, м ³ /кг"	0.075	0.051	0.001	0.001
"Температура рабочего тела на входе, С"	249.185	245.211	105.493	60
"Температура рабочего тела на выходе, С"	399.723	249.185	245.211	98.885
"Средняя температура рабочего тела, С"	324.454	247.198	175.352	79.432
"Средняя скорость рабочего тела, м/с"	12.709	1.047	0.475	0.722

Рис. 4. Результаты поверочного теплового, гидравлического и аэродинамического расчетов КУ при заданной температуре наружного воздуха

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование математического пакета Mathcad, сетевым публикатором которого является Mathcad Calculation Server, позволяет проводить в сети Интернет «облачные» расчеты, не прибегая к помощи сторонних программистов.

Созданный на сервере www.vpu.ru/mas сайт <http://twt.mpei.ac.ru/MCS/Worksheets/PTU/Calculation-KU.xmcd> позволяет провести в соответствии с заданными пользователем исходными данными «облачный» тепловой, гидравлический и аэродинамический расчет вертикального одноконтурного КУ в составе ПГУ.

Сайт <http://twt.mpei.ac.ru/MCS/Worksheets/PTU/Calculation-KU.xmcd> общедоступен, постепенно расширяется, расчеты корректируются и добавляются, что также является существенным преимуществом по сравнению, например, с бумажными источниками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цанев С.В., Бузов В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов; под ред. С.В. Цанева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
2. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). — 2-е изд. СПб.: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. — 200 с.
3. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод). — М.: Энергия, 1977. — 256 с.
4. Гидравлический расчет котельных агрегатов: (нормативный метод). — М.: Энергия, 1978. — 256 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНИКИ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

АННОТАЦИЯ

Анализируются этапы использования вычислительной техники для решения учебных и инженерных задач.

Показаны основные противоречия, связанные с традиционной формой подачи формулиций в печатных изданиях и методами решения задач в среде современного инженерного калькулятора.

Полувековая история использования компьютеров для инженерных расчетов включает работу:

- с машинными кодами;
- с языками программирования высокого уровня;
- со специализированными программными средствами, например, с программой Mathcad.

Сложившаяся практика такова, что многочисленные справочники, учебники, учебные пособия, монографии, журнальные статьи, различные нормативные документы (ГОСТы, отраслевые стандарты, СНиПы и проч.) — как готовящиеся к изданию, так и давно вышедшие в свет и только готовящиеся к изданию, как правило, ориентированы на расчеты по формулам в «ручном» режиме или на калькуляторе без привлечения современных программных средств, в частности, упомянутого «инженерного офиса» Mathcad.

Из-за этого возникают проблемы совместимости знаний, накопленных в бумажных изданиях, а также в их электронных копиях, с современными инженерными компьютерными расчетными средствами.

Перечислим некоторые из этих проблем:

1. Расчетные методики и наборы формул, приводимые в бумажных изданиях, очень часто являются частными случаями решения конкретных инженерных задач. Такое разбиение общей задачи на частные случаи вызвано тем, что авторы указанных изданий не предполагали наличие у будущих читателей современных вычислительных средств. Рассмотрим конкретный пример. Необходимо рассчитать высоту, на которую поднимается брошенное вертикально тело. В справочниках по физике можно найти соответствующую формулу, являющуюся частным случаем решения дифференциального уравнения, описывающего баланс сил, действующих на тело в свободном движении — силы инерции и силы притяжения Земли. В эту формулу можно подставить исходные значения и получить результат. Современные же компьютерные средства решения задач позволяют решить данную задачу по-новому и, главное, вернуть в решение задачи ее физический смысл. Так, например, в среде Mathcad можно отказаться от использования готовой формулы и перейти к решению исходного дифференциального уравнения, содержащего силы, действующие на тело в свободном движении. При этом можно снять введенные для частных случаев ограниче-

ния — учесть, например, сопротивление воздуха, изменение значения ускорения свободного падения и плотности воздуха с высотой и многие другие параметры, учитывающие специфику задачи. И такими примерами изобилуют все традиционные издания. В учебниках по термодинамике можно увидеть формулы для расчета КПД термодинамических циклов. Все эти формулы были выведены с существенными упрощениями, связанными, например, с тем, что свойства рабочих тел принимаются постоянными и не зависящими от давления и температуры. Эти упрощения могут существенно отразиться на точности расчетов.

Современные инженерные калькуляторы, в частности, Mathcad позволяют по-иному организовать методику решения инженерных и научно-технических задач прежде всего за счет общей их постановки в виде уравнений и систем — алгебраических и дифференциальных. Особенность накопленных баз знаний негативно проявляется и в том, что ориентирует расчетчика на устаревшую технику расчетов «переключая» внимание пользователя этих знаний с общего понимания сути задачи на изучение, запоминание и использование в учебной и инженерной практике фрагментарного набора частных формулиций, ориентированных, повторяем, на устаревшие методы решения задач «вручную».

2. Традиционные калькуляторы, электронные таблицы, языки программирования позволяют нам быстро и безошибочно проводить арифметические действия с числами. Но инженерная практика подразумевает оперирование не просто числами, а физическими величинами — давлением, мощностью, силой и т.д. К физическим величинам «прикреплены» единицы измерения: системные (метры «паскаль») и несистемные (сантиметры, атмосферы), национальные (футы) и исторические (аршины). Титанические усилия по исключению из расчетов иностранных, устаревших, а также некоторых недесятичных (минута) единиц измерения оказались почти безрезультатными — эти единицы мы по-прежнему видим в расчетах, а тем более в давно выпущенных, но еще востребованных изданиях.

Ориентация на традиционную технику счета заставляет нас «обвешивать» формулы дополнительными коэффициентами, учитывающими не «физику» задачи, а использование в расчетах чисел, а не физических величин.

В различных руководствах приводятся формулы в виде, подразумевающим не компьютерное, а «ручное» оперирование физическими величинами и единицами их измерения. Типичный пример из области термодинамики. Дан КПД электростанции η , необходимо рассчитать удельный расход условного

топлива на выработку электроэнергии $b_{\text{ут}}$. Во всех руководствах это расчет предписывается вести по формуле $b_{\text{ут}} = 123/\eta$, где КПД (η) должен быть выражен в относительных единицах, а не в процентах, а значение $b_{\text{ут}}$ при этом будет выдано в граммах условного топлива на киловатт-час. Пример: $123/0,32 = 384,4$ — тепловая электростанция с КПД равным 32 % сжигает 384,4 грамм условного топлива на выработку одного киловатт-часа электроэнергии. Из-за этого некоторые студенты и даже инженеры считают эту формулу не «физической», а эмпирической, полученной после статистической обработки данных, полученных с работающих электростанций.

Если в инструкции по применению формулы перечислены конкретные единицы измерения, а не физические величины, то такая формула чаще всего воспринимается как эмпирическая. Не всегда удается вспомнить, что эта формула была когда-то упрощена с благими намерениями освободить студентов и инженеров от дополнительного счета. Если при этом полученные коэффициенты легко запоминаются, как в нашем случае с КПД (раз, два, три — 123), то такая упрощенная формула быстро «приживается». Исходная, неупрощенная формула для расчета расхода условного топлива выглядит следующим образом: $b_{\text{ут}} = 1/(\eta \cdot Q_{\text{ут}})$, где $Q_{\text{ут}}$ — теплота сгорания условного топлива, принятое значение которой составляет 7000 ккал/кг. Если ввести именно такую, а не упрощенную формулу, то работа механизма размерностей Mathcad не нарушится. Кроме того, ответ будет более точен, а в формулу вернется ее физический смысл.

Инженерный калькулятор Mathcad учитывает эту тенденцию и оперирует не числами, а физическими величинами.

3. Использование современных компьютерных инструментов инженерных расчетов в настоящее время находится в некотором противоречии со стандартными требованиями оформления и документирования расчетов. Эти требования были сформулированы в те дальние времена, когда расче-

ты велись вручную и требовали последующей опять же ручной проверки правильности арифметических выкладок. Поэтому в протоколах расчетов необходимо было не только изображать формулы, по которым они ведутся, но и дублировать эти формулы с подставкой численных значений переменных с обрыванием их связей с физическими величинами. В настоящее время арифметические ошибки в компьютерных расчетах практически исключены, но устаревшие требования по их оформлению заставляют студентов и инженеров отягощать расчет лишней информацией.

Национальный исследовательский университет МЭИ (www.mpei.ru) совместно с Издательским домом МЭИ (<http://mpei-publishers.ru>) и внедренческими фирмами Триеру (www.trie.ru) и НЭЛБУК (www.nelbook.ru) разработала технологию дополнения справочников, учебников, монографий сайтом Интернета с «живыми» расчетами по формулам, графикам и таблицам «бумажных» изданий [1—2]. Интерактивные расчеты на сайтах, печатные издания, отвечают вышеизложенным требованиям. Это позволяет перевести процесс обеспечения инженерного образования и инженерной практики на новый уровень, отвечающий современным информационным технологиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Очков В.Ф., Яньков Г.Г.** Комплекс «Справочник+сайт интернета» и проблема передачи знаний // Труды Академэнерго. 2009. № 1. С. 71—82.
2. **Очков В.Ф., Яньков Г.Г.** Математические пакеты и проблема передачи знаний (пленарный доклад) // Материалы докладов VI школы семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е.Алимасова Проблемы тепло-массообмена и гидродинамики в энергомашиностроении, 16—18 сентября 2008 г. Казань, Россия. С. 13—21.
3. **Очков В.Ф.** Формулы в научных публикациях: проблемы и решения // Тезисы доклада IV Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование» Москва, факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ им. Ломоносова, 14—16 декабря 2009 г.

ИНТЕРВАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ГЛОБАЛЬНОГО ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИЙ

АННОТАЦИЯ

Проанализирована возможность применения аппарата интервального анализа в качестве базовой составляющей методов глобальной оптимизации.

Устранены возникшие в ходе работы проблемы, обусловленные особенностями определений интервального анализа.

Разработаны алгоритмическое и программное обеспечение трех интервальных алгоритмов поиска глобального экстремума.

Выявлены недостатки разработанных алгоритмов, на базе которых будет проводиться дальнейшая разработка и модификация.

ВВЕДЕНИЕ

В современных задачах проектирования конструкций самолетов, ракетоносителей, автомобилей и других аппаратов часто возникает необходимость оптимизации характерных параметров [1, 2]. Оптимизируемые параметры задаются проектировщиком, базируясь на ограничениях, появляющихся в зависимости от физической постановки задачи или из-за ограниченности ресурсов. Решением поставленной задачи оптимизации является объект, максимально точно соответствующий предъявленным требованиям.

На сегодняшний день методы оптимизации используют различные подходы, заимствованные из других разделов математики: стохастический, минимаксный, дифференциальный, генетический и другие [3]. Существующий аппарат интервального анализа предоставляет достаточно большой набор алгоритмов оптимизации (алгоритмы Мура-Скелбо, Хансена и другие [4]). Тем не менее, существует ряд проблем, понижающих эффективность использования аппарата интервального анализа.

1. ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРВАЛЬНОГО АНАЛИЗА В МЕТОДАХ ОПТИМИЗАЦИИ

Базовым элементом интервального анализа является вещественное интервальное число, или вещественный интервал:

$$[x] = [x_l, x_r] = \{\xi \in R \mid x_l \leq \xi \leq x_r\}.$$

Для вещественного интервала определено понятие ширины:

$$\omega([x]) = x_r - x_l.$$

Таким образом, вещественный интервал рассматривается как некоторое односвязное множество в множестве вещественных чисел.

В связи с этой особенностью интервального анализа возникает проблема необходимости переопределения всех операций элементарной алгебры.

Перед формулировкой второй проблемы введем ряд понятий. Вещественным интервальным вектором, или параллелотопом, размерности n называется прямое произведение n интервалов:

$$[X] = [x_1] \times [x_2] \times \dots \times [x_n].$$

Множество параллелотопов будем обозначать IR^n . Как и для вещественно интервала, для параллелотопа определена его ширина:

$$\omega([X]) = \max_i \omega([x_i]).$$

Функцией включения называется интервальная функция $[f]([X])$, действующая из IR^n в IR^m , если

$$\forall [X] \in IR^n, f([X]) \subset [f]([X]),$$

где

$$f([X]) = \{f(\chi) \mid \chi \in R^n, \chi \in [X]\}.$$

Функция включения позволяет гарантированно оценить образ функции независимо от того, какой он (выпуклый или невыпуклый, связный или несвязный). Оценка образа в действительности во многом зависит от способа построения функции включения.

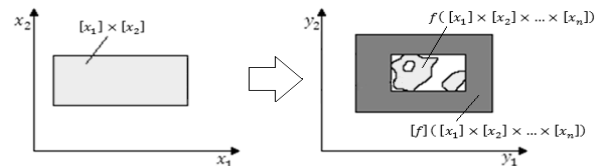


Рис. 1. Образ прямоугольной области по функции f и по функции включения $[f]$

Как видно из рис. 1, функция включения может давать очень плохую оценку образа. Тем не менее, полученное множество всегда является параллелотопом, который проще обрабатывать. В общем случае, кроме истинных значений, которые принимает искомая функция, параллелотоп содержит значения, которые в принципе не могут быть достигнуты (на рис.1 выделены серым цветом). Эффект, из-за которого образ функции дополняется до некоторого параллелотопа мнимыми значениями, называется эффектом обертывания [4]. Это и есть вторая проблема, возникающая при применении аппарата интервального анализа в методах оптимизации. Есть два подхода к решению этой проблемы:

разрабатывать новые способы построения функции включения;

осуществлять проверку значений, полученных в ходе работы алгоритма.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть имеется некоторый параллелотоп $[X] = [x_1] \times [x_2] \times \dots \times [x_n]$ и заданная на нем функция $[f]: IR^n \rightarrow IR$. Необходимо найти параллелотоп $[P] = [p_1] \times [p_2] \times \dots \times [p_n]$, такой что

$$x^* \in [p_1] \times [p_2] \times \dots \times [p_n],$$

где x^* — точка минимума:

$$f(x^*) = \min_{x \in [x_1] \times [x_2] \times \dots \times [x_n]} f(x).$$

3. ИНВЕРТОР. ПРЯМОЙ ОБРАЗ

Инвертором называется функция $\mathfrak{I}(f, [S], [F], \varepsilon)$, которая находит множество параллелотопов Π такое, что $\forall [X] \in \Pi$:

$$[X] \subset [S], \omega([X]) \geq \varepsilon \text{ и } [f]([X]) \subset [F]$$

или

$$[X] \subset [S], \omega([X]) < \varepsilon \text{ и } [f]([X]) \cap [F] \neq \emptyset.$$

Прямой образ функции $[f]: IR^n \rightarrow IR$ на параллелоипе $[X]$ — это интервал $[f]([X])$.

4. МЕТОД ДИХОТОМИИ ПРЯМОГО ОБРАЗА

Задается минимизируемая функция f , область поиска $[S]$ и два параметра точности ε и ζ . Определяется прямой образ функции на области поиска: $[y] = [f]([S]) = [y_l, y_r]$. Прямой образ делится на два интервала: $[y]_l = [y_l, (y_l + y_r)/2]$ и $[y]_r = [(y_l + y_r)/2, y_r]$. Интервал $[y]_l$ инвертируется. Если полученное множество $\Pi = \mathfrak{I}(f, [S], [y]_l, \varepsilon)$ непустое и $\omega([y]_l) < \zeta$, то в качестве ответа берется любой параллелотоп из Π . Если Π непустое и $\omega([y]_l) \geq \zeta$, то алгоритм начинается заново, принимая $[S] = [y]_l$. Если Π пустое, то алгоритм начинается заново, принимая $[S] = [y]_r$.

5. МЕТОД ОТСЕЧКИ МНИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Метод отсечки мнимых значений аналогичен методу дихотомии прямого образа. Отличие заключается в дополнительной стадии — сжатия прямого образа. Для этого область поиска измельчается и тогда образом функции на области поиска считается объединение прямых образов функции на параллелоипах, полученных в результате измельчения. Таким образом, удаляется часть мнимых значений, содержащихся в прямом образе, так как эффект обертывания проявляется в меньшей степени на параллелоипе меньшей ширины [4].

6. МЕТОД КОЛОНИЙ

В основу метода колоний положен принцип поиска лучшего места обитания. На некоторую землю (область поиска) заселяется группа людей, которая, взаимодействуя внутри себя, ищет наилучшее место обитания. Наилучшим местом обитания является тот участок (параллелотоп), на котором исследуемая функция принимает наименьшее значение. На данный момент поиск наилучшего места ведется на основе взаимодействия между тремя типами людей: королями (индикаторы потенциально наилучшего участка), разведчиками (производят исследование участка с помощью прямого образа) и учеными (производят исследование участка с помощью прямого образа с примененным к нему сжатием). Изначально земля делится на участки, и все люди живут на одном участке, который считается на данном этапе наилучшим, так как значение функции на остальных участках неизвестно. Далее разведчики и ученые путешествуют по неизвестным участкам, определяя значение функции на них. Если находится участок с меньшим значением — туда заселяется король. После освоения всех участков, часть из них будет выбран королями, как наилучшие, именно из них будет выбран параллелотоп, содержащий глобальный минимум. Выбор может проводиться как простым сравнением прямых образов, так и сравнением сжатых прямых образов.

7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

С помощью среды разработки Microsoft Visual Studio 2010 на языке C# создано программное обеспечение (ПО), реализующее разработанные интервальные методы оптимизации. В обеих программах реализованы составляющие, отвечающие за вывод листинга работы алгоритма в текстовый файл (для возможности пошагового отслеживания работы алгоритма) и за визуализацию (для возможности наглядной демонстрации принципа поиска глобального экстремума алгоритмом).



Рис. 2. ПО для методов дихотомии прямого образа и отсечки мнимых значений

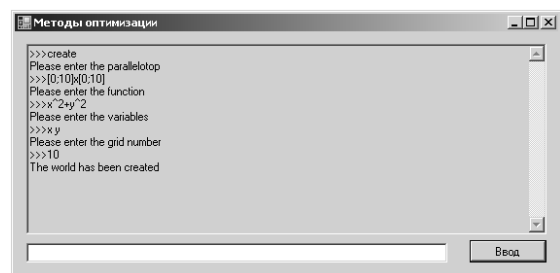


Рис. 3. ПО для метода колоний

```

listing.txt - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
>>>info
Planet
humans:
0).king checking 0
0).rouge checking 0
1).rouge checking 0
2).rouge checking 0
3).rouge checking 0
0).scientist checking 0
1).scientist checking 0
2).scientist checking 0
zones:
terra_incognita:
0). [0;1]x[1;2]
1). [0;1]x[2;3]
2). [0;1]x[3;4]
3). [0;1]x[4;5]
4). [0;1]x[5;6]
5). [0;1]x[6;7]
6). [0;1]x[7;8]
7). [0;1]x[8;9]
8). [0;1]x[9;10]
9). [1;2]x[0;1]
10). [1;2]x[1;2]
11). [1;2]x[2;3]
12). [1;2]x[3;4]
13). [1;2]x[4;5]

```

Рис. 4. Пример генерируемого листинга

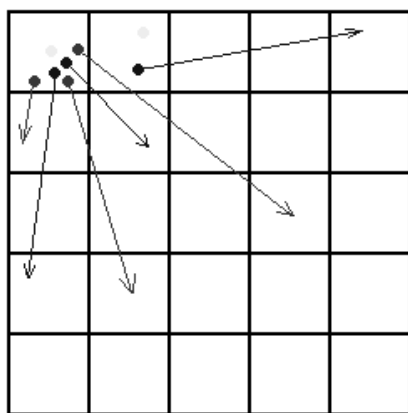


Рис. 5. Пример визуализации

8. ТЕСТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ

Разработанные алгоритмы были протестированы на задачах минимизации различных функций. Приведены результаты работы всех трех методов.

Целевая функция $f(x) = x^2 + y^2$, область поиска $[X] = [-100;100] \times [-100;100]$, точное решение $x_1 = x_2 = 0$.

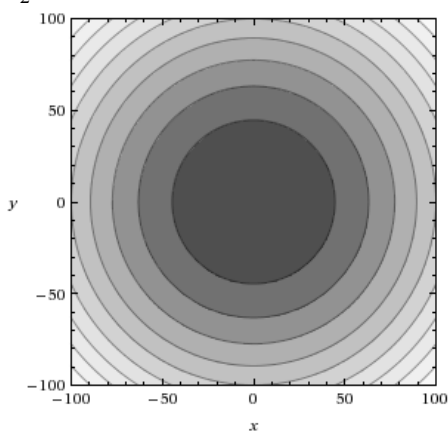


Рис. 6. Линии уровня функции $f(x) = x^2 + y^2$

Результаты работы методов:

метод дихотомии прямого образа ($\varepsilon = 0.01$): $[0;0.005] \times [0;0.005]$;

метод отсечки мнимых значений ($\zeta = 10, \delta = 0,001, \varepsilon = 0,001$): $[-0,0002;0,0003] \times [-0,0004;0,0001]$;

метод колоний ($r = 5, s = 2, \delta = 100, \varepsilon = 0,001$): $[-0,00023;0,0004] \times [0;0,00967]$.

Целевая функция $f(x) = x^2 + (x + y)^2$, область поиска $[X] = [-100;100] \times [-100;100]$, точное решение $x_1 = x_2 = 0$.

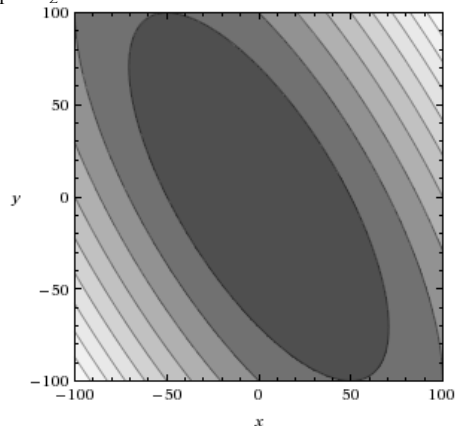


Рис. 7. Линии уровня функции $f(x) = x^2 + (x + y)^2$

Результаты работы методов:

метод дихотомии прямого образа ($\varepsilon = 0,001$): $[-0,00025;0,00025] \times [-0,001;0]$;

метод отсечки мнимых значений ($\zeta = 10, \delta = 0,001, \varepsilon = 0,001$): $[-0,0001;0,0004] \times [-0,0004;0,0001]$;

метод колоний ($r = 5, s = 2, \delta = 100, \varepsilon = 0,001$): $[-0,000178;0,0004] \times [-0,0003;0,006627]$.

Целевая функция $f(x) = -x \cdot \sin(\sqrt{|x|}) - y \cdot \sin(\sqrt{|y|})$, область поиска $[X] = [-500;500] \times [-500;500]$, точное решение $x_1 = x_2 = -420,96$.

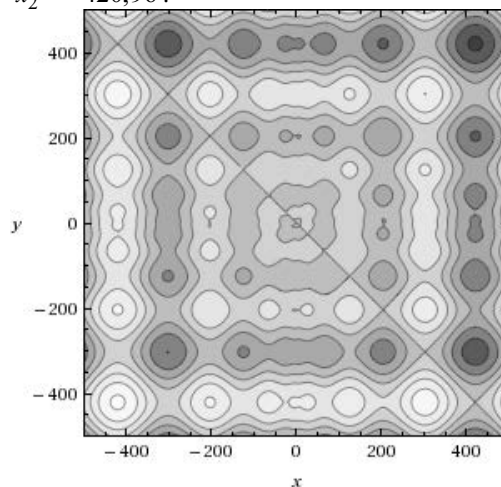


Рис. 8. Линии уровня функции

$$f(x) = -x \cdot \sin(\sqrt{|x|}) - y \cdot \sin(\sqrt{|y|})$$

Результаты работы методов:
 метод дихотомии прямого образа
 $(\varepsilon = 0,001): [420,9599; 420,9606] \times$
 $\times [420,9592; 420,9601];$
 метод отсечки мнимых значений
 $(\zeta = 10, \delta = 0,001, \varepsilon = 0,001): [420,9593; 420,9602] \times$
 $\times [420,959; 420,96];$
 метод колоний $(r = 5, s = 2,$
 $\delta = 100, \varepsilon = 0,001): [420,9597; 420,9603] \times$
 $\times [420,9597; 420,9606].$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом данной работы является подтверждение возможности эффективного использования аппарата интервального анализа в качестве базовой составляющей методов глобальной оптимизации. Кроме того, детально разработано алгоритмическое и программное обеспечение трех новых интервальных методов оптимизации, эффективность которых продемонстрирована на нескольких модельных примерах, обладающих как простой, так и сложной структурой линий уровня.

По разработанным алгоритмам сделаны следующие выводы:

использование метода дихотомии прямого образа предпочтительно, если фактор времени важнее фактора точности или если используемый компьютер не располагает большими вычислительными возможностями;

использование методов отсечки мнимых значений и колоний предпочтительно, если фактор точности важнее фактора времени;

алгоритмы построены таким образом, что остается возможность их модификации в целях увеличения эффективности применения аппарата интервального анализа без усложнения общей схемы работы (модификация производится за счет замены процедуры работы инвертора и иного определения функции включения).

Аппарат интервального анализа продолжает развиваться, что в свою очередь открывает новые возможности применения в методах оптимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пановский В.Н.** Прикладное применение интервальных алгоритмов *sivia* и *imagesp*. — 9-я Международная конференция «Авиация и космонавтика — 2010». Тезисы докладов. — СПб.: Мастерская печати, 2010. — С. 84—91.
2. **Пановский В.Н.** Интервальный анализ. Прикладное применение алгоритмов обращения и оценивания образов функций // Конкурс научно-технических работ и проектов «Молодежь и будущее авиации и космонавтики — 2010». Москва. Аннотации работ. — СПб.: Мастерская печати, 2010. — С. 130—131.
3. **Hansen E., Walster G.W.** *Global optimization using interval analysis*. — New York: Marcel Dekker, 2004.
4. **Прикладной интервальный анализ** / Л. Жолен, М. Кифер, О. Дидри, Э. Вальтер. — М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ГАУССА В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ MS EXCEL

АННОТАЦИЯ

Численное решение задач математической физики во многих случаях приводит к необходимости решения больших систем линейных алгебраических уравнений. Использование встроенных функций обработки массива не всегда дает нужный эффект, так как результат их работы зачастую зависит от возможностей компьютера и используемого программного обеспечения.

ВВЕДЕНИЕ

Представляется интересной возможность непосредственной реализации схемы единственного деления Гаусса в электронных таблицах MS EXCEL. Это дает возможность преподавателю подготовить достаточно много вариантов заданий для самостоятельной работы студентов, имея полностью решенные задачи с промежуточными вычислениями. Исходные данные можно формировать с помощью датчика случайных чисел.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим пример решения системы линейных алгебраических уравнений с матрицей коэффициентов А и столбцом свободных членов В (рис. 1) методом Гаусса по схеме единственного деления.

$$A = \begin{pmatrix} 47,874518 & 2 & 3 & 4 & 5 & -10 \\ 3,603467 & -2 & -3 & 4 & 5 & -6 \\ 3,713598 & 2,105889 & 40,748811 & 7 & 6 & 2 \\ -1,630720 & 4,164948 & 0,128552 & 63,437628 & 9 & 15 \\ 1,810910 & 0,552229 & -0,363310 & 3,038773 & 21,237936 & -13 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -10 \\ -6 \\ 2 \\ 15 \\ -13 \end{pmatrix}$$

Рис. 1. Исходная система ЛАУ

2. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИЙ РАБОЧЕГО ЛИСТА

Ниже приведен алгоритм решения задачи в электронных таблицах MS EXCEL в соответствии со схемой, предложенной в [1].

- 1) Расположить исходные данные в диапазоне В2:G6 (рис. 2). Матрица А находится в диапазоне В2:F6, столбец свободных членов — в диапазоне G2:G6.
- 2) Ввести в ячейку Н2 формулу (1) (рис. 3) и распространить ее на диапазон Н3:Н6.

А	В	С	Д	Е	Ф	Г
1	1	2	3	4	5	6
2	1	47,874518	2	3	4	-10
3	2	3,6034673	-2	-3	4	-6
4	3	3,713598	2,105889	40,748811	7	2
5	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,43763	15
6	5	1,8109105	0,552229	-0,363310	3,038773	-13

Рис. 2. Расположение исходных данных на рабочем листе

$$=СУММ(A2:H2) \quad (1)$$

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1	1	2	3	4	5	6	7
2	1	47,874518	2	3	4	5	-10
3	2	3,6034673	-2	-3	4	5	-6
4	3	3,713598	2,105889	40,748811	7	6	2
5	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,43763	9	15
6	5	1,8109105	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936	-13

Рис. 3. Столбец контроля вычислений

Ввести в ячейку J2 формулу (2) (рис. 4). В ячейке K2 располагается номер итерации.

$$=СМЕЩ(В2;K2-1;K2-1;1) \quad (2)$$

ЕСЛИ	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	О	П
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	47,874518	2	3	4	5	-10	51,874518		
3	2	3,6034673	-2	-3	4	5	-6	1,603467		
4	3	3,713598	2,105889	40,748811	7	6	2	61,568298		
5	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,43763	9	15	90,100407		
6	5	1,8109105	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936	-13	13,276539		

Рис. 4. Фиксация разрешающего элемента

- 3) Ввести в ячейку В8 формулу (3) (рис. 5) и распространить ее на весь диапазон В8:Н12 (рис. 5).

$$=ЕСЛИ(\$A2<=\$K\$2;B2;-СМЕЩ(\$B\$2;\$K\$2-1;B\$7-1;1)/\$J\$2 *СМЕЩ(\$B\$2;\$A2-1;\$K\$2-1;1) +СМЕЩ(\$B\$2;\$A2-1;B\$7-1;1)) \quad (3)$$

$$=СУММ(B8:G8) \quad (4)$$

ЕСЛИ	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	О	П
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	47,874518	2	3	4	5	-10	51,874518		
3	2	3,6034673	-2	-3	4	5	-6	1,603467		
4	3	3,713598	2,105889	40,748811	7	6	2	61,568298		
5	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,437628	9	15	90,100407		
6	5	1,810910	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936	-13	13,276539		
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	1	-1,19654	2	3	4	5	-10	51,874518		
9	2	0	-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076		
10	3	0	1,950750	40,516103	6,688722	5,612153	2,775694	57,544422		
11	4	0	4,233073	0,230739	63,573877	9,170312	14,859376	91,867377		
12	5	0	0,476577	-0,476788	2,887468	21,048805	-12,621738	11,314324		

Рис. 5. Первая итерация

- 4) Выполнить контроль вычислений: ввести в ячейку I8 формулу (4) (рис. 5) и распространить ее на диапазон I9:I12. Значения в диапазонах Н8:Н12 и I8:I12 должны совпадать.
- 5) В ячейку K8 ввести формулу (5). Скопировать формулу (2) и вставить ее в ячейку J8 (рис. 6).

$$=K2+1 \quad (5)$$

К8	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	О	П
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	47,874518	2	3	4	5	-10	51,874518		
3	2	3,603467	-2	-3	4	5	-6	1,603467		
4	3	3,713598	2,105889	40,748811	7	6	2	61,568298		
5	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,437628	9	15	90,100407		
6	5	1,810910	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936	-13	13,276539		
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	1	47,874518	2	3	4	5	-10	51,874518	51,874518	-2,150538009
9	2	0	-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076		
10	3	0	1,950750	40,516103	6,688722	5,612153	2,775694	57,544422		
11	4	0	4,233073	0,230739	63,573877	9,170312	14,859376	91,867377		
12	5	0	0,476577	-0,476788	2,887468	21,048805	-12,621738	11,314324		

Рис. 6. Дополнительные вычисления

- 6) Из диапазона В8:Н12 удалить все знаки «\$» (выделить указанный диапазон и выполнить команду Правка/Заменить/Заменить все (рис. 7).

- 7) Скопировать диапазон A7:K12 и выполнить его вставку 3 раза в ячейки A13, A19 и A25 (рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	1	47,874518										
3	2	3,603467	-2									
4	3	3,713598	2,105889	40,748811								
5	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,43763							
6	5	1,8109105	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936						
7		1	2	3	4	5	6	7				
8	1	47,874518										
9	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
10	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
11	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
13		1	2	3	4	5	6	7				
14	1	47,874518										
15	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
16	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
17	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
19		1	2	3	4	5	6	7				
20	1	47,874518										
21	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
22	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
23	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
25		1	2	3	4	5	6	7				
26	1	47,874518										
27	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
28	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
29	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
31		1	2	3	4	5	6	7				
32	1	47,874518										
33	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
34	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
35	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 7. Копирование и вставка формул первой итерации

- 8) После окончания вычислений по прямому ходу схемы единственного деления определяем значения переменных $x_i (i = 1, 5)$. В ячейки F32 и F33 вводим формулы (6)—(7) соответственно. В ячейку E32 вводим формулу (8), а в ячейку E33 — формулу (9). Формулы (8) и (9) распространяем влево на диапазон B32:E33. Контроль правильности вычислений выполняем в диапазоне B34:F34 путем ввода формулы (10) в ячейку F34 и распространением ее на диапазон B34:E34. Значения в строках 32 и 33 должны отличаться между собой на 1.

ЕСЛИ		✓	✗	⊗	⊘	⊙	⊚	⊛	⊜	⊝
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
25										
26	1	47,874518								
27	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076	
28	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119
29	4			0	0	0	0	0	0	0
30	5			0	0	0	0	0	0	0
31		1	2	3	4	5	6	7		
32		-0,219130	1,340535	0,056498	0,236493	0,338844				
33		0,780870	2,340535	1,056498	1,236493	0,338844				
34										

Рис. 8. Вычисление переменных (обратный ход метода Гаусса)

$$= \$G30 / F30 \quad (6)$$

$$= \$H30 / F30 \quad (7)$$

$$= (\text{СМЕЩ}(\$G\$30; -F\$31; 0; 1; 1) - \text{СУММПРОИЗВ}(\text{СМЕЩ}(\$G\$30; -F\$31; 1; F\$31); F32:SF32)) / \text{СМЕЩ}(\$G\$30; -F\$31; -F\$31; 1; 1; 1) \quad (8)$$

$$= (\text{СМЕЩ}(\$G\$30; -F\$31; 1; 1; 1) - \text{СУММПРОИЗВ}(\text{СМЕЩ}(\$G\$30; -F\$31; 1; F\$31); F33:SF33)) / \text{СМЕЩ}(\$G\$30; -F\$31; -F\$31; 1; 1; 1) \quad (9)$$

$$= -F32 + F33 \quad (10)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлена возможность непосредственной реализации схемы единственного деления Гаусса в

электронных таблицах MS EXCEL. На рис. 8 и 9 показана возможность получения достаточно большого количества вариантов заданий для самостоятельной работы студентов с подробным решением всех задач. Данные переносятся из диапазона $\$P\$2:\$V\501 в диапазон C2:I6 функцией ВПР. С помощью макроса содержимое ячейки J2 пробегает значения от 1 до 100 (количество вариантов). Рассчитанные значения решений системы из диапазона C32:G33 переносятся в соответствующий диапазон столбца X. В столбце W для контроля приводится решение системы, полученное методом обратной матрицы.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	11	1	47,874518	2,000000	3,000000	4,000000	5,000000	-10,000000	51,874518	1	47,874518	1
3	12	2	3,603467	-2,000000	-3,000000	4,000000	5,000000	-6,000000	1,803467			
4	13	3	3,713598	2,105889	40,748811	7,000000	6,000000	2,000000	61,588298			
5	14	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,437628	9,000000	15,000000	90,100407			
6	15	5	1,8109105	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936	-13,000000	13,276539			
7		1	2	3	4	5	6	7				
8	1	47,874518										
9	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
10	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
11	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
13		1	2	3	4	5	6	7				
14	1	47,874518										
15	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
16	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
17	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
19		1	2	3	4	5	6	7				
20	1	47,874518										
21	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
22	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
23	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
25		1	2	3	4	5	6	7				
26	1	47,874518										
27	2		-2,150538	-3,225807	3,698924	4,623655	-5,247310	-2,301076	-2,301076			
28	3			0	37,589978	10,045011	9,806263	-1,984133	55,457119	55,457119		
29	4			0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	5			0	0	0	0	0	0	0	0	0
31		1	2	3	4	5	6	7				
32		-0,219130	1,340535	0,056498	0,236493	0,338844						
33		0,780870	2,340535	1,056498	1,236493	0,338844						
34												

Рис. 9. Использование макроса для автоматического пересчета вариантов заданий

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
2	11	1	47,874518	2,000000	3,000000	4,000000	5,000000	-10,000000	-0,219130	-0,219130
3	12	2	3,603467	-2,000000	-3,000000	4,000000	5,000000	-6,000000	1,340535	1,340535
4	13	3	3,713598	2,105889	40,748811	7,000000	6,000000	2,000000	0,056498	0,056498
5	14	4	-1,630720	4,164948	0,128552	63,437628	9,000000	15,000000	0,236493	0,236493
6	15	5	1,8109105	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936	-13,000000	-0,661156	-0,661156
7		1	2	3	4	5	6	7		
8	22	2	0,230327	-16,159255	-12,798728	10,635809	6,382629	-17,424672	71,422430	71,422430
9	23	3	-19,160992	-2,679264	-10,442056	14,405652	-12,266232	-12,852403	-10,687252	-10,687252
10	24	4	16,911393	18,304914	-17,676731	-10,322739	-2,302259	4,850518	65,649622	65,649622
11	25	5	-20,234703	13,903303	-6,881054	-13,455748	2,718351	12,143177	47,980967	47,980967
12	31		-8,985240	0,552229	-0,363310	3,038773	21,237936	-13,000000	-0,661156	-0,661156
13	32		-0,958635	1,596402	-1,133316	23,278945	-21,109001	-3,872850	14,899551	14,899551
14	33		-0,593416	-6,145717	-16,205987	5,140167	-2,261979	17,196695	-0,875790	-0,875790
15	34		5,117307	-4,510822	22,828334	-19,603345	-21,635924	1,995370	6,688759	6,688759
16	35		23,312297	3,268026	19,814019	5,204286	4,887304	18,516629	-0,757826	-0,757826
17	41		-11,196529	7,594219	-23,684169	-16,017131	-24,678668	-4,338804	8,165866	8,165866
18	42		-19,826904	-13,614775	-10,505912	-9,978919	6,665525	-10,960773	0,785421	0,785421
19	43		-12,761617	10,094340	10,558018	-4,423377	-14,614368	-17,402076	3,679234	3,679234
20	44		17,229212	-12,056735	7,445331	11,701151	-12,706794	10,587598	-11,762162	-11,762162
21	45		-15,960089	24,877351	8,390481	-7,950800	7,559474	19,780553	0,818991	0,818991
22	51		-10,485263	22,041227	-17,509450	21,123684	6,111840	-18,189868	0,567069	0,567069
23	52		-22,860162	-18,474289	1,019778	-0,219628	13,273937	24,921374	-1,084795	-1,084795
24	53		-11,356529	5,517307	-10,573102	0,941494	-11,150355	-0,117713	-1,585706	-1,585706
25	54		13,424992	11,453088	-9,102244	-19,957195	-13,659557	13,491467	-1,178153	-1,178153
26	55		-10,574142	15,726726	-6,566506	-20,040516	-2,719785	7,055595	1,438061	1,438061

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИСТИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ AUTOCAD

АННОТАЦИЯ

В докладе анализируется возможность и доступные средства для окончательного оформления проектных решений в области строительного проектирования в среде AutoCAD с формированием фотореалистического изображения проектируемого объекта.

AutoCAD рассматривается как инструмент для реалистической визуализации сцены из твердотельных 3D моделей.

Оцениваются различные варианты создания освещения, расчета теней, формирования отраженного освещения.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, AutoCAD является универсальной графической программой. С его помощью можно создавать как строительные, так и машиностроительные чертежи, можно моделировать трехмерные объекты, имитирующие реальные предметы, состоящие из поверхностей любой сложности, и повторяющие отражательные преломляющие и рассеивающие свойства реальных материалов.

Для получения фотореалистической картины предусмотрен аппарат визуализации. Это механизм создания плоской растровой картинки, по точности восприятия, приближенной к фотографической. Во время визуализации рассчитываются и отображаются все свойства материалов и освещенности.



Рис. 1. Необходимые составляющие реалистической визуализации

Чтобы изображение получилось правдоподобным, требуется провести некоторую подготовительную работу: поставить и настроить свет; присвоить объектам материалы, откорректировав их параметры; сформировать сцену с фоном, перспективой, атмосферными эффектами, а также настроить дополнительные параметры визуализации.

1. ПРОБЛЕМЫ ОСВЕЩЕННОСТИ В СРЕДЕ AUTOCAD

Для отображения освещенности объектов с построением теней, собственных и падающих, в AutoCAD имеется возможность создания источников света различных типов. Причем свойства этих источников можно настраивать самостоятельно, или

же воспользоваться стандартными фотометрическими характеристиками реальных осветительных приборов.

Возможны точечные источники света, направленные и удаленные.



Рис. 2. Пример освещения точечными источниками света

В AutoCAD точечный источник — это точка с конкретными координатами, испускающая лучи во всех направлениях с постепенным угасанием интенсивности освещения. Такие источники широко применяются для общего освещения сцены. Они имитируют, например, свет от электрических светильников. Комбинируя несколько точечных источников можно добиться разнообразных эффектов освещения. Кроме того, точечные источники подходят в качестве вспомогательных для подсветки отдельных поверхностей, как альтернатива рассеянному свету.

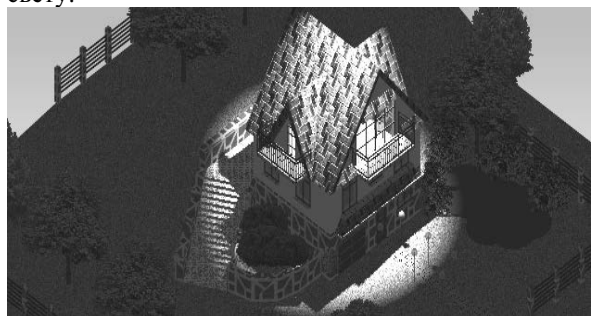


Рис. 3. Пример освещения источником света типа прожектор

Источник света типа прожектор в AutoCAD — это тоже точка с конкретными координатами, но испускающая направленный конус света. Интенсивность света затухает не только с увеличением расстояния до него, но и в переходной области от светового пятна наибольшей яркости до области полной тени. Он применяется для имитации света прожекторов и потому используется в качестве ключевых и заполняющих осветителей для создания ореола вокруг объекта, для получения световых пятен в определенных областях.

Удаленный источник света находится в бесконечности. Поэтому считают, что на уровне земли лучи от него параллельны и идут в одном направлении. Интенсивность светового потока остается постоянной на протяжении всего пути. Данный вариант особенно удобен для равномерного освещения объектов или заднего плана сцены, а также для имитации солнечного света.



Рис. 4. Пример освещения удаленным источником света

Примером фотометрического освещения может служить солнечное освещение. Солнце — это удаленный источник света специального типа со стандартными настройками. Солнечное освещение логично использовать при проектировании зданий и сооружений и вписывании их в окружающую среду.

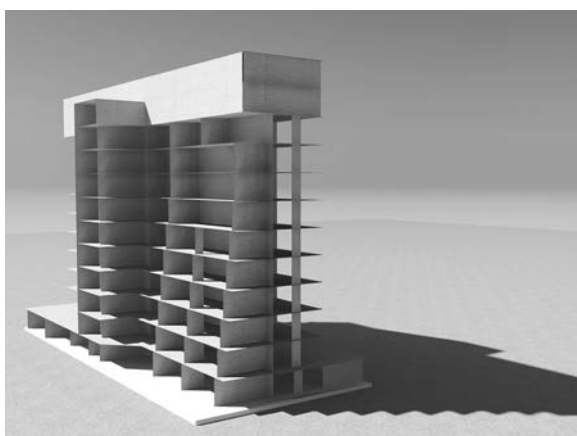


Рис. 5. Типы теней (слева направо): резкие, мягкие выборочные, мягкие с текстурами

При использовании солнца, в отличие от просто удаленного источника света, все фотометрические параметры освещения (положение солнца, интенсивность и цвет светового потока) устанавливаются автоматически на основании заданных географического положения, времени года, времени суток. Таким образом, выявляются особенности конструкции и положения здания или сооружения с точки зрения его освещенности.

Дополнительное небесное освещение имитирует эффект солнечных лучей, рассеиваемых в атмосфере, равномерно освещает всю сцену и подсвечивает неосвещенные области. Тени при этом будут формироваться только от солнца.

В AutoCAD есть еще и такой тип источников света как световая сетка. Световая сетка позволяет получить фотометрическое освещение, интенсив-

ность которого неравномерно распределена в различных направлениях трехмерного пространства. Данные для вычисления освещенности можно ввести самостоятельно, а можно считать из специального файла фотометрических данных формата IES, которые предоставляются заводами изготовителями реальных осветительных приборов.

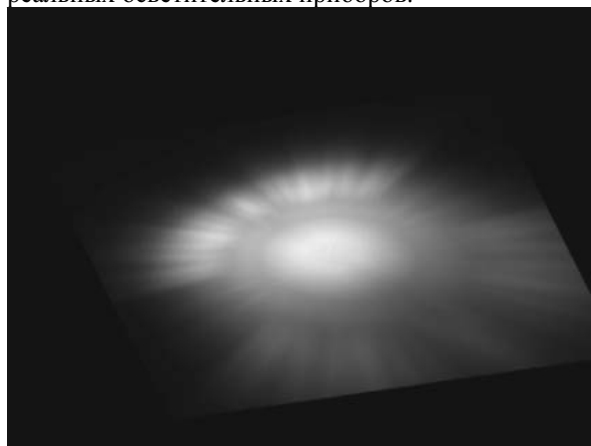


Рис. 6. Световое пятно от сетчатого источника света

2. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ТЕНЕЙ В СРЕДЕ AUTOCAD

В AutoCAD 2010 предлагаются тени трех типов: резкие, мягкие с текстурами, мягкие выборочные.

Мягкая тень характеризуется наличием переходной полосы между полной тенью и полной освещенностью. Тени либо рассчитываются трассировкой луча, либо формируются с помощью теневых карт. Рассчитанные тени геометрически точны, но процесс вычисления занимает определенное количество времени. Метод теневых карт дает быстрый результат в ущерб качеству теней.

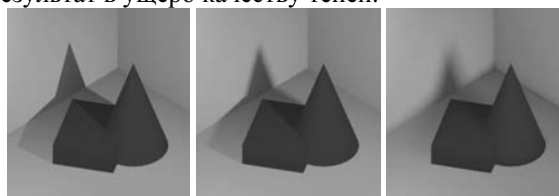


Рис. 7. Типы теней (слева направо): резкие, мягкие выборочные, мягкие с текстурами

Тень с типом «резкая» (рис. 8) построена по алгоритму обратной лучевой трассировки. При этом освещенность рассчитывается с учетом отражений и преломлений луча, а также с учетом уменьшения интенсивности с расстоянием. Тень геометрически правильная, имеет резкую границу и окрашивается при прохождении света сквозь цветные полупрозрачные объекты.

Резкие тени часто выглядят нереалистично. Для смягчения кромки тени применяют различные методики. Тени с типом «мягкие выборочные» (рис. 9) мягкие, но геометрически правильные, имеют различную густоту в зависимости от прозрачности предметов, отбрасывающих тень. И, что очень важ-

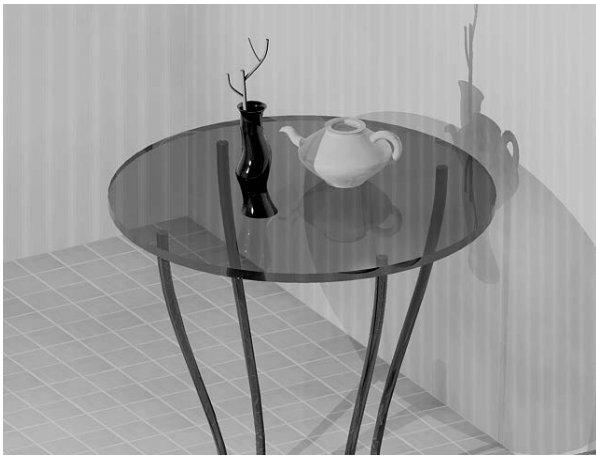


Рис. 8. Визуализация с типом теней «Резкие»



Рис. 9. Визуализация с типом теней «Мягкие выборочные»

но, тень окрашивается при прохождении света сквозь полупрозрачные цветные объекты.

Такие тени можно получить, если смоделировать протяженный источник света из множества точечных, рассчитав освещенность для каждого из них с помощью алгоритма лучевой трассировки. Если количество точечных источников света будет достаточно большим, то общая освещенность сцены будет физически правильной, изображение будет реалистичным. Понятно, что каждый дополнительный источник света будет увеличивать время на прорисовку изображения.

Тени типа «Мягкие с текстурами» формируются с помощью теневой карты. При этом, единожды сформированная тень накладывается на все предметы по направлению луча. Такие тени требуют совсем мало вычислительных затрат, но не могут учитывать отраженное освещение, не могут менять густоту и цвет.

На рис. 10 для теней типа «Мягкие с текстурами» выбрано небольшое смягчение. Хорошо видны все недостатки метода: зубчатая граница тени, ошибочное затенение.

Алиасинг проявляется, когда одной точке теневой карты поставлено в соответствие несколько пикселей изображения. Темные пятна и полосы на стыках поверхностей говорят о том, что в процессе



Рис. 10. Визуализация с типом теней «Мягкие с текстурами»

расчета освещенности были ошибочно использованы элементы теневой карты, соответствующие другим поверхностям. И, наконец, на плоскостях, положение которых приближается к параллельности направлению освещения, проявляется алиасинг в виде несуществующих темных полос.

При увеличении смягчения недостатки почти не видны, но тень становится настолько размытой, что почти не отображается.

3. ОСОБЕННОСТИ ОТРАЖЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СРЕДЕ AUTOCAD

В жизни мы не задумываемся о том, почему при освещении одним источником света все части предметов отчетливо видны. Ведь лучи попадают на часть объектов только с одной стороны. На самом деле большую часть общей освещенности комнаты занимает освещение отраженным светом. В AutoCAD отраженное и общее освещение можно получить, применяя энергию фотонов.

Метод фотонной трассировки заключается в следующем. Источником света испускается определенное количество фотонов, сгустков световой энергии заданной величины и направления. Их траектория движения отслеживается. Все диффузные взаимодействия с поверхностями образуют фотонную карту для каждой поверхности. Фотонная карта

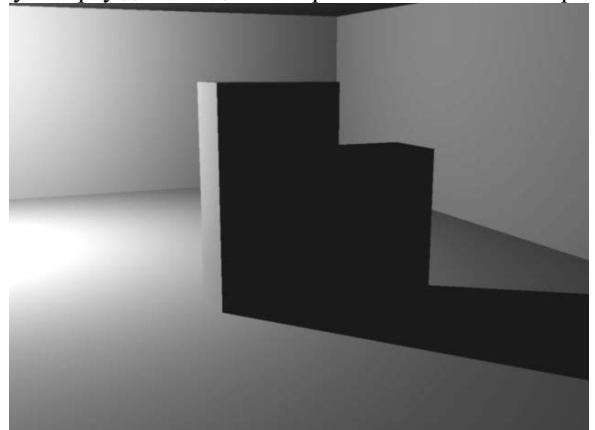


Рис. 11. Картина освещенности одним источником света при выключенном отраженном освещении

нормализуется, сохраняется и накладывается на поверхности в процессе визуализации, создавая отраженное освещение.

Реалистичность отраженного освещения зависит от количества фотонов и от глубины трассировки.

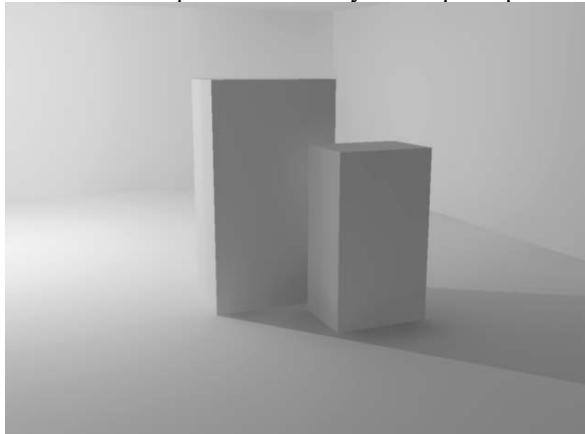


Рис. 12. Картина освещенности одним источником света с использованием энергии фотонов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Умение корректно настроить освещение и сформировать реалистичные мягкие тени может оказаться важным при проектировании зданий и сооружений, а также в любой сфере строительного производства: при проектировании строительного генерального плана и схем производства работ, систем кондиционирования воздуха и отопления, систем охлаждения, в приборостроении и компьютерной индустрии и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шикин Е.В., Боресков А.В.** Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995.
2. **Сиваков И., Попов А.И.** Современные программы рендеринга: mental ray, V-Ray, finalRender, brasil r/s 2004. — <http://www.fcenter.ru/online.shtml?articles/hardware/videos/9217>
3. **Трифонов Д.** Мягкие тени на GPU 2008 <http://www.uraldev.ru/articles/id/18>

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен опыт создания и планомерного развития многоцелевого программного комплекса CAN для решения прочностных задач сложных конструкций атомной и тепловой энергетики, трубопроводных систем, автомобильного и железнодорожного транспорта.

ВВЕДЕНИЕ

Решение многих инженерных проблем предполагает в том числе и прочностные расчеты. Например, в элементах термоядерных установок вследствие неравномерного распределения температуры возникают значительные температурные напряжения. Возникающие при этом сложные и часто нелинейные задачи прочностного расчета достаточно полно можно исследовать не только с помощью дорогостоящего физического эксперимента, но и на базе математического моделирования (вычислительного эксперимента) с применением современной вычислительной техники. Актуальной при этом становится разработка оптимальных математических моделей и соответствующего программного обеспечения, которые позволяют проводить прогнозные расчеты и определяют эффективность использования ЭВМ при создании сложных технических систем.

1. ВЫБОР И ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для эффективного исследования сложных технических объектов необходимо выбрать адекватную конструктивным особенностям и условиям работы схему рассматриваемых объектов и действующих нагрузок для построения обоснованных расчетных схем (моделей). Расчетные модели должны давать возможность проводить прочностные, тепловые, электрические и другие расчеты, соответствующие физическим процессам, протекающим в объекте. Для исследования нужны эффективные численные или численно-аналитические методы расчетов. Для численного решения многих задач математической физики наибольшее распространение в настоящее время имеют программы на основе метода конечных элементов (МКЭ) — современного численного метода расчета конструкций. МКЭ дает наибольшие возможности по выбору адекватной конструктивным особенностям и условиям работы схематизации рассматриваемых объектов и действующих нагрузок для построения обоснованных расчетных моделей. Основные преимущества МКЭ:

- наглядность метода;

- возможность использования единой конечно-элементной модели при расчете конструкций на действие тепловых, механических, электромагнитных и других нагрузок;
- простота учета неоднородности материала, граничных условий, конструктивных нелинейностей, произвольной геометрической формы конструкции;
- возможность использования нерегулярной узловой сетки и конечных элементов различной мерности и деформируемости;
- учет сложных физических свойств материалов в зависимости от температуры и других воздействий.

Эти важные свойства МКЭ позволяют продуктивно использовать его в качестве эффективного метода исследования конструкций. МКЭ является одним из вариационных методов решения задач математической физики и часто трактуется как метод Ритца [1]. Рассматриваемая область разбивается на конечные элементы (КЭ), взаимодействующие друг с другом в узлах. Внутри каждого КЭ задаются некоторые аппроксимирующие функции (функции формы), позволяющие определить искомые параметры внутри КЭ по значениям узловых параметров, которые принимаются в качестве неизвестных коэффициентов метода Ритца. В качестве искомых параметров в зависимости от типа рассматриваемой задачи могут выступать перемещения (в задачах теории упругости), температура (в задачах теплопроводности) и др. После минимизации функционала, математически эквивалентного дифференциальному уравнению задачи и отражающего физическую интерпретацию проблемы в целом получим систему алгебраических уравнений МКЭ для определения требуемых узловых параметров.

Современные инженерные объекты таковы, что для расчета параметров деформирования необходимо применять практически весь арсенал средств строительной механики конструкций, теорий упругости, пластичности, ползучести, устойчивости и динамики систем.

Таким образом, совершенствование методических подходов, математических моделей, численных методов расчета и разработка многоцелевого программного комплекса, который бы с единых позиций решал вопросы деформирования и оценок прочности конструкций при всех возможных воздействиях, являются актуальными задачами.

2. С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CAN ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Программный комплекс CAN (комплексный анализ) предназначен для проведения расчетов по МКЭ напряженно-деформированного состояния конструкций различной сложности в статических и динамических задачах при различных видах нагружения. Комплекс CAN позволяет проводить расчёт температурных полей для стационарной и нестационарной задач теплопроводности в линейной и нелинейной постановках. Библиотека конечных элементов включает более 40 типов элементов, моделирующих большинство встречающихся в практике типов конструкций. Реализован учёт различных видов воздействия: давление, вес, инерционные и температурные нагрузки, сосредоточенные усилия, комбинированное нагружение. Учитываются различные модели поведения материала: упругая, упругопластическая, упруговязкопластическая, изотропная, ортотропная и др.

CAN включает в себя автоматизированные системы ввода исходных данных, интерактивный графический постпроцессор. Комплекс предназначен для проведения исследовательских, расчетных, учебных работ в НИИ, КБ, расчётных бюро, вузах и в настоящее время в полной конфигурации используется в 50 организациях России [2].

Комплекс может использоваться при расчете:

- напряженно-деформированного состояния для: балочных, пластинчатых и оболочечных упругих конструкций; двумерных и объемных задач теории упругости, пластичности, ползучести; конструкций с односторонними связями; трубопроводов и фланцевых соединений;
- стационарной и нестационарной теплопроводности;
- частот и форм собственных колебаний;
- амплитудно-частотных и фазовых характеристик;
- динамического отклика при различных типах возбуждения, включая сейсмическое;
- критических нагрузок и форм потери устойчивости тонкостенных конструкций;
- стационарного и нестационарного термомеханического состояния;
- остаточных напряжений, возникающих при технологических операциях;
- коэффициентов концентрации напряжений и деформаций;
- поэтажных акселерограмм и спектров ответа.

Для решения системы линейных алгебраических уравнений МКЭ применяются итерационный метод и метод Гаусса, sparse-метод; обобщенная проблема собственных значений решается методом итераций в подпространстве и методом Ланцоша.

Возможности комплекса позволяют применять его в разных областях техники для расчетов:

- трубопроводов, оборудования, конструкций атомной и тепловой энергетики;

- аппаратов, сосудов давления химического и нефтехимического машиностроения;
- конструкций авиационной и космической промышленности;
- в приборостроении;
- в автомобильном и железнодорожном транспорте

Программный комплекс работает под управлением операционной системы WINDOWS 95/98/2k/XP на ПЭВМ типа IBM PC/AT. Возможен импорт конечно-элементных моделей из различных программ: COSMOS/M, Pro/ENGINEER.

Проведено сопоставление результатов расчета по CAN и зарубежным программам (ANSYS, ABAQUS, MARC, COSMOS). Документация по CAN содержит теоретический том, инструкцию для Пользователя, том верификации.

3. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ

Перечислим кратко некоторые особенности развития анализа конструкций на основе МКЭ, которые в той или иной степени реализуются в дальнейших версиях комплекса CAN:

- увеличение размерности конечно-элементных моделей и скорости вычислений;
- использование нелинейного и стохастического анализа как стандартной процедуры расчетов;
- сборка конечно-элементных моделей из деталей с различными сетками разбиения;
- обязательная проверка качества конечно-элементных моделей.

Стратегия и цели развития при разработке новых версий CAN заключаются в следующем:

- удовлетворение запросов пользователей по проблемным задачам;
- разработка интегрированного пакета для сопровождения всего жизненного цикла изделия от начала проектирования до вывода из эксплуатации;
- простота и удобство в использовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение задач прочности конструкций с учетом перечисленных особенностей комплекса CAN позволяет обоснованно подходить к разработке образцов новой техники. При этом достигается полнота и глубина проработки проектов, снижение сроков разработки и себестоимости, повышение качества проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зенкевич О.** Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.
2. **Универсальный** многоцелевой программный комплекс для расчетов на прочность CAN. Автоматизация проектирования // Межотраслевой научно-технический сборник / Е.Н. Сеницын, Д.Н. Шмелев, М.В. Виноградов и др. 1995, № 1—2. С. 55—65.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ MATHCAD В ЗАДАЧАХ КВАНТОВОЙ И ОПТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

АННОТАЦИЯ

Показано применение пакета Mathcad из класса систем автоматизированного проектирования для изучения различных курсов профиля «Квантовая и оптическая электроника». Рассмотрены вопросы применения Mathcad на семинарских и лабораторных занятиях, в ходе выполнения типовых расчетов и курсовых проектов, а также при подготовке выпускных работ.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главнейших проблем настоящего времени является невозможность проведения необходимого количества практических работ и экспериментальных исследований студентами. В связи с этим встает вопрос компьютерного проектирования и моделирования в изучаемых дисциплинах.

Система Mathcad [1, 2] ориентированна на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, она выгодно отличается от подобных программ легкостью использования и применения для коллективной работы [3].

Несмотря на то, что эта программа в основном ориентирована на пользователей-непрограммистов, Mathcad также используется в сложных проектах, чтобы визуализировать результаты математического моделирования, путем использования распределённых вычислений и традиционных языков программирования. Также Mathcad часто используется в крупных инженерных проектах, где большое значение имеет трассируемость и соответствие стандартам [4].

1. ПРОВЕДЕНИЕ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

В последнее время наблюдается тенденция замещения лекционных занятий семинарскими. Это позволяет значительно лучше подготовить студентов к будущей практической работе. При проведении занятий с помощью интерактивного оборудования, Mathcad позволяет наглядно продемонстрировать изменение исследуемых зависимостей при различных параметрах моделирования (рис. 1).

С выходом Mathcad Application Server появилась возможность размещения необходимых модулей на специальном сервере и возможность их одновременного использования сразу группой студентов.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При выполнении лабораторных работ возможно как изменение определенных параметров в уже разработанных документах (на младших курсах), так и самостоятельная разработка программ моделирования рассматриваемых физических явлений или оптических методов.

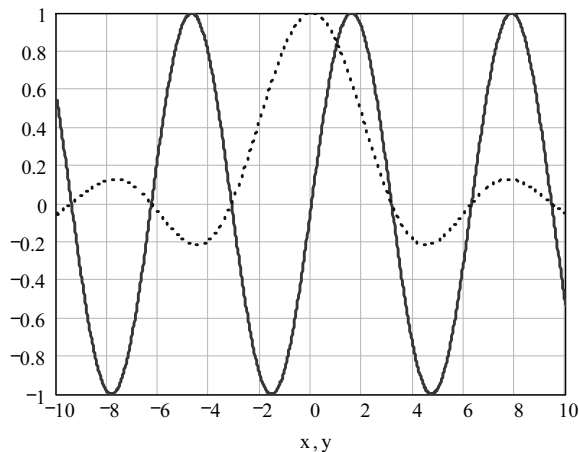


Рис. 1. Пример изменения зависимостей при изменении параметров схемы

Так, например, матричные методы расчета широко применяются в геометрической и физической оптике. Они позволяют описывать геометрическую оптику параксиальных лучей, проблемы поляризации, распространение ограниченного лазерного луча. Для многокомпонентных оптических систем расчет является трудоемким и требует больших временных затрат. Применение компьютерных программ позволяет значительно сократить затрачиваемое время и повышает наглядность решения при использовании графических возможностей систем.

Рассмотрим применение матричных методов в геометрической оптике для описания прохождения излучения через оптическую систему. В этом случае рассматривается решение системы линейных уравнений матричным способом.

Предположим, мы имеем пару линейных уравнений

$$\begin{cases} x_2 = Ax_1 + By_1; \\ y_2 = Cx_1 + Dy_1. \end{cases}$$

Здесь A, B, C, D — константы, x_1, x_2, y_1, y_2 — переменные. Эту систему уравнений можно записать в матричном виде:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}.$$

Матричное уравнение — аналогия системы линейных уравнений. Но в этом уравнении константы и переменные отделены, что делает это очень удобным во многих случаях.

В случае оптической системы мы принимаем столбец, стоящий слева от знака равно за параметры луча на входе из системы, а столбец справа — за

характеристики на входе в систему. Матрица ABCD описывает саму оптическую систему. Для создания этой матрицы необходимо последовательно перемножить матрицы всех оптических элементов, начиная с последнего.

Пример

Тонкая положительная линза с фокусом $F_1 = 10$ см находится на расстоянии $d = 5$ см от отрицательной линзы с фокусом $F_2 = -10$ см (рис. 2). Объект $y = 2$ см в высоту расположен на расстоянии $d_1 = 20$ см слева от положительной линзы. Найдите положение и размер изображения.

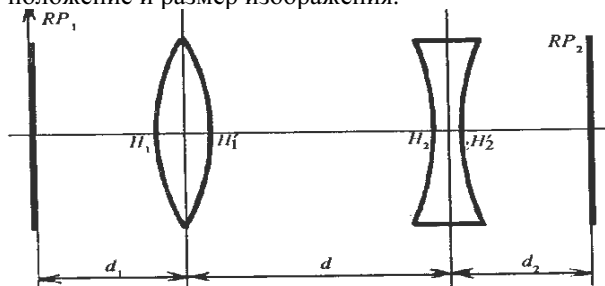


Рис. 2. Оптическая система

Решение

Давайте обозначать расстояние от отрицательной линзы до изображения как d_2 . Первая опорная плоскость совпадает с объектом, вторая — с изображением. Матрица системы будет иметь следующий вид:

$$M = \begin{bmatrix} 1 & d_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{F_1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{F_2} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & d_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Подставив числа и перемножив, получим:

$$M = \begin{bmatrix} 0,5 - 0,05d_2 & 15 + 0,5d_2 \\ -0,05 & 0,5 \end{bmatrix}.$$

Подставив эту матрицу в уравнение, находим, что $d_2 = 30$ см, $y_2 = 4$ см.

Далее возможно промоделировать изменение параметров оптической системы и рассмотреть получаемые характеристики оптического луча.

Кроме работы с матрицами и решения матричных систем уравнений в ходе выполнения лабораторных работ студенты изучают различные способы представления графической информации (2D, 3D графики; диаграммы уровней; столбчатые диаграммы; графики отличий между двумя кривыми и т.д.), исследуют различные варианты интерполяции, сглаживания, предсказания данных.

Отдельно следует упомянуть о возможностях символьного процессора Mathcad. Первоначальное выражение можно разложить на множители, проинтегрировать его, разложить в ряд и многое другое. Символьный и численный процессоры Mathcad используют несовпадающие списки функций. Эти списки частично пересекаются: часть встроенных функций (тех функций, которые вычисляются численным процессором), имеющих общепринятое математическое значение подобно \sin и \log , участ-

вуют в символьных преобразованиях. Другие функции, подобно linterp или rnd , не имеющие общепринятого математического значения, не преобразуются символьным процессором. С другой стороны, символьный процессор использует ряд функций, не вычисляемых численным процессором. Применение символьного процессора для предварительных упрощений и оптимизации выражений позволяет значительно ускорить численные вычисления.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И ВЫПУСКНЫХ РАБОТ

Для курсового и дипломного проектирования предполагается уже разработка сложных Mathcad документов, включающих трехмерное моделирование, обработку изображений и преобразование в удобную для работы пользователей форму.

Для примера рассмотрим разработанную студентами программу моделирования испарения капли с твердой поверхности.

Основными требованиями, которым должна удовлетворять разрабатываемая программа, являются:

- возможность формирования фоновых экранов различной сложности и структуры;
- возможность введения параметров моделируемой капли (таких как высота капли, ее диаметр, расстояние до камеры);
- возможность проведения расчетов для капель с различным показателем преломления;
- возможность проведения расчета для капель различной формы.

На рис. 3 представлена схема, на которой изображена моделируемая капля в сечении xz , и отмечены параметры, используемые при расчетах. Ось x играет роль пластины, на которой располагается моделируемая капля.

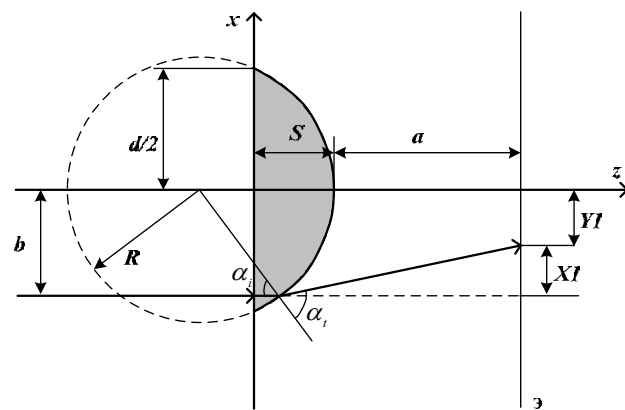


Рис. 3. Схема прохождения света через каплю, используемая в расчетах

На рис. 4 приведен пример работы полученной программы. Реализована возможность ввода параметров моделирования в специальную форму. Сразу же строится смоделированный вид фонового экрана, искаженный наличием капли и результат кросс-корреляционной обработки.

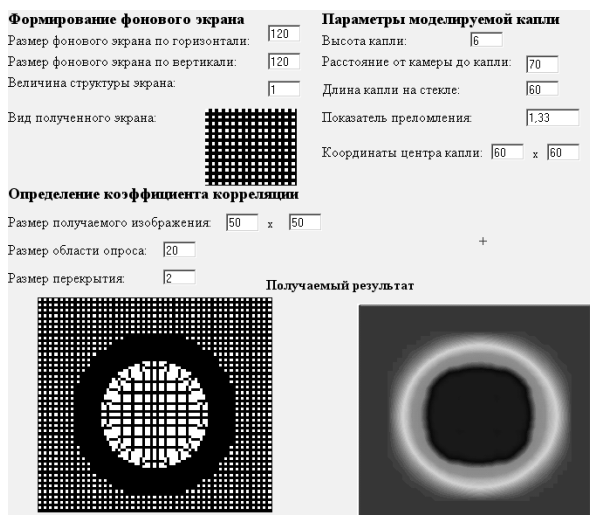


Рис. 4. Пример работы разработанной программы

Далее покажем примеры работы программы для капель, имеющих различную геометрию. На рис. 5 показан трехмерный вид капли, которую возможно также смоделировать с помощью средств Mathcad.

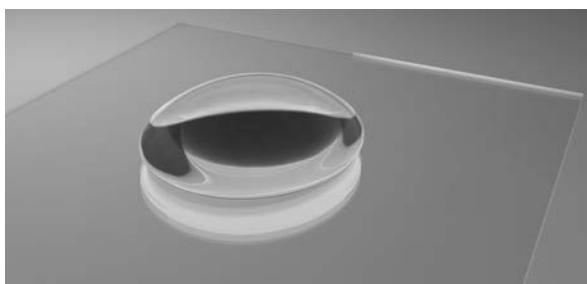


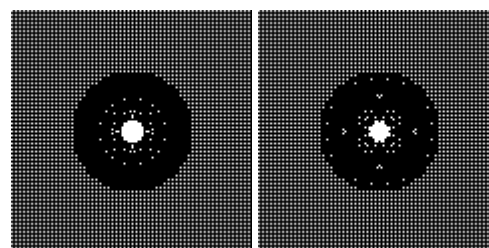
Рис. 5. Трехмерный вид капли

Изображение капли жидкости при различных показателях преломления на фоне структурированного экрана показано на рис. 6. Параметры моделируемой капли были следующие: высота капли на стекле 24 пикселя, длина капли на стекле 60 пикселей, расстояние до камеры 50 пикселей.

Данные изображения получены с помощью специальной функции Insert Picture. Mathcad автоматически преобразовывает результаты моделирования, записанные в виде матрицы, в 256-тоновое изображение в оттенках серого. Таким образом, существует возможность не только выполнять численное моделирование, но и наглядно представлять его результаты.

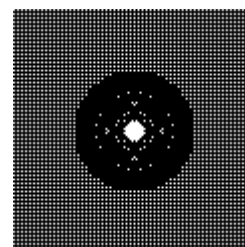
На рис. 7 представлено расположение линий уровня соответствующих распределению углов отклонения лучей на выходе из капли воды, для наглядности изображения выбрано малое количество уровней.

Далее в дипломном проектировании был разработан блок кросскорреляционной обработки смоделированных изображений. В результате обработки получают изображения, которые возможно представить уже в гамме RGB. Пример такого изображения представлен на рис. 8.



а) Вода

б) Этилацетат



в) Этанол

Рис. 6. Смоделированные изображения

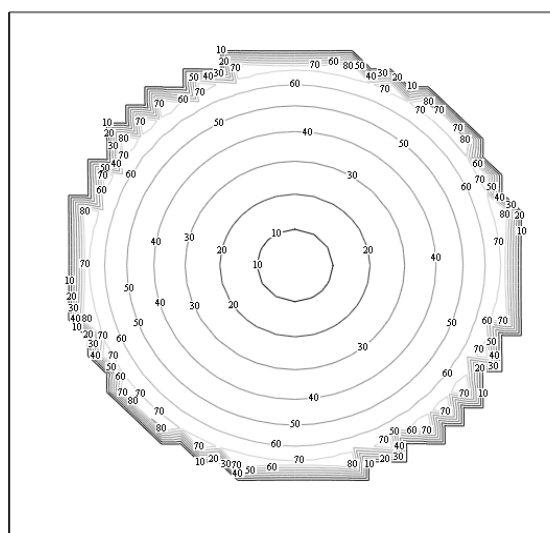


Рис. 7. Представление изображения поверхностью уровней

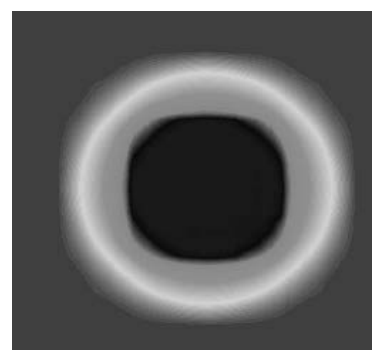


Рис. 8. Результат обработки смоделированных изображений

Также существует возможность построения трехмерного цветного изображения, что показано на рис. 9.

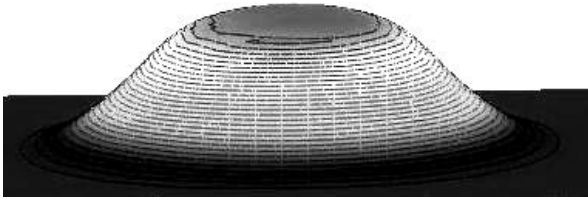


Рис. 9. Трехмерный вид смоделированной капли

Хотя Mathcad разрабатывался для пользователей непрограммистов, в нем существует достаточно мощная система программирования, основанная на синтезе широко известных языков программирования: Бейсике и Паскале. Возможность разработки и применения программ позволяет решить задачу практически любой сложности. Например, на рис. 10 представлена простейшая программа генерации рисунка: черных точек на белом фоне.

```

Polu4ekp(Mi, Ni, k) :=
  for p ∈ 0, k + 1..Mi - 1
    for q ∈ 0, k + 1..Ni - 1
      for i ∈ 0..k
        for j ∈ 0..k
          Ai,j ← 0 if i = k ∨ j = 1
          Ai,j ← 1 otherwise
          Bp+i,j+q ← Ai,j
  B
  
```

Figure := Polu4ekp(M11, N11, k1)

Рис. 10. Пример программы в Mathcad

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показана возможность применения системы автоматизированного проектирования Mathcad на семинарских, лабораторных занятиях, в ходе выполнения типовых расчетов, курсовых проектов и выпускных работ для специальности «Квантовая и оптическая электроника».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ресурсный** центр Mathcad: открытый ресурс. Доступ: <http://communities.ptc.com/community/mathcad>.
2. **Образовательный** математический сайт Exponenta: открытый ресурс. Доступ: <http://exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp>.
3. **Расчетный** сервер МЭИ: открытый ресурс.: http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/index.html.
4. **Дьяконов В.П.** Mathcad 11/12/13 в математике: Справочник. — М.: Горячая линия. Телеком. — 2007.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются наиболее известные проекты внедрения облачных технологий в учебный процесс, выполняемые с участием компании IBM. С учетом складывающихся не очень благоприятных экономических условий, в которых реализуются такие проекты, фокус рассмотрения сосредоточен на вопросах экономии затрат, как следствие перехода на новую облачную платформу, а также возможности бесплатного использования университетами программных продуктов, образующих такую платформу.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ будущего высшего образования приводит к некоторой модели перспективного университета (<http://www.gosbook.ru/node/15781>), обеспечивающего индивидуальный подход к обучению на основе погружения образовательного процесса в технологии.

Всегда остается ещё одно (не всегда высказываемое в явном виде) требование. Затраты на переход к инновационному развитию вузов не должны быть настолько большими, чтобы стать препятствием для получения образования талантливой молодежью из необеспеченных семей. В качестве подобной, снижающей расходы технологии, в настоящее время выступают облачные вычисления и виртуализация вычислительной платформы. Используемые сейчас для поддержки обучения в школах и вузах компьютерные классы, укомплектованные персональными ЭВМ, оказываются довольно дорогими при оценке по критерию общей стоимости владения. По этому критерию до 80 % затрат [1] на поддержку ИКТ обучения составляют расходы на электроэнергию.

Многие источники рассматривают «облачные вычисления» в качестве очередной технологической революции, хотя истоки этой технологии, как, впрочем, и СОА (сервис-ориентированной архитектуры) восходят к 70-м годам прошлого века — первому гипервизору IBM и структурно-функциональному подходу к проектированию информационных систем.

Определения «облаков» отличаются большим разнообразием и выглядят иногда достаточно сложно. Простейшее облако можно создать, заменив физический сервер виртуальным. Однако, у многих специалистов существует более сложное понимание этого явления. Облако — это обозначение Интернет, используемое при создании диаграмм. Современный Интернет базируется на Сервис — ориентированной архитектуре (СОА), концепции Web 2.0 и виртуализации. Как следствие есть стремление дать системное определение этого способа предоставления сервисов. Так определение Национального института стандартов и технологий (NIST, США) [3] гласит:

«Облачные вычисления» являются моделью, позволяющей повсеместно, в удобной форме, по требованию, осуществлять сетевой доступ к общему пулу настраиваемых вычислительных ресурсов (например, сетям, серверам, системам хранения, приложениям и сервисам), который может быть быстро сформирован и предоставлен с минимумом затрат по управлению и взаимодействию с поставщиками услуг».

Другими словами, согласно этому определению, облаками можно считать набор аппаратных средств, программного обеспечения и других ресурсов, которые могут быть доступны через Интернет, и используются для сборки решение по требованию (то есть, на момент запроса). Существующие подходы и модели предоставления облачных сервисов нашли своё обобщение в подходе «всё в виде сервисов» — ХааС (X as a service). ХааС охватывает как наиболее стандартизированные формы применения облаков, такие, как софт как сервис (SaaS), платформа как сервис (PaaS), инфраструктура как сервис (IaaS), технические средства как сервис (HaaS), так и другие, пока менее популярные способы обслуживания — ДааС (дата центр, базы данных, десктоп), ВааС — бизнес в качестве сервиса, ФааС (фреймворк, набор программ для обеспечения разработки и использования приложений), ОааС (организация, как сервис). Наиболее известными примерами использования облачных вычислений являются Amazon EC2, Google App Engine (GAE), Microsoft Azure, IBM Blue Cloud, Nimbus, 3 Tera, и другие.

По критериям доступности различают два вида виртуализации — создании закрытых виртуальных машин, функционирующих внутри организации и открытых виртуальных серверов, работающих в Интернет. Первые называются частными (privet) облаками, границы которых определяются корпоративным фаерволом, вторые — «общедоступными» (public) облаками. Смешанный вариант — это облака гибридного (hybrid) типа.

Ожидается, что «облака» могут упростить доступ к образовательному контенту, и, таким образом, улучшить качество образования для всех учащихся школ и студентов вузов. Через Интернет «облака» могут предоставлять наиболее передовое программное обеспечение и учебные материалы, аппаратные ресурсы и услуги для студентов и преподавателей даже в самых бедных и удаленных районах без необходимости привлечения опытных ИТ-специалистов. В то же время, эта технология дает значительно меньшую, по сравнению с традиционными клиент-серверными решениями, нагрузку на напряженные в настоящее время бюджеты образования, снижая количество закупаемых лицензий.

Ниже приводится некоторое обобщение существующего опыта внедрения облачных технологий в университетах.

1. ПРОЕКТ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБЛАЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ (VCL) ШТАТА СЕВЕРНАЯ КАРОЛИНА

Разработка системы VCL была начата в период 2002 — 2004 гг. инженерным колледжем университета и Управлением информационных технологий штата Северная Каролина. Штат Северная Каролина принял решение сделать VCL свободно распространяемым решением доступным в качестве ПО с открытым исходным кодом. С этой целью он оказывал финансовую поддержку Apache Foundation в развитии проекта и сообщества, в котором могут принять участие все желающие: <http://incubator.apache.org/projects/vcl.html>

Одновременно с этого портала можно бесплатно копировать код текущей версии VCL. Образовательное облако штата Северная Каролина состоит сегодня из более чем 2000 реальных физических серверов, поддерживающих хостинг до 4000 до 5000 виртуальных серверов, и включает более 800 образов программного обеспечения. Оно доступно для четверти миллиона студентов по всей Северной Каролине.

Соответственно система предоставляет вход в два больших пула — один с поддержкой сообщества HPC (<http://hpc.ncsu.edu>) и другой с поддержкой образовательных, исследовательских и других потребностей пользователей университета (<http://vcl.ncsu.edu>).

2. ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ В «ОБЛАКЕ»

Пул общего назначения (VCL 24×7) воспроизводит типично прикладную среду для классных и домашних проектов, для которых типичное время резервирования занимает несколько часов. Однако, он может быть использован и для долгосрочного резервирования серверов и может генерировать исследовательские облака (например, Nadoor).

Одним из важных уроков является то, что гибкий и динамический характер инфраструктуры облаков позволяет разумно комбинировать использование пиков и спадов загрузки рабочих мест пользователей, чтобы свести к минимуму эксплуатационные расходы. Возможность выполнять такие комбинации максимумы-минимумы увеличивается по мере роста числа пользователей. «Облако» штата Северная Каролина обслуживает все три уровня образовательного процесса — университет, колледж, среднюю школу.

VCL штата Северная Каролина была развернута в течение нескольких лет, начиная с выбора классов и факультетов Инженерного колледжа. Постепенно её поддержка была распространена на другие колледжи, и, в конечном итоге, обеспечен доступ к VCL всем преподавателям и студентам кампуса. Более поздние этапы включают расширение услуг VCL для задач администрирования в нескольких кампусах. Самые большие проблемы для его раз-

вертывания носили не технологический, а культурный и политический характер. Например, многие владельцы ресурса не были готовы отказаться от прав собственности на свои серверы или проявляли неуверенность в доступности серверов и качестве обслуживания. Вопросы безопасного доступа к задачам и мышление в стиле «нечего здесь изобретать» создали оппозицию широкому распространению в ряде департаментов и колледжей, которые имеют свои собственные ИТ-службы. Однако позитивную роль сыграли интенсивное обучение и тщательное тестирование сервисов VCL до начала развертывания, что помогло преодолеть эти социальные и политические проблемы.

3. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАКОВ ДЛЯ РЕФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Успехи использования VCL в университетской практике побудили ряд университетов, в том числе университет штата Северная Каролина, Университет Дьюка, университета штата Мэриленд округа Балтимор, государственный университет Моргана и некоторых других, выступить с инициативой использования VCL для поддержки среднего образования (что соответствует принятому в США образовательному уровню K-12). Предполагается совмещение облачной инфраструктуры и среды 3-D программирования «Алиса» и проекта «Прокладка пути» (Lead the Way). Упомянутые проекты являются частью STEM — программы знакомства обучающихся с инновациями в области науки, технологии, инженерии и математики.

Школы и колледжи, расположенные на расстоянии в несколько км, с помощью облака были объединены одним пулом ресурсов, что существенно снизило как сложность управления, так и общую стоимость владения ИТ инфраструктурой. По расчетам специалистов последний показатель снизился вдвое: до перехода к облачному сервису затраты на закупку и поддержание ИТ составляли ежегодно 1,4 млн долл., после — 570 тысяч. В настоящее время виртуализация поддерживается преимущественно гипервизором VMware, однако опционально могут быть использованы и другие инструменты — open source гипервизор KVM, IBM Systems Director® и IBM Tivoli®. Власти штата, руководящие вопросами образования, имеют возможность проводить переговоры с вендорами по вопросам приобретения лицензий для всех участников такого сообщества. Это предполагает намного большие скидки, по сравнению с индивидуальными скидками для каждого учреждения.

Управление облаком штата требует усилий эквивалентных работе двух сотрудников при их полной занятости. Они управляют работой 2000 серверов, используют 800 образов программных продуктов, многочисленные системы хранения и другое оборудование. Подробный анализ преимуществ перехода к облачным сервисам приведен на рис. 1.

Пользователи	Преимущества
Студенты	<ul style="list-style-type: none"> • Лучший доступ к вычислительным ресурсам, даже в отдаленных районах, • Упрощение доступа к интегрированным решениям, включающим данные, технику и приложения, • Дополнительная мобильность, • Снижение привязки к фирменному софту, • Усиление эффекта использования вычислительной среды, • Увеличение размера доступной части сервера и хранилища данных, • Удобный web-интерфейс
Преподаватели	<ul style="list-style-type: none"> • Доступ к виртуальным машинам через гранты • Предоставление по графику учебных материалов, учебных программ и софта • Возможность создания и использования образов курсов, независимо от курсов других преподавателей • Устранение информационной неразберихи в учебном процессе
Администрация	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартизация приложений и процессов, • Управление софтом, ресурсами и данными, • Упрощение контроля за версиями, • Снижение общей стоимости владения до 50-90% , • Уменьшение численности ИТ персонала, • Снижение затрат на электричество и охлаждение, • Повышение использования серверов, снижение времени простоя оборудования, уменьшение закупок, • Высокая степень виртуализации, • Оптимизация размещения ресурсов

Рис. 1. Преимущества работы в «облаке» для разных категорий пользователей

Опыт внедрения VCL быстро распространяется во многих штатах США с пилотными проектами или производственными системами, аналогичными используемым в штате Северная Каролина. Южная Каролина, Джорджия, Виржиния, Мэриленд, округ Колумбия, штат Теннесси, Луизиана, Арканзас, Канзас, Техас, Нью-Йорк, Пенсильвания, Огайо, Массачусетс, Род-Айленд, Флорида, Калифорния и Монтана, а также Пуэрто-Рико и других местах с крупномасштабной системы высшего образования облаков растущих в Северной Каролине, Виржинии и Калифорнии. Другие были запланированы на такие государства, как Теннесси и Мэриленд. Кроме того, VCL распространяется за рубежом в странах и регионах, таких как Канада, Мексика, Центральная Америка, Бразилия, Индия, Китай, Япония, Португалия, Франция, Турция, Восточная Европа и Ближний Восток и др.

4. ПРОЕКТ МЕЖДУНАРОДНОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРИРОДЫ, ОБЩЕСТВА И ЧЕЛОВЕКА «ДУБНА» ПО СОЗДАНИЮ ВИРТУАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Введение в действие нового поколения образовательных стандартов на фоне демографического спада и продолжающегося реформирования энергетической отрасли ставит перед высшей школой ряд проблем.

Проект берет начало в 2009 г., когда университет «Дубна» победил в конкурсе проектов исследовательской программы IBM «Распределенный университет». Целью совместного проекта являлась проведение научных исследований, разработка концепции и архитектуры виртуального университета. Виртуальный университет должен был строиться на базе новой для того времени концепции Сервис-ориентированной архитектуры (СОА) и веб-сервисов, поддерживающих процесс обучения через интернет. По сравнению с распространенными в то время «коробочными» решениями систем электронного обучения предложенный подход позволял достичь большей оперативности при изменении организации учебного процесса, внесении дополнительных курсов, нового контента, лучшей масштабируемости при подключении учебных площадок, новых преподавателей и студентов. В качестве поддержки проекта компания IBM передала безвоз-

мездно университету блейд-центр, а также доступ к необходимому программному и информационному обеспечению для его установки и изучения, также на бесплатной основе.

Базовая концепция построения университета показана на рис. 2.



Рис. 2. Базовая концепция виртуального университета «Дубна»

В основу концепции положены СОА, виртуализация и социальный инструментальный Web 2.0. Виртуализация реализуется на двух уровнях: создание динамически изменяемой инфраструктуры и облачных технологий для поддержки социальных сервисов в Интернете. Для организации доступа к учебному контенту со стороны клиента достаточно использование браузера. Виртуальная сущность университета проявляется не только на платформенном, но и на организационном уровне. В формировании виртуального коллектива пользователей социальной сети передачи знаний могут принимать участие несколько университетов (кафедр, в том числе из разных университетов, групп преподавателей и студентов). Инструментарий управления, как самой платформой, так и приложениями, входящими в социальную сеть, позволяет организовать работу перечисленных групп пользователей так, как если бы они представляли одну организацию. Такого типа организации называются виртуальными. Географическое местонахождение каждого отдельного участника сети, студента или преподавателя, не имеет значения. Участники могут использовать практически любую доступную клиентскую платформу, включая средства мобильной связи. Для поддержки коллаборативного взаимодействия на платформенном уровне используется доступ через vSphere VMware. При этом включаемая в систему партнерская организация получает в свое распоряжение виртуальную машину и возможность внести свой вклад в формирование нового учебного процесса, путем развертывания собственных приложений и дополнительного учебного контента.

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНОЙ СИСТЕМЫ IBM CLOUDBURST В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

С прошлого года пользователям программы IBM «Академическая инициатива» [2] в университетах стала доступна для скачивания и изучения облачная платформа IBM под названием IBM CloudBurst. Архитектура и состав системы показаны на рис. 3 .

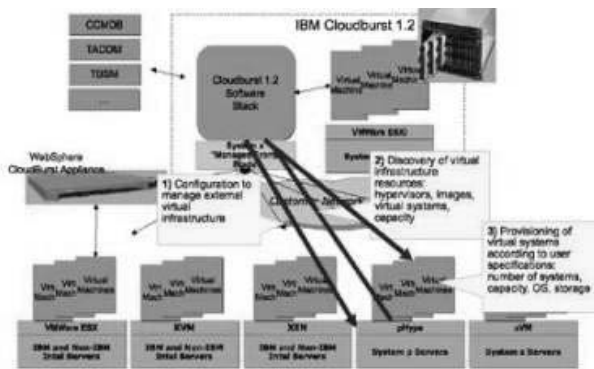


Рис. 3. Диаграмма применения системы и архитектура системы для случая использования наследуемых вычислительных средств

Система устанавливается на блейд — сервере (IBM System X), минимальный состав требований к ресурсам:

- 5 лезвий HS22 Blades, подключение сети Ethernet 1Gb, оптоволоконное подключение 4G, сервер управления (x3650 M2 ManagementNode), система дисковой памяти DS3400, 12 дисков 450GB, одно лезвие HS22 для размещения программного обеспечения IBM CloudBurst, управляемые лезвия HS22 (3).

Установка системы на университетских компьютерах дает возможность студентам ознакомиться с принципами организации облачных вычислений, архитектурой облачной платформы, а также с отдельными программными компонентами, входящими в данную архитектуру.

В ходе занятий можно сконфигурировать различные прецеденты предоставления облачных сервисов, описанных в начале статьи. В качестве отдельных заданий и тем курсовых и дипломных работ могут быть сформулированы темы, в которых фигурируют компоненты системы. В их числе программные продукты стека IBM CloudBurst:

- VMware VirtualCenter, комплекс программ виртуализации и управления инфраструктурой,
- IBM Tivoli® Usage and Accounting Manager (TSAM), программа обеспечения доступа к распределенным ресурсам,
- IBM Tivoli Service Automation Manager (ITUAM), обеспечивает поддержку запросов, развертывания, мониторинга и управления облачными сервисами,
- IBM® Tivoli Directory Server (TDS) — формирует платформу для размещения сервисов безопасности,
- Proventia Network IPS предназначена для блокирования сетевых атак и аудита работы сети.

СПИСОК ССЫЛОК

1. **Building** a Smarter Classroom Investing in Education to Stimulate and Sustain the Economy (<http://www-07.ibm.com/solutions/in/education/download/BUILDING%20A%20SMARTER%20CLASSROOM.PPT>).
2. **Программа** «Академическая инициатива IBM» <https://www.ibm.com/developerworks/university/academicinitiative/>.
3. **Определение** облачных вычислений Национального института стандартов и технологий США. (<http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc>)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GNU OCTAVE В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Анализируются возможности использования открытого программного обеспечения в учебном процессе.

Рассматриваются различные аспекты применения пакета Octave для решения вычислительных задач на персональных компьютерах и в распределенных вычислительных средах.

Обсуждается использование пакета Octave в образовательном процессе при подготовке студентов инженерных специальностей.

ВВЕДЕНИЕ

Применение персональных компьютеров при проведении математических и научно-технических вычислений в процессе подготовки инженеров обусловлено необходимостью расчетов объектов, систем, явлений и процессов, с которыми студенты будут встречаться в своей профессиональной деятельности. Для проведения численных и символьных вычислений, визуализации результатов, конструирования компьютерных моделей в преподавании различных дисциплин используются универсальные системы компьютерной математики (Computer Algebra System) — MATLAB, Mathematica, Maple, MathCAD [1, 2]. Однако не каждое учебное заведение, тем более студент, могут их приобрести. Поэтому на практике используют открытое программное обеспечение (ОПО), выпущенное под лицензией, предоставляющей пользователю право на установку, использование, изучение, изменение и распространение [3]. Среди них наиболее известными являются Scilab, Maxima, GNU Octave [4]. GNU Octave входит в состав многих дистрибутивов ОС Linux (Debian, Ubuntu, Mandriva, ALT Linux), ОС Windows, именно этот продукт используется нами в учебном процессе.

1. ВОЗМОЖНОСТИ GNU OCTAVE

GNU Octave представляет собой интерактивный командный интерпретатор для решения математических задач, есть возможность пакетной обработки. Язык Octave оперирует арифметикой вещественных и комплексных скаляров и матриц, имеет расширения для решения задач линейной алгебры, численного и аналитического решения нелинейных уравнений и систем, решения оптимизационных задач и задач линейного программирования, численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, решения задач интерполирования и аппроксимации. В Octave можно строить 2D и 3D графики.

Большим достоинством пакета является то, что для сложных и ресурсоёмких вычислений он пользуется возможностями «зрелых» (глубоко разработанных) пакетов математического ОПО: ATLAS и LAPACK для задач линейной алгебры, METIS для задач декомпозиции, GMP для символьных вычис-

лений и др. В общем, это усложняет сборку исполняемых модулей, зато повышает надёжность и быстродействие математики пакета.

Синтаксис языка Octave в высокой степени совместим с MATLAB, что позволяет сравнительно легко переходить от использования одного языка к другому. С известными оговорками, при решении задач с помощью Octave может быть использована многочисленная литература по вычислениям с применением MATLAB [5]. Вескость имеющихся различий синтаксиса и функциональности зависит как от сущности решаемых задач, так и от квалификации пользователя. По мнению разработчиков, некоторые из этих различий оправданы тем, что дают Octave преимущество в корректности действий в отличие от «узаконенных ошибок» MATLAB [6]. Впрочем, есть и такая точка зрения, что на практике эти несовместимости не имеют особого значения [7].

В частности, определённую трудность представляет сборка исполняемых модулей Octave для использования на вычислительном кластере под управлением ОС Linux. В силу специфики, состав и конфигурации программного обеспечения на кластерах изменяется сравнительно медленно. Поэтому в числе распространяемых собранных пакетов может не найтись версий для используемого дистрибутива. Более того, конфигурация сборки может оказаться не вполне оптимальной или требующей изменений в значительном числе иных, уже установленных на кластере пакетов. Очевидный выход — в сборке пакета с «собственными» экземплярами бинарных модулей всех «зависимостей», т.е. пакетов, требуемых для работы Octave. Подобным образом это делается в иных сложных ОПО-системах, например, в математическом пакете SAGE [8] и в системе мультифизического моделирования SALOME [9].

Указанная неполная совместимость с пакетом MATLAB это, конечно, проблема в условиях господства коммерческого математического ПО и наличия многочисленной литературы, относящейся именно к нему. С другой стороны, это проблема, которой, возможно, придают чрезмерное значение. В отечественных условиях «повсеместность» того же MATLAB выражается, скорее, в том, что он «у всех на слуху», а о том, чтобы, как на Западе, делать MATLAB первым изучаемым языком программирования [10], пока что и речи нет. Впрочем, и различия, как указано, достаточно малосущественны.

Пожалуй, самую существенную проблему составляет пользовательский интерфейс. В существующих условиях отсутствует, точнее прервана в развитии, культура использования текстовых интерфейсов. Графические интегрированные среды ОПО

для пакета Octave (XOctave, QtOctave) по возможностям недостаточны. Кроме того, работа с параллельными ЭВМ имеет специфику, не учтённую в этих средах. Так что для эффективной организации работы с GNU Octave в распределённых вычислительных средах следует, видимо, обращаться к решениям на основе платформы Eclipse [11], таким, например, как пакет посреднического назначения (middleware) UNICORE.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА OCTAVE В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Студенты изучают основы работы с Octave на факультативном курсе «Математические пакеты». Основная цель этого курса — дать студентам практические навыки по использованию Octave для решения задач высшей математики. В этом курсе студенты выполняли лабораторные работы по следующим темам:

1. Проведение элементарных вычислений.
2. Построение графиков функций одной и нескольких переменных, заданных различными способами, в разных системах координат.
3. Решение уравнений и их систем.
4. Решение основных задач линейной алгебры.
5. Решение основных задач математического анализа.

На основе полученных умений и навыков студенты могут использовать пакет Octave для решения вычислительных задач в других курсах и спецкурсах инженерного профиля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы представили один из вариантов обучения студентов инженерных специальностей решению задач на ПК, основанном на использовании открытого программного обеспечения GNU Octave. Пакет

Octave предоставляет необходимый современному инженеру вычислительный инструментарий с минимальными финансовыми затратами, который можно использовать в любой сфере профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Computer Algebra System** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_algebra_system. — Дата доступа: 02.12.2011.
2. **Образовательный** математический сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.exponenta.ru>. — Дата доступа: 02.12.2011.
3. **GNU Operating System** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>. Дата доступа: 02.12.2011.
4. **Octave** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gnu.org/software/octave/> Дата доступа: 02.12.2011.
5. **Matlab & Toolboxes** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/index.php>. Дата доступа: 02.12.2011.
6. **John W. Eaton**, David Bateman. Frequently asked questions about Octave [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gnu.org/software/octave/FAQ.html>. — Дата доступа: 02.12.2011.
7. **Kovesi P.D.** MATLAB and Octave Functions for Computer Vision and Image Processing. School of Computer Science & Software Engineering, The University of Western Australia [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.csse.uwa.edu.au/~pk/research/matlabfns/octaveinfo.html>. — Дата доступа: 02.12.2011.
8. **SAGE** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sagemath.org>. Дата доступа: 02.12.2011.
9. **Salome** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.salome-platform.org>. Дата доступа: 02.12.2011.
10. **Gilat A.** MATLAB. An Introduction with Applications. — John Wiley and Sons, 2004.
11. **Eclipse** (среда разработки) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Eclipse_\(среда_разработки\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(среда_разработки)). Дата доступа: 02.12.2011.

ПЛАНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕЗАВИСИМЫХ ЗАДАНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ С НЕОТЧУЖДАЕМЫМИ РЕСУРСАМИ

АННОТАЦИЯ

Предлагаются и рассматриваются алгоритмы поиска альтернативных наборов слотов в модели управления системой независимых заданий в виртуальных организациях распределенных вычислительных сред с неотчуждаемыми ресурсами. Рассматривается общий вид алгоритмов поиска, а также алгоритмы поиска «окон» с ранним временем старта минимальной вычислительной сложности. Приводятся результаты моделирования работы рассматриваемых алгоритмов в разработанной среде.

ВВЕДЕНИЕ

Экономические модели выделения ресурсов и планирования являются весьма эффективными в распределенных вычислениях с неотчуждаемыми ресурсами, включая грид, мультиагентные системы и облачные вычисления [1, 7].

Среди различных подходов к организации вычислений в распределенных системах и средах можно выявить *две устойчивые тенденции*.

Одна из них основывается на использовании *брокеров ресурсов* [4], которые, как правило, позволяют оптимизировать выполнение конкретного приложения.

Другая тенденция связана с образованием *виртуальных организаций* и ориентирована, прежде всего, на грид-системы. При образовании виртуальных организаций [5] осуществляется оптимизация планирования на уровне потоков заданий. В рамках предложенной модели планирования потоков заданий [3] важным этапом является предварительный поиск альтернативных вариантов назначения выполнения каждого из заданий.

Новизна подхода состоит в применении экономических механизмов как на этапе отбора альтернативных наборов слотов, так и на этапе планирования выполнения пакета заданий.

1. ОБЩАЯ СХЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ

В рамках рассматриваемой модели, в основу которой заложена иерархическая схема управления потоками заданий [6], фигурируют пользователи, запускающие задания, и собственники вычислительных ресурсов.

Интересы пользователей и собственников зачастую противоречивы. Каждый из независимых пользователей заинтересован в наискорейшем запуске своих заданий с наименьшими издержками (например, платой за использование ресурса), а собственники, наоборот, стремятся получить наибольший доход от предоставления ресурсов.

Планирование выполнения совокупности (пакета) независимых заданий осуществляется циклично,

на основе динамично обновляемых расписаний выполнения заданий в локальных процессорных узлах.

В каждом цикле планирования запуска пакета заданий требуется решение двух задач. Во-первых, отбор подходящих (по ресурсу, времени, цене) слотов для каждого задания пакета [2] (в общем случае у каждого задания может оказаться несколько альтернативных наборов слотов для выполнения — *альтернатив*). Во-вторых, необходим выбор комбинации альтернатив, являющейся эффективной или оптимальной с точки зрения прохождения всего пакета заданий в текущем цикле планирования [6].

В данной работе мы подробнее рассматриваем этап подбора альтернативных наборов слотов и различные алгоритмы поиска отдельных альтернатив.

2. ОБЩАЯ СХЕМА ПОИСКА АЛЬТЕРНАТИВ ВЫПОЛНЕНИЯ

Задачу поиска каждой альтернативы (окна на множестве доступных слотов системы) в отдельности представим в общем виде.

Пусть, согласно ресурсному запросу, требуется найти «окно» размером n : то есть множество из n слотов, имеющих одинаковое время старта. При этом длина каждого из n слотов определяется производительностью ресурса, на котором он выделен (рис. 1). Таким образом, в качестве результата мы будем иметь окно с «неровным правым краем».

Кроме того, в ресурсном запросе указывается требуемое время выделения ресурсов, необходимые характеристики узлов, а также ограничение на максимальную стоимость выделения всего окна. Стоимость окна считается равной сумме стоимостей использования всех слотов, входящих в его состав. Также, в общем случае может быть задан *критерий*, по которому будет выбираться наиболее подходящее для конкретного задания окно. Это может быть критерий минимальной стоимости, минимального времени выполнения или, например, минимального потребления электроэнергии.

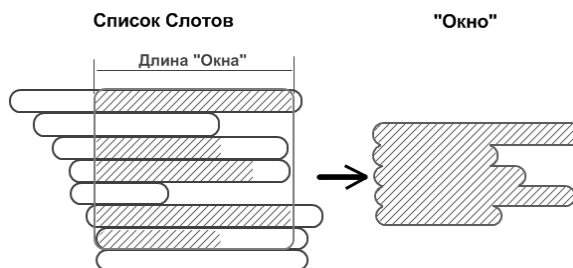


Рис. 1. Окно на множестве слотов системы

Поиск окна осуществляется на списке всех доступных слотов системы, упорядоченных по неубыванию времени старта (это условие необходимо для поочередного просмотра всего списка слотов и функционирования алгоритмов минимальной сложности). Схема поиска окна, удовлетворяющего поставленным требованиям и эффективного по заданному критерию, может быть представлена следующим образом.

- 1) Из упорядоченного списка слотов системы выбирается следующий слот. Если он удовлетворяет требованиям к ресурсу, а также не является заведомо слишком коротким для выполнения части задания, то он добавляется в список слотов окна.
- 2) Время старта окна полагается равным времени старта последнего добавленного слота. Действительно, окно с более ранним временем старта (основанное на предыдущих слотах списка с более ранним временем старта) либо уже было найдено, либо не было составлено вообще. Окно, содержащее в себе добавленный слот, не может иметь время старта раньше.
- 3) Происходит проверка, хватает ли длины слотов, находящихся в окне для выполнения части задания, с учетом нового более позднего времени старта. Слоты, время действия которых истекает, удаляются из окна и из дальнейшего рассмотрения. Таким образом, далее любая комбинация слотов, находящихся в окне, может составить окно необходимой длины.
- 4) Если количество слотов m в окне больше или равно требуемому количеству n , то далее требуется выбрать n слотов, эффективных по заданному критерию, но в тоже время удовлетворяющих ограничению на суммарную стоимость. Предположим было найдено окно W со значением целевого критерия crW . Задача выбора эффективного окна, состоящего из n слотов в случае, если $m > n$ будет описана ниже.
- 5) Значения целевого критерия crW найденного окна W сравнивается со значением cr' — текущим лучшим значением целевого критерия для всех найденных ранее окон. В случае, если $crW < cr'$ (при решении задачи минимизации), окно W объявляется новым окном-кандидатом, а crW становится новым лучшим значением критерия: $cr' = crW$.
- 6) Алгоритм заканчивается после обработки последнего слота системы. Результатом алгоритма является окно-кандидат с наилучшим значением целевого критерия, оно объявляется эффективным по заданному критерию.

Описанный алгоритм можно сравнить с алгоритмом поиска максимума/минимума в одномерном массиве значений. Расширенное окно размером m «движется» по упорядоченному списку слотов. На каждом шаге любая комбинация из n слотов (если $n \leq m$) представляет собой окно, достаточное для выполнения задания. Из множества вариантов вы-

бирается окно, эффективное по заданному критерию и сравнивается с результатами поиска на предыдущих шагах. К концу списка будет выбрано единственное решение с наилучшим значением целевого критерия.

Рассмотрим задачу выбора окна размером n , с общей стоимостью не более S на списке из $m > n$ слотов (для случая $m = n$ выбор — тривиален). Текущее расширенное окно состоит из m слотов S_1, S_2, \dots, S_m . Стоимость использования каждого из слотов с учетом их необходимой длины: C_1, C_2, \dots, C_m . Предположим, что слоты имеют характеристику Z_i , суммарное значение которой, согласно целевому критерию, необходимо минимизировать в итоговом окне. Тогда задачу можно сформулировать следующим образом:

- минимизировать

$$a_1 z_1 + a_2 z_2 + \dots + a_m z_m \rightarrow \min ;$$

- с ограничениями

$$a_1 c_1 + a_2 c_2 + \dots + a_m c_m \leq S ;$$

$$a_1 + a_2 + \dots + a_m = n ;$$

$$a_i \leq 1, i = 1, \dots, m .$$

Нахождение коэффициентов a_1, a_2, \dots, a_m , каждый из которых принимает целочисленные значения 0 или 1, и суммарное количество единиц из которых равно n , фактически определит окно с экстремумом заданного критерия.

Стоит отметить, что решение этой задачи оптимизации является достаточно трудоемким, а необходимость выбора окна на каждом шаге представленного алгоритма, свидетельствует о его еще большей сложности. При большом количестве слотов время его работы может оказаться неадекватным. Однако можно выделить некоторые часто встречающиеся типы задач, сложность которых возможно уменьшить. К ним относятся задачи минимизации стоимости, минимизации общего времени выполнения, поиск окна с минимальным временем старта, поиск окна с минимальным временем завершения.

Рассмотрим подробнее процедуру поиска окна с минимальным временем старта. Ее отличие от описанной общей схемы поиска окон заключается в то, что первое же найденное окно будет иметь самое раннее время старта. Действительно, если на i -м шаге алгоритма было найдено подходящее окно, то окна, найденные на $(i + 1)$ -м и последующих шагах, будут гарантированно иметь не меньшее время старта (так как в рассмотрение, согласно списку, будут добавляться слоты с неубывающим временем старта). Таким образом, описанную процедуру можно свести к поиску первого подходящего набора из n слотов, суммарная стоимость которых не превышает установленное ограничение S (данное описание соответствует алгоритму AMP).

3. АЛГОРИТМЫ ПОИСКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ НАБОРОВ СЛОТОВ

Нами рассматриваются два алгоритма поиска альтернативных наборов слотов с ранним временем старта.

Первый из них ALP, производит поиск окна на упорядоченном по неубыванию времени старта списке слотов системы с учетом ограничения C на максимальную удельную стоимость каждого отдельного слота. Алгоритм ALP является наиболее простым, так как первые n подходящих слотов, которые смогут сформировать окно необходимой длины, гарантированно будут удовлетворять ограничению на максимальную стоимость.

Стоит отметить, что данный алгоритм не позволяет использовать для составления окна более дорогие слоты, и, таким образом, алгоритм является неточным. Алгоритм AMP оперирует с ограничением на максимальный бюджет выполнения задания, который формируется как $S = Ctn$, где t — необходимое время резервирования, n — запрашиваемое количество слотов, а C — ограничение на удельную стоимость отдельного слота, используемое в алгоритме ALP. Алгоритм AMP производит поиск окна, суммарная стоимость слотов которого не превышает максимальный бюджет S .

Следует отметить, что оба алгоритма обладают линейной сложностью $O(k)$ относительно общего количества слотов системы k , алгоритмы двигаются по списку слотов в направлении неубывания времени старта, без возвращения назад и пересмотра предыдущих шагов.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Эксперимент состоит в сравнении результатов планирования пакета заданий на одинаковом наборе ресурсов, но с использованием различных алгоритмов поиска альтернативных наборов слотов ALP и AMP. На каждом цикле планирования происходит генерация исходных данных: списка доступных слотов системы и пакета пользовательских заданий. Рассмотрим задачу поиска альтернативных наборов слотов при минимизации суммарного времени выполнения пакета заданий $\min T(s)$ с ограничением на общий бюджет B^* .

В общей сложности было промоделировано 25000 циклов планирования. Для подсчета результатов использовались только те 8589 из них, в которых все задачи пакета имели хотя бы одну альтернативу выполнения. Общее количество найденных альтернатив алгоритмом ALP равно 258079 или в среднем 7,39 на задание. Алгоритм AMP при этом нашел 1160029 альтернативы или 34,28 на задание.

По результатам моделирования алгоритм AMP превзошел ALP по целевому критерию минимизации суммарного времени $T(\bar{s})$ выполнения пакета заданий на 35 %. Среднее время выполнения одного задания при использовании ALP составило 59,85, а при использовании AMP — 39,01 (рис. 2). При этом средняя стоимость выполнения задания с использованием ALP составила 313,56, а для AMP на 15 % больше — 369,69.

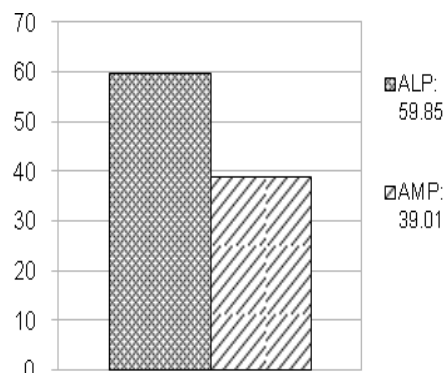


Рис. 2. Минимизация времени выполнения пакета задний: среднее время выполнения задания

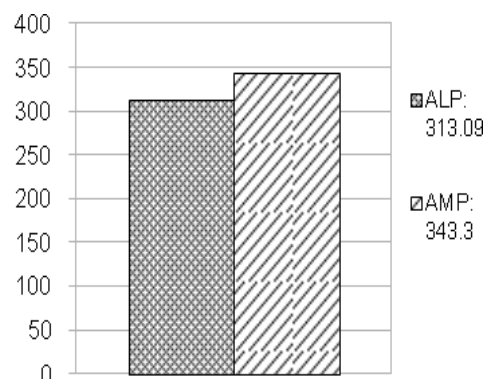


Рис. 3. Минимизация стоимости выполнения пакета задний: средняя стоимость выполнения задания

При решении задачи минимизации суммарной стоимости выполнения пакета заданий: $\min C(\bar{s})$ с

ограничением на суммарное время выполнения T^* , были собраны результаты 8571 отдельных циклов планирования, в каждом из которых все задания имели хотя бы по одной альтернативе выполнения.

Общее количество найденных альтернатив алгоритмом ALP равно 253 855 или в среднем 7,28 на задание. Алгоритм AMP при этом нашел 1 154 116 альтернативы или 34,23 на задание.

Средняя стоимость выполнения задания в схеме с использованием алгоритма ALP составила 313.09, а при использовании AMP — 343,3, что демонстрирует преимущество алгоритма ALP по целевому критерию в 9 % (рис. 3). Более высокая стоимость объясняется тем, что алгоритм AMP стремится использовать весь доступный бюджет задания и в среднем находит более дорогие по сравнению с алгоритмом ALP альтернативы.

Среднее время выполнения задания для ALP составило 61,04, а с использованием AMP — 51,62, что на 15 % меньше.

По итогам моделирования стоит отметить, что в ходе проведения эксперимента, алгоритм AMP позволял находить в среднем в 4—5 раз больше альтернатив выполнения для каждого задания, чем ALP, на одном и том же наборе ресурсов. Отчасти этим и объясняется его преимущество: на этапе

планирования большее количество альтернатив позволяет выбрать более эффективную их комбинацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложены и рассмотрены алгоритмы поиска альтернативных наборов слотов в контексте модели управления потоками заданий на основе иерархической структуры виртуальной организации распределенной вычислительной среды. С помощью проведенного моделирования, были рассмотрены преимущества и недостатки использования этих алгоритмов на этапе поиска подходящих наборов слотов.

Работа выполнена при содействии Совета по грантам Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (грант НШ-7239.2010.9), РФФИ (проект № 09-01-00095), Минобрнауки в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (проекты № 2.1.2/6718; 2.1.2/13283) и федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 годы (государственные контракты № П2227; № 16.740.11.0038; № 16.740.11.0516).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Garg S.K., Buyya R., Siegel H.J.** Scheduling parallel applications on utility Grids: time and cost trade-off manage-

ment, Proceedings of the 32nd Australasian computer science conference (ACSC 2009), Wellington, New Zealand.

2. **Ernemann C., Hamscher V., Yahyapour R.** Economic scheduling in grid computing. In: Proceedings of the 8th job scheduling strategies for parallel processing, D.G. Feitelson, L. Rudolph, U. Schwiegelshohn (eds.), Springer, Heidelberg, LNCS, vol. 2537, 2002.

3. **Масштабируемые** модели планирования и управления потоками заданий в распределенных вычислениях // Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность: Труды Всероссийской суперкомпьютерной конференции / В.В. Топорков, А.С. Топоркова, А.С. Целищев, А.В. Бобченков, Д.М. Емельянов. — М.: Изд-во МГУ, 2009.

4. **Buyya R.,** Abramson D., Giddy J. Economic models for resource management and scheduling in grid computing // J. of concurrency and computation: practice and experience, 2002. Vol. 14. № 5.

5. **Kurowski K.,** Nabrzyski J., Oleksiak A. et al. Multicriteria Aspects of Grid Resource Management // In: J. Nabrzyski, J.M. Schopf, and J. Weglarz (eds.), Grid resource management. State of the art and future trends. - Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003.

6. **Топорков В.** Application-level and job-flow scheduling: an approach for achieving quality of service in distributed computing, Proceedings of the 10th international conference on parallel computing technologies, Springer, Heidelberg, LNCS. 2009. Vol. 5698.

7. **Ailamaki A.,** Dash D., Kantere V. Economic aspects of cloud computing, Flash Informatique, Special HPC, 27 October 2009.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОТДЕЛЕ ОХРАНЫ ТРУДА ПРЕДПРИЯТИЯ РОСАТОМА

АННОТАЦИЯ

Аттестация рабочих мест по условиям труда обязательна на каждом предприятии. Процесс аттестации, как и любой документооборот подлежит автоматизации. Данная работа посвящена проблеме разработки, тестирования и внедрения автоматизированной системе аттестации рабочих мест Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ). С 01.01.2011 года ни один сотрудник ОИЯИ не может быть принят на работу, уволен, переведен или отправлен на пенсию без аттестационного листа по условиям труда. Вместе с приказом о приеме на работу, каждый сотрудник обязан, ознакомится с условиями труда на рабочем месте.

В ОИЯИ более 9 тыс. сотрудников, более 3 тыс. должностей, оперативно данную проблему можно решить только расширив возможности используемой на предприятии программы «ИС: Предприятие»

В связи с этим, возникла проблема разработки блока программы «Аттестация рабочих мест ОИЯИ по условиям труда».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время информационные технологии широко используются для автоматизации процессов практически всех организаций. С их помощью решаются многие задачи, решение которые раньше требовало много времени, сил и материальных затрат. Одной из задач компании, которая успешно поддается автоматизации, является аттестация рабочих мест по условиям труда (АРМ).

Согласно законодательству Российской Федерации аттестация рабочих мест является обязанностью работодателя. Помимо этого необходимая процедура для получения сертификата соответствия международному стандарту ISO 9001:2008, без которого в современных экономических условиях компания не может быть конкурентоспособной. Исходя из этого, на многих предприятиях оценка состояния рабочих мест сегодня оказывается в числе первоочередных задач.

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Статья 37 Конституции Российской Федерации гласит: «Каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены...». Для исполнения данной статьи каждый работодателей должен знать отвечают ли рабочие места его сотрудников требованиям безопасности и гигиены. Это необходимо для разработки плана мероприятий, обеспечивающих здоровые и безопасные условия труда на рабочих местах. Эти задачи и решает аттестация рабочих мест по условиям труда.

Аттестация рабочих мест по условиям труда — это оценка условий труда на рабочих местах в целях

выявления вредных и/или опасных производственных факторов и осуществления мероприятий по приведению условий труда в соответствие государственными нормативными требованиями охраны труда. Аттестации подлежат все имеющиеся в организации рабочие места [1].

Аттестация рабочих мест включает гигиеническую оценку существующих условий и характера труда, оценку травмобезопасности рабочих мест, учет обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты и проводится в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

2. АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ

Аттестационная комиссия создается организацией, в которой проводится аттестация рабочих мест по условиям труда, и аттестующей организацией на паритетной основе в целях координации, методического руководства и контроля за проведением работы по аттестации рабочих мест по условиям труда.

Организация аттестации рабочих мест по условиям труда включает четыре основных этапа:

- 1) подготовка к проведению аттестации рабочих мест по условиям труда;
- 2) проведение аттестации рабочих мест по условиям труда;
- 3) оформление результатов аттестации рабочих мест по условиям труда;
- 4) реализация результатов аттестации рабочих мест по условиям труда.

3. ВЫБОР СИСТЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Независимо от того, какую стратегию реализации системы предпочтет разработчик, очень важен выбор конкретного программного обеспечения. Первостепенно необходимо ответить на вопрос, что будет рациональнее для предприятия, разработка собственной системы или покупка уже готовой.

На рынке информационных систем представлено немало программных продуктов, позволяющих автоматизировать аттестацию рабочих мест.

Программный комплекс «Аттестация» (Центр охраны труда «Биота»);

Компьютерная программа «Аттестация рабочих мест по условиям труда на предприятиях» (ООО НИЦ «ФАПРОКС» Сибирский центр безопасности труда, г. Барнаул).

Компьютерная программа «Аттестация рабочих мест» (Исследовательский центр «ЭРГОН», г. Казань).

Программа «Аттестация рабочих мест по условиям труда» (НПП «Этна — Информационные технологии», г. Смоленск).

Программа «Аттестация рабочих мест по условиям труда» (ЗАО «БУТАМ», г. Санкт-Петербург).

Программное обеспечение АРМ 2009 «Автоматизация анализа и оформления результатов проведения аттестации рабочих мест по условиям труда» (ООО «Консалтинговый центр «Труд», г. Красноярск).

Программа «ТРУД-ЭКСПЕРТ» (Клинский институт охраны и условий труда).

Программный комплекс «Аттестация» (НИИ охраны труда г. Иваново).

Программа «Аттестация рабочих мест» (ООО «АРМ СЕРВИС», г. Самара).

Система «Сова» для аттестации рабочих мест (ЦОТРЭБ СО РАН, г. Новосибирск).

Но предложения эти реализованы в виде отдельных приложений, которые требуют интеграции в ERP-систему.

В большинстве этих программных продуктов до мельчайших деталей проработаны все этапы трудоемкого процесса аттестации рабочих мест, но каждая из них имеет свои особенности.

Использование готовых автоматизированных систем аттестации рабочих мест по условиям труда не решает поставленных задач, потому что каждая предлагаемая системы имеет ряд недостатков. В случае ОИЯИ было принято решение разработать и использовать собственную систему, созданную на базе ERP-системы.

В ОИЯИ внедряется система «1С: Управление Производственным Предприятием 8.2»

В состав системы входит Конфигуратор, который обеспечивает следующие необходимые функции для нашей системы:

организацию любых справочников и документов произвольной формы;

настройку внешнего вида форм ввода информации;

настройку поведения и алгоритмов работы системы в различных ситуациях с помощью встроенного объектно-ориентированного языка;

широкие оформительские возможности создания печатных форм документов и отчетов с использованием различных шрифтов, рамок, цветов, рисунков.

Требования к проекту — это совокупность утверждений относительно свойств разрабатываемой информационной системы. Требования в данном случае выдвигались сотрудниками ОИЯИ, которые непосредственно занимаются аттестацией рабочих мест — инженерами по технической безопасности. Они являются будущими пользователями разрабатываемой системы. После сбора систематизации требований, получился следующий список:

многопользовательский режим;

разграничение внутреннего функционала системы за счет создания различных типов пользователей прав;

сохранение созданных документов;

возможность поиска необходимых документов;

просмотр результатов аттестации по подразделениям;

минимизация ручного заполнения документов.

Если рассматривать аттестацию рабочих мест как процесс, то входным параметром для него будет информация о рабочих местах организации, а на выходе мы получим пакет документов согласно Порядку проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Регулирующими документами будут служить Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, Трудовой кодекс Российской Федерации и системы документов по охране труда, действующие в отдельных видах экономической деятельности. К ресурсам, которые использует данный процесс, относим программное обеспечение «1С: Предприятие», автоматизированную систему аттестации рабочих мест ОИЯИ по условиям труда и персональные компьютеры с установленным на них другим необходимым программным обеспечением.

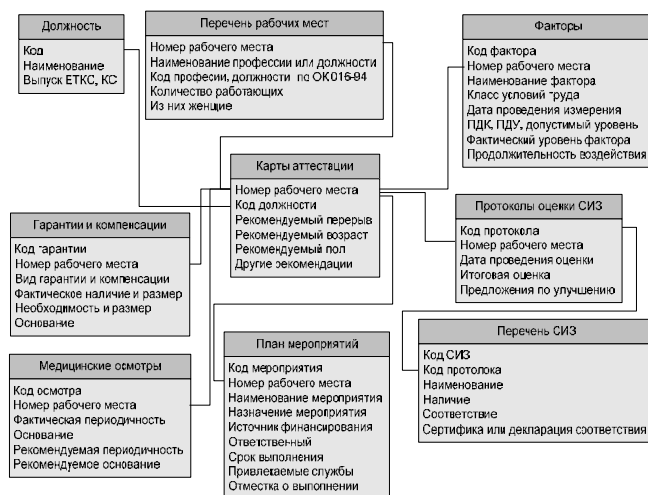


Рис. 1. Логическая модель базы данных

На рис. 1 представлена логическая модель базы данных автоматизированной системы аттестации рабочих мест ОИЯИ по условиям труда.

Структура пользовательского интерфейса автоматизированной системы аттестации рабочих мест по условиям труда для инженера по технической безопасности показана на рис. 2.

4. РЕАЛИЗАЦИЯ

Для создания конфигурации «Аттестация рабочих мест» был использован режим конфигулятора. Данная конфигурация, как и любая другая, состоит из логических единиц, называемых объектами конфигурации.

Для описания списков данных, которые будут вводиться в документы, были использованы такие объекты как Справочники. Характерной особенностью этого объект конфигурации является то, что пользователь в процессе работы может самостоятельно добавлять новые элементы в справочник.

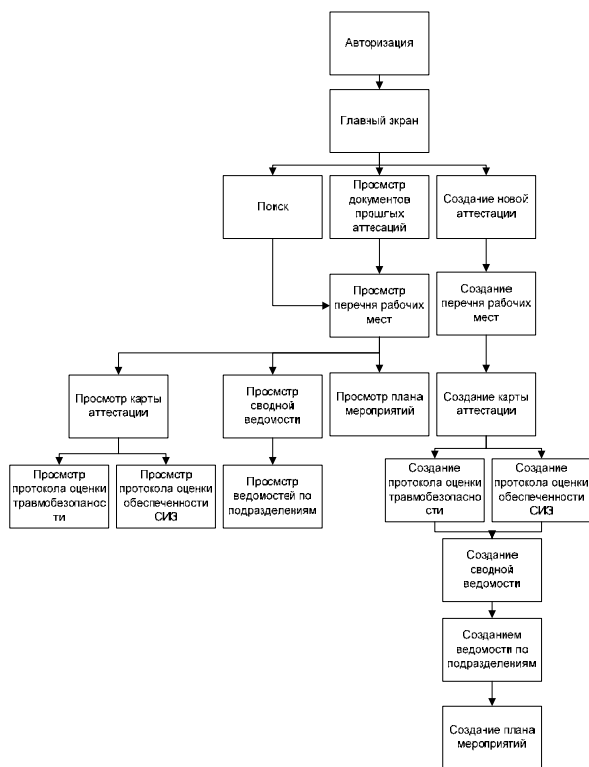


Рис. 2. Структура пользовательского интерфейса для инженера по технической безопасности

В конфигурации «Аттестация рабочих мест» были созданы следующие справочники:

- Должность.
- Наименование Организации.
- Адрес Организации.
- Наименование Подразделения.
- Наименование Участка.
- Количество Аналоговых РМ.
- Выпуск ЕТКСКС.
- Наименование Фактора.
- Класс Условий Труда.
- Наименование Фактора Производственной Среды.
- Вид Гарантии и Компенсации.
- Оборудование.
- Материалы и Сырье.
- Нормативные Документы.
- СИЗ.
- Мероприятия.

Для формирования документации согласно требованиям, изложенным в «Порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда», был использован объект конфигурации как *Документ*.

Были автоматизированы документы:

Перечень рабочих мест, подлежащих аттестации;

Карта аттестации;

Протокол оценки травмобезопасности рабочего места;

Протокол оценки обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты на рабочем месте;

ведомость рабочих мест по подразделениям и результатов их аттестации по условиям труда;

сводная ведомость результатов аттестации рабочих мест по условиям труда;

план мероприятий по улучшения и оздоровлению условий труда;

протокол заседания аттестационной комиссии по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда;

документы, содержащего сведения об аттестуемой организации.

На рис. 3 представлена форма карты аттестации рабочего места.

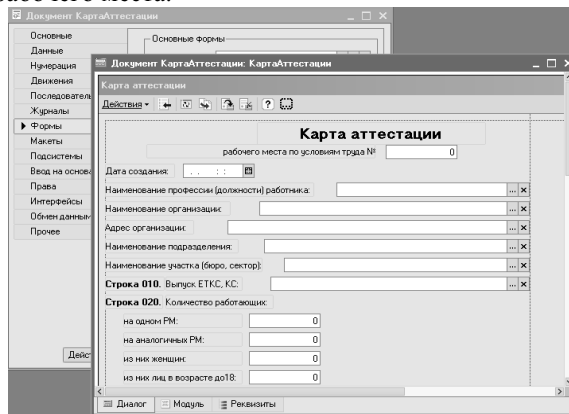


Рис. 3. Форма карты аттестации рабочего места

5. ТЕСТИРОВАНИЕ

Заключительным этапом работы стало тестирование автоматизированной системы аттестации рабочих мест по условиям труда. Тестирование проводилось с целью обеспечить качество разрабатываемого программного продукта.

Тестирование проводилось с целью обеспечить качество разрабатываемого программного продукта. Стандарт ISO-8402, посвященный описанию систем обеспечения качества программного обеспечения, под качеством понимает «совокупность характеристик программного продукта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности клиента». Основным параметром качества программы является надёжность. Надёжность определяется как вероятность его работы без отказов в течении определённого периода времени, рассчитанная с учётом стоимости для пользователя каждого отказа. Отказ программного обеспечения — это проявление ошибки в нём. Отсюда тестирование ПО — это процесс выполнения программы с целью обнаружения в ней ошибок.

Было успешно проведено опытное тестирование автоматизированной системы.

Опытная эксплуатация автоматизированной системы — комплексная проверка готовности автоматизированной системы. Опытная эксплуатация имеет своей целью проверку алгоритмов, отладку программы и технологического процесса обработки данных в реальных условиях. Результаты работы системы на этом этапе не должны использоваться в реальной деятельности предприятия. В нашем слу-

чае это было внутреннее приёмочное тестирование для готового продукта.

Обнаруженные во время тестирования ошибки были устранены, и автоматизированная система была успешно передана в опытно-промышленную эксплуатацию.

Опытно-промышленная эксплуатация отличается тем, что получаемые результаты уже не вызывают сомнения. Автоматизированная система еще не принята организацией под свою ответственность, она еще находится в зоне ответственности разработчика, который оперативно должен исправлять ошибки, вносить изменения, производить доработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе создания данной работы была спроектирована и реализована автоматизированная система аттестации рабочих мест ОИЯИ по условиям труда.

Для того чтобы автоматизировать это мероприятие максимально эффективно, первоначально была подробно изучена предметная область, проведен анализ процесса аттестации. В ходе анализа были выявлены слабые стороны старого алгоритма проведения аттестации и требования сотрудников предприятия к новой системе. Все требования были учтены в проектировании и реализации автоматизированной системы.

Автоматизированная система аттестации рабочих мест ОИЯИ по условиям труда позволила в 2 раза сократить количество ошибок при создании необходимых для аттестации документов, исключить потерю и искажение информации, сократить время подготовки документов в 2 раза. В сумме эти показатели говорят о сокращении человечески, временных и денежных ресурсов затрачиваемых на проведение аттестации.

Разработанная автоматизированная система передана в опытно-промышленную эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Приказ** Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 31 августа 2007 г. № 569 «Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда»
2. **Системный анализ в управлении: учеб. пособие / В.С. Анфилов и др.** — М.: Финансы и статистика, 2002. — 368 с.
3. **Бартеньев О.В.** 1С: Предприятие: программирование для всех. — М.: Диалог-МИФИ, 2003. — 464 с.
4. **Гаврилов А.В.** Настройка и программирование системы «1С:Предприятие». — СПб.: Невский Диалект, 2001.
5. **Кашаев С.М.** 1С: Предприятие 8.1. Учимся программировать на примерах. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 384 с.
6. **Митичкин С.А.** Практика программирования в среде «1С:Предприятие» — М.: Издательский Дом «Ком-Бук», 2004.
7. **Пирогов В.Ю.** Информационные системы и базы данных: организация и проектирование — «ВНУ», СПб: Питер, 2009, — 528 с.: ил.
8. **Радченко М.Г.** 1С:Предприятие 8.0 Практическое пособие разработчика М.: ООО «1С-Паблишинг», 2004.
9. **Самойлов В.Н., Тюпикова Т.В.** Автоматизированные информационные системы в управлении финансовой деятельностью предприятия. — Дубна: ОИЯИ, 2002.
10. **Тронин Ю.Н.** Информационные системы и технологии в бизнесе. — М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2005.
11. **Усиков Т.Н.** 1С:Предприятие: эффективное программирование. — М.: ООО «Новое знание», 2004
12. **Черемисина Е.Н., Крамаров Н.Л.** Системный анализ в современных условиях. — Системный анализ и информационные технологии. Труды университета «Дубна». — Дубна: Международн. университет природы, общества и человека «Дубна», 2004.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ОСНОВ ПОСТРОЕНИЯ, ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен использованию технических средств и ЭОР при обучении основам построения, программирования и применения высокопроизводительных вычислительных систем и суперкомпьютеров. Речь в частности пойдет об использовании кластера МЭИ, многопроцессорных серверов, многоядерных рабочих станций и специализированных аудиторий с проекционным оборудованием. Также пойдет речь о связке трёх учебных дисциплин в единый образовательный блок.

ВВЕДЕНИЕ

Обучением студентов основам построения, программирования и применения высокопроизводительных вычислительных систем на кафедре Вычислительных машин систем и сетей (ВМСиС) занимаются уже много лет. Однако ввиду специфики предмета большой проблемой была организация практического обучения. Высокопроизводительные (они же параллельные многопроцессорные) вычислительные системы всегда были дороги и малодоступны. Большим успехом было приобретение кафедрой в 90-е годы прошлого века транспьютерного ускорителя. Эта плата, содержащая четыре процессорных элемента (транспьютера IMS T-805) и вставляемая в обычный персональный компьютер, позволила не одному потоку студентов на практике (организованной доц. А.Б. Бурцевым) освоить азы параллельного программирования и применения параллельных многопроцессорных вычислительных систем. Также большую роль сыграла и разработанная на кафедре (под руководством проф. И.И. Дзегеленка) параллельная мультикомпьютерная сеть (ПМК-сеть). Однако транспьютерный ускоритель, как и само транспьютерное направление, морально и физически устарели. Появилась необходимость в обучении, в набирающем обороты, кластерном направлении в развитии современных высокопроизводительных вычислительных систем. Также в мире широко стали развиваться многоядерные микропроцессоры и GPU-ускорители.

Ввиду долгого отсутствия возможности практической работы с такими системами, обучение приходилось производить в режиме эмуляции на однопроцессорных персональных компьютерах (ПК) и лишь изредка была возможность дистанционно воспользоваться услугами кластерной лаборатории НИВЦ МГУ. Также проблемой было изложение лекционного материала, изобилующего сложными аппаратными схемами и примерами сложных программ. Приобретение МЭИ собственного кластера,

модернизация компьютерных классов кафедры ВМСиС и появление в МЭИ аудиторий с современной проекционной техникой сильно помогло в решении обозначенных проблем.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА БЛОКА ДИСЦИПЛИН

Обучение основам построения, программирования и применения высокопроизводительных вычислительных систем и суперкомпьютеров (как вершины высокопроизводительных систем) ведётся на 1-м курсе магистратуры и на 5-м курсе специалитета кафедры ВМСиС. Преподавание ведётся блоком из трёх дисциплин для магистров и двух для специалистов. На данный момент, лекции по всем указанным дисциплинам читает один лектор — автор данного доклада. Названия дисциплин следующие: «Вычислительные системы»; «Мультизадачные операционные системы»; «Программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем». Предметно блок основывается на некоторых дисциплинах, читаемых ранее для бакалавров, и основной из них является бакалаврская дисциплина также с названием «Вычислительные системы».

Охарактеризуем отдельные дисциплины из блока.

«Вычислительные системы» (ВС). Эта дисциплина посвящена высокопроизводительным вычислительным системам как таковым, в основном их архитектурам, аппаратному обеспечению, основам программирования и применения. В рамках этой дисциплины, в частности даются основные, на сегодняшний день, стандарты программирования *MPI* и *OpenMP*.

«Мультизадачные операционные системы» (МОС). Дисциплина в основном посвящена операционным системам семейства *UNIX* и *UNIX*-подобным системам, таким как *Linux*. Под управлением этих операционных систем работает большинство современных высокопроизводительных вычислительных систем. В ходе обучения разбираются основы структуры функционирования и использования этих операционных систем. Особо уделяется внимание мультизадачному и параллельному программированию в рамках таких ОС.

«Программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем» (ПОВВС). Данная дисциплина преподаётся после двух первых читаемых одновременно. Базируясь на двух первых, она является как бы совокупным продолжением обоих и при этом имеет свою специфику. Программирование высокопроизводительных систем в ней

преподается более углублённо. Кроме создания новых программ рассматривается и существующее реально применяемое в мире программное обеспечение.

Все три дисциплины требуют наличия технического обеспечения для практических и лабораторных занятий, а также аудиторного оборудования для представления сложного визуального материала лекционных курсов.

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЛОКА ДИСЦИПЛИН

Что касается лекционных курсов указанных дисциплин, и аудиторных практических занятий, то для них уже разработаны или находятся в стадии разработки электронные образовательные ресурсы (ЭОРы) в виде слайдовых презентаций. ЭОРы для лекционного курса ВС и практических аудиторных занятий МОС уже несколько лет применяются в учебном процессе. ЭОРы для лекционного курса МОС и курса ПОВВС на момент написания тезисов находятся в разработке по причине введения в 2011 г. нового образовательного стандарта.

Как показала практика, применение ЭОР в лекционных и аудиторных практических занятиях сильно способствовало усвоению материала, позволило увеличить его насыщенность и позволило преподавателю сосредоточиться на существе преподаваемых дисциплин.

Для проведения лабораторных занятий используются: компьютерные классы, компьютеры в которых оснащены многоядерными процессорами с *MS Windows* и *Linux* ОС; многопроцессорные серверы; кластер МЭИ.

Во время проведения занятий, доступ к кластеру МЭИ осуществляется дистанционно, через корпоративную сеть МЭИ. Для этого на рабочих местах обучаемых устанавливается специальное программное обеспечение.

Вне аудиторий, практические занятия с кластером МЭИ также организуются дистанционно, используя тоже программное обеспечение, что и во время лабораторных работ. Задания студентам раздаются в электронном виде через специальный сервер.

Рассматривается также вопрос создания информационного портала по указанным дисциплинам.

3. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

Дисциплины ВС и МОС читаются в одном семестре. По лекционным курсам, эти дисциплины дополняют друг друга с точки зрения того, что од-

на, в первую очередь, посвящена высокопроизводительным системам как таковым, а вторая их основному системному программному обеспечению, то есть ОС. С точки зрения практических занятий и одна и другая дисциплины посвящены параллельному программированию. Если первая посвящена основам параллельного программирования многопроцессорных систем, то вторая ориентирована на изучение и использование особенностей и возможностей операционных систем при создании таких программ. Преподаваемая следом третья дисциплина ПОВВС углублённо развивает эти два направления.

Работа с техническими средствами происходит следующим образом. Сначала студенты готовят свои программы на личных (домашних, переносных) или лабораторных ПК. Эти программы прогоняются в тестовом или отладочном режиме на лабораторных ПК с многоядерными процессорами, работающими под *MS Windows* и *Linux* ОС. Потом происходит удаленное подключение к многопроцессорным серверам и к кластеру МЭИ и уже на них ставятся натурные эксперименты.

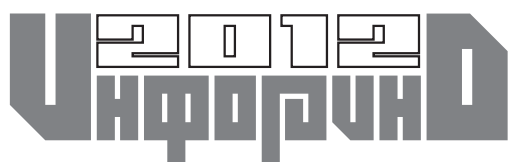
К примеру, программа лабораторных работ по курсу ВС построена таким образом, что сначала студенты создают достаточно простые программы, но которые позволяют поставить целый ряд экспериментов, позволяющие понять и на практике оценить особенности и возможности таких вычислительных систем как кластер МЭИ. Также эти программы позволяют исследовать программный инструментарий программиста. Впоследствии сложность программ возрастает, и они уже приобретают черты реальных научных и технических расчётов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показала практика последних лет, использование технических средств значительно улучшило качество и интенсивность преподавания блока дисциплин. Что касается кластера МЭИ, то, кроме лабораторных работ и практических занятий, дистанционное использование кластера применяется в бакалаврском и дипломном проектировании, а также при подготовке магистерских и кандидатских диссертаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кластеры** на многоядерных процессорах: учебное пособие / И. И. Ладыгин, А.В. Логинов, А.В. Филатов, С.Г. Яньков; под ред. И.И. Ладыгина. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 112 с.



Секция 3

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ЛАБОРАТОРИЯХ**

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются основные принципы построения программно-аппаратных комплексов исследования существующих и перспективных средств релейной защиты и автоматики в лабораторном практикуме при обучении специалистов в области электроэнергетики.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных тенденций развития в области электроэнергетики в настоящее время является автоматизация электроэнергетического комплекса с применением микропроцессорных средств управления, защиты и диагностики состояния электроэнергетического оборудования. Непрерывно растущие функциональные возможности и совершенствование элементной базы микропроцессорных средств управления определяют новые подходы к их принципам построения и алгоритмам работы. Так, увеличение вычислительной мощности и совершенствование средств передачи информации применяемых контроллеров и микроконтроллеров в совокупности с ростом процента оснащения объектов электроэнергетики микропроцессорными средствами управления определило новый этап развития систем электроснабжения – переход к интеллектуальным электрическим сетям SmartGrid. Интеллектуальные электрические сети характеризуются не только применением современной элементной базы, но и глобальным изменением принципов построения систем управления. В частности, наметилась определенная тенденция перехода к централизованным комплексам микропроцессорных систем релейной защиты и автоматики (РЗА), перехода на цифровые электростанции и подстанции, в основу которых положен принцип передачи сигналов между первичными измерительными преобразователями (интеллектуальными трансформаторами тока и напряжения), исполнительными элементами (выключателями с электронным управлением), средствами релейной защиты и автоматики, приборами учета электрической энергии и т.п. только в цифровой форме. Данные изменения в электроэнергетической отрасли в целом требуют в свою очередь как соответствующей подготовки будущих специалистов электроэнергетического профиля, так и переподготовки/повышения квалификации существующего инженерного персонала. С другой стороны, многие принципы построения современных комплексов релейной защиты и автоматики основаны на существующих и успешно эксплуатируемых в настоящее время устройствах защиты и управления, выполненных на базе релейно-контактных схем, в состав которых входят специализированные элек-

ромагнитные и полупроводниковые реле тока, напряжения, мощности, сопротивления и т.д. Этим обусловлена необходимость изучения при подготовке специалистов-энергетиков систем РЗА, выполненных на различной элементной базе — от простейших электромагнитных полупроводниковых реле до современных микропроцессорных защит. В рамках развития лабораторной и научно-исследовательской базы Южно-Уральского государственного университета совместно с научно-производственным предприятием «Учтех-Профи» (Челябинск) разработаны и успешно применяются специализированные программно-аппаратные комплексы, предназначенные как для подготовки будущих специалистов, так и для выполнения научно-исследовательских работ студентов, магистров и аспирантов, проведения курсов повышения квалификации и переподготовки кадров.

1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Программно-аппаратные комплексы выполнены в виде лабораторных стендов, включающих физические и математические модели электроэнергетического оборудования, систем управления, релейной защиты и автоматики. Лабораторные стенды также включают специализированное программное обеспечение и технические средства ввода—вывода аналоговых и дискретных сигналов.

2. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА»

Обеспечивает возможность изучения принципов действия, методик настройки и снятия характеристик реле различного типа, выполненных на полупроводниковой элементной базе. Комплекс содержит набор физических реле, в частности реле тока, реле напряжения, реле времени, реле направления мощности, а также модели реле тока с ограниченно-зависимой выдержкой времени, дифференциального реле и реле сопротивления. Испытание реле осуществляется с помощью регулируемых источников тока и напряжения, управляемых в ручном и/или автоматическом режиме через специализированное программное обеспечение.

Комплекс позволяет исследовать работу и методики расчета уставок релейно-контактных схем основных видов защит, таких как токовая отсечка, максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени, максимальная токовая защита с ограниченно-зависимой выдержкой времени, токовая направленная защита, дифференциальная и дистанционная защиты.

3. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС «МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТОЙ И АВТОМАТИКОЙ»

Комплекс представляет собой физическую трехфазную модель электроэнергетической системы, включающую модели линий электропередач, силовых трансформаторов, синхронного генератора, выключателей, трехфазной сети, полупроводниковые реле тока, напряжения, времени, направления мощности, реле тока с зависимой выдержкой времени, дифференциального реле и реле сопротивления.

Комплекс позволяет изучить принципы действия и настройки устройств релейной защиты и автоматики, моделировать работу и создавать алгоритмы микропроцессорных устройств автоматического управления и защиты, изучить типовые релейно-контактные схемы устройств релейной защиты, исследовать методы настройки, поверки и определения характеристик полупроводниковых реле различного типа. Устройства релейной защиты и автоматики реализованы как в виде виртуальных защит, так и в виде физических релейно-контактных схем

4. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС «АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Позволяет исследовать принципы действия, методы расчета уставок и проверки селективности действия устройств релейной защиты и автоматики, применяемых в электроэнергетических системах. Для этого стенд содержит физическую модель системы электроснабжения и информационно-управляющий комплекс на базе персонального компьютера, включающий датчики тока и напряжения, устройство ввода—вывода аналоговых и дискретных сигналов и реализующий функции типовых устройств релейной защиты и автоматики.

Математические модели устройств релейной защиты и автоматики представлены как в виде набора виртуальных устройств РЗА с типовыми параметрами и уставками, так и в виде свободно-программируемых виртуальных устройств, алгоритм работы которых задается в графическом виде по стандарту МЭК 61131/3 [1,2]. Ввод входных электрических сигналов измерений и формирование выходных электрических сигналов управления осуществляются с помощью специализированной платы ввода—вывода и программного обеспечения DeltaProfi.

5. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»

Комплекс позволяет качественно моделировать режимы работы электроэнергетической системы, включающей трехфазные физические модели линий электропередач, трансформаторов и синхронных генераторов. Комплекс реализует множество основных признаков современных интеллектуальных электрических сетей, а именно: наличие централизованных и децентрализованных комплексов автоматического управления, развитые средства телеметрии, телесигнализации и дистанционного управления, использование беспроводных каналов передачи информации в цифровом виде, насыщенность системы датчиками и преобразователями сигналов.

6. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС «МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ»

Комплекс содержит физическую трехфазную модель двухтрансформаторной подстанции, снабженную цифровыми средствами релейной защиты и автоматики, учета электрической энергии, цифровыми датчиками тока и напряжения, исполнительными элементами в виде моделей трехфазных выключателей с цифровым управлением, и обеспечивает моделирование нормальных и аварийных режимов работы. Основной особенностью стенда является передача сигналов между первичными датчиками тока и напряжения, средствами релейной защиты и автоматики, приборами учета электрической энергии и исполнительными устройствами (выключателями) в цифровой форме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможности программно-аппаратной части данных лабораторных комплексов не ограничиваются освоением базовых разделов электротехнических дисциплин, предусмотренных рабочей программой и учебными планами, но и позволяют совершенствовать существующие системы релейной защиты и автоматики за счет разработки и исследования новых принципов работы и алгоритмов управления электроэнергетическими объектами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Laughton M.A., Warne D.J.** Electrical Engineer's Reference book, 16th edition. — Newnes, 2003.
2. **Bolton W.** Programmable Logic Controllers, Fifth Edition. — Newnes, 2009.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ NATIONAL INSTRUMENTS(NI) В НАУЧНОЙ И УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы применения оборудования компании National Instruments в учебном процессе, восприятие студентами и преподавателями приборов с виртуальными интерфейсами, а также использование этих приборов в научно-исследовательской деятельности.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы университеты получают от государства ассигнования на обновление учебной и научной лабораторной базы. Соответственно перед кафедрами встает вопрос: какое оборудование закупать и что с ним дальше делать. С одной стороны, это очень хорошая тенденция, с другой – очень плохая, потому что окно оплаты очень узкое по временным рамкам и при этом приходится оформлять большое количество бумаг. Это способствует не всегда качественной оценке рынка приборов и закупкам с учетом перспективного развития лаборатории.

Анализ современного оборудования показал, что на рынке присутствуют несколько групп приборов:

- отечественные (выпущенные еще во времена СССР, складского хранения);
- отечественные (современные);
- китайского производства;
- европейского или американского производства.

Приборы складского хранения морально устарели: чаще всего в них отсутствует шина внешнего управления, что делает их абсолютно непригодными к использованию в автоматическом и автоматизированном эксперименте. Отечественные современные приборы очень схожи по параметрам с китайскими, а иногда отличаются только торговой маркой; при этом имеют стоимость значительно выше, чем китайские аналоги. Однако по некоторым группам приборы китайских производителей оказываются на том же уровне, что и у европейских или американских производителей, стоимостью значительно ниже конкурентов.

Вопрос, какое оборудование закупать для лаборатории, встал также и на кафедре основ радиотехники в НИУ «МЭИ».

Критериями выбора оборудования были следующие показатели качества (ПК):

- ПК1 — удовлетворение современным потребностям по чувствительности и частотному диапазону;
- ПК2 — возможность подключения в единую измерительную систему;
- ПК3 — совместимость с персональными ЭВМ;
- ПК4 — малые габариты.

Всем этим требованиям в общем удовлетворяют большинство американских, европейских и китайских приборов.

Кафедра ОПТ остановила свой выбор на приборах компании NI. Технология PXI, развиваемая компанией, позволяет объединять множество различных приборов в единую измерительную систему. При этом язык визуального программирования LabVIEW освобождает инженера от рутинной работы программиста.

Закупка оборудования осуществлена по Инновационной программе МЭИ (оборудование научной лаборатории) и программе Национального исследовательского университета (учебно-научная лаборатория).

1. ПРОГРАММИРОВАНИЕ — ИНСТРУМЕНТ ИНЖЕНЕРА

Обучаясь в университете, автор доклада имел большой опыт изучения языков программирования: начиная с Logo и Basic, заканчивая Clarion, ASM, C++, Php, Delphi. Как показала практика, каждый из языков «заточен» под определенные задачи, решать которые возможно на любом другом языке программирования, но при этом трудоемкость увеличивается в разы.

Когда возникла задача подключения нескольких разнородных устройств к компьютеру, то сразу возникли вопросы синхронизации сбора данных с этих устройств и синхронной передачи данных на регуляторы. Попытка решить эту задачу на Delphi привела к созданию многопоточковой программы и остановилась на передаче данных между двумя независимыми потоками. В итоге пришлось отказаться от автоматизации и проводить эксперимент в ручном режиме.

Таким образом, был получен негативный опыт, и от программирования пришлось отказаться, поскольку задачей являлись не собственно программы, а результаты эксперимента.

Позже был проведен анализ программных сред для реализации программного обеспечения физического эксперимента. Оказалось, что язык программирования LabVIEW является оптимальным для инженера, решающего непосредственно свои задачи без углубления в нюансы системного и объектного программирования.

Бесспорно, что на языке C можно решить почти все мыслимые задачи, но для этого требуется серьезная квалификация программиста.

С точки зрения восприятия язык LabVIEW очень не похож ни на один из языков программирования, за что и подвергается критике. Графическое представление и технология потоков данных совершенно

сбивают с толку классического программиста. Хотя и в нем встречаются нелогичности: например, наименее простым образом решаемая в классическом языке программа оказывается нетривиальной.

Значительный перевес в сторону LabVIEW играют следующие характеристики: изначально решенная проблема создания параллельных потоков; множество драйверов и устройств, подключаемых к системе, легкость подключения библиотек.

Кроме того, язык LabVIEW легко усваивается студентами и после прочтения двух лекций, позволяет легко решать множество задач. Наблюдения за студентами показали, что студенты, имеющие большие знания классических языков программирования, хуже усваивают графический язык, а люди, впервые сталкивающиеся с программированием, воспринимают, наоборот, легко.

2. УЧЕБНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ И РАДИОИЗМЕРЕНИЙ

Установка комплекта измерительного оборудования NI в составе генератора, осциллографа, мультиметра и блока питания (рис. 1) позволила модернизировать лабораторную базу и проводить все виды измерений, требуемые в практической работе радиоинженера.

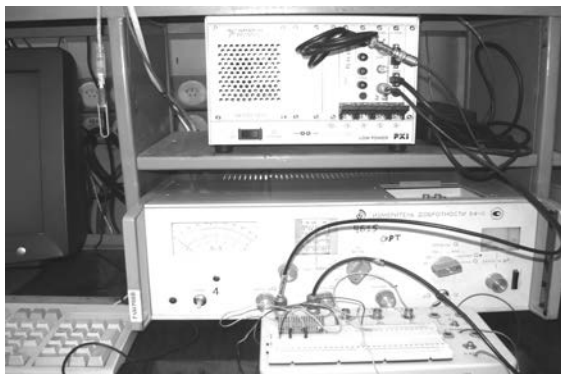


Рис. 1. Учебный лабораторный стенд на базе оборудования National Instruments

На первом этапе внедрения в учебный и научный процессы новые приборы вызвали противоречивую оценку. Со стороны студентов — очень положительную, а со стороны преподавателей — очень отрицательную. Но по мере обучения преподавателей оценка начала смещаться в лучшую сторону.

Негативом для восприятия преподавателей послужило отсутствие каких-либо элементов управления на корпусе приборов и необходимость пользоваться программным обеспечением, хотя оно внешне полностью повторяет реальные физические приборы (рис. 2).

3. НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

В ходе выполнения научно-исследовательских работ по направлению «Лаборатории диэлектрических структур» возникла потребность автоматиза-

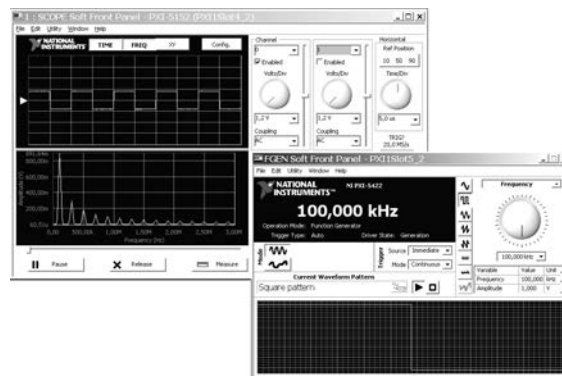


Рис. 2. Виртуальный интерфейс прибора

ции измерений электромагнитного поля в открытых волноводных, резонансных и дифракционных структурах. Для этой группы работ было использовано оборудование NI: PXI-4072 (мультиметры), PXI-7350 (система перемещения) и задействованы некоторые другие блоки. В результате были разработаны программы одно-, двух- и трехмерного сканирования поля в двух режимах сканирования: амплитудной составляющей поля и амплитудно-фазовой составляющей поля.



Рис. 3. Научный лабораторный стенд на базе оборудования NI

Результаты работ использованы в НИР и в программе исследований по гранту РФФИ № 11-08-01249-а.

Универсальные измерительные стенды активно используются студентами при написании дипломных, курсовых и диссертационных работ, а также могут использоваться при разработках различного вида блоков радиоаппаратуры, в том числе и био-медицинского назначения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход на новое оборудование способствует улучшению качества подготовки студентов, а также решению различных современных измерительных задач.

С учетом всего вышесказанного переход на новое оборудование и технологии измерения требуют разработки новых учебных методологий и технологий, поэтому на кафедре было принято решение о модернизации курса метрологии и радиоизмерений с учетом новых учебных планов и нового оборудования.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (САЭКСП) НА КАФЕДРЕ ЭЭС

АННОТАЦИЯ

В данном докладе приведен опыт применения системы автоматизации электрофизического эксперимента применительно к электродинамической модели (ЭДМ) МЭИ. Рассматриваются основные функции и задачи системы, эффект её реализации.

ВВЕДЕНИЕ

Электродинамическая модель кафедры ЭЭС позволяет адекватно воспроизводить различные нормальные и аварийные режимы электроэнергетической системы. Модель предназначена для исследования поведения новых управляемых элементов ЭЭС, для испытания натуральных устройств автоматического регулирования, противоаварийного управления, релейных защит в условиях, максимально приближенных к реальным. На ЭДМ также проводятся испытания и доработка алгоритмов для микропроцессорных регуляторов и устройств. Электродинамическая модель применяется не только для проведения научно-исследовательских работ, но и для обучения студентов и специалистов-энергетиков. На электродинамической модели проводятся лабораторные работы студентов по курсу «Теория управления переходными режимами ЭЭС», лабораторные работы для специалистов ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергосистемы России» (ФСК ЕЭС).

В декабре 2007 года кафедра «Электроэнергетические системы» МЭИ (ТУ) в рамках инновационно-образовательной программы приняла Систему автоматизации электрофизического эксперимента ЭФ-03 (САЭКСП), предназначенную для модернизации учебного лабораторного практикума кафедры ЭЭС и автоматизации научно-исследовательских работ, проводимых на электродинамической модели кафедры. Система передана в полной комплектации, с технической документацией, в рабочем состоянии.

1. РЕАЛИЗАЦИЯ САЭКСП

САЭКСП представляет собой стойку с оборудованием National Instruments, содержащую современные аппаратные средства организации, преобразования, хранения данных, укомплектованную лицензионным программным обеспечением. В качестве инструментального средства применяется среда графического программирования для разработки профессиональных приложений LabVIEW.

Использование современных средств аппаратного и программного обеспечения позволило радикально модернизировать систему телеметрии на электродинамической модели. Для применения САЭКСП на ЭДМ разработаны алгоритмы и напи-

саны программы в среде LabVIEW для сбора и обработки данных от датчиков системы при многоканальных измерениях.

Стало возможным получать данные одновременно с 48 датчиков и по измеренным значениям фазных токов и напряжений вычислять значения активной и реактивной мощности, углы между заданными параметрами, документировать результаты экспериментов. Данные непрерывно отображаются на мнемосхеме энергосистемы, исследуемой на электродинамической модели. Реализована возможность непрерывного мониторинга текущего режима исследуемой энергосистемы.

2. ВОЗМОЖНОСТИ САЭКСП

Применение САЭКСП на ЭДМ позволило:

- повысить эффективность научных и учебных экспериментальных исследований;
 - получить качественно новые результаты благодаря применению современной измерительной аппаратуры и новых методик сбора и обработки данных;
 - существенно сократить сроки обработки и документирования экспериментальных данных;
 - гибко варьировать алгоритмы вычислений в зависимости от выполняемых исследований.
- Дальнейшее развитие системы автоматизации электрофизического эксперимента позволит:
- управлять линиями и энергообъектами электродинамической модели по заданному сценарию управления;
 - реализовать управлением энергообъектами и элементами электродинамической модели в реальном времени с помощью синтеза программных ПИД-регуляторов;
 - создавать сценарии исследовательских экспериментов и лабораторных работ, используя программные модули управления элементами ЭДМ и мониторинга текущих режимов.

Реализация перечисленных функций позволит существенно повысить эффективность научно-исследовательских работ, проводимых на электродинамической модели, а также эффективность и качество процесса обучения как студентов, так и специалистов-электроэнергетиков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование системы САЭКСП позволило в сжатые сроки провести по заданию ОАО «ФСК ЕЭС» научно-исследовательскую работу «Исследование на электродинамической модели МЭИ установившихся и переходных режимов электрической сети с управляемой компактной линией электропе-

редачи на примере конкретной ЛЭП, содержащейся в инвестиционной программе ФСК ЕЭС».

Проводимые в настоящее время работы позволят в ближайшее время использовать систему автоматизации при обучении студентов кафедры ЭЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Веников В.А., Веников Г.В.** Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергети-

ки): учебник для вузов, 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1984.

2. **Электродинамическая** модель электроэнергетических систем / Ю.В. Шаров, Р.С. Бейм, Р.Р. Карымов, С.Ю. Сыромятников // Электрические станции, 2005. №5.

3. **Шаров Ю.В., Бейм Р.С., Сыромятников С.Ю.** Электродинамическая модель МЭИ и ее роль в проведении научных исследований и подготовке специалистов для электроэнергетики // Электричество. 2007. № 9.

ЛАБОРАТОРИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

АННОТАЦИЯ

Изложен опыт создания и использования учебно-научной лаборатории автоматизированных измерений параметров радиотехнического устройства по технологии модульных приборов и дистанционного доступа к макету по локальной сети.

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплины «Устройства формирования радиосигналов» [1], «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств», «Автоматизированные системы управления радиоэлектронными средствами» [2] изучаются студентами направления «Радиотехника». Организация лабораторного практикума по ним на современной аппаратуре формирования сигналов и измерение влияния технических погрешностей требуют значительных материально-технических затрат, наличия дорогостоящего оборудования и дополнительно затруднено большими потоками обучающихся. Лаборатория автоматизированных измерений параметров радиопередающих устройств, оснащенная учебным макетом усилителя мощности радиочастотного сигнала с дистанционным доступом к ресурсам управления макетом и обработки результатов измерений параметров выходного сигнала помогает преодолеть указанные трудности.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Используется автоматизированный стенд на базе шасси PXI-1045 производства National Instruments [3], в котором установлены модульные приборы (контроллер PXI-8106 с клавиатурой и монитором, маломощный усилитель PXI-5690; два генератора радиочастотных сигналов PXI-5651; коммутатор радиочастотных сигналов PXI-2594; векторный анализатор сигналов PXI-5660; измеритель радиочастотной мощности USB-5680A; модуль ввода—вывода аналоговых сигналов PXI-6259), макет транзисторного усилителя мощности и источник питания для него. Программное обеспечение стенда выполнено в среде LabView_2010. Радиочастотный вход усилителя PXI-5690 подключен к антенне, принимающей сигналы вещательных радиостанций в диапазоне частот 88—108 МГц. Стенд связан по локальной сети с терминалами учебного класса и научных лабораторий кафедры формирования колебаний и сигналов МЭИ. В процессе выполнения учебных лабораторных работ несколько бригад студентов одновременно выполняют работы по индивидуальным заданиям, получают доступ к ресурсам автоматизированного стенда, конфигурируют генераторно-измерительные средства, устанавливают

параметры тестовых сигналов и лабораторного макета, получают и регистрируют результаты измерений фронтальным методом в режиме разделения времени.

2. УЧЕБНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Учебные лабораторные работы выполняются студентами старшего (пятого) курса, которые имеют представление о структуре и процессах в радиоприемных и радиопередающих устройствах, о характеризующих их количественных параметрах, об основных задачах, которые решаются при обеспечении электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, о принципах автоматизированных измерений с помощью модульных приборов.

Перед выполнением лабораторной работы по исследованию усилителя мощности студенты проводят предварительный расчет каскада усиления, используя знания предшествующих дисциплин учебного плана. В лаборатории после визуального ознакомления с аппаратурой каждая бригада из 2—3 человек со своего терминала на вход усилителя дистанционно подключает одночастотный, двухчастотный или модулированный тестовый сигнал, наблюдает спектр мощности выходного сигнала, проводит заданные преподавателем измерения частотных, амплитудных или интермодуляционных характеристик усилителя в разных режимах его работы (рис. 1).

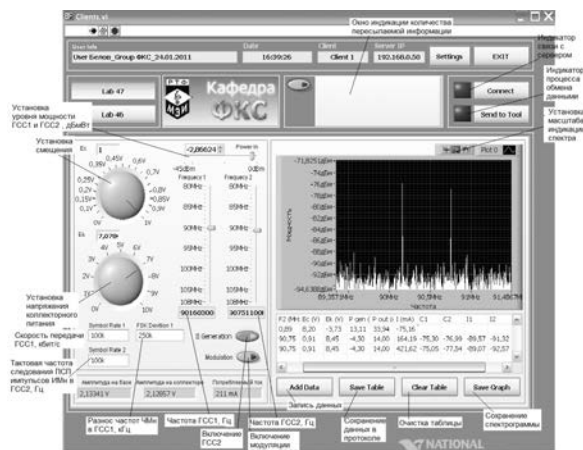


Рис. 1. Вид экранного интерфейса при выполнении лабораторной работы

Большинство из измерений невозможно провести при традиционной организации учебного процесса на стандартных автономных измерительных приборах. Работа прошла апробацию на группе студентов из 25 человек и показала свою высокую эффективность.

При выполнении лабораторной работы по анализу эфирной электромагнитной обстановки в указанном выше радиовещательном интервале частот используется антенна, усилитель PXI-5690 и анализатор PXI-5660. Студенты обнаруживают эфирный сигнал, контролируют форму его спектра мощности, демодулируют сигнал до речи и музыки, если принимаемая станция использует стандартный протокол модуляции, знакомятся с реализацией требований к электромагнитной совместимости радиосредств в открытом эфире.

Технические и программные средства автоматизированной лаборатории получены за счет средств Инновационной образовательной программы и дополнены за счет средств Программы Национального исследовательского университета МЭИ. Учебный макет и программное обеспечение конкретных лабораторных работ выполнены на кафедре формирования колебаний и сигналов Института радиотехники и электроники МЭИ.

Программное обеспечение автоматизированных измерений характеристик радиочастотного усилителя мощности обеспечивает пользователю возможность выбрать вид и параметры тестового сигнала, пределы вариаций характеристик электропитания усилителя, регистрацию результатов измерений в виде таблицы. Данные из таблицы обрабатываются при подготовке отчета по работе. Предусмотрена возможность проводить указанные работы и обрабатывать результаты измерений в дистанционном режиме удаленного доступа к ресурсам локальной сети кафедры [4].

3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

На базе лаборатории автоматизированных измерений параметров радиопередающих устройств предполагается развитие цикла учебных лабораторных работ и проведение научных исследований.

По направлению учебных работ планируется изготовление макетов каскадов типового радиопере-

дающего устройства: модулятора, умножителя частоты, управляемого по частоте генератора, синтезатора сетки стабильных частот. Указанные макеты будут иметь возможность дистанционного управления параметрами схемы, питающими напряжениями и тестовыми сигналами,

По направлению научных исследований технические ресурсы автоматизированной лаборатории позволяют использовать модульные приборы: высокостабильный опорный генератор, векторный модулятор и векторный анализатор для проведения точных измерений, подключать внешние прецизионные приборы по интерфейсу USB.

Реализация указанных возможностей и намеченных планов требует переподготовки специалистов кафедры в плане овладения средствами программирования ансамблем модульных приборов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технические и программные ресурсы лаборатории автоматизированных измерений позволяют проводить дистанционные количественные измерения параметров радиопередающих устройств и обеспечивать проведение цикла учебных лабораторных работ для студентов старших курсов Института радиотехники и электроники МЭИ на современном научно-техническом уровне. Для использования такой технологии необходима дополнительная подготовка преподавателей и студентов в плане составления и отладки программ на базе LabView.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Генерирование** колебаний и формирование радиосигналов / коллектив авторов под ред. В.Н. Кулешова и Н.Н. Удалова. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. Гл. 1—3.
2. **Белов Л.А.** Автоматизированные системы контроля и управления радиоэлектронными средствами. — М.: Изд. дом МЭИ, 2007. — 40 с.
3. **Сайт** фирмы National Instruments: www.ni.com/russia.
4. **Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И.** LabVIEW для радиоинженера. — М., ДМК-пресс, 2007.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО РЯДУ ДИСЦИПЛИН НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

АННОТАЦИЯ

Представлено краткое описание и особенности ряда специализированных прикладных программ, разработанных для высшего профессионального образования по инженерным дисциплинам, изучаемым в рамках направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника».

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении более 20 лет сотрудниками и студентами кафедры «Электрические станции, сети и системы» Южно-Уральского государственного университета ведется разработка прикладного программного обеспечения для инженерного образования по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника». За истекший период создано свыше трех десятков различных специализированных программ, большинство из которых используются в учебном процессе.

Ниже приводится краткое описание возможностей ряда программ и проводимых с их помощью исследований и расчетов.

1. ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ, СОЗДАННЫЕ В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW

Отличительными особенностями среды LabVIEW являются язык графического программирования и наличие множества разнообразных виртуальных приборов и математических модулей. Это позволяет, во-первых, разрабатывать прикладные программы в виде блок-схем, а во-вторых, достаточно легко создавать наглядные интерактивные интерфейсы. Встраивание внешних изображений и элементов анимации дает возможность сделать интерфейс достаточно привлекательным для пользователя. Поэтому созданное в среде LabVIEW программное обеспечение, в том числе и взаимодействующее с реальным объектом, находит широкое применение в инженерном образовании.

Виртуальная учебная лаборатория *VLPSS* предназначена для исследования устойчивости простейшей электроэнергетической системы (ЭЭС) на персональном компьютере [1]. *VLPSS* имеет в своем составе четыре прикладные программы: *Delta*, *DinUst*, *RezUst*, *UstARV*. Все они разработаны в среде LabVIEW и скомпилированы в исполняемые модули с расширением *exe*. Последнее определяет простоту и доступность их применения на любом пользовательском персональном компьютере с операционной системой семейства Microsoft Windows.

Все программы имеют рабочие окна с интуитивно понятным графическим интерфейсом ввода—вывода и отображения информации. Большинство

операций пользователя в них универсальны, что обусловлено единой средой создания и облегчает их использование. В программах реализованы упрощенные математические модели элементов и процессов. С одной стороны, это позволяет обходиться минимумом исходной информации, а с другой, проследить наиболее существенные закономерности исследуемых процессов, не отрываясь от их физической сущности. Такой подход представляется целесообразным особенно на начальном этапе изучения устойчивости электроэнергетических систем.

Программа *Delta* позволяет для простейшей ЭЭС проводить расчеты статической устойчивости в зависимости от влияния ряда факторов (например, длины ЛЭП, учета ее активных и емкостных сопротивлений) и динамической устойчивости (определять предельные значения угла нагрузки и времени отключения) при различных видах короткого замыкания. Программа нашла наибольшее применение в курсовом проектировании в качестве средства самоконтроля правильности выполняемых расчетов.

Программа *DinUst* предназначена для исследования динамической устойчивости простейшей ЭЭС при сильном возмущении, вызываемом различными видами короткого замыкания. Программа позволяет проследить, как влияют на сохранение устойчивости быстрдействие срабатывания релейной защиты и автоматического повторного включения (АПВ) ЛЭП, электрическое торможение генератора. Рассчитываемые программой параметры режима выводятся в виде цифровой и графической информации на индикаторы-дисплеи и виртуальный многоканальный осциллограф (со стандартными для LabVIEW инструментами редактирования). В программе используется световая индикация работы устройств релейной защиты, автоматического электрического торможения, АПВ ЛЭП. Реализована визуальная имитация появления и исчезновения короткого замыкания, процессов качания и проворотов ротора генератора относительно электромагнитного поля статора. Вся информация выводится в масштабе реального времени, имеется возможность замедления ее вывода для лучшего восприятия.

Программа *RezUst* позволяет исследовать результирующую устойчивость простейшей ЭЭС. Выход генератора из синхронного режима и наступление асинхронного хода вызываются потерей возбуждения вследствие повреждения рабочей группы тиристорной системы возбуждения (ТСВ). После наступления асинхронного хода вступает в действие автоматический регулятор частоты вращения турбины (АРЧВ), стремящийся за счет умень-

шения подачи пара в турбину вернуть генератор в синхронный режим. В математической модели программы учтены запаздывание работы АРЧВ, в том числе и из-за зоны нечувствительности; статизм регулирования; инерция в изменении парового объема, поступающего в турбину; автоматическое отключение поврежденной рабочей группы ТСВ и последующее оперативное включение (т.е. ручную) резервной группы.

Программа *UstARV* моделирует электромеханические переходные режимы генератора с автоматическим регулятором возбуждения (АРВ), который подключается через электропередачу к шинам системы бесконечной мощности. При этом учитываются переходные электромагнитные процессы в обмотке возбуждения, возникающие из-за изменения параметров системы и действия устройства АРВ генератора. Пользователь имеет возможность выбирать между реализованными в программе математическими моделями либо АРВ пропорционального (регулирование определяется только отклонением напряжения от уставки), либо пропорционально-дифференциального действия (дополнительное регулирование по производной напряжения и изменению частоты, т.е. по производной угла нагрузки). Программа позволяет исследовать влияние как слабого возмущения (статическую устойчивость), так и сильного возмущения (динамическую устойчивость).

На кафедре разработан комплекс виртуальных устройств, позволяющих существенно расширить возможности лабораторного практикума по дисциплинам «Передача и распределение электроэнергии», «Электрические сети и системы» и «Оптимизация режимов энергосистем и АСУ». Исследования начинаются от простейших задач анализа режимов звена передачи, линии с двусторонним питанием, средств регулирования напряжения, до анализа круговых диаграмм мощности при использовании продольной и поперечной компенсации, изучения механической прочности алюминиевых и сталеалюминиевых проводов. Особой наглядностью сопровождаются исследования механических режимов. Здесь с помощью простейшей анимации отображается процесс провисания провода при изменении тяжения во время монтажа провода в полете, при изменении температуры.

Повышение эффективности плановых лабораторных работ достигается за счет организации фронтального метода, ставшего возможным благодаря применению виртуальных устройств. Характер работ по дисциплине «Оптимизация режимов» позволяет повысить интерес студентов к предмету за счет соревновательных элементов при поиске наилучших решений, определяемых четкими критериями минимума затрат, расхода топлива или потерь в сети. Применение виртуального устройства (программа *OikASDU*) для исследования оперативно-информационного комплекса АСДУ простейшей энергосистемы, включающей электростанцию, работающую параллельно с системой на сеть 110 кВ, питающую два нагрузочных узла, позволяет про-

следить весь путь преобразования информации от объекта контроля режима до рабочей станции, расположенной на виртуальном диспетчерском пункте. При этом на схеме отображаются вторичные измерительные преобразователи Е-типа, устройства телемеханики, линии связи, по которым передаваемая информация отображается в двоичном виде. Работа с этой программой позволяет анализировать потоки телеметрии, оценивать ошибки квантования при получении телеизмеряемых параметров и влияние на них первичных и вторичных измерительных преобразователей и разрядности АЦП устройств телемеханики. Для системы можно исследовать также различные методы повышения достоверности телеизмерений и алгоритмы определения «псевдоизмерений». Отключение цепей виртуальных ЛЭП позволяет исследовать работу сигнальной системы, установленной на одной из рабочих станций. Для сложной виртуальной энергосистемы, оснащенной диспетчерским щитом типа S-2000, телеметрия, полученная по результатам расчета режима, используется студентами для получения «псевдоизмерений» и разработки экранных страниц отображения телеметрии для отдельных объектов энергосистемы.

Кроме того, средства LabVIEW неоднократно применялись при разработке программ тестирования для оценки усвоения отдельных разделов дисциплин и приема зачетов.

2. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ТОКО ДЛЯ РАСЧЕТА ТОКОВ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НАПРЯЖЕНИЕМ СВЫШЕ 1000 В

Программные методы расчета токов короткого замыкания (КЗ) в электроэнергетических системах и схемах электроснабжения промышленных предприятий широко применяются для расчета и оценивания состояния режимов как на стадии проектирования, при выборе электрооборудования, так и в условиях эксплуатации. Повышение надежности работы энергосистем с помощью устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), выполненных на микропроцессорной базе, требует совершенствования расчетных методов, реализуемых с помощью соответствующих программных средств. Основными требованиями, предъявляемыми к прикладному программному обеспечению (ПО), наряду с точностью и функциональностью расчета становятся удобство, простота, комфорт использования и доступность специалистам разного уровня.

Программный комплекс *ТоКо: Расчет токов короткого замыкания в электроэнергетических системах* (далее *ТоКо*) реализован в среде программирования Borland Delphi 6.0 и ориентирован на работу в операционных системах семейства Microsoft Windows [2, 3]. Алгоритмы расчетных модулей оптимизированы для ускорения вычислений в системах с многоядерной (многопоточной) процессорной архитектурой. В состав комплекса входят:

- графический редактор расчетных схем;
- встроенная база данных каталожных параметров электрооборудования;

- наборы типовых кривых для генераторов и двигателей;
- встроенная интерактивная справочная система.

Ввод и редактирование расчетных схем, а также просмотр результатов расчета осуществляется в графическом редакторе. Редактор обладает дружелюбным, интуитивно понятным графическим интерфейсом. Расчетная схема формируется пользователем из мнемонических изображений элементов, соответствующих основным объектам ЭЭС. Электрические соединения между элементами задаются графическими связями между контактами мнемонических изображений. Такой подход обеспечивает наглядность вводимых исходных данных и снижает трудоемкость при их редактировании.

Параметризация элементов выполняется непосредственно в графическом редакторе в специальных окнах. Все запрашиваемые параметры являются общедоступными или каталожными. Значения параметров могут вводиться пользователем вручную или подставляться из встроенной базы данных в зависимости от типа электрооборудования. Для некоторых элементов предусмотрен альтернативный ввод параметров, когда пользователь самостоятельно формирует список параметров текущего элемента, исходя из имеющейся у него информации. В процессе работы программный комплекс автоматически рассчитывает значения недостающих параметров по исходным данным. Базовый набор элементов включает в себя модели синхронных генератора и компенсатора, синхронного и асинхронного двигателей, обобщенной нагрузки, эквивалентной системы, двух- и трехобмоточных трансформаторов, автотрансформатора, реакторов, воздушной и кабельной линии электропередач, сборные шины. Встроенный *Помощник ввода* содержит рекомендации разработчиков, техническую и справочную информацию, что значительно упрощает как работу с программой, так и процесс обучения пользователя.

Комплекс *ТоКо* позволяет рассчитывать действующие значения периодических токов при трехфазных, двухфазных, двухфазных на землю и однофазных КЗ, а также при замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью в любом узле расчетной схемы для начального и произвольного моментов времени. Расчет проводится в соответствии с требованиями действующих руководящих указаний и стандарта. В процессе расчета автоматически из схем замещения элементов, заложенных в программе, формируется комплексная схема замещения сети. Алгоритмы, разработанные авторами, позволяют формировать и рассчитывать схемы замещения любой конфигурации, при этом размерность схем в большинстве случаев ограничена только возможностями ЭВМ. При составлении схем замещения могут, по выбору, учитываться:

- активные сопротивления элементов;
- емкостные проводимости линий электропередач;
- перерасчет параметров длинных ЛЭП по гиперболическим функциям;

- реальные коэффициенты трансформации;
- схемы и группы соединения обмоток трансформаторов;
- регулирование напряжения трансформаторов отпайками ПБВ и РПН;
- предшествующий режим работы электрических машин.

На основе схемы замещения сети формируются матрицы узловых проводимостей и узловых токов. Расчет напряжений узлов и токов ветвей выполняется в комплексной форме путем решения системы линейных алгебраических уравнений с LU-разложением матрицы узловых проводимостей, что обеспечивает хорошее быстродействие.

Апериодическая составляющая и ударный ток рассчитываются отдельно для каждой независимой части схемы, на которую ее делит точка КЗ. Программа вычисляет эквивалентные постоянные времени и ударные коэффициенты, после чего в примыкаемых к точке КЗ ветвях находятся мгновенные значения аperiодических составляющих и ударные токи. Если расчет проводится без учета активных сопротивлений, то пользователю в ходе расчета предлагается самостоятельно ввести значения эквивалентных постоянных времени примыкающих к точке КЗ ветвей, воспользовавшись встроенной справкой.

Для расчета действующих значений периодической составляющей тока КЗ в произвольный момент времени используются типовые кривые, наборы которых представлены в виде графических зависимостей. Управление наборами осуществляется через редактор расчетных схем. При этом пользователь может самостоятельно добавлять новые наборы или редактировать существующие.

При несимметричных КЗ программный комплекс первоначально рассчитывает токи элементов и остаточные напряжения узлов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Затем определяются действительные токи всех трех фаз и фазные и линейные напряжения узлов. В качестве поврежденных фаз принимаются фаза *A* при однофазном замыкании, фазы *B* и *C* при двухфазном и двухфазном на землю КЗ. Значения величин отображаются в именованных единицах в комплексной форме в окне *Результаты расчета*.

Реализованы как поэлементный просмотр результатов по расчетной схеме, так и табличный в отдельном окне *Менеджера схемы*. Для документирования информации, кроме собственного формата данных, предусмотрен экспорт исходных данных и результатов расчета в файлы формата XLS, XML, CSV и файлы формата УБД ЦДУ, а также экспорт расчетной схемы в файлы графических форматов.

Применение комплекса в учебном проектировании, а также успешное его внедрение на электроэнергетическом предприятии ООО «Энергонефть-ЮГРА» для расчета и проверки уставок РЗА показали, что программа отличается компактностью, простотой, легкостью в основании и удобством в использовании, а также позволяет значительно со-

кратить время, затрачиваемое пользователем при решении прикладных задач. Программа может использоваться как отдельное средство для расчета токов КЗ, так и в качестве вспомогательного ПО, включаемого в многофункциональные расчетные комплексы.

Продолжаются исследования по дальнейшему совершенствованию *ToKo*, направленные на расширение его функциональных возможностей и повышение его быстродействия. В частности, рассматриваются вопросы введения иерархии расчетных схем, учета индуктивных связей линий электропередач на основе геометрии и взаимного расположения проводов, а также замены типовых кривых математическими моделями электрических машин.

3. ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА МОЛНИЕЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИЙ И КОМУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Программа *FlashProt* [4] содержит исполняемый модуль *FlashProt.exe* и справочную систему. Она предназначена для автоматизации расчета защиты от прямых ударов молнии (в дальнейшем – молниезащиты) зданий, сооружений и, прежде всего, открытых распределительных устройств электрических станций и подстанций посредством стержневых молниеотводов. В математическую модель заложены расчетные выражения, содержащиеся в действующей «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений ... 153-34.21.122–2003», поэтому программа может быть использована как в учебных, так и в практических целях. Интерфейс программы выполнен в стандарте операционных систем Windows 2K/XP, что облегчает его освоение, и в случае затруднений позволяет воспользоваться встроенной помощью.

В программе реализованы возможности:

- размещение объектов молниезащиты в защищаемой области с последующей корректировкой их положения и габаритов;
- автоматическая расстановка молниеотводов в зависимости от требуемой надежности защиты P_3 , от максимальной высоты молниеотвода и от высоты защищаемых объектов (или заданной зоны защиты);
- ручная расстановка молниеотводов; изменение параметров молниеотводов;
- построение зоны защиты на определенной высоте;

- группирование одиночных молниеотводов в многократный;
- сохранение введенной информации в файл и открытие ранее сохраненного файла.

Программный комплекс *Line* был разработан для исследований в учебных целях коммутационных перенапряжений, возникающих в электрических сетях в следующих типичных ситуациях:

- включения ненагруженной линии;
- отключения ненагруженной линии;
- включения линии в цикле АПВ;
- отключения ненагруженного трансформатора.

Все задачи используют единую оболочку с понятным интерфейсом, содержащим расчетную схему, поля ввода исходных данных и выходную информацию, представляемую в виде графиков зависимостей токов и напряжений от времени, а также их вынужденные и свободные составляющие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение разработанного программного обеспечения позволило: оптимизировать процесс обучения за счет рационального перераспределения времени между аудиторными и внеаудиторными занятиями; существенно увеличить вариативность экспериментальных исследований, проводимых студентами; расширить формы самостоятельной работы, в том числе и учебно-исследовательской. Все это способствовало активизации студентов в получении ими знаний, умений и навыков, приобретения и развития профессиональных компетенций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Свидетельство** о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011617291. Виртуальная учебная лаборатория «VLPSS» для исследования устойчивости простейшей электроэнергетической системы / Б.Г. Булатов, Ю.В. Коровин, А.А. Серебряков. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19.07.2011.
2. **Свидетельство** о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009611523. *ToKo*: Расчет токов короткого замыкания в электроэнергетических системах / К.Е. Горшков, Ю.В. Коровин, Е.И. Пахомов. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 18.03.2009.
3. **Сайт** <http://toko.susu.ac.ru>.
4. **Свидетельство** об отраслевой регистрации разработки № 9222. Расчет молниезащиты «FlashProt» / Ю.В. Коровин, М.А. Мерлинов. Зарегистрировано в ОФАП 05.10.2007.

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ В ОБЛАСТИ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

АННОТАЦИЯ

Сооружение международного термоядерного экспериментального реактора ИТЭР является масштабным научным проектом в области энергетики. Страны-участники интенсивно совершенствуют программы подготовки специалистов, которые должны владеть современными и перспективными технологиями термоядерного синтеза и к моменту завершения сооружения реактора обеспечить проведение цикла исследовательских работ.

В этих программах все большую роль играют конструкторская подготовка, инженерный анализ, а также дистанционные технологии проведения эксперимента и оперативной обработки данных, основанные на современных информационно-телекоммуникационных технологиях.

ВВЕДЕНИЕ

В подготовке инженеров в области управляемого термоядерного синтеза (УТС) для обслуживания экспериментального термоядерного реактора ИТЭР и проведения всесторонних исследований принимает участие старейший технологический университет РФ – Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. Программы подготовки специалистов согласованы с ведущими научно-исследовательскими институтами в данном направлении.

Тематика УТС охватывает широкий спектр знаний по различным направлениям науки и техники (физика высокотемпературной плазмы, криогенная техника, вакуумная техника, сверхпроводники, ядерные технологии и т.п.). Освоение на высоком уровне столь большого количества разнородных дисциплин в рамках одной специальности невозможно без использования в учебном процессе современных информационных технологий. В МГТУ им. Н.Э. Баумана они находят применение при конструкторской подготовке инженеров, в процессе освоения ими современных методов моделирования и всестороннего инженерного анализа, при изучении способов и инструментов оперативной обработки экспериментальных данных, а также в направлении технологий дистанционного управления сложными техническими системами. При этом большое значение имеют обеспечение подготовки специалистов современными учебными пособиями, руководствами к практическим и лабораторным занятиям (в том числе в электронном виде); возможность участия в экспериментах на сложных экспериментальных стендах; возможность использования в учебном процессе новейших графических и САПР-сред. В МГТУ им. Н.Э. Баумана это достигается посредством тесных контактов с одним из ведущих научно-исследовательских институтов в

направлении УТС – Институтом физики токамаков Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», использованием его экспериментальной базы и участием его сотрудников в учебном процессе.

1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

Для подробного изучения подсистем реактора ИТЭР, спроектированного ведущими специалистами международного сообщества участников проекта, в МГТУ им. Н.Э. Баумана совместно с Институтом физики токамаков создан электронный атлас конструкций реактора, основанный на опубликованных материалах. Атлас требует наличия на компьютере только Интернет-браузера и программы для просмотра PDF-файлов и рассчитан на сетевое использование другими российскими университетами, принимающими участие в подготовке специалистов для ИТЭР.

Все директивы в меню атласа приведены на двух языках — на русском и на английском, принятом в качестве официального языка международного проекта ИТЭР. Такой подход позволяет студентам при изучении разделов сайта привыкать к международной терминологии в названиях узлов, агрегатов и основных систем термоядерного реактора и облегчит им в будущем навигацию по международному и национальным сайтам разработчиков проекта ИТЭР и работу с научной литературой.

Построение системы графических меню выполнено с учетом требования полноты отражения устройства международного термоядерного реактора ИТЭР и основных его узлов, а также достаточности для первичного ознакомления с его структурой и составом.

Основное меню сетевого атласа конструкций содержит разделы по основным системам реактора: магнитной системе, внутрикамерным компонентам, криогенной системе, вакуумно-третиевому комплексу, системе дистанционного обслуживания и ремонта, системам дополнительного нагрева и поддержания тока, диагностическому комплексу.

Динамические меню атласа позволяют пользователю наглядно продемонстрировать расположение узлов и агрегатов конструкции. При наведении курсора мыши на директиву меню (рис. 1) изображение соответствующего узла на карте-схеме подсвечивается красным цветом.

По щелчку мыши на директиве меню осуществляется переход в выбранный раздел сайта (рис. 2). В верхней и нижней части страницы размещены иерархические меню, облегчающие навигацию и

помогающие запоминанию перечня и состава сис-
с т е м



Рис. 1. Главная страница атласа конструкций ITER

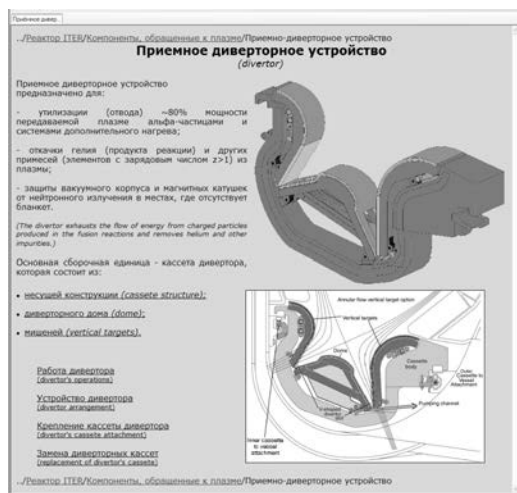


Рис. 2. Раздел «Приемное диверторное устройство»

термоядерного реактора. Для основных элементов конструкции приведены сведения об их назначении и необходимые комментарии.

Щелкнув мышкой по соответствующей ссылке, можно перейти к страницам атласа с иконками в виде изображений подсистем (рис. 3), а щелчком по ним — к соответствующим чертежам (рис. 4).



Рис. 3. Карта-схема со ссылками на файлы чертежей

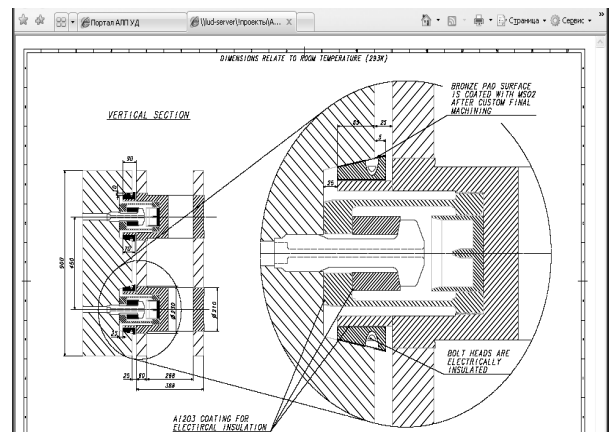


Рис. 4. Страница с чертежами элементов конструкции

Файлы конструкций представлены в форматах GIF или PDF, удобных для локального или сетевого просмотра. Чтобы выполнить чертеж узла для курсового проекта, студент должен заново изобразить его в графическом редакторе.

На следующем этапе конструкторской подготовки будущий специалист может воспользоваться современными САПР-системами. В МГТУ им. Н.Э. Баумана имеются студенческие версии пакета CATIA, в которых можно осуществлять редактирование геометрических моделей деталей и узлов (рис. 5).

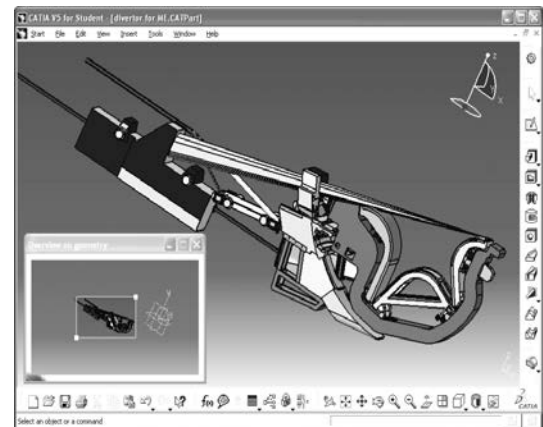


Рис. 5. Редактирование геометрической модели в пакете CATIA

Затем для инженерного анализа могут быть использованы утилиты — современные конечноэлементные пакеты. На рис. 6 показано окно пакета ANSYS, образовательная версия которого также применяется в учебном процессе.

Кроме пакетов, разработанных зарубежными фирмами, в учебном процессе широко используют и программные среды, созданные в МГТУ им. Н.Э. Баумана. На рис. 7 приведен пример расчета динамики системы автоматического регулирования в окне разработанного под руководством доцента О.С. Козлова программного комплекса «Моделирование в технических устройствах» [1, 2].

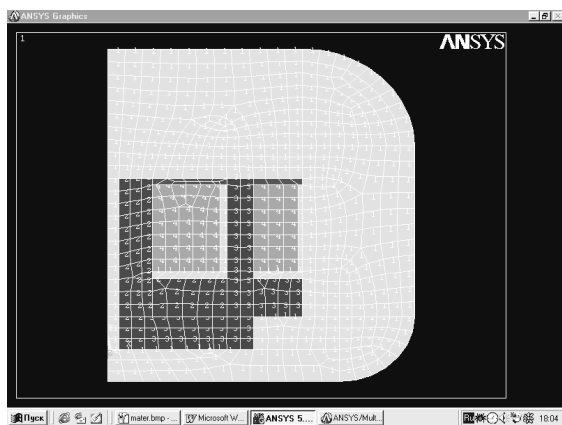


Рис. 6. Окно пакета ANSYS для конечно-элементного анализа

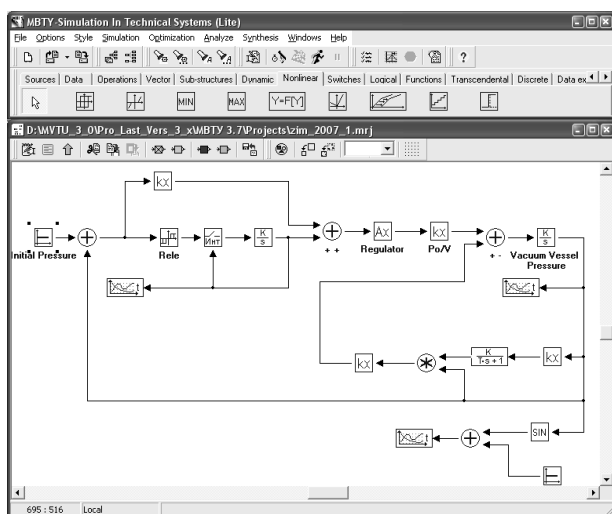


Рис. 7. Исследование динамических характеристик в пакете «МВТУ»

2. СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОМ И СЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Очень важными компонентами инженерного образования являются лабораторные практикумы и учебно-исследовательская работа. Навыки работы с современным диагностическим оборудованием и новейшие методики исследований являются основой практической подготовки инженеров по УТС. В Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана для практической подготовки инженеров и ее индивидуализации широко используются методы и технологии удаленного управления аппаратурой сложных экспериментальных стендов [3].

Сетевое использование современных методик исследований и диагностической аппаратуры в практикумах по физике высокотемпературной плазмы было описано в [4, 5] (рис. 8). В настоящее время с помощью разработанной технологии нами через сеть Интернет выполняется управление диагностической спектрометрической аппаратурой для анализа свойств плазмы, получаемой в магнитных конфигурациях, используемых для моделирования

взаимодействия плазмы с первой стенкой реактора ИТЭР (см., например, [2]).

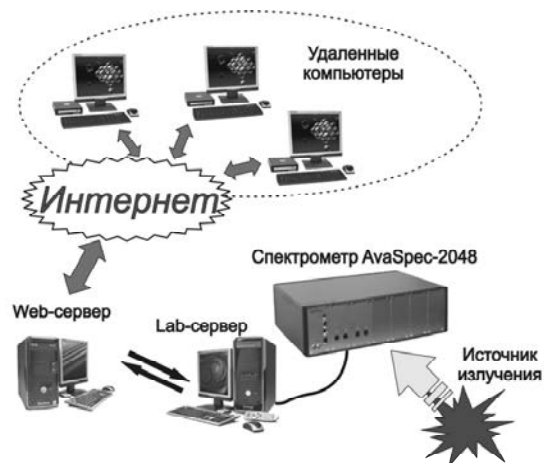


Рис. 8. Схема автоматизированного практикума с удаленным доступом по диагностике плазмы

Для проведения научных экспериментов используется сетевой доступ к комплексу автоматизированной спектральной диагностики для исследования плазмы, генерируемой в магнетронной распылительной системе. Удаленный исследователь получает возможность не только регистрировать и обрабатывать спектры с помощью интерфейса управления спектрометром и сетевых средств обработки данных, но и исследовать пространственные зависимости излучательных характеристик плазмы вдоль оси разряда, управляя также составом и давлением плазмообразующего газа. Во время проведения эксперимента удаленный пользователь имеет возможность подключения к Интернет-камере-серверу, позволяющему наблюдать за ходом проведения опыта.

Разработанное программное обеспечение управления положением приемника излучения и давлением газа предусматривает возможность использования удаленного интерфейса. Сбор излучения из локальных областей разряда проводится с помощью перемещаемой оптической головки, соединенной с оптоволоком. Пространственное сканирование разряда обеспечивается перемещением системы сбора излучения, для чего используются шаговые двигатели. Программный интерфейс удаленного управления шаговым двигателем реализован в среде графического программирования LabVIEW.

Для управления давлением газа в разрядной вакуумной камере экспериментального стенда реализована система автоматического регулирования, работающая в диапазоне давлений 0,01—5,0 Па. Расход рабочих газов управляется двумя регуляторами типа PPG.

Управление исполнительными элементами осуществляется через ЦАП в диапазоне 0—5 В. Использование двух регуляторов позволяет создавать в камере смесь рабочих газов с заданным объемным или массовым соотношением. Программа управления газовакуумной системой также создана в среде LabVIEW.

Экспериментатор имеет возможность либо управлять давлением «вручную», задавая расход рабочего газа, либо использовать автоматический регулятор, указывая значение давления, которое необходимо стабилизировать. В информационном окне отображаются текущие величины расхода, давления, а также график зависимости давления газа в вакуумной камере от времени.

Удаленный доступ к базам данных экспериментов, проведенных на крупных термоядерных стендах, используется также для создания сетевых средств обработки данных. Эти программы разрабатываются студентами при проведении курсовой научно-исследовательской работы.

На рис. 9 представлен в качестве примера интерфейс Windows-приложения для анализа пилообразных колебаний температуры плазмы в токамаке Т-10 методом Фурье. Программа создана в образовательной версии пакета MATLAB.

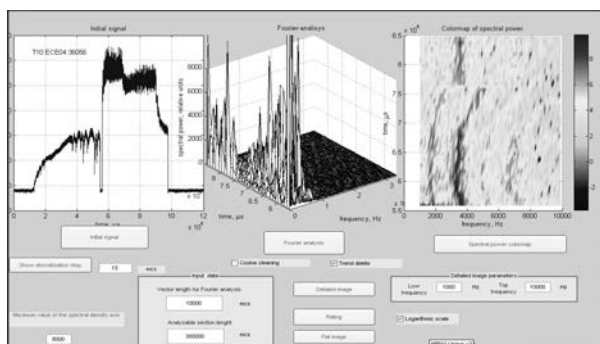


Рис. 9. Интерфейс программы для цифрового анализа сигналов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В МГТУ им. Н.Э. Баумана при подготовке инженеров по управляемому термоядерному синтезу широко используются современные информационно-телекоммуникационные технологии.

В учебном процессе применяются как образовательные версии разработанных известными фирмами пакетов для конструирования и инженерного анализа, так и электронные образовательные ресурсы собственной разработки. К ним относятся сетевой атлас конструкций систем реактора ИТЭР, средства дистанционного проведения экспериментов через глобальную сеть, средства сетевой обработки результатов экспериментов. Созданы и используются несколько сетевых практикумов, которые доступны через сеть Интернет и применяются другими университетами РФ, готовящими специалистов по УТС.

Широкое применение информационных технологий позволяет готовить специалистов для участия в исследовательских работах на реакторе ИТЭР на современном и перспективном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программный комплекс для исследования динамики и проектирования технических систем / О.С. Козлов, Д.Е. Кондаков, Л.М. Скворцов и др. // Информационные технологии, 2005. № 9. С. 20—25.
2. Zimin A.M., Elistratov N.G., Kolbasov B.N. et al. MAGRAS — facility for modeling of plasma facing beryllium sputtering and re-deposition // Plasma Devices and Operations, 1999. Vol. 8. No.1. P. 15—38.
3. Fedorov I.B., Zimin A.M., Korshunov S.V. et al. Remote Access Computer-Aided Laboratories and Practical Training of XXI Century Engineers. — Innovations 2008: World Innovations in Engineering Education and Research. Ed. W. Aung, et al // INEER, Arlington. VA (USA), 2008. P. 415—423.
4. Автоматизированный комплекс для спектральной диагностики магнетронного разряда / В.М. Градов, А.М. Зимин, С.Е. Кривицкий, А.В. Шумов // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009. Вып. 1. С. 64—71.
5. Автоматизированная сетевая учебно-научная лаборатория по спектроскопии плазмы / А.М. Зимин, А.В. Шумов, С.Е. Кривицкий, В.И. Тройнов // Информационные технологии, 2011. № 6. С. 72—78.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ И БАЛАНСИРОВКИ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КОЛЬЦЕВОГО РЕЗОНАТОРА МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ВИБРАЦИОННОГО ГИРОСКОПА

АННОТАЦИЯ

В докладе обсуждаются проблемы разработки нового микромеханического гироскопа, применяемого в составе систем управления движением автоматических транспортных средств. Предложена методика стендовых испытаний гироскопа в целях идентификации параметров новой математической модели колебаний кольцевого резонатора, которая учитывает анизотропию вязкоупругих свойств конструкционного материала резонатора и инструментальные погрешности изготовления. Предложены меры, направленные на повышение точности гироскопа.

ВВЕДЕНИЕ

Создание новых датчиков и систем измерения, контроля, управления и диагностики, применяемых в ракетно-космической технике, авиации, системах безопасности и вооружения, безусловно, является актуальной задачей прецизионного приборостроения.

Основными задачами, решаемыми при разработке нового поколения датчиков инерциальной информации, является внедрение новых физических принципов измерений, применение новых конструкционных материалов, расширение функциональных возможностей за счет интеграции чувствительных элементов и средств преобразования электрических величин в единый модуль, изготавливаемый по технологиям микро- и нано-электромеханических систем.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассматривается новый перспективный кольцевой вибрационный микромеханический гироскоп (ММГ), принцип работы которого основан на эффекте инерции упругих волн колебаний тонкого упругого кольцевого резонатора 2, связанного с основанием 1 при помощи тонких упругих торсионов 3 (рис. 1). Резонатор 1 изготавливается из монокристаллической пластины кремния методом глубокого плазмохимического травления совместно с торсионами упругого подвеса и контуром управления и измерения. Рассматриваемый ММГ является микромеханической реализацией волнового твердотельного гироскопа, основы теории которого заложены в работах акад. В.Ф.Журавлева и Д.М. Климова [1].

Колебания резонатора возбуждаются и регистрируются системой электромагнитных управляющих и измерительных контуров.

В целях повышения точности ММГ ставится задача разработки новой математической модели движения упругой системы резонатор—торсионы, учитывающей упругие свойства монокристалла

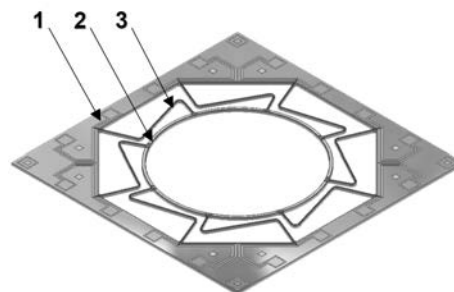


Рис. 1. Резонатор микромеханического гироскопа

кремния и инструментальные погрешности изготовления резонатора: неравномерной толщины, неравножесткости упругого подвеса, а также погрешности установки плоскости кольца и среза монокристалла. С использованием математической модели колебаний резонатора решаются задачи идентификации параметров модели, и проводится технологическая процедура балансировки резонатора, позволяющая уменьшить уровень систематических погрешностей в измерениях гироскопа.

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ РЕЗОНАТОРА

Для получения уравнений колебаний упругой системы резонатор—торсионы на подвижном основании применен вариационный принцип Гамильтона—Остроградского. При получении математической модели колебаний упругой системы использован обобщенный закон Гука для монокристалла кубической симметрии, при этом учтены три независимых упругих модуля конструкционного материала, два малых угла установки плоскости кольца по отношению к осям симметрии монокристалла.

С использованием метода Бубнова—Галеркина получены дифференциальные уравнения движения ММГ, описывающие в многомодовом приближении колебания упругой системы резонатор—торсионы на подвижном основании. Для резонатора, изготовленного без инструментальных погрешностей, уравнения изгибных колебаний разделяются на независимые подсистемы. Показано, что измерения волновой картины колебаний резонатора позволяют оценить угловое движение основания вокруг оси чувствительности, перпендикулярной плоскости кольцевого резонатора [2].

В случае неидеально изготовленного резонатора, полученные уравнения движения резонатора позволяют определить влияние инструментальных погрешностей на точностные характеристики резонатора в различных режимах функционирования гироскопа. В интегрирующем режиме работы ММГ

неравножесткость упругого подвеса кольцевого резонатора, неравномерная толщина резонатора, несовпадение плоскости кольцевого резонатора с расчетной плоскостью приводит к расщеплению частоты изгибных колебаний резонатора на две близкие частоты. Колебания резонатора, происходящие на двух близких частотах, приводят к «биениям» резонатора и к систематическим погрешностям в измерениях угловой скорости основания.

3. МЕТОДИКА СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Для проверки адекватности математической модели и идентификации параметров модели резонатора разработан аппаратно-программный комплекс, в составе аппаратной части которого прецизионный генератор для возбуждения колебаний резонатора, многоканальный цифровой осциллограф для определения волновой картины колебаний резонатора в различных режимах функционирования. В программной части комплекса решаются задачи обработки массивов измерительной информации в целях определения малых инструментальных погрешностей изготовления резонатора.

С помощью асимптотического метода разделения движения Боголюбова – Митропольского [3] построены дифференциальные уравнения для измеряемых медленных переменных, в которых учтены малые возмущения, вызванные погрешностями изготовления резонатора.

Полученные дифференциальные уравнения и массивы измерений использованы для решения обратной задачи динамики резонатора, позволяющей определить возмущающие силы, действующие на резонатор [4,5]. В докладе представлена методика испытаний и разработанное программное обеспечение, с помощью которого решается задача идентификации параметров математической модели.

Показано, часть систематических погрешностей измерения гироскопа (из-за неравножесткости упругого подвеса резонатора, неравномерной толщины резонатора) стабильна и может быть скомпенсирована с помощью технологической процедуры балансировки резонатора.

Для компенсации расщепления частот изгибных колебаний по основной форме колебаний рассчитываются координаты точек на кольцевом резонаторе,

на которые направляется луч лазера, подрезающий резонатор [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам тестирования алгоритмического и программного обеспечения обработки стеновых испытаний микромеханических датчиков инерциальной информации, калибровки параметров математической модели движения, показана высокая степень сходимости аналитически полученных результатов с экспериментальными данными. В результате компенсации систематического ухода, вызванного неравножесткостью упругого подвеса кольцевого резонатора, анизотропией упругих и диссипативных свойств конструкционного материала повышена точность микромеханических гироскопов.

Новые математические модели колебаний тонкого упругого резонатора, методика стеновых испытаний и идентификации параметров математической модели внедрены в разработку ММГ в ЗАО «Инерциальные технологии Технокомплекса» (г. Раменское).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 09-08-01184-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Волновой твердотельный гироскоп. — М.: Наука, 1985. 125 с.
2. Меркурьев И.В., Подалков В.В. Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов. — М.: Физматлит, 2009.— 228 с.
3. Боголюбов Н.Н, Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. — М.: Наука, 1974. — 503 с.
4. Гавриленко А.Б., Меркурьев И.В., Подалков В.В. Влияние малой вязкоупругой анизотропии материала на точностные характеристики волнового твердотельного гироскопа с резонатором в виде оболочки вращения // Вестник МЭИ. 2010. №3. С. 20—27
5. Гавриленко А.Б., Меркурьев И.В., Подалков В.В. Экспериментальные методы определения параметров вязкоупругой анизотропии резонатора волнового твердотельного гироскопа // Вестник МЭИ. 2010. №5. С. 13—19.
6. Жбанов Ю.К., Журавлев В.Ф. О балансировке волнового твердотельного гироскопа // Изв. АН. МТТ. 1998. №4. С. 4—16.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УЧЕБНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТЕХНИКИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы создания автоматизированной теплофизической лаборатории, предназначенной для изучения методов и техники проведения теплофизического эксперимента. Приводится пример автоматизированной лабораторной работы.

ВВЕДЕНИЕ

При любом сколь высококом уровне развития средств компьютерной техники и методов численного моделирования реальный физический эксперимент останется незаменимым источником новой научной информации. Осознавая это, кафедра инженерной теплофизики МЭИ постоянно уделяет большое внимание развитию учебных экспериментальных лабораторий. Ниже речь пойдет о новой (десятой по счету на кафедре) учебной лаборатории, в которой студенты должны получать навыки практической работы с современной техникой теплофизического эксперимента, прежде всего с датчиками и первичными преобразователями основных теплофизических величин — температуры, давления, расхода и скорости потоков жидкостей и газов.

1. СТРУКТУРА ЛАБОРАТОРИИ

Лаборатория разделяется на несколько технологических зон по типу измерений. Зона температурных измерений содержит современные измерительные средства, которые студент может «пощупать» своими руками: контактные датчики — термоэлектрические преобразователи (термопары) различного типа, термометры сопротивления (ТС) (в том числе и эталонные), бесконтактные оптические средства измерения температуры, такие как пирометры и тепловизоры [1].

Здесь же находится аппаратура для микросварки термопар, что позволяет реализовать полный «цикл» создания датчика. Поскольку термоэлектрические преобразователи являются наиболее распространенным средством для локальных измерений температуры при проведении научных исследований и в промышленности, в лаборатории созданы экспериментальные установки для их статических и динамических испытаний в широком интервале температур (от 0 до 800 °С). В частности, в этой лаборатории создаются и испытываются термопары, предназначенные для использования в научных исследованиях, проводимых на ртутном МГД-стенде кафедры инженерной теплофизики.

Зона измерений давления предназначена для освоения различных методов, основанных на использовании датчиков давления разных типов, вы-

пус-

каемых отечественными и зарубежными предприятиями. Имея в своем составе эталонные средства создания и измерения давления (калибраторы, преобразователи, грузопоршневые манометры) лаборатория позволяет испытывать датчики в широком диапазоне рабочих давлений от вакуума до сотен атмосфер как при статических нагрузках, так и в динамических условиях. Последняя возможность почти уникальная.

Зону измерения скорости и расхода жидкостей и газов наиболее сложно реализовать в условиях студенческой лаборатории на современном уровне, так как гидродинамические контура должны быть оснащены дорогостоящими приборами — электромагнитными, вихревыми, корреляционными и другими расходомерами, термоанемометрической и в перспективе лазерной аппаратурой. Студенты-теплофизики, по нашему мнению, должны быть знакомы со всеми упомянутыми методами измерений.

2. АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДОВ

Современный теплофизический эксперимент автоматизированный. Все, что можно было измерить «вручную», уже измерено предшествующими поколениями пытливых экспериментаторов. Поэтому рассматриваемая в данной статье лаборатория с самого начала ее создания мыслилась как полностью автоматизированная.

Система автоматизации (СА) построена с использованием аппаратных средств нового поколения стандарта PXI/SCXI и инструментальной программной среды LabVIEW, т.е. с применением новых информационно-измерительных технологий, на базе которых функционируют измерительные и испытательные стенды в НИИ и КБ основных потребителей наших выпускников — РНЦ «Курчатовский институт», ФЭИ, ОИВТРАН, НИКИЭТ, НПО «Энергомаш» и др. Эта система была создана в МЭИ в рамках инновационной образовательной программы 2007-2008 г.г.

СА выполнена в виде стандартной 19-дюймовой приборной стойки (рис. 1), внутри которой смонтированы:

- крейт PXI/SCXI;
- контроллер крейта — системный компьютер, LCD монитор, клавиатура, мышь;
- измерительно-управляющие модули в стандарте PXI и SCXI;

– коннекторы сигнальных кабелей и иное клеммное оборудование для подключения датчиков и исполнительных механизмов.

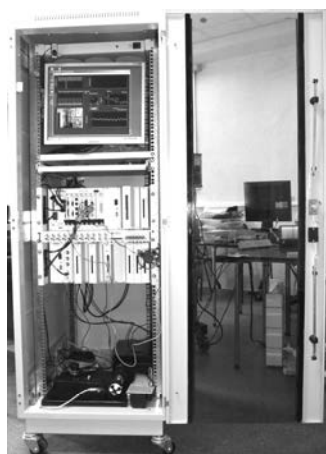


Рис. 1. СА лаборатории

Система позволяет осуществлять сбор данных при многоканальных опросах датчиков, при этом сигналы характеризуются широким динамическим диапазоном, широким частотным диапазоном, а также сложной формой. Наряду с задачами измерения сигналов она используется и для реализации задач автоматического управления исполнительными механизмами. Она обладает высокими метрологическими характеристиками. Принцип избыточности по количеству каналов, заложенный при создании системы, позволяет использовать ее одну для автоматизации всех стендов в рамках лаборатории (рис. 2).



Рис. 2. Схема использования СА

При этом студенты в процессе выполнения измерений могут работать непосредственно на компьютере СА, а могут в режиме удаленного доступа с разделением времени на автоматизированных рабочих местах (АРМ).

3. ПРИМЕР АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Целью работы являются динамические испытания датчиков температуры (термопар). Эффекты инерционности термопары изучаются в данной работе при ступенчатом изменении температуры окружающей среды (рис.3) [2].

До некоторого момента времени t_0 термопара находится в воздухе и имеет начальную температуру $t_в$, затем в момент времени t_1 термопара погружается в нагретую жидкость с температурой $t_ж$. В итоге регистрируемая температура горячего спая $t_{сп}$ асимптотически стремится к значению $t_ж$. Рассчитав время этого переходного процесса при разных внешних условиях можно судить об инерционности датчика.

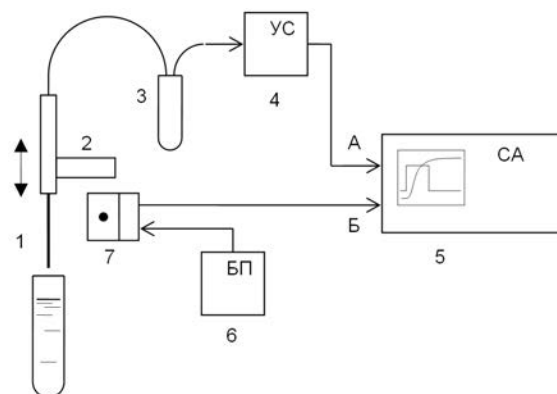


Рис. 3. Схема установки динамических испытаний датчиков температуры: 1 — термопара, 2 — держатель, 3 — сосуд Дьюара, 4 — усилитель, 5 — СА, 6 — блок питания, 7 — датчик положения

Разработано программное обеспечение лабораторной работы. Пример виртуальной панели приведен на рис. 4.

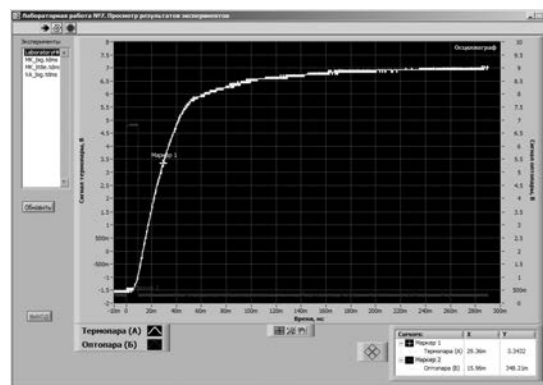


Рис. 4. Автоматизированный эксперимент

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На кафедре инженерной теплофизики МЭИ создана автоматизированная лаборатория техники теплофизического эксперимента, включающая в себя несколько технологических зон, с набором учебно-научных теплофизических стендов. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение лабораторных работ с использованием СА, разработанной ранее в МЭИ в рамках инновационной программы. Автоматизация процесса проведения испытаний позволила существенно повысить качество получаемых результатов, уменьшить время их получения.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, РФФИ и ЗАО «ЦАТИ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С.** Теплофизические измерения и приборы: учебник для вузов. — М.: Издательство МЭИ, 2005.
2. **Ярышев Н.А.** Теоретические основы измерения нестационарной температуры. — Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1990.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ RL-32RTD (СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ СЕРИИ REALLAB) И NATIONAL INSTRUMENTS

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается применение информационно-вычислительных комплексов компании National Instruments и отечественного производства для автоматизации при сборе и обработке данных, получаемых с различных измерительных приборов в ходе выполнения экспериментальных исследований.

Применение комплексов рассматривается на примере установки для исследований влияния параметров воздушного потока на работу теплообменных аппаратов в сухом и орошаемом режимах, на процессы сушки материалов.

ВВЕДЕНИЕ

Проведение исследований на экспериментальных установках предполагает измерение различных физических величин: температуры, влажности, скорости и расхода потоков, при этом количество измерений каждой физической величины очень велико в связи с необходимостью контролировать состояние различных сред в нескольких точках наблюдения с высокой периодичностью.

Работа с большим количеством измеряемых величин с последующей обработкой, анализом полученных данных очень трудоемка и требует автоматизации. С этой целью экспериментальные установки оснащаются автоматическими измерительными комплексами. Примеры таких измерительных систем — это комплексы российского производства RL-32RTD (системы сбора данных серии REALLAB) и более совершенные на данный момент измерительные комплексы National Instruments.

1. ОПИСАНИЕ ПРОВОДИМЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках исследований, проводимых на кафедре «Тепломассообменные процессы и установки» НИУ «МЭИ» была создана многофункциональная аэродинамическая установка специального назначения. Эксперименты, проводимые на аэродинамической установке, можно разделить на следующие группы.

1. Исследование влияния различных факторов на параметры воздушного потока.
2. Исследование влияния турбулентности и неравномерности воздушного потока на тепловые и аэродинамические характеристики теплообменников.
3. Исследование влияния параметров воздушного потока на тепло- и массообмен.
4. Исследование тепловой и аэродинамической эффективности оребрения воздушных теплообменников, работающих в сухих и орошаемых режимах.

5. Исследование процессов увлажнения и сушки материалов.

6. Исследование динамики сушки древесины.

Для проведения экспериментов 1 и 2 группы в секциях экспериментальной установки монтируются различные турбулизирующие либо выравнивающие воздушный поток устройства, увлажнители воздуха, теплообменные аппараты для охлаждения или нагрева воздуха. Таким образом, можно исследовать эффективность работы всех перечисленных выше устройств и сравнивать их между собой.

Для проведения экспериментов 3 и 4 группы используются все выше перечисленные устройства. Они необходимы для поддержания требуемых параметров воздушного потока. Объектом исследования в данном случае могут быть теплообменные аппараты, работающие как в сухом режиме, так и в режиме с орошением поверхности и в режиме с конденсацией жидкости на поверхности, насадки сотовых увлажнителей, теплообменники-утилизаторы и т.д.

Для проведения экспериментов 5 и 6 типа в секцию рабочего участка устанавливаются образцы материалов, подвергаемые сушке или увлажнению: древесина, ткань, капиллярно-пористые тела и т.д.

Таким образом, экспериментальная установка имеет широкий диапазон применения, не ограничивающийся исследованием одной лишь аэродинамики теплообменных аппаратов.

Рассматриваемые экспериментальные исследования проводились и продолжают проводиться в рамках различных научных работ, в том числе защищенных кандидатских диссертационных работ [1, 2].

2. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Экспериментальная установка состоит из блоков центрального кондиционера КЦКП-3,15 фирмы «Вега» номинальной производительностью 3150 м³/ч и электрической мощностью 32 кВт. Некоторые узлы установки модифицированы под конкретные задачи экспериментов.

Экспериментальная установка может работать в прямоточном режиме, в режиме рециркуляции либо в режиме с частичной рециркуляцией. Для работы в режиме рециркуляции установка была дополнительно герметизирована.

Установку можно условно разделить на несколько частей: система подготовки и подачи воз-

духа; система воздухопроводов и воздушных клапанов для организации движения воздуха и регулирования его расхода; рабочий участок для размещения экспериментальных образцов; система подготовки и подачи холодной и горячей воды; система автоматического управления установкой; компьютеризированный измерительный комплекс.

Диапазон изменения производительности установки лежит в пределах 2000–4000 м³/ч. В установке используются 2 вентилятора. Необходимый режим работы и организация движения воздуха задаются с помощью вентиляторов и системы воздушных заслонок. Система автоматики поддерживает термовлажностные параметры внутри установки, а также служит для организации движения воздуха. К блокам экспериментальной установки подведена система трубопроводов для обеспечения оборудования горячей и холодной водой. Для удобства работы с измерительным оборудованием в канале рабочего участка установки и возможности визуального наблюдения наружные панели установки были заменены на панели, изготовленные из плексигласа.

Рабочий режим установки ограничен следующими параметрами наружного воздуха: температура от –20 до +80 °С и относительная влажность от 0 до 90 %. Установка собрана таким образом, чтобы при необходимости можно было быстро внести изменения в конструкцию для проведения экспериментов на различном оборудовании.

3. ОПИСАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

При проведении описываемых экспериментов необходимо измерять, записывать и обрабатывать результаты измерений большого количества физических величин, получаемых при помощи первичных и вторичных измерительных приборов различных принципов действия и классов. Это результаты измерения температуры, скорости движения и расходов потоков воздуха и воды, температур на поверхности и внутри исследуемых образцов, влажность потоков воздуха. Также ставятся задачи визуализации движения воздушных потоков в рабочих участках экспериментальной установки, а также наблюдения за характером орошения водой исследуемых поверхностей тепло- и массообмена, что обуславливает применение видеоаппаратуры.

Для измерения параметров потоков газов и жидкостей могут использоваться как аналоговые показывающие приборы (ртутные термометры, гигрометры психрометрические и т.д.), так и приборы, не имеющие собственной шкалы, а преобразовывающие значения физических параметров в электрический сигнал (термопары, емкостные датчики влажности и т.д.). Первый тип приборов, хотя и отличается большой точностью измерения, не подходит для измерения параметров сред в нестационарных, быстро меняющихся процессах. Для таких процессов предпочтительнее использовать второй тип приборов.

Сбор и регистрация данных, получаемых с первичных приборов (термопар, терморезисторов и

датчиков влажности), осуществляется двумя альтернативными измерительными комплексами: система автоматизации теплофизического эксперимента National Instruments; система сбора данных серии RealLab модель RL-32RTD производства фирмы ООО «НИЛ АП».

Система автоматизации теплофизического эксперимента National Instruments приобретена в рамках Инновационной образовательной программы.

Измерительный комплекс National Instruments создан на базе нескольких контроллеров, служащих для ввода цифровых и аналоговых сигналов, а также вывода управляющих сигналов. Все контроллеры подключаются к специальному шасси, созданному на основе персонального компьютера с предустановленной операционной системой Microsoft Windows XP. Данные с контроллеров поступают в шасси, сохраняются и далее обрабатываются при помощи специализированного программного обеспечения LabVIEW.

Инструментальная среда разработки пользовательского программного обеспечения LabVIEW предназначена для графического программирования прикладных программ системы автоматизации в виде виртуальных приборов. В среде LabVIEW можно создавать виртуальные приборы для измерений, управления и тестирования, более широко возможности LabVIEW описаны в [3, 4, 5].

Основные характеристики системы National Instruments:

- 1) Многоканальные измерения:
 - число аналоговых каналов до 376;
 - уровень аналоговых сигналов до 60 В (DC), 30 В (AC);
 - число цифровых каналов до 112;
- 2) Измерение сигналов термопар:
 - число каналов до 64: разрешение 16 бит;
 - частота дискретизации до 1 МГц;
- 3) Измерение сигналов ВЧ диапазона:
 - число каналов до 2;
 - диапазоны сигналов от ±50 мВ до ±5 В;
 - частота дискретизации до 20 МГц;
- 4) Управление объектами:
 - число замкнутых контуров управления и регулирования до 6;
 - число дискретных каналов управления до 112;
- 5) Изолированные входы аналоговых сигналов:
 - число каналов до 8;
 - диапазоны сигналов от ±2.5 мВ до ±5 В;
 - изоляция каналов 250 В (AC);
 - диапазон сигналов с аттенюатором ±1000 В (AC);
- 6) Цифровой ввод/вывод с оптической изоляцией:
 - число каналов ввода 32;
 - число каналов вывода 32;
 - уровень сигналов до 30 В;
- 7) Коммуникации:
 - выход на интерфейсы GPIB, VXI, PXI;
 - выход в компьютерную сеть, связь со смежными системами;

- WEB-сервер;
- поддержка автоматизированного лабораторного практикума (АЛЛ УД).

Система сбора данных серии RealLab модель RL-32RTD, выполненная в виде внешней платы, подключаемой к компьютеру через последовательный порт, применяется в качестве дублирующей или альтернативной измерительному комплексу National Instruments, но с намного более скромным набором функций.

Плата имеет 32 канала сбора данных. Для корректной работы в программу вводится калибровочный файл для подключаемых устройств. Программа RLDataView позволяет в течение длительного времени регистрировать и сохранять данные для дальнейшей обработки.

Плата RL-32RTD изготовлена специально для проведения измерений в ходе экспериментов и предназначена для регистрации и записи постоянного или медленно меняющегося тока и напряжения. Она используется при проведении экспериментов для измерения, сбора данных и записи файлов отчетов с возможностью их последующего просмотра и анализа. Устройство настроено производителем для подключения хромель-алюмелевых термопар. При определении температуры холодных спаев термопар используется терморезистор TCM50, подключаемый также к плате RL-32RTD. С целью повышения точности экспериментов его показания проверяются при помощи образцового ртутного термометра. Период опроса всех каналов составлял 0,288 с. Таким образом, каждые 0,288 с происходит регистрация и запись данных получаемых со всех датчиков, подключенных к плате RL-32RTD.

Во время проведения экспериментов также применяются приборы, в которых производителем предусмотрено наличие вторичного преобразователя и своего контроллера. Это такие приборы, как пирометр Testo845 (измерение температуры и влажности), дифференциальные манометры Testo512 и Testo435, термоанемометр — термометр ТТМ-2, ультразвуковой расходомер, прибор измерения температуры и влажности ИВТМ-7/8. Практически все перечисленные приборы оснащены портами для подключения к компьютерам и программным обеспечением для сбора и обработки данных. Производители данных приборов не используют разработки, позволяющие работать оборудованию с программным обеспечением LabVIEW, используемым National Instruments. Однако наличие стандартных компьютерных портов дает возможность подключения измерительного оборудования с собственными контроллерами к комплексу National Instruments и работать с оборудованием через общую операционную систему Windows или Linux. Особенности работы таких приборов заключены в использовании собственного программного обеспечения оборудования. Таким образом, к одному измерительному комплексу одновременно подключается измерительная техника, работающая под управлением программного обес-

печения LabVIEW (измерительные приборы National Instruments), и программного обеспечения от производителей остальных измерительных приборов. Применяемое оборудование работает под управлением различных программ, передача данных для последующей обработки в среде LabVIEW осуществляется через файлы отчетов записанных этими программами.

Такой подход дает возможность одновременно наблюдать, записывать и проводить последующую обработку практически всех измеряемых величин на одном компьютеризированном рабочем месте, причем позволяет использовать измерительное оборудование от сторонних производителей.

У рассматриваемых измерительных комплексов есть свои недостатки. К недостаткам комплекса от National Instrument стоит отнести трудоемкость его программирования под каждую экспериментальную задачу, поскольку требуется связать в одно целое сбор и обработку большого количества различных данных. Плата сбора данных RL-32RTD не требует программирования, достаточно сделать минимальные настройки в программном обеспечении.

Подготовка каждого эксперимента — трудоемкая задача, требующая закрепить экспериментальный образец в рабочем участке, расположить датчики измерительного оборудования и подключить их к измерительному комплексу, подготовить дополнительное технологическое оборудование, при этом требуется изготовление новых крепежных элементов, а иногда и целых технологических узлов практически для каждого эксперимента. В итоге при проведении небольших серий экспериментов время подготовки эксперимента может значительно превышать время проведения самого эксперимента. Затраты времени на программирование комплекса National Instrument при этом становятся крайне нежелательными, и в таких случаях предпочтение отдается плате RL-32RTD.

К недостаткам платы RL-32RTD относятся намного меньшая функциональность, точность и помехозащищенность, сильное влияние электромагнитных наводок от работающего поблизости оборудования. При использовании термопар приходится измерять сигналы с очень низким уровнем. Так, для точности измерения 0,1 °C необходимо фиксировать сигнал всего в несколько микровольт, при этом на борьбу с помехами приходится уделять большое внимание. Оборудование National Instrument справляется с описанными проблемами намного эффективнее.

В экспериментах, которые требуют особенно высокой отказоустойчивости, точности и надежности получаемых данных, наличие двух измерительных комплексов позволяет дублировать измерения, тем самым сокращая случайные погрешности и упрощая задачу определения промахов в результатах замеров. Однако такой подход серьезно усложняет технику проведения экспериментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт использования различных измерительных комплексов для организации и проведения научных исследовательских работ показал целесообразность применения как достаточно сложного и дорогостоящего оборудования, такого как National Instrument, так и сравнительного недорогого, менее сложного и точного оборудования системы сбора данных серии RealLab модель RL-32RTD. Даже в рамках работ, проводимых в одной исследовательской лаборатории, применение обоих комплексов является оправданным.

Выбор в исследовании того или иного комплекса в конечном итоге определяется конкретной задачей. При проведении одиночных испытаний или оценочных, где не требуется высокая точность, целесообразно использовать систему сбора данных RL-32RTD с более простым программированием. При планировании больших серий экспериментов с высокой степенью надежности и точности комплекс National Instrument более предпочтителен.

Универсальность измерительного комплекса National Instrument позволяет увязать в одну измерительную систему оборудование сторонних произ-

водителей, у которых не предусмотрена возможность работать с программной средой LabVIEW. Такую возможность сложно переоценить, поскольку это позволяет более полно использовать уже имеющийся парк измерительного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Телевный А.М.** Повышение теплопередающей способности поверхностных водоохладителей путем установки орошающих устройств. Дис.... канд. техн. наук. — М.: 2011. — С. 151.
2. **Сынков И.В.** Влияние турбулентности и неравномерности воздушного потока на теплогидравлические характеристики теплообменников систем кондиционирования воздуха. Дис.... канд. техн. наук. — М.: 2007. — С. 176.
3. **Виноградов Н.А., Листратов Я.И., Свиридов Е.В.** Разработка прикладного программного обеспечения в среде LabVIEW: учебное пособие — М.: Издательство МЭИ, 2005. — С. 50.
4. **Тревис Дж.** LabVIEW для всех / Джеффри Тревис: пер. с англ. Клушин Н.А. — М.: ДМК Пресс; Прибор комплект, 2055. — С. 544.
5. **Суранов А.Я.** LabVIEW 7: справочник по функциям. — М.: ДМК Пресс, 2005. — С. 512.

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИГОН АСУ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

АННОТАЦИЯ

Представлен опыт разработки и создания специализированного центра подготовки персонала для проектирования, наладки и эксплуатации объектов интеллектуальных электроэнергетических систем. Рассматривается техническое оснащение центра с АСУ электрооборудованием электростанций и подстанций на базе современных микропроцессорных программно-технических комплексов. Приводится описание программно-технических средств, включающих инновационные разработки различных производителей, средств организации цифровых сетей, систем сбора и отображения информации. Приводятся сведения об организации изучения и научных исследований АСУ электротехническим оборудованием.

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии являются основой при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами. В рамках инновационной программы национального проекта «Образование» на кафедре «Электрические станции» НИУ МЭИ был создан учебно-исследовательский полигон с современным электротехническим оборудованием для изучения принципов проектирования и эксплуатации интеллектуальных электроустановок. Полигон оснащен современными микропроцессорными средствами защиты и управления, представляющими собой интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ). Их эффективное использование возможно только в рамках автоматизированной системы управления электротехническим оборудованием (АСУ ЭТО). АСУ ЭТО в настоящее время является одним из основных элементов инновационных электроустановок. Ключевая роль при создании и эксплуатации АСУ отводится программному, информационному и алгоритмическому обеспечению.

Основными задачами при разработке учебно-исследовательского полигона были соответствие современным требованиям и тенденциям с точки зрения принципов организации АСУ ТП; использование новейшего технического и программного обеспечения; работа ИЭУ как с реальным первичным оборудованием, так и с физическими и математическими моделями.

Решение этих задач позволило создать полигон, позволяющий не только обучать студентов и повышать квалификацию специалистов в области проектирования, эксплуатации, наладки объектов электроэнергетических систем, но и проводить научно-исследовательские работы по АСУ ЭТО.

1. СТРУКТУРА АСУ ЭТО

Объектом управления является электроустановка, состоящая из распределительных устройств различных уровней напряжения. Основой АСУ ЭТО является программно-технический комплекс (ПТК),

оборудование которого в соответствии со сложившимися подходами можно условно разделить на два уровня.

К верхнему уровню — уровню подстанции — относятся средства хранения и представления информации; средства локальной вычислительной сети (Ethernet); автоматизированные рабочие места (АРМ) (оперативного персонала, службы РЗА, инженера службы АСУ, обслуживающего и эксплуатационного персонала).

К нижнему (полевому) уровню относятся устройства, которые непосредственно связаны с объектом управления. С их помощью обеспечивается сбор информации и выдача команд управления, необходимые для функционирования подсистем и реализации всех функций АСУ ТП. На нижнем уровне используется набор специализированных или многофункциональных ИЭУ. Информация от всех перечисленных устройств и подсистем поступает на верхний уровень посредством цифровых сетей.

На рис. 1 показана компоновка щитовых устройств с ИЭУ и серверная стойка.

2. ПРОГРАММНОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Успешное и эффективное функционирование АСУ ЭТО определяется заложенным в нее прикладным программным, информационным и алгоритмическим обеспечением. Важной частью учебного процесса является изучение общих принципов их разработки.

Как видно из структуры АСУ ЭТО, разработку прикладного программного обеспечения АСУ ТП можно условно разделить на несколько частей.



Рис. 1. Техническое обеспечение полигона АСУ ЭТО

Программирование верхнего уровня для организации АРМ оперативного персонала. Для этих целей используются SCADA-системы (Supervisory Control

and Data Acquisition), включающие набор средств для создания пользовательского интерфейса.

Программирование ИЭУ. Обычно для программирования микропроцессорных устройств защит и управления используются специализированные программные средства от производителя. Программирование контроллеров в большинстве современных ПТК ведется на специализированных технологических языках программирования стандарта МЭК 61131-3.

Разработка цифрового обмена. Следует отметить, что в разрабатываемых АСУ ТП крупных подстанций в соответствии с требованиями ФСК информационный обмен между средствами АСУ ТП должен осуществляться в соответствии со стандартом МЭК 61850 по высокоскоростной сети Ethernet. Однако в настоящее время используется большое количество ИЭУ, поддерживающих другие традиционные стандарты цифровых протоколов (MODBUS, МЭК 60870-5-101/104), поэтому средства АСУ ТП верхнего уровня должны поддерживать различные протоколы.

Важнейшей частью современных интеллектуальных АСУ должно стать программное обеспечение, ориентированное на оптимизацию эксплуатации основного оборудования

3. РАЗДЕЛЫ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

На базе полигона могут проводиться курсы повышения квалификации по следующим темам.

Микропроцессорные устройства защит и управления для различных видов присоединений. Входные и выходные сигналы. Реализуемые функции. Токовые цепи. Цепи напряжения. Оперативные цепи.

Конструктивное исполнение ИЭУ. Модули УСО. Цифровые интерфейсы.

Реализация вторичных цепей для различных видов присоединений в виде щитовых устройств. Проектно-конструкторская документация (принципиальные и монтажные схемы).

Организация цифровых сетей. Сетевые концентраторы Ethrnet. Оптические и медные связи. Сеть на основе RS-485. Преобразователи интерфейсов.

Сервера сбора и обработки информации. Стандарт МЭК 61850.

Операторский интерфейс ИЭУ. Органы контроля и управления. Графический экран. Работа с меню. Местное управление присоединением с помощью ИЭУ.

Программный инструмент конфигурирования интеллектуального устройства защиты и управления.

Основные функции в системе наблюдения и управления SCADA: осуществление интерфейса человек—машина; обработка событий и аварийных сигналов; выполнение расчетов и выдача отчетов; реализация автоматического управления.

Работа оператора (наблюдение, управление, работа с журналами событий, тренды, архивы).

Разработка системы управления. Формирование базы данных переменных. Организация связи с ИЭУ. Создание пользовательского интерфейса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новый учебно-исследовательский полигон АСУ ЭТО кафедры «Электрические станции» МЭИ представляет собой современную, высокотехнологичную установку, которая позволит значительно улучшить подготовку специалистов электроэнергетиков в области автоматизации электрических станций и подстанций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов А.В. Управление электродвигателями собственных нужд в АСУ электроустановок: учебное пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.
2. Гусев Ю.П., Поляков А.М., Трофимов А.В. Учебно-исследовательский полигон АСУ электроустановок // Энергоэксперт. 2011. №3. С. 54—58.
3. Бородин А.А., Гусев Ю.П., Трофимов А.В. Лабораторный комплекс для изучения АСУ электроустановок // СТА — современные технологии автоматизации, 2009. №4. С. 64—67.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ

АННОТАЦИЯ

В работе изложены основные результаты, разработки и реализации лабораторного комплекса для обучения студентов основным навыкам по снятию и обработке частотных характеристик элементов и систем автоматизации в реальном времени на базе комплекта виртуальных измерительных проборов NI ELVIS. Работа выполнена в рамках инновационной образовательной программы и внедрена на кафедре Управления и информатики Национального исследовательского университета «МЭИ». Амплитудно-частотные, фазочастотные и амплитудно-фазовые характеристики объекта автоматизации необходимы исследователю для получения математического описания объекта. В комплект автоматизированной системы входят многофункциональная плата ввода—вывода NI PCI-6251, макетная плата и среда графического программирования LabVIEW. На текущий момент времени это наиболее современные аппаратные и программные средства, используемые в учебном процессе для исследования объектов автоматизации.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших навыков, которым необходимо обучить студента при освоении курсов, связанных теорией и практикой автоматического управления, является практика грамотного снятия и обработки амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик реальных динамических звеньев и элементов систем управления в реальном времени. Практика обучения студентов показывает, что подобные лабораторные работы, реализуемые обычно в среде MatLAB, указанной цели не достигают. Ниже рассматривается опыт реализации лабораторных работ по снятию и обработке частотных характеристик типовых звеньев систем управления в реальном времени на учебных стендах, оборудованных комплектом проборов NI ELVIS.

1. ЦЕЛИ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

До широкого внедрения персональных компьютеров в практику обучения специалистов в области управления стенды по снятию частотных характеристик звеньев и систем в реальном времени оснащались промышленными генераторами и осциллографами, которые позволяли примерно с 10%-ной точностью снимать как амплитудные, так и фазовые характеристики исследуемого объекта. Естественно, все это происходило в реальном времени. Дальнейшая обработка экспериментов проводилась ручным способом.

Внедрение цифровой техники в практику проведения лабораторных исследований позволило, с одной стороны, удешевить лабораторные стенды, повысить оперативность и точность обработки по-

лучаемых результатов, но, с другой стороны, уход от реальной среды в область виртуальных объектов не дает студентам практики работы с реальными устройствами в реальном времени. Подобный подход неизбежно снижает качество обучения.

На кафедре управления и информатики МЭИ разработан и внедрен в учебный процесс учебный комплекс, состоящий из семи лабораторных стендов, оснащенных современной аппаратурой NI ELVIS. С помощью этой техники удалось совместить положительные свойства учебных стендов прошлого, оснащенных аналоговой аппаратурой, на которых проводились исследования реальных объектов в реальном времени, и современные компьютерные технологии, позволяющие автоматизировать процесс проведения исследований и последующую обработку результатов.

2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для сборки прототипа объекта автоматизации использована макетная плата NI ELVIS. Были собраны два макета типовых звеньев объекта: инерционного и реального дифференцирующего с известными параметрами.

На вход объектов подавался синусоидальный сигнал с постоянной амплитудой в заданном диапазоне частот. На выходе объекта измерялись амплитуда сигнала и сдвиг фаз относительно входного сигнала.

3. ОБРАБОТКА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Обработка результатов эксперимента средствами среды графического программирования LabVIEW позволяет в реальном времени не только выполнить необходимые расчеты, но и представить в наглядном графическом виде (рис. 1, 2) такие зависимости, как амплитудно-частотные, фазочастотные, амплитудно-фазовые и даже амплитудно-фазочастотные (в трехмерном пространстве). Следует обратить внимание на то, что обрабатываемые результаты могут быть представлены как в равномерном масштабе по частоте, так и в логарифмическом. Такое представление позволяет студентам проводить параметрическую идентификацию типовых динамических звеньев приемами, излагаемыми в курсе «Теория автоматического управления».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение современных аппаратных и программных средств исследования объектов автоматизации в процессе обучения студентов позволит им с наивысшим эффектом проводить исследования

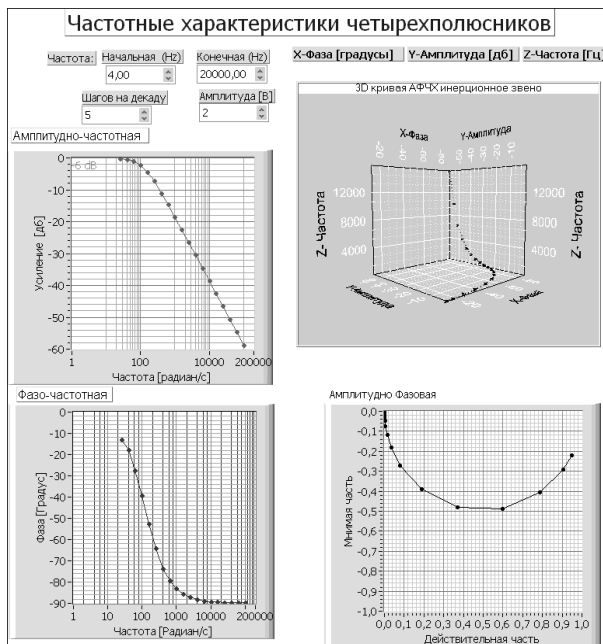


Рис. 1. Амплитудно-частотные (АЧХ), фазочастотные (ФЧХ), амплитудно-фазовые (АФХ) и амплитудно-фазочастотные характеристики (АФЧХ) инерционного звена

компонентов автоматизированных систем в реальном времени при выполнении лабораторных работ, курсовых проектов и при написании магистерских диссертаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — Спб., Изд-во «Профессия», 2004. — 752 с. (Серия: Специаллист).

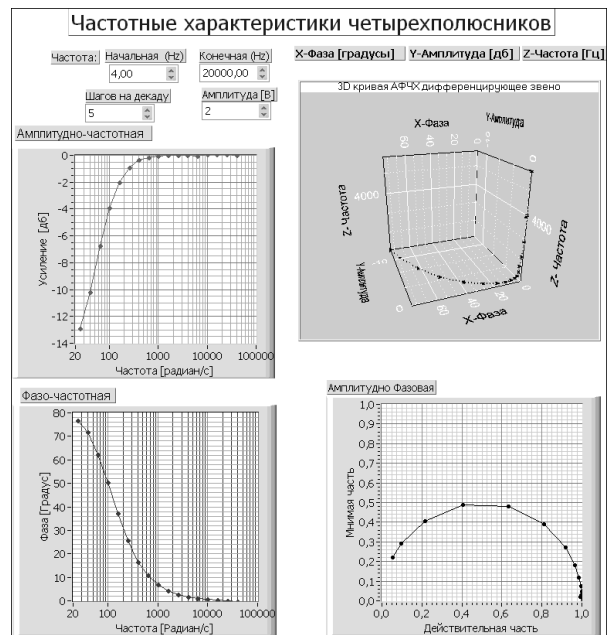


Рис. 2. Амплитудно-частотные (АЧХ), фазочастотные (ФЧХ), амплитудно-фазовые (АФХ) и амплитудно-фазочастотные характеристики (АФЧХ) реального дифференцирующего звена

2. Тревис Дж. LabVIEW для всех: пер. с англ. Клушина Н.А. — М.: ДМК Пресс: ПриборКомплект, 2004. — 544 с.: ил.

3. Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS. Технические средства. Руководство пользователя. 2006 — перевод на русский язык: Учебный центр «Центр технологий National Instruments» Новосибирский государственный технический университет.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ НАГРУЗОК

АННОТАЦИЯ

Разработан учебно-исследовательский стенд, представленный в виде информационно-измерительной системы для анализа энергопотребления нелинейных нагрузок. При разработке системы была использована среда графического программирования LabVIEW. Основу аппаратной части стенда составляет устройство сбора данных компании National Instruments USB-6009. Приведены результаты сравнительного анализа энергопотребления нелинейных нагрузок (светотехническое оборудование, компьютерная техника).

ВВЕДЕНИЕ

Параметры питающей электрической сети должны соответствовать ГОСТ 13109—97 [1]. В связи с возрастанием числа потребителей, работающих в нелинейном и импульсном режимах (энергосберегающие лампы, импульсные блоки питания офисной и компьютерной техники, выпрямители промышленного назначения), параметры промышленной сети часто не соответствуют нормам. Это приводит к сбоям в работе электронного оборудования и выводу их из строя, дополнительным потерям мощности в линиях электропередачи, трансформаторах и электрических двигателях.

Для измерения показателей качества электрической энергии разработана достаточно большая номенклатура анализаторов качества электрической энергии как отечественного, так и зарубежного производства [2]. Однако приборы, разработанные для профессионального энергоаудита, не всегда отвечают целям и задачам обучения. При обучении специалистов-энергетиков необходимо сформировать четкое представление о физической природе показателей качества и причинах их отклонения от установленных норм, проанализировать не только итоговое значение показателя качества, но и дополнительные параметры, влияющие на тот или иной показатель качества электрической энергии. Немаловажное значение имеет возможность оперативно и наглядно представления информации в зависимости от задач исследований.

Согласно ГОСТ 13109—97 устанавливается одиннадцать основных и шесть дополнительных показателей качества электроэнергии. Из них наиболее значимую роль играют следующие показатели:

- установившееся отклонение напряжения;
- коэффициент n -й гармонической составляющей;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;

- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
- отклонение основной частоты;
- длительность провала напряжения.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Областью применения системы является исследование несинусоидальных и несимметричных режимов электрической сети 0,4 кВ, изучение влияния нелинейных нагрузок (энергосберегающих ламп, выпрямителей и т.д.) на показатели качества электрической энергии в системах энергоснабжения.

При разработке автоматизированной информационно-измерительной системы была использована среда LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) компании National Instrument (NI), в основе которой лежит метод графического программирования при создании систем моделирования и разработке автоматизированной системы измерения и анализа параметров энергосети.

Весь процесс измерения и анализа параметров сети электроснабжения можно разделить на три этапа: согласование сигналов, формирование моделей, сохранение и вывод данных.

Аппаратная часть комплекса включает:

- устройство согласования;
- устройство сбора данных NI USB-6009;
- персональный компьютер с программным обеспечением.

Устройство согласования обеспечивает подключение токовых цепей с помощью клещей-адаптеров АТА-2504 с разъемным магнитопроводом и датчиком на эффекте Холла. Клещи-адаптер позволяют выполнять бесконтактное измерение постоянного и переменного тока без разрыва цепи в диапазонах 4, 40, 200 А. Согласование уровней сетевого напряжения до уровня напряжений на аналоговых входах NI USB-6009 выполнено с помощью трансформаторов напряжения.

Устройство сбора данных NI USB-6009 имеет 8-канальный 14-битный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с максимальной частотой дискретизации 48 кГц и входным напряжением ± 10 В. Мультиплексор осуществляет последовательное подключение каждого из каналов к АЦП.

Программное обеспечение (ПО) комплекса формируется из драйвера устройства системы сбора данных NI USB-6009 (Data Acquisition — DAQ), а также прикладных программ в виде виртуальных приборов, созданных в программной среде LabVIEW [3].

2. ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФАЗНЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ

В качестве примера на рис. 1, 2 приведены экранные формы программы отображения фазных напряжений и токов, а также построение векторной диаграммы для трехфазной сети.

С помощью разработанного учебно-исследовательского измерительного стенда рассмотрим гармонический состав сетевого тока для различных видов нагрузки, а именно различных световых ламп (накаливания, люминесцентной и светодиодной). На рис. 1 показан потребляемое напряжение и ток из трехфазной сети. В фазе *A* подключены в качестве нагрузки люминесцентные лампы (11+13+15+18 Вт); в фазе *B* — лампа накаливания 60 Вт и люминесцентная лампа 26 Вт; в фазе *C* — две люминесцентные лампы по 18 Вт каждая.

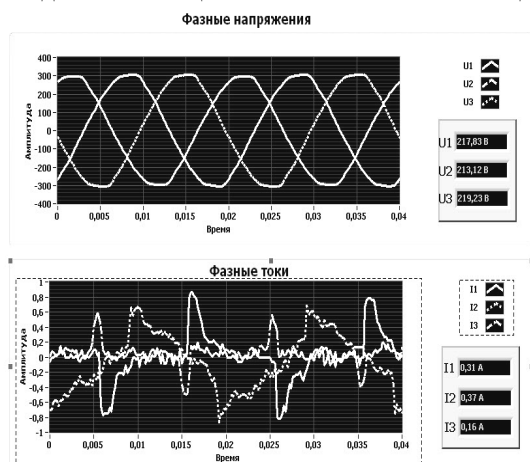


Рис. 1. Форма фазных напряжений и токов

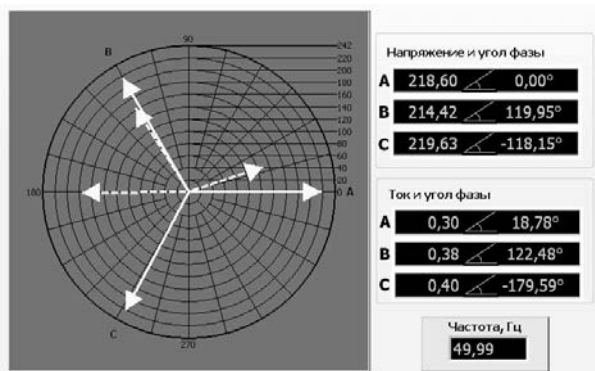


Рис. 2. Векторная диаграмма фазных напряжений и токов

Определение каждого из показателей реализуется в среде LabVIEW с помощью виртуального прибора, выполняющего функции измерения, обработки соответствующего параметра и отображения результата.

Рассмотрим работу одного из виртуальных приборов на примере определения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения K_U .

Известно, что любую несинусоидальную периодическую функцию $f(\omega t)$ с периодом 2π , удовлетворяющую условию Дирихле можно представить в виде суммы постоянной величины и бесконечного

ряда синусоидальных величин с кратными частотами. Такие синусоидальные составляющие называются гармониками.

Синусоидальная составляющая, период которой равен периоду несинусоидальной периодической величины, называется основной гармоникой. Остальные составляющие синусоиды с частотами со второй по n -ю называются высшими гармониками.

Согласно теореме Фурье мгновенное значение функции $f(\omega t)$ может быть представлено тригонометрическим рядом

$$f(\omega t) = A_0 + \sum_{k=1}^n a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t) = A_0 + \sum_{k=1}^n A_k \sin(k\omega t + \varphi_k).$$

Коэффициенты ряда Фурье определяются по формулам

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) \cos(k\omega t) d\omega t,$$

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) \sin(k\omega t) d\omega t.$$

Амплитуду k -й гармоники определяют из выражения

$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2},$$

а начальную фазу k -й гармоники по формуле

$$\varphi_k = \arctg\left(\frac{b_k}{a_k}\right),$$

где A_0 — постоянная составляющая; k — номер гармоники; a , b — коэффициенты ряда Фурье; n — номер последней из учитываемых гармоник.

3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ В СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Общепринятой мерой нелинейных искажений, согласно ГОСТ 13109—97 является коэффициент нелинейных искажений. Измерение коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения K_U осуществляется для фазных напряжений. Для каждого i -го наблюдения за установленный период времени определяют действующие значения гармонических составляющих напряжения в диапазоне от 1-й до 50-й гармоник согласно новому ГОСТ 15149—2010, вступающего в силу с 1 января 2013 года.

Несинусоидальность напряжения характеризуется следующими показателями:

- коэффициентом искажения синусоидальности кривой напряжения;
- коэффициентом n -й гармонической составляющей напряжения.

Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U определяется по выражению, %:

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_{(n)}^2}}{U_{(1)}},$$

где $U_{(n)}$ — действующее значение n -й гармонической составляющей напряжения, В; n — порядок гармонической составляющей напряжения; N — порядок последней из учитываемых гармонических составляющих напряжения, стандартом устанавливается $N = 50$; $U_{(1)}$ — действующее значение напряжения основной частоты, В.

Допускается K_U определять по выражению, %

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_{(n)}^2}}{U_{(ном)}} \cdot 100,$$

где $U_{(ном)}$ — номинальное напряжение сети, В.

Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения равен, %:

$$K_U = \frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} \cdot 100.$$

Допускается $K_{U(n)}$ вычислять по выражению, %:

$$K_U = \frac{U_{(n)}}{U_{(ном)}} \cdot 100.$$

Для вычисления необходимо определить уровень напряжения отдельных гармоник, генерируемых нелинейной нагрузкой.

Таким образом, при исследовании трехфазной нагрузки наблюдается изменение фазных коэффициентов нелинейных искажений по току, которые показаны на рис. 3.

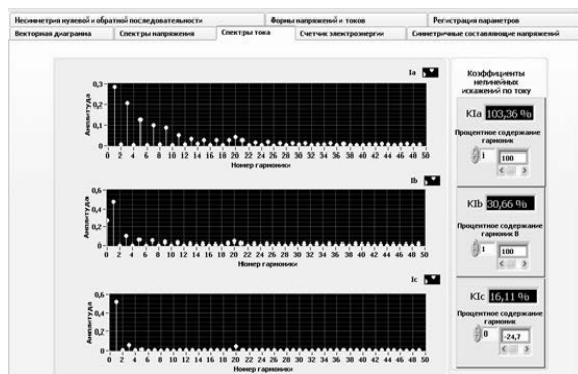


Рис. 3. Спектр и коэффициент нелинейных искажений по току

Из рисунка видно, что большинство потребителей современного офисного оборудования имеют значительный состав гармоник тока. На рис. 4 приведены коэффициенты нелинейных искажений некоторых потребителей офисного оборудования.

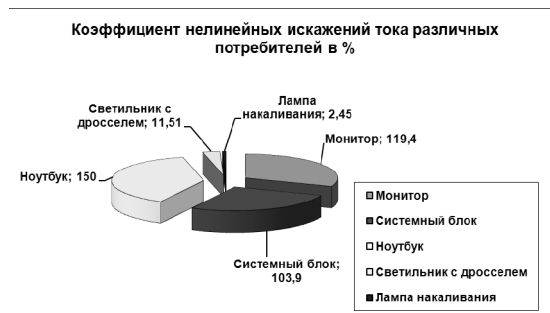


Рис. 4. Коэффициент нелинейных искажений тока офисных потребителей

Из диаграммы видно, что наибольший коэффициент нелинейных искажений имеет ноутбук и стационарный компьютер, меньший — лампа накаливания и люминесцентный светильник с дроссельным пускорегулирующим аппаратом.

4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Основными функционально-техническими характеристиками системы являются:

- измерение значения действующих напряжений и силы переменного тока в одно- и трехфазной сети;
- измерение активной, реактивной и полной мощности однофазной системы, определение коэффициента мощности в одно- и трехфазной сети;
- измерение потребленной активной, реактивной и полной электроэнергии в одно- и трехфазной сети;
- наличие счетчика активной, реактивной и полной энергии;
- измерение частоты основной гармоники сетевого напряжения;
- измерение угла между напряжением и током, напряжением и током в каждой фазе. Построение векторных диаграмм;
- достаточная частота дискретизации измеряемых сигналов, позволяющая фиксировать с требуемой точностью гармонические составляющие токов и напряжений в интервале от 1-й до 50-й гармоники;
- возможность измерения в широком диапазоне напряжения и токов фаз, подаваемых на исследуемый прибор: напряжения от 20 до 265 В, токи от 0,01 до 20 А, частота основной гармоники от 47,5 до 55 Гц;
- определение коэффициента нелинейных искажений по напряжению;
- определение коэффициента нелинейных искажений по току;
- определение несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности;
- отображение уровней гармоник по напряжению и току в виде графика амплитудного спектра;
- возможность изменения и выбора параметров сети электроснабжения с заданным интервалом времени;

– регистрация параметров сети электроснабжения и сохранение их в электронные счетные таблицы MS Excel.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при создании учебно-исследовательского стенда решены следующие задачи:

– обеспечения наглядности и доступности получения информации для изучения режима работы сети электроснабжения и выполнения исследований;

– относительно низкой стоимости стенда и возможность реализации в условиях образовательных учреждений для решения научно-исследовательских и учебных задач;

– гибкой возможности доработки и изменения программного обеспечения стенда для вновь возникающих задач исследования, реализации различных алгоритмов обработки сигналов и представления информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 13109—97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — М.: Госстандарт России, 1997.

2. **Справочник** по приборам для диагностики и ремонта электротехнического оборудования и кабельных линий. 2011/1. ООО «Электронприбор», 112 с.

3. **Суранов А.Я.** LabVIEW 7: справочник по функциям. — М.: ДМК Пресс, 2005. — 512 с.

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы разработки различных элементов виртуальной учебной электротехнической лаборатории. Рассматриваются некоторые аспекты сравнения достоинств и недостатков использования таких программных средств, как LabVIEW и Adobe Flash в качестве составляющих web-технологий для создания различных элементов виртуальной электротехнической лаборатории. Приводятся примеры разработанных авторами виртуальных лабораторных стендов.

ВВЕДЕНИЕ

Понятие *виртуализация* не так давно введено в употребление среди специалистов в области информационных технологий и используется в основном для описания исследований различных вычислительных процессов, связанных с операционными системами и архитектурой ЭВМ.

По сути, виртуализация – это эмуляция каких-то процессов (физических, социальных, вычислительных и т.п.) в вычислительной среде. В данной работе рассматриваются вопросы виртуализации учебной электротехнической лаборатории. Иными словами, рассматриваются вопросы разработки программной среды, позволяющей провести исследование различных физических явлений в области электротехники, подготовку и проведение лабораторных работ без непосредственного доступа к лабораторному стенду. Такой виртуальный эксперимент может быть доступен широкому кругу пользователей и практически не ограничен по времени в отличие от его физического аналога.

1. LABVIEW И ADOBE FLASH

В качестве основных программных средств, для разработки виртуальных элементов электротехнической лаборатории авторами были выбраны среда разработки и платформа для выполнения программ LabVIEW, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments и мультимедийная платформа Adobe Flash компании Adobe для создания web-приложений или мультимедийных презентаций.

Имея в своем составе весьма большой набор стандартных элементов управления и индикации, а также средств взаимодействия между ними, LabVIEW позволяет достаточно быстро создать виртуальный лабораторный стенд. Однако органичное использование виртуального инструмента LabVIEW в качестве элемента web-приложения (а именно это и интересует больше всего авторов) весьма затруднительно.

В отличие от LabVIEW Adobe Flash лишен данных недостатков (он изначально предназначен для использования в web-приложениях). Однако создание нового виртуального лабораторного стенда по-

требует несколько больших усилий (пока, по крайней мере, не будет создана обширная библиотека стандартных элементов), чем на LabVIEW.

Наверное, сегодня нельзя однозначно сказать, какой продукт лучше для разработки элементов виртуальной лаборатории. Очевидно, в одних случаях предпочтительнее использовать LabVIEW, а в других – Adobe Flash.

Далее рассматривается несколько примеров создания виртуальных лабораторных стендов на LabVIEW и Adobe Flash.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОГО ДВУХПОЛЮСНИКА

На рис. 1 и 2 приведены скриншоты виртуальных лабораторных стендов, разработанных на LabVIEW и Adobe Flash соответственно и предназначенных для исследования нагрузочных характеристик активных двухполюсников.

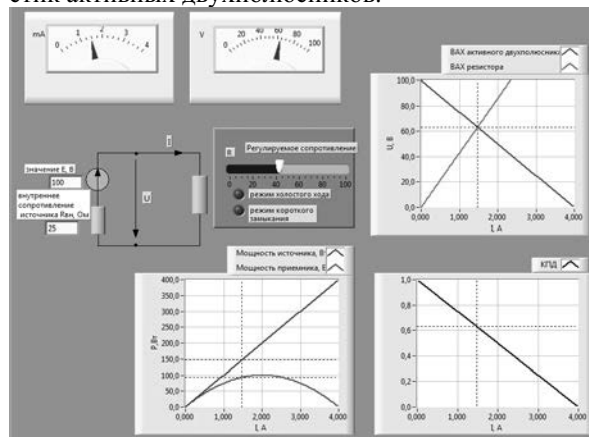


Рис. 1. Исследование активного двухполюсника (сделано на LabVIEW)

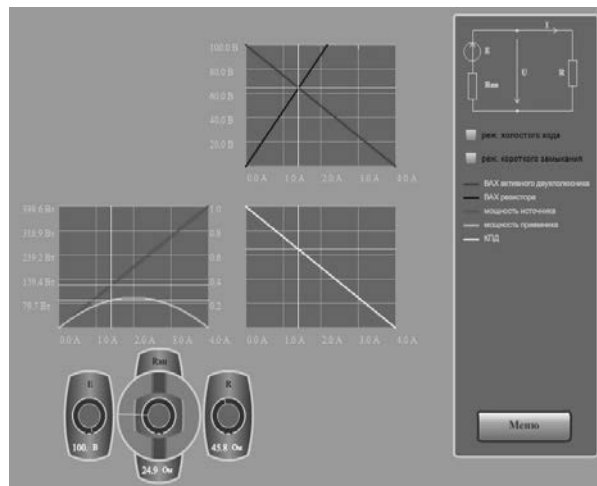


Рис. 2. Исследование активного двухполюсника: сделано на Adobe Flash

К сожалению, в докладе сложно передать визуальную составляющую восприятия процесса динамического изменения величин, характеризующих нагрузочный режим активного двухполюсника в зависимости от интерактивного изменения параметров элементов.

В качестве элементов управления для изменения параметров используется «ползунок», текстовые поля ввода значений параметров в случае реализации на LabVIEW и ручки настройки с круговым вращением в случае использования Adobe Flash.

3. ВКЛЮЧЕНИЕ RL ЦЕПИ НА СИНУСОИДАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

На рис. 3 и 4 приведены скриншоты виртуальных лабораторных стендов, разработанных на LabVIEW и Adobe Flash соответственно и предназначенных для исследования токов и напряжений линейной электрической цепи при подключении источника синусоидального напряжения. Возможно исследование переходного процесса и установившегося режима после коммутации.

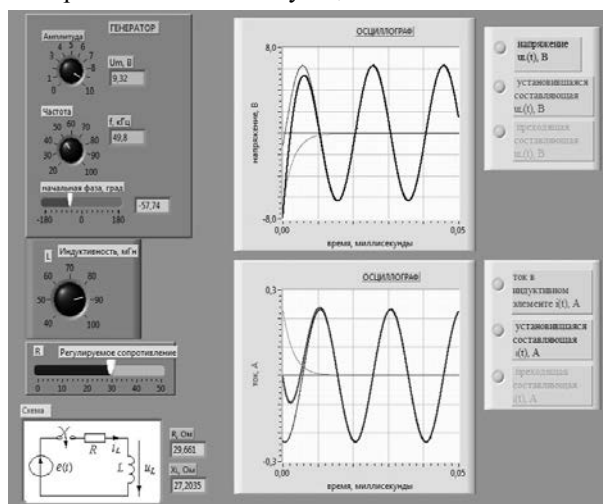


Рис. 3. Включение RL цепи на синусоидальное напряжение (сделано на LabVIEW)

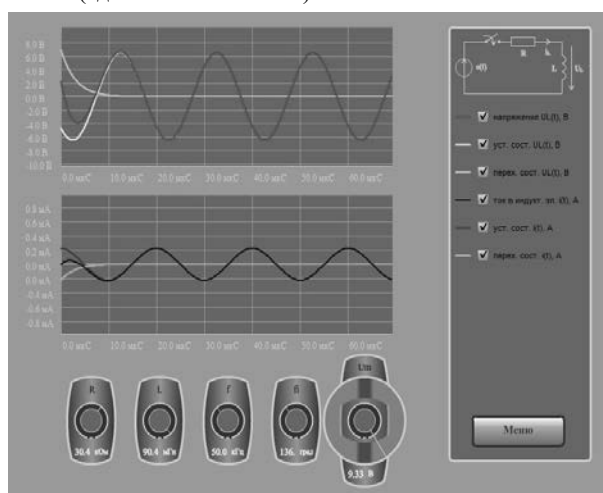


Рис. 4. Включение RL цепи на синусоидальное напряжение (сделано на Adobe Flash)

4. ЯВЛЕНИЕ РЕЗОНАНСА В RLC ЦЕПИ

На рис. 5 представлен скриншот виртуального лабораторного стенда, разработанного на Adobe Flash и предназначенного для исследования явления резонанса в RLC цепях. Изменяя параметры элементов или частоту входного воздействия, можно на экране «осциллографа» наблюдать изменение напряжения, тока и модуля комплексного сопротивления. Для исследуемой цепи можно определить условия, при которых наблюдается резонанс, и оценить влияние параметров элементов на резонансные кривые и частотные характеристики.

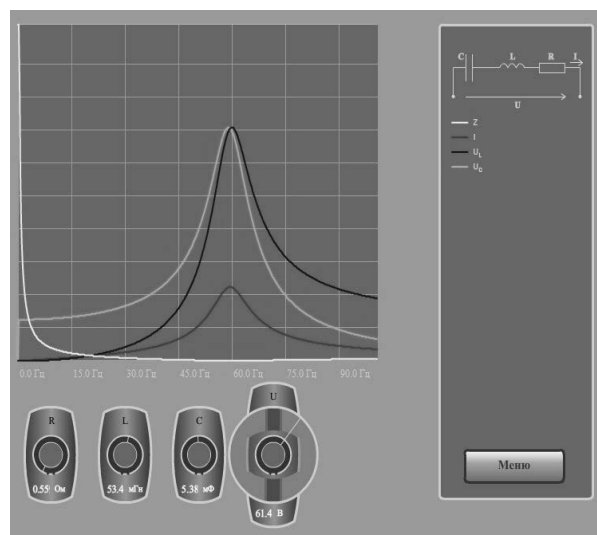


Рис. 5. Явление резонанса в RLC цепи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в докладе подходы к разработке и использованию различных элементов виртуальной лаборатории ТОЭ представляются авторам весьма актуальными, особенно в контексте смещения учебной нагрузки в сторону самостоятельной работы студентов. Данная работа является лишь первым этапом в цикле работ, посвященных созданию широкого спектра виртуальных лабораторных стендов для проведения лабораторных работ по всему курсу ТОЭ.

АСНИ МЭИ: ЕДИНАЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

АННОТАЦИЯ

Обсуждается опыт работ по комплексной автоматизации учебных экспериментальных лабораторий МЭИ. Созданные с этой целью и внедренные на разных кафедрах системы автоматизации эксперимента (САЭКС) построены в рамках единой концепции на принципах новых информационно-измерительных «VXI-технологий». Это позволяет говорить о создании единой территориально-распределенной системы автоматизации научных исследований технического университета — АСНИ МЭИ.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, «благими намерениями устлана дорога в ад», особенно если эти намерения не подкреплены адекватным финансированием. Значительные средства, выделенные в 2007 – 2008 годах по Инновационной образовательной программе, позволили МЭИ реализовать несколько крупных проектов. Один из них – проект развития лабораторной базы кафедр путем внедрения средств автоматизации эксперимента, который уже долго существовал в воображении авторов данной статьи.

1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АСНИ МЭИ

Проект под шифром «Мероприятие 1.2.31.–1.2.32.» был реализован следующим образом. В МЭИ более 60 кафедр, однако только 25 из них на момент начала работ располагали достаточно серьезными учебными или научными экспериментальными стендами, которые могли рассматриваться как объекты автоматизации. Этим кафедрам было предложено определить свое отношение к проекту, подтвердив свою готовность выполнить по ходу работ некоторые очевидные условия:

1) подтвердить свою заинтересованность, сформулировать технические требования к САЭКС применительно к своим экспериментальным стендам;

2) подготовить помещение для установки системы автоматизации (косметический ремонт, электропитание, вентиляция и т.д.);

3) выделить из числа сотрудников кафедры не менее двух специалистов в качестве ответственных пользователей и направить их на учебу в Центр новых информационно-измерительных систем и технологий (ЦНИИСТ) при МЭИ [1];

4) обеспечить доленое софинансирование проекта, объем которого был невелик и составлял лишь несколько процентов стоимости данной САЭКС;

5) принять САЭКС на баланс, ввести в эксплуатацию, о чем в требуемые сроки подготовить отчет.

Оценив свои реальные возможности и готовность к работе со столь сложным оборудованием, некоторые кафедры предпочли отказаться от участия в проекте. В итоге было определено оконча-

тельное количество САЭКС, которые и были созданы и внедрены на разных кафедрах МЭИ — 12 локальных систем.

2. ЕДИНАЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА

Хотя количество созданных по данному проекту систем намного меньше общего числа кафедр МЭИ, есть все основания говорить о создании «Единой территориально-распределенной системы автоматизации экспериментальной базы технического университета — АСНИ МЭИ» [2].

Действительно:

1) все кафедры, которые были готовы получить САЭКС, их получили;

2) эти кафедры являются представителями всех институтов (факультетов) МЭИ;

3) все САЭКС построены в рамках единой прогрессивной концепции на принципах новых информационно-измерительных технологий [3], хотя, разумеется, все САЭКС индивидуальны, поскольку они разработаны по техническим требованиям разных кафедр с учетом специфики различных учебных направлений: тепло-, электро-, радиофизики и др.;

4) программное обеспечение всех САЭКС создано на базе единой среды NI LabVIEW, которая де-факто стала стандартом в технических университетах во всем мире;

5) АСНИ МЭИ имеет тенденцию к расширению, так как ряд кафедр в настоящее время выражают заинтересованность в приобретении новых экземпляров САЭКС, а на некоторых кафедрах эта работа уже проводится.

Структура АСНИ МЭИ весьма проста (рис. 1).

Идейным и организационным ядром АСНИ МЭИ является упомянутый выше учебно-научный Центр новых информационно-измерительных систем и технологий (ЦНИИСТ). В рамках АСНИ МЭИ ЦНИИСТ выполняет следующие функции:

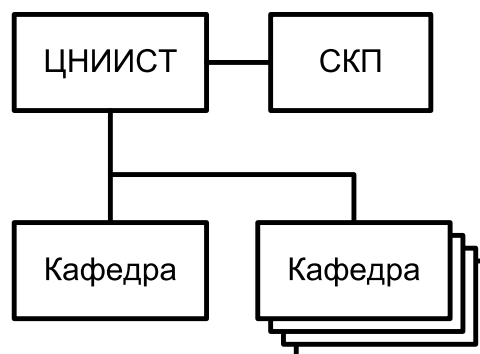


Рис. 1. Структура АСНИ МЭИ

– разработку аппаратных и программных средств САЭКС в период создания АСНИ МЭИ в 2007—2009 г.;

– научно-технические консультации для пользователей по эксплуатации САЭКС и по ее дальнейшему развитию; а также организацию поставок нового оборудования для расширения систем;

– предоставление кафедрам во временное пользование приборов и функциональных модулей из состава Системы коллективного пользования (СКП), находящейся в ЦНИИСТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С момента ввода в эксплуатацию АСНИ МЭИ прошло уже более двух лет, поэтому можно подвести первые итоги.

Во-первых, все двенадцать локальных САЭКС были введены в эксплуатацию своевременно и в настоящее время работают, а ряд из них пользователями развиты путем закупок и подключения дополнительного оборудования.

Во-вторых, локальные САЭКС доказали свою эффективность как в учебных лабораториях, так и в научных исследованиях, о чем свидетельствуют, например, первые защищенные диссертации.

По многочисленным отзывам пользователей, системы доказали свою эффективность и надежность и «прижились» на кафедрах. Вместе с тем, одна из задумок создателей АСНИ МЭИ пока не реализова-

на. Они надеялись, что АСНИ МЭИ станет материальной основой для объединения энтузиастов-автоматизаторов с разных кафедр в некий клуб по интересам – «клуб АСНИ». Мыслилось активное взаимодействие пользователей, обмен идеями, аппаратурой, совместная активность пользователей LabVIEW и др. К сожалению, пока этого нет, если не считать отдельных эпизодов. Возможно, это объясняется тем, что локальные САЭКС предоставляют весьма большие возможности пользователям и являются (пока!) самодостаточными в масштабах кафедр.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России и ЗАО «ЦАТИ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Учебный** центр ЦНИИСТ: повышение квалификации специалистов в области новых информационно-измерительных технологий / Т.Е. Краснощекова, Я.И. Листратов, В.Г. Свиридов, Е.В. Свиридов // Индустрии образования: Сборник статей. Вып. 2. — М.: МГИУ, 2002. — С. 65—67.

2. **Автоматизированная** система научных исследований технического университета / А.И. Карякин, С.И. Ковалев, В.Н. Леньшин и др. // АСНИ МЭИ. Вестник МЭИ. 2009. №6. — С. 221—228.

3. **Леньшин В.Н.** Информационно-измерительные технологии на базе стандарта VXI-bus. — Мир компьютерной автоматизации, 1995. №4. — С. 13—27.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РХИ-ПЛАТФОРМЫ NATIONAL INSTRUMENTS ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ»

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются особенности проведения лабораторных работ по курсу «Медицинские приборы» направления 210000 «Биотехнические системы и технологии» с использованием РХИ платформы National Instruments.

Отмечается повышение наглядности, мобильности, удобства управления режимами генератора и измерителя при выполнении лабораторных работ.

ВВЕДЕНИЕ

На кафедре основ радиотехники (ОРТ) Национального исследовательского университета «МЭИ» имеется несколько многофункциональных шасси РХИ-1033 компании National Instruments с программным обеспечением (ПО) NI LabVIEW, закупленных в рамках Инновационной программы МЭИ и программы НИУ.

Данные устройства используются при проведении лабораторных работ по курсам «Медицинские приборы», «Метрология и радиоизмерения» и в научной работе, выполняемой студентами и аспирантами кафедры.

Использование для измерений РХИ-модулей и ПО NI LabVIEW позволяет повысить скорость и эффективность выполнения студентами лабораторных работ. В ходе экспериментов студенты приобретают навыки использования методов биомедицинских исследований и измерения характеристик медицинских приборов.

Рассмотрим подробнее применения решений NI для выполнения лабораторных работ по курсу «Медицинские приборы» [1].

1. ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ КАТУШКА ДЛЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОГО ТОМОГРАФА

В рамках данной работы достигаются следующие цели: ознакомление с принципом формирования высокочастотного магнитного поля внутри катушки типа «белочья клетка»; освоение приемов расчета и измерения основных параметров катушки; проведение исследования характеристик высокочастотного магнитного поля, возбуждаемого катушкой.

Конструктивно катушка типа «белочья клетка» состоит из равномерно распределенных дискретных токонесущих элементов – стержней, обеспечивающих практически однородное поперечное магнитное поле (рис. 1).

Каждый из стержней катушки обладает индуктивностью, а участки между колец обладают емкостными свойствами. Таким образом, катушка типа «белочья клетка» рассматривается как многозвенный LC-фильтр, являющийся по своей сути резонатором.

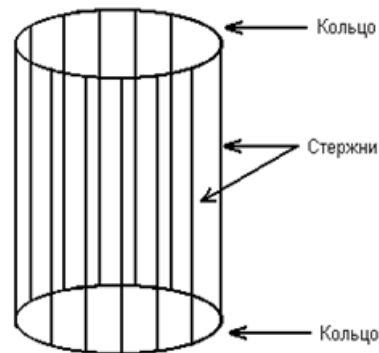


Рис. 1. Катушка типа «белочья клетка»

В целях достижения режима согласования катушки с генератором используется ее неполное включение, что приводит к виду амплитудно-частотной характеристики, характерной для параллельного колебательного контура с неполным включением (наличием двух максимумов).

Магнитное поле внутри катушки исследуется с помощью измерительного зонда в виде экранированной петли. Измерения проводятся на частотах от 1 до 40 МГц. Амплитуда гармонического напряжения, создаваемого генератором — единицы вольт, амплитуда напряжения, снимаемого с зонда — единицы и десятки милливольт.

В работе проводятся следующие измерения:

- 1) построение распределений напряженности высокочастотного магнитного поля внутри катушки в зависимости от координат положения зонда;
- 2) измерение коэффициента эллиптичности магнитного поля;
- 3) измерение амплитудно-частотной характеристики катушки;
- 4) экспериментальное определение добротности нагруженной катушки (выполняется путем установки внутрь катушки имитатора головы человека — сосуда с раствором NaCl).

В качестве генератора выступает модуль РХИ-5422, управляемый с помощью ПО FGEN. Сигнал с зонда наблюдается с помощью блока осциллографа РХИ-5152 в ПО SCOPE Soft Front Panel.

Использование такого программно-аппаратного решения позволяет провести все необходимые измерения, выполняемые в данной работе быстро и с высокой точностью, и облегчить оформление отчета по лабораторной работе в виде наглядных графиков исследованных зависимостей.

2. АБСОРБИЦИОННЫЙ ФОТОМЕТР

Целью данной работы является ознакомление с одним из методов определения концентрации растворов оптически прозрачных биологических веществ. Концентрация вещества в растворе определяется по величине поглощения потока излучения при его прямом прохождении через пробу. Теоретической основой измерений является закон Бугера – Ламберта – Бера для оптической плотности растворов [1].

В лабораторной установке источником сигнала служит направленный квазимонохроматический полупроводниковый оптогенератор с длиной волны порядка 650 нм (красный свет). Исследуемый раствор помещается в прозрачную стеклянную пробирку, установленную в держателе на оси хода луча. Перед измерением концентрации вещества в исследуемом растворе проводят предварительно калибровку измерительной установки по нескольким пробам раствора с заранее известной концентрацией. При этом снимается и строится калибровочная зависимость – зависимость показаний прибора от концентрации для данного типа однокомпонентного раствора. В качестве приемника излучения, прошедшего через пробу исследуемого раствора, служит фотодиод.

В пренебрежении шумом, темновым током фотодиода и внешними засветками ток фотодиода пропорционален световому потоку, прошедшему пробу. Удобным способом измерений напряжения на нагрузке фотодиода является использование виртуального вольтметра постоянного тока в составе программного обеспечения блока NI PXI-4065. При этом даже без специального светового экранирования лабораторной установки отношение сигнал/помеха при отсутствии растворенного вещества составляет величину порядка $3 \cdot 10^3$, что позволяет измерять концентрацию растворов в диапазоне оптической плотности от 0 до 3.

3. КАРДИОУСИЛИТЕЛЬ

Целью данной работы является изучение принципиальной схемы кардиоусилителя (КУ); ознакомление с методикой расчета основных параметров КУ; освоение приемов измерений параметров КУ.

Лабораторная установка представляет собой наборное поле, в гнездах которого можно устанавливать требуемые электронные компоненты (микросхемы, резисторы и т.д.). Предлагается исследовать характеристики кардиоусилителя, по-

строенного по схеме стандартного двухкаскадного измерительного усилителя на операционных усилителях. Измерения проводятся в дифференциальном режиме, когда на входы КУ подаются противофазные гармонические колебания, а также в синфазном режиме – при подаче на входы синфазных колебаний. Для каждого режима определяются общий коэффициент передачи КУ, а также коэффициенты передачи каскадов. После этого находится коэффициент ослабления синфазной составляющей, показывающий, во сколько раз отношение уровней дифференциального и синфазного сигналов на выходе КУ больше, чем на входе.

Использование блока NI PXI-1033 в данной работе оказывается весьма эффективным, поскольку данное шасси выступает как в качестве источника гармонического испытательного сигнала (модуль PXI-5402), так и измерителя амплитуды сигналов (модуль PXI-5105) в различных точках схемы КУ (можно также измерять уровень пик/пик и среднеквадратические значения сигналов). На входе КУ с помощью программы генератора NI FGEN легко устанавливаются как уровни порядка единиц милливольт (в дифференциальном режиме), так и порядка единиц вольт (синфазном режиме). Программа измерителя и осциллографа NI SCOPE Soft Front Panel поддерживает и визуализацию уровней сигналов в удобном формате, а также позволяет контролировать линейный режим работы КУ по форме измеряемых сигналов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование аппаратно-программных решений NI при проведении лабораторных работ по курсу «Медицинские приборы» позволило повысить скорость, наглядность и качество выполнения работ и упростить процедуру оформления отчетов. Необходимо отметить, что благодаря оборудованию NI студенты получают возможность провести большее количество экспериментов за то же время в сравнении с традиционными приборами, существующими автономно друг от друга и от компьютера.

Представляет интерес дальнейшее расширение использования платформы PXI в лабораторных циклах направления подготовки «Биотехнические системы и технологии».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крамм М.Н. Методы и приборы биомедицинских исследований. Сборник лабораторных работ: методическое пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 64 с.

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ (ЦНИИСТ)

АННОТАЦИЯ

Созданный 15 лет назад в Московском энергетическом институте учебный Центр новых информационно-измерительных систем и технологий ориентирован на обучение студентов и специалистов современным аппаратно-программным средствам VXI, PXI, SCXI, GPIB, PCCard, LabVIEW. Слушатели знакомятся с современными методами системной интеграции. В настоящее время ЦНИИСТ располагает разнообразными экспериментальными стендами, оснащен новейшими программно-аппаратными средствами и учебно-методическими материалами для проведения научной работы и обучения специалистов в области VXI-технологий.

ВВЕДЕНИЕ

В Московском энергетическом институте в 1991 г. была создана научно-производственная фирма ЗАО ЦАТИ (Центр автоматизации теплофизических исследований), специализирующаяся в области создания систем автоматизации, измерений, испытаний и технической диагностики энергетических установок. Сотрудники ЦАТИ столкнулись с серьезной проблемой — пользователи были совершенно незнакомы с новыми информационно-измерительными технологиями, на базе которых строились эти системы. Возникла острая необходимость создать механизм повышения квалификации специалистов из отраслей промышленности. Некоторое время было потрачено на разработку учебной программы, лабораторной базы и отработку методики преподавания в интерактивном режиме. Совершенно естественно, что методические наработки были использованы и для обучения студентов-теплофизиков в рамках развития учебного курса АСНИ (Автоматизированные системы научных исследований).

1. РАЗВИТИЕ ЦНИИСТ

В 1997 г. при участии инновационной научно-производственной фирмы ЗАО ЦАТИ и кафедры инженерной теплофизики, а также при участии и спонсорской помощи ведущей компании National Instruments (США) в МЭИ был создан Центр новых информационно-измерительных систем и технологий (ЦНИИСТ) [1,2]. С момента создания ЦНИИСТ является подразделением факультета повышения квалификации преподавателей и сотрудников (ФПКПС) МЭИ. Главными задачами ЦНИИСТ являются обучение студентов в области новых информационно-измерительных технологий; повышение квалификации аспирантов и сотрудников МЭИ, а также специалистов из отраслей в области новых информационно-измерительных технологий, которые в русскоязычной литературе получили название «VXI-технологий» [3].

Программа обучения построена с учетом опыта работы аналогичных учебных центров США и Западной Европы. Используются технические и программные средства, соответствующие государственным российским и международным стандартам и рекомендованные к применению в России.

В ЦНИИСТ представлены действующие системы автоматизации научного эксперимента, лабораторных испытаний, управления технологическими процессами:

- разнообразные физические объекты, например экспериментальные стенды по исследованию гидродинамики и теплообмена газов, жидкостей и жидких металлов;
- перспективные датчики и первичные преобразователи физических величин: температуры, давления, скорости, расхода и т.д.
- аппаратные (GPIB, VXI, PXI, SCXI, DAQ) и программные средства (LabVIEW, Lab Windows/CVI);
- образцы стационарных и портативных измерительно-управляющих и диагностических систем;
- компьютерный класс с выходом в Интернет;
- программно-аппаратные средства, обеспечивающие проведение лабораторного эксперимента в дистанционном режиме.

Важная особенность — ЦНИИСТ оснащен технологией автоматизированного лабораторного практикума с удаленным компьютерным доступом (АЛПУД) и может проводить подготовку специалистов в этой области.

В процессе обучения на лекциях и лабораторно-практических занятиях слушатели приобретают знания и навыки по темам:

1) компьютеры в системах автоматизации.

Требования к компьютерам автоматизированных систем, основные платформы и конфигурации компьютеров автоматизированных систем, внешние, встроенные, промышленные компьютеры, промышленные контроллеры, сети ЭВМ в автоматизированных системах, потребительские характеристики, необходимое программное обеспечение ЭВМ в автоматизированных системах, операционные системы;

2) нижний уровень автоматизированной системы. Датчики физических величин.

Основные типы датчиков и исполнительных органов, датчики температуры, давления, перемещения, вибрации. Типовые сигналы датчиков и исполнительных органов, стандартизация сигналов, примеры реальных изделий фирм, схемы подключения датчиков и исполнительных органов. Помехи в линиях и способы борьбы с ними, кондиционеры сигналов, усилители, преобразователи и т.д.;

3) измерительно-управляющая аппаратура автоматизированных систем.

Основные функциональные элементы автоматизированных систем (аналоги-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи), специальные и универсальные автоматизированные системы, основные принципы стандартизации, обзор стандартов. Типы измерительно-управляющей аппаратуры, приборы, карты, магистрально-модульные системы, программируемые логические контроллеры, приборный интерфейс IEEE-488 (КОП), системы на основе VME/VXI, PXI/Comp PCI, SCXI;

4) программное обеспечение автоматизированных систем.

Состав программного обеспечения автоматизированных систем. Операционные системы реального времени. Общие языки программирования, специальные языки программирования. Инструментальная программная среда LabVIEW, принципы программирования.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

К преподаванию наряду со специалистами МЭИ (ТУ) и ЗАО ЦАТИ привлекаются представители ведущих отечественных и зарубежных фирм-производителей информационно-измерительных систем и специалисты метрологической службы Госстандарта РФ. Программа обучения рассчитана на студентов, аспирантов, преподавателей и сотрудников высших учебных заведений; научно-технических специалистов промышленности, НИИ, КБ; специалистов, желающих повысить квалификацию в области информационных технологий.

Продолжительность занятий — 74 часа (лекции — 34 часа, практические занятия — 40 часов). Численность учебной группы — 10—12 человек. Обычно слушатели проходят двухнедельный курс обучения с отрывом от производства.

Слушатели, успешно прошедшие обучение, получают удостоверение государственного образца о повышении квалификации.

На базе ЦНИИСТ проходит обучение студентов и сотрудников МЭИ, переподготовка специалистов из отраслей, в том числе таких предприятий, как ОАО «НПО Энергомаш», НИИХИММАШ, ОАО

«Протон-Пермские моторы», ЦАГИ, ГНПО «Алтайр», НИТИ им. А.П.Александрова, ОАО «НПО «Сатурн», Ростехнадзор и другие.

Научная деятельность специалистов ЦНИИСТ заключается в создании тиражируемых образцов систем автоматизации учебного и научного эксперимента, например создание в рамках Инновационной образовательной программы Единой территориально-распределенной системы АСНИ МЭИ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в настоящее время ЦНИИСТ располагает разнообразными учебно-научными экспериментальными стендами, оснащен новейшими программно-аппаратными средствами и учебно-методическими материалами для проведения научной работы и обучения специалистов в области VXI-технологий и в этом качестве пока не имеет аналогов в России. По мнению авторов, ЦНИИСТ может выполнять функции головного учебно-научного центра по продвижению новых информационно-измерительных технологий в системе Минобразования РФ и рассматриваться как пилотный образец для создания подобных центров на базе региональных университетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Учебный** центр ЦНИИСТ: повышение квалификации специалистов в области новых информационно-измерительных технологий. Индустрии образования: Сборник статей. Вып. 2 / Т.Е. Краснощекова, Я.И. Листратов, В.Г. Свиридов, Е.В. Свиридов. — М.: МГИУ, 2002. — С. 65—67.

2. **ЦНИИСТ**: обучение и повышение квалификации в области новых информационно-измерительных технологий / Т.Е. Краснощекова, Я.И. Листратов, В.Г. Свиридов, Е.В. Свиридов // Сборник трудов Пятой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». — Санкт-Петербург, Изд-во Политехнического университета, 2008. — С. 526—528.

3. **Основы** построения информационно-измерительных систем: Пособие по системной интеграции / Н.А. Виноградова, В.В. Гайдученко, А.И. Карякин и др.; под ред. В.Г. Свиридова. — М.: Изд-во МЭИ, 2004. — 268 с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА УДАЛЕННОГО ДОСТУПА В РЕАЛИЗАЦИИ СТЕНДОВ PИLAB

АННОТАЦИЯ

В 1998 г. был разработан отраслевой стандарт ОСТ 9.2—98, содержащий необходимые положения для создания современных полностью автоматизированных лабораторных комплексов, используемых при подготовке специалистов в технических областях знания и доступных для управления и использования по компьютерным сетям. В докладе рассмотрены результаты применения указанного стандарта при создании лабораторных комплексов Pилab.

ВВЕДЕНИЕ

Изменение модели социально-экономического развития, произошедшее 20 лет назад, не могло не затронуть высшую техническую школу. Существенно сократились государственные ассигнования на развитие лабораторной базы большинства учебных заведений общего, среднего специального и высшего образования. В этих условиях достаточно остро встал вопрос о путях дальнейшего развития учебных установок, необходимых для поддержания лабораторного практикума на современном уровне. При этом капитальные затраты на закупку комплектующих, оборудование помещений, выплаты обслуживающему персоналу, затраты на ремонт и пр. должны были быть сокращены. Развитие информационно-коммуникационных и компьютерных технологий, в частности появление в России сети Интернет, позволило выявить несколько направлений, следуя которым можно было решить такую сложную задачу. Одно из предложений заключалось в отказе от физического эксперимента и переход исключительно на виртуальные компьютерные модели отдельных устройств и целых систем. Это направление получило заслуженную поддержку и активно развивается в настоящее время. Вместе с тем учебные модели, как правило, строятся при наличии ограничений и допущений, которые в той или иной степени искажают или идеализируют реальную картину процессов, протекающих в физическом аналоге.

Богатый опыт в области автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), систем автоматизированного проектирования (САПР) и проведения экспериментов, накопленный к началу 90-х годов на кафедре ЭКАО (в то время ЭЭЛА) МЭИ (ТУ), позволил выдвинуть идею о создании уникальных полностью автоматизированных лабораторных комплексов, коллективный доступ к которым осуществляется через компьютерную сеть (в том числе и Интернет). Такие комплексы можно было бы создавать в единичных экземплярах, при этом обеспечивая массовое обслуживание пользователей (учащихся), в том числе и при дистанционном обучении. Таким образом, к 1995 г. из двух ранее

существовавших на кафедре научных групп (АСНИ и САПР) сформировалась команда единомышленников, направивших свои усилия на создание уникальных автоматизированных лабораторных комплексов в области электротехники, доступ к которым может быть осуществлен по компьютерным сетям.

Этот проект получил впоследствии название «Политехническая Интернет-лаборатория», базирующаяся на принципах автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа (АЛПУД).

1. СТАНОВЛЕНИЕ PИLAB

Политехническая Интернет-лаборатория МЭИ, как и аналогичные лаборатории ведущих технических университетов мира, имеют сравнительно недолгую историю:

- первая официальная демонстрация АЛПУД была проведена МЭИ на Международной выставке-конференции «Учебная техника – 96» (г. Нижний Новгород, сентябрь 1996 г.). Организаторами выставки в то время доступ к сети Интернет предоставлен не был, поэтому связь с лабораторным оборудованием (автоматизированным электроприводом), находившемся в МЭИ, организовывалась самостоятельно с использованием телефонного модема;
- в 1997 г. Министерство образования России опубликовало концепцию АЛПУД, которая была подготовлена ведущими сотрудниками МЭИ (Ю.В. Арбузовым, В.Н. Леншиным, С.И. Масловым, В.Г. Свиридовым) и содержала описание актуальности проблемы, предпосылок и основных принципов создания и применения АЛПУД (<http://www.pilab.ru>);
- на основе этой концепции в 1998 г. был введен отраслевой стандарт ОСТ 9.2—98, который содержит основные требования к дидактическим, методическим, метрологическим, программным и аппаратным средствам АЛПУД (<http://www.pilab.ru>).
- в том же 1998 г. была опубликована концепция распределенной учебной лаборатории (РУЛ) – <http://www.pilab.ru>.

2. БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ АЛПУД

Концепция автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа была разработана около 15 лет назад. В основе этой концепции лежат принципы:

- **единства и комплексности** объектов изучения, в соответствии с которым нужно стре-

миться к тому, чтобы процесс изучения был единым во времени и пространстве и комплексным по содержанию;

- **коллективного доступа** удаленных пользователей к единичным комплектам лабораторного оборудования, что обеспечивается оснащением этого оборудования программно-техническими средствами сетевого обмена данными, в результате чего каждый объект изучения становится автономным и доступным в компьютерной сети;
- **интеллектуализации объектов и средств изучения**, заключающейся во введении вычислительных устройств непосредственно в состав объектов исследования, что обеспечивает гибкость конфигурирования и управления этими объектами в процессе их изучения;
- **децентрализации и иерархического распределения** вычислительных ресурсов, состоящих в предпочтительном использовании множества распределенных, но связанных между собой вычислительных средств вместо единого вычислительного устройства, что позволяет значительно увеличить производительность лабораторного оборудования;
- **блочного-модульного построения** программных и технических подсистем, основывающегося на формировании единого лабораторного комплекса в виде развиваемого множества функционально завершенных блоков и модулей, что открывает возможности модернизации и гибкой индивидуальной настройки сложной программно-технической системы, каковой является современный автоматизированный лабораторный комплекс;
- **применения открытых стандартов**, подразумевающего преимущественное использование отечественных и международных общедоступных стандартов при выборе конструктивных решений и программных средств.

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ»

Экспериментальные исследования в составе данной лаборатории осуществляются в режиме удаленного доступа многих пользователей к единичному комплекту лабораторного оборудования по компьютерной сети Интернет (или локальной сети Ethernet). Такой режим проведения лабораторных работ осуществляется следующим образом.

На персональном рабочем месте удаленного пользователя загружается клиентское программное обеспечение (ПО), которое, в частности, позволяет:

- выбрать конкретный объект изучения из общего списка;
- настроить параметры объекта изучения в соответствии с требованиями индивидуального задания;
- задать алгоритмы и параметры управления;
- задать алгоритмы и параметры каналов измерения.

Сформированный таким образом программный блок задания передается по сети Интернет на сервер лабораторного стенда, где он проверяется на наличие прав доступа у конкретного пользователя к лабораторному оборудованию и ставится в очередь на исполнение.

При получении разрешения на право доступа программный блок задания передается с сервера лабораторного стенда на микропроцессорный контроллер объектного модуля для исполнения задания.

Выполненное задание с микроконтроллера передается на сервер лабораторного стенда и далее по каналу Интернет конкретному пользователю, на компьютере которого происходит дальнейшая обработка результатов экспериментального исследования.

Авторские права на программно-технические подсистемы Интернет-лаборатории защищены семью свидетельствами.

Типовой набор объектных модулей, каждый из которых содержит высокопроизводительный цифровой сигнальный процессор типа TMS320F243 производства фирмы Texas Instruments, специальный Ethernet-чип для выхода в сеть, а также несколько объектов изучения, образующих раздел или тему учебной дисциплины

Серверное программное обеспечение, предназначенное для определения прав и очередности доступа пользователей, обмена информацией между удаленными пользователями и лабораторным оборудованием.

Объектное программное обеспечение, предназначенное для автоматизированного выполнения средствами микроконтроллера индивидуального задания каждого пользователя (выбор объекта изучения, настройка его параметров, задание тестовых сигналов, многоканальный контроль параметров и т.д.).

Клиентское программно-методическое обеспечение, предназначенное для теоретического изучения объекта, контроля знаний, моделирования заданных режимов работы, экспериментального исследования в режиме удаленного доступа, математической обработки результатов.

Состав представленного лабораторного комплекса.

Модуль «Электрические цепи» — PИL001. Объектами изучения являются разветвленные электрические цепи постоянного и переменного (одно- и трехфазного) тока. Возможно изучение фундаментальных законов электротехники, переходных процессов в RLC-цепях различных конфигураций, явлений резонанса.

Модуль «Диоды и транзисторы» — PИL002. Объектами изучения являются широко используемые полупроводниковые диоды и транзисторы. Для каждого типа полупроводникового прибора изучаются их вольт-амперные характеристики и схемы включения.

Модуль «Выпрямительные устройства» — PИL003. Объектами изучения являются наиболее распространенные схемы выпрямителей: 1-фазная

1-полупериодная, 1-фазная 2-полупериодная со средней точкой, 1-фазная мостовая, 1-фазная 2-полупериодная 2-полярная, 3-фазная со средней точкой, 3-фазная мостовая. Для каждого типа выпрямительного устройства изучаются его выходные показатели (среднее и действующее значение выпрямленного напряжения, коэффициент пульсации, КПД и пр.).

Модуль «Стабилизаторы постоянного напряжения» – PИL004. Объектами изучения являются наиболее распространенные типы стабилизаторов: параметрический, линейный с параллельным и последовательным включением регулирующего элемента, импульсный понижающий, повышающий и полярно-инвертирующий. Для каждого типа стабилизатора изучаются свойства поддержания выходного напряжения при изменении нагрузки и входного напряжения.

Модуль «Операционные усилители» – PИL005. Объектами изучения являются широко используемые электронные схемы на основе операционного усилителя: усилители инвертирующий и не инвертирующий, суммирующий, дифференциальный, логарифмический, интегратор инвертирующий и не инвертирующий, дифференциатор, компаратор, фильтр низкой и высокой частоты, триггер Шмитта, мультивибратор.

Модуль «Микроконтроллеры» – PИL006. Объектом изучения является микроконтроллер Philips 80C552. Обеспечивается изучение структуры микроконтроллера и возможностей его периферийных устройств: порты ввода/вывода – основы функционирования портов, способы индивидуального программирования; блок прерываний – организация и возможности обработки внешних и внутренних прерываний; таймеры/счетчики – принцип действия и режимы работы; ЦАП – возможности микроконтроллера по формированию аналоговых сигналов; АЦП – функциональные возможности встроенного АЦП; блок ШИМ – способы формирования ШИМ-сигналов и возможности использования этих сигналов для управления устройствами.

4. ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

АЛПУД «ЭМ и ЭМС» — это уникальный лабораторный комплекс нового поколения, который доступен удаленным пользователям по сети Интернет без ограничений по времени, удалению и числу пользователей, что создает новое качество — возможность коллективного использования единичного комплекта лабораторного оборудования многими территориально-распределенными пользователями.

С помощью АЛПУД «ЭМ и ЭМС» изучаются фундаментальные и прикладные вопросы электро-механического преобразования энергии (электрической в механическую — электродвигатели и электроприводы и механической в электрическую — электрогенераторы). В качестве объектов изучения выбраны три классические электрические машины:

машина постоянного тока, асинхронная электрическая машина, синхронная электрическая машина.

Лабораторный комплекс включает в свой состав следующие аппаратные и программные компоненты:

- 1) Мобильную приборную стойку в стандарте «ЕВРОМЕХАНИКА», предназначенную для компоновки лабораторного оборудования.
- 2) Сервер лабораторного стенда, предназначенный для обеспечения связи удаленных пользователей по сети Интернет с объектами изучения, а также для реализации очереди доступа многих пользователей. Сервер выполнен в стандартном стоечном исполнении (19"х5U).
- 3) Объектный модуль «Электрические машины». Представляет собой три электрические машины, установленные на общем жестком основании, валы которых связаны безлюфтовыми муфтами: асинхронная электрическая машина с короткозамкнутым ротором мощностью 250 Вт (220/380 В, 50 Гц, 1320 об/мин); синхронная электрическая машина с электромагнитным возбуждением мощностью 100 Вт (220 В, 50 Гц, 1500 об/мин); коллекторная электрическая машина с независимым возбуждением мощностью 230 Вт (110 В, 2400 об/мин); датчик частоты вращения оптического типа с возможностью контроля направления вращения — 1000 импульсов/об.; датчик момента тензометрического типа с бесконтактной передачей сигнала, диапазон измерения ± 5 Нм; безлюфтовые муфты предназначены для уменьшения механических напряжений и вибраций в системе вращающихся ЭМ при наличии монтажных перекосов.
- 4) Универсальный преобразователь частоты и напряжения для синхронной электрической машины (УПЧН-4).
- 5) Универсальный преобразователь частоты и напряжения для асинхронной электрической машины (УПЧН-3, Siemens Masterdrives Vector Control Compact Plus).
- 6) Универсальный преобразователь постоянного тока (УППТ-2).
- 7) Многоканальный измеритель энергетических параметров (МИЭП).
- 8) Сервер лабораторного стенда.
- 9) Серверное программное обеспечение предназначено для определения прав пользователей, установления очереди доступа, адресного обмена информацией между удаленными пользователями и лабораторным оборудованием по сети Интернет.
- 10) Объектное программное обеспечение предназначено для автоматизированного выполнения индивидуального задания каждого пользователя (подключение выбранного объекта изучения, настройка его параметров, задание тестовых сигналов, многоканальный контроль параметров и т.д.).
- 11) Клиентское программно-методическое обеспечение предназначено для теоретического изучения объекта, контроля знаний, моделирова-

ния заданных режимов работы, экспериментального исследования в режиме удаленного доступа, математической обработки полученных результатов.

Предлагаемая структура лабораторного практикума содержит три основных раздела по числу изучаемых электрических машин (МПТ, АЭМ, СЭМ). Внутри каждого раздела выполняется практически одинаковый набор из четырех лабораторных работ:

- 1) определение параметров схемы замещения ЭМ, которые являются основополагающими компонентами изучаемой ЭМ и составляют основное наполнение ее математической модели конкретными значениями;
- 2) определение статических характеристик в генераторном режиме;
- 3) определение статических характеристик в двигательном режиме;
- 4) определение динамических характеристик в составе автоматизированного электропривода, которые являются проявлением найденных ранее параметров при различных алгоритмах управления.

5. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ

В настоящее время в рамках концепции Политехнической Интернет-лаборатории ведутся активные работы по следующим направлениям.

- 1) Для проверки идей и принципов управления, а также подтверждения результатов компьютерного моделирования, полученных профессором Г.С. Мыщыком и старшим преподавателем А.В. Берилловым, магистрами осуществляется подготовка экспериментов на лабораторном стенде «ЭМ и ЭМС».
- 2) Вторым направлением является подготовка к эксплуатации нового лабораторного комплекса для изучения и исследования систем электропитания (СЭС) автономных объектов. С этой целью было закуплено и смонтировано необходимое оборудование для создания двух вариантов СЭС: на основе синхронного генератора и на основе солнечной батареи. Первый вариант содержит следующие компоненты: автомобильный генератор с встроенным выпрямителем и регулятором напряжения (выходное напряжение 12 В, выходной ток до 25 А), аккумуляторную батарею емкостью 17 А·ч, приводной двигатель (асинхронную машину), который питается от преобразователя частоты фирмы Siemens и через ременную передачу

обеспечивает вращение вала ротора генератора с установленной (возможно переменной) частотой. Изменяемая электрическая нагрузка формируется с использованием специального блока электронной нагрузки. Второй вариант содержит солнечную батарею, блок ламп, обеспечивающих различные варианты освещения поверхности, аккумулятор, блок переменной электрической нагрузки, а также маломощный шаговый привод, который может поворачивать рамку с закрепленной солнечной батареей для имитации различных условий освещенности (от максимальной до полного отсутствия света). Обе системы смонтированы на одном стенде, но при этом могут быть использованы независимо друг от друга. Основные усилия по данному комплексу направлены на организацию физического эксперимента и проверки допустимых режимов работы оборудования. Следующим этапом является проведение автоматизации лабораторного комплекса, создание программно-методического обеспечения, позволяющего использовать данный комплекс в удаленном режиме через сеть Интернет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование описанных в стандарте подходов и принципах позволяет разрабатывать лабораторное оборудование нового поколения, которое обладает рядом принципиальных достоинств:

- коллективный доступ многих удаленных пользователей к единичному комплекту лабораторного оборудования;
- возможность доступа в любое удобное время (24/7);
- значительное сокращение капитальных и эксплуатационных расходов, а также лабораторных площадей и обслуживающего персонала;
- высокая эффективность за счет использования современных измерительно-вычислительных средств и информационно-коммуникационных технологий.

Благодаря компактности исполнения и относительно недорогой цене в течение ряда лет комплекты и отдельные модули из Интернет-лаборатории «Основы электроники» были успешно введены в эксплуатацию в почти полутора десятках учебных заведений Российской Федерации и СНГ.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ТИРАЖИРУЕМАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

АННОТАЦИЯ

Внедрение новых информационно-измерительных технологий (НИИТ) является мощным фактором повышения эффективности и качества научного эксперимента и учебного лабораторного практикума. С другой стороны, само развитие НИИТ, являясь важнейшим научно-техническим и социальным явлением нашего времени, заслуживает внимательного научного исследования. Цель этого исследования — изучив тенденции и выявив перспективные направления развития НИИТ, построить оптимальные по соотношению цены и потребительских свойств системы автоматизации (СА) эксперимента, испытания, диагностики применительно к потребностям различных отраслей науки и промышленности. Следует подчеркнуть, что оптимизация построения СА, как правило, приводит к существенной экономии затрат на ее создание и эксплуатацию, исчисляемых зачастую миллионами.

ВВЕДЕНИЕ

Научно — производственная фирма ЗАО ЦАТИ (Центр автоматизации теплофизических исследований), образованная как малое инновационное предприятие при МЭИ в 1991 году, имеет 20-летний опыт создания и внедрения СА на базе НИИТ. Разработан функциональный ряд СА, отличающихся техническими возможностями и конструктивным исполнением от достаточно простых, портативных систем до весьма мощных, стационарных на тысячи каналов измерений и управления, которые, на наш взгляд, могут быть рекомендованы к тиражированию.

В данной статье представлена одна из таких разработок ЦАТИ — СА средней мощности и стоимости, которая оказалась эффективной при решении задач автоматизации экспериментальной базы ряда предприятий аэрокосмического и оборонного комплекса, энергетики и транспорта, нефтегазовой отрасли, а также учебных и научных лабораторий вузов.

Однако прежде чем перейти к описанию системы, построенной на базе НИИТ, уточним само понятие «НИИТ». Под «новыми информационно-измерительными технологиями» понимают совокупность аппаратных и программных средств нового поколения, отвечающих ряду научно-технических принципов. Важнейшие из этих принципов: магистрально-модульная архитектура, полное соответствие открытым международным стандартам, полная программная управляемость, «дружественный» пользовательский интерфейс. Впервые эти принципы были применены в середине 1980-х годов при разработке стандарта VXI (см. на русском языке [1]). Поэтому в русскоязычной литературе появилось понятие «VXI-технологии», т.е. НИИТ, отвечающих вышеуказанным принципам. В настоящее время к VXI-технологиям можно отнести

не только собственно стандарт VXI, но и более поздние разработки аппаратных средств — стандарты PXI/SCXI, RIO, CompRIO и др. Что касается средств программной поддержки VXI-технологий, то де-факто на рынке вне конкуренции инструментальная программная среда NI LabVIEW.

Перейдем к рассмотрению разработки ЦАТИ — типовой тиражируемой СА, выполненной на принципах VXI-технологий и получившей название СА-ЭКСП-ТФ (система автоматизации эксперимента в области теплофизики). Конструктивно СА выполнена в приборной стойке и состоит из трех подсистем.

1. ПОДСИСТЕМА I (БАЗОВАЯ)

Представляет собой PXI — крейт размером 19 дюймов, в котором установлены в PXI-исполнении мощный системный компьютер и базовый обязательный набор приборов, практически всегда присутствующих в любой современной СА — цифровой мультиметр, цифровой осциллоскоп, мультиплексоры различного типа, а также адаптеры различных интерфейсов (USB, GPIB, ...) и аппаратура компьютерной сети. Базовая подсистема I может быть универсальной, практически одинаковой у всех СА, поскольку она инвариантна по отношению к классам экспериментальных задач.

2. ПОДСИСТЕМА II (СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ)

Она строится с учетом предметной области и применительно к конкретным экспериментальным задачам, под которые создается данная СА. В частности, САЭКСП-ТФ, предназначенная для автоматизации теплофизического эксперимента, выполнена в виде 19-дюймового PXI/SCXI крейта с набором дополнительных измерительных PXI-модулей и SCXI-модулей, представляющих собой усилители и кондиционеры сигналов различных датчиков физических величин — термопар, термометров сопротивления, датчиков давления различных типов, расходомеров, акселерометров тензорезисторов и др. Кроме того, в состав модулей крейта могут входить генераторы сигналов, реле различных типов для осуществления функций управления процессом эксперимента.

В настоящее время представленная на рынке номенклатуры серийных PXI и SCXI модулей (а также другой совместной аппаратуры, отвечающей признакам VXI-технологий) настолько широка, что САЭКСП-ТФ может быть адаптирована практически под любые задачи экспериментальной теплофизики, не имея ограничений:

- по чувствительности — 1мкВ и менее;
- по разрешающей способности — до 6—7 десятков цифр;

– по диапазону частот исследуемых процессов — 0 Гц — 1 МГц и далее до 10 ГГц;

– по количеству каналов последовательных измерений сигналов;

– по количеству каналов синхронного ввода и измерений.

При этом возможности СА могут быть расширены подключением дополнительных модулей в дополнительных крейтах.

Программное обеспечение эксперимента выполнено в среде LabVIEW с применением технологии «виртуальных приборов». Среда LabVIEW предоставляет пользователю:

– библиотеки программ статистической обработки, анализа и графического представления опытных данных;

– возможности дистанционного проведения эксперимента, в частности технологию автоматизированного лабораторного практикума с удаленным доступом (АЛПУД).

3. ПОДСИСТЕМА III (ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ)

Представляет собой дополнительный компьютер с многоядерным процессором для решения задач численного моделирования исследуемых процессов наряду с проведением физического эксперимента. Например, авторы данной статьи наряду с реальным экспериментальным исследованием физики МГД—турбулентности на ртутном МГД-стенде имеют возможность проводить прямое численное моделирование (DNS) данной задачи на базе 3-мерных уравнений Навье—Стокса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стоимость подобной системы (2—3 млн руб., в зависимости от набора функциональных модулей)

не покажется слишком высокой, если эту стоимость сопоставить с техническими характеристиками и функциональными возможностями системы.

В период 2007—2008 гг. в рамках инновационной образовательной программы на различных кафедрах МЭИ установлены 12 систем, подобных описанной САЭКСП, адаптированных для решения различных экспериментальных задач теплофизики, электрофизики, радиотехники и др. К настоящему моменту времени число систем типа САЭКС, введенных в МЭИ, возросло, поскольку постоянно продолжается их тиражирование.

То обстоятельство, что все эти системы сделаны в рамках единой концепции «VXI-технологий», имеют базовую инвариантную часть, управляются из единой инструментальной среды LabVIEW и подключены к компьютерной сети университета, позволяет их рассматривать не изолированно, а как элементы, принадлежащие «Единой территориально-распределенной системе автоматизации научных исследований технического университета — АСНИ МЭИ» [2].

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, РФФИ и ЗАО «ЦАТИ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Леньшин В.Н.** Информационно-измерительные технологии на базе стандарта VXI // Мир компьютерной автоматизации. 1995. №4. — С. 13—27.

2. **Автоматизированная** система научных исследований технического университета — АСНИ МЭИ / А.И. Карякин, С.И. Ковалев, В.Н. Леньшин и др. — Вестник МЭИ. 2009. №6. — С. 221—228.

3. **Системы** автоматизации тепло-физического эксперимента: учебное пособие для вузов / Н.А. Виноградова, В.В. Гайдученко, А.И. Карякин и др. — М: Изд-во МЭИ, 2007. — 251 с.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ И ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА С УПРУГИМ ЗВЕНОМ

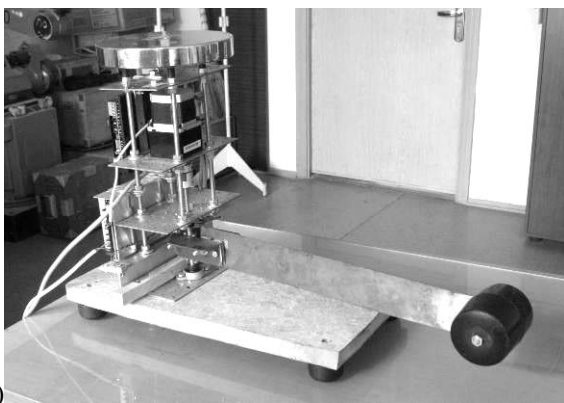
АННОТАЦИЯ

В докладе обсуждаются вопросы разработки учебного лабораторного стенда, методического и программного обеспечения для изучения динамики управляемой электромеханической системы с упругим звеном. Моделируемый робот-манипулятор имеет одну транспортную степень свободы для углового перемещения массивного груза, установленного на свободном конце упругой стрелы манипулятора. Ставится задача перемещения груза на заданный угол с требуемой точностью позиционирования груза. Обсуждается методика управления и состав измерительных средств для решения поставленной задачи.

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая требования государственного образовательного стандарта к подготовке бакалавров и магистров по направлению «Мехатроника и робототехника», поставлена задача разработки нового учебного лабораторного стенда, позволяющего углубить знания по основам механики, теории управления, измерения и оценивания.

В целях подготовки к профессиональной деятельности по созданию новых робототехнических систем, построенных на базе мехатронных модулей (информационно-сенсорных, исполнительных и управляющих), предназначенных для автоматизации сложных технических и технологических процессов и операций, разработана следующая конструкция робота-манипулятора (рис. 1).



3)

Рис. 1. Робот-манипулятор с упругим звеном

Массивная полезная нагрузка закреплена на тонком упругом звене манипулятора, соединенным с выходным валом силового блока электродвигатель-редуктор. Управление электродвигателем осуществляется командами вычислительной системы, обрабатывающей первичные измерительные сигналы датчиков системы — оптикоэлектронной аппаратуры (web-камеры), установленной на подвижном основании робота, датчика угловой скорости, за-

крепленного в схвате манипулятора и датчика угла поворота подвижного основания. Для измерения изгибных колебаний применяются также тензодатчики, закрепленные на упругом звене манипулятора.

Для соединения датчиков первичной измерительной информации и блоков управления с центральной вычислительной системой используются стандартные протоколы обмена. Стенд позволяет проводить изучение упругих свойств электромеханической системы, разрабатывать методы обработки сигналов с чувствительных элементов датчиков инерциальной и внешней информации и строить управление движением для достижения требуемых показателей быстродействия и качества переходных процессов.

1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ

Методика получения дифференциальных уравнений движения упругой системы, основанная на вариационном принципе Гамильтона—Остроградского, представлена в [1, 2]. С использованием метода Бубнова—Галеркина определены собственные частоты и формы колебаний системы. Полученные в [3] дифференциальные уравнения описывают колебания системы с одной транспортной степенью свободы и с бесконечным числом обобщенных координат, определяющих изгибные колебания упругого звена манипулятора. Управление движением основания упругого звена строится в виде разложения по собственным формам колебаний.

Проведен анализ влияния конструктивных параметров системы на частотный спектр колебаний, на устойчивость режимов функционирования и на точностные характеристики системы. Показано, что за счет аналитического представления уравнений движения системы увеличивается точность выполнения целевых задач.

2. РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТА

Построение алгоритмов управления движением робота-манипулятора с упругим звеном по измерительной информации датчиков инерциальной и внешней информации, установленных на элементах конструкции робота, проводится по методам теории автоматического управления с учетом ограничений на управляющие воздействия и на компоненты вектора состояния системы [4—7].

В докладе рассматриваются алгоритмы программного управления движением схвата манипулятора. По заданному программному движению схвата робота-манипулятора рассчитываются мо-

менты времени переключения электродвигателя, позволяющие погасить колебания упругого звена по первой основной моде к моменту завершения перемещения груза. Программное управление записывается в блок управления электродвигателя через USB-интерфейс персонального компьютера. Контроль параметров движения робота-манипулятора осуществляется по сигналам измерительных датчиков [8, 9].

Представлены алгоритмы обработки видеоинформации web-камеры, сигналов тензодатчиков, позволяющие определить колебания груза в схвате робота-манипулятора в процессе управления движением. Разработаны алгоритмы фильтрации первичных измерительных данных, позволяющих оценить компоненты вектора состояния. Разработаны алгоритмы управления в виде обратной связи по оценке вектора состояния системы. Исследована точность системы управления при различных уровнях погрешностей в измерениях и возмущениях на входе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный лабораторный стенд позволяет проводить обучение основам механики, теории автоматического управления и оценивания. Разработанные математические модели управляемого движения робота-манипулятора с упругим звеном, методы первичной и комплексной обработки измере-

ний датчиков, алгоритмы управления по оценке состояния позволяют повысить точность позиционирования схвата робота-манипулятора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Черноузько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г.** Манипуляционные роботы: динамика, управление, оптимизация. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. — 368 с.
2. **Вильке В.Г.** Аналитические и качественные методы механики систем с бесконечным числом степеней свободы. — М.: Изд-во МГУ, 1986. 192 с.
3. **Маслов А.Н.** Позиционирование нежесткого звена робота-манипулятора с учетом ограничений на управление // Вестник МЭИ. 2011. №2. — С. 5—9.
4. **Оптимизация** динамики управляемых систем / В.В. Александров, В.Г. Болтянский, С.С. Лемак и др. — М.: Изд-во МГУ, 2000. — 304 с.
5. **Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р.** Математическая теория конструирования систем управления. — М.: Высш. шк., 1989. — 448 с.
6. **Теряев Е.Д., Шамриков Б.М.** Цифровые системы и поэтапное адаптивное управление. — М.: Наука, 1999. — 330 с.
7. **Черноузько Ф.Л., Акуленко Л.Д., Соколов Б.Н.** Управление колебаниями. — М.: Наука, 1980. — 384 с.
8. **Кенио Т.** Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления. — М.: Мир, 1987.
9. **Распопов В.Я.** Микромеханические приборы. — М.: Машиностроение, 2007. — 476 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА АСУ ТП

АННОТАЦИЯ

Приведено описание нового комплекса учебных лабораторий кафедры АСУ ТП НИУ «МЭИ» для подготовки специалистов по автоматизации технологических процессов в энергетике, рассмотрены принципы, задачи обучения и требования к методическому обеспечению. Особое внимание уделено вопросам интеграции различных программно-технических комплексов в единую лабораторную систему с программной и аппаратной точек зрения.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с основными направлениями развития и миссией НИУ «МЭИ», состоящей в обеспечении качественной непрерывной многоуровневой подготовки высококвалифицированных специалистов для энергетического комплекса и других ведущих отраслей промышленности страны, развитии фундаментальных и прикладных научных исследований и опытно-конструкторских разработок, в создании на их основе университетской инновационной системы, а также активном участии в обеспечении устойчивого высокотехнологического развития энергетики России, в 2006 г. было принято решение создать на основе лаборатории АСУ ТП сетевой комплекс с полевыми УСО и контроллерами в лабораториях АТП, КОНТАР (рис. 1), ТИП с последующей интеграцией с АСУ ТЭЦ МЭИ для изучения принципов построения, технических и программных средств интегрированных распределенных АСУ в энергетике и промышленности.



Рис. 1. Лаборатория технических средств КОНТАР

Цели создания лаборатории:

- максимальное использование производственно-экспериментальной базы сохраняемой части и нового блока ПГУ ТЭЦ МЭИ для подготовки студентов и повышения квалификации специалистов отрасли;

- создание условий для эффективного научного эксперимента с использованием реального оборудования ТЭЦ;
- обеспечение доступа удаленных пользователей к данным (результаты экспериментов, статические и динамические характеристики оборудования, архивы технологических данных).

Новые образовательные и исследовательские технологии:

- дистанционный компьютерный доступ к техническим объектам ТЭЦ МЭИ;
- использование современных методов анализа рабочих режимов автоматизированных технологических комплексов;
- автоматизированный эксперимент в изучении характеристик объектов управления и элементов системы управления оборудованием ТЭЦ МЭИ.

Новое качество учебного процесса:

- дистанционный автоматизированный доступ через сервер пользователей к современным техническим средствам управления и теплотехническим объектам управления ТЭЦ МЭИ;
- переход от фрагментарного к комплексному изучению автоматизированных систем управления;
- существенное расширение круга пользователей;
- освобождение пользователей от рутинных и ручных операций по проведению и обработке результатов экспериментов;
- увеличение бюджета времени для самостоятельной подготовки и осмысления результатов занятий.

1. БАЗОВОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ

В 2007 г. в лабораториях кафедры установлены четыре комплекса: Freelance 800F (ABB, Германия) (рис. 2), Квинт СИ («НИИТеплоприбор» — ООО «КВИНТ система», Россия), SPPA T3000 (Siemens, Германия), TREI (Россия). Каждый комплекс содержит микропроцессорные контроллеры, набор модулей УСО для ввода—вывода информации, рабочие станции, сетевое оборудование, базовое и специальное программное обеспечение. Для компоновки комплектов ПТК используются четыре различных варианта стандартных шкафов со всеми необходимыми элементами (блоки питания, клеммные колодки, средства индикации и др.)

Для изучения комплекса технических средств автоматизации и программного обеспечения ПТК предназначены учебные лаборатории теплотехнических измерений и приборов (ТИП), микропроцес-



Рис. 2. ПТК Freelance 800F (ABB, Германия)

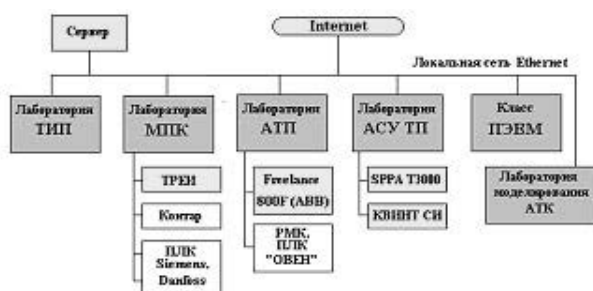


Рис. 3. Комплекс технического и программного обеспечения лаборатории АСУ ТП

сорных контроллеров (МПК), автоматизации технологических процессов (АТП), автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и два класса ПЭВМ. Компьютеры всех учебных лабораторий и классов ПЭВМ объединены локальной сетью Ethernet с выделенным сервером (рис. 3).

Основными решаемыми в лабораториях задачами являются:

- изучение технических средств контроля и автоматизации, микропроцессорных средств, используемых для построения современных АСУ в теплоэнергетике и теплотехнике и основ их наладки и обслуживания;
- освоение современных SCADA/HMI-программ, САПР, технологий программирования и проектирования АСУ для объектов энергетики;
- научные исследования по разработке новых информационных, управляющих, оптимизационных и вспомогательных функций АСУ в теплоэнергетике и теплотехнике, в том числе научная работа по программам магистерской подготовки.

Лабораторный комплекс кафедры АСУ ТП предназначен для проведения:

- лабораторных практикумов по дисциплинам «Системы автоматизации и управления», «Технические средства автоматизации», «Проектирование автоматизированных систем», «Автоматизация технологических процессов и производств»;
- специального курсового и дипломного проектирования;

- учебных научно-исследовательских работ (УИР и УНИР) студентов специальности (профиля);
- исследований по образовательным программам магистров и аспирантов.

Средства ПТК имеют в своем составе компьютерные эмуляторы, которые предоставляют возможность моделирования работы как контроллеров ПТК, так и участков теплоэнергетического оборудования.

Средства ПТК имеют в своем составе все основные типы модулей УСО. Аппаратура лабораторного комплекса имеет источники соответствующих видов сигналов, связанные с модулями УСО контроллеров. Часть входных сигналов поступает от динамических моделей технологических участков. Другая часть источников сигналов реализуется в виде имитаторов сигналов.

В составе лабораторного комплекса представлены основные виды исполнительных устройств систем автоматизации теплоэнергетического оборудования. Для этого предусмотрен отдельный шкаф, в котором установлены исполнительные механизмы типа МЭО в количестве 8 шт. (минимального типа-размера) с пусковыми устройствами. Часть исполнительных устройств представлена в виде имитационных моделей.

В составе ПТК лабораторного комплекса имеются «полевые» контроллеры с удаленными модулями УСО, с помощью которых можно собирать информацию от удаленных датчиков физических процессов (в лабораториях АТП и ТИП) и передавать на центральный процессорный блок ПТК лаборатории АСУ ТП по локальной сети или беспроводной связи.

2. СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Целью создания интегрированной лаборатории АСУ ТП является качественное улучшение уровня подготовки специалистов по автоматизированному управлению объектами энергетики в области проектирования, эксплуатации и обслуживания современных распределенных микропроцессорных многоуровневых автоматизированных систем управления.

Поэтому программно-технические средства лаборатории имеют связь с учебной ТЭЦ МЭИ, позволяющей выполнять исследования в области автоматизированного управления объектами энергетики, тестирование технических средств управления и программного обеспечения на стадии разработки проектов, а также отработки навыков проектирования и реализации обмена данными между ПТК различных производителей.

Для построения интегрированной лаборатории АСУ ТП задействованы современные технологии интеграции разнородных программно-технических средств, в частности технология OPC (OLE for Process Control), а также современные технологии как кабельной, так и беспроводной связи.

Технология OPC предлагает стандарты для обмена технологическими данными, в которые заложены самые широкие возможности. Учитывая большой авторитет вовлеченных в эту деятельность

фирм, включая саму Microsoft, можно ожидать, что технология OPC будет набирать силу, это перспективная технология для использования ее в интеграции разнородных систем.

В настоящее время имеются следующие OPC-стандарты:

- OPC Common Definitions and Interfaces — общие для всех OPC-спецификаций интерфейсы;
- Data Access Custom Interface Standard — спецификация COM-интерфейсов для обмена оперативными данными, программирование на C++;
- Data Access Automation Interface Standard — спецификация COM-интерфейсов для обмена оперативными данными, программирование на языках типа Visual Basic;
- OPC Batch Custom Interface Specification — спецификация COM-интерфейсов конфигурирования оборудования, программирование на C++;
- OPC Batch Automation Interface Specification — спецификация COM-интерфейсов для конфигурирования оборудования, программирование на языках типа Visual Basic;
- OPC Alarms and Events Interface Specification — спецификация COM-интерфейсов для обслуживания событий (event) и нестандартных ситуаций (alarm), программирование на C++;
- Historical Data Access Custom Interface Standard — спецификация COM-интерфейсов для работы с хранилищами данными, программирование на C++;
- OPC Security Custom Interface — спецификация COM-интерфейсов для обработки прав доступа к данным, программирование на C++.

Полезность применения OPC с точки зрения интеграции достаточно прозрачна и вытекает из самой сути OPC. Это стандарт на интерфейс обмена данными с оборудованием. Если заменяется какой-нибудь компонент, то нет нужды корректировать другое программное обеспечение, так как даже при замене драйвера поверх него работает OPC. А также, если есть необходимость добавления в систему новых программ, то нет необходимости предусматривать в них драйверы устройств, кроме OPC-клиента.

Идея удаленного управления технологическим объектом в режиме реального времени (distance real-time control) ориентирована на использование мобильных устройств для двунаправленного взаимодействия с технологическим объектом посредством беспроводной связи. Процесс «общения» мобильного устройства и объекта направлен на упрощение доступа к необходимым данным, а также воздействия на необходимые параметры из любой точки мира.

В большинстве применений беспроводные сети позволяют достичь следующих преимуществ по сравнению с проводными сетями:

- существенно снизить стоимость установки датчиков;
- исключить необходимость профилактического обслуживания кабелей;

- исключить дорогостоящие места разветвлений кабеля;
- уменьшить количество кабелей;
- уменьшить трудозатраты и время на монтаж и обслуживание системы;
- снизить стоимость системы за счет исключения кабелей;
- снизить требования к обучению персонала монтажной организации;
- ускорить отладку системы и поиск неисправностей;
- обеспечить удобную модернизацию системы.

С точки зрения требований к промышленным сетям беспроводные сети уступают проводным по следующим характеристикам:

- время доставки сообщений: используемый механизм случайного доступа к каналу CSMA/CA не гарантирует доставку в заранее известное время, и эту проблему нельзя решить с помощью коммутаторов, как в проводных сетях;
- помехозащищенность: беспроводные сети подвержены влиянию электромагнитных помех значительно сильнее, чем проводные;
- надежность связи: связь может исчезнуть при несвоевременной смене батарей питания, изменении расположения узлов сети или появлении объектов, которые вызывают затухание, отражение, преломление или рассеяние радиоволн;
- ограниченная дальность связи без использования ретрансляторов (обычно не более 100 м внутри помещений);
- резкое падение пропускной способности сети при увеличении количества одновременно работающих станций и коэффициент использования канала;
- безопасность: возможность утечки информации, незащищенность от искусственно созданных помех, возможность незаметного управления технологическим процессом посторонними лицами.

Уникальным же достоинством беспроводных сетей является отсутствие кабелей, что и определяет выбор областей их применения в системах промышленной автоматизации.

Все, что необходимо на стороне пользователя для обеспечения связи с объектом — это устройство (мобильный телефон, планшетный компьютер, нетбук, ноутбук, компьютер) с возможностью выхода в Интернет (GPRS, 3G, Wi-Fi, Ethernet). Доступ и управление необходимой информацией осуществляются посредством стандартного браузера, а также специально разработанной версии программы для смартфонов и планшетных компьютеров с разными операционными системами, что еще более упрощает необходимое взаимодействие.

Современные технологии автоматизации требуют наличия гибкой инфраструктуры информационной и технологической сети, что достигается посредством применения беспроводных технологий передачи данных, среди которых Wi-Fi, Bluetooth,

Zigbee, WiMAX, GSM, GPS и др. Новейшей из них является Bluetooth 4.0 от Bluetooth SIG.

Идея удаленного контроля технологического объекта в режиме реального времени посредством мобильного устройства подразумевает создание необходимой среды для комфортного использования. Сюда входит:

- создание программной среды, для возможности доступа и управления параметрами объекта;
- создание визуальной части для просмотра и управления необходимыми величинами объекта;
- написание программы с расширенным функционалом для мобильных устройств на соответствующих платформах;
- обеспечение необходимой безопасности данных и ограничение доступа к информации об объекте.

Эта идея сейчас реализуется в интегрированной лаборатории АСУ ТП НИУ «МЭИ». Сам процесс передачи информации беспроводным способом достаточно надежен и удобен для выделенного класса задач, существенно упрощает и удешевляет доступ к необходимым данным, поэтому реализация системы обоснована. Используя данную технологию, возможно создание «экосистемы» между:

- лабораторией, находящейся на кафедре АСУ ТП НИУ «МЭИ», которая будет предоставлять аналоговый сигнал для исследования;
- уникальной ТЭЦ МЭИ, которая будет предоставлять необходимые параметры своего состояния;
- удаленным «оператором», который сможет получать информацию о лаборатории и ТЭЦ.

Для создания этой «экосистемы» необходима беспроводная связь, реализуемая посредством установки беспроводных точек доступа на ТЭЦ МЭИ и в лаборатории. Лаборатория оборудуется программируемым контроллером, который будет отвечать за сбор информации и управление необходимыми величинами. В лаборатории будет реализована двунаправленная связь, а именно: возможность получения данных с контроллера, а также удаленное управление контроллером.

Необходимые параметры с ТЭЦ по беспроводной связи будут передаваться на контроллер в лаборатории, который в свою очередь по запросу будет передавать данные удаленному оператору. Однако с ТЭЦ данные будут передаваться однонаправленно, т.е. без возможности воздействовать на величины.

Удаленный оператор, имея в своем распоряжении интернет-устройство, получит возможность просматривать состояние контролируемых величин

в лаборатории и на ТЭЦ МЭИ, а также наносить управляющее воздействие на устройства, находящиеся в лаборатории. Схема беспроводной «экосистемы» интегрированной лаборатории АСУ ТП представлена на рис. 4.



Рис. 4. Схема беспроводной «экосистемы» интегрированной лаборатории АСУ ТП

На данном этапе развития интегрированной лаборатории АСУ ТП создается приложение для мобильного устройства, реализующего оперативный контроль за параметрами технологического объекта ТЭЦ МЭИ, а техническая реализация системы удаленного контроля в режиме реального времени базируется на технических средствах компании «Феникс» (Германия).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По мере развития информационных технологий и внедрения их в различные сферы человеческой деятельности использование дистанционного мониторинга в режиме реального времени с помощью мобильного устройства и современные технологии интеграции данных от различных технических устройств и систем, среди которых особо следует отметить OPC-взаимодействие, будут все больше облегчать связь с объектом управления, имея большой потенциал для применения в проектах АСУ ТП во многих отраслях производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрушин А.В., Панько М.А. Инновационная образовательная программа МЭИ — новые учебные лаборатории кафедры АСУ ТП //Теплоэнергетика. 2008. № 10. — С. 77—80.

МОДЕЛИРУЮЩЕЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМАХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ

АННОТАЦИЯ

Приведено описание лабораторных практикумов с использованием современных программных средств:

- модуля Simulink — программы из пакета MATLAB, предназначенной для моделирования динамических процессов;
- SCADA-системы TRACE MODE 6 для моделирования алгоритмов управления химико-технологическими процессами;
- среды графического программирования LabVIEW для моделирования процессов химической технологии;
- программного комплекса LabWare LIMS V6 для разработки лабораторных информационных систем.

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная подготовка химиков-технологов направлена на обучение студентов теоретическим основам моделирования, проектирования и управления химико-технологическими процессами и системами. Для лабораторных практикумов, направленных на приобретение студентами практических умений и навыков в указанных областях, широко используется моделирующее программное обеспечение.

На кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии (КИС ХТ) Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева в период с 2007 по 2010 гг. разработаны четыре лабораторных практикума.

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ В SIMULINK

В рамках курса «Системы управления химико-технологическими процессами» подготовлен комплекс лабораторных работ, направленный на проведение имитационного моделирования работы автоматических систем регулирования (АСР) с использованием модуля Simulink – программы из пакета MatLAB.

Лабораторный практикум состоит из трех работ, задачами которых являются:

- 1) изучение характеристик типовых звеньев АСР, получение с помощью Simulink динамических характеристик и построение амплитудно-фазовой характеристики исследуемой АСР;
- 2) моделирование в Simulink и исследование замкнутой одноконтурной АСР по заданному математическому описанию, определение настроек ПИД-регулятора по заданным показателям качества с использованием инструментального пакета NCD-Blockset (Nonlinear Control Design) из библиотеки стандартных блоков Simulink, исследование влияния параметров настроек на качество переходного процесса;

- 3) моделирование в Simulink и исследование многоконтурных (каскадных и комбинированных) АСР, анализ качества работы синтезированных АСР по основным показателям качества их переходных процессов.

2. SCADA-СИСТЕМА TRACE MODE 6 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

В рамках курса «Автоматизированное управление химико-технологическими процессами и системами» для решения задач проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и АСР химико-технологическими процессами (ХТП) подготовлен лабораторный практикум, направленный на изучение состава, структуры и основных функциональных возможностей SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) TRACE MODE 6, моделирование алгоритмов управления ХТП и приобретение навыков разработки проекта АСУ ТП.

Подготовлены учебно-методические рекомендации по выполнению трех лабораторных работ по разработке проекта в среде TRACE MODE.

Целью первой лабораторной работы является изучение основных функций интегрированной среды разработки TRACE MODE 6.

Основные задачи работы: создание структуры проекта, разработка графического интерфейса (мнемосхемы) операторских станций и изучение процедуры автопостроения каналов.

Вторая лабораторная работа посвящена изучению возможностей языка Techno FBD (Function Block Diagram — функциональных блок-диаграмм) и разработке с его использованием управляющих программ (реализации математической модели АСР).

Результатом выполнения двух лабораторных работ является программа для моделирования алгоритмов управления ХТП.

В третьей лабораторной работе студенты с использованием разработанной программы проводят имитационное моделирование работы синтезированной АСР и подбирают оптимальные параметры настройки регуляторов по показателям качества переходных процессов.

3. СРЕДА ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках курса «Компьютерные системы проектирования гибких химических производств» подготовлен лабораторный практикум, направленный на

моделирование типовых ХТП с использованием среды графического программирования LabVIEW фирмы *National Instruments* [1].

Основными достоинствами среды разработки лабораторных виртуальных приборов LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) являются ее простота и эффективность. С помощью графического языка программирования LabVIEW, именуемого *G* (Джей), любую задачу можно программировать на основе графической блок-диаграммы, которая компилирует алгоритм в машинный код.

В качестве объектов моделирования с использованием среды графического программирования LabVIEW в настоящем лабораторном практикуме рассматриваются технологические процессы, протекающие на установках химических, химико-фармацевтических и нефтеперерабатывающих производств.

Лабораторный практикум состоит из трех работ.

В ходе выполнения первой лабораторной работы студенты изучают состав и структуру программного комплекса LabVIEW, его основные функциональные возможности и приобретают навыки работы с его основными элементами.

Вторая работа посвящена изучению процедуры создания программы (виртуальных приборов), предназначенных для моделирования типовых ХТП.

В третьей работе изучаются основные функциональные возможности средств коммуникации среды LabVIEW, т.е. возможность обеспечения удаленного доступа между несколькими разработанными приложениями (виртуальными приборами) по сети Интернет (или локальной вычислительной сети).

4. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС LABWARE LIMS V6 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Одним из направлений работы кафедры КИС ХТ является использование информационных технологий в задачах анализа, контроля и управления качеством химической продукции, в частности разработка лабораторных информационных менеджмент

систем (ЛИМС) (LIMS — Laboratory Information Management System).

Системы этого класса предназначены не только для оперативного предоставления лабораторной информации по качеству продукции, но и для управления самим бизнес-процессом контроля качества, что существенно увеличивает достоверность данных и, как следствие, повышает эффективность производства. Важность надлежащей организации контроля качества продукции обусловлена, помимо всего прочего, наличием государственных и отраслевых нормативов на выпускаемую продукцию [2].

В 2010 г. в рамках курса «Компьютерные системы проектирования гибких химических производств» подготовлен лабораторный практикум «Программный комплекс LabWare LIMS V6 для разработки лабораторных информационных систем», состоящий из трех работ, направленных:

- на изучение основных функциональных возможностей ЛИМС по регистрации образцов, назначению анализов (испытаний), вводу и пересмотру результатов;
- на разработку ЛИМС заданной функциональности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, подготовленные практикумы позволяют освоить и приобрести с учетом компетентностного подхода знания, умения и навыки, необходимые будущим специалистам в области использования информационных технологий для моделирования, проектирования и управления технологическими процессами и системами, а также качеством продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тревис Д. LabVIEW для всех: пер. с англ. Н.А. Клушина; под ред. В.В. Шаркова, В.А. Гурьева. — М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2004. — 537 с.
2. Новожилов В.В., Кубанин Е.Ю. Лабораторная информационная менеджмент-система — средство автоматизации контроля качества. Лабораторные информационные системы LIMS: Сборник статей. — М.: ООО «Маркетинг. Информационные технологии», 2006. — С. 289—301.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены основные цели и задачи создания виртуального лабораторного практикума по электрификации подземных горных работ для студентов направлений 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» и 130400.65 «Горное дело».

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время обострилась проблема безопасной и эффективной эксплуатации сложного технологического оборудования на горнодобывающих предприятиях. Выросли общий травматизм и случаи со смертельным исходом. С одной стороны, это связано со специфическими условиями работы электроустановок горнодобывающих предприятий и особенностями их эксплуатации. С другой стороны, одной из главных причин травматизма является несовершенство системы подготовки и переподготовки работников отрасли. Найти эффективные пути подготовки квалифицированных специалистов, значит заложить основу высокопроизводительной и безопасной работы, которая во многом закладывается в период обучения. Один из них — использование в обучении компьютерных тренажеров и виртуальных лабораторных работ.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

С появлением персонального компьютера (ПК) и началом его практического использования одновременно возникла проблема получения значимого эффекта от компьютеризации процесса обучения.

Одним из факторов, позволяющим обеспечить решение указанной задачи в рамках образовательного процесса, является использование современных компьютерных технологий: виртуальные лабораторные работы, компьютерные тренажеры, компьютерное математическое и имитационное моделирование.

Практически во всех науках построение и использование моделей является мощным орудием познания. Реальные объекты и процессы бывают столь многогранны и сложны, что лучшим способом их изучения часто является построение модели, отображающей лишь какую-то грань реальности и потому многократно более простой, чем эта реальность, и исследование этой модели. Многовековой опыт развития науки доказал на практике плодотворность такого подхода.

2. ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА

В данной работе средствами компьютерного математического и имитационного моделирования

проектируются некоторые типичные задачи, связанные с эксплуатацией электротехнического оборудования систем электроснабжения горнодобывающих предприятий. Данные задачи реализуются в виде виртуальных лабораторных работ (ЛР).

Виртуальные ЛР планируется построить таким образом, что все исходные параметры представляют собой реальные справочные величины. Следовательно, отпадает необходимость предварительного поиска или расчета параметров элементов, поиска по справочникам, что существенно экономит время. Помимо этого пользователь может самостоятельно добавлять необходимые для исследований данные.

Целями данной работы являются:

- разработка основных принципов построения виртуального лабораторного практикума по электрификации подземных горных работ для студентов направлений 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» и 130400.65 «Горное дело» и реализация его путем создания прикладного программного обеспечения;

- разработка учебно-методических материалов (УММ) по разрабатываемым лабораторным работам для студентов всех форм обучения.

Полученные результаты помогут поднять общий уровень и качество образования, а также позиционировать достойное место отечественной высшей школы в образовательном пространстве.

3. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА

В ходе работы были сформулированы цели и задачи деятельности студентов по получению самостоятельных навыков решения задач электрификации горного производства. Приведен к формальному виду порядок расчета электрической нагрузки, подземных кабельных сетей, токов короткого замыкания (КЗ), выбора и проверки защитной и коммутационной аппаратуры в участковых сетях шахт. Изложены методики расчета освещения, определения электрических нагрузок, выбора трансформаторов, проводов и кабелей, расчета токов КЗ, релейной защиты и защитного заземления, определения технико-экономических показателей электрохозяйства горного предприятия.

Целью лабораторного практикума по электрификации подземных горных работ для студентов направлений 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» и 130400.65 «Горное дело» является выработка и закрепление практических навыков в решении задач электрификации шахт и рудников на основе изучения существующих методов расчета.

В рамках реализации виртуального лабораторного практикума по электрификации подземных горных работ разработан программный комплекс, являющийся основой для создания УММ для студентов всех форм обучения [2, 3]. В его состав входит семь ЛР:

- расчет электрического освещения подземных горных выработок;
- расчет электрической нагрузки участка и выбор силового трансформатора передвижной участковой подземной подстанции;
- расчет участковой кабельной сети в нормальном режиме работы электрооборудования;
- расчет участковой кабельной сети в пусковых режимах работы электрооборудования;
- расчет токов КЗ в участковой сети и выбор аппаратуры управления и защиты;
- расчет высоковольтной сети электроснабжения подземных электроустановок;
- расчет основных энергетических показателей шахты (рудника).

Последовательность выполнения ЛР и их содержание соответствуют принятому в практике проектирования порядку расчета подземных участков электрических сетей шахт и рудников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты работы можно сформулировать следующим образом:

- выполнены разработка, проектирование и создание виртуальных ЛР по электрификации подземных горных работ для студентов направлений 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» и 130400.65 «Горное дело»;
- виртуальный лабораторный практикум, оформленный в виде текстов программ, включен в учебное пособие «Электрификация горного производства в задачах и примерах» (авторы: А.В. Пичуев, В.И. Петуров, Н.И. Чеботаев), подготовленное к печати в издательстве «Горная книга», г. Москва;
- проведение лабораторных работ станет более доступным и менее трудоемким;
- достигается повышение безопасности проведения лабораторных работ;
- возможно выполнение ЛР без использования дорогостоящих стендов;
- снижаются затраты на приобретение лабораторного оборудования, его обслуживание и модернизацию;

– на основе данного опыта можно создавать в кратчайшие сроки принципиально новые лабораторные работы и оперативно внедрять их в образовательный процесс;

– повышается роль и значимость самостоятельной работы студентов в процессе обучения, особенно с учетом инновационной парадигмы развития образования;

– лабораторные работы могут представлять интерес для учебных заведений страны, в которых осуществляется подготовка специалистов аналогичного профиля.

Полученные результаты в комплексе с созданием соответствующих УММ позволят разработать программу проведения обучения и контроля знаний по эксплуатации систем электроснабжения горнодобывающих предприятий в нормальном и аварийном режимах.

Таким образом, разработанный виртуальный лабораторный практикум и созданные на его основе учебно-методические материалы будут способствовать обеспечению эффективной и качественной подготовки студентов специальностей электроэнергетического, электротехнического, а также горного профилей. Предполагаемый выход интеллектуальных результатов проекта на рынок образовательных услуг с потенциальной возможностью их коммерциализации позволит позиционировать достойное место отечественной высшей школы в образовательном пространстве России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Непомнящих И.А., Петуров В.И.** Применение математического моделирования для разработки виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Электрификация горных предприятий» // Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых «Ресурсоэффективные технологии для будущих поколений». — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — С. 425—426.
2. **Петуров В.И., Непомнящих И.А.** Разработка виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Электрификация горных предприятий» // Сборник научных трудов «Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений». — Вып 17. — Донецк: «Норд-Пресс», 2011. — С. 155.
3. **Петуров В.И., Непомнящих И.А.** Виртуальный лабораторный практикум по дисциплине «Электрификация горного производства» // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы трансфера современных технологий в экономику Забайкалья и железнодорожный транспорт». — Чита: ЗаБИЖТ, 2011. — С. 74—77.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»

АННОТАЦИЯ

Изложен опыт применения системы поддержки исследований диэлектрических параметров активных диэлектриков и электрофизических параметров полупроводников в лабораторном практикуме по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения». Рассмотрены ее основные функции и принципы совместного использования с автоматизированными средствами измерений, а также возможности и перспективы применения в научных исследованиях и образовательном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС-3) бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» в результате изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» студенты должны в числе прочего знать и уметь применять основные методы и средства измерения физических величин, владеть методами обработки и оценки погрешностей результатов измерений. С учетом того, что на современном этапе развития измерительной техники большинство методов и средств измерений подразумевают автоматизацию измерений, при формировании лабораторных работ и практических занятий по указанной дисциплине необходимо ориентироваться на применение информационных технологий. Это способствует формированию у студентов компетенции, заключающейся в готовности учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3).

В данной работе предложено использование системы поддержки автоматизированных измерений полупроводников и активных диэлектриков в учебном процессе.

1. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И АКТИВНЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Рассматриваемая система предназначена как для научных исследований, так и для образовательного процесса. Ниже рассмотрены ее функции, используемые в образовательных целях:

1) Информационные и обзорные функции. Они осуществляются посредством ряда баз знаний:

- база знаний материалов и их свойств, применяемых в материалах функциональной электроники.

Приводятся функциональные зависимости между диэлектрическими параметрами активных диэлектриков и электрофизическими параметрами полупроводников;

- база знаний моделей взаимосвязи между параметрами материалов. Указанные модели позволяют выявить принципы косвенных измерений, которые могут быть положены в основу методов и средств измерений; получить формулы для расчета параметров (формулы положены в основу косвенных измерений); формализовать методические погрешности измерений.

Модели взаимосвязи между электрофизическими параметрами полупроводников включают в себя дрейфово-диффузионную модель (позволяет определить плотности электронного и дырочного токов); модель рекомбинации Шокли-Холла-Рида (служит для моделирования рекомбинации через глубокие уровни в запрещенной зоне); модель постоянной подвижности (для моделирования постоянной подвижности носителей в зависимости от температуры решетки под действием рассеяния на фонах решетки); модель Канали (используется для моделирования подвижности электронов и дырок в высоких электрических полях при синтезе полупроводниковых приборов на основе кремния); модель насыщения дрейфовой скорости (частный случай модели Канали для кремния); модель движущей силы (позволяет рассчитать составляющую электрического поля, параллельную току носителей).

К моделям взаимосвязи между диэлектрическими параметрами активных диэлектриков относятся следующие:

- электрофизическая модель (учитывает проявление электронной, ионной и спонтанной поляризации посредством включения соответствующих емкостей, сопротивления изоляции и сопротивления, обуславливающего потери энергии при спонтанной поляризации, а также импедансы контактов) [1]; семантическая модель активных диэлектриков в виде ориентированного графа (вершины соответствуют параметрам материала, дуги отображают определяемые посредством них свойства) [2]; модель идентификации фазового состояния сегнетоэлектрика (отображает влияние воздействующих факторов на значение температуры фазового перехода) [3]; динамическая модель активного диэлектрика в аналитическом виде (позволяет формализовать диэлектрические параметры, такие как емкость, относительная диэлектрическая проницаемость в виде функции времени) [4];

- база знаний методов измерений параметров материалов. Применительно к измерению электрофизических параметров полупроводников рассмотрены вольт-фарадные методы. Для сегнетоэлектриков приведены результаты метрологического анализа следующих методов косвенного измерения диэлектрических параметров: модификации метода Сойера—Тауэра (на основе измерения комплексного импеданса; на основе применения преобразований Фурье) [5]; метод измерения параметров материалов с малыми диэлектрическими потерями, основанный на отражении сигнала от коаксиального кабеля [6].

2) Функция принятия решений. Данная функция заключается в автоматизации процессов принятия решений на следующих этапах исследований:

- при планировании измерений системой реализуется методика выбора оптимальной совокупности функциональных зависимостей между параметрами материалов, подлежащих экспериментальному определению;

- на этапе выбора метода и средств измерений задействованы методики их оптимального выбора по технико-экономическим показателям. Методики распространяются на случаи измерений:

а) одной физической величины (решение задачи однокритериальной оптимизации);

б) разнородных физических величин, что фактически заключается в решении задач многокритериальной оптимизации на основе теории нечетких множеств, векторной оптимизации, модифицированного критерия среднего выигрыша, максиминного критерия;

- на этапе обработки результатов эксперимента принимается решение о фазовом состоянии активного диэлектрика. Для этой цели предложена методика принятия решения о сегнетоэлектрической, параэлектрической фазах материала, которая реализуется двумя алгоритмами в зависимости от вклада (может быть незначительным или существенным) механизмов движения доменных стенок и локального переключения доменов. В первом варианте классификация фазового состояния производится по результатам анализа функциональной зависимости относительной диэлектрической проницаемости от температуры, во втором варианте — при существенном вкладе локального переключения доменов принимается во внимание дисперсия, и решение о фазовом состоянии материала принимается на основании анализа зависимости относительной диэлектрической проницаемости от температуры и частоты.

3) Функция обработки экспериментальных данных. Данная функция реализует рутинные операции:

- построение графиков по данным, полученным в результате измерений и моделирования;

- статистическая обработка результатов многократных наблюдений;

- оценивание погрешностей результатов измерений. Функционирует методика расчета погрешно-

стей измерения параметров функциональных зависимостей.

4) Функция оценивания эффективности проведенных исследований. Она необходима при использовании системы поддержки автоматизированных измерений полупроводников и активных диэлектриков в процессе исследований. В образовательных целях данная функция служит для приобретения студентами практических навыков по оцениванию эффективности научно-исследовательских работ (НИР).

2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛОВ

В процессе выполнения лабораторных работ система поддержки автоматизированных измерений параметров материалов оперирует с результатами измерений, поступающими в ЭВМ от автоматизированных средств измерений. В частности, при исследовании активных диэлектриков используется автоматизированный лабораторный стенд, разработанный на кафедре «Нано- и микроэлектроники» Пензенского государственного университета. Стенд представляет собой многоканальную измерительную систему, структура которой приведена на рис. 1. Она состоит из трех измерительных каналов:

1) канал измерения диэлектрических параметров сегнетоэлектрика (емкости, сопротивления и рассчитываемых через них относительной диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, поляризованности и т.д.) включает в себя следующие компоненты: С—Т, К, ВУ, АЦП;

2) канал измерения температуры предназначен для измерения температуры внутри камеры тепла и таким образом, служит для измерения аргумента температурных зависимостей диэлектрических параметров сегнетоэлектриков. В его состав входят: Д, П, К, ВУ, АЦП;

3) канал измерения напряженности электрического поля позволяет измерять аргумент полевых зависимостей диэлектрических параметров материалов и состоит из следующих компонентов: Д, П, К, ВУ, АЦП.

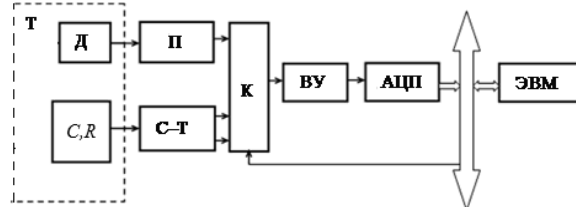


Рис. 1. Структура автоматизированного лабораторного стенда: Т — камера тепла; Д — первичный датчик температуры; С, R — емкость и сопротивление конденсатора с исследуемым сегнетоэлектрическим материалом; П — преобразователь электрического сопротивления в напряжение; С—Т — схема Сойера—Тауэра; К — коммутатор измерительных сигналов; ВУ — выходной усилитель; АЦП — аналого-цифровой преобразователь

3. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы знакомят студентов как с методами измерения электрических величин (электрическое напряжение, емкость, сопротивление), так и неэлектрических величин (на примере измерения температуры). Выполняя их, студенты, получают знания о прямых и косвенных методах измерений, методах оценивания погрешностей косвенных измерений (согласно МИ 2083—90. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей). Работы состоят из экспериментальной и расчетной частей. Эксперименты проводятся на автоматизированных лабораторных стендах, пример структуры стенда для исследования сегнетоэлектриков рассмотрен в разделе 2. Далее проводится обработка экспериментальных данных в зависимости от конкретного задания с использованием программ, входящих в состав системы поддержки исследований:

- рассчитываются результаты косвенных измерений емкости, относительной диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, поляризованности различными методами;
- оцениваются погрешности результатов косвенных измерений с разделением на инструментальную и методическую, субъективная погрешность исключается благодаря автоматизации измерений;
- проводится моделирование функциональных зависимостей между параметрами материалов;
- оцениваются погрешности адекватности моделирования;
- осуществляется сравнение результатов измерений различными методами и результатов моделирования, делаются выводы о наиболее точных методах измерения/моделирования.

Одна из лабораторных работ посвящена решению прямой и обратной метрологических задач, которые соответственно заключаются в оценивании погрешностей измерительных каналов (ИК) при заданных компонентах и в синтезе ИК, обладающих погрешностями, не превышающими заданные значения. Для теоретического расчета предельных погрешностей каждого из измерительных каналов студентами проводится их метрологический анализ [7]. Например, на рис. 2, а приведена функциональная модель канала измерения напряженности электрического поля, а на рис. 2, б — функциональная модель выходного усилителя ВУ.

Функциональная модель реализует функцию преобразования без учета погрешностей компонентов в отличие от метрологической модели, которая учитывает инструментальные погрешности всех компонентов, а также погрешности согласования между ними.

База знаний методов измерений параметров материалов системы поддержки исследований содержит функциональные и метрологические модели [8]. Ее совместное использование с программой оценивания предельных погрешностей позволяет

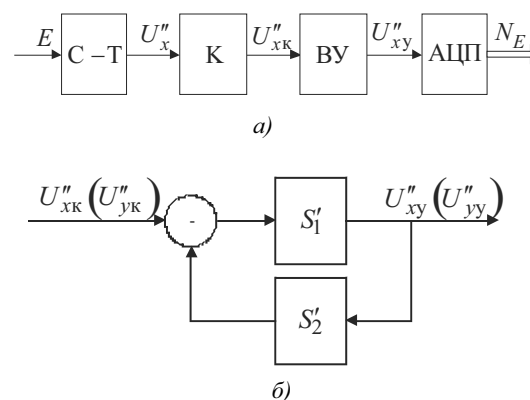


Рис. 2. Функциональные модели канала измерения напряженности электрического поля E (а); выходного усилителя (б): С—Т — схема Сойера—Тауэра; К — коммутатор; ВУ — выходной усилитель; S'_1 , S'_2 — соответственно чувствительности звеньев прямой и обратной связи операционного усилителя

рассчитать погрешности измерения параметров при известных погрешностях компонентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система поддержки исследований материалов предназначена для совместного использования с автоматизированными стендами для измерения параметров материалов и рассчитана на применение в научных исследованиях и в образовательном процессе.

В научных целях рассматриваемая система предназначена для следующего:

- обеспечения информационной поддержки при проведении обзорных исследований по предметным областям;
- обработки информации и принятия решения в процессе исследований;
- анализа результатов деятельности структурных подразделений по исследованию сегнетоэлектриков, а также в целом состояния указанных исследований по отрасли.

Применение системы совместно с автоматизированными средствами измерений позволяет студентам не только проводить измерения и оценивать погрешности результатов, но и обучает способам повышения точности измерений посредством следующих мер: замены менее точного средства измерения на более точное; выполнения многократных наблюдений с последующим усреднением их результатов; автоматизации измерительных процедур; совершенствования методик выполнения измерений; экономического обоснования мер по повышению точности измерений.

Использование системы в лабораторном практикуме по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения» позволяет решить цели и задачи, сформулированные в рабочей программе и отвечающие современным требованиям ФГОС-3.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых, грант № МД-2654.2011.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Печерская Е. А.** Методы и средства исследования активных диэлектриков для nanoиндустрии: системный подход: монография. — Пенза: Инф.-изд. центр Пенз. гос. ун-та, 2008. — 130 с.
2. **Печерская Е.А., Бобошко А.В., Соловьев В.А.** Семантическая модель активного диэлектрика // Деформация и разрушение материалов и наноматериалов: сб. трудов IV Международной конференции (25—28 октября 2011 г.). — Москва. — С. 951 — 953.
3. **Печерская Е. А.** Классификационные модели фазового состояния сегнетоэлектриков // Нано- и микросистемная техника. 2009. № 6. С. 16—19.
4. **Динамическая** модель сегнетоэлектрика / Е.А. Печерская, И.А. Аверин, А.В. Бобошко, В.А. Соловьев // Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: материалы IV Международной научно-практической конференции (22—25 сентября 2011 г.). — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2011. — С. 154—155.
5. **Печерская Е. А.** Метод косвенного измерения комплексного импеданса сегнетоэлектриков // Аналитические и численные методы моделирования естественно-научных и социальных проблем: сб. статей II Междунар. науч.-техн. конф. — Пенза, 2007. — С. 76 — 79.
6. **Печерская Е. А.** Разработка и метрологический анализ метода экспериментального исследования сегнетоэлектриков // Материалы для пассивных радиоэлектронных компонентов: Тр. Междунар. науч.-техн. конф. — Пенза: НИИЭМП, 2007. — С. 128—131.
7. **Печерская Е. А.** Метрологический анализ установки для измерений электрофизических свойств сегнетоэлектрических образцов с линейными размерами микрометрового диапазона // Нано- и микросистемная техника. 2007. № 12 . — С. 43—47.
8. **Печерская Е. А.** Применение методологии функционального и метрологического анализа к качеству исследования материалов микро- и наноэлектроники // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения : сборник статей VI Международной научно-технической конференции (г. Москва, 23—27 октября 2007 г.). — М.: МИРЭА, 2007. — Ч. 2. — С. 94—98.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО КУРСУ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ»

АННОТАЦИЯ

Представлены лабораторные работы по курсу «Компьютерная обработка изображений», в которых используется как программное обеспечение собственной разработки, так и промышленная программа обработки изображений. Приведены методики выполнения лабораторных работ. Сделаны выводы о закрепляемых в ходе их выполнения знаниях и навыках.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в любых областях науки и техники широко применяется цифровая обработка сигналов (ЦОС). Результаты ее применения можно встретить как в обычном цифровом вольтметре, так и в сложнейшем измерительном комплексе.

Широкое распространение цифровых алгоритмов обработки сигналов обусловлено быстрым развитием цифровой техники: ростом производительности микропроцессоров, скорости оперативной памяти и скорости передачи данных. Также важную роль сыграло развитие быстрых алгоритмов обработки сигналов [1].

В ЦОС отдельное место занимает обработка результатов оптических экспериментов – изображений, т.е. двумерных сигналов [2]. Сложность вычислений и математических алгоритмов в этом случае возрастает. В оптическом эксперименте важным фактором, позволившим применять цифровую обработку изображений, стало создание светочувствительных ПЗС и КМОП матриц, которые позволили напрямую получать изображения в цифровом формате.

Таким образом, для современного инженерного образования становится актуальной задача обучения студентов основам техники цифровой обработки изображений. Полученные навыки помогут будущим выпускникам стать более востребованными работодателями и уверенно приступать к решению реальных задач после окончания вуза.

Основным инструментом получения таких навыков, конечно, могут служить только лабораторные работы, на которых каждый конкретный студент получает личный опыт использования тех или иных приемов цифровой обработки изображений. Программное обеспечение, используемое на таких лабораторных работах, определяет успех в освоении практических навыков курса «Компьютерная обработка изображений».

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ПРОГРАММА ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ»

Одной из основных частей цифровой обработки изображений является применение фильтрации к изображениям. Целью такой фильтрации служит

«улучшение» отдельно взятого изображения. Все фильтры делятся на две большие группы – фильтры пространственной и частотной области [3]. Термин пространственная область относится к плоскости изображения как таковой, и данная категория объединяет подходы, основанные на прямом манипулировании пикселями изображения. Методы обработки в частотной области основываются на модификации сигнала, формируемого путем применения к изображению преобразования Фурье.

Термин «улучшение» взято в кавычки из-за его неопределенности. В каждом отдельно взятом случае критерий, стало ли лучше изображение после фильтрации, должен выбираться исходя из главной цели обработки изображения.

Например, для определения координат какого-либо заданного геометрического объекта на изображении с применением машинного зрения критерий один, а для улучшения читаемости рентгеновского снимка пациента для лечащего врача – совсем другой. И зачастую окончательным судьей является человеческий глаз, поэтому на подбор оптимального метода улучшения изображения и его параметров может уйти много времени и для различных окончательных пользователей они будут разными. Таким образом, методы улучшения изображений с помощью фильтрации проблемно ориентированы.

Поэтому особенно важно дать понять студентам, каким образом происходит выбор фильтра для улучшения изображения в каждой конкретной ситуации. Эта задача решается путем освоения ими теоретических основ применения фильтрации в курсе лекций, но особенно полезна демонстрация результатов применения различных фильтров на различных изображениях. Ценность этой демонстрации возрастает, если студент может сам выбирать фильтры и их параметры, таким образом получая опыт их применения и оценки их применимости для поставленной задачи.

Данную задачу призвано решить программное средство «Image Editor 2.0», созданное на кафедре физики им. В.А. Фабриканта (рис. 1).

Оно позволяет проводить фильтрацию различных цифровых изображений как пространственными, так и частотными фильтрами (пороговый фильтр, усиление краев по Лапласу, усиление краев по Собелю, скользящее среднее, просветление, низкочастотная фильтрация, медианная фильтрация, повышение контраста и резкости).

Используемые фильтры имеют настраиваемые параметры, которые дают более глубокое понимание их принципов работы. Имеется возможность

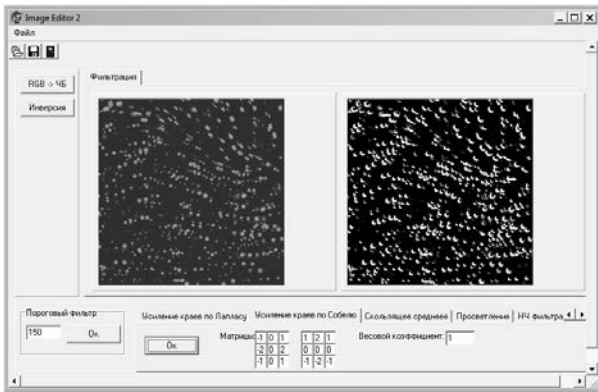


Рис. 1. Внешний вид программного средства «Image Editor 2.0»

использования каскадных фильтров. Отфильтрованные изображения можно сохранить в виде файлов, что позволяет использовать данное программное средство и в практических целях.

Ход лабораторной работы:

- раздача студентам нескольких индивидуальных изображений (реальных изображений, полученных в оптических экспериментах);
- обработка студентами каждого полученного изображения по заданию различными фильтрами при различных параметрах;
- в конце лабораторной работы каждый студент выполняет самостоятельное составление каскадного фильтра (состоящего из нескольких отдельных фильтров) для максимального улучшения исходного изображения для его визуального восприятия.

Таким образом, в ходе лабораторной работы каждый студент получает практические навыки применения различных фильтров, что позволяет закрепить теоретические основы, полученные в курсе лекций. Также происходит освоение приемов составления каскадных фильтров, при котором используется несколько различных фильтров в определенной последовательности для получения заданного результата. Это позволяет студентам самостоятельно применить полученные навыки работы с фильтрами и оценить конечный результат их работы.

Также в курсе проводятся лабораторные работы, основанные на самостоятельной разработке и применении некоторых пространственных и частотных фильтров в математической среде MathCAD. В ходе данной работы студенты самостоятельно составляют программы для фильтрации изображений.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ ТЕНЕВОГО ФОНОВОГО МЕТОДА»

Одним из важных аспектов освоения курса «Компьютерная обработка изображений» заключается в подаче учебного материала без его отрыва от реальных применений рассматриваемых в курсе методов. Эта задача решается рассмотрением современных оптических методов диагностики различных процессов. Одним из таких методов является теневой фоновый метод (ТФМ) [4].

ТФМ — современный быстроразвивающийся оптический метод, основанный на цифровой обработке изображений и направленный на диагностику потоков жидкости и газа, измерения концентрации и температуры прозрачных сред. Основными преимуществами данного метода является простота его применения (из экспериментального оборудования требуется только цифровая видеокамера и фоновый экран).

Применение данного метода заключается в получении изображений фонового экрана (специального рисунка, состоящего из точек, линий или других геометрических фигур). Между видеокамерой и фоновым экраном находится исследуемый объект, который создает искажения в изображении фонового экрана. Дальнейшая цифровая обработка позволяет получить качественную и количественную информацию об исследуемом объекте.

Для обработки изображений используется кросс-корреляционная обработка, заключающаяся в расчете корреляционной функции для малых участков изображений. Нахождение максимума функции позволяет определить направление искажения на каждом участке. Затем восстанавливается полное векторное поле смещений на изображениях. Это позволяет визуализировать различные аэро- и гидродинамические процессы, а также получать количественную информацию о них.

В лабораторной работе используется экспериментальная установка, состоящая из фонового экрана, цифровой видеокамеры и специальной оптической линзы с механизмом ее смещений. Линза в работе является моделью исследуемого объекта, вносящего искажения в изображение фонового экрана. Студенты в ходе лабораторной работы:

- осваивают работу с программным обеспечением промышленной цифровой видеокамеры;
- с помощью нее получают изображения фонового экрана при различных положениях линзы;
- полученные изображения обрабатывают с помощью специально разработанной программы обработки в MathCAD [5].

Программа обработки наглядно показывает все этапы преобразования двух изображений в векторное поле смещений. В отличие от промышленных программ кросс-корреляционной обработки, где показывается только результат, в данной работе студенты наглядно видят каждый шаг построения векторного поля.

В ходе выполнения работы происходит освоение студентами принципов применения современных оптических методов диагностики на примере теневого фонового метода для научных и промышленных задач.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОБРАБОТКА АИЧ ИЗОБРАЖЕНИЙ»

Еще одной важной задачей курса «Компьютерная обработка изображений» является ознакомление студентов с программами обработки изображений, применяющихся в промышленности и научных исследованиях.

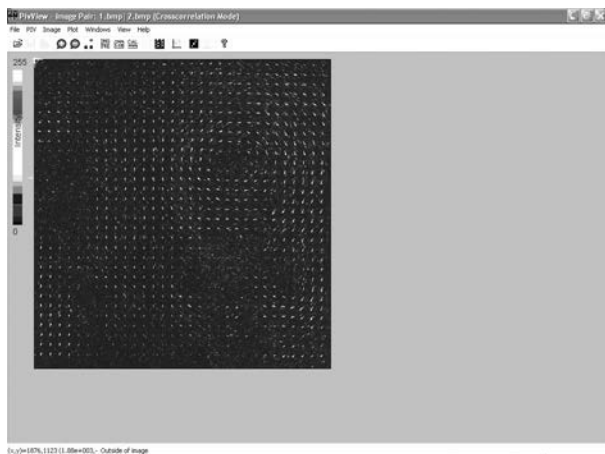


Рис. 2. Внешний вид программного средства «PivView»

Примером такой программы служит программное средство PivView (рис. 2), предназначенное для кросскорреляционной обработки цифровых изображений, полученных в экспериментах с применением метода анемометрии по изображению частиц (PIV) [6].

Данный метод заключается в засеивании специальными микроскопическими частицами некоторого объема исследуемой жидкости или газа. Частицы подсвечиваются лазерным излучением таким образом, что частицы на изображениях с видеокамер получают хорошо различимыми. Получая последовательные во времени изображения, становится возможным отследить движения частиц, и таким образом восстановить потоки жидкости или газа.

Общепринятым методом отслеживания частиц является кросскорреляционная обработка, принцип которой был представлен выше.

Основные возможности программы PivView представлены ниже:

- задание параметров разбиения изображения: параметры решетки, размер области опроса в пикселях, шаг смещения окна, параметр смещения окон опроса относительно друг друга;
- применение дополнительных алгоритмов корреляции: многопроходная и двойная (Харт) корреляции;
- использование нескольких алгоритмов определения корреляционных максимумов с субпиксельной точностью: трехточечное гауссово приближение, квадратичное гауссово приближение, трехточечное параболическое приближение и приближение по центру масс;
- использование некоторых алгоритмов фильтрации ошибочных векторов: максимальное смещение, максимальная разница смещений, общая гистограмма, медианная фильтрация, динамический фильтр, интерполяция, запоминание корреляционных пиков;
- нормировка результатов, для этого вводятся следующие параметры: время между двумя экспозициями, коэффициент амплитуды, пикс/мм, и единицы измерения длины, смещения и скорости;

- вывод окна корреляционной плоскости: суммарное изображение и исходные данные;
- показывает статистическое распределение смещений.

В ходе лабораторной работы студенты:

- получают индивидуальные изображения, полученные в экспериментах с применением метода анемометрии по изображению частиц;
- проводят кросскорреляционную обработку изображений с помощью программы с различными параметрами;
- по результатам обработки делают выводы о выборе оптимальных параметров обработки.

Таким образом, происходит практическое закрепление материала из курса лекций, а также знакомство с еще одним промышленным методом диагностики потоков жидкости и газа и программным обеспечением, используемым для обработки его результатов.

4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРОССКОРРЕЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ IPCT_PROC

Другой задачей стоящей перед курсом «Компьютерная обработка изображений» является ознакомление студентов с новыми, перспективными методами, которые на данный момент только начинают разрабатываться и применяться в промышленности.

Одним из таких методов является метод корреляции фоновых изображений — оптический метод диагностики деформации различных объектов. Данный метод сочетает в себе простоту экспериментальной установки, использование цифровых методов обработки и низкую погрешность. Эти достоинства позволяют использовать его в натуральных экспериментах и проводить диагностику деформации на крупномасштабных поверхностях.

Обработка картин метода корреляции фоновых изображений также проводится с помощью кросскорреляционного метода, однако имеет несколько отличий. Поэтому для данного метода было создано специальное программное средство учебного назначения IPCT_Proc (рис. 3) [7].

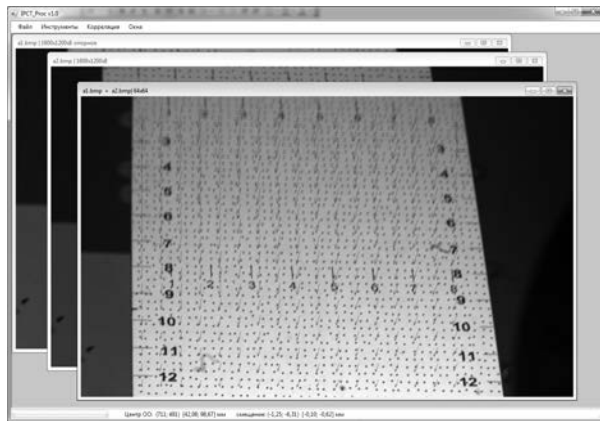


Рис. 3. Внешний вид программного средства «IPCT_Proc»

Данная программа предназначена для кросскорреляционной обработки изображений с использованием алгоритма быстрого Фурье-преобразования. Программа написана на языке C# с использованием библиотеки Framework 3.5.

Программа тестировалась на операционных системах Windows XP и Windows Vista. Для работы программы необходима установленная на компьютер пользователя библиотека Framework 3.5. В процессе работы программа создает временные файлы для хранения открытых изображений.

Программа обладает MDI (multiple document interface) интерфейсом, т.е. каждое новое изображение открывается в новом дочернем окне, а все дочерние окна содержатся внутри главного.

IPТС_Proc позволяет:

- загружать изображения различных форматов (BMP, JPEG, GIF и т.д.) с возможностью загружать несколько изображений за один раз;
- проводить визуальную калибровку на загруженных изображениях, а также графически указывать программе область обработки;
- настраивать параметры обработки и визуального отображения результатов;
- проводить кросскорреляционную обработку пар изображений с графическим выводом полученных результатов;
- сохранять полученные результаты в графическом виде (BMP, JPEG) или в формате XML.

Работа студентов с данным программным средством позволяет получить навыки работы с современным, только развивающимся оптическим методом диагностики деформации, которое основано на современных алгоритмах цифровой обработки изображений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренное программное обеспечение лабораторных занятий для курса «Компьютерная обработка изображений» позволяет в полной мере освоить практические навыки работы с различными методами цифровой обработки изображений, и закрепить теоретические основы, полученные в курсе лекций.

При этом используемые в лабораторном практикуме программы основаны, как на современных широко используемых в промышленности и научных исследованиях, так и на новых быстроразвивающихся оптических методах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Быстрые** алгоритмы в цифровой обработке изображений / под ред. Т.С. Хуанга. — М.: Радио и связь, 1984. — 224 с.
2. **Методы** компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. — 2-е изд., испр. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 784 с.
3. **Гонсалес Р., Вудс Р.** Цифровая обработка изображений. — М.: ТЕХНОСФЕРА, 2005. — 1072 с.
4. **Meier G.E.A.** 2002 Computerized background-oriented schlieren // Experiments in Fluids. Vol. 33. P. 181—187.
5. **Software** for Particle Image Velocimetry (PIV) [Электронный ресурс]. URL: <http://pivtec.com/pivview.html> (дата обращения: 24.11.2011).
6. **Raffel, M.; Willert, C.; Wereley, S.; Kompenhans, J.** (2007). Particle Image Velocimetry: A Practical Guide. Springer-Verlag. ISBN 3-540-72307-2.
7. **Поройков А.Ю.** Обработка картин метода корреляции фоновых изображений // Оптические методы исследования потоков: Труды X Межд. науч.-технич. конференции. — М.: Изд-во МЭИ, 2009. — С. 542—545.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА В ПЕЧИ С ИЗЛУЧАЮЩИМ ФАКЕЛОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

АННОТАЦИЯ

Приведены постановка и результаты эксперимента по оптимизации теплообмена в печи с излучающим факелом с использованием ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП).

Варьируемыми факторами в эксперименте являются коэффициент расхода воздуха α , изменяемый от 0,85 до 1,25, и степень предварительного смещения топлива с окислителем β в диапазоне от 0 до 100 %.

Установленные на печи датчики контрольно-измерительных приборов передают сигналы к системе автоматизации теплофизического эксперимента. По результатам эксперимента система строит математическую модель второго порядка и определяет оптимальные условия проведения процесса, при котором достигается максимальная плотность падающего теплового потока от факела и обмуровки печи к нагреваемому материалу.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности работы теплотехнологических установок связано с рациональной организацией внешнего теплообмена от газового потока и обмуровки к технологическому материалу.

При постоянной теплопроизводительности установки (т.е. при постоянном расходе топлива) и неизменных ее конструктивных параметрах плотность результирующего теплового потока q , Вт/м², определяется, в первую очередь условиями смешения и сжигания топлива, характеризующимися коэффициентом расхода воздуха α и степенью перемешивания β топлива с окислителем.

1. МАТРИЦА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Экспериментальное определение оптимальных условий организации внешнего теплообмена (т.е. достижение максимального значения q) осуществляется с использованием известного и широко распространенного метода – плана второго порядка ОЦКП (ортогонального центрального композиционного плана).

Для двух факторов, определяющих интенсивность внешнего теплообмена (α и β), в соответствии с этим методом необходимо выполнить $N = 2^k + 2 \cdot k + 1 = 2^2 + 2 \cdot 2 + 1 = 9$ опытов (k — число факторов).

Условия проведения этих опытов приведены в матрице планирования эксперимента (табл. 1), в которой первые четыре опыта образуют ядро плана, пятый опыт соответствует условию проведения эксперимента в центральной (нулевой) точке, а опыты с номерами 6—9 — «звездным» точкам.

Таблица 1. Матрица планирования эксперимента

№ опыта	X_0	X_1	X_2	$(X_1^2)^*$	$(X_2^2)^*$	Y
1	+	-	-	0,333	0,333	Y_1
2	+	+	-	0,333	0,333	Y_2
3	+	-	+	0,333	0,333	Y_3
4	+	+	+	0,333	0,333	Y_4
5	+	0	0	-0,667	-0,667	Y_5
6	+	$-\gamma$	0	0,333	-0,667	Y_6
7	+	$+\gamma$	0	0,333	-0,667	Y_7
8	+	0	$-\gamma$	-0,667	0,333	Y_8
9	+	0	$+\gamma$	-0,667	0,333	Y_9

Коэффициент расхода воздуха α в опытах менялся в диапазоне от 0,85 (нижний уровень) до 1,25 (верхний уровень). Кодированные значения для этого фактора X_1 изменялись от -1 до +1. Величина звездного плеча γ для двух факторов равна ± 1 .

Степень смешения топлива с окислителем β изменялась от 0 % (чисто диффузионный режим сжигания топлива) до 100 % (кинетический режим сжигания). Соответственно с этим кодированные значения фактора X_2 изменялись от -1 до +1.

Вектор-столбцы X_1^2 и X_2^2 представляют собой набор преобразованных величин $(X_1^2)^*$ и $(X_2^2)^*$. Преобразование предназначено для ортогонализации матрицы планирования и выполняется следующим образом:

$$(X_1^2)^* = X_1^2 - \frac{\sum X_{1i}^2}{N}; \quad (X_2^2)^* = X_2^2 - \frac{\sum X_{2i}^2}{N}.$$

Здесь N — общее число опытов.

Вектор-столбцы X_0 , $(X_1^2)^*$, $(X_2^2)^*$ используются при обработке результатов эксперимента.

Реализация указанной матрицы планирования позволяет математически описать исследуемую область эксперимента с помощью уравнения регрессии в виде алгебраического полинома второго порядка

$$Y = B_0^* + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{22} X_2^2$$

Здесь Y — параметр оптимизации (интересующая нас величина плотности теплового потока q); B_0^* , B_1 , B_2 , B_{11} , B_{12} , B_{22} — коэффициенты уравнения регрессии, которые определяются после проведения эксперимента по формулам:

$$B_0^* = B_0 - \sum B_{ij} (X_j^2)_{cp},$$

$$\text{где } (X_j^2)_{\text{ср}} = \frac{\sum X_{ji}^2}{N};$$

$$B_0 = \frac{\sum Y_i^2}{N};$$

$$B_j = \frac{\sum X_{ji} \cdot Y_j}{\sum X_{ji}^2};$$

$$B_{ju} = \frac{\sum X_{ji} \cdot X_{ui} \cdot Y_j}{\sum (X_{ji} \cdot X_{ui})^2};$$

$$B_{jj} = \frac{\sum (X_{ji}^2)^* \cdot Y_i}{\sum (X_{ji}^4)^*}.$$

Оптимальные значения факторов α и β , соответствующие максимуму исходной функции q , находятся путем последовательного дифференцирования функции отклика Y по X_1 и X_2 и приравнивания к нулю полученных производных:

$$\frac{dY}{dX_1} = B_1 + B_{12}X_2 + 2B_{11}X_1 = 0;$$

$$\frac{dY}{dX_2} = B_2 + B_{12}X_1 + 2B_{22}X_2 = 0.$$

Решение полученной системы уравнений дает возможность получить координаты оптимального режима сжигания топлива:

$$X_1^{\text{опт}} = \frac{(B_2 B_{12} - 2B_1 B_{22})}{(4B_{11} B_{22} - B_{12}^2)};$$

$$X_2^{\text{опт}} = \frac{(B_1 B_{12} - 2B_2 B_{11})}{(4B_{11} B_{22} - B_{12}^2)}.$$

2. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕЧИ С ИЗЛУЧАЮЩИМ ФАКЕЛОМ

Экспериментальное исследование внешнего теплообмена от продуктов сгорания топлива и обмуровки проводилось на огневом стенде печи с излучающим факелом (рис. 1).

Рабочая камера печи 1 футерована огнеупорным кирпичом. Свод печи 2 футерован огнеупорной массой и имеет возможность вертикального перемещения, что позволяет менять профиль рабочего пространства и объем камеры.

На поду рабочей камеры установлен водоохлаждаемый калориметр 7, состоящий из пяти последовательно соединенных по воде секций. На поверхности калориметра засыпана крошка из огнеупорного материала.

По приращению теплосодержания воды в калориметре можно определить плотность результирующего падающего теплового потока q_i в каждом опыте от газового потока и обмуровки к калориметру, моделирующему в данном случае нагреваемый материал:

$$q_i = \frac{G_b c_b \Delta t_{bi}}{F},$$

где G_b — расход воды через калориметр, кг/с; $c_b = 4,19$ — удельная теплоемкость воды, КДж/(кг·К); $\Delta t_{bi} = t''_{bi} - t'_{bi}$ — приращение температуры воды в калориметре, °С; F — суммарная площадь поверхности калориметра, м².

На передней стене печи установлена газовая горелка 9, с помощью которой можно реализовать различные принципы сжигания топлива.

Газ в горелку подводится по центральному трубопроводу 10, который может перемещаться в осевом направлении и обеспечивать диффузионный принцип сжигания топлива (отсутствует предварительное смешение топлива с окислителем), при котором выходное сечение трубопровода находится на срезе горелки (при этом $\beta = 0$); кинетический принцип сжигания топлива, при котором осуществляется полное предварительное смешение топлива с окислителем (выходное сечение трубопровода подачи газа находится непосредственно на выходе

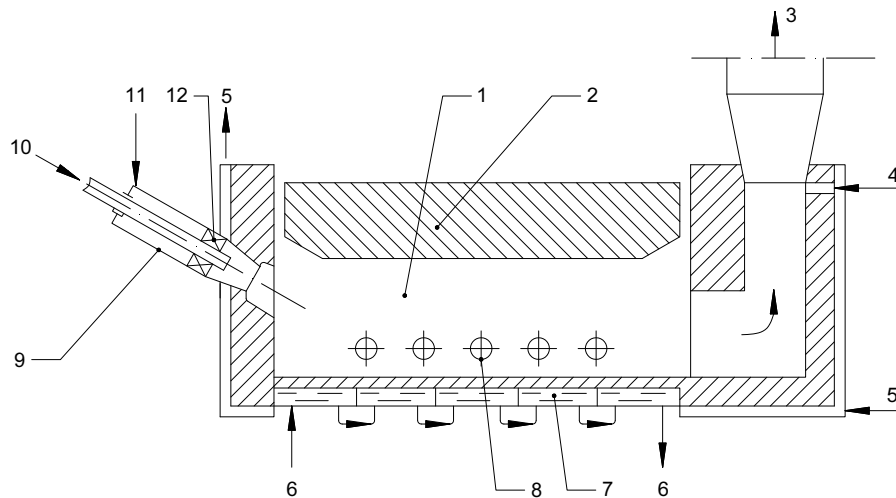


Рис. 1. Схема печи с излучающим факелом: 1 — рабочая камера; 2 — свод печи; 3 — отвод дымовых газов; 4 — подача воздуха на охлаждение дымовых газов; 5 — подвод и отвод воздуха на охлаждение стенок печи; 6 — подвод и отвод воды к калориметру; 7 — водяной калориметр; 8 — гляделки; 9 — горелка; 10 — подвод газа; 11 — подвод воздуха на горение; 12 — завихритель воздуха

воздуха из завихрителя воздуха 12, способствующего интенсивному перемешиванию топлива с воздухом, при этом $\beta = 100\%$). В промежуточных положениях трубопровода подачи газа реализуется диффузионно-кинетический (смешанный принцип) сжигания топлива ($0 < \beta < 100$), при котором в горелке происходит частичное смешение топлива с окислителем.

Для наблюдения за факелом и выполнения специальных измерений на боковой стене печи выполнены гляделки 8.

Из рабочей камеры дымовые газы поступают в вертикальный газоход 3, в котором установлено устройство для регулирования давления (разряжения) в печи. Для охлаждения продуктов сгорания в газоход подается холодный воздух 4.

В целях улучшения условий обслуживания печи стенд заключен в металлическую обшивку, куда подается холодный воздух 5.

3. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (АСНИ)

Огневой стенд оснащен необходимыми датчиками и контрольно-измерительными приборами и подключен к системе АСНИ, полученной кафедрой ЭВТ в рамках инновационной образовательной программы. Система построена на базе аппаратуры РХИ и инструментальной среды LabVIEW.

Измерению подлежат:

- расход, давление и температура газа для отопления печи;
- расход, давление и температура воздуха, используемого для сжигания топлива;
- расход воды и ее температура на входе и на выходе из каждой секции калориметра;
- состав продуктов сгорания топлива на выходе из печи (CO_2 , O_2 , CO , NO , NO_x);
- температура продуктов сгорания по длине рабочей камеры и на выходе из печи;
- давление (разряжение) в печи.

Для измерения расходов газа, воздуха, воды используются датчики типа «Сапфир».

Состав продуктов сгорания определяется с помощью переносного газоанализатора «Vario Plus».

Температуры газа, воздуха, воды измерялись с помощью термопар градуировки ХК, а температура продуктов сгорания – градуировки ПП.

Все указанные датчики подключены к соответствующим модулям (блокам) АСНИ.

Проведена графическая визуализация показаний измерительных приборов на дисплее АСНИ при помощи программного комплекса LabVIEW. Предусмотрена возможность архивации параметров работы проточной печи с излучающим факелом.

Система АСНИ используется при розжиге, выводе на режим проточной печи и задействована при проведении лабораторных работ по курсам «Методы и техника эксперимента», «Математическое и физическое моделирование», «Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки», «Теп-

лотехническая оптимизация высокотемпературных теплотехнологических реакторов», «Технология и техника генерации теплоты в высокотемпературных теплотехнологических установках».

Использование системы АСНИ в процессе проведения лабораторной работы «Оптимизация внешнего теплообмена в печи с излучающим факелом с применением теории планирования эксперимента» позволяет исследовать зависимость плотности результирующего падающего теплового потока в печи от коэффициента расхода воздуха, поступающего на горение топлива и степени предварительного смешения топлива с окислителем.

Для системы АСНИ написана компьютерная программа, позволяющая рассчитывать плотность результирующего теплового потока и коэффициент расхода воздуха в каждом опыте. По результатам эксперимента система строит математическую модель второго порядка, описывающую область эксперимента, определяет оптимальные условия проведения процесса ($\alpha^{\text{опт}}$, $\beta^{\text{опт}}$) и рассчитывает величину максимальной плотности падающего теплового потока. Рассчитываются также отклонения расчетных плотностей падающего теплового потока в каждом опыте от экспериментально определенных. Применение АСНИ в процессе проведения лабораторных работ позволило:

- повысить наглядность измерения параметров работы печи с излучающим факелом;
- повысить точность измерения;
- оптимизировать продолжительность проведения лабораторной работы;
- упростить процесс контроля преподавателем правильности выполнения лабораторной работы студентами.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В табл. 2 в качестве примера приведены результаты одного из экспериментов, полученных на огневом стенде при тепловой мощности печи 60 кВт.

Таблица 2. Результаты эксперимента

№ опыта	α	β , %	q_3 , кВт/м ²	q_T , кВт/м ²	Δ
1	0,95	0	29,09	29,00	0,29
2	1,17	0	28,43	28,42	0,02
3	0,95	100	28,21	27,93	1,00
4	1,17	100	27,41	27,21	0,73
5	1,06	50	29,89	29,32	1,92
6	0,95	50	28,78	29,42	1,27
7	1,17	50	28,29	28,50	0,73
8	1,06	0	29,12	29,21	0,31
9	1,06	100	27,58	28,07	1,75

Здесь q_3 — плотность падающего теплового потока, полученная в эксперименте, кВт/м²; q_T — плотность падающего теплового потока, полученная с помощью математической модели, кВт/м²;

$$\Delta = \frac{|q_3 - q_M|}{q_3} 100 \% \quad \text{— погрешность вычисления}$$

плотности падающего потока по математической модели.

По результатам эксперимента построена математическая модель, описывающая зависимость плотности падающего теплового потока от продуктов сгорания и обмуровки печи к нагреваемому материалу от варьируемых факторов:

$$q = 29,315 - 0,3255\alpha - 0,5712\beta - 0,0357\alpha\beta - 0,4946\alpha^2 - 0,6777\beta^2$$

Значения α и β подставляются в данной формуле не в натуральных, а в кодированных величинах.

Оптимальные условия проведения процесса соответствуют значениям $\alpha_{\text{опт}} = 0,915$ и $\beta_{\text{опт}} = 29,34$ %. При этом достигается максимальная плотность падающего теплового потока от потока газов к обмуровке и калориметру, которая составляет $q = 29,34$ кВт/м².

Сравнение данных эксперимента со значениями, полученными с помощью математической модели, показывают, что максимальная погрешность составляет не более 1,92 %.

5. ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ АСНИ

Высоко оценивая возможности АСНИ, на кафедре ЭВТ предполагается дальнейшее совершенствование системы путем установки на печи автоматиче-

ских регуляторов, поддерживающих необходимое значение коэффициента расхода воздуха при постоянном расходе топлива, автоматическое поддержание заданного разряжения (давления) на выходе из печи, автоматическое регулирование величины β — степени смешения топлива с окислителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Планирование** эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др. — М.: Изд. «Мир», 1977. — 552 с.
2. **Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.** Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Изд. «Наука», 1976. — 279 с.
3. **Промышленная** теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина— 2-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 588 с.: ил. — (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 4).
4. **Эстеркин Р.И., Иссерлин А.С., Певзнер М.И.** Теплотехнические измерения при сжигании газового и жидкого топлива: Справочное руководство. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Изд. «Недра», 1981. — 424 с.
5. **Элементы** математической статистики. Элементарные планы: учебное пособие / под ред. Г.А. Круга. — М.: МЭИ, 1977. — 84 с.
6. **Соколов Б.А.** Исследование работы высокотемпературной теплотехнологической установки. Лабораторные методы: метод. пособие /— М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 27 с.

«ХИМКИНОПТИМА» — ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

Возложение определенных функций на компьютерную программу всегда приводит к ускорению исследовательского процесса. В основе вычислительного аппарата, использующего технологию параллельных вычислений, лежит принципиально новая методика математической идентификации химических реакций, которая позволяет учитывать сложную природу объекта. С помощью «Хим-КинОптима» лица, занимающиеся исследованием химических реакций, но не владеющие математическим аппаратом, смогут моделировать сложные процессы.

ВВЕДЕНИЕ

Результат моделирования всегда существенно зависит от адекватности математической модели изучаемому процессу. Классические подходы к моделированию химических процессов не позволяют определить все кинетические параметры исследуемой при различных температурах реакции, так как учет структурных связей между обратными кинетическими задачами, решаемыми для различных температур, возлагается на исследователя. Применение методики агрегирования обратных задач с использованием технологии параллельных вычислений позволяет строить кинетические модели даже объектов с высокими размерностями векторов входных и выходных параметров.

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Построение кинетических моделей сложных химических реакций предполагает поиск кинетических параметров путем решения задачи минимизации отклонения между расчетными данными и данными натурных экспериментов. При физико-химическом исследовании механизма реакции очень трудно измерить характеристики промежуточных соединений, что может инициировать математическую неоднозначность решения обратных задач, кинетических констант скоростей, энергий активаций и частот столкновения реагирующих молекул. Таким образом, возникает задача идентификации математической модели, которая в общем случае является задачей глобальной оптимизации и подразумевает циклическое решение множества прямых задач — систем обыкновенных нелинейных дифференциальных и алгебраических уравнений — для подбора оптимального набора параметров. В связи с этим актуальным является решение обратных кинетических задач с использованием эффективных численных методов глобальной оптимизации на высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных системах (МВС). Данные натурных и вычислительных экспериментов сведены в единую базу данных «Объекты химической кинетики».

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Прямая кинетическая задача представляет собой систему уравнений химической кинетики — систему обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений (ОНДУ) для изотермической нестационарной модели без изменения объема реакционной смеси в закрытой системе на основе закона действующих масс [1]. Правые части полиномиального типа зависят от параметров — констант скоростей элементарных стадий, входящих в механизм сложной химической реакции.

Обратная задача состоит в определении этих параметров на основе экспериментальных данных о концентрациях участвующих в реакции веществ — переменных исходной системы [2].

$$\varphi(y) = \frac{1}{P} \sum_{k=1}^P \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^H |x_{kil}^p - x_{kil}^o| \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$y = (k_j, k_{-j}),$$

где k_j, k_{-j} — приведенные константы скоростей прямой и обратной элементарной стадии, $1/4$, соответственно ($k_j, k_{-j} > 0$); x_{kil}^p — расчетные значения процентных соотношений концентраций наблюдаемых веществ, получаемые в результате решения прямой кинетической задачи на наборе констант y ; x_{kil}^o — экспериментально полученные значения процентных соотношений концентраций наблюдаемых веществ; H — количество наблюдаемых веществ; n — количество точек эксперимента; P — количество экспериментов.

Поскольку выходные данные модели x_{kil}^p зависят нелинейно от значений констант k_j, k_{-j} , задача (1) является в общем случае задачей многоэкстремальной оптимизации.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СТАДИЙ

Консервативный подход к определению кинетических параметров реакции заключается в определении энергий активаций и частот столкновения реагирующих в элементарных стадиях молекул путем решения нескольких обратных кинетических задач, соответствующих различным температурам, при которых исследуется химическая реакция.

Согласно закону Аррениуса [2] с ростом температуры растут константы скоростей элементарных стадий. Если экспериментальные данные предста-

вить в координатах $\ln k = f(1/T)$, тангенс угла наклона полученной прямой линии окажется равным $-E_a/R$:

$$\ln(k) = \ln(A) - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T}, \quad (2)$$

где k — приведенная константа скорости элементарной стадии, $1/ч$; E_a — энергия активации, Дж/моль, R — универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); A — частота столкновений реагирующих молекул, размерность совпадает с k ; T — температура, К.

Из параметров $a = -E_a/R$ и $b = \ln(A)$ прямой (2) рассчитываются энергии активации E_a и фактор частоты стадии A .

По существующим методикам эта прямая зависимость строится методом наименьших квадратов по имеющимся при различных температурах константам скоростей элементарных стадий, которые находятся путем отдельного решения обратных кинетических задач.

4. ПОСТРОЕНИЕ АГРЕГИРОВАННОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ

Если учет структурных связей осуществлять внутри вычислительной системы путем непосредственного объединения обратных кинетических задач, соответствующих различным температурам, в одну, это влечет за собой увеличение размерности многоэкстремальной задачи в P раз, где P — количество экспериментов при различных температурах. Общая размерность задачи равна PN , где N — суммарное количество констант скоростей элементарных стадий, прямых и обратных, размерность одной обратной кинетической задачи для одной температуры.

Во избежание этого в рамках данной работы глобальный минимум предлагается искать не по константам скоростей, а по параметрам E_a и $\ln(A)$ прямой зависимости. Фактор частоты A для простых молекул имеет величину порядка $10^{13}—10^{15}$, для сложных — значительно меньшую [2]. Эмпирические значения энергии активации E_a для различных реакций лежат в пределах $0—100,15$ ккал/моль, для реакций металлокомплексного катализа, в пределах $2—40$ ккал/моль.

В результате для конкретной реакции независимо от количества температур, при которых проводился натуральный эксперимент, размерность многоэкстремальной задачи будет оставаться постоянной и равной $2N$. Таким образом, семейство отдельных обратных задач (1) преобразуется к одной агрегированной обратной задаче вида решения обратных кинетических задач [4]:

$$\varphi(y) = \frac{1}{P} \sum_{k=1}^P \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^M |x_{kil}^p - x_{kil}^2| \rightarrow \min;$$

$$y = (y_j, y_{j+N}), y_j = E_{a_j};$$

$$y_{j+N} = \ln(A_j), j = \overline{1, N}.$$

5. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ

Применение параллельных вычислений для решения вопросов, связанных с идентификацией химико-технологических объектов, вызвано необходимостью минимизации времени на построение кинетической схемы сложных химических реакций.

На современном этапе большой популярностью решения задач оптимизации пользуется генетический алгоритм. Основу алгоритма составляет заимствованная из биологии идея селекции, т.е. преимущественного размножения наиболее приспособленных особей. В работе предложен параллельный вариант генетического алгоритма, реализующий минимизацию функционала невязки, который включает в себя следующие стадии:

- 1) начальное заполнение (псевдослучайное заполнение, распределение точек между процессами МВС);
- 2) скрещивание/мутация (поиск по образу лучших особей/отклонение с заданной вероятностью, распределение скрещенных точек между процессами МВС);
- 3) селекция (отбрасывание половины точек с наибольшими значениями функционала);
- 4) формирование нового поколения (отклонение на заданный процент оставшейся половины точек, распределение новых точек между процессами МВС);
- 5) проверка осуществляется по значению минимизируемого критерия: сигналом к остановке процедуры является прекращение уменьшения значения функционала невязки.

На каждой заданной итерации реализовано локальное уточнение полученного минимума методом Хука—Дживса.

6. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ

На кластере Башкирского государственного университета проведено тестирование реализованного параллельного генетического алгоритма для определения кинетических параметров реакции карбоалюминирования олефинов в присутствии катализатора $(\text{CrMe}_2)_2\text{ZrCl}_2$ при 15°C [1], исследуемой в Институте нефтехимии и катализа РАН. Для количества $1—28$ процессоров при начальной популяции 400 и популяции скрещивания 28 особей произведено измерение времени выполнения одной итерации алгоритма. Рассчитано получаемое ускорение и эффективность выполнения программы (рис. 1).

Анализ полученных данных показывает, что ускорение и эффективность выполнения программы снижается, когда сравнивается среднее число прямых задач, приходящихся на p и $p+1$ процессор. Таким образом, выявлена возможность настройки параметров алгоритма в зависимости от имеющегося количества процессоров для достижения наилучшего результата.

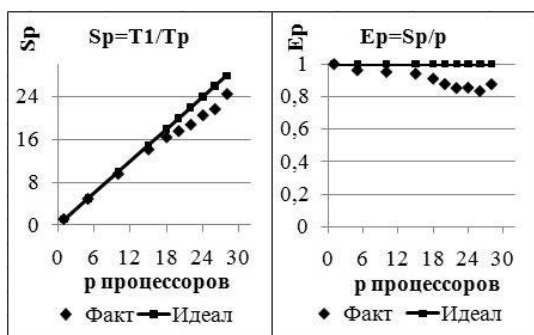


Рис. 1. Анализ эффективности генетического алгоритма

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАКЦИИ

Для оценки эффективности проведения реакции используют такие показатели, как скорость реакции (интенсивность ее протекания), степень превращения (конверсия, прореагировавшая доля исходного вещества), выход продукта и селективность (мера того, насколько полно реакция осуществляется в направлении получения целевого продукта) [1]. Для расчета таких показателей необходимо иметь достаточно точное распределение концентраций и скоростей стадий реакций во времени.

Разработка рациональных принципов управления химическими процессами связана с максимизацией выхода продукта в зависимости от условий проведения реакции и концентраций исходных веществ, что представляет собой задачи оптимизации:

$$\varphi(y) = \Phi(y) = X_{\text{прод}}(y) \rightarrow \max,$$

$$y = (X_{\text{исх}}, t, T),$$

где Φ — выход продукта; T — температура, при которой протекает реакция (К); t — время проведения реакции (ч); $X_{\text{исх}}$ и $X_{\text{прод}}$ — концентрации исходных веществ и продуктов химической реакции (моль/л).

7. БАЗЫ ДАННЫХ «ОБЪЕКТЫ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ»

Проектирование структуры осуществлено согласно теории баз данных и детального исследования процесса разработки кинетических моделей [2].

Структура базы данных поделена на четыре логических блока: сведения о реакциях; данные об участвующих в реакциях веществах; сведения по условиям и результатам проведения химических экспериментов; сведения по условиям и результатам проведения вычислительных экспериментов.

Данные исследуемых реакций включают в себя принадлежность группе (таблица «Группа»), название (таблица «Реакция»), различные предполагаемые схемы реакций (таблицы «Схема реакции», «Стадия реакции», «Схема стадии»), на основе которых происходит формирование стехиометрической матрицы, необходимой для задания системы обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений (1) (рис. 2).

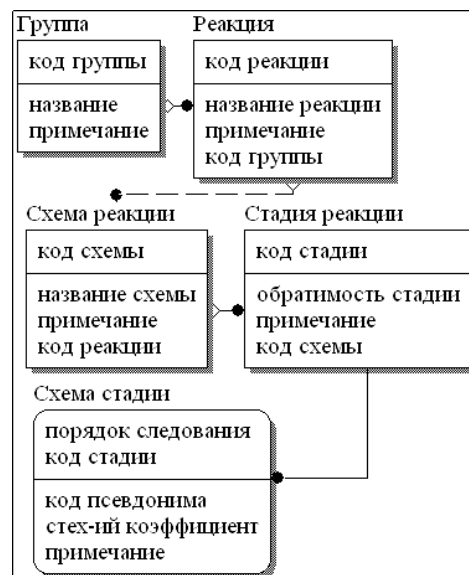


Рис. 2. Логический блок «Сведения о реакции»

На основании схемы стадий и структуры веществ (таблицы «Вещества реакции», «Вещество», «Атомы веществ», «Атом») осуществляется расчет атомарно-молекулярных матриц, которые необходимы для проверки закона сохранения масс (рис. 3).

Условия и результаты проведения химического эксперимента (таблицы «Эксперимент», «Экспериментальные данные») в совокупности с условиями расчета (таблица «Расчет») позволяют определить кинетические параметры реакции (таблицы «Кинетическая константа», «Энергия активации») (рис. 4, 5).

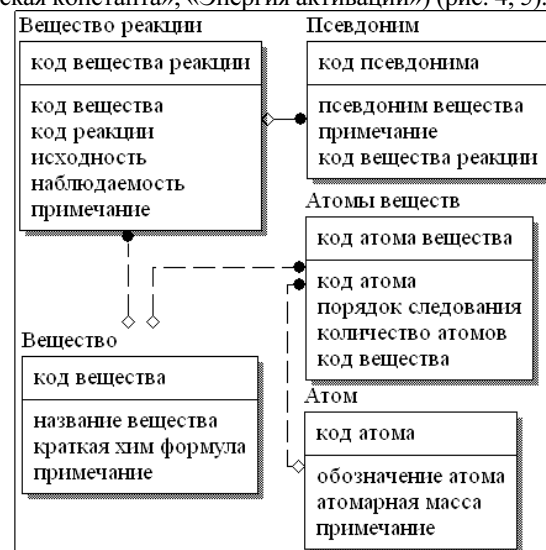


Рис. 3. Логический блок «Данные о веществах реакции»



Рис. 4. Логический блок «Химический эксперимент»

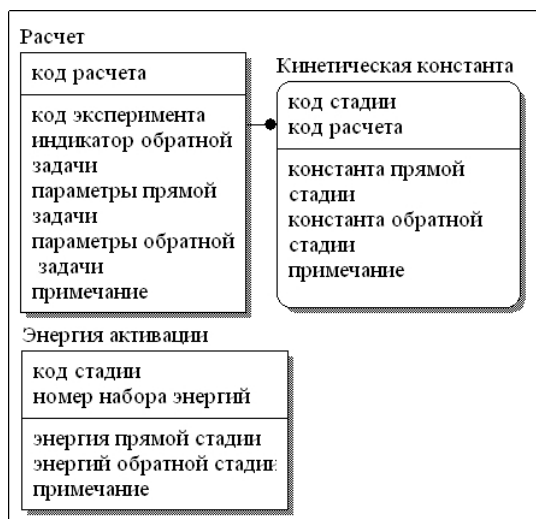


Рис. 5. Логический блок «Вычислительный эксперимент»

База данных «Объекты химической кинетики» определяет хранилище данных со всей необходимой информацией по изучаемым химическим реакциям. Разработанная модель базы данных дает возможность хранить разные схемы и эксперименты исследуемой реакции. Разбиение структуры на четыре логических блока, следование стандартам теории баз данных и опыта создания логических моделей упрощает расширение и изменение базы данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение программного комплекса «ХимКинОптим» позволит существенно снизить материальные и временные затраты лабораторий по исследованию химических реакций за счет эффективного построения кинетических моделей реакций и выявления оптимальных режимов их проведения. При-

менение методики агрегирования обратных задач позволяет строить адекватные математические модели реакций и получать оценки всех необходимых кинетических параметров одновременно. Внедрение и тестирование вышеуказанных методов проводилось для определения кинетических параметров новых реакций карбоалюминирования олефинов [4], исследуемых в Институте нефтехимии и катализа г.Уфы. Новые методы позволили существенно сократить время построения кинетических моделей. Использование базы данных всех исследуемых процессов в сочетании с инструментами визуализации программного комплекса позволяет легко и быстро осуществлять доступ к информации об исследуемых объектах химической кинетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губайдуллин И.М., Рябов В.В., Тихонова М.В. Применение индексного метода глобальной оптимизации при решении обратных задач химической кинетики // Вычислительные методы и программирование. 2011. Т.12. -С. 137—145.
2. Царева З.М., Орлова Е.И. Теоретические основы химической технологии. — К: Вища шк. Головное издательство, 1986. — С. 35.
3. Тихонова М.В., Рябов В.В. Решение агрегированных обратных задач химической кинетики параллельным индексным методом глобальной оптимизации // Труды Международной суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее». — М.: Изд-во МГУ, 2011. — С. 572—579.
4. On study of chemoselectivity of reaction of trialkylalanes with alkenes, catalyzed with Zr π -complexes / L.V. Parfenova, V.Z. Gabdrakhmanov, L.M. Khalilov, U.M. Dzhemilev // J. Organomet. Chem. 2009. V.694. №. 23. P. 3725—3731.

УЧЕБНЫЙ КУРС ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ

АННОТАЦИЯ

Описывается курс «Компьютерное обучение», читаемый в Рижском техническом университете для студентов факультета материаловедения и прикладной химии.

В рамках данного курса студенты получают знания о принципах разработки приложений. Основное внимание уделяется освоению разработки алгоритмов и написанию программ на языке VBA в среде Microsoft Excel. Обучение происходит с использованием примеров реализации часто встречающихся в практике химиков-технологов численных *методов в виде макросов Excel*.

ВВЕДЕНИЕ

Как правило, решение рутинных задач, требующих выполнения большого объема вычислений, возлагается на компьютеры. Хотя и существует множество программ для решения подобных задач, компьютер пока не может конкурировать с человеком при решении творческих проблем. Поэтому необходимость обучать будущих инженеров основам программирования является неоспоримой.

В своей повседневной работе инженеры интенсивно используют программные продукты. Однако работа с «черным ящиком», в который заводят исходные данные и автоматически на выходе получают конечный результат, скрывает в себе опасность, связанную с тем, что если у пользователя нет представления о том, как и каким образом программа выполняет все вычисления, программа может быть использована за пределами ее возможностей.

Целью курса «Компьютерное обучение» является внесение посильного вклада в подготовку таких инженеров-химиков, которые будут способны эффективно использовать компьютеры без слишком серьезных ошибок.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБУЧЕНИЕ»

Курс «Компьютерное обучение» направлен на изучение основ алгоритмизации и программирования. В Рижском техническом университете (РТУ) данный курс читается студентам первого курса факультета материаловедения и прикладной химии. Объем курса составляет 48 академических часов.

В рамках данного курса студенты осваивают приемы разработки алгоритмов и программ, знакомятся с синтаксисом языков программирования высокого уровня на примере языка VBA (Visual Basic for Applications). Программы, написанные в ходе выполнения лабораторных работ, выполняются в среде Microsoft Excel, что облегчает создание дружественного пользовательского интерфейса и позволяет при автоматизации расчетов использовать возможности Excel.

Курс «Компьютерное обучение» включает в себя следующие темы:

- разработка разветвляющихся алгоритмов и программ;
- написание циклических программ;
- использование вложенных циклов;
- работа со строками символов;
- работа с текстовыми файлами;
- использование объектной модели Microsoft Excel;
- создание и использование пользовательских диалоговых окон.

Ко всем упомянутым темам подобраны примеры задач, с которыми в повседневной практике может столкнуться химик-технолог. Подобренные задачи не требуют от студентов глубокого знания численных методов. Часть этих простых технологических задач приводится в качестве примеров во время лекций, некоторые студентам приходится выполнять самостоятельно в ходе лабораторных работ, а некоторые предлагаются как необязательные задачи повышенной сложности для студентов-энтузиастов.

Например, частью лабораторной работы, посвященной разветвляющимся программам и алгоритмам, является разработка макроса, предназначенного для расчета стационарной скорости оседания частиц с помощью критерия Рейнольдса.

Практическое применение циклических программ иллюстрируется с помощью численных методов для расчета определенных интегралов. Оценка значения определенного интеграла необходима при решении многих инженерных задач, например для расчета параметров такого химического технологического процесса, как перенос тепла.

Использование вложенных циклов демонстрируется не только на примере матричных задач и примерах обработки элементов массивов, но и на примерах расчета состава смеси, полученной путем смешивания различных веществ. Задачи, связанные с расчетом состава смеси, как правило, сводятся к расчету произведения вектора и матрицы и встречаются в химии довольно часто. Еще чаще встречаются задачи, обратные данной и требующие от химиков-технологов расчета пропорций исходных веществ для получения смеси заданного состава. Данные задачи сводятся к решению системы линейных уравнений. Разработка макросов на языке VBA для решения систем линейных уравнений предлагается студентам для самостоятельной работы в качестве необязательного задания повышенной сложности.

В качестве одного из примеров разработки программ для работы с символьными строками, используется задача поиска относительной молекулярной

массы вещества. Студентам предлагается написать на языке VBA программу, вводящую химическую формулу вещества (например, H2SO4) и рассчитывающую молекулярную массу. При этом предлагается попробовать реализовать обработку ошибок на случай, если пользователь введет название несуществующего элемента или введет название элемента, используя неправильный регистр букв.

В следующем разделе данной статьи находится пример задания, предлагаемого студентам для самостоятельного решения, а также образец программы на языке VBA, выполняющей требуемые действия.

2. РАЗРАБОТКА МАКРОПРОЦЕДУР НА ЯЗЫКЕ VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS

При освоении темы вложенных циклов в качестве одного из заданий студентам предлагается разработать программу для расчета пропорций оксидов в шихте цемента.

Шихт цемента получают в результате смешивания:

- 1) глинистого мергеля (состав: CaO 12—25 %, MgO 0—2 %, SiO₂ 25—40 %, Al₂O₃ 5—15 %, Fe₂O₃ около 8 %);
- 2) извести (состав: CaO 48—55 %, MgO 4—8 %);
- 3) нефелин (состав: Na₂O+K₂O 19—20 %, Al₂O₃ 29—30 %, SiO₂ 43—44 %).

В составе сырья, как правило, не учитывают летучие вещества.

Студентам предлагается создать Excel таблицу, аналогичную показанной на рис. 1.

Чтобы найти пропорции оксидов в смеси, необходимо вектор, содержащий пропорции сырья умножить на матрицу состава сырья. В результате будет получен вектор 1х6, содержащий пропорции оксидов в смеси.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Матрица состава сырья						
2		CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O
3	Глина	0,2	0,01	0,3	0,1	0,08	0
4	Известь	0,49	0,05	0	0	0	0
5	Нефелин	0	0	0,43	0,29	0	0,19
6							
7		Пропорции сырья					
8		Глина	Известь	Нефелин			
9		0,4	0,5	0,1			
10							
11		Пропорция оксидов в смеси					
12		CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O
13							
14							

Рис. 1. Таблица исходных данных

Макрос, выполняющий умножение указанного вектора на матрицу, и отображающий полученный результат в таблице Excel (в ячейках B13:G13), может выглядеть следующим образом:

```
Public Sub Sostav()
Range("B13:G13") = 0
For j = 2 To 7
For i = 1 To 3
Cells(13, j) = Cells(13, j) +
Cells(9, i + 1)*Cells(i + 2, j)
Next
Next
End Sub
```

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бездумное использование готового программного обеспечения может привести к опасности некорректного использования программ и, как следствие, к получению неправильных результатов. Поэтому обучение основам программирования играет важную роль при подготовке инженеров.

Очень часто простейшие задачи, используемые для обучения начинающих основам программирования, на которых удобно демонстрировать определенные приемы написания алгоритмов и которые предлагают большинство сборников задач по программированию, мало интересуют студентов, обучающихся не по программе компьютерных наук и информационных технологий. Для повышения заинтересованности студентов при обучении основам программирования Рижский технический университет широко использует задачи, с которыми могут столкнуться инженеры определенного профиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрейерс И., Рискстыня И. Инженерные модели химических процессов и численные методы. — Рига.: RTU, 1996 (на латышском).
2. Уокенбах Д. Microsoft Office Excel 2007: профессиональное программирование на VBA. — М.: ООО «Издательский дом Вильямс», 2008.

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ NATIONAL INSTRUMENTS В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ОБЛАСТИ РАДИОТЕХНИКИ

АННОТАЦИЯ

Описывается опыт использования современного измерительного оборудования компании NI и программного пакета LabView при проведении учебных занятий и решения студентами и аспирантами учебных и научно-исследовательских задач.

Рассмотрены примеры использования аппаратных и программных средств для решения ряда радиотехнических задач.

ВВЕДЕНИЕ

Несколько лет на кафедре радиоприемных устройств используется установка радиофизического эксперимента, поставленная в рамках Инновационной программы МЭИ. Основа установки — крейт NI PXI-1050 с измерительными модулями для генерации сигналов и их обработки в диапазоне частот от сверхнизких до 1.3 ГГц с программной поддержкой из пакета LabVIEW. Кроме того, используются многофункциональные аналого-цифровые модули USB-6009 и USB-6008. Эти аппаратные и программные средства позволяют достаточно быстро получить эффективные решения ряда учебных и научно-исследовательских задач, часть из которых рассматривается ниже.

1. ИМИТАТОР ВИБРАЦИИ ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Перед группой специалистов кафедры РПУ под руководством В.А. Федорова стояла задача исследования возможности анализа вибрации высотного здания, находящегося под динамической нагрузкой от ветровых воздействий радиолокационными методами. Составной частью работы было создание лабораторного стенда, позволяющего проводить лабораторные эксперименты и исследования отраженных от вибрирующей поверхности радиосигналов на основе записей реальных вибраций стен здания с датчиков перемещения. Задача решалась в два этапа:

– разработка математической модели вибросигнала и его формирование модулем виброакустического анализа PXI-4461 National Instruments и вибрационной установки;

– экспериментальное исследование сигнала, отраженного от поверхности вибрационной установки с помощью доплеровского радиолокатора «Пульсар».

При разработке математической модели для изучения возможности применения радиолокационного

метода исследований вибрационных характеристик высотных зданий, длинных мостов и энергетических установок необходимо учитывать специфические особенности сигналов, которые должны использоваться в данной модели.

Математическая модель должна позволять генерировать сигналы, схожие с теми, что сейчас можно получить в реально существующих системах мониторинга высотных зданий. При переходе к эксперименту необходимо предусмотреть возможность вывода сгенерированного сигнала на имитирующей вибростенд, а также получение сигнала вибрации с помощью радиолокационного датчика. Сопоставление характеристик вибросигнала, сгенерированного установкой, полученного от радиолокатора, и реального сигнала вибрации здания позволяет оценить адекватность имитационной модели, а также эффективность методов и алгоритмов выделения значимых параметров вибрации радиолокационными методами.

Разработанная математическая модель квазихаотического вибросигнала получена на базе нелинейной теории систем фазовой синхронизации, в которой работа генератора хаотических процессов может быть описана разностным уравнением вида

$$x_{n+1} = x_n + r - \frac{K}{2\pi} F(2\pi f x_n),$$

где r и K — управляющие параметры системы фазовой синхронизации; f — частота задающего генератора; F — функция, определяющая вид нелинейного преобразования. При построении модели рассматривался случай синусоидальных колебаний с частотой f .

Проведенный анализ частотных характеристик, аттракторов и бифуркационных диаграмм позволяет сделать вывод об адекватности разработанной модели и возможности проведения лабораторных экспериментов для оценки параметров вибрации радиолокационными методами.

2. ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКВАЛАЙЗЕРОМ И ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗВУКОВОГО ТРАКТА

В курсе «Усилительные устройства бытового назначения» при проведении одной из лабораторных работ проводится анализ амплитудно-частотной (АЧХ) и фазочастотной характеристик (ФЧХ) выходного тракта звуковоспроизводящей аппаратуры, в состав которого входит 5-полосный регулятор тембра (эквалайзер). Макет эквалайзера выполнен на специализированной микросхеме ТЕА6360, управление которой осуществляется циф-

ровым кодом по последовательной двухпроводной шине I²C, разработанной компанией PHILIPS.

Для проведения измерений АЧХ, ФЧХ и управления эквалайзером в пакете LabVIEW были разработаны две программы. Первая программа использует линейный выход и вход обычной звуковой карты компьютера как программируемые двухканальные ЦАП и АЦП для формирования сигнала воздействия на исследуемое устройство и измерения сигнала реакции. Программный алгоритм обработки сигналов, поступающих с АЦП, позволяет получить в графическом виде форму АЧХ И ФЧХ исследуемого тракта в диапазоне частот от 5 Гц до 22 кГц, а также провести по графикам точечные измерения. Кроме того, предоставляется возможность наблюдать осциллограммы сигналов на входе и выходе исследуемого устройства в реальном времени при шумовом и двухчастотном гармоническом воздействии.

Вторая программа предназначена для управления параметрами фильтров эквалайзера по шине I²C. Управление проводится при помощи изготовленного специализированного контроллера шины на микросхеме PCF8584, подключенного к компьютеру через параллельный LPT порт. Из программы выполняется конфигурирование контроллера и формирование управляющих фильтрами эквалайзера сигналов при помощи привычных движковых регуляторов.

Следует отметить, что созданный драйвер шины I²C позволяет организовать из программы LabVIEW взаимодействие практически с любыми внешними устройствами, поддерживающими эту шину. В частности, в ряде бакалаврских и дипломных работ были разработаны измерительные устройства, использующие интегральные и MEMS датчики неэлектрических величин с цифровым выходом на шину I²C, таких как температура, влажность, ускорение по трем осям, освещенность и др.

3. РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ USB-6009

Компактный многофункциональный модуль USB-6009, подключаемый к компьютеру по шине USB, позволяет при помощи пакета LabVIEW относительно просто разработать измерительные устройства с графической оболочкой управления и отображения. Модуль имеет в своем составе 8-канальный АЦП, 2-канальный ЦАП, 12 цифровых входов—выходов и 32 битный таймер/счетчик.

На основе этого модуля на кафедре дипломниками были разработаны устройства для измерения параметров электролитических конденсаторов (емкости и последовательного сопротивления), а также заряд-разрядных характеристик аккумуляторов и батарей различных электрохимических систем.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОКАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ

Аспирантом П.В. Жильцовым под руководством профессора Е.А. Богатырева в программе LabVIEW разработана имитационная модель прохождения сигналов с различными методами цифровой манипуляции через типовые приемопередающие тракты радиоаппаратуры и канал связи. Для сравнения сигналов между собой были введены различные показатели качества, а сравнение сигналов и поиск оптимального среди них проводилось при помощи модели многокритериального выбора. Через аппаратные средства NI, управляемые из программы LabVIEW, выбранный способ модуляции сигнала может быть получен уже не в виртуальном, а в реальном виде. С этим сигналом могут быть проведены экспериментальные исследования в реальном приемопередающем тракте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные примеры показывают возможность широкого использования аппаратных и программных средств NI при решении как учебных, так и научно-исследовательских радиотехнических задач.

Графическая среда пакета LabVIEW при разработке несложных программ виртуальных приборов достаточно быстро осваивается студентами старших курсов. Несколько труднее осваивается работа из программы с аппаратными средствами. Наибольшую сложность представляет организация программно-аппаратных комплексов из нескольких приборов с синхронизацией процессов формирования сигналов и измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хромов Д.И., Филатов В.А. Прибор для тестирования и измерения емкости аккумуляторных батарей // Тезисы докладов 17 междунар. научно-технической конференции «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика». — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. Т.1. — С. 92—93.
2. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / под ред. В.П. Федосова. — М.: ДМК Пресс, 2007.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

АННОТАЦИЯ

Обсуждаются вопросы использования современных информационных технологий в учебной лаборатории технического университета.

Описаны возможности созданного автором программно-аппаратного комплекса на базе персонального компьютера в учебной лаборатории. Комплекс оформлен в виде универсального рабочего места и рассчитан на выполнение лабораторных и учебно-исследовательских работ по дисциплинам электротехнического, радиоэлектронного и информационно-измерительного профилей.

Комплекс может быть использован как в высших, так и в средних специальных учебных заведениях.

ВВЕДЕНИЕ

В учебных планах технических специальностей университетов всегда присутствуют лабораторные занятия. Конечно, это относится ко всем естественно-научным дисциплинам и к некоторым дисциплинам гуманитарных учебных заведений. В учебной лаборатории студент приобретает так необходимые ему навыки практической работы.

Повсеместное внедрение персональных компьютеров (ПК) ставит перед системой высшего образования общую для всех специальностей задачу. Наши выпускники должны свободно владеть ПК и уметь использовать возможности современных информационных систем. К настоящему моменту эту задачу можно считать решенной, поскольку все сводится теперь только к поиску необходимых финансовых средств на приобретение ПК.

Будущие инженеры, кроме всего прочего, должны иметь навыки работы со специальными программными продуктами и владеть ПК на уровне программирования.

Поскольку в учебном процессе инженерных специальностей большое значение имеет лабораторный практикум, то качество подготовки кадров в значительной мере зависит от оснащения учебных лабораторий современной измерительной аппаратурой. Идеальным решением было бы использование цифровых измерительных комплексов, которые выпускаются различными фирмами и широко используются при производстве аппаратуры устройств и систем различного назначения. Каждый такой прибор, по сути, представляет собой специализированную вычислительную машину, которая может работать и совместно с ПК. Стоимость такого профессионального измерительного комплекса исчисляется десятками тысяч долларов, поэтому в лучшем случае можно рассчитывать на оснащение учебной лаборатории одним единственным экземпляром прибора. Конечно, будущие инженеры должны быть знакомы с современной измерительной техникой. Однако

высокая стоимость побуждает к поиску более доступных с финансовой точки зрения решений.

Альтернатива состоит в использовании в учебной лаборатории некоторого универсального средства обучения. Наиболее простой и экономически необременительный путь, который получил сейчас большее распространение, это использование имитационных математических моделей. Современные графические и вычислительные возможности ПК настолько велики, что без особых проблем можно имитировать в реальном масштабе времени в интерактивном режиме достаточно сложные процессы, которые происходят в реальном объекте. Такой прием особенно оправдан при изучении уникальных объектов, элементов промышленного производства, опасных для жизни, а также при подготовке обслуживающего персонала.

Однако ясно, что достоверное воспроизведение реального объекта средствами численного моделирования невозможно. Поэтому, если упомянутые выше соображения не являются доминирующими, для дисциплин, так или иначе связанных с электричеством или с электрическими измерениями, возможно иное решение проблемы. Оно состоит в использовании аналого-цифрового (АЦП) и цифро-аналогового (ЦАП) преобразователей, которые позволяют объединить реальный объект и ПК в программно-аппаратный комплекс (ПАК).

Числовые данные, полученные АЦП, могут быть использованы любыми математическими и сервисными программами, а численные данные, сформированные программными средствами, ЦАП преобразует в испытательные токи и напряжения, которые необходимы для изучения свойств реального объекта.

Учебно-лабораторный комплекс (УЛК), описание которого представлено ниже, разработан кафедрой основ радиотехники НИУ «МЭИ» и является результатом многолетнего опыта преподавания курсов ОТЦ и РЦС [1].

1. НАЗНАЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА И ЕГО МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ

Комплекс предназначен для изучения дисциплин электротехнического и радиоэлектронного профиля. К ним, прежде всего, следует отнести:

- 1) теорию цепей;
- 2) основы радиотехники;
- 3) радиотехнические цепи и сигналы;
- 4) электротехнику и электронику;
- 5) схемотехнику.

При создании комплекса мы руководствовались общероссийскими учебными программами, что обеспечивает возможность постановки и проведения лабораторных работ традиционного типа (изу-

чение реальных физических объектов, содержащих электрические цепи и находящиеся под воздействием испытательных сигналов).

Однако УЛК предоставляет возможность проведения учебных занятий нового типа, в которых физическое моделирование интегрировано с другими важнейшими сторонами учебного процесса — математическим моделированием, обработкой экспериментальных данных, получением дополнительной информации об объекте исследования, формированием и проверкой теоретических гипотез и т.п.

Комплекс разрабатывался в первую очередь для вузовских учебных лабораторий по курсам «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы». Однако его можно использовать и в соответствующих учебных лабораториях средних профессиональных учебных заведений.

Сама идея использования ПК в качестве измерительного комплекса не нова. Новизна концепции созданной нами лаборатории заключается в том, что мы отказались от создания специализированных лабораторных установок под каждую дисциплину. Реализация этой идеи стала возможной благодаря использованию в качестве источников электрических колебаний и измерителей персонального компьютера совместно с ЦАП и АЦП, коммутационного поля для сборки электрических цепей из стандартных радиокомпонент. Таким образом, комплекс становится универсальным рабочим местом (УРМ), которое рассчитано на выполнение лабораторных и учебно-исследовательских работ по дисциплинам электротехнического, радиоэлектронного и информационно-измерительного профилей (рис. 1). Комплекс принципиально отличается от традиционно используемых лабораторных установок тем, что в нем отсутствует привычный комплект генераторов и измерительных приборов, а их роль выполняет многофункциональная лабораторно-измерительная система («ЛИСа») на базе персонального компьютера. Созданная техническая база открывает широкие возможности для педагогического творчества, так как постановка и модернизация лабораторных работ осуществляется не столько аппаратными, сколько программными средствами [2].

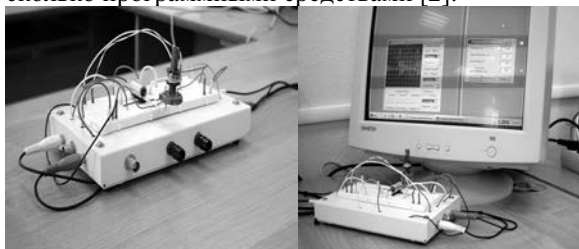


Рис. 1. Один из вариантов УЛК: коммутационное поле (а) и общий вид комплекса (б)

2. СОСТАВ КОМПЛЕКСА

Комплекс состоит из программного интерфейса и аппаратных средств.

Программное обеспечение состоит из двух частей, которые реализуют универсальный источник

колебаний и универсальный измеритель. Обе части объединены единым оконным интерфейсом, и справочной системой.

Универсальный источник колебаний содержит (рис. 2 и 3):

- 1) генератор непрерывного синусоидального колебания;
- 2) генератор амплитудно-модулированного колебания;
- 3) генератор частотно-модулированного колебания;
- 4) генератор колебания с линейной частотной модуляцией;
- 5) генератор прямоугольных видео- и радиоимпульсов;
- 6) генератор треугольных видео- и радиоимпульсов;
- 7) генератор, форма импульса которого задается графически;
- 8) генератор полигармонического колебания в виде суммы 10 гармоник основной частоты;
- 9) генератор колебаний по отсчетам, которые хранятся в файле.

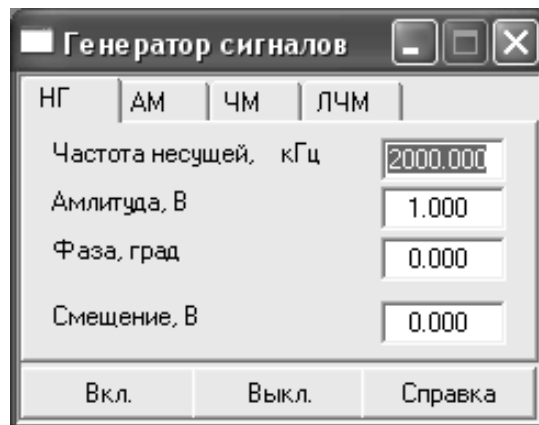


Рис. 2. Генератор синусоидального напряжения

В состав универсального измерителя входят (рис. 4 и 5):

- 1) двухканальный осциллограф;
- 2) мультиметр для измерения среднего, средневыпрямленного, среднеквадратичного и пикового значений напряжения, а также номиналов резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности;
- 3) измеритель отношений комплексных амплитуд гармонических сигналов (фазовый вольтметр);
- 4) анализатор спектра;
- 5) измеритель частотных характеристик;
- 6) измеритель закона распределения случайного сигнала;
- 7) измеритель корреляционных функций сигналов и шумов;
- 8) измеритель спектральной мощности шума.

Результаты всех измерений можно сохранить на диске в виде текстовых файлов, формат которых совместим с пакетами «MathCAD» и «Excel».

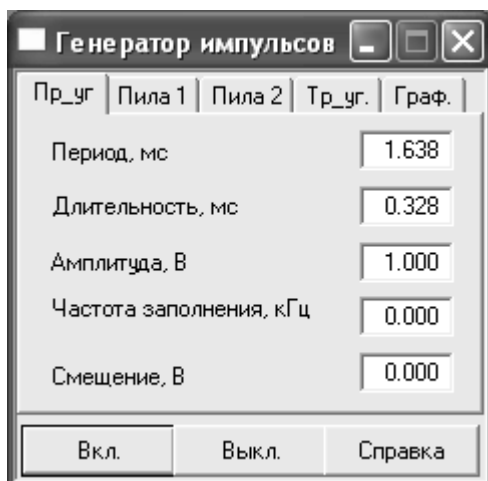


Рис. 3. Генератор импульсного напряжения

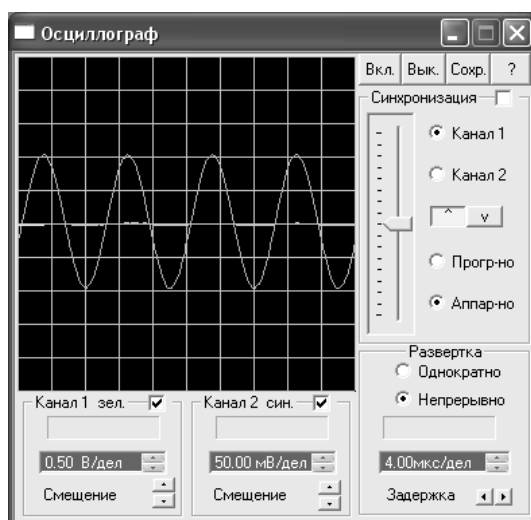


Рис. 4. Двухканальный осциллограф

Связь с внешними аппаратными средствами организована через динамические библиотеки. Это позволяет легко включать в состав комплекса новые устройства. В настоящее время комплекс работает со звуковой платой ПК, аппаратурой фирмы «Velleman» (генератор PCG10 и измеритель PCS500 LPT, а также PCSGU250 USB), фирмы «Hantek» (генератор DDS-3X25 и измеритель DSO-2150 USB), аппаратным генераторно-измерительным комплексом, разработанным кафедрой ОРТ НИУ «МЭИ».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданный нами ПАК прошел всесторонние испытания на кафедре ОРТ НИУ «МЭИ», в том числе и в условиях выполнения лабораторных работ потоками студентов различных курсов по различным дисциплинам.

Его использование позволяет совместить в рамках одного занятия эксперимент, теоретический расчет и численное моделирование. Все это будучи дополненным удобным доступом к информационным базам данных позволяет поставить перед студентом совершенно новую учебную задачу разработки и проверки гипотез, которые объясняют причины различия теоретических положений курса лекций и реальных явлений.

Комплекс может быть использован как в высших, так и в средних специальных учебных заведениях. Кафедра имеет опыт использования комплекса в средней школе для выполнения индивидуальных заданий по физике.

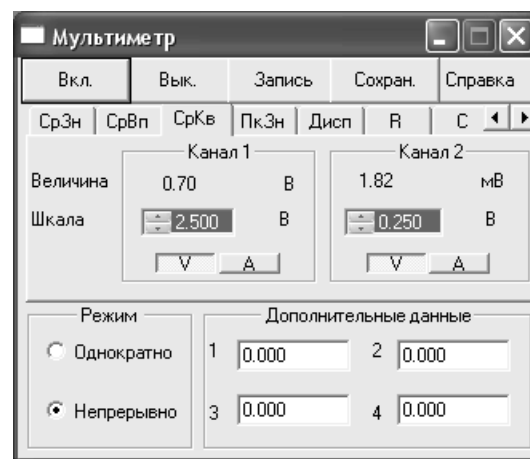


Рис. 5. Мультиметр

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Учебно-метод.** мед комплекс «Радиотехнические цепи и сигналы» / С.И. Баскаков, Г.В. Жихарева, В.Г. Карташев и др. // Информатизация инженерного образования. 2008. Вып. 3. С. 223—227.
2. **Рачков Ю.Г., Штыков В.В.** Концепция организации учебной лаборатории кафедры персональной электроники // Вестник Университета «Дубна». 2005. №4. С. 4—11.
3. **Штыков В.В.** Универсальное рабочее место учебной лаборатории // Изв. вузов. Физика-2. 2010. № 9/3. С. 232—234.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ WINCC ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются особенности применения пакета WinCC для проведения лабораторных занятий у студентов специальности «Автоматизация и управление».

ВВЕДЕНИЕ

Создание современных систем управления базируется на разработке и применении адаптивных интеллектуальных систем, функционирование которых невозможно без использования развитой вычислительной сети, включающей персональные компьютеры (ПК), микроконтроллеры и широкий набор модулей ввода/вывода. Усложнение технологических процессов и производств ставит задачи создания распределенных иерархических систем (АСУ ТП) и их сквозного программирования, что объясняет появление новых компьютерных технологий для интегрированных систем, объединяющих все уровни производства.

Подготовка студентов специальности «Автоматизация и управление» требует изучения в рамках преподаваемых дисциплин различных программных комплексов, применяемых для автоматизации управления технологическими процессами. Для приближения учебных программ к реальному производственному процессу необходимо обучать студентов тем программным комплексам, которые используются на производстве.

Для моделирования и управления технологическими процессами на ОАО «Арселор Миттал Темиртау» используется SCADA-система WinCC. Студенты изучают основы работы с данной системой в рамках дисциплины «Визуальное программирование».

1. SCADA-СИСТЕМА WINCC

Автоматизация и кибернетизация технологических процессов и производств представляют собой одно из направлений, где используются последние достижения в сфере компьютерных и информационных технологий, искусственного интеллекта, теории управления, микропроцессорной техники и электроники, проектирования приборов и устройств автоматики.

Важную роль в развитии процесса автоматизации технологических процессов играют SCADA-системы. SCADA-система — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т.д. SCADA-системы

используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени.

SCADA-система SIMATIC WinCC является эффективной основой для организации управления технологическим процессом благодаря современным технологиям, таким как мощная интегрированная база данных для архивирования данных процесса, инструменты для обработки, передачи и анализа информации и открытые интерфейсы для интеграции.

Основным преимуществом системы является наличие всех функций, присущих SCADA-системам — для полной графической визуализации процесса и его состояний, для создания отчетов и квитирования событий, для регистрации значений измеряемых величин и сообщений системы, для регистрации и архивирования данных, для управления пользователями и их правами доступа. Система непрерывно регистрирует последовательность операций и событий, влияющих на качество, что позволяет осуществлять постоянный контроль качества.

Базовый пакет WinCC представляет собой ядро для целого спектра различных приложений. Кроме того, был разработан ряд опций WinCC (департаментами Siemens A&D), основанных на использовании открытых программных интерфейсов, а также набор дополнительных пакетов WinCC (различными партнерами Siemens). Опции WinCC могут использоваться для масштабирования конфигураций системы, для увеличения работоспособности, для ИТ- и бизнес интеграции, для расширения WinCC как SCADA-системы и системных расширений, а также для обеспечения возможности аттестации системы в соответствии с FDA 21 CFR Part 11.

WinCC поддерживает высокий уровень открытости и широкие возможности интеграции: управляющие элементы ActiveX для приложений, ориентированных на конкретную технологию, а также для вертикального расширения, возможность связи с процессом с использованием OPC (OLE для управления процессом), стандартные интерфейсы для внешнего доступа к базе данных (WinCC OLE-DB), интегрированные стандартные языки скриптов (VBScript и ANSI-C), доступ к данным и системным функциям через Application Programming Interface [Программный интерфейс приложения] с помощью Open Development Kit (WinCC/ODK) [Открытый пакет для разработки].

2. ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ РАБОТЕ С СИСТЕМОЙ WINCC

Студенты знакомятся с системой WinCC в рамках дисциплины «Визуальное программирование».

Лабораторный практикум по дисциплине был разработан на основе программной документации, поставляемой вместе с системой, а также на базе уже существующих проектов WinCC, реализованных на металлургическом комбинате.

WinCC включает в себя следующие базовые функциональные модули:

- WinCC Explorer — быстрый обзор всех данных проекта, глобальных установок, запуска редакторов и режима Runtime, конфигурация системы «Клиент-сервер»;

- Graphics Designer — разработка мнемосхем с помощью стандартных элементов, ActiveX объектов, объектов из встроенной библиотеки. Динамика может задаваться с помощью прямой привязки к тегам, динамических диалогов, визардов, скриптов на языке ANSI-C или VBS;

- Alarm Logging — сбор и архивация сообщений. WinCC поддерживает два метода генерации сообщений: с помощью тегов ПЛК и в виде пакетов сообщений (штамп времени ПЛК). Сообщения могут генерировать звуковые сигналы;

- Tag Logging — сбор, архивирование и сжатие измеряемых величин. База данных основана на MS SQL Server. Архивация проводится циклически, или управляется событиями в системе. Может проводиться архивация отдельных тегов или целиком блоков данных ПЛК. Данные из архива могут отображаться в виде кривых или таблиц. Возможно создание долговременных архивов данных;

- Report Designer — генерация отчетов в свободно программируемом формате, управляемая событиями или по времени. Возможна генерация протоколов сообщений, измеряемых величин и пользовательских отчетов. В отчет можно включать данные из CSV файлов и баз данных. Возможен предварительный просмотр отчетов и сохранение их в файл;

- Global Scripts — программирование действий, производимых с графическими объектами, а также скриптов, выполняющихся в фоновом режиме, на языках ANSI-C или Visual Basic Scripts. Можно подключать динамические библиотеки DLL и работать с ActiveX объектами;

- Menus & Toolbars — редактор, позволяющий создавать пользовательские меню и панели инструментов для мнемосхем и всплывающих окон;

- User Administrator — удобное управление правами доступа пользователей WinCC Explorer ;

- Basic Process Control — набор инструментов, таких как автопостроение иерархии мнемосхем, синхронизация времени в системе, конфигурация проектов с несколькими мониторами, автопостроение экрана диагностики и др.

В рамках занятий по дисциплине «Визуальное программирование» студенты полностью изучают алгоритм создания проекта в WinCC от этапа организации связи с контроллерами до этапа запуска разработанной модели технологического процесса.

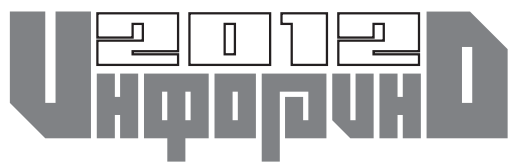
Подключение к проекту тегов, применяемых для управления реальными технологическими процессами, позволяет разрабатывать максимально приближенные к реальным технологическим процессам модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение практических и лабораторных занятий с использованием программных продуктов, применяемых на производстве, позволяет осуществлять эффективную подготовку специалистов, наиболее адаптированных к реальным условиям труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Е.Б. Куцевич Н.А., Синенко О.В. SCADA-системы: взгляд изнутри. — М.: Изд-во «РТСофт», 2004.



Секция 4

**ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА БАЗЕ ВЕБ-КОНФЕРЕНЦИЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается практика применения веб-конференций в дистанционном обучении.

Приводится описание самостоятельно разработанной информационной системы, позволяющей осуществлять дистанционное обучение в форме веб-конференций и имеющей некоторые дополнительные функции, расширяющие ее функциональность.

Перечислены планируемые направления работы при разработке подобной системы, адаптированной для технических дисциплин.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время идет рост количества людей, ориентирующихся на дистанционное получение высшего образования. Рост обеспечивается как растущей потребностью, так и быстрым развитием технических и программных средств дистанционного обучения. Перспективной формой проведения занятий являются видеоконференции, позволяющие воссоздать коллаборативную форму организации обучения посредством обмена аудио- и видеоданными и совместной работы с различными мультимедийными объектами.

Быстрый рост скорости и удешевление домашних Интернет-каналов открывают возможность проводить регулярные учебные занятия в форме видеоконференций через обычное домашнее соединение с Интернетом. Такие персональные видеоконференции называются веб-конференциями. Преимущество этого формата занятий состоит в том, что он требует наличия минимального количества недорогой аппаратуры — персонального или планшетного компьютера, веб-камеры и аудиогарнитуры.

1. ТЕКУЩАЯ ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ВЕБ-КОНФЕРЕНЦИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

В настоящее время веб-конференции в высшем образовании в нашей стране пока не находят массового применения. Причины этого кроются в том, что существующие программные продукты и сервисы видеоконференций либо дороги, либо не полностью соответствуют задачам учебного процесса. А доступных средств для обучения математическим дисциплинам в режиме веб-конференций, включающих инструменты для работы с формулами, задачами и т.п., вообще нет. Поэтому для учебного заведения, желающего внедрить видеоконференции в учебный процесс, целесообразна разработка собственного программного продукта.

Автором этих строк была создана собственная система для проведения занятий в форме веб-конференций на основе широко распространенной Flash-технологии. Ее экспериментальное внедрение было проведено на факультете дистанционного обучения Московского городского психолого-

педагогического университета (МГППУ), и результаты оказались весьма успешными. Сейчас эта система регулярно применяется в учебном процессе факультета, а также служит площадкой для проведения публичных конференций с учеными из других городов и стран. В дальнейшем эту систему планируется доработать с целью обеспечить возможность ее применения и в технических вузах.

2. ОПИСАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНЫХ ВЕБ-КОНФЕРЕНЦИЙ

Приложение для проведения учебных веб-конференций, используемое на факультете ДО МГППУ, представляет собой многопользовательское Интернет-приложение, интегрированное в систему дистанционного обучения Moodle. Учебный процесс в рамках рассматриваемого приложения проходит в режиме многосторонней веб-конференции, которая позволяет организовать взаимодействие между участниками в форме естественной визуальной коммуникации, сообщать учебный материал, проверять домашнее задание и т.д. Для участия в конференции требуется наличие веб-камеры и микрофона. У каждого участника есть окно, в котором отображается видео с его веб-камеры, и все участники могут одновременно видеть друг друга. Доступна функция текстового чата, с помощью которого все участники могут обмениваться текстовыми сообщениями.

Сочетание устного общения с различными дополнительными функциями позволяет обогатить учебный процесс и тем самым улучшить качество восприятия учебного материала. С этой целью приложение предоставляет преподавателю и студентам следующие средства.

Функция демонстрации презентаций предназначена для показа дополнительного визуального материала. Презентации готовятся преподавателем и загружаются на сервер заранее. Преподаватель может запустить любую из загруженных им презентаций, при этом он сменяет слайды и может комментировать или обсуждать с другими участниками их содержимое. Слайды отображаются в специальном окне и сменяются синхронно у всех участников.

Виртуальная доска — еще одно мультимедийное средство преподавателя, которое выполняет те же функции, что и обычная доска в аудитории — доведение до учащихся графической информации. С помощью виртуальной доски можно проводить занятия и консультации по математике и другим предметам, требующим отображения большого количества формул и рисунков одновременно с видеорядом. Доступна возможность изменения цвета и толщины линий, а также функция вертикальной

прокрутки доски. Содержимое виртуальной доски синхронизируется в режиме реального времени у всех участников конференции. Виртуальная доска наиболее полезна при использовании интерактивной доски — устройства, позволяющего рисовать специальными маркерами на проецируемом с компьютера изображении.

Онлайн-тесты — важнейшее средство, позволяющее преподавателю объективно оценить уровень знаний обучаемых, реализовать более полную модель обратной связи в процессе обучения. Тесты предназначены для проверки знаний студентов непосредственно в процессе занятия. Тест представляет собой последовательность заданий, предусматривающих выбор одного или нескольких правильных ответов или свободный ввод ответа в текстовое поле. Тест может быть запущен преподавателем в любой момент в ходе занятия. Поскольку тест проходит в режиме веб-конференции, то преподаватель может вслух комментировать и даже обсуждать со студентами формулировки вопросов. Преподаватель следит за тем, все ли ответили на текущий вопрос, и сменяет вопросы. Также преподавателю доступна текущая статистика, отображающая количество пройденных заданий и результаты каждого студента по каждому заданию. Задания теста готовятся преподавателем заранее.

Функция показа рабочего стола позволяет преподавателю наглядно демонстрировать самые различные материалы со своего компьютера, например знакомить учащихся с приложениями, обучать работе с веб-сайтами и т.д.

3. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ВЕБ-КОНФЕРЕНЦИЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Приложение, описание которого приведено выше, показало высокую эффективность в дистанционном обучении гуманитарным дисциплинам. Автором в ходе исследования будет разработано подобное приложение для преподавания технических дисциплин, прежде всего высшей математики. Для этого требуется реализовать ряд новых функций, позволяющих учесть специфику преподавания математических дисциплин. Предстоит сделать следующее:

– доработать функцию проставления оценок студенту за занятие с сохранением в базе данных,

сделать удобный интерфейс для просмотра журнала оценок за текущий семестр;

– доработать функцию тестирования под нужды технических дисциплин, в частности, реализовать функции ручного ввода формул, алгоритмы ввода матриц и арифметические действия с ними и т.д.;

– реализовать новые типы заданий: на соответствие, вычислительные, на проверку понимания и др.;

– реализовать механизм пошагового решения заданий;

– разработать алгоритмы оценивания результатов прохождения заданий;

– реализовать функцию быстрого обмена файлами;

– интегрировать приложение с сайтом факультета, который будет использовать разработку, или развернуть отдельную площадку на базе среды Moodle или подобной;

– разработать рекомендации по установке и настройке информационной системы для новых пользователей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Взаимодействие и коммуникация между участниками образовательного процесса — важнейшие факторы в достижении желаемых результатов научения и удовлетворенности студентов от обучения, поэтому внедрение новой формы проведения занятий посредством видеоконференций необходимо и оправдано. Полученная в итоге система может быть использована и в других технических вузах. Разработка такой системы будет существенным вкладом в дело развития технологий дистанционного образования в нашей стране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лупанов В.Н.** Интерактивные видеоконференции в системе открытого образования: опыт, проблемы и перспективы // Проблемы современного образования. 2010. №2. С. 106—109.
2. **Чванова М.С.** Проблемы организации коммуникаций студентов наукоемких специальностей в системе открытого образования // Образовательные технологии и общество (электронный журнал). 2011. №2.
3. **Костиков А. Н.** Организация дистанционного обучения на основе систем видеоконференцсвязи // Вестник Герценовского университета. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. №5.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СРЕДСТВ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ В ИТЭП НИУ МЭИ

АННОТАЦИЯ

Описывается внедрение системы видеоконференцсвязи в учебный процесс дистанционного образования с акцентом на повышение качества процесса и квалификации преподавателей.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит активная трансформация образовательных технологий, которая объясняется появлением новых образовательных потребностей, развитием информационных технологий и изменением принципов доступа к знаниям.

Одним из важнейших вопросов при организации дистанционного обучения (ДО) является [3]:

- подготовка и накопление учебных материалов;
- контроль знаний обучаемых, причем всех видов — от самостоятельного итогового до квалификационного итогового;
- хранение и анализ данных учебного процесса.

В подобных условиях становится актуальным проект «программно-аппаратный комплекс видеоконференцсвязи».

1. ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА СДО «ПРОМЕТЕЙ» В ПРОГРАММУ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В современном российском образовании все большую популярность приобретает такая форма оценки знаний как тестирование. Одной из основных проблем тестирования является отсутствие прямой связи «учитель» — «ученик».

Из всех форм оценки знаний тестирование вызывает наибольшее количество вопросов несмотря на свою объективность, четкую методику и формализованный подход к оценке результата. Одной из проблем тестирования является отсутствие индивидуального подхода к учащимся [2].

Несмотря на некоторые недостатки, которые необходимо учитывать при внедрении данной формы контроля знаний, тестирование является наиболее популярной системой проведения контрольно-измерительных мероприятий при реализации ДО.

В мае 2008 г. Национальный исследовательский университет «МЭИ» и Алматинский университет энергетики и связи (АУЭиС) организовали совместную программу заочного обучения по направлению «Экономика», которая предусматривает применение дистанционных образовательных технологий. Со стороны НИУ МЭИ данный проект курирует Институт технологии, экономики и предпринимательства (ИТЭП). В процессе организации ДО необходимо было решить следующие задачи:

– составление календарных планов графика учебного процесса с привязкой к контрольно-измерительным мероприятиям;

– обеспечение учащихся материалами лекционных и практических занятий в соответствии с программами дисциплин;

– удаленное проведение контрольно-измерительных мероприятий;

– обеспечение возможности удаленной связи студентов с преподавателями.

Для решения вышеперечисленных задач в процесс ДО внедрена система поддержки учебного процесса «Прометей» (СДО «Прометей»).

При подготовке программы заочного обучения и в процессе ее организации и проведения были накоплены учебно-методические комплексы (УМК) по изучаемым дисциплинам. В системе поддержки учебного процесса СДО «Прометей» разработаны задания для проведения контрольно-измерительных мероприятий в виде тестирования (различные классы тестов с учетом различных особенностей читаемых дисциплин).

Трехлетний опыт организации процесса дистанционного обучения и внедрение информационных технологий (СДО «Прометей») позволил сформулировать новый круг задач, решение которых позволит повысить качество учебного процесса.

2. ПРОЕКТ «ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ»

Проект, реализованный на базе ИТЭП НИУ МЭИ, ориентирован на современные требования к образовательным технологиям в ДО.

Основной целью проекта является развитие и повышение качества подготовки студентов в ИТЭП НИУ МЭИ, при подготовке бакалавров по направлению «Экономика» совместно с АУЭиС. Важнейшей частью системы поддержки ДО является программно-аппаратный комплекс системы «Видеоконференцсвязь».

Система «ВКС» позволит обеспечить реализацию процесса ДО на современном уровне:

– удаленного контроля учащихся в процессе обучения и проведение контрольно-измерительных мероприятий;

– подготовки мультимедийных презентаций и видеозапись лекций для создания УМК;

– удаленного участия экспертов в работе государственных аттестационных комиссий;

– сбора, хранения и анализа истории взаимодействия с обучаемыми;

– возможности задействования преподавателей ИТЭП НИУ МЭИ при приеме зачетов и экзаменов.

нов по программе дистанционного обучения без отрыва от основного учебного процесса.

После выявления основного круга задач и согласования с АУЭИС были определены технические требования к системе [4]:

- прием/передача видео высокого разрешения;
- прием/передача звука, поддержка шумоподавления;
- наличие функции передачи/обработки контента;
- возможность записи и хранения передаваемого изображения;
- максимальная совместимость с системой «ВКС» у партнеров.

С учетом вышеперечисленных технических требований и ориентацией на решение определенных ранней задач в ИТЭП НИУ МЭИ была установлена система Polycom HDX 7000 [4].

Первое тестирование системы было проведено в июле 2011 г., по итогам которого было принято решение о полноценном внедрении системы «ВКС» в учебный процесс ДО.

3. ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ИТЭП НИУ МЭИ И АУЭИС

В сентябре 2011 г. система «ВКС» была внедрена как система поддержки учебного процесса ДО ИТЭП НИУ МЭИ и АУЭИС. Применение системы «ВКС» позволило:

- интегрировать с системой в АУЭИС;
- обеспечить удаленный контроль учащихся по дисциплинам, изучаемым на 1 — 3 курсах;
- проводить контрольно-измерительные мероприятия по дисциплинам «Экономико-математические методы» и «Маркетинг»;
- повышать квалификацию преподавателей по направлению «Подготовка мультимедийных презентаций и видеозапись лекций для создания УМК дистанционного обучения» с применением системы «ВКС»;
- провести консультации по дисциплинам и курсовым работам для студентов, обучающихся по программе «Экономика» ИТЭП НИУ МЭИ и АУЭИС;
- задействовать преподавателей ИТЭП НИУ МЭИ в проведении зачетов и экзаменов по программе ДО без отрыва от основного учебного процесса в ИТЭП НИУ МЭИ;
- сократить времени и расходы в ИТЭП НИУ МЭИ на командировки в АУЭИС профессорско-преподавательского состава ИТЭП НИУ МЭИ.

Результатами внедрения проекта системы «ВКС» являются полное обеспечение учебного процесса ДО, накопление базы знаний по дисциплинам и решение организационно-управленческих задач. Также на текущем этапе реализации проекта сформулированы новые задачи по обеспечению учебного процесса.

Исходя из текущих результатов внедрения системы «ВКС» планируется решить следующие задачи:

- интеграции системы «ВКС» и СДО «Прометей» как единой системы;
- накопления и обеспечения студентов АУЭИС, обучающихся по программе «Экономика» ИТЭП НИУ МЭИ, УМК по всем изучаемым дисциплинам;
- автоматизированного сопоставления календарных планов как графика доступа к лекционным презентациям, видеолекциям и тестирования студентов;
- дальнейшего повышения квалификации профессорско-преподавательского состава ИТЭП НИУ МЭИ и издание методических материалов по применению системы «ВКС» в учебном процессе;
- хранения, сбора и анализа статистики взаимодействия студентов с преподавателями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описаны основные задачи проведения и внедрения информационных технологий в учебный процесс ДО.

Приведены основные результаты внедрения системы «ВКС»: полное обеспечение учебного процесса ДО, накопление базы знаний по дисциплинам и решение организационно-управленческих задач.

Описаны перспективы развития систем «ВКС» и СДО «Прометей» при поддержке учебного процесса дистанционного обучения в ИТЭП НИУ МЭИ.

Получен опыт администрирования систем «ВКС» и СДО «Прометей», что является важной частью построения и развития структуры ДО в ИТЭП НИУ МЭИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bersin, Josh; Howard, Chris; O'Leonard, Karen; Malton, David (2009), Learning Management Systems 2009, Bersin & Associates.
2. **Аванесов В.С.** Содержание теста и тестовых заданий, 2009 (testolog.narod.ru).
3. **Самылкина Н.Н.** Современные средства оценивания результатов обучения. — М. : Бином, Лаборатория знаний, 2007. — 172 стр.
4. <http://www.polycom.su/> (Интернет ресурс)

ПРОВЕДЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается методика проведения индивидуальных занятий по физике с применением дистанционных технологий на кафедре физики имени В.А. Фабриканта НИУ МЭИ.

Описывается технология разработки тестовых заданий и их оформление в системе дистанционного обучения «Прометей» на примере одного раздела общего курса физики «Волновая оптика и атомная физика».

ВВЕДЕНИЕ

Дистанционное обучение в НИУ МЭИ проводится в виде дополнительных к основной образовательной программе индивидуальных учебных занятий. На кафедре физики имени В.А. Фабриканта НИУ МЭИ индивидуальные занятия с применением дистанционных технологий проводятся с 2005 года для студентов первого и второго курсов институтов автоматики и вычислительной техники, радиотехники и электроники, электротехники, электроэнергетики. В осеннем семестре 2011/2012 учебного года индивидуальные дистанционные занятия по физике проводятся для 56 студентов.

1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Раздел общей физики «Волновая оптика и атомная физика» студенты институтов автоматики и вычислительной техники, радиотехники и электроники, электротехники и электроэнергетики, изучают на втором курсе в первом семестре.

Для студентов, переведенных на дистанционную форму обучения, календарным планом предусмотрены шесть этапов контроля знаний:

- контроль знаний по волновой оптике;
- тест по волновой оптике в «Прометее»;
- защита лабораторных работ по волновой оптике;
- контроль знаний по атомной физике;
- тест по атомной физике в «Прометее»;
- защита лабораторных работ по атомной физике.

За каждый этап начисляется определенное количество баллов, которые потом суммируются и дают общую оценку за зачет по физике.

Рассмотрим эти этапы более подробно.

1) Контроль знаний.

Контроль знаний представляет собой индивидуальное задание для каждого студента, которое содержит 10 теоретических вопросов и 5 задач по рас-

сматриваемым темам данного раздела. Эти задания высылаются всем студентам по электронной почте. Ответы на теоретические вопросы студенты присылают преподавателю также по электронной почте, а задачи приносят в рукописном варианте лично. При этом преподаватель проверяет правильность решения задач путем беседы со студентом, во время которой студент, поясняя ход решения, отвечает на дополнительные теоретические вопросы. Тем самым контролируется самостоятельное выполнение первого пункта задания. Максимальное количество баллов, предусмотренных за этот этап, равно 15.

Для примера рассмотрим тему «Интерференция света» и представим несколько теоретических вопросов, задаваемых студентам, и условие одной задачи:

- в чем заключается явление интерференции света? Назовите условие наблюдения интерференции;
- запишите условия интерференционных максимумов и минимумов;
- приведите примеры применения интерференции света.

Пример условия задачи по рассматриваемой теме: найдите длину волны излучения, если в опыте Юнга со щелями расстояние от центра картины до первого интерференционного максимума равно 0,5 мм; расстояние между щелями 0,5 см, а расстояние до экрана — 5 м. Как изменится расстояние до первого максимума от центра, если длина волны изменится в полтора раза?

2) Тестовые задания.

Тестовые задания оформлены в системе дистанционного обучения «Прометей», которая применяется в НИУ МЭИ. Студенты проходят тесты дома через Internet. Если у студентов нет возможности пройти тест дома, то они могут это сделать в компьютерном классе кафедры физики им. В.А. Фабриканта.

Максимальное количество баллов, предусмотренных за каждое тестовое задание, равно 20. Разработка тестовых заданий и оформление их в системе дистанционного обучения «Прометей» будут рассмотрены ниже более подробно.

3) Защита лабораторных работ.

Лабораторные работы студенты, переведенные на дистанционную форму обучения, выполняют, как и все остальные студенты группы. Это связано с тем, что по решению кафедры физики имени В.А. Фабриканта выполнение лабораторных работ на компьютерных тренажерах было признано нецелесообразным. Все защиты проводятся в очной

форме. Максимальное количество баллов, предусмотренных за каждую защиту, равно 15.

Кроме перечисленных обязательных этапов контроля знаний у студентов есть возможность пройти итоговое тестирование для самопроверки. Этот тест содержит вопросы по следующим разделам: электромагнитные волны; интерференция, дифракция, дисперсия и поляризация света; тепловое излучение, квантовая оптика, уравнение Шредингера, атом водорода.

Для самостоятельной подготовке к сдаче защит, прохождению тестов и ответов на теоретические вопросы студенты могут воспользоваться электронной базой знаний (ЭБЗ) по классической физике. ЭБЗ была разработана преподавателями кафедры физики и содержит конспекты лекций, описания лабораторных работ, методические пособия, включая сборники задач, справочные материалы. Данный ресурс опубликован в Internet.

При успешном прохождении всех этапов контроля знаний в сроки, указанные в календарном плане, студенты получают зачет по физике в соответствии с количеством баллов, набранных ими за каждый этап.

После получения зачета по физике студенты могут сдавать досрочный экзамен по программам, разработанным лекторами соответствующих потоков и утвержденным заведующим кафедрой. Все экзамены проводятся в очной форме.

2. РАЗРАБОТКА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ И ИХ ОФОРМЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ «ПРОМЕТЕЙ»

Тестовые задания были разработаны авторским коллективом кафедры физики имени В.А. Фабриканта и оформлены в системе дистанционного обучения «Прометей» [1, 2].

Тест по волновой оптике содержит вопросы по интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии электромагнитного излучения. Тест по атомной физике содержит вопросы по следующим разделам: тепловое излучение, квантовые свойства излучения, элементы квантовой механики и атомной физики.

Каждое тестовое задание содержит пять вариантов ответа, из которых студент выбирает один, правильный по его мнению.

Все студенты при прохождении тестов получают по 10 вопросов из списка по соответствующим темам. Время прохождения теста ограничено 60 минутами, но при необходимости его можно увели-

чить. На рис. 1 представим внешний вид вопроса в системе «Прометей».

После прохождения теста студенты могут узнать количество набранных баллов. Если требуется пояснение результатов, то студенты обращаются к преподавателю, который имеет возможность детально просмотреть отчет о тестировании для каждого студента.

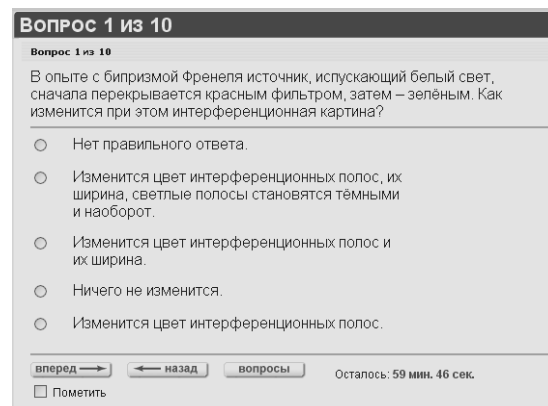


Рис. 1. Внешний вид вопроса в системе «Прометей»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Индивидуальные занятия по физике с применением дистанционных образовательных технологий дают студентам дополнительные возможности усвоения знаний, углубленного изучения материала в результате тесного взаимодействия с преподавателем и оперативной реакции преподавателей на вопросы студентов. Кроме того, у студентов есть возможность сдавать зачет и экзамен по физике досрочно при условии успешного выполнения всех этапов контроля знаний, предусмотренных учебным планом. Здесь необходимо отметить, что все индивидуальные учебные планы разработаны на базе программ обучения общих потоков соответствующих институтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Программа** дистанционного контроля знаний студентов по волновой оптике: Программное средство учебного назначения (ПСУН) / Э.Б. Бадамшина и др. Утверждено проректором ГОУВПО МЭИ (ТУ) А.И. Поповым 30.11.06.

2. **Программа** дистанционного контроля знаний студентов по атомной физике: Программное средство учебного назначения (ПСУН) / Э.Б. Бадамшина и др. Утверждено проректором ГОУВПО МЭИ (ТУ) А.И. Поповым 30.11.06.

CMS JOOMLA В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

АННОТАЦИЯ

В докладе приводится описание инструментальной системы, предназначенной для подготовки интернет-курсов и сопровождения учебного процесса в режиме удаленного доступа, разработанной на базе системы управления содержимым Joomla.

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа является продолжением работ, описанных в [1 и 2] и посвящена использованию систем управления, содержимым (англ. Content management system — CMS) в учебном процессе. В отличие от предыдущих работ, где рассматривалась инструментальная система сопровождения учебных интернет-курсов, написанная авторами практически с нуля на языке web-программирования PHP в рамках web-технологии LAMP (Linux-Apache-MySQL-PHP), в данной работе рассматривается инструментальная система подготовки учебных курсов и сопровождения учебного процесса, разработанная на базе CMS Joomla.

1. ВХОД В СИСТЕМУ

В качестве стартовой страницы инструментальной системы используется форма, представленная на рис. 1.

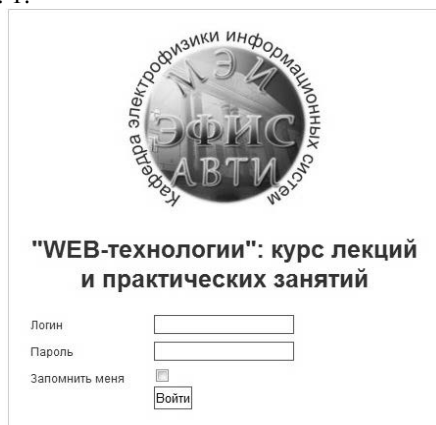


Рис. 1. Стартовая страница инструментальной системы

Следует заметить, что в данной системе принципиально используется авторизованный вход пользователей. Причем пользователи регистрируются не самостоятельно, а администратором системы. Это позволяет, о чем подробнее будет сказано дальше, отслеживать все действия пользователя в системе: какие материалы читал, когда вошел в систему, когда вышел и т.п. Это очень важно для преподавателей с точки зрения количественной и качественной оценки работы студентов. Кроме того, авторизованный вход позволяет организовать внутренний обмен электронными сообщениями между преподавателя-

ми и студентами без использования внешней электронной почты.

2. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С СИСТЕМОЙ

На рис. 2 и 3 приведены различные виды пользовательского интерфейса в режиме просмотра учебных материалов.



Рис. 2. Пользовательский интерфейс взаимодействия с системой: вид 1

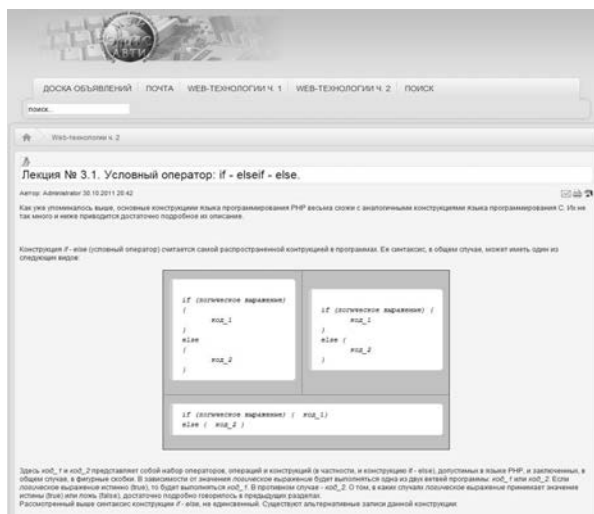


Рис. 3. Пользовательский интерфейс взаимодействия с системой: вид 2

В процессе чтения учебного материала пользователь может выбирать различный вид представления информации на экране: либо выбрать наиболее распространенный вид — меню раздела слева, материал справа (см. рис. 1), либо развернуть раздел на весь экран (см. рис. 2). Следует также заметить, что в зависимости от прав пользователя при чтении лекций появляется (в верхнем левом углу лекции) знак «карандаша», щелкнув по которому мышкой можно сразу перейти в режим правки лекционного

материала, как показано на рис. 4. Обычно такой режим предусмотрен для преподавателей.

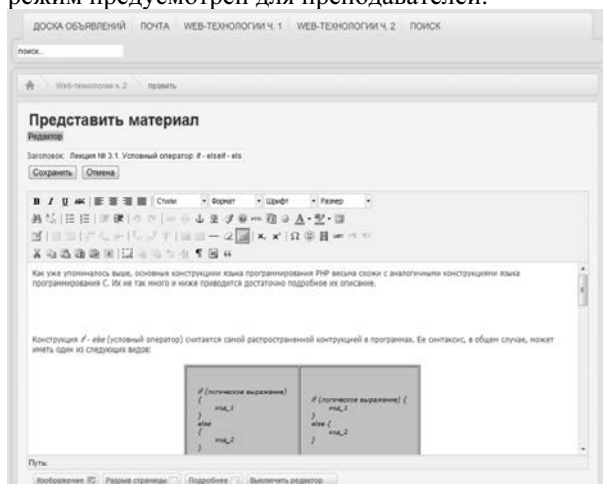


Рис. 4. Редактирование материалов

3. ЭЛЕКТРОННАЯ ПОЧТА

Вполне очевидно, что в процессе изучения материала, выложенного на учебном портале, могут возникать разные вопросы, ответить на которые могли бы преподаватели, зарегистрированные в системе, или другие пользователи. Для этого в системе предусмотрен модуль электронной почты, внешний вид которого представлен на рис. 5.

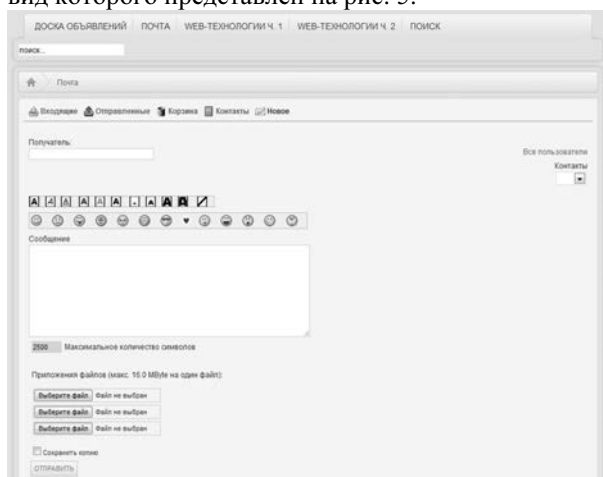


Рис. 5. Внешний вид электронной почты

По сути, данный модуль практически ничем по функционалу не отличается от обычной электронной почты, только работает внутри рассматриваемой системы, что, очевидно, имеет свои положительные стороны.

4. СТАТИСТИКА

И еще один немаловажный момент хотелось бы отметить при описании рассматриваемой систем —

статистика работы с системой: кто и когда входил, какие станицы открывал и сколько времени их читал и т.п. На рис. 6. показана небольшая часть информации, предоставляемая модулем статистики Joomla!. Данная информация может оказаться весьма полезной преподавателю для качественной и количественной оценки процесса изучения материалов.

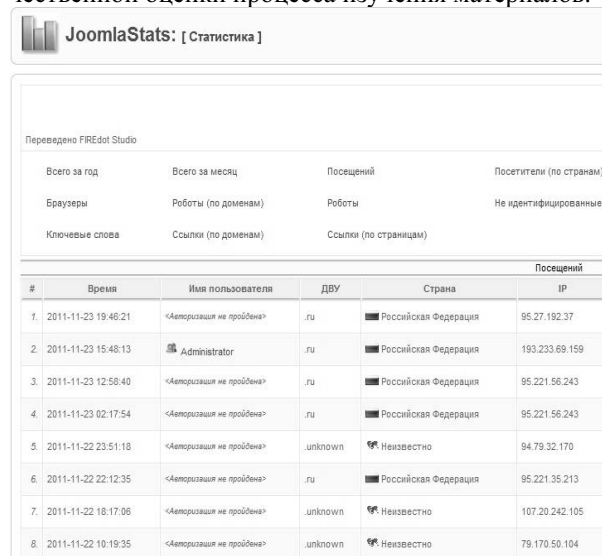


Рис. 6. Статистика работы с системой

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, подводя итоги вышеизложенному, можно сказать что интегрированные системы, подобные Joomla!, имеют весьма широкий набор инструментов для создания динамических web-сайтов, позволяющий существенно сократить время и затраты на создание различных обучающих систем с удаленным доступом. Кроме того, тот факт, что Joomla! распространяется под лицензией GNU GPL и выполнена на базе web-технологии LAMP, позволяет создавать на ее основе малозатратные и кроссплатформенные системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков М.Ю., Краюшкин В.В. Инструментальная Web-система сопровождения учебных курсов // Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации: Труды XVII Международного научно-технического семинара. — СПб.: ГУАП, 2008. — С. 116—117.
2. Краюшкин В.В. Курс лекций «Web-технологии». Информатизация инженерного образования: Электронные образовательные ресурсы. Выпуск 5 / под ред. С.И. Маслова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 512 с., ил. (с. 297—298).

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

Обосновывается целесообразность организации дополнительных образовательных услуг в области информационных технологий.

Выделяются существенные факторы, которые необходимо учитывать при организации дополнительных образовательных услуг в вузе.

Анализируется опыт учебной лаборатории университета «Дубна» по организации ДОУ в области информационных технологий.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время спрос на образовательные услуги в области информационных технологий (ИТ) стремительно возрастает. Сегодня невозможно представить компанию, в которой не было бы отдела информатизации или отдельного ИТ-специалиста. При этом растет не только спрос на ИТ-специалистов, но и требования к ним со стороны работодателей.

Следует заметить, что эти требования не могут полностью перекрываться существующими образовательными стандартами, во всяком случае, в области ИТ: обновление технологий происходит быстрее цикла обучения студента. Возникает потребность в дополнительном образовании. Одним из возможных решений этой проблемы является организация дополнительных образовательных услуг (ДОУ) по месту основной учебы студента.

1. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ В ВУЗЕ

Согласно статье 45 закона РФ «Об образовании» государственное и муниципальное образовательные учреждения вправе оказывать студентам платные дополнительные образовательные услуги, не предусмотренные соответствующими образовательными программами и государственными образовательными стандартами.

В высшем образовательном учреждении возможна организация следующих услуг:

– обучение по дополнительным образовательным программам (расширение знаний, полученных студентами при изучении учебных дисциплин, предусмотренных учебными графиками вуза);

– преподавание специальных курсов и циклов дисциплин. Сегодня специалисту все чаще приходится решать нестандартные задачи, требующие системного подхода и дополнительных междисциплинарных знаний. Поэтому он должен иметь не только качественное профильное образование, но быть компетентным в смежных областях для решения различных вопросов (правовых, экономических, административных и др.);

– углубленное изучение предметов, что позволит будущим соискателям быть конкурентно способными на рынке труда в конкретной области деятельности и минимизировать время адаптации на предприятии.

2. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

При организации и проведения курсов ДОУ необходимо учитывать такие факторы, как:

– актуальность предлагаемых услуг (спрос на рынке труда);

– заинтересованность студентов (пожелания потенциальных слушателей);

– уровень подготовки студентов (начальный, базовый, продвинутый);

– форма занятий (соотношение теоретических и практических занятий, задачный подход, проектная форма);

– методическое обеспечение курсов (необходимые методические наработки, подборка задач, обеспечение литературой и др.);

– временные возможности слушателей (привязка к расписанию основных занятий студентов);

– длительность курсов (опыт показывает, что для нашего вуза оптимальным являются трехмесячные курсы в течение отдельного учебного семестра);

– личность преподавателя (в нашем случае это молодые преподаватели, успешно работающие по своей специальности и имеющие серьезный опыт работы);

– результаты проведения курсов (количество слушателей, процент студентов, успешно окончивших курсы и др.).

В качестве инструмента для организации дополнительных образовательных услуг целесообразно использовать специально подготовленные web-сайты, с помощью которых можно решать различные организационные задачи:

– проведение анкетирования студентов с целью выявления их интересов в области современных информационных технологий;

– формирование базового списка курсов по дополнительным образовательным услугам;

– прием электронных заявок от студентов университета на курсы ДОУ;

– формирование учебных групп;

– предоставление оперативной информации организационного характера;

– организация обратной связи со слушателями курсов;

- накопление и хранение информации (программы, методические разработки, мультимедийные материалы и др.);
- анализ и обработка полученной информации;
- принятие решений на основе полученной информации (управление).

С помощью средств электронной связи (электронной доски объявлений, новостей и др.) управление образовательным процессом становится более динамичным. Ярче проявляются заложенные в нем принципы быстрого реагирования на возникающие изменения и дополнения информации, активнее работают принципы обратной связи со всеми участниками образовательного процесса.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ДООУ В ОБЛАСТИ ИТ В УНИВЕРСИТЕТЕ «ДУБНА»

Учебная лаборатория «Информационных систем в образовании» (УЛИСО) является структурным подразделением Института системного анализа и управления (ИСАУ) университета «Дубна» (<http://uliso.saudubna.ru/>). Целью лаборатории является организация работ по изучению, апробации и внедрению новых информационных технологий в учебный процесс.

Одним из направлений деятельности УЛИСО является организация дополнительных образовательных услуг в области информационных технологий. Начиная с 2006 года их успешно окончили порядка 400 студентов университета разных направлений и специальностей. За это время накопился опыт проведения и организации ДООУ.

Все курсы, организованные учебной лабораторией «Информационных систем в образовании», условно можно разделить на три блока:

- информационные технологии для ИТ-специалистов (работа с графикой (CorelDraw, PhotoShop, 3D-Studio Max), web-программирование; технология Adobe Flash; программирование микроконтроллеров; технология С#; создание приложений для мобильной платформы Android);
- информационные технологии для специалистов непрофильных направлений — экономических, социальных, гуманитарных, инженерных (программные средства офисных информационных технологий; анализ статистических данных (MS Excel, Statistica); моделирование физических и химических процессов; АИС «1С: Бухгалтерия 8», «Инфо-бухгалтер»);

– «непрофильные» технологии для ИТ-специалистов (разговорный английский для ИТ-специалистов; основы бухучета на базе АИС «1С: Бухгалтерия 8»; СПС «КонсультантПлюс»).

Анализируя опыт оказания дополнительных образовательных услуг можно обратить внимание на следующие факты.

Во-первых, наибольшую заинтересованность в курсах проявляют все-таки студенты ИТ-направлений.

Во-вторых, спрос студентов на ДООУ меняется каждый семестр (например, осенью 2010—2011 уч.г. наибольшее количество студентов обучалось на курсах «Технология Adobe Flash», весной 2010—2011 уч.г. — «3D-моделирование», осенью 2011—2012 уч.г. — «Web-программирование» и «Создание приложений для мобильной платформы Android»).

В-третьих, владение информационными технологиями актуально не только для студентов ИТ-направлений, но и для экономических, гуманитарных и инженерных направлений.

Кроме того, хотелось бы отметить необходимость дальнейшего развития и расширения спектра предоставляемых дополнительных образовательных услуг (например, «Администрирование систем», «ИТ-менеджмент», «ИТ защиты информации», «Подготовка тестировщиков ПО» и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение хотелось бы отметить, что дополнительные образовательные услуги в области ИТ позволяют получить дополнительные знания, умения, навыки для работы в своей профессиональной деятельности, расширить и углубить те знания, которые студенты приобрели в рамках основной образовательной программы. И это актуально для студентов различных направлений, поскольку владение информационными технологиями позволит им решать задачи поиска, анализа и обработки информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бархатова И.А., Булякова И.А. Использование web-сайта как инструмента для организации дополнительных образовательных услуг в области современных ИТ-технологий // XVIII Международная конференция «Математика, компьютер, образование». Пушкино, 24 — 29 января 2011 г.: Сборник научных тезисов. Выпуск 18. — Москва — Ижевск, 2011.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ И ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

АННОТАЦИЯ

Анализируются аспекты применения методологии управления проектами к образовательному процессу.

Оцениваются положительные и отрицательные моменты использования систем управления проектами в образовании.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе обучения перед преподавателями и студентами возникает ряд проблем, такие как:

- недостаток опыта самостоятельного обучения у студентов, получающих первое высшее образование;
- недостаточное по времени общение преподавателя и учащегося;
- слабая обратная связь между студентами и преподавателями;
- низкая оперативность в выявлении сложных для понимания и усвоения учащимися мест в лекционных и практических занятиях.

В целом, перечисленные выше проблемы способны существенно снизить качество обучения студентов, особенно в процессе дистанционного образования.

На сегодняшний день эти проблемы могут быть в значительной мере решены путем использования современных информационных технологий, в частности систем управления проектами, основанные на интернет-технологиях.

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС КАК ПРОЕКТ

Образовательный процесс может рассматриваться как уникальная деятельность, так как в каждом отдельном потоке исходные характеристики студентов, такие как качество исходного образования, уровень мотивации и энтузиазма студентов может варьироваться в значительной степени. Следовательно, для повышения качества обучения преподаватель должен вносить коррективы в процесс обучения, своевременно отслеживая и анализируя качество усвоения материала студентами. Поэтому образовательный процесс, особенно в разрезе преподавания некоторого курса или дисциплины, можно рассматривать как проект, имеющий начало и конец во времени и направленный на достижение заранее определенного результата, а именно на максимальное полное усвоение студентами представленного материала.

Образовательный процесс, рассматриваемый как проект, должен включать в себя некоторую иерархию бизнес-процессов, т.е. формализованных и неизменных этапов выполнения работ, дающих планируемый и ожидаемый результат. Примерами

таких бизнес-процессов могут быть процессы проведения лекции, лабораторного занятия, тестирования, проверки самостоятельных работ учащихся, анализа качества и динамики успеваемости.

2. УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ КАК ПРОЕКТОМ

Любой проект в процессе исполнения нуждается в постоянном контроле, так как в противном случае он редко бывает успешным, потому что выходит за рамки установленных сроков или качества результата.

Жизненный цикл проекта может быть представлен различными моделями. В образовательном процессе наиболее эффективным будет применение принципа итеративного подхода, который подразумевает выполнение работ параллельно с непрерывным анализом полученных результатов и корректировкой последующих этапов работы. Проект при этом подходе в каждой фазе развития проходит повторяющийся цикл: планирование — реализация — проверка — оценка. [1]

Используя методологию управления проектами, преподаватель может рассматривать образовательный процесс, как реализацию совокупности множества подпроектов по обучению каждого отдельного студента.

3. ПРИКЛАДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Управление проектом, состоящим из множества подпроектов, процессов и этапов является трудоемкой задачей, состоящей из множества рутинных операций. Выполнение этих операций вручную утомительно для преподавателя и снижает его мотивацию по использованию данной методологии в образовательном процессе. К счастью, в последнее время появилось большое количество программных систем, которые способны существенно упростить и автоматизировать ведение таких проектов. Использование данных систем позволяет преподавателю сосредоточиться непосредственно на процессе обучения, остальные организационные функции, такие как ведение подпроектов и процессов, формирование отчетов, отслеживание и анализ показателей эти системы берут на себя.

Существуют системы управления проектами, работающие по принципу клиент—сервер, в котором удаленные пользователи могут работать с системой дистанционно. В качестве клиентского приложения может выступать веб-браузер, что повышает доступность системы для обычных пользователей, так как не требует установки и настройки каких-либо дополнительных приложений.

Имеются системы, которые требуют первоначальной настройки серверной части, есть системы, работающие полностью в интернете и не требующие никаких настроек. К первой группе можно отнести такие системы, как Redmine, Trac, eGroupWare, FengOffice. Ко второй группе можно отнести системы Ganttter, CoMindWork, Teamer, Worksection, webAsyst, ПланФикс. Все перечисленные системы бесплатные и имеют русскоязычный интерфейс.

Преподавателю, который хотел бы попробовать использовать в учебном процессе систему управления проектами, можно рекомендовать в первую очередь обратить внимание на системы CoMindWork, Ganttter и FengOffice. Эти системы имеют наиболее дружелюбный пользовательский интерфейс при достаточно развитых возможностях.

С первого взгляда может показаться, что системы управления проектами имеют много общего с системами управления курсами, такие как Moodle, но это не так. Системы управления курсами предназначены в основном для управления контентом (т.е. содержимым курсов и заданий), с возможностью тестирования знаний, полученных на его основе [2]. Системы управления проектами также могут быть использованы для представления контента, но не только. В отличие от достаточно жесткого алгоритма работы систем управления курсами (представление контента — тестирование — анализ результатов тестирования), они позволяют гибко управлять процессом, используя возможности планирования и анализа, дают возможность самоорганизации обучаемых, не фокусируясь при этом на процессе тестирования, которое преподаватель осуществляет самостоятельно удобными ему способами.

4. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Автором данной статьи на протяжении около двух лет используется в учебном процессе система FengOffice. Студенты положительно отнеслись к предложению работать с данной системой и не изменили своего отношения за весь период использования системы, многие высказались за целесообразность распространения данного подхода на весь учебный процесс в университете.

Основные моменты, которые были положительно отмечены преподавателем и студентами:

- возможность отслеживать качество усвоения знаний и динамику успеваемости за счет предоставляемых системой средств, таких как настраиваемые отчеты, диаграмма Ганта и др.;

- возможность своевременно обнаруживать пробелы в знаниях и корректировать учебный процесс персонально для каждого студента путем внесения в него дополнительных материалов для изучения и самостоятельных заданий;

- возможность удобного дистанционного доступа к образовательным материалам, лабораторным работам, справочной литературе, ссылкам на ресурсы в сети Интернет;

- возможность назначать студентам индивидуальные задания, прикреплять к заданиям документы, контролировать сроки исполнения;

- возможность студентам создавать и работать над собственными подпроектами, например подпроектом курсовой работы;

- возможность студентам самим организовываться в рабочие группы и совместно работать над заданием, путем самостоятельного создания подпроекта, распределения в нем задач между собой и контроля хода их выполнения;

- улучшение обратной связи между студентами и преподавателем за счет удобной возможности задавать вопросы и получать ответы в удобное как для преподавателя, так и для студента время;

- экономия времени преподавателя и студентов за счет сокращения времени личных консультаций, что особенно удобно для преподавателей-совместителей и работающих студентов;

- возможность минимизировать оторванность студента от учебного процесса во время болезни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав опыт использования системы управления проектами, можно предположить, что за применением в образовательном процессе методологии управления проектами и соответствующих систем есть большое будущее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление проектами: Справочное пособие. — М.: Высшая школа, 2001.
2. Средства дистанционного обучения. Методика, технология. Инструментарий / С.В. Агапонов и др. — BHV, Санкт-Петербург, 2003.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МГУ

АННОТАЦИЯ

Система дистанционного обучения (СДО) факультета дополнительного образования (ФДО) МГУ — это комплексная организационная, информационная и коммуникационная система, созданная в рамках инновационной образовательной программы «Формирование системы инновационного образования в МГУ имени М.В. Ломоносова» и предназначенная для поддержки, обеспечения и управления образовательными процессами ФДО МГУ на базе современных компьютерных и коммуникационных технологий.

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель СДО ФДО МГУ — открыть весь спектр университетского знания через электронные библиотеки, учебники и курсы, аудио- и видеоматериалы.

СДО ФДО МГУ [1,2] является основным механизмом поддержки информационной среды дистанционного обучения (ИСДО) ФДО МГУ, которая создана как система, сочетающая в себе систему управления процессом обучения и систему управления учебным контентом. Таким образом, ИСДО ФДО МГУ занимает верхний наиболее сложный уровень в иерархии систем дистанционного обучения.

1. СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КУРСОВ

ИСДО ФДО МГУ базируется на современных методах разработки баз данных большого объема. Она позволяет оперативно и высокоэффективно управлять данными объемом до нескольких терабайт, а также поддерживать архивную информацию объемом до нескольких сотен терабайт [3].

Серверная часть СДО ФДО МГУ реализована в виде трехзвенной архитектуры с использованием технологии Java Enterprise Edition 2.

В качестве Центрального узла ИСДО ФДО МГУ выступает Web-сервер дистанционного обучения (двухузловой компьютерный кластер с подсистемой хранения данных до 0,5 терабайт информации) и сервер приложений и баз данных (трехузловой компьютерный кластер с подсистемой хранения данных до 1,5 терабайт информации). На сервере приложений и баз данных установлены сервер приложений Jboss Application Server 4.0 и система управления базами данных ORACLE 9i Enterprise Edition Real Application Clusters.

Для дополнительной страховки от потери информации организована система резервного копирования данных.

Такая архитектура обеспечивает гибкость построения приложения, безопасность данных, высокую масштабируемость и отказоустойчивость.

В качестве модели данных для образовательного контента был использован международный стандарт SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 2004 4th Edition version 1.1. СДО ФДО МГУ предоставляет возможность обмена данными в соответствии со спецификацией стандарта SCORM, что делает клиентские приложения открытыми для обмена данными с любыми системами, поддерживающими этот стандарт. Для оформления научных работ используется оригинальный язык, близкий к языку TeX.

Пользовательский интерфейс реализован на базе технологии Java Server Pages и Javasevlets, работающих под управлением Web-сервера Tomcat, также допускающего использование кластерной конфигурации. Пользовательский интерфейс реализован на базе тонкого Web клиента. Поддерживается вся линейка современных браузеров.

2. РАЗВИТИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ: ИНТЕРАКТИВНЫЕ ДИСТАНЦИОННЫЕ СЕМИНАРЫ

В рамках разработки комплекса дистанционного обучения разработана технологическая концепция использования интерактивных досок для проведения дистанционных семинаров [4].

Сегодня интерактивные доски есть во многих учебных заведениях России. Однако их использование не гарантирует инновационности и перехода на новый уровень обучения; зачастую эти устройства используются как обычные видео- или слайд-проекторы. Предлагаемая схема использования интерактивных досок в дистанционном обучении, как мы надеемся, частично восполнит этот пробел.

Дистанционное обучение развивается в направлении обеспечения более тесного взаимодействия преподавателей и слушателей. Для этого используются специальные программы голосового общения и организации видео-трансляций. Этого вполне достаточно для проведения онлайн-лекций: слушатели могут слышать и видеть преподавателя, могут задавать ему вопросы.

Однако для проведения семинарских занятий необходима не только голосовая, но и визуальная обратная связь, общее «пространство» доски должно быть доступно как преподавателю, так и слушателям.

Для проведения дистанционного семинара предлагается использовать два (или более) класса, оборудованных интерактивными досками. Специально разработанное программное обеспечение позволяет

передавать через сети открытого доступа (Интернет) в режиме конференции следующие виды информации:

– графическая информация, рукописный текст, рисунки, вводимые специальным маркером на интерактивную доску;

– текстовая информация, которая также вводится на интерактивную доску с помощью виртуальной клавиатуры;

– аудиоинформация — голос преподавателя и участников семинара, другие аудиоматериалы;

– видеоинформация — поточно-транслируемое видеоизображение аудитории преподавателя и аудиторий всех групп, участвующих в семинаре.

Для передачи информации используется централизованный сервер комплекса, который позволяет:

– проводить одновременно несколько семинаров;

– регистрировать и администрировать семинары, контингенты слушателей и преподавателей семинара;

– назначать и изменять права слушателей в процессе самого семинара.

Одним из основных требований к разрабатываемому программному комплексу является возможность работы с каналами низкой пропускной способности, чтобы сделать эту технологию доступной для максимально широкой аудитории.

Предложенная схема проведения дистанционных семинаров хорошо подходит для проведения семинаров между оборудованными классами (например, между вузом и его филиалом).

В случае отсутствия интерактивной доски в качестве замены можно использовать компьютер с сенсорным экраном. Ввод графической информации с использованием манипулятора «мышь» возможен, но слишком неудобен. Учитывая, что интерактивная доска позволяет проводить занятие для целой группы, а компьютеры с сенсорными экранами недостаточно распространены, использование интерактивных досок является предпочтительным.

Описанное решение позволяет полностью повторить схему проведения классического семинара, когда доска используется одновременно и преподавателем, и слушателями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время разрабатываемый программно-аппаратный комплекс проходит постоянную апробацию при проведении дистанционных учебных семинаров на ФДО МГУ [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Разработка** учебных курсов в системе дистанционного обучения МГУ. Стандарт SCORM / С.Т. Главацкий, Н.М. Адрианов, И.Г. Бурыкин и др. — М.: Изд-во МГУ, 2007. — 128 с.

2. **Автоматизированные** рабочие места (АРМ) системы дистанционного обучения МГУ / С.Т. Главацкий, Н.М. Адрианов, И.Г. Бурыкин и др. — М.: Изд-во МГУ, 2007. — 164 с.

3. **Информационная** среда дистанционного обучения факультета дополнительного образования МГУ: опыт использования и перспективы развития // Университеты и общество. Сотрудничество и развитие университетов в XXI веке: Материалы Третьей международной научно-практической конференции университетов «Университеты и общество. Сотрудничество и развитие университетов в XXI веке»: МГУ имени М.В.Ломоносова, 23—24 апреля 2010 г. / С.Т. Главацкий, Н.М. Адрианов, И.Г. Бурыкин и др. — М.: Издательство Московского университета, 2011. — С. 466—471.

4. **Интерактивные** технологии проведения дистанционных семинаров на факультете дополнительного образования МГУ // Информационная среда вуза XXI века: материалы V Международной науч.-практ. конф. (26-30 сентября 2011 года) / С.Т. Главацкий, Н.М. Адрианов, И.Г. Бурыкин и др. — Петрозаводск, 2011. — С. 55—57.

5. **Использование** современных информационных технологий для дистанционного обучения слушателей математическим дисциплинам // Современные проблемы математики, механики и их приложений. Материалы международной конференции, посвященной 70-летию ректора МГУ академика В.А. Садовниченко / А.В. Михалев, С.Т. Главацкий, Н.М. Адрианов и др. — М.: «Университетская книга», 2009. — С. 341—342.

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В МГСУ

АННОТАЦИЯ

Анализируется становление, современное состояние и особенности дистанционного обучения в МГСУ.

Компьютерные технологии рассматриваются как эффективное средство информационной поддержки студентов, обучающихся дистанционно.

Сформулированы основные направления развития дистанционного обучения по мере развития средств компьютерной поддержки.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших направлений инновационной образовательной программы МГСУ является внедрение технологий дистанционного обучения (ДО) в учебный процесс.

Анализ накопленного опыта в использовании данной формы обучения за рубежом и в России дает возможность сформулировать три основные причины огромного интереса к ней. Во-первых, существует потребность в достоверной информации. Во-вторых, технологии для удовлетворения этих потребностей имеются уже сейчас и в дальнейшем будут только совершенствоваться. И, в-третьих, все сферы деятельности рассматривают ДО как новый важный образовательный рынок и, следовательно, возможность деловой деятельности [2].

1. ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В МГСУ

Процесс внедрения дистанционного обучения в МГСУ начался в 2007 г. с отработки нового подхода к организации учебного процесса, к подготовке учебных материалов и изменения акцентов в преподавании. С этой целью был создан Учебный комплекс заочного, регионального и дистанционного образования (УКЗДО) МГСУ.

Начиная с 2009 г., на использование ДО перешли представительства МГСУ в городах Нижневартовске и Минеральные Воды. Однако в связи с низким уровнем технической оснащенности представительств и студентов и их нежеланием менять подход к обучению, к сожалению, в первый год было отчислено около половины обучающихся. В последующем студенты, набираемые с учетом новых условий организации учебного процесса, дистанционные технологии начали осваивать и через некоторое время вообще перестали ощущать связанный с этим дискомфорт.

Реорганизация УКЗДО в Институт заочного и среднего профессионального образования (ИЗСПО) в 2011 г. значительно расширила спектр образовательных услуг МГСУ и вывела систему обучения по заочной форме на качественно новый уровень. Сегодня в МГСУ можно получить не только первое и

второе высшее образование, но и дополнительное профессиональное образование с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ).

ИЗСПО МГСУ обеспечивает учебный процесс студентов из отдаленных регионов с помощью представительств в городах Нижневартовске, Минеральные Воды, Ногинске и региональных партнеров в Новороссийске, Смоленске, Сургуте, Владимире, Великом Новгороде, Краснодаре, Петрозаводске, Альметьевске, Новочебоксарске и, координируя через них учебный процесс и используя их техническое оснащение. Также заключаются договора с предприятиями на обучение сотрудников, например с ГУП МО «Мособлгаз». Географическое распределение студентов-заочников, обучающихся с использованием ДОТ, в регионах России и рост их числа за последние годы показаны на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Региональные представительства и партнеры МГСУ

График учебного процесса студентов, обучающихся дистанционно, составлен таким образом, что в течение года они должны проходить одну сессию дистанционно в обучающей системе и одну сессию — очно в университете. При этом итоговые аттестации по общегуманитарным дисциплинам, например философии, политологии и др., сдаются в виде дистанционного тестирования в семестре и на очную сессию не выносятся.

Организация учебного процесса студентов, проживающих в Москве и в регионах, имеет свои отличия. Студенты из Москвы обучаются самостоятельно на личных ПК с обязательным приездом в МГСУ два раза в год для сдачи очной сессии.

Студенты, получившие среднее техническое или среднее профессиональное образование, учатся по ускоренным учебным планам, изучая весь необходимый перечень дисциплин, без возможности сокращения сроков обучения. Срок обучения на базе среднего специального образования может быть сокращен.

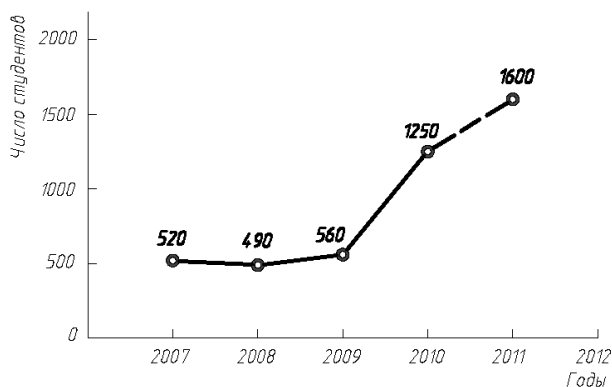


Рис. 2. Рост числа студентов МГСУ, обучающихся по заочной форме с использованием ДОТ

Студенты, получающие второе высшее образование, обучаются по индивидуальным учебным планам, составленным с учетом возможного перезачета дисциплин, изучаемых ранее при получении первого высшего образования. В случае переаттестации по отдельным дисциплинам возможно сокращение срока учебы.

В связи с переходом на новые образовательные стандарты студенты, обучаясь заочно с использованием ДОТ, могут получить первое и второе высшее образование по следующим направлениям подготовки бакалавров: «Экономика», «Строительство» с включением в его состав четырех профилей подготовки — «Промышленное и гражданское строительство», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Водоснабжение и водоотведение», «Экспертиза и управление недвижимостью», «Техносферная безопасность» и «Менеджмент».

Необходимо отметить, что дистанционная форма обучения не исключает очного общения. Поэтому помимо самостоятельной работы, студенты могут посещать очные установочные лекции и очные консультации. Для этого в университете проводятся очные занятия по выходным дням, а также используются короткие (одно-двухдневные) поездки тьюторов в представительства МГСУ в других городах, позволяющие собрать учащихся для групповой работы.

Имеется возможность организации видеосвязи с преподавателями университета — on-line проведение лекций, консультаций, сдачи зачетов и экзаменов. Это потребовало соответствующей подготовки преподавателей к такому виду работы. С этой целью были организованы курсы повышения квалификации преподавателей в МГСУ, а также стажировки преподавателей в ведущих вузах Германии [4].

Выбрав дистанционное обучение, студенты получают доступ к своей Интернет-странице, на которой размещены все необходимые учебные материалы и ресурсы.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

В МГСУ обучение по заочной форме с использованием ДОТ осуществляется с помощью учебного портала, созданного на базе системы e-Learning server, позволяющей организовать весь процесс обучения.

E-Learning server — система, позволяющая обеспечить весь цикл дистанционного обучения: регистрация учебных курсов; регистрация обучающихся и преподавателей, ведение их личных дел; создание и публикация упражнений и тестов, учебных материалов в различной форме; учет успеваемости в электронной ведомости успеваемости (для преподавателя) и в электронной зачетке (для обучающихся); формирование и ведение расписания, синхронизированного по времени между участниками учебного процесса; другие необходимые администраторские и пользовательские сервисы и свойства.

Процессом обучения на курсе управляет тьютор-координатор. Начало и прекращение курсов, а также назначения на него преподавателей-тьюторов по каждой дисциплине и обучающихся выполняются учебной администрацией, осуществляющей общее администрирование учебного процесса.

Учебные занятия на сервере оформляются в виде расписания выполнения практических, контрольных, лабораторных работ и курсовых проектов (работ) и проводятся преподавателем-тьютором по каждой дисциплине в отдельности.

Данный обучающий портал обладает рядом преимуществ по сравнению с другими существующими оболочками. Размещение в e-Learning server учебных материалов посредством использования промежуточных программ (e-autor) позволяет защитить авторские права университета, хотя и замедляет процесс подготовки дистанционного курса. Продуманный интерфейс e-Learning server существенно облегчает работу с программой, а использование определенных стандартов избавляет пользователя от необходимости тратить дополнительное время на его освоение (рис. 3).

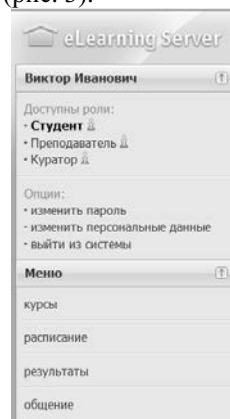


Рис. 3. Пример навигации обучающего портала e-Learning server

В основе дистанционных курсов (ДК), созданных в МГСУ, лежит контент, разработанный профессорско-преподавательским составом университета, который приложил значительные усилия для развития своей материально-технической базы, разработки методик электронного обучения.

При этом учитывались, с одной стороны, общедидактические принципы создания обучающих курсов [3]; существующие традиции в методике преподавания различных дисциплин; требования, диктуемые психологическими особенностями восприятия информации с экрана и в печатном виде; эргономические требования, а с другой, — возможности программных средств телекоммуникационной сети и современных информационных технологий.

Преимуществом используемой системы является то, что можно легко изменять содержание курса, размещенного на Web-сайте, вводить самые последние данные, корректировать курс по итогам обучения, оперативно отображать текущую успеваемость студентов и т.д.

Обязательными составляющими каждого ДК являются руководство по его изучению, в котором для каждого студента определены задачи и сроки их выполнения, а также навыки, приобретаемые в процессе обучения; конспект лекций; полный набор учебно-методических материалов для выполнения практических, лабораторных работ, а также курсовых проектов и работ; дополнительные материалы в виде мультимедийных презентаций для оказания помощи студентам в усвоении дисциплины. Сотрудники ИЗСПО авторский материал формируют, собирают в единый пакет и размещают на учебном портале.

Используемые компьютерные презентации можно разделить на следующие группы.

1) Видео презентации. Они представляют собой цифровое или оцифрованное видео с последующей обработкой в специальных редакторах: монтажа, наложения фильтров и спецэффектов. Подобные технологии, чаще всего, используются для записи лекций ведущих преподавателей университета, приветствий и напутствий обучающимся студентам, создания презентаций, посвященных деятельности кафедры или университета.

2) Power Point презентации. Разработаны для оказания помощи студентам в выполнении всех домашних заданий и содержат текстовые материалы, фотографии, рисунки, лекторское сопровождение, анимацию, трехмерную графику, а также примеры выполнения контрольных работ.

3) Интерактивные презентации. Созданные на базе таких технологий, как Flash, XML и др., представляют собой интерактивные фильмы, которые за короткое время позволяют максимально эффективно донести до обучаемых алгоритмы решения различных задач, а также выполнить интерактивные лабораторные работы (рис. 4). Flash-мультимедиа позволяет делать очень наглядным графическое решение задач в динамике со звуковым сопровождением. Они предполагают взаимодействие с ауди-

торией и предоставляют наибольшую свободу в выборе средств передачи информации.

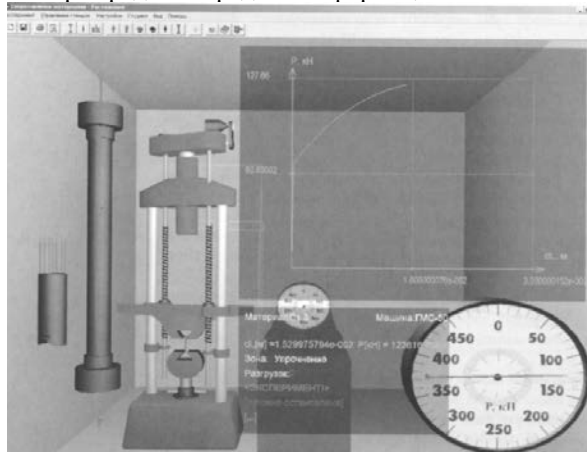


Рис. 4. Виртуальная лабораторная работа

Мультимедиа-технологии уже доказали свою эффективность в изучении дисциплин [1]. Использование разнообразных выразительных средств для отображения учебной информации в сочетании с интерактивностью, мультимедиа обеспечивает качественно новый уровень обучения, повышает эффективность и мотивацию обучения.

Возможность многократно по мере необходимости возвращаться к тем или иным этапам решения задач или темам теоретического материала, которые вызвали затруднение, способствует лучшему усвоению материала.

Дистанционное обучение предполагает большую долю самостоятельной работы, однако в отличие от классической заочной формы оно проходит под постоянным контролем курирующего преподавателя — тьютора, общение с которым также происходит дистанционно через обучающий портал. Кроме того, студенты имеют возможность общаться друг с другом и постоянно получать техническую поддержку от сотрудников ИЗСПО МГСУ.

Качество дистанционного, как и очного обучения, определяется в первую очередь умениями и навыками студентов по выбранной специальности. Практическое использование полученных ими знаний реализуется в таких индивидуальных формах обучения, как контрольные и расчетно-графические работы, рефераты, курсовые и дипломные работы и проекты и т.п.

Весьма перспективным направлением системы контроля знаний обучаемых по сравнению с традиционной формой является интернет-тестирование студентов, так как сводит субъективизм оценки к нулю и делает систему контроля прозрачной как для администрации, так и для студентов и преподавателей.

Однако одной из главных проблем контроля знаний при дистанционном обучении является идентификация тестируемого, так как сложно определить, действительно ли обучаемый сам правильно ответил на все вопросы или ему кто-то помогал. Отчасти эта проблема решается установкой видеокамер на стороне обучаемого и соответствующего программного обеспечения.

Разработанные в МГСУ дистанционные курсы, дополненные виртуальными интерактивными лабораторными работами, мультимедийными материалами, не просто повышают информативность дидактического материала, но и увеличивают мотивацию учащихся, облегчают понимание, усвоение сложных тем и вопросов [1, 5].

3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В МГСУ

Дистанционное обучение в МГСУ продолжает развиваться по мере развития Интернет-технологий и совершенствования методов обучения. Основными направлениями его развития являются:

- создание новых представительств МГСУ в России и за ее пределами;
- расширение номенклатуры предлагаемых специальностей и профилей подготовки специалистов;
- развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры в университете;
- повышение компьютерной грамотности преподавательских кадров и обучаемых, приобретение опыта ДО;
- повышение квалификации разработчиков мультимедийных курсов. Привлечение для решения этой задачи помимо преподавателей дизайнеров, программистов и т.д.;
- обеспечение максимальной интерактивности электронных курсов ДО. Необходимо стремиться к достижению имитации реального общения студентов с преподавателями;
- обеспечение многообразия контрольных и тестовых заданий;
- внедрение элементов ДО на дневной и вечерней формах обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье затронуты лишь некоторые вопросы, связанные с обучением студентов с использованием ди-

станционных технологий в системе eLearning Server. Постоянное изучение передового опыта, поиск новых методов и путей интенсификации учебно-воспитательного процесса позволят существенно повысить качество обучения и подготовки специалистов из числа студентов, обучающихся дистанционно.

Использование мультимедийных презентаций в дистанционном обучении является перспективным дидактическим средством, позволяющим изменить характер учебно-познавательной деятельности студентов, активизировать их самостоятельную работу с различными электронными учебно-методическими комплексами, что может значительно повысить эффективность учебного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Барабанова О.В., Тельной В.И.** Развитие познавательной активности студентов с использованием мультимедийных презентаций // Вестник МГСУ. 2011. № 4. С. 345—349.
2. **Полежаев Ю.О., Тельной В.И.** Дистанционное обучение: реальность и возможности совершенствования: Сборник научных трудов «Инженерная геометрография — исследования и разработки. Методические, учебно-методические и практические приложения». — М.: МГСУ, 2006. — С. 19—22.
3. **Полежаев Ю.О., Тельной В.И.** Методика изучения дисциплины «Начертательная геометрия» // Вестник МГСУ, 2007. № 1. — С. 82—83.
4. **Тельной В.И.** Дистанционное обучение в Германии: Сборник научных трудов «Инженерная геометрография — исследования и разработки». — М.: МГСУ, 2011. — С. 31—32.
5. **Тельной В.И.** Использование мультимедийных презентаций при чтении лекций по начертательной геометрии // Труды седьмой Всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции «Фундаментальные науки в современном строительстве». — М.: МГСУ, 2010. — С. 84—88.

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ГУМАНИТАРНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: РЕАЛЬНО ЛИ ЭТО?

АННОТАЦИЯ

Анализируются принципы и содержание дистанционных технологий в преподавании гуманитарных дисциплин.

Рассматривается содержание дистанционного обучения по блоку гуманитарных курсов в МЭИ. Показывается специфика дистанционных технологий в гуманитарной сфере.

ВВЕДЕНИЕ

Ни для кого не секрет, что большинство студентов технических вузов относится к гуманитарным дисциплинам по принципу «сдал и забыл». Это обусловлено и снижением общекультурного уровня студентов, и постоянно возрастающим объемом «профильных знаний», и прагматичностью сегодняшней жизни, необходимостью совмещения учебы и работы, а также целым рядом других причин. В этих условиях повышение итогового качества гуманитарного образования и уровня остаточных знаний студентов возможно только за счет использования коммуникативных каналов, которые наиболее привычны и близки студенческой аудитории. Такие каналы коммуникаций основываются на современных информационных технологиях, одной из форм реализации таких коммуникационных стратегий является дистанционное обучение.

1. ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ГУМАНИТАРНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дистанционное обучение гуманитарным дисциплинам в технических вузах имеет целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными аудиторными курсами.

Свободный график — студент имеет возможность заняться непрофильной дисциплиной в удобное для него время. Таким образом, гуманитарное образование не входит в конфликт с основными мотивациями студента. Вместо отторжения появляется альтернатива.

Индивидуализированное общение с преподавателем — студент, пользуясь электронной почтой, может задавать вопросы и получать на них ответы. Преподаватель, анализируя ответы студента на контрольные задания, может корректировать его индивидуальную программу обучения.

Личностно ориентированная программа обучения заключается в том, что в рамках разработанного курса преподаватель имеет возможность обращать внимание студента на ту или иную, интересную именно для него, дополнительную информацию, выходящую за рамки стандартного курса. Эта информация находится в электронной версии материала, с которой работает студент-дистанционник.

Структура доступа к информационным массивам — современные информационные технологии позволяют совместить последовательное изложение материала, обязательное в лекционной практике, с возможностью «проникновения вглубь» в интересующих студента моментах. Информационный массив приобретает еще одно измерение, что дает студенту дополнительные возможности для самообразования и углубления знаний.

Основным коммуникационным каналом для современного молодого человека является Интернет, с помощью которого он погружается в привычную информационную среду и черпает основной объем информации. Таким образом, необязательная, с его точки зрения, гуманитарная дисциплина, становится для него естественной составляющей повседневной жизни.

2. ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В МЭИ

Дистанционное обучение в России имеет довольно долгую историю. Датой его начала можно считать 30 мая 1997 года, когда вышел приказ №1050 Минобразования России, позволяющий проводить эксперимент дистанционного обучения в сфере образования.

В МЭИ дистанционное обучение как дополнительная форма образования применяется в учебном процессе с сентября 2005 года. Преподаватели, ведущие занятия по этой форме, прошли повышение квалификации в системе ФПК МЭИ [1].

Неотъемлемой частью учебного процесса являются электронные образовательные ресурсы (ЭОР), подготовленные преподавателями и сотрудниками МЭИ. Кафедра истории и культурологии МЭИ активно внедряет в учебный процесс новые информационные технологии и ведет дистанционное обучение студентов по следующим дисциплинам:

- «Отечественная история»;
- «Культурология»;
- «Основы гуманитарных знаний. Введение в историю мировых цивилизаций».

За период 2005—2011 гг. более 900 студентов изучали эти дисциплины дистанционно.

Необходимой учебной и методической базой для участия кафедры в дистанционном обучении студентов стало создание программных средств учебного назначения (ПСУН):

- Мультимедиа-курс «Древние культуры»;
- Мультимедиа-курс «Мир Средневековья: духовные истоки и культурные традиции»;
- Мультимедиа-курс «Отечественная история».

Единым учебно-методическим блоком, который активно используется для проведения аудиторных занятий, для самостоятельной работы студентов, а

также в системе дистанционного обучения, является электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по гуманитарным дисциплинам, созданный преподавателями кафедры истории и культурологи.

ЭУМК по учебной дисциплине «Отечественная история» состоит из презентаций 27 лекций, электронного варианта 18 практических занятий, тестов для промежуточного и итогового контроля, методических указаний.

ЭУМК «Основы гуманитарных знаний. Введение в историю мировых цивилизаций» состоит из презентаций 18 лекций, электронного варианта 16 практических занятий, тестов для промежуточного и итогового контроля и методических указаний.

ЭУМК по учебной дисциплине «Культурология» состоит из презентаций 9 лекций, тематики семинарских занятий, творческих заданий и рефератов.[2]

Компьютерные технологии являются неотъемлемым компонентом современного образовательного процесса, они позволяют обеспечить высокое качество обучения и более объективно оценить знания студентов.

Процесс дистанционного обучения строится на самостоятельной информационно-коммуникационной познавательной деятельности студента в результате интерактивного взаимодействия с преподавателем. Изучаемая дисциплина разбивается на темы (модули). После изучения каждой темы студент получает по электронной почте от преподавателя вопросы и высылает ответы. Преподаватель высказывает свои замечания и ставит оценку за письменную работу. После этого студент выполняет Интернет-тестирование в режиме он-лайн в системе «Прометей». Студенты, успешно выполнившие все письменные работы и тесты, после беседы с преподавателем получают зачет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения предусматривают значительное сокращение лекционных часов и увеличение доли самостоятельной работы студентов. Следовательно, внедрение активных форм учебных занятий, основанных на компьютерных технологиях, а также развитие системы дистанционного обучения является настоятельной жизненной потребностью высшей школы.

Следующим шагом в развитии системы дистанционного обучения гуманитарным дисциплинам должна стать его общедоступность — не надо, например, забывать о школе, которая во многом формирует мировоззрение всех граждан нашей страны, а не только будущих студентов, и которой остро не хватает качественного образовательного продукта. Давайте сделаем так, что разработки наших специалистов выйдут за пределы конкретного вуза. Их опыт и знания должны быть доступны любой школе.

И еще одно направление развития. Уже сейчас имеются технические возможности «совмещения» лекционного и дистанционного образования. Речь идет о видеоконференциях. Пройдет несколько лет, и встроенная в ноутбук видеокамера станет обычным делом. Тогда дистанционно обучающиеся студенты получат возможность не только «вживую» общаться со своим преподавателем, но и участвовать в виртуальных семинарах.

Таким образом, традиционные и дистанционные методы обучения перестанут быть альтернативой, а уже в самое ближайшее время станут неотъемлемой частью современного высшего образования.

Развитие современной цивилизации все острее ставит вопрос о необходимости формирования у молодых людей принципиально новой картины мировосприятия, основанной на синтезе естественнонаучного и гуманитарного способов познания. Только таким образом воспитанное и обученное молодое поколение сможет преодолеть все кризисы процесса развития постиндустриальной цивилизации.

В этом смысле внедрение и развитие информационных технологий в гуманитарное образование является первым шагом на пути решения этой глобальной проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидинова Л.Н. Дистанционное обучение в преподавании гуманитарных дисциплин для студентов МЭИ(ТУ): состояние и перспективы // Современные образовательные технологии и их использование в системе гуманитарной подготовки инженеров: Материалы II Всероссийской научно-методической конференции (2—3 декабря 2010 г.). — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — С. 119-121.

2. Смирнова М.И. Гуманитарная составляющая новых образовательных стандартов и информационные технологии // Вестник МЭИ. 2010. №4. С. 86—92.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрен опыт создания, использования и адаптации к новым стандартам образования междисциплинарной автоматизированной системы обучения для подготовки химиков-технологов.

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии в образовании относятся к важнейшим компонентам современных образовательных систем всех ступеней и уровней подготовки специалистов и реализуемых в них образовательных процессов.

Внедрение информационных технологий в процесс подготовки специалистов различных форм обучения в системе дистанционного обучения должно осуществляться в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) по направлениям и специальностям подготовки специалистов, бакалавров, магистров как при изучении отдельных дисциплин, так и с позиций междисциплинарного подхода.

По этим причинам актуальным является разработка междисциплинарной автоматизированной системы обучения (АСО) для подготовки химиков-технологов в соответствии с требованиями ФГОС.

Разрабатываемая информационно-образовательная среда должна быть открытой для различных групп специалистов, организовывать подготовку по направлениям и профилям (или специальностям), но с другой стороны, она должна иметь специализированную направленность (естественнонаучная подготовка, технологическая подготовка, подготовка в области промышленной и экологической безопасности).

1. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ АСО ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ХИМИКОВ- ТЕХНОЛОГОВ

В Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева) на кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии (КИС ХТ) на протяжении 8 лет ведутся работы по разработке и внедрению в учебный процесс междисциплинарной АСО. Первоначально был разработан статический веб-сайт — автоматизированный лабораторный комплекс для организации выполнения лабораторных работ в режиме дистанционного обучения [1]. По мере развития комплекса и одновременного с этим совершенствования системы подготовки специалистов стала очевидна необходимость расширения его функциональных возможностей. В настоя-

щее время первоначально разработанный автоматизированный лабораторный комплекс трансформировался в междисциплинарную АСО [2] на основе информационных и интернет-технологий для подготовки специалистов различных направлений, специальностей и форм обучения.

Междисциплинарная АСО представляет собой полнофункциональный комплекс информационно-образовательных, информационно-методических и учебно-исследовательских ресурсов, необходимых для изучения широкого круга общепрофессиональных и специальных дисциплин в процессе подготовки химиков-технологов с использованием систем удаленного доступа [3].

Междисциплинарная АСО для подготовки химиков-технологов на основе компьютерных и сетевых технологий обучения представляет собой единую информационно-образовательную среду, состоящую из предметно и информационно взаимосвязанных между собой дисциплин по направлениям и специальностям подготовки дипломированных специалистов, бакалавров и магистров [4].

Важным аспектом в разрабатываемой АСО является возможность гибкого планирования процесса обучения. Также немаловажно чтобы создаваемая междисциплинарная АСО соответствовала следующим требованиям:

- обладала способностью адаптироваться к изменяющимся требованиям ФГОС;
- была реализована на базе методов искусственного интеллекта;
- являлась общедоступной в режиме удаленного доступа, включала интегрированные банки тестовых заданий, а также использовала активные методы обучения и новые средства обучения (например, видеоуроки).

2. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ АСО

Функциональная структура междисциплинарной АСО включает следующие виды ресурсов, необходимые для изучения каждой дисциплины:

- информационно-образовательные ресурсы;
- учебно-исследовательские ресурсы;
- информационно-методические ресурсы.

Информационно-образовательные ресурсы системы включают: электронные учебные пособия, компьютерные тексты лекций и семинаров, базы данных и базы знаний предметной области, внешние информационные ресурсы, организованные в виде гиперссылок на ресурсы сети Интернет, и электронные библиотеки. Учебно-исследователь-

ские ресурсы включают: автоматизированные системы компьютерного моделирования и пакеты прикладных программ; учебно-исследовательские автоматизированные системы научных исследований; виртуальные лабораторные практикумы; информационные системы и другие.

Информационно-методические ресурсы системы представляют собой учебно-методические комплексы материалов по дисциплинам (программы курсов, учебно-методические рекомендации по выполнению лабораторных практикумов), необходимые для организации процесса обучения и контроля знаний, а также учебно-методические комплексы материалов по процессам (государственному экзамену, дипломному проектированию и другие).

Междисциплинарная АСО предназначена для обучения и удаленной проверки знаний обучающихся. На сайте системы [2] представлены перечни дисциплин, изучаемых на кафедре КИС ХТ. Представлены информационные ресурсы по следующим дисциплинам: «Системы управления химико-технологическими процессами», «Автоматизированное проектирование систем многосвязного и прямого цифрового управления гибкими химико-технологическими системами», «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств», «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств», «Компьютерные системы проектирования гибких химических производств», «Программно-технические аудиовизуальные средства обучения», «Использование принципов искусственного интеллекта и экспертных систем в управлении гибкими химическими производствами». По перечисленным курсам в настоящее время реализованы более 50 лекций, около 20 описаний лабораторных практикумов, подготовлены банки тестовых заданий по четырем дисциплинам и два междисциплинарных (проблемных) банка тестовых заданий. По каждой дисциплине также представлены программа курса, рабочий план, перечень лабораторных работ и заданий к ним, учебные пособия по курсу, словарь по курсу, библиографический список и тесты для самоконтроля и итогового контроля знаний.

В целом структура междисциплинарной АСО является открытой, гибкой, модульной. Она предусматривает возможность расширения как функциональных возможностей, так и информационного наполнения. Эти качества системы позволяют быстро и эффективно реализовать гибкую перенастройку и адаптацию реализованных в ней различных видов информационно-образовательных, учебно-исследовательских и информационно-методических ресурсов в зависимости от требований подготовки специалистов по различным направлениям, специальностям и программам.

В настоящее время разработан раздел «Дополнительное образование», в целях реализации специализированной образовательной программы для подготовки специалистов предприятий и организаций по использованию интеллектуальных систем

управления безопасностью химически опасных объектов.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ

Информационное взаимодействие пользователей, обучающихся в единой информационно-образовательной среде междисциплинарной АСО, обеспечивается путем взаимодействия через единый интерфейс, построенный на основе интеграции двух технологий:

- системы управления информационными ресурсами открытого доступа на основе технологии **CMS** (Content Management System — система управления контентом) **MediaWiki 1.5+** ;

- системы управления обучением **LMS** (Learning Management System — система управления обучением в дистанционном режиме) **Moodle 1.6+** (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment — модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда).

В рамках междисциплинарной АСО — CMS MediaWiki1.5+ играет центральную роль. В ней размещаются компьютерные конспекты лекций, описания лабораторных работ, гиперссылки на информационные материалы, публикуются методические материалы. LMS Moodle 1.6+ используется для подготовки информационно-образовательных ресурсов учебного и методического характера, организации интерактивных методик самоконтроля и тестирования знаний, организации и проведения практических занятий и самостоятельной работы в режиме дистанционного обучения.

Исследования по интеграции информационно-образовательных ресурсов междисциплинарной АСО проводились по двум направлениям. Первое — по разработке единого банка тестовых заданий, реализованного в среде дистанционного обучения Moodle, и использования данного банка как для проверки знаний по отдельным дисциплинам, так и для самоконтроля и промежуточного контроля знаний по отдельным проблемам определенной тематической направленности в рамках междисциплинарной АСО. Второе — на уровне программно-технических средств для реализации ресурсов и форматов представления данных в системе.

При разработке и реализации банков тестовых заданий по различным дисциплинам междисциплинарной АСО в среде дистанционного обучения Moodle первоначально предполагалось относительно независимое создание банков заданий по отдельным дисциплинам и использование их только для самоконтроля, тестирования (промежуточного контроля) и итогового контроля знаний по данной дисциплине.

В процессе создания подсистемы контроля знаний на примере нескольких курсов в междисциплинарной АСО была выявлена необходимость «снятия» некоторых ограничений по доступу студентов к системе. И студентам, наряду с возможностью доступа к вопросам для самоконтроля знаний, была предоставлена возможность доступа к тестам, пред-

назначенным для промежуточного контроля знаний по другим дисциплинам. Это позволило обучаемым и преподавателю проверять остаточные знания по ранее изученным дисциплинам, а также использовать тесты промежуточного контроля при подготовке по отдельным вопросам и разделам изученных курсов к защите курсовых и дипломных работ. Указанный подход делает систему контроля знаний междисциплинарной АСО более открытой и адаптируемой к изменяющимся требованиям подготовки специалистов.

Жесткие требования к ограничению доступа представляются только к итоговому контролю знаний. В этом случае предусмотрена «привязка» к конкретному курсу и ограничение возможности сдачи теста студентами — один раз в установленные сроки.

Реализации указанных выше требований способствовало создание единого банка тестовых заданий междисциплинарной АСО в среде дистанционного обучения Moodle посредством установления их принадлежности тому или иному курсу, разбиению на тематические категории по нескольким разделам курса и различным настройкам, реализуемым в тестах для самоконтроля, промежуточного контроля и итогового контроля знаний. Причем тесты для итогового контроля знаний по курсу предложено формировать на основе банка вопросов по данному курсу с использованием методики, разработанной авторами [5]. Кроме того, создание единого банка вопросов в междисциплинарной АСО, позволило включать отдельные вопросы из одних курсов в тесты промежуточного контроля по другим курсам.

Таким образом, реализован переход от дисциплинарной ориентации ресурсов для тестирования и контроля знаний к проблемной, например, в области экологической или химической безопасности.

4. БАНКИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ АСО

В междисциплинарной АСО в среде дистанционного обучения Moodle разработан единый банк тестовых заданий по курсам: «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств», «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств», «Химическая и биологическая безопасность», который может использоваться вариативно в зависимости от целей контроля знаний.

В процессе создания банков тестовых заданий было проведено их распределение по категориям.

По курсу «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств» подготовлен банк тестовых заданий, включающий 130 вопросов различной сложности, содержащий вопросы по шести категориям курса, в которых тематически объединены несколько разделов курса. На основании данного банка вопросов сформированы 13 тестов по разделам курса, 2 комбинированных теста по нескольким разделам курса и тест итогового контроля знаний по курсу, формируемый случайным образом из единого банка заданий.

В курсе «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств» выделены пять категорий: общие понятия и определения в области экологически чистых производств; экологическая экспертиза; контроль и управление качеством атмосферного воздуха; моделирование процессов загрязнения; анализ и оценка риска.

Причем последняя категория, наряду с данным курсом, используется также в курсе «Химическая и биологическая безопасность», предназначенном для подготовки специалистов, повышения квалификации и переподготовки кадров по вопросам химической безопасности, в котором, в свою очередь, подготовлены 43 вопроса, разбитые на пять категорий.

- Анализ и оценка риска для здоровья и риска при обращении с потенциально опасными веществами и материалами (11 вопросов).

- Химическая опасность: показатели опасности, классификация опасностей химической продукции (9 вопросов).

- Паспорта безопасности химической продукции (8 вопросов).

- Гигиенические нормативы (9 вопросов).

- Токсаметрические показатели (8 вопросов).

На основе разработанного банка тестовых заданий были сформированы 8 тестов промежуточного контроля знаний по курсу «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств». В каждый тест промежуточного контроля включены по 7 вопросов из различных категорий курса и различных форм представления: на множественный выбор, на соответствие, в форме «эссе»; вопрос с ответом «да»/«нет». Вопросы в форме «эссе» предполагают ответ студента в произвольной текстовой форме. Правильность и полноту ответа на данный вопрос преподаватель оценивает вручную.

Сформировано 5 тестов для самоконтроля знаний по проблемам химической безопасности (в отдельности для каждой из категорий) и 4 теста промежуточного контроля с общим количеством вопросов равным десяти в каждом из тестов, содержащие по два вопроса различных типов из каждой категории.

В результате апробации в учебном процессе разработанного банка тестовых заданий по курсу «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств» проведен анализ достаточности банка тестовых вопросов по данному курсу и в результате выявлена его недостаточность, поэтому в 2011 г. банк тестовых заданий по данному курсу был расширен и теперь включает более 50 заданий, что позволяет исключить дублирование вопросов в тестах итогового контроля.

Разработан банк тестовых заданий по курсу «Компьютерные системы проектирования гибких химических производств». Он состоит из 6 разделов: общие вопросы проектирования химических производств; компьютерные системы проектирования химических производств; проектирование с учетом требований промышленной безопасности; вопросы надежности технических систем при проектировании

химических производств; принятие решений при проектировании химических производств. Каждый раздел содержит от 10 до 30 вопросов.

Апробация двух последних банков тестовых заданий планируется в 2011/2012 учебном году. В рамках реализации специализированной образовательной программы повышения квалификации специалистов промышленных предприятий и организаций г. Москвы по использованию интеллектуальных систем управления безопасностью химически опасных объектов (ХОО) для самоконтроля и тестирования знаний подготовлен и размещен на выделенном сервере [2] в разделе «Дополнительное образование» единый банк тестовых заданий.

Банк включает тестовые задания различных типов: выбор правильного одного или нескольких признаков, на сопоставление с одинаковым множеством признаков вопрос/ответ и с отличающимися, на классификацию по одному или группе признаков. Вопросы тематически распределены на следующие категории:

- общие вопросы управления безопасностью (13 вопросов);
- интеллектуальные системы управления безопасностью химически опасных объектов (27 вопросов);
- модели управления безопасностью (23 вопроса).

Система функционирует в следующих режимах: самоконтроль, промежуточный контроль и итоговый контроль знаний. Для этого произведены соответствующие настройки по времени и ограничения в числе попыток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в работе рассмотрены вопросы создания информационно-образовательных, учебно-исследовательских и информационно-методических ресурсов междисциплинарной АСО на основе сетевых технологий и представлен учебно-методический опыт использования разработанных ресурсов для подготовки химиков-технологов и повышения квалификации специалистов в системе очного и заочно-дистанционного обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматизированный** лабораторный комплекс для подготовки химиков-технологов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cisserver.muotr.edu.ru/alk> — загл. с экрана. Дата обращения: 28.11. 2011 г.
2. **Междисциплинарная** автоматизированная система обучения для подготовки химиков-технологов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cisserver.muotr.edu.ru/alkmw> — загл. с экрана. Дата обращения: 28.11.2011 г.
3. **Автоматизированный** лабораторный комплекс. [Электронный ресурс]: Режим доступа - <http://cisserver.muotr.ru/alkmoodle> — загл. с экрана. Дата обращения: 28.11.2011 г.
4. **Разработка** автоматизированных лабораторных комплексов: учеб. пособие / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, С.П. Дударов и др.; под общ. ред. проф. А.Ф. Егорова. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006. — 176 с.
5. **Савицкая Т.В., Егоров А.Ф., Железов К.С.** Методический подход к созданию подсистем тестирования и контроля знаний в модульной объектно-ориентированной среде дистанционного обучения Moodle // Сб. материалов Двенадцатой межвузовской учебно-методической конференции «Актуальные проблемы химико-технологического образования». — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. — С. 63—65.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

На основе анализа современных проблем в подготовке инженеров и развития ИКТ сделан вывод о необходимости и возможности использовать ИКТ для усиления интеллекта учащихся и экономии учебного времени. Практической реализацией этого тезиса является созданный авторами математический сервер, обеспечивающий мобильный доступ к компьютеру при проведении занятий в обычной аудитории и самостоятельной работе студентов. Изложены методические основы и педагогические перспективы применения математического сервера на разных этапах модернизации обучения.

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы в инженерном образовании накопились настолько серьезные проблемы, что можно говорить о его глубоком кризисе. С одной стороны, период технологического обновления становится сравнимым со временем обучения в вузе. Это означает, что студентам необходима глубокая и всесторонняя подготовка в области математики и естественных наук, позволяющая им в будущем создавать и внедрять технологии, сама основа которых может быть неизвестна во время обучения.

С другой стороны, углубляется разрыв между уровнем математических и естественнонаучных знаний выпускников школ и требованиями, обусловленными целями высшего образования. К сожалению, подготовительные курсы, репетиторство и т.п. не способствуют сокращению этого разрыва. Идя на поводу у учащихся и их родителей, они, как и школьные учителя, занимаются формальной подготовкой к сдаче ЕГЭ, а не обучению математике и естественным наукам. Для решения этой проблемы вузам приходится уделять часть учебного времени повторению школьной программы. В условиях перманентного сокращения количества аудиторных часов, отводимых на изучение базовых дисциплин, попытки преподавателей вузов улучшить знания, с которыми студенты пришли из школы, приводят к недопустимому сокращению времени, отводимого на изучение вузовских дисциплин. В таких условиях необходимо добиваться увеличения часов для изучения базовых дисциплин и повышения эффективности использования имеющегося учебного времени. В докладе речь пойдет о том, как повышать эффективность использования учебного времени.

1. КОМПЬЮТЕР КАК СРЕДСТВО УСИЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТА

В основе наших рассуждений лежит тот факт, что современная интеллектуальная деятельность является человеко-машинной. Ее результаты опре-

деляются не только интеллектом человека, но и тем, как он использовал компьютер. Более того, Дуглас Энгельбарт (автор или соавтор почти всех понятий, концепций и устройств, которые мы теперь используем при работе с компьютерами) выявил феномен усиления интеллекта с помощью компьютера. Поэтому повышение эффективности использования учебного времени может достигаться двумя способами. Во-первых, за счет исключения из образовательного процесса всего рутинного, всего того, что компьютер делает лучше человека. Во-вторых, за счет улучшения способностей учащихся воспринимать учебный материал, достигаемого усилением их интеллекта.

В исследованиях Дугласа Энгельбарта и его коллег установлено, что компьютер усиливает способности человека при условии, что он используется для непосредственной и всегда доступной помощи. Но как это обеспечить? Во времена Энгельбарта это было неразрешимой технической задачей. Не осознав это, вузы напрасно потратили много средств и сил на создание дисплейных классов. Для массового образования они непригодны, поскольку для всех студентов их всегда будет недостаточно, проводить в них занятия неудобно, состояние программного обеспечения не может поддерживаться на надлежащем уровне из-за низкой квалификации и неадекватной мотивации обслуживающего персонала. В пределах учебного расписания компьютеры в дисплейных классах не удастся использовать даже для проведения контрольных работ.

Важнейшим недостатком дисплейных классов является то, что они разрушают единство информационной среды, поскольку компьютеры в дисплейных классах и компьютеры студентов имеют разное программное обеспечение. Не удастся организовать учебный процесс так, чтобы программное обеспечение персонального компьютера студента строилось «по кирпичику» в течение всего обучения в вузе.

Правильный путь использования компьютеров выявился, когда появились мобильные устройства с постоянным доступом к Интернету по каналам сотовой связи и WiFi. Пришло время разрабатывать новые методы обучения и контроля с использованием этих устройств, переходить на обучение тандемов «студент + компьютер» и формировать единую научно-образовательную информационную среду (ЕОНИС) [1, 2]. Вместо этого педагогическое сообщество взялось бороться с мобильными телефонами и близко к тому, чтобы добиться запрета использовать их в школах и вузах.

Во все времена были попытки бороться со средствами, усиливающими интеллект. В древности были люди, доказывавшие, что умение писать способствует ослаблению памяти, и поэтому грамотными могут быть лишь немногие избранные. На исходе Средневековья пытались противостоять книгопечатанию — в школах и университетах книга должна была быть только у преподавателя, ибо лишь он может владеть истинным знанием. В прошлом веке в школах боролись сначала с калькуляторами, затем с компьютерами. Теперь в школах и вузах борются с мобильными телефонами. Во всех случаях эта борьба, прикрываемая заботой об учащихся (о развитии их памяти, умении вычислять и т.п.), направлена на сохранение и упрочение интеллектуального неравенства. И хотя эта борьба всегда обречена на неудачу, противники прогресса обеспечивают своей стране многолетнее отставание.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ СЕРВЕР МЭИ

Чтобы предоставить студентам возможность пользоваться непосредственной и всегда доступной помощью компьютеров, в 2008 г. по договору с МЭИ мы создали информационную систему, состоящую из математического сервера (МС МЭИ), размещенного на мощном компьютере МЭИ, и мобильных телефонов, имеющих у преподавателей и студентов. Эти мобильные телефоны являются клиентами для сервера. С них на сервер отправляются команды — запросы информации, необходимой для решения математических задач. Сервер производит запрошенную информацию и отправляет ее на мобильный телефон, с которого поступил запрос. Клиентом сервера может быть не только мобильный телефон, но и карманный персональный компьютер или ноутбук. Таким образом обеспечивается единство информационной среды: дома — настольный компьютер, связанный с сервером, вне дома — мобильное устройство, связанное с сервером и настольным компьютером. Доступ к услугам математического сервера в настоящее время происходит по каналам сотовой связи, WiFi и Интернета. Важно, что сервер присылает информацию в такой форме, что ее удобно воспринимать с экрана мобильного телефона. Ее можно выводить и на большой экран.

Математический сервер МЭИ состоит из следующих четырех компонентов:

- 1) файлы в формате HTML, с помощью которых формируются запросы к МС МЭИ;
- 2) сервер HTTP;
- 3) интеллектуальное ядро, выполняющее все команды пользователей;
- 4) CGI — совокупность программ, исполняемых сервером и обеспечивающих преобразование информации, поступающей от клиентов, в информацию, обрабатываемую интеллектуальным ядром, и обратно.

Такую систему нельзя построить на основе MathCAD Calculation Server или MatLab Web Server. MathCAD Calculation Server возвращает ответы в виде графических объектов. Поэтому ее нельзя пре-

образовывать для дальнейших операций, а это часто бывает нужно в обучении. MatLab Web Server возвращает ответы в редактируемом формате, но совершает математические ошибки в самых простых случаях.

В МС МЭИ используется сервер Apache версии 2.0. Интеллектуальным ядром МС МЭИ служит пакет Maxima версии 5.13.0. Взаимодействие с ним осуществляется через интерфейс командной строки. CGI реализован в виде сценариев, исполняемых интерпретатором ActivePerl собрания ActiveState Corporation и комплексом графического представления математических формул. Этот комплекс включает программу Mxm2TeX, конвертирующую формулы из формата, принятого в пакете Maxima, в формат TEX и программу MimeTeX (© 2002—2005, John Forkosh Associates, Inc.), преобразующую формулы в формате TEX в графические файлы.

Все программные продукты, используемые в МС МЭИ, свободно распространяются вместе с кодами. Поэтому их можно совершенствовать, например, в ходе курсовых работ наших студентов.

Взаимодействие с МС МЭИ начинается со страницы twt2.mpei.ac.ru/acdmXXI/index.htm. Через нее можно запросить нужный бланк заданий серверу. Бланк содержит формы для заполнения. Данные из форм методом post передаются серверу Apache. Получив эти данные, сервер передает их соответствующей программе CGI для обработки. Эта программа написана на языке Perl, т.е. является сценарием. Сценарии анализируют запросы, формируют задания для пакета Maxima и других программ, входящих в состав МС МЭИ, поручают этим программам выполнить задания, получают от них ответы и формируют общий ответ МС МЭИ. Этот ответ сервер Apache отправляет клиенту.

Мы разработали набор тех бланков запросов и сценариев их обработки, которые нужны при обучении высшей математике.

3. МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МС МЭИ ПО КАНАЛАМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Занятие в обычной аудитории с использованием нашей системы похоже на занятие в дисплейном классе, но сама система принципиально отличается от совокупности дисплейных классов. Мы убеждены в том, что ее внедрение является новым и весьма плодотворным этапом применения информационных технологий в образовании.

В нашем пособии [3] изложена методика применения компьютера на практических занятиях по высшей математике в обычной аудитории с использованием мобильного доступа к МС МЭИ. Из каждого раздела курса высшей математики выбрано несколько занятий, причем примеры, предполагающие обращение к математическому серверу, включены в традиционные учебные планы этих занятий. Приведены рекомендации, как в рамках существующих учебных планов использовать время, высвобождающееся благодаря применению компьютера.

На первом этапе модернизации студенты обращаются к математическому серверу в рамках тра-

диционного содержания и методики преподавания высшей математики. Это означает, что помощь компьютера для выполнения тех или иных математических операций используется *после того*, как учащиеся уже освоили эти операции и овладели необходимыми навыками. Преподаватель может убедиться в этом по результатам выполнения индивидуальных заданий (типовых расчетов) и контрольных работ. Кроме того, компьютер целесообразно использовать для выполнения громоздких преобразований, решения уравнений, неравенств и других математических операций, освоенных в средней школе.

Мы предполагали, что на первом этапе модернизации возможны два основных способа использования времени, сэкономленного благодаря МС МЭИ.

Во-первых, появляется возможность проверить (устно или письменно) теоретические знания студентов и обсудить наиболее важные или сложные для понимания аспекты теории, помочь студентам уяснить смысл постановки задач и полученных результатов, т.е. основное время уделить изучению компонентов «что» и «зачем» в дидактической триаде «что—зачем—как». Благодаря использованию нашей системы появляется время для формирования у студентов необходимого умения прогнозировать результаты, полученные от компьютера, и затем анализировать их. Кроме того, экономия времени позволяет применять прогрессивные методики обучения: обращенную схему, методы проблемного обучения и т.п.

Во-вторых, появляется возможность решить большее количество задач, чем это предусмотрено существующими планами практических занятий, в том числе задачи повышенной сложности и прикладного характера. Кроме того, использование математического сервера позволяет намного более эффективно организовать самостоятельную работу студентов по выполнению домашних заданий, типовых расчетов и т.п. Таким образом постепенно создаются условия для перехода ко второму этапу модернизации.

Второй этап модернизации предполагает коренной и давно назревший пересмотр всех учебных программ и включение в эти программы материала из так называемых специальных разделов, столь необходимых для специалистов будущего. В их числе — качественная теория дифференциальных уравнений, элементы функционального анализа, случайные процессы, прикладная математическая статистика, методы оптимизации (особенно многокритериальной), теория принятия решений и др. Необходимо также знакомить студентов с творческими биографиями и достижениями выдающихся отечественных и зарубежных математиков, с философскими проблемами математики, соотношением математических моделей и реальных процессов, методами прогноза и т.п. Кроме того, поскольку по мере изучения курса высшей математики благодаря использованию сервера будет сэкономлено значительное время, в начале обучения в вузе можно предусмотреть повторение некоторых разделов

школьной программы, вызывающих наибольшие затруднения у студентов.

МС МЭИ предназначен не только для поддержки практических занятий. Поскольку выполнение типового расчета по курсу “Высшая математика” заключается в решении задач, МС МЭИ в полной мере поддерживает выполнение типовых расчетов. На лекциях преподаватель также может предложить студентам поручить МС МЭИ выполнить математические действия или дать справку и сообщить ответ. После этого лекция продолжается до возникновения новой необходимости в обращении к МС МЭИ и т.д. При дистанционном обучении аналогичные указания включаются в задание.

Отдельная и очень сложная проблема использования мобильного доступа к математическому серверу связана с организацией, содержанием и методикой контроля знаний и умений студентов при проведении контрольных работ, зачетов и экзаменов. При обсуждении этой проблемы высказывались полярные суждения: от полного запрета использовать мобильные телефоны до кардинального пересмотра содержания контрольных мероприятий с учетом мобильного доступа к МС МЭИ. Нам представляется, что на первом этапе модернизации компьютеру делегируется, в первую очередь, выполнение лишь тех операций, для которых соответствующие умения и навыки не служат объектом проверки в рамках конкретного контрольного задания. По мере изучения курса высшей математики выполнение все большего количества освоенных студентами операций может быть передано компьютеру.

4. РАСШИРЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЙ МС МЭИ

Мобильную связь с МС МЭИ целесообразно использовать не только на занятиях по высшей математике, но и на занятиях по физике, механике и общетехническим дисциплинам. Надо иметь в виду, что на занятиях по этим дисциплинам студентам приходится вычислять интегралы, решать дифференциальные уравнения и выполнять другие математические операции. Вместо того чтобы обучать студентов каким-то частным методам и приемам решения задач, как это практикуется сейчас, гораздо эффективней прибегнуть к помощи МС МЭИ.

Например, на занятии по физике студенты составляют дифференциальное уравнение, демонстрируя знание физических законов, а решение этого уравнения делегируется компьютеру. Преподаватель физики объяснит студентам, что вопрос о том, как решать дифференциальные уравнения, — это вопрос не физики, а математики, и в свое время они будут учиться (или уже учились) отвечать на него на занятиях по высшей математике. Важно, чтобы при этом не остался без внимания вопрос к математикам о единственности решения, выданного компьютером. Этот частный пример показывает, какую важную роль может играть мобильная связь с математическим сервером в решении проблемы внутридисциплинарных и межпредметных связей, а также

в реализации современных интегративных подходов к обучению.

Система создана на основе свободно распространяемых программных средств и поэтому может копироваться и видоизменяться так, как это необходимо для образовательных или научных целей. Наряду с использованием для решения любых математических задач универсальных страниц `matrix.htm`, `function.htm` и `induct.htm`, преподаватель может приготовить специальные страницы, предназначенные для проведения конкретных практических занятий и лекций, лабораторных, учебно-исследовательских и курсовых работ, а также для компьютерной поддержки самостоятельной работы студентов. Например, страница `Cramer.htm` была приготовлена для решения систем уравнений по правилу Крамера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

МС МЭИ в его нынешней версии имеет недостатки. Главным из них является то, что передача информации из сценария в программу `Mxm2TeX` и потом в программу `MimeTeX` происходит в командной строке. Это ограничивает сложность воспроизводимых формул. Но `MimeTeX` иначе воспринимать информацию не может. В следующих версиях нужно будет использовать более мощную программу графического представления выражений, записанных в формате `TeX`. Поиск в Интернет вывил две таких программы — `GladTeX` (<http://www.math.uio.no/~martingu/gladtex/>) и `TeXtoGif` (<http://netpbm.sourceforge.net/>). Они, правда, не вполне пригодны для замены `MimeTeX`. Поэтому когда-то придется найти подходящее решение общей проблемы представления математических формул в Интернете. Она порождена тем, что языком Интернета был выбран примитивный `HTML`, а не мощный `HyperTeX`.

Недостатком нынешней версии МС МЭИ может показаться и несколько старомодный способ передачи информации в пакет `Maxima` через файл, а не через сокет. Правда, запуск пакета `Maxima` как сервера не описан в сопровождающей пакет документации. Но пакеты `wxMaxima` и `Xmaxima` обращаются к `Maxima`, как к серверу через сокет. В следующих версиях можно будет опробовать этот способ. Но более перспективной представляется замена пакета `Maxima` на охватывающий его пакет `SAGE`.

Наконец, укажем на возможность использования одного сценария и нескольких динамических библиотек (`dll`).

Перечисленные недостатки можно устранять в курсовых работах. Это будет способствовать расширению возможностей и увеличению скорости работы МС МЭИ. Но и в нынешнем виде он является мощным средством значительного повышения эффективности использования учебного времени. Будет это средство использовано или нет — зависит от преподавателей.

Мы хорошо знаем, какие огромные трудности приходится преодолевать тем преподавателям, которые пробуют использовать ИКТ в учебном процессе. Но эти трудности не должны нас останавливать, потому что из-за задержек с внедрением ИКТ наше образование движется в тупик. В 1977 году Г. Фройденталь предупреждал: «Если наше обучение будет заключаться в том, чтобы вдолбить детям вещи, которые через одно-два десятилетия будет лучше выполнять компьютер, мы сами вызовем катастрофу» [4]. Сейчас мы учим тому, что уже прекрасно делает компьютер. Студенты понимают архаичность и нелепость многого из того, чему их старательно пытаются обучить, и теряют интерес к учебе, а преподаватели все никак не могут перестроиться и вместо обучения тому, что действительно нужно, ищут методы повышения интереса студентов к изучению того, что не нужно.

В новых Федеральных образовательных стандартах не нашли отражения отмеченные выше проблемы и тенденции. Возникает вопрос: не упускаем ли мы последний шанс вывести отечественное образование на уровень современных задач, в частности, поставленных в тех же стандартах?

Мы полагаем, что катастрофы еще можно избежать, но для этого нужно срочно принимать меры по улучшению качества образования. Чтобы такое образование было воспринято населением, необходимо усиливать интеллекты индивидуумов и социальных групп. Средствами усиления интеллекта являются компьютеры и мобильный доступ к ним, удовлетворяющие критерию Энгельбарта. При всем этом нужно никогда не забывать важное обстоятельство, о котором писал известный российский психолог О.К. Тихомиров: компьютер «создает лишь возможность «усиления» человеческого интеллекта и противоположная возможность — «ослабления» — не отпадает автоматически, напротив, она превращается в реальность при плохой организации использования вычислительной техники... «усиливаться» может и мудрость, и глупость, интеллект ученого и интеллект астролога» [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зимина О.В.** Дидактические аспекты информатизации высшего образования // Вестник МГУ. Сер. 20. «Педагогическое образование». № 1. 2005. С. 17—66.
2. **Зимина О.В.** Печатные и электронные учебные издания в современном высшем образовании: Теория, методика, практика. — М.: Изд-во МЭИ, 2003.
3. **Зимина О.В., Кириллов А.И.** Практические занятия по высшей математике с использованием мобильного доступа к математическому серверу МЭИ. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.
4. **Фройденталь Г.** Математика как педагогическая задача. — М.: Просвещение, 1982.
5. **Тихомиров О.К.** Философские и психологические проблемы «искусственного интеллекта» // Сборник «Искусственный интеллект» и психология» под ред. О.К. Тихомирова. — М.: Наука, 1976.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТИ ISDN В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Существующая социально-экономическая тенденция связана с тем, что все большее число и все большая доля рабочих мест и видов деятельности требуют знаний и квалификации высокого уровня.

Использование информационно-коммуникационных технологий представляет собой новый уровень творческой, коммуникативной и исполнительской деятельности и ведет к коренной перестройке различных сторон деятельности, включая учебную и обучающую.

Одним из перспективных его инструментов являются видеоконференции. В работе рассматриваются типы видеоконференций, технические средства и программное обеспечение, особенности и требования к каналам связи, типы передаваемой информации по этим каналам, а также практические аспекты использования каналов ISDN для построения интегрированных информационных сетей.

ВВЕДЕНИЕ

При решении вопроса об использовании средств видеоконференций в системе дистанционного образования необходимо учитывать ряд факторов, среди которых цена и функциональные возможности продукта занимают отнюдь не первые места.

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Неотъемлемой и важной частью этих процессов является компьютеризация образования. В настоящее время в Казахстане идет становление новой системы образования, ориентированного на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство.

1. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

Для достижения успеха в XXI веке будет недостаточно академических знаний и умения критически мыслить — для этого потребуется необходимая техническая квалификация. Поэтому многие учащиеся стремятся заранее получить навыки в области информационных технологий и обеспечить этим себе успешную карьеру. Мощное высокопроизводительное программное обеспечение, полностью интегрированное с Интернетом, как никогда ранее дает возможность учащимся создавать и обмениваться информацией. Одно только знание того, что его проект будет увиден и оценен сверстниками и родителями, заставляет ученика в полной мере использовать все имеющиеся у него знания и возможности.

Существующая социально-экономическая тенденция связана с тем, что все большее число и все

большая доля рабочих мест и видов деятельности требуют знаний и квалификации высокого уровня, и чтобы успешно трудиться на этих местах и в этих сферах деятельности, необходимо соответствующее образование. Причем это характерно не только для той сферы деятельности человека, которая формируется в результате развития новых технологий, но и для специальностей, которые два десятилетия назад предполагали низкую квалификацию и сейчас формально не требуют высшего образования. Но расширяющиеся связи во многих сферах профессиональной деятельности требуют познаний, выходящих далеко за узкопрофессиональные рамки. Поэтому спрос в обществе на образование характеризуется тенденцией к постоянному росту по мере того, как растет роль научных знаний в деятельности человека. По мере приобретения образованием характера непрерывного процесса становится все более разнообразным и возрастной состав учащихся, и исходный уровень их знаний, и характер мотивации учения, и содержание потребных знаний. К традиционному школьному контингенту прибавляется многочисленная категория людей далеко не школьного и даже не вузовского возраста. На передний план выдвигается вопрос практического приобретения знаний, квалификации, а не диплома.

Эффективность педагогического воздействия при дистанционной форме обучения посредством компьютерных телекоммуникационных сетей невозможно понять вне особенностей общения между обучающим и обучаемым. Пути решения проблем, обусловленных тем, что:

- информация в процессе общения не только передается, но и формируется, уточняется, развивается;
- вербальное общение реализуется при помощи фактического, информационного, дискуссионного и исповедального типов диалогов;
- органическим дополнением вербальной речи является употребление невербальных средств общения, таких как жесты, мимика, качество голоса, его диапазон, тональность, визуальное общение (контакт глазами);
- интерактивная сторона общения проявляется в совместной деятельности;
- в процессе общения должно присутствовать взаимопонимание между его участниками.

В связи с идеями индивидуального и развивающего обучения, особый интерес представляют функциональные возможности использования средств информационных технологий в обучении.

Процесс информатизации является закономерным и объективным процессом, характерным для

всего мирового сообщества. Он проявляется во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и в образовании. Во многом благодаря этому процессу стала возможной новая синтетическая форма обучения — дистанционное обучение, которое вбирает в себя лучшие черты традиционных форм обучения — очного, заочного, экстерната — и хорошо с ними интегрируется. Можно обратить внимание на тенденцию, когда все известные формы обучения сольются в перспективе в одну единую форму с преобладанием характеристик современного дистанционного обучения. Использование в качестве инструментов видео-телеконференций, Интернета и других систем передачи данных «сблизит» преподавателя и студента, находящихся далеко друг от друга, приблизит дистанционное образование к традиционному, к непосредственному общению преподавателя со студентом, лектора с аудиторией, групповым семинарским занятиям, апробированным столетиями. Именно поэтому дистанционное обучение часто называют формой обучения XXI века.

В Казахстане и за рубежом накоплен значительный опыт дистанционного обучения. В ряде стран, прежде всего в США, началось внедрение технологий высокоскоростной передачи интегрированных данных по сетям кабельного телевидения (КТВ) и обычным телефонным проводам (xDSL). Получают развитие такие технологии, как SMDS (Synchronous Multimegabit Digital Service — многоточечная передача данных на основе коммутации ячеек) и B-ISDN (Broadband ISDN — широкополосная ISDN). Эти технологии очень перспективны, но пока малодоступны и дороги. Становится очевидным, что научно-исследовательская и практическая работа над проблемами интерактивного обучения, методического, методологического и технического обеспечения интерактивного образования должна быть постоянной и непрерывной.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ В ПРОВЕДЕНИИ ИНТЕРАКТИВНЫХ УРОКОВ

В основе любой современной системы проведения видеоконференций лежит устройство, называемое кодер-декодером (кодеком). Оно отвечает за кодирование, декодирование, сжатие и декомпрессию звуковых и видеосигналов. При прочих равных условиях (например, качестве видеокамер), чем качественнее кодек, тем лучше звуковой и видеосигнал. Функции кодека могут быть реализованы как программным, так и аппаратным путем (с использованием DSP), либо на основе сочетания программного обеспечения и аппаратной части. Главный фактор, влияющий на стоимость системы в целом, — цена и возможности кодека. Реализованные посредством программного обеспечения кодеки иногда в несколько раз дешевле аппаратных, однако для их успешного применения необходима значительно более высокая производительность персонального компьютера, больше места на жестком диске и более емкая оперативная память.

Персональные системы обычно выполняются как приложения для Windows с видеоизображением

в небольшом окне, помещенном на рабочем столе. Они в основном используют также одиночную ISDN-линию (один или два канала на 64 Кбит/с). ISDN (Integrated Services Digital Network) в переводе на русский язык означает «цифровая сеть с интеграцией служб». Это наложенная цифровая сеть, которая организуется на существующей аналоговой телефонной сети общего пользования. Принципиальное отличие ISDN от существующей аналоговой сети заключается в том, что технология ISDN позволяет организовать коммутируемые цифровые каналы непосредственно от пользователя к пользователю. Использовать этот цифровой канал можно по-разному. Во-первых, вы получаете качественную телефонную связь с мгновенным установлением соединения, вдобавок большое количество сервисных функций (до 230), высокую гарантию сохранности информации при ее прохождении по каналам связи.

Во-вторых, вы получаете вторую телефонную линию без каких-либо затрат, разве что вам придется купить еще один телефонный аппарат.

В-третьих, если вы желаете не только говорить с собеседником, но и видеть его то ISDN предоставляет и эту возможность. Более того, с помощью ISDN-технологии можно организовать видеоконференцию в реальном времени с участием нескольких абонентов. Эта услуга может быть полезна в тех сферах деятельности, где необходим оперативный обмен видеoinформацией.

В-четвертых, при существующем дефиците абонентских линий вы можете телефонизировать офис, используя всего лишь одну медную телефонную пару.

В-пятых, ISDN предоставляет уникальную возможность объединения удаленных офисов в единую локальную сеть как внутри города, так и между городами со скоростью до 128 кбит/с [2]. Кроме традиционной двухсторонней звуковой и видеосвязи, эти системы, как правило, оснащены возможностями, облегчающими совместное использование данных, разделяемых приложений и документов (например, «двустороннее» редактирование документа или электронной таблицы). Термин «говорящие головы» иногда характеризует качество передачи видео и звука у подобных систем. Быстрые движения приводят к значительному искажению изображений, именуемому обычно эффектом «тени», который возникает как следствие ограничений ширины полосы частот, наличия компромиссов в реализации кодека, а также применения дешевой видеокамеры и звуковых компонентов. Поэтому, хотя в таких системах и декларируется совместимость со стандартами H.320 и G.261, в большинстве случаев частота кадров не превышает 10, а разрешение CIF вообще недоступно [1].

Сети ISDN способны во многом решить проблемы доступа в сеть Internet. Можно выделить три варианта подключения отдельных компьютеров и ЛВС к Internet. Для доступа в Internet одиночных пользователей можно применять ISDN BRI-адаптеры, которые устанавливаются в стандартное

гнездо шины персонального компьютера (ISA, PCI или PC-Card). Для связи с провайдером обычно используется Point-to-Point Protocol (PPP), а для аутентификации пользователей, входящих в сеть, — протоколы PAP и CHAP. Кроме того, многие производители поддерживают многоканальный PPP (MultiLink PPP), который позволяет в процессе работы объединять в один логический канал два В-канала.

Кроме внутренних адаптеров, существуют внешние терминальные адаптеры (ТА) или внешний ISDN-модем, которые предназначены для конвертации последовательного интерфейса ПК, обычного моста/маршрутизатора или другого не ISDN-устройства в формат ISDN BRI. Некоторые ТА имеют еще и аналоговый порт для поддержки телефона/факса. В этом случае к асинхронному порту ТА подключается компьютер, чем обеспечивается доступ в Internet, а через аналоговый порт к другому В-каналу подключается обычный телефон или факс.

Недорогие аппаратные средства для видеоконференций на базе ПК включают в себя специальные платы, обеспечивающие кодирование/декодирование видео- и аудиосигналов, адаптер ISDN, обычно поддерживающий интерфейс BRI, внешние видеокамеры, микрофоны или телефоны. Есть реализации чисто программные, но обычно они отличаются более низкой производительностью. Основой для ISDN-видеоконференций является стандарт ITU-T H.320, в который вошел целый набор рекомендаций по кодированию (компрессии) аудиосигнала (G.711, G.722, G.728), видеосигнала (H.261), мультиплексированию каналов (H.221) и ряд других.

Существуют также двух- и многосторонние видеоконференции. Последние требуют использования дополнительного оборудования, а именно видеосервера Multipoint Conferencing Unit (MCU). Следовательно, если есть потребность в использовании групповых средств видеоконференций, то необходимо применять E1 (как дробное, так и выделенное) или PRI-соединение ISDN, то есть, как минимум 384 Кбит/с [1].

Еще одна серьезная проблема — это проведение конференций с числом участников более 20 и совместное использование не полностью совместимых систем. Для ее решения используются специализированные устройства MCU (Multipoint Control Unit), которые выполняют функции своеобразных мостов для соединения совместимых со стандартом H.320 устройств. В число основных функций MCU входит кодирование, декодирование, микширование аудио- и видеосигнала, а также управление и контроль за проведением видеоконференции. Однако сейчас название MCU ошибочно присваивается таким мостам, которые поддерживают многосторонние конференции с использованием только данных или данных в сочетании со звуковой информацией, и не обладают совместимостью с H.320. Правильное же название подобных устройств — MCS (Multimedia Conferencing Server).

Использование MCU экономически и технически оправдано в том случае, когда необходимо соединение большого числа разнородного оборудова-

ния видеоконференций, работающего к тому же на различных скоростях. Среди поставщиков MCU можно выделить ряд устройств компании VTel, таких как MCU II (число его установок превышает 250) и МЗС, поддерживающих до 74 портов и имеющих возможность расширения до 1200 портов с шириной полосы пропускания от 56 до 1920 Кбит/с.

В Казахстане с 2007 года существует Интернет портал Sabak.kz (рис. 1), использующий программу Elluminate Live [2]. Программа позволяет использовать все сильные стороны программного образования и исключает почти все негативные стороны такого получения знаний.



Рис. 1. Интернет-портал Sabak.kz

Основным выбором именно этой программы послужил тот факт, что этот ресурс является собственностью Министерства образования РК. Таким образом, в учебных заведениях Казахстана (школы, лицеи, вузы) есть возможность использовать эту программу в своей системе традиционного и дистанционного обучения.

В основном Elluminate Live сейчас используют средние учебные заведения (школы, проф. школы, лицеи) (рис. 2), причем используют весьма активно.

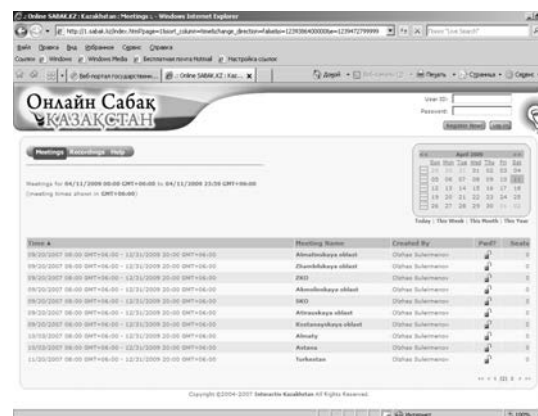


Рис. 2. Главное окно Elluminate Live

В данный момент в Elluminate Live насчитывается около семисот школ и сотни вузов по всей Республике. Этому способствуют и минимальные системные требования программы (для студента):

- Windows 2000/XP/Vista;
- Pentium III 500 MHz процессор;

- оперативное запоминающее устройство в 256 Мбайт;
 - звуковая карта с колонками, микрофоном и наушниками;
 - WEB- камера;
 - Интернет-соединение в 28.8 кбайт в секунду;
- Для учебного заведения (Server)
- Windows 2000/XP/Vista;
 - Pentium IV 2.5 GHz процессор;
 - оперативное запоминающее устройство в 512 Мбайт;
 - диск со свободным местом около 1 Гбайта;
 - звуковая карта с колонками, микрофоном и наушниками;
 - WEB- камера;
 - Интернет-соединение в 256 кбайт в секунду.

Комплектация оборудования ограничено только финансовыми возможностями участников урока (студентов, педагогов, учебных заведений).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хочется отметить тот факт, что интернет в Казахстане работает на сравнительно приемлемых скоростях, это только способствует дальнейшему

увеличению числа студентов (учеников) обучающихся по дистанционной системе образования.

Преимущества ISDN-технологии: ISDN может работать со всеми типами информации, включая голос, текст, изображение, аудио- и видеoinформацию; стоимость ISDN-оборудования значительно меньше, чем стоимость модемов для выделенных линий.

Сети ISDN способны во многом решить проблемы доступа в сеть Internet. Программа Elluminate Live позволяет использовать все сильные стороны дистанционного образования и исключает почти все негативные стороны такого получения знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ибрагимов И.М.** Информационные технологии и средства дистанционного обучения. — М. : Изд. центр «Академия», 2007 — С. 196—201.
2. **Панюкова С.В.** Использование информационных и коммуникационных технологий в образовании. — М.: Изд. центр «Академия», 2010. — 224 с.
3. **Борк А.** «История» новых технологий в образовании // Российский открытый университет. — М., 1990. — С. 19—21.

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОН-ЛАЙН ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРНЕТ-САЙТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

АННОТАЦИЯ

Представлена возможная структура интернет-ресурса (образовательного сайта преподавателя) для возможностей дистанционного и самостоятельного обучения студентов технической специальности. Сайт разработан в рамках программы конкурса «Преподаватель Он-Лайн», проводимого благотворительным фондом В. Потанина. Адрес сайта: <http://korzhov.professorjournal.ru>.

Разработанный сайт направлен на сближение преподавателя и студента в информационном пространстве. Рассматриваются возможности использования виртуальных лабораторных моделей работы энергетических сетей для самостоятельного обучения. Сайт на протяжении двух последних лет используется при обучении студентов кафедры «Электрические станции, сети и системы» Южно-Уральского государственного университета.

ВВЕДЕНИЕ

При дистанционном изучении технических энергетических дисциплин возникает проблема доступа к реальным физическим устройствам, входящим в электроэнергетическую систему, таким как генератор, трансформатор, воздушные и кабельные линии электропередачи и т.п., которые используются в лабораторных стендах при очном обучении студентов.

Поэтому необходимо виртуальное моделирование основных принципов действия данных устройств для наглядности обучения и выполнения студентами на виртуальных стендах практических и лабораторных работ. Необходимы математические модели для изучения студентами изменения режимных параметров (токи, напряжения, потери электроэнергии и т.п.) в электрических сетях.

ЗАДАЧИ СТРУКТУРА И НАПОЛНЕНИЕ КОНТЕНТА САЙТА

Задачи сайта: 1) создать удобный ресурс для студентов для проведения дистанционного обучения; 2) реализовать возможности: виртуального доступа к теоретическим и методическим материалам; выполнение виртуальных лабораторных работ, необходимых для изучения основных теоретических моментов рассматриваемых дисциплин; сдачи контрольных работ в электронном варианте; 3) организация мобильной связи со студентами в режиме он-лайн.

Дисциплины, в рамках которых функционирует образовательный сайт <http://korzhov.professorjournal.ru>: 1. Передача и распределение электроэнергии. 2. Электроэнергетические системы и сети. 3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике.

Проблемы, которые решает разработанный интернет он-лайн проект: 1. Возможность дистанци-

онного обучения иногородних студентов, студентов филиалов ЮУрГУ, студентов-заочников, заинтересованных лиц. 2. Возможность доступа к теоретическим и практическим материалам дисциплин, представленных на сайте. В том числе выполнение виртуальных лабораторных работ, частично заменяющих физические модели отдельных звеньев электроэнергетической сети. 3. Сближение в общении между студентами и преподавателем, уменьшение разрыва в информационной среде преподаватель-студент. Возможность «тет-а-тет» задавать вопросы преподавателю. 4. Продвижение информации об авторе (разработчике) сайта.

К целевой аудитории сайта можно отнести студентов, аспирантов, научных работников в рассматриваемом на сайте направлении и заинтересованных пользователей Интернета.

Краткое содержание контента сайта: сайт вмещает в себя необходимую информацию для реализации возможности дистанционного обучения студентов и пользователей сайта. Каждый студент без особых затруднений может попасть на сайт и найти нужную для себя информацию либо методические указания для проведения той или иной работы либо научной деятельности. Пользователи могут получать необходимую техническую поддержку и некоторую документацию по использованию сайта. Сайт содержит информацию об авторе сайта: краткую биографию; основные научные достижения; место работы; основные публикации; координаты; новости жизни нашей кафедры «Электрические станции, сети и системы», ЮУрГУ.

В разделе «Учебный процесс» рассмотрено три подраздела по названию представленных дисциплин и приведены:

1) учебная программа дисциплины с приведением необходимого количества часов и количества практических, лабораторных и контрольных мероприятий, необходимых для освоения материалов дисциплины;

2) материалы лекций, включая компьютерные презентации наиболее актуальных лекций;

3) практические работы с примерами решения задач;

4) виртуальные лабораторные работы;

5) экзаменационные и контрольные задания для проведения самоконтроля и выполнения курсовых и семестровых заданий.

В проекте сайта в рубрике «Виртуальная лаборатория студента-энергетика» представлены 10 виртуальных лабораторных комплексов. 1. Расчет пара-

метров схем замещения линий электропередач. 2. Принцип действия и опытное определение параметров схем замещения трансформаторов и автотрансформаторов. 3. Расчет режима звена электропередачи. 4. Расчет режима кольцевой сети. 5. Виртуальный имитатор построения векторных диаграмм при расчете режима звена электропередачи. 6. Исследование режимов работы линий электропередач сверхвысокого напряжения. 7. Исследование режима холостого хода длинной линии СВН. 8. Продольная компенсация в ЛЭП СВН. 9. Механическая прочность сталеалюминиевых проводов ЛЭП. 10. Расчет режима электроэнергетической сети с автотрансформаторами.

Каждый виртуальный комплекс обучающийся может скачать с сайта и установить себе на ПК. Виртуальные комплексы имеют наглядные анимации (рис. 1), позволяют изменять в темпе процесса входные данные (такие как параметры схем замещения линий электропередач, трансформаторов, опор, известных режимных параметров, токи, напряжения) и получать результат нужного расчета.

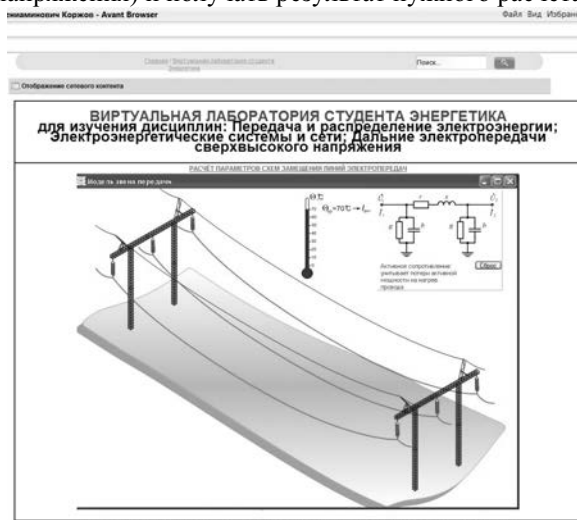


Рис. 1. Внешний вид виртуальной лабораторной работы, представленной на сайте

По нашему мнению и по опыту работы с сайтом, одним из наиболее популярных разделов является раздел «ВидеоВопросы». Так, например, к настоящему времени представлены вопросы по трем темам: 1) силовые электрические кабели; 2) воздушная ЛЭП; 3) силовой трансформатор.

В образовательном сайте преподавателя обязательно необходим раздел, предусматривающий об-

щение либо «тет-а-тет», либо в режиме «Форум-общение»; на представленном сайте разработан раздел: «Обсуждаем и задаем учебные вопросы». В данной рубрике представлена возможность общения с преподавателем и другими посетителями сайта для проведения консультаций в режиме реального времени между преподавателем и студентами.

Сайт предусматривает размещение актуальных материалов в области энергетики в разделе: «Научно-популярные лекции». К настоящему времени для студентов представлены лекции на темы: 1. «Электробезопасность в быту — будь бдителен!». 2. «Электромагнитные поля вокруг нас — берегись!». 3. «Природа электричества — от прошлого к будущему!».

Также опыт работы с образовательным ресурсом показал, что необходимыми разделами образовательного сайта должны быть: 1. Информация об авторе сайта. 2. Учебные материалы. 3. Для инженерных технических специальностей — анимации и виртуальные комплексы. 4. Раздел общения. 5. Раздел с интересными заданиями для студентов. 6. Доска объявлений, где можно указывать краткое содержание материала и указывать, что остальное можно прослушать на очном занятии в аудитории. 7. Раздел, связанный с научной и актуальной информацией по тематике обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К настоящему времени опыт работы при сочетании обучения в аудитории и использования образовательного сайта показал: 1) студенты активно используют возможности по просмотру лекционных и учебных материалов, выложенных на сайте, что положительно влияет на их подготовку (особенно у студентов заочного и вечернего факультетов, где ограничено число аудиторных часов); 2) использование возможности получения бонусных баллов за решение задач по видеовопросам, вызывает необходимость у студентов использовать дополнительную литературу; 3) в настоящее время многим студентам намного проще задать вопрос через Интернет, что сокращает дистанцию в образовательном процессе между преподавателем и студентом; 4) наличие виртуальных лабораторных комплексов по техническим инженерным специальностям позволяет студентам легче и нагляднее осваивать учебный лекционный материал.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ КОЛЛАБОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

В докладе представлены новые результаты системной разработки и внедрения национальных и международных стандартов в области технологии коллаборативного обучения и информационных ресурсов, имеющих важное значение для дальнейшего развития федеральной системы информационно-образовательных ресурсов и отечественной системы образования в целом.

Проводится анализ структуры и требований стандартов коллаборативного обучения ИСО/МЭК 19778 и ИСО/МЭК 24703 для создания конкурентоспособных систем коллаборативного обучения и их оценки (сертификации).

Акцентируется внимание на необходимости обеспечения гарантий качества электронного обучения на основе сертификации компонентов информационно-телекоммуникационной среды и электронных образовательных ресурсов.

Аспект стандартизации особенно актуален для развития систем профессиональной подготовки и переподготовки инженерных кадров в крупных корпорациях, ориентированных на обучение без отрыва от производственной деятельности с применением технологий коллаборативного обучения. Основными объектами стандартизации являются корпоративные информационно-образовательные среды и электронные образовательные ресурсы, необходимые для создания систем коллаборативного обучения в области подготовки и переподготовки кадров.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие глобальной информационной сети и создание большого числа информационно-образовательных ресурсов (на многих языках) на рубеже XXI века обусловило острую потребность в соответствии основных элементов ИТ-среды обучения требованиям международных стандартов.

Участие России в Болонском процессе и интеграция в мировое информационное и образовательное общество обуславливают необходимость ускоренной адаптации российской системы образования к общепризнанным на мировом уровне правилам и нормам в области обеспечения качества, стандартизации, аккредитации, лицензирования, подтверждения соответствия, взаимного признания результатов испытания. С точки зрения обеспечения гарантий качества, основополагающее значение имеет разработка национальных стандартов, гармонизированных с международными стандартами и условиями международных соглашений и договоров.

Коллаборативное обучение — это подход, в рамках которого обучение построено на тесном взаимодействии между обучающимися, либо между обучающимися и преподавателем. Участники процесса получают знания через активный совместный

поиск информации, обсуждение и понимание смыслов. Коллаборативное обучение включает такие форматы, как групповые проекты, совместные разработки и т. п.

Создание конкурентоспособных систем электронного обучения в области коллаборативного обучения должно базироваться на комплексе требований, содержащихся в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС), международных и национальных стандартах, профессиональных стандартах и стандартах организаций (ВПО, корпоративных, отраслевых). Одной из ключевых задач при создании систем электронного обучения для инженерного образования и развития технологий коллаборативного обучения является необходимость обеспечения гарантий качества данного вида обучения [3, 4].

С учетом перспектив развития инженерного образования на основе систем коллаборативного обучения представляется целесообразным комплексное решение следующих актуальных задач:

- стандартизация и сертификация компонентов информационно-коммуникационной среды для e-learning в инженерном образовании;
- создание интегрированной информационно-коммуникационной среды для распределенной и трансграничной системы инженерного образования на основе технологий e-learning;
- опыт применения e-learning в целевой подготовке и переподготовке инженерных кадров для предприятий;
- разработка электронных учебно-методических комплектов для инженерного образования.

1. СТРУКТУРА СТАНДАРТОВ КОЛЛАБОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

В этой связи в качестве основы для создания средств информационного обеспечения процессов коллаборативного обеспечения следует указать на основополагающее значение комплекса международных стандартов, содержащих требования к технологии совместного обучения и информационного взаимодействия участников образовательного процесса (ИСО/МЭК 19778 и ИСО/МЭК 24703).

Международная организация по стандартизации (ИСО/ISO) и Международная электротехническая комиссия (МЭК/IEC) совместно разрабатывают международные стандарты в области информационных технологий в рамках Первого совместного технического комитета (СТК1/ЈТС1), объединяющего в настоящее время 17 подкомитетов (ПК/SC). Основными объектами стандартизации являются

корпоративные информационно-образовательные среды и электронные образовательные ресурсы, необходимые для создания систем электронного обучения.

Международные стандарты по технологии взаимодействия участников в обучении, образовании и подготовке ориентированы на виды совместной деятельности, которые характеризуется:

- обменом информации в больших или малых группах взаимодействия (обычно от двух до нескольких десятков), которые сотрудничают в течение относительно короткого периода времени (обычно от нескольких дней до нескольких месяцев);

- обменом информации, происходящем в результате использования информационных технологий, когда применяется либо единственное четко определенное средство взаимодействия, поддерживающее функции взаимодействия, либо набор средств взаимодействия, образующих среду взаимодействия;

- короткими временными интервалами в установленном отклике на сообщения и выражения (обычно от нескольких секунд до нескольких часов);

- обменом относительно небольшими блоками информации (обычно от одного слова до нескольких параграфов);

- относительно высоким уровнем реакции среди активных участников группы при их взаимодействии;

- обменом информацией между участниками (благодаря факторам, перечисленным выше), обычно контекстно-зависимым и контекстно-чувствительным;

- важной контекстной информацией, описывающей взаимоотношения между членами группы взаимодействия и средой взаимодействия (и ее компонентами), которые все вместе образуют общее место работы.

Стандарт ИСО/МЭК 19778, разработанный во 2-й рабочей группе 36-го Подкомитета содержит следующие части, объединенные под общим названием «Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Технология сотрудничества. Общее рабочее пространство» [1].

- Часть 1: Модель данных рабочего пространства — обеспечивает представление формата для подробного описания модели данных и в целом определяет структуру модели данных и элементы модели данных для рабочего пространства.

- Часть 2: Модель данных среды взаимодействия — определяет структуру модели данных и элементы модели данных для технической инфраструктуры рабочего пространства.

- Часть 3: Модель данных группы взаимодействия — точно определяет структуру модели данных и элементы модели данных, устанавливающих и обеспечивающих информацию для участников, использующих рабочее пространство.

2. РЕАЛИЗАЦИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К МОДЕЛИ ДАННЫХ В СТАНДАРТАХ КОЛЛАБОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Основой системы нормативно-технической документации в любой предметной области являются термины и определения, которые должны достаточно полно и непротиворечиво описывать предметную область в ее современном (на время принятия стандарта) понимании. Другими словами, термины должны обеспечивать участникам группы взаимодействия, которые обмениваются в данной предметной области информацией, единообразное и непротиворечивое понимание этой информации.

Выделим базовые понятия стандартов серии ИСО/МЭК 19778, на основе которых построены все остальные определения в стандарте:

Среда взаимодействия — один или несколько сервисов взаимодействия, предоставляемых в рамках общего рабочего пространства в целях поддержки совместной деятельности в группе взаимодействия.

Функция взаимодействия — элементарные функциональные средства или возможности, предоставляемые членам группы взаимодействия и обеспечивающие конкретную совместную деятельность и конкретные результаты взаимодействия, неделимые на элементы без потери функциональности.

Группа взаимодействия — два или более участника, разделяющих общее рабочее пространство и вовлеченные в одну и ту же среду взаимодействия.

В соответствии с указанным стандартом, любое рабочее пространство представляет собой комбинацию конкретной среды взаимодействия и группы взаимодействия. Физическая реализация рабочего пространства должна содержать данные среды взаимодействия и группы взаимодействия, при этом конкретная реализации модели данных может представлять каждую из этих сущностей в виде отдельных информационных объектов (рис. 1).

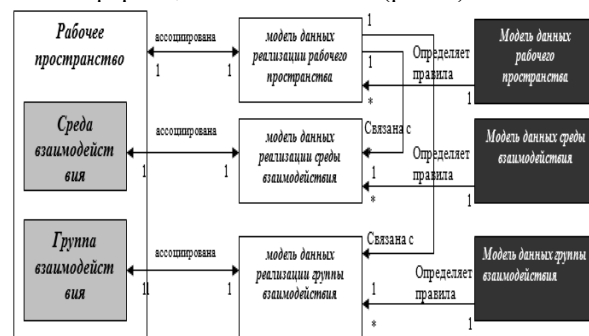


Рис. 1. Взаимосвязь рабочего пространства, среды взаимодействия и группы взаимодействия при совместном обучении

Модели данных, определенные в стандарте ИСО/МЭК 19778, представляют структуру информации и множество понятий для обеспечения:

- понимания необходимости применения идеи рабочего пространства и его компонентов;
- облегчения развертывания, поддержки и управления рабочим пространством;

- соблюдения соответствия техническим требованиям стандарта ИСО/МЭК 19778 для конкретных реализаций модели данных и ее элементов;
- соблюдения технической совместимости между существующими реализациями модели данных или ее элементами на базе стандарта ИСО/МЭК 19778 и будущими реализациями модели данных или ее элементов.

В соответствии с указанным стандартом, модель данных общего рабочего пространства определяют через элементы модели данных и их взаимосвязи, которые обеспечивают создание конкретной реализации модели данных общего рабочего пространства.

Согласно требованиям стандарта любая созданная реализация модели данных общего рабочего пространства должна:

- описывать или устанавливать конкретное общее рабочее пространство, с которым она связана;
- предоставлять ссылки на реализации модели данных, как на конкретную среду взаимодействия, так и на конкретную группу взаимодействия;
- предоставлять свой особый идентификатор, который позволяет другим реализациям модели данных ссылаться на данную реализацию модели данных;
- содержать запись о времени функционирования соответствующего рабочего пространства;
- предоставлять имя и текстовое описание для соответствующего рабочего пространства, особенно для установки полнотекстового поиска для реализаций модели данных рабочего пространства.

Данные функциональные модели могут служить основой для создания перспективных информационно-образовательных сред, ориентированных на индустриальные технологии электронного обучения в рамках крупных образовательных учреждений и корпоративных образовательных структур, в том числе в рамках трансграничного и транснационального уровня.

3. ИДЕНТИФИКАЦИЯ УЧАСТНИКОВ В КОЛЛАБОРАТИВНОМ ОБУЧЕНИИ

Идентификаторы участников группы взаимодействия могут использоваться для формирования ссылок на подробную информацию об участнике в информационной системе управления пользователями, если таковая используется в общем рабочем пространстве [4].

Идентификатор группы взаимодействия служит меткой для реализации модели данных группы взаимодействия (для формирования ссылок из связанной реализации модели данных общего рабочего пространства или из внешних объектов).

Поддержку более одного формата идентификатора обеспечивают путем добавления в данный составной элемент метода «ссылки». Таким образом, значение элемента-потомка «ссылки» определяет

URI, который может быть использован для настройки диапазона уникальности значения идентификатора группы взаимодействия; он также может предоставлять URI, который обеспечивает доступ к объекту данных, определяющему формат идентификатора. Элемент-потомок «значение» служит меткой соответствующей группы взаимодействия.

Согласно требованиям стандарта ИСО/МЭК 24703 «Информационные технологии. Идентификаторы участников» идентификатор участника может использоваться в различных контекстах, например быть включенным в имена файлов, адреса веб-ресурсов или адреса электронной почты. В рамках информационных систем, управляющих сведениями об участниках, идентификаторы участников могут использоваться для связи хранилищ данных, чтобы обеспечить общие и/или объединенные методы идентификации.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ КОЛЛАБОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Анализ стандартов в области коллаборативного обучения заложен в основу создания средств информационного обеспечения процессов коллаборативного обучения в виде образовательного интернет-ресурса по дисциплине «Стандартизация и сертификация программного обеспечения».

Использование международных стандартов в области коллаборативного обучения позволит обеспечить гарантии качества электронного обучения при создании и внедрении индустриальных технологий такого обучения для подготовки и переподготовки инженерных кадров.

На данном этапе осуществляется разработка контента (учебно-методического обеспечения). Оно материализуется в виде учебно-методических комплексов (УМК) определенной структуры, в состав которых входят следующие элементы:

- введение к курсу;
- программа учебного курса;
- учебная информация (учебник или учебное пособие);
- руководство по изучению курса;
- электронная библиотека курса;
- академический календарь;
- практикум;
- сборник тестов;
- глоссарий, список сокращений и аббревиатур;
- заключение.

Требования стандартов являются основой для обеспечения гарантий качества и безопасности данной системы, а также ее процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ИСО/МЭК 19778 и ИСО/МЭК 24703 применяется для стандартизации технологий сотрудничества, используемых для поддержания информационного обмена между обучающимися, инструкторами и другими участниками образова-

тельного процесса с применением информационно-коммуникационных технологий. Внедрение и использование данных технологий влечет за собой появление информации, связанной с группами участников и средами взаимодействия, функциями и средствами, которые устанавливаются для этих групп и ими же используются.

Необходимо отметить, что указанные стандарты гармонизированы с международными стандартами, разрабатываемыми в ПК 36. Благодаря этому заложена нормативная база для создания отечественных систем коллаборативного обучения, отвечающих требованиям международных стандартов и конкурентоспособных на национальном, межгосударственном (в странах — участницах СНГ) и международном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ИСО/МЭК 19778:2008** «Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Технология взаимодействия участников. Рабочее пространство».
2. **ИСО/МЭК 24703:2004** «Информационные технологии. Идентификаторы участников».
3. **Позднеев Б.М.** Стандартизация и сертификация — основа гарантий качества в сфере e-Learning / Высшее образование в России. 2008. № 11. С. 40—44.
4. **Позднеев Б.М., Сутягин М.В., Поляков С.Д., Косульников Ю.А.** О развитии систем электронного обучения на основе стандартизации и сертификации // Вестник МГТУ «Станкин». 2010. №1(9). С. 110—119.

МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы использования мобильных устройств в учебном процессе. Приводится описание разработанного авторами приложения для мобильной платформы Android 2.1 компании Google, предназначенного для использования в системах удаленного доступа к учебному материалу.

ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние развития различных мобильных устройств, таких как сотовые телефоны, смартфоны, планшетные ПК и т.п., достигло такого уровня, как в его технической части, так и в массовости применения, что естественно возникает интерес к использованию таких устройств в системах удаленного доступа (через Интернет) к различным информационным базам данных. Это действительно весьма актуальная задача, учитывая то, что мобильные устройства практически стали неотъемлемым атрибутом современной молодежи (и не только молодежи).

В данном докладе рассматриваются вопросы разработки приложения для мобильной платформы Android 2.1 компании Google, установленной на смартфоне и обеспечивающей прямой (не через браузер) доступ к информационным базам данных, содержащих учебный материал по теоретическим основам электротехники. Доступ к серверам осуществляется через протокол http.

1. ЭКРАН ОСНОВНОГО МЕНЮ

Экран основного меню приложения представлен на рис. 1. Экран имеет стандартный вид меню системы Android, однако ведет себя несколько иначе. На рис. 1 показан развернутый вариант меню (элементы: «Классический метод», «Классический метод», «Операторный метод») и подменю (элементы: «Задача 1», «Задача 2» и т.д.). По нажатию на соответствующий пункт меню разворачивается соответствующее ему подменю. В классическом интерфейсе системы Android подобное подменю открывается в отдельном экране и имеет вид такой же, как и меню на уровень выше.

При разработке приложения использовались не специализированные элементы создания подобного меню (пакет android.preferences), которое является классическим для Android, а более общий способ через элемент интерфейса ListView.

2. ЭКРАН ПРОСМОТРА МАТЕРИАЛОВ

На рис. 2 и 3 представлены различные виды экранов просмотра учебных материалов. Экран сделан на основе стандартного элемента интерфейса

системы Android WebView. Этот элемент предназначен

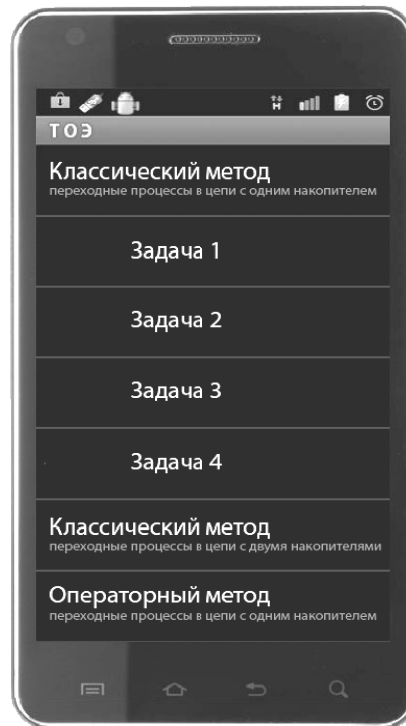


Рис. 1. Основное меню

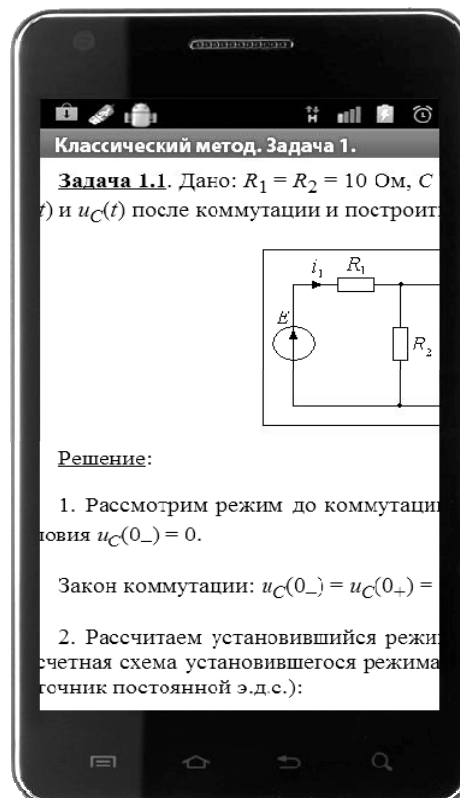


Рис. 2. Экран просмотра материалов: вид 1

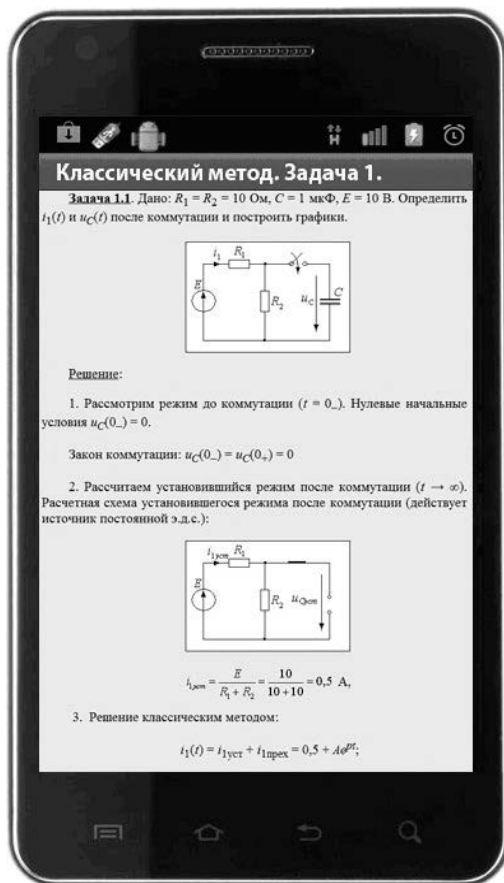


Рис. 3. Экран просмотра материалов: вид 2

для обработки и вывода на экран дисплея кода HTML. В качестве исходных данных для него подойдет как обычная ссылка URL, так и непосредственно код HTML. На основе этого предусмотрена система кэширования материалов. То есть при первом просмотре материала, при выходе из экрана приложение запрашивает у пользователя разрешение сохранить материал локально. Таким образом, в дальнейшем пользователь сможет повторно обращаться к нему даже при отсутствии подключения к Интернету.

Кроме того, WebView также поддерживает удобный вариант прокрутки web-страниц, широко распространенный на современных мобильных платформах. Приближение и отдаление содержимого web-страницы осуществляется двумя пальцами (технология multitouch), перемещение по содержимому — одним пальцем.

Пример «приближенного» содержимого представлен на рис. 2., в то время как в натуральную величину, содержимое выглядело бы так, как представлено на рис. 3

3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Для начала стоит ответить на вопрос: почему Android, а не, например, широко известный iOS от Apple. На данный момент Android — самая быстро развивающаяся мобильная платформа в мире как по скорости выхода новых версий системы, так и по скорости захвата рынка. Система Android устанавливается только на смартфоны и планшетные ПК и уже сейчас занимает 53 % в этой области.

Данная работа является «пилотным» проектом. Авторы хотели посмотреть, что получится и оценить все положительные стороны и недостатки данного способа доступа к удаленной информации. Наметьте пути развития.

Возможно, предстоит использовать не обычные базы данных, рассчитанные на доступ через web-браузер для стационарных компьютеров и ноутбуков (нетбуков), а оптимизированные специально под мобильные устройства с небольшим экраном. Возможно, стоит рассмотреть вопрос создания информационных баз данных, размещенных непосредственно на самом мобильном устройстве и управляемых СУБД SQLite, средства работы с которой имеются в стандарте Android. Первоначально загружать и обновлять эти базы данных можно во время установки и обновления самого приложения, используя стандартную для Android систему «Маркет», или, если установка проходит не по сети, непосредственно из памяти мобильного устройства с помощью одного из файловых менеджеров, установленных в системе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный в работе способ доступа к учебной информации с помощью смартфона, конечно, не является приоритетным в процессе обучения. Очевидно, что устройства с большим экраном, такие как стационарный компьютер, ноутбук, нетбук и планшетный ПК более предпочтительны для полноценной работы с учебным материалом. Однако эти устройства далеко не всегда с вами, а смартфон, если вы его имеете, практически всегда с вами. И посмотреть какое-то определение, решение задачи и т.п. можно в любой момент.

Может также возникнуть вопрос: зачем создавать, рассмотренное выше приложение, если практически в любом современном мобильном устройстве есть web-браузер? Это так, но может оказаться, что щелчок по нужной иконке (например, «ГОЭ») на экране дисплея смартфона сразу переведет вас в режим просмотра нужной информации, исключив промежуточные операции.

СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО УДАЛЕННОГО ЗАНЯТИЯ

АННОТАЦИЯ

Статья рассматривает организацию дистанционных лекций и практикума для освоения работы с программными приложениями.

Предлагается решение, основанное на перехвате преподавателем удаленной сессии обучаемого на сервере. При этом образуется некоторый виртуальный компьютер с двумя наборами управления (для преподавателя и обучаемого), каждый из которых включает клавиатуру, мышь и монитор.

ВВЕДЕНИЕ

Часто дистанционное обучение предполагает либо размещение материала на сервере и самостоятельную асинхронную работу удаленных (и, как правило, распределенных) слушателей без взаимодействия с преподавателем, либо чтение лекций одновременно в нескольких удаленных аудиториях с использованием средств видеоконференций [1].

Наш подход предполагает работу только с одной удаленной аудиторией, возможно даже с одним удаленным обучаемым, но при этом обеспечивает интерактивное общение обучаемого (или обучаемых) с преподавателем.

Для обеспечения дистанционных занятий необходимо выбрать средства передачи видео- и аудиоинформации. Видеосредство, как минимум, должно обеспечивать демонстрацию презентационных материалов (ppt — слайды, doc — документы и подобное).

Преподавателю во время лекции необходимо адаптироваться к слушателям (темп лекции, степень детализации и т.д.). Для обеспечения этой адаптации лектору необходимо видеть слушателей. В свою очередь, слушателям надо обеспечить чувство реальной аудитории [2]. Это чувство, в некоторой мере, обеспечивается видео-изображением лектора.

Отсутствие двунаправленного видеоканала «лектор—аудитория» в дистанционных лекциях, приводит к потере чувства аудитории как у лектора, так и у обучаемого [3].

В случае дистанционных практических занятий (семинаров, лабораторных практикумов) взаимная связь преподаватель—аудитория полностью необходима. В частности, при освоении работы с программными приложениями, необходимо чередовать демонстрацию теоретического материала, демонстрацию работы с версией (экземпляром) программы преподавателя и работу с версией (экземпляром) программы обучаемого под наблюдением преподавателя.

1. ПРИНЦИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Техническое обеспечение занятий со всеми перечисленными свойствами должно быть одновременно достаточно простым и удобным. Для обеспечения занятий мы выделяем два канала (рис. 1):

- канал (1), обеспечивающий видеоаудиоконференцию с передачей голоса преподавателя, голоса обучаемого, взаимного видеоизображения (как лектора, так и аудитории);
- канал (2), обеспечивающий методически—предметную связь (демонстрацию материала, практическую работу с программным приложением).

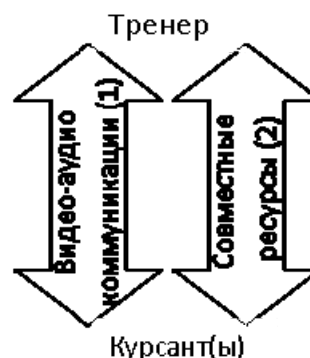


Рис. 1. Каналы взаимодействия преподавателя и удаленной аудитории

Видеоаудиоконференцию можно обеспечить разными средствами. Например, достаточно оптимальным и распространенным средством являются программы SKYPE и SKYPE CAST [4, 5].

2. КАНАЛ МЕТОДИЧЕСКИ-ПРЕДМЕТНОЙ СВЯЗИ

Для обеспечения методически-предметной связи (фактически для обеспечения работы обеих сторон с одним экземпляром программного продукта) можно привлекать разные средства общения в Интернете.

На логическом уровне такой канал (рис. 2) можно рассматривать как виртуальный компьютер с двумя наборами управления (клавиатура, мышь, монитор), где один комплект управления расположен на стороне преподавателя, а другой — на стороне удаленного обучаемого.



Рис. 2. Схема компьютера-тренажера

Канал методически-предметной связи в данном случае должен обеспечивать:

- презентацию учебного материала во время удаленной лекции на мониторе обучаемого;
- интерактивное взаимодействие тренер—курсант при освоении работы с программами. Обучаемый видит манипуляции преподавателя и реакцию программы на них. Преподаватель может давать задания обучаемому, наблюдать за его действиями и корректировать их.

3. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРА-ТРЕНАЖЕРА

Возможны следующие подходы для реализации компьютера взаимодействия:

- изучаемый программный продукт можно запустить на компьютере обучаемого и организовать удаленный доступ преподавателя к компьютеру обучаемого;
- дать обучаемому удаленный доступ к компьютеру преподавателя;
- изучаемый программный продукт можно запустить на сервере и обеспечить удаленный доступ к серверу как обучаемого, так и преподавателя.

Выполнение изучаемой программы на компьютере любой стороны нежелательно. В случае компьютера преподавателя обучаемый получает удаленный доступ к компьютеру преподавателя, что противоречит принципам безопасности. В случае работы на компьютере обучаемого нет возможности гарантировать правильную работу программы (установки пользователя, вирусы и т.д.). Кроме того, в случае использования удаленного доступа средствами операционных систем, к работающей программе имеет поочередный доступ только одна из сторон. Это означает, что ни преподаватель, ни обучаемый не видят действий противоположной стороны.

В случае использования специальных программ, например TeamViewer [6], необходимо устанавливать специальное программное обеспечение на компьютере обучаемого (или в компьютерном классе учебного заведения), что не всегда просто, ибо связано с наличием прав администрирования.

Установка специальных программ также связана с покупкой или арендой последних, что существенно мешает внедрению использования дистанцион-

ных занятий, особенно мешает процессу включения новых пользователей в среду дистанционного обучения.

Таким образом, удаленное управление компьютером обучаемого не является в общем случае целесообразным решением при реализации компьютера взаимодействия.

4. УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЕССИЕЙ СЕРВЕРА

Более эффективным средством реализации компьютера общения, является удаленное управление сессией на сервере [7] (рис. 3).

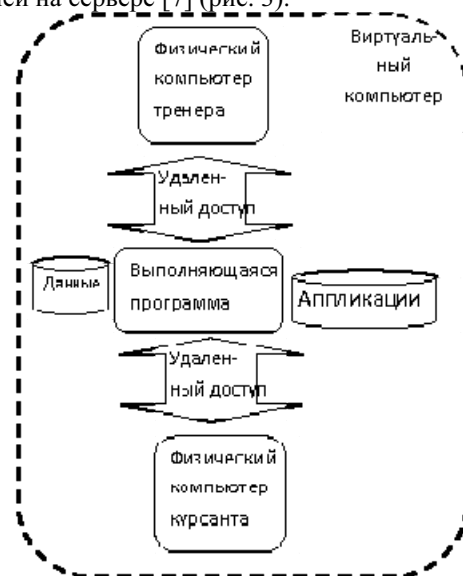


Рис. 3. Схема виртуального компьютера урока

В данном случае среда общения реализуется в следующей последовательности:

Сначала обучаемый со своего физического компьютера открывает удаленную сессию на сервере (рис. 4) — создает виртуальный компьютер, имея ограниченные, строго определенные права доступа;

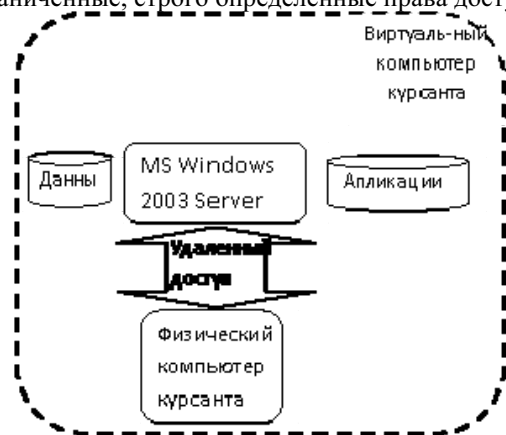


Рис. 4. Схема виртуального компьютера курсанта

Затем преподаватель (с более широкими правами), тоже имеющий удаленную сессию (открытую со своего физического компьютера на том же самом сервере), перехватывает управление созданным виртуальным компьютером обучаемого (рис. 5).

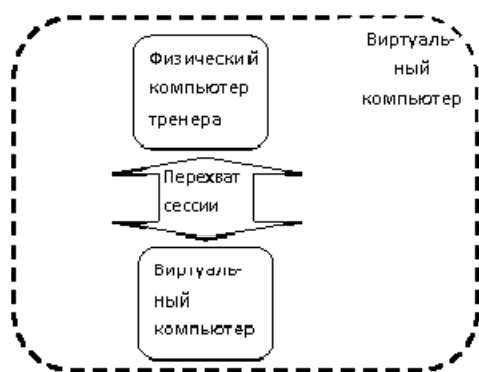


Рис. 5. Перехват преподавателем управления виртуальным компьютером курсанта

В результате обе стороны (как обучаемый, так и преподаватель) могут одновременно работать с созданным виртуальным компьютером (манипулировать «мышкой», вводить информацию с клавиатуры) и, что самое главное, видеть на экранах своих физических компьютеров все манипуляции и реакцию выполняющейся на сервере программы, как если бы они производили эти манипуляции сами.

Для перехвата виртуального компьютера обучаемого в случае, например, операционной системы MS Windows 2003 Server, преподавателю необходимо открыть окно „Terminal Service Management” и выполнить „Remote Control” над удаленной сессией обучаемого.

Достоинства решения

Данный подход не требует установки дополнительного программного обеспечения на компьютере обучаемого. Это дает возможность потенциальным пользователям дистанционных лекций легко попробовать новый вид занятий. Подход может быть применен также для обучения квалифицированных пользователей, особенно при работе над данными на сервере.

Недостатки решения

Отметим, что при данном подходе все программы и данные, необходимые для занятия, должны быть заблаговременно размещены на сервере.

Малоквалифицированному обучаемому может быть весьма трудно понять свое место в весьма сложной среде общения.

Компьютер обучаемого может иметь другие настройки, чем установки на сервере, поэтому могут быть отличия в последующем выполнении изучаемой программы непосредственно на компьютере обучаемого.

5. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Мы использовали описанный подход при обучении преподавателей средних школ применению среды MOODLE [8]. Следует отметить, что наши обучаемые не являлись специалистами в сфере информационных технологий — это были учителя биологии, экономики, математики, культурологии, литературы, истории. К тому же большая часть из них не имела опыта работы с компьютеризированными средствами общения в Интернете. Мы рабо-

тали с пятью группами курсантов — каждая группа по 10 человек (по 5 учителей из 2 школ). Занятия проводились из Риги в семи городах Латвии. Отметим, что участники групп уже были знакомы, поэтому сразу могли общаться и помогать друг другу.

Для работы мы использовали MS Windows 2003 Server, на котором была установлена изучаемая система MOODLE. Занятия всегда проводились из Риги — из различных мест, в зависимости от конкретного преподавателя. Курсанты находились в компьютерных классах участвующих школ в 7 других городах.

Преподаватель всегда работал на одном компьютере, на котором одновременно был запущен Skype в режиме видеоконференции и удаленная сессия на сервере, причем иногда это был компьютер с двумя мониторами (отдельно для MOODLE и отдельно для Skype), иногда с одним — совмещающим оба окна.

К физическому компьютеру обучаемого были подключены проектор, динамики и микрофон. На этом компьютере также выполнялась как удаленная сессия сервера, так и Skype-видеоконференция. Таким образом, курсанты на одном настенном экране одновременно видели как видеоизображение преподавателя, так и окно с работающей системой MOODLE. Слушая преподавателя, курсанты параллельно с наблюдением происходящего на настенном экране работали каждый на своем компьютере, выполняя заданные преподавателем операции, при необходимости обращаясь к преподавателю за консультациями, используя аудиторный микрофон.

Со своей стороны, преподаватель, наблюдая за происходящим в аудитории, мог регулировать темп занятия и степень необходимой детализации. С каждой группой в отдельности было проведено по 5 занятий, каждое по 1,5 часа.

Для оценки приемлемости описанного подхода было проведено анкетирование слушателей, которое показало следующее [9]:

- слушателям важно видеть видео лектора;
- подход обеспечил достаточное техническое качество занятий, даже в местах со средним быстродействием Интернета;
- несмотря на два параллельных канала проведения занятий, была обеспечена синхронность видео конференции и «компьютера обучения»;
- во время виртуального занятия слушатели консультировались с коллегами;
- реализация среды обеспечила правильный темп занятий (возможность лектору адаптироваться к аудитории);
- несмотря на большой интерес, только 30 % слушателей желали бы сами провести дистанционное интерактивное занятие.

6. НАБЛЮДЕНИЯ И ВЫВОДЫ

Курсанты охотно приняли такую форму обучения. Для человека с минимальным опытом в обла-

сти ИТ не составляет затруднений запустить виртуальное удаленное занятие.

Нет необходимости использовать два компьютера на каждой из сторон для проведения удаленного занятия — совмещение двух окон на одном мониторе дает достаточное техническое качество занятий. Кроме того, это качество не зависит от места нахождения преподавателя во время занятий.

Очень важно, чтобы слушатели были взаимно дружелюбны и общительны. В каждой группе желательно иметь одного лидера, который берет на себя функции общения с удаленным преподавателем.

Есть предположение, что 1,5 ч — это максимально допустимое время удаленного занятия, после чего обучаемые теряют концентрацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Kim Kyong-Jee; Bonk Curtis J.** The future of online teaching and learning in higher education: the survey says... *EDUCAUSE Quarterly*. V. 29. № 4. 2006. P. 22—30.
2. **Jekabsons G., Krauklis K., Lavendels J., Sitikovs V.** Effectiveness of e-learning implementation and prospects of its advancements for distributed groups of learners In: *Education Quality, Magazine of the Institute of Applied Computer Systems of Riga Technical University, Riga, Latvia, Riga Technical university*. 2010. P. 5—12.
3. **Лавенделс Ю.О., Шитиков В.С.** Проблемы обеспечения дружелюбности в дистанционном компьютеризированном обучении // 11th International conference “Education and Virtuality” (VIRT-2007). 17-21 of September 2007. ISSN 1993-405X. Yalta, Ukraine. P. 252—261.
4. **Unuth N.** What is Skype? An Introduction To The Most Popular Free VoIP Software and Service, <http://voip.about.com/od/voipsoftware/a/whatisskype.html>
5. **Krauklis K., Shitikov V.** Solutions of collaboration process provision in the VOIP Skype environment. In: *Proceedings of International Scientific Practical Conference „Information & Communication Technology in Natural Science Education*. 2-5 December 2007, Šiauliai, Lithuania. ISBN 978-9986-38-823-4. P. 93—98.
6. **TeamViewer** — the All-In-One Solution for Remote Access and Support over the Internet / Internet. — <http://www.teamviewer.com/en/index.aspx>
7. **How to enable** and to configure Remote Desktop for Administration in Windows Server 2003 / Internet. — <http://support.microsoft.com/kb/814590>
8. **The Latvian Language Agency.** The project "The Latvian language and literature, and bilingual education teachers' professional competence improvement" (Nr. 2010/0077/1DP/1.2.1.2.3./09/IPIA/ VIAA/002). http://www.valoda.lv/ESF_projekti/_Latviesu_valodas_literaturas_un_bilingvalo_macibu_pedagogu_profesionalas_kompetences_pilnveide_/793/mid_527
9. **Лавенделс Ю.О., Шитиков В.С., Штейнманис Ю.М.** Использование дистанционного управления сервером для обеспечения виртуальных занятий // *Образование и Виртуальность*. — ВИРТ-2011, 19—23 сентября, Ялта, С. 77—82.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА ПО РЕЧЕВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

АННОТАЦИЯ

Исследования речевых технологий с каждым годом развиваются все более и более активно. Решения на базе систем распознавания речи находят применение в разных сферах и услугах, от простого набора текста под диктовку до создания запросо-ответных информационных систем в различных областях.

Рассматривается формирование электронного образовательного ресурса, предоставляющего структурированные теоретические материалы по дисциплинам «Человеко-машинное взаимодействие», «Системы искусственного интеллекта». Также описывается программный комплекс для проведения экспериментальных исследований по данным направлениям.

ВВЕДЕНИЕ

Контент для электронных образовательных ресурсов обычно включает точные и экспертные знания, зафиксированные в учебниках и размещенных на серверах в сети. Однако наибольшая ценность связана с возможностью формирования экспертных знаний, полученных при обработке данных физического эксперимента. Поэтому при формировании контента для образовательного ресурса в зависимости от класса решаемых задач необходимо сформулировать темы, исходные данные для которых извлекаются экспериментальным путем и требуют дополнительной обработки и исследований. Возможность работы с такими данными формирует исследовательские навыки у обучаемого.

1. НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассмотрим задачу построения образовательного ресурса по направлению «Проектирование естественного речевого интерфейса». Стоит отметить, что сама проблема преобразования речи в текст объединяет в себе методы цифровой обработки сигналов, теории нейронных сетей, временных рядов, теории вероятности, математической статистики, фонологии и программирования. Поэтому для создания речевых модулей требуется целый комплекс разнородных программных продуктов, что замедляет и усложняет сам процесс проектирования.

Кроме знаний, изложенных в электронном учебнике «Прикладные системы искусственного интеллекта» (<http://vts.ikit.sfu-kras.ru>), предусмотрено проведение исследований по следующим направлениям:

- 1) преобразование в цифровую форму и предварительная обработка речевого сигнала, включает:
 - выбор параметров дискретизации при преобразовании в цифровую форму;
 - выделение полезной информации из речевого потока;
 - подавление шума;
 - нормализацию сигнала;

- 2) измерение характеристик с использованием различных методов:
 - преобразования Фурье;
 - вейвлет-преобразования;
 - кепстрального анализа;
 - формантного анализа.
- 3) распознавание речевых образов:
 - нейронные сети;
 - скрытые марковские модели;
 - динамическое программирование;
- 4) создание базы знаний о русском языке
 - разработка базы словоформ русского языка;
 - формирование грамматической формы слова;
- 5) построение речевой базы данных.

2. КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ

Для проведения экспериментов в реальных условиях была разработана исследовательская среда, объединяющая модули для анализа и разработки алгоритмов, использующихся на каждом этапе процесса распознавания речи.

Использование речевых компонент в системах связано с обработкой, анализом и обобщением огромного количества речевых данных. Так как обработка речевого сигнала весьма критична ко времени и связана с анализом большого количества экспериментальных данных для моделирования и проведения расчетов используется ресурс, имеющийся в вычислительном центре ИКИТ СФУ, — кластер IBM Blade HS21 производительностью 9,287 TFlops/s и пакет pMatLab. Кластер работает под управлением ОС SUSE Linux Enterprise Server 10. Параллельные вычисления обеспечивают пакеты Distributed Computing Toolbox (DCT) и Computing Engine (MDCE). Для работы на кластере используется клиент для удаленного доступа Putty, порт сервера X Window System и Xming, удаленный доступ через VPN.

Для работы на кластере подготовлен список задач, связанных с использованием параллельного вычислительного процесса в алгоритмах систем распознавания речи:

- 1) преобразование в цифровую форму и предварительная обработка речевого сигнала;
- 2) вычисление вектора признаков фонем речевых единиц на этапах формирования обучающей выборки и распознавания;
- 3) обучение нейронной сети и ее использование для классификации фонем;
- 4) построение грамматической формы распознаваемых образов слов.

3. ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧЕВОЙ БД

Исследования в таких областях, как синтез и распознавание речи, требуют накопления большого количества речевых фрагментов, сопровождаемых описанием соответствующих деталей этих фрагментов. Поэтому возникает необходимость создания речевой базы данных.

Речевая база данных (РБД) — это база данных, в которой хранятся речевые данные в виде массивов отсчетов оцифрованного речевого сигнала, а также необходимая справочная информация (данные о дикторе, параметры сигнала и т.д.). Каждый массив отсчетов обычно записывается в отдельном файле, а в самой базе данных хранится только имя этого файла. Современное развитие вычислительной техники позволяет собирать объемные БД и хранить их в достаточно компактном виде.

На сервере речевых технологий `vts.ikit.sfu-kras.ru` размещен сетевой вариант речевой БД, информация в которой пополняется новыми записями в учебном процессе. Взаимодействие пользователя с речевой БД и кластером обеспечивается веб-службами.

Как пример использования разработанного комплекса и речевой БД можно привести результаты экспериментов по сокращению времени вычисления на этапе предварительной обработки речевого сигнала.

Для исследования эффективности распараллеливания алгоритма нормализации на этапе предварительной обработки материала речевой базы данных, проводилось измерение общего времени обработки речевого материала, которое, в свою очередь складывалось из времени соединения с базой данных, времени выполнения запроса к базе и времени обработки речевых сигналов с их последующим сохранением. В ходе эксперимента к базе данных формировался запрос на получение выборки из 5000 записей, после получения ответа, на сервере Matlab,

производилась нормализация каждого вектора речевого сигнала и оценивались временные затраты. Выполнялось распараллеливание вычислений на 2, 4 и 8 процессов, параллелизм реализовался с использованием механизма `parfor`. Результаты экспериментов показали сокращение временных затрат на предварительную обработку речевого сигнала при увеличении количества задействованных параллельных процессов до 78 %.

На основе полученных результатов можно сделать выводы об эффективности применения разработанного метода обработки речевого материала, при использовании взаимодействия MatLAB с базой данных MySQL для параллельной обработки на кластере в задаче распознавания речи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подход к формированию знаний для построения электронного образовательного ресурса по речевым технологиям показал целесообразность использования базы теоретических материалов в совокупности с программными решениями, позволяющими получать навыки работы непосредственно с основными компонентами исследуемых речевых систем.

Разработанный комплекс исследования речевых компонентов представляет собой универсальное рабочее место для проведения экспериментов и разработки новых методов и алгоритмов, использующихся на каждом этапе процесса распознавания речи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев М.С. Кирякова Г.С., Ли А.С. Интеллектуальный комплекс для исследования речевого сигнала. // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе '09: материалы XXXVI Международн. конференц. молодых ученых. — Ялта-Гурзуф, 2009.
2. Дьяконов В. MATLAB. — СПб.: Питер, 2001. — 560 с.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются современные требования к профессиональным компетенциям в сфере информационной безопасности и обсуждаются проблемы их формирования и контроля в процессе обучения с использованием технологий дистанционного обучения в форме деловых телекоммуникационных игр.

ВВЕДЕНИЕ

Переход системы высшего профессионального образования на образовательные стандарты третьего поколения поставил перед национальными исследовательскими университетами ряд новых по содержанию образовательных задач, среди которых можно выделить следующие: *интенсификацию учебного процесса и повышение его эффективности; создание условий и методик, позволяющих совмещать образовательный процесс и научно-исследовательскую деятельность студентов; развитие профессионального и инновационного мышления и, безусловно, создание системы формирования профессиональных компетенций¹ в условиях ограниченного времени и ресурсов.* Решение этих задач сегодня невозможно без использования новых информационных технологий и в том числе дистанционного обучения. На наш взгляд именно дистанционное обучение дает сегодня возможность интенсифицировать образовательный процесс и повысить его эффективность за счет организации в планируемые часы самостоятельной работы студентов активных форм познавательной деятельности, связанных с развитием научного, инновационного и профессионального мышления. К сожалению, активные формы познавательной деятельности в период самостоятельной работы студентов сегодня мало используются в системе высшего профессионального образования в концепции фундаментального обучения, так как требуют больших затрат времени на организацию и проведение занятий в подобной форме, а также не имеют достаточной научной и методической проработки их подготовки, организации и нормативно-правового обеспечения.

Следует также отметить, что необходимость внедрения новых форм активной познавательной деятельности, на мой взгляд, связана не столько с техническими достижениями в сфере телекоммуникаций, сколько с изменением системы взглядов на высшее профессиональное образование, отражающей потребности рыночной экономики. А это проявляется, прежде всего, в современных Федераль-

ных образовательных стандартах, ориентированных на компетентностные образовательные модели выпускников.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В настоящее время подготовка бакалавров и магистров в сфере информационной безопасности осуществляется в соответствии с ФГОС третьего поколения по единому направлению «*Информационная безопасность*». При этом профиль обучения определяется непосредственно вузом, что, с одной стороны, дает большую гибкость в обеспечении рынка труда и требует от вуза проведения маркетинговых исследований, а с другой стороны, накладывает на вуз определенные обязательства и ответственность за будущую востребованность выпускника. Но есть и еще один не менее важный аспект такой свободы, заложенной в стандартах третьего поколения. Под сформулированный вузом профиль обучения необходимо скорректировать требования к профессиональным компетенциям, а затем определить образовательную модель бакалавра (магистра) в сфере информационной безопасности. И хотя эти требования справедливы для всей системы двухуровневого высшего профессионального образования в концепции ФГОС третьего поколения, для направления «*Информационная безопасность*» они имеют свои особенности. Главная из них заключается в том, что, несмотря на гуманитарное отношение к этим направлениям со стороны администраций вузов, это направление требует от выпускников высокого уровня инженерной подготовки, что обеспечивается только современной лабораторно-технической базой и технологиями. Кроме того, выпускники в сфере информационной безопасности должны владеть разными методологиями организации защиты информации, содержащей различные виды тайн: коммерческой, банковской, служебной и т.д. Особенно это требование актуально для профилей, связанных непосредственно с организацией систем информационной безопасности.

В национальном исследовательском университете «МЭИ» на кафедре комплексной безопасности бизнеса направление «*Информационная безопасность*» реализуется в форме двух профилей: «*Менеджмент информационной безопасности*» и «*Информационная безопасность автоматизированных систем управления*». Этот выбор определялся многими факторами и, в том числе, конъюнк-

¹ Компетенция — это способность обучаемого вести успешную профессиональную деятельность [1].

турой рынка труда, потребностями этих профилей в безопасности, актуальными отраслевыми задачами в сфере энергетики и другими. Под эти профили были сформулированы профессиональные компетенции² и разработаны образовательные модели выпускников в форме учебных планов и программ.

Все профессиональные компетенции можно объединить в две группы:

Первая группа относится к компетенциям, связанным с технологиями организации защиты информации и с выполнением всех циклов работ по проведению аудита информационной безопасности, проектированию и организации системы защиты информации, расследованию инцидентов и других работ.

Вторая группа профессиональных компетенций относится к формированию способностей выполнять комплекс инженерно-технических работ, относящихся к информационной безопасности (*инсталляции общего и специального программного обеспечения, их администрирование, настройки, работа с техническими комплексами и средствами криптографической защиты и т.д.*).

Формирование этих профессиональных компетенций в заданные ФГОС сроки с минимальным периодом адаптации выпускников к конкретной профессиональной деятельности, *не превышающим нескольких недель*, невозможно без применения дистанционных технологий в часы самостоятельной работы студентов.

Для обучения профессиональным компетенциям первой группы, как показывает опыт, наиболее приспособленными для этого являются **деловые телекоммуникационные игры** [2], которые отличаются от обычных деловых игр тем, что проводятся с использованием Интернета.

При обучении профессиональным компетенциям второй группы чаще всего используются лабораторные и практические занятия, проводимые в специализированных лабораториях, но могут также использоваться **интерактивные тренажеры по управлению техническими и программными комплексами систем информационной безопасности**.

Профессиональные компетенции первой группы успешно отрабатываются в учебном процессе кафедры комплексной безопасности бизнеса при обучении методам и технологиям организации защиты информации хозяйствующих субъектов [2]. При этом большая часть времени обучения отводится в часы самостоятельной работы студентов (70—80 %) в программной среде «Виртуальный университет МЭИ»³.

² Профессиональные компетенции были выделены на основе разработанного на кафедре «Комплексная безопасность бизнеса» МЭИ метода *замкнутых производственно-профессиональных циклов*, основанного на идеи цикличности всех процессов управления Деминга-Шухарта [1,3].

³ «Виртуальный университет МЭИ» — специальное портальное решение, разработанное на кафедре [5], позволяющее проводить интерактивное обучение студентов и слушателей с использованием малых ролевых групп обучаемых (до 5 чел.).

Профессиональные компетенции второй группы в большей степени формируются непосредственно на практических и лабораторных занятиях (80—90 %). Перевести их в сферу дистанционных технологий весьма сложно и, в первую очередь, из-за отсутствия глубокой проработки научно-методических вопросов разработки дистанционных интерактивных тренажеров в сфере информационной безопасности и большого объема трудозатрат.

2. ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕЛОВЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ИГР

Сегодня деловые игры широко используются в PR, менеджменте, маркетинге, экономике, управлении персоналом и других направлениях [4—6], которые, по мнению автора:

допускают возможность деления бизнес-процессов на этапы по времени и/или в пространстве; одновременную согласованную работу нескольких специалистов по выполнению одной задачи;

возможность ввода различных исходных на разных этапах игры;

ориентируются на творческие и обоснованные решения в заданных условиях игры деловых ситуациях;

имеют четко сформулированные критерии оценки результатов, как общие для всей команды, так и частные для каждого участника.

Следует отметить, что деловые игры проводятся, как правило, по направлениям, не имеющим сегодня формализованного описания процессов, математических моделей, ограничений и регламентированных механизмов выполнения определенных этапов работ, и в значительной степени основываются на **логике, интуиции и креативности** принимаемых решений по деловым ситуациям. Эффективность деловых игр в значительной степени *определяется личностью тренера, его опытом и способностью к быстрой реакции на возникающие непредвиденные в ходе игры ситуации*. Такие деловые игры в большей степени ориентируются только на разработку постановки задачи и обсуждение в микрогруппах промежуточных и конечных результатов работы участников деловых игр. Они не носят многоэтапный характер, хотя могут быть и достаточно продолжительны во времени (до нескольких часов).

В сфере информационной безопасности такие игры практически неприменимы, многие механизмы защиты информации определены стандартами, нормативами и рекомендациями. Остальные нечетко определенные механизмы защиты, не попадающие в предыдущую категорию, должны быть построены на некоторой логике, чаще всего связанной с управлением рисками в четких или нечетких их показателях. Поэтому для этой сферы более приемлемы деловые игры, которые используются сегодня в силовых структурах и МЧС: командно-штабные военные игры, командно-штабные учения, командно-штабные игры МЧС и т.д. В них удачно сочета-

ются определенные законодательно ограничения, критерии и механизмы решения задач по возникающим ситуациям, и существует возможность для других логически обоснованных решений для нечетко определенных условий и задач.

Какие классы задач, связанные с профессиональными компетенциями могут решаться с использованием деловых игр? Таких классов деловых игр, на наш взгляд, может быть несколько.

1. Организация защиты коммерческой тайны.
2. Организация защиты персональных данных.
3. Организация комплексной системы защиты информационных активов хозяйствующего субъекта.
4. Организация аудита информационной безопасности.
5. Расследование инцидентов информационной безопасности.
6. Организация электронного документооборота.
7. Организация защиты проектируемой информационной технологии.
8. Организация защиты АСУТП объекта энергетики.
9. Исследование уязвимостей АСУТП объектов энергетики.

Каждый класс может иметь свои особенности как по уровню развития бизнеса (малый, средний и крупный), так и по отраслям, отражающим особенности защиты тайн (банковской, служебной и др.). Решения во всех этих случаях могут существенно отличаться даже в похожих ситуациях, так как требуют учета соответствующих нормативных документов и рекомендаций.

Подготовка такой игры, как показывает наш опыт, требует значительных затрат времени и включает следующие этапы (рис. 1).



Рис. 1. Этапы подготовки деловой телекоммуникационной игры в сфере защиты информации организации

Все представленные на рис. 1 модели носят описательный характер. Объем описаний моделей и ситуаций должен быть достаточным для проведения деловой игры и позволять оценивать ситуацию и предлагать обоснованные решения.

Модель бизнес-процессов представляет описание хозяйствующего субъекта и основных бизнес-процессов, связанных с обработкой конфиденциальной информации.

Структурно-организационная и функциональная модель деятельности позволяет понять содержание работ связанных с обработкой информации в организации и ответственность персонала за информационные активы. Многие уязвимости системы информационной безопасности уже выявляются на этом этапе разработки деловой игры.

Модель состояния системы информационной безопасности обычно представляется как результаты ее аудита.

Ситуационная модель обычно представляет собой взгляд администрации хозяйствующего субъекта на состояние системы информационной безопасности.

Концепция создания системы защиты информации зависит в значительной степени от вида защищаемой тайны и, как правило, определяется на этапе разработки деловой игры.

Игровая модель представляет собой постановки задач на каждом этапе, методики их выполнения и критерии оценки.

Результаты разработки такой деловой игры для дисциплины «Основы информационной безопасности» для специальностей не связанных с защитой информации были использованы в учебном процессе кафедры и показали высокую эффективность. Этапы игры представлены на рис. 2.



Рис. 2. Этапы проведения деловой телекоммуникационной игры

В ходе деловой игры на виртуальной модели филиала *XtremeBank* студенты получили представление о методах и технологиях комплексных решений по защите информации: от моделирования угроз до разработки политики информационной безопасности, применения методов организации физической и программно-аппаратной защиты информационных активов организации до управления рисками информационной безопасности и разработки обоснованных предложений по организации защиты информации.

3. О ПРОБЛЕМАХ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При всей очевидности применения в образовательном процессе активных форм обучения, позволяющих достичь высокого уровня профессиональных компетенций на основе использования дистанционных технологий существует ряд проблем, на которых стоит остановиться более подробно.

1. Разработка подобных деловых игр требует значительных затрат времени профессорско-преподавательского состава (ориентировочно 3—4 человеко-месяца на одну игру) и их соответствующей квалификации. Кроме того, проведение таких игр требует также определения нормативов трудозатрат преподавательского состава, которые значительно выше из-за работы преподавателя с каждой микро-группой.
2. Безусловно, что каждая такая игра является интеллектуальной собственностью университета и должна быть учтена как нематериальный актив, который имеет ценность и может передаваться (продаваться) в другие организации. Для этого она должна быть классифицирована, сертифицирована, зарегистрирована и иметь механизм защиты авторских прав. Сегодня деловые игры такого класса эти процедуры не проходят из-за отсутствия соответствующих механизмов, поэтому авторы деловых игр не проявляют желания к их массовому распространению. Особенно это касается телекоммуникационных деловых игр, в которых роль преподавателя после проведенной первой игры и ее обсуждения резко снижается. Ее в дальнейшем уже может проигрывать с той же эффективностью преподаватель более низкой квалификации. Однако в этом есть и некоторое достоинство. Оно заключается в том, что появляется возможность разделения труда для преподавательского состава при разработке и проведении деловых игр. Один из путей решения этой проблемы — создание института общественной аттестации и сертификации подобных интеллектуальных продуктов.
3. Сегодня требует совершенствования система стандартов дистанционного обучения SCORM для автоматизации процессов проигрывания деловых игр. Такая возможность выделения и формализованного описания ситуаций и действий по ним в сфере информационной безопасности существует, но требует научной проработки.
4. Очевидно, что введение активных форм обучения требует повышения квалификации профессорско-преподавательского состава университета. Мы готовы провести цикл семинаров повышения квалификации профессорско-преподавательского состава по всем аспектам разработки и внедрения в образовательный процесс телекоммуникационных деловых игр в своих сферах деятельности.
5. Требуют научной проработки технологии дистанционного обучения профессиональным компетенциям на различных тренажерах инженерно-технических комплексов, применяемых в сфере информационной безопасности. Тренаже-

ры должны полностью удаленно имитировать работу специалиста на сложных инженерно-технических комплексах. При этом они должны предусматривать настройку на новые функции и задачи, имитировать новейшие отечественные и зарубежные разработки.

6. Одной из самых актуальных проблем информационной безопасности сегодня является обеспечение безопасности АСУТП объектов энергетики. Исследование АСУТП на уязвимость и разработка рекомендаций по их защищенности является сегодня проблемой мирового уровня. Решение этой проблемы требует создания научно-исследовательских комплексов и моделей по исследованию уязвимостей АСУТП объектов энергетики. Решение этой проблемы требует координации усилий национального исследовательского университета МЭИ, других университетов, институтов РАН, крупных IT-компаний и других организаций.
7. Следует отметить, что проведение деловых игр не является альтернативной заменой других форм обучения методам организации защиты информации, а позволяет эффективно решать задачу обучения профессиональным компетенциям по проектированию и организации системы защиты информации в более короткие сроки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные подходы к формированию профессиональных компетенций в сфере информационной безопасности с использованием телекоммуникационных деловых игр и проблемы, связанные с их внедрением в образовательный процесс, относятся к более широкому классу задач. Мы глубоко уверены, что эти подходы могут быть широко использованы при подготовке инженеров-энергетиков для решения вопросов повышения эффективности образовательного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минзов А.С. Высшее профессиональное и корпоративное образование: парадигма взаимного влияния. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 148 с.
2. Минзов А.С. Методология применения терминов в сферах информационной, экономической и комплексной безопасности бизнеса. — М., 2011. — 80с.
3. Мельникова О.И. Анализ и синтез механизмов обучения профессиональным компетенциям в сфере информационных технологий. Дисс. ... — Дубна, 2011. — 150 с.
4. Берн Э. Игры, в которые играют люди. Психология человеческих взаимоотношений. Люди, которые играют в игры. Психология человеческой судьбы: пер. с англ. — М.: Прогресс, 1988.
5. Методические рекомендации по подготовке и проведению командно-штабных учений: <http://78.mchs.gov.ru/kbzhhd/detail.php?ID=1663>
6. Федеральный закон Российской Федерации от 29 июля 2004 г. N 98-ФЗ «О коммерческой тайне».
7. Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2006 г. N 152-ФЗ «О персональных данных».
8. Практические правила управления информационной безопасностью: ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799—2005.
9. Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы РФ: Стандарт банка России СТО БР ИББС-1.0—2006.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПРОБЛЕМАМ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются современные подходы в организации обучения, создании учебных материалов и разработке учебных порталов по проблемным областям.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране недостаточно эффективно развита система планомерной комплексной целенаправленной подготовки специалистов и переподготовки кадров в области химической безопасности. Отсутствуют эффективные средства обеспечения образовательного процесса подготовки специалистов в области химической безопасности, разработанные и реализованные в единой информационно-образовательной среде на основе современных информационно-компьютерных средств обучения.

Информационная поддержка специалистов, занимающихся проблемами химической безопасности, и информирование населения об угрозах, связанных с химическими факторами опасности, является одной из актуальных задач. Современный подход к решению данной проблемы с использованием электронных информационных ресурсов, в том числе через глобальную сеть Интернет, должен способствовать повышению уровня безопасности широких слоев населения.

В этой связи необходимо создание качественно нового средства подготовки специалистов и переподготовки кадров в системе дополнительного и послевузовского образования и информирования широких слоев населения по вопросам химической безопасности, разработанного в форме учебно-методического комплекса (УМК) и реализованного с использованием интернет-технологий в системе удаленного доступа, функционирующего на выделенном сервере.

1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ПРОБЛЕМАМ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Учебно-методический комплекс (УМК) — это автоматизированная информационно-обучающая система на основе информационно-коммуникационных технологий, предназначенная для подготовки специалистов и переподготовки кадров в области химической безопасности.

УМК включает совокупность учебных, учебно-методических, научно-методических, информационно-образовательных, информационно-справочных и информационно-аналитических ресурсов по химической безопасности.

Материалы комплекса предназначены для преподавателей, консультантов, студентов, аспирантов, инженеров-технологов, научных работников и других категорий пользователей.

УМК позволяет:

- обеспечить образовательный процесс подготовки специалистов и переподготовки кадров в области химической безопасности;
- осуществлять открытый или ограниченный доступ к информационно-образовательным, информационно-справочным, информационно-аналитическим, нормативно-методическим ресурсам комплекса;
- размещать статические (не изменяющиеся) материалы информационного, справочного или учебного характера;
- реализовывать базы данных с динамическими сведениями о свойствах опасных веществ, показателях надежности оборудования, коррозионной стойкости оборудования и материалов и т.п.;
- размещать печатные издания учебного, обзорного, методического характера в электронном виде.

Учебно-методический комплекс построен на основе интеграции трех основных программных компонентов:

- 1) CMS (Content Management System — система управления контентом) MediaWiki;
- 2) LMS (Learning Management System — система управления обучением в дистанционном режиме) Moodle;
- 3) комплекса баз данных по проблемам химической безопасности.

2. КОМПЛЕКС БАЗ ДАННЫХ ПО ПРОБЛЕМАМ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В рамках создания учебно-методического комплекса реализована единая система баз данных (БД) различного назначения, включающая:

- 1) базу данных по свойствам химически опасных веществ и материалов;
- 2) базу данных по показателям надежности типового оборудования химически опасных и других опасных производственных объектов, являющихся источниками химической и токсической опасности;
- 3) базу данных по оценке риска при обращении с потенциально опасными веществами и материалами и по химическим и токсическим

- опасностям, связанным с технологическими процессами на химически опасных объектах;
- 4) базу данных по химической, токсической и коррозионной стойкости типового оборудования химически опасных и других опасных производственных объектов, являющихся источниками химической и токсической опасности;
 - 5) базу данных по пожаро- и взрывобезопасности технологических процессов, установок и оборудования химически опасных и других опасных производственных объектов.

БД реализованы в СУБД Oracle 10g XE.

При реализации учебно-методического комплекса использованы следующие технологии:

- 1) SQL (Structured Query Language) — язык структурированных запросов к базам данных. Используется во всех программных компонентах комплекса для управления данными, хранящимися в СУБД;
- 2) HTML (Hyper Text Markup Language) — язык разметки гипертекста и CSS (Cascading Style Sheets) — спецификация каскадных таблиц стилей. Формирует внешний вид и интерактивные элементы интерфейса. Использован для реализации электронного учебного пособия;
- 3) HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) — протокол передачи гипертекстовой информации.
- 4) JavaScript — скриптовый язык сценариев управления интернет-браузерами;
- 5) TeX — верстка математических формул. CMS MediaWiki, LMS Moodle и интерфейс к БД по показателям надежности типового оборудования;
- 6) SMILES (A Simplified Chemical Language) — спецификация упрощенного представления химических формул.

3. ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Электронное учебное пособие по проблемам химической безопасности предназначено для теоретической подготовки специалистов и самоконтроля знаний в процессе изучения материала с использованием реализованной в нем автоматизированной системы самоконтроля.

Электронное учебное пособие состоит из введения (1 слайд), перечня принятых основных сокращений (1 слайд), 17 тем (167 слайдов), библиографического списка, включающего 93 наименования (4 слайда), глоссария основных понятий, терминов и определений (7 слайдов), подсистемы самоконтроля знаний (48 слайдов), заключения (1 слайд).

Версия электронного учебного пособия, реализованная на компакт-диске, предусматривает возможность предоставления специалистам необходи-

мого минимума теоретических знаний по источникам химической опасности, связанных с производственными процессами; методам и моделям анализа и оценки риска химически опасных объектов; нормативно-методическим основам обеспечения химической безопасности; моделированию последствий аварий на химически опасных объектах со взрывами топливно-воздушных смесей и пожарами огненного шара, пролива и факельного горения.

4. ИНТЕГРАЦИЯ

Интеграция функциональности систем и компонентов в единый комплекс имеет целью создание полнофункционального учебного комплекса из отдельных, как существующих, так и специально разрабатываемых, модулей и подсистем. На данном уровне методами сопряжения модулей или подсистем в единое целое являются:

- сопряжение на уровне баз данных,
- сопряжение на уровне программных интерфейсов,
- сопряжение на уровне интерфейсов пользователя.

Сопряжение подсистем на уровне программных интерфейсов заключается в определении и реализации открытых хорошо документированных программных интерфейсов в одной из систем, и использовании их из другой для доступа к функциональности первой.

Сопряжение подсистем на уровне интерфейсов пользователя предполагает, что совмещаемые системы приводятся к пользовательскому интерфейсу, — как визуально, так и функционально единому с точки зрения конечного пользователя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование современных информационных технологий, в частности интернет-технологий позволяет создавать качественно новые мультимедийные учебные материалы с реализованными в них модулями учебного, методического и справочного назначения, обладающие возможностью интеграции в различные системы CMS и LMS.

Разработанные и реализованные ресурсы учебно-методического комплекса представляют собой **информационно-образовательную среду**, т. е. программно-телекоммуникационное и педагогическое пространство с едиными технологическими средствами ведения образовательного процесса, его информационной поддержкой и документированием в среде Интернет неограниченного числа научных, производственных, учебных и других организаций независимо от их профессиональной специализации (уровня предлагаемого образования), организационно-правовой формы и формы собственности.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

АННОТАЦИЯ

Ведется разработка инструментария для реализации учебно-методических материалов в виде научно-образовательного портала, включающего в себя образовательные ресурсы и среду для проведения расчетов. Система реализуется с применением строгого объектно-ориентировочного подхода к программированию web-систем на основе технологии JSP.

ВВЕДЕНИЕ

В век информатизации научного знания обилие информации для вузовской практики оборачивается насыщенностью учебных программ и увеличением времени для изучения материала. В результате студент оказывается не в состоянии глубоко усвоить предмет [1]. Поэтому разработка и оптимальное использование электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и расширение масштабов их внедрения в учебный процесс становится актуальной задачей повышения качества образования.

Анализ существующих средств организации электронного обучения показал, что наибольший интерес среди OpenSource проектов представляет Moodle, обладающий широчайшим набором возможностей для полноценной реализации процесса обучения в дистанционной среде. Moodle сочетает в себе различные опции формирования и представления учебного материала, проверки знаний и контроля успеваемости. Так как данная система является педагогически ориентированной, то возникает задача разработать проект с дополнительной возможностью удаленного доступа к вычислительным ресурсам для проведения научно-исследовательских расчетов.

1. ИНФОРМАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ПОРТАЛА

На кафедре математического моделирования факультета математики и информационных технологий Башкирского государственного университета ведется разработка ЭОР в виде учебно-научного портала кафедры, объединяющей творческие коллективы нескольких научных направлений:

- математическое моделирование и оптимизация сложных химических процессов;
- моделирование задач медицинского страхования;
- моделирование случайных процессов и другие.

В структуре портала можно условно выделить две части: информационную и учебно-образовательную.

Информационная часть портала содержит информацию о предметной области кафедры, анонси-

рование, информацию о научных мероприятиях (семинарах, конференциях), проводимых с участием сотрудников лаборатории, контактную информацию.

Учебно-образовательный раздел включает в себя теоретический материал, практические задания, а также среду для проведения учебных расчетов, которые объединены в компьютерную учебную программу. Предусмотрена возможность прохождения проверочных и контрольных тестов, а также просмотр отчетов успеваемости студентов и групп преподавателями.

На данный момент завершена разработка обучающей компьютерной программы «Введение в математическое моделирование процессов окислительной регенерации катализаторов», включающей в себя постановку задачи, описание объекта исследования, математический аппарат, анализ и визуализацию результатов.

Вообще, компьютерную учебную программу следует рассматривать, во-первых, как дидактическое средство, предназначенное для обучения, а во-вторых, как программное средство, разработанное с помощью языка программирования, либо с помощью готовых программных пакетов. В связи с этим к ЭОИР могут предъявляться как педагогические требования, так и требования к программному обеспечению [2]. Созданная программа разработана в среде Macromedia Flash, сочетающей широкие мультимедийные возможности с интерактивными, позволяющей тем самым, повысить информационную насыщенность электронно-образовательного ресурса.

2. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

Разрабатываемое программное обеспечение является многоуровневым приложением, в котором функциональные возможности разнесены на разные уровни. В приложении используется трехуровневая архитектура, базовая структура которой представлена на рис. 1. Данный архитектурный подход, нашедший на сегодняшний день широкое применение, носит название JSP Model 2 (вторая модель архитектуры Java Server Pages). Java-платформа обладает следующими преимуществами:

- кросс-платформенность;
- прозрачная модель безопасности;
- ориентация на сетевые распределенные приложения.

JSP Model 2 реализует гибридный подход к обслуживанию динамического содержания Web-страницы, при котором совместно используются сервлет и страница JSP. Эта модель позволяет эф-

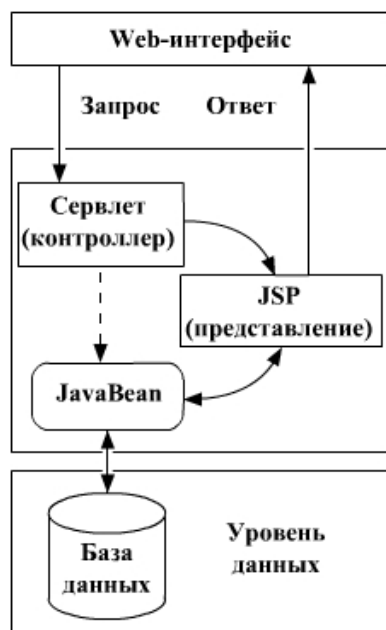


Рис. 1. Модель трехуровневого приложения

эффективно использовать преимущества обеих технологий: сервлет поддерживает задачи, связанные с обработкой запроса и созданием объектов JavaBeans, используемых JSP, а страница JSP отвечает за визуальное представление информации. Сервлет используется как управляющее устройство (контроллер). Сценарии JSP Model 2, как правило, реализуют следующую типовую последовательность действий [3]:

- 1) запрос пользователя посылается через Web-браузер сервлету;
- 2) сервлет обрабатывает запрос, создает и инициализирует объект JavaBean или другие объекты, используемые страницей JSP, и запрашивает динамическое содержание у компонента JavaBean;
- 3) компонент JavaBean осуществляет доступ к информации непосредственно или через компонент Enterprise JavaBeans. Все данные портала, используемые приложением, хранятся в СУБД PostgreSQL;
- 4) сервлет, направляющий запрос, вызывает сервлет, скомпилированный из страницы JSP;

- 5) сервлет, скомпилированный из страницы JSP, встраивает динамическое содержание в статический контекст HTML-страницы и отправляет ответ пользователю.

Необходимо отметить, что в рамках данной модели страница JSP сама не реализует никакую логику, это входит в функции сервлета-контроллера. Страница JSP отвечает только за получение информации от компонента JavaBean, который был предварительно создан сервлетом, и за визуальное представление этой информации в удобном для клиента виде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на базе кафедры математического моделирования факультета математики и информационных технологий Башкирского государственного университета ведется разработка электронно-образовательного портала, включающего в себя как информационные материалы кафедры, так и учебно-методические. Система находится на стадии разработки и тестирования, а полноценный релиз назначен на июнь 2012 года.

На данный момент реализована компьютерная учебная программа «Введение в математическое моделирование процессов окислительной регенерации катализаторов», которая содержит в себе описание предметной области, актуальность исследований, разработку математической модели и визуализацию выходных данных. Происходит поэтапное продвижение к основной цели — созданию благоприятных условий для подготовки молодых ученых и исследователей, а также развития творческого сотрудничества специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беркович В.Н. Самостоятельная работа заочников в условиях информатизации учебного процесса // Информатика и образование. 2007. № 6. С. 30—33.
2. Насейкина Л.Ф. Применение электронных образовательных изданий и ресурсов как компонентов развития информационно-образовательной среды университета // Вестник ОГУ. 2011. № 2 (121)/февраль. С. 248—253.
3. Гери Д.М. Java Server Pages. Библиотека профессионала: пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. — 448 с.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕЖУНИВЕРСИТЕТСКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ СЕТИ В РАМКАХ ПРОЕКТА «СИНЕРГИЯ»

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен опыт создания и планомерного развития в рамках проекта «СИНЕРГИЯ» международной междуниверситетской лабораторной сети с доступом к удаленному оборудованию через Интернет для подготовки бакалавров и магистров по направлению подготовки «Управление в технических системах», а также для выполнения проектно-исследовательских работ в области автоматизации и управления. Обсуждается реальное возрастание эффективности совместной деятельности участников проекта за счет синергетического эффекта.

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторное оборудование для студентов должно выполнять широкий круг работ на уровне современных научно-технических достижений. В то же время круг задач, которые ставят вузы, непрерывно расширяется, и запросы вузов входят в противоречие с их финансовыми возможностями. Для возможного увеличения в несколько раз количества современного сложного и дорогостоящего оборудования без существенных финансовых вливаний вузы могут объединиться и помимо традиционных методов использовать дистанционные методы обучения с доступом к удаленному оборудованию вузов-партнеров через Интернет.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ СЕТИ «СИНЕРГИЯ»

По совместной инициативе МЭИ и немецкой компании Festo, была создана кооперация университетов с целью объединения ресурсов в подготовке специалистов по созданию систем автоматического управления на базе современных технологий [1]. В настоящее время проект «Синергия» объединил 7 университетов из четырех стран. Совместная работа университетов в рамках проекта ведется по двум направлениям:

- 1) создание объединенной библиотеки учебных материалов;
- 2) создание совместно с компанией Festo объединенной лабораторной сети с обеспечением доступа студентов любого университета через Интернет к оборудованию этих лабораторий.

Особый интерес участников проекта вызывают работы по второму направлению. Техника развивается очень быстро, становится все более и более дорогой, и университетам трудно в одиночку перестраивать лабораторные базы в том темпе, в котором развивается промышленность. Для выхода из положения участники проекта решили распределить между собой направления подготовки студентов в области автоматизации, по которым они в приоритетном порядке будут развивать лабораторную базу, и обеспечить доступ всех студентов к лабораториям

всех университетов. Работа в этом направлении идет с 2006 г., и уже проводятся занятия студентов с удаленным оборудованием.

В ЦП МЭИ-Фесто создан учебный комплекс на базе стендов германской компании Festo, моделирующих работу разных видов технологического оборудования с дискретным управлением процессами. Разработаны и введены в эксплуатацию программы-аппаратные средства, обеспечивающие связь через Интернет рабочих мест студентов МЭИ с лабораторным оборудованием Балтийского государственного технического университета (г. Санкт-Петербург), Омского государственного технического университета, Карагандинского государственного технического университета и Севастопольского национального технического университета, а также связь рабочих мест студентов перечисленных университетов с лабораторным оборудованием МЭИ. Подготовлены методические пособия для проведения лабораторных занятий с использованием удаленного оборудования, проводятся занятия в соответствии с учебным планом.

Существующая сеть позволяет вести и дополнительное профессиональное образование с практическим обучением слушателей способам построения и методам эксплуатации систем дискретного управления объектами. Сейчас такие системы наиболее широко используются в промышленности.

2. РАЗВИТИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ

Схема лабораторной сети проекта «Синергия» представлена на рис. 1. Лабораторная сеть организована следующим образом. Лабораторная установка подключена к ПК. К нему же подключена видеокамера, которая транслирует видеозапись работы лабораторного стенда. ПК стенда подключен к серверу университета и на нем хранятся данные о всех

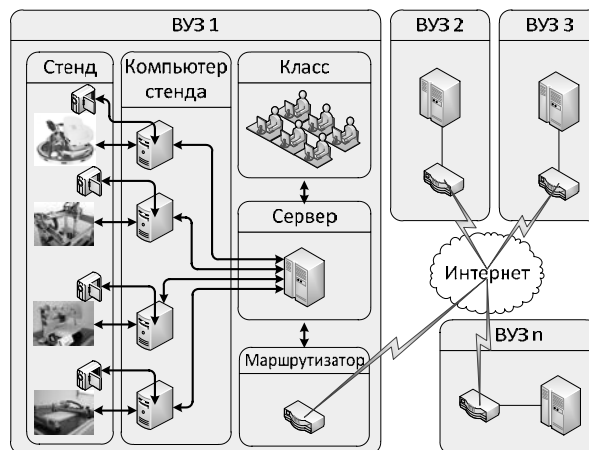


Рис. 1. Схема лабораторной сети проекта «Синергия»

стендах, находящихся в университете. Сервер университета через маршрутизатор связан с серверами других университетов сети Интернет.

Совместная работа ведется по следующей схеме. Университет, в котором находится лабораторная установка, размещает всю информацию о ней на междууниверситетской информационной платформе. Студенты других университетов изучают по этим материалам устройство установки и, находясь в своих компьютерных классах, разрабатывают программы управления. Эти программы отсылаются в сервер и оттуда через Интернет на установку. Результаты работы установки по программе студента возвращаются ему в виде телевизионной и телеметрической информации.

В ЦП МЭИ-Фесто с участием компании Festo создано несколько лабораторных установок. В качестве примеров можно привести лабораторные стенды «Кубик Рубика» и «Шашки», на которых студенты учатся создавать системы управления манипуляторами. Стенд «Лифт» создан для освоения техники управления лифтами. На нем можно изучать динамику движения лифта при различных нагрузках: плавность хода, точность позиционирования при остановках и другие вопросы автоматического управления лифтом.

3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В 2011—2012 гг. разрабатывается новая версия сетевого программного обеспечения, которая позволит включить в сеть стенды второго поколения, обеспечивающие моделирование технологических процессов с возможностью обучения студентов методам непрерывного управления удаленным оборудованием. В последние годы область применения таких методов расширяется, в том числе в энергетике, в системах перекачки нефти и газа. Планируется создать пять стендов.

В 2012—2013 гг. планируется создать новый вариант междууниверситетской инженерно-исследовательской базы с возможностью оперативно готовить в университетах стенды в соответствии с конфигурациями, заказанными другими университетами, и использования таких стендов для выполнения НИОКР при удаленном доступе.

В 2014—2018 гг. планируется создать постоянно действующий объединенный учебно-инженерный

комплекс с набором наиболее востребованных комплекствующих и сделать его доступным для промышленных предприятий.

Проект «Синергия» предполагает развитие образовательных программ магистратуры по двум направлениям:

- студентам будет предложено изучение научно-инженерных основ построения систем управления техническими комплексами при удаленном доступе;
- для практической подготовки студентов им будет предложен расширенный состав современного оборудования, которым суммарно будут располагать участники проекта.

Предполагается, что создаваемый комплекс, помимо учебного назначения, может выполнять функции технологического центра, работающего в интересах промышленности. На его базе могут создаваться экспериментальные установки по заказам промышленных предприятий и обеспечиваться их инженерное обслуживание.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание современных систем управления связано с решением широкого круга научно-инженерных проблем и часто требует выполнения большого объема экспериментальных работ. Возможность временной аренды оборудования, принадлежащего другому собственнику, без перемещения этого оборудования к исполнителю работ в перспективе позволит университетам и промышленным предприятиям экономить большие финансовые средства. По этой причине создание систем дистанционного доступа является экономически оправданной. Экономическая эффективность этой деятельности будет расти по мере освоения методологии дистанционного управления удаленным оборудованием и распространения информации о его возможностях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mogilnikov P., Bagimov I., Klevakin V., Mikhailov M., Roslyakov P., Shalai V., Stazhkov S., Kramar V., Khomchenko V., Fuersinn G., Eliseev A. International educational project «Synergy» — Proceedings of the 18th International DAAAM Symposium «Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Creativity, Responsibility and Ethics of Engineers», 2007, Zadar, Croatia. P. 473—474.

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ» В РАМКАХ ПРОЕКТА «СИНЕРГИЯ»

АННОТАЦИЯ

Отображаются результаты обучения бакалавров, магистров, докторантов по направлению "Автоматизация и управление".

Отмечается благоприятный факт, заключающийся в возможности использования для обучения современных технических и программных средств промышленной автоматизации.

Предлагаются алгоритмы оценки и повышения уровня знаний в различных режимах дистанционного обучения.

Анализируется опыт участия в первой дистанционной сессии проекта «СИНЕРГИЯ».

ВВЕДЕНИЕ

Кафедра автоматизации производственных процессов (АПП) Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ) осуществляет подготовку бакалавров, магистров и PhD докторантов направления «Автоматизация и управление».

В рамках международного проекта «Синергия» разработаны учебные курсы «Моделирование и идентификации объектов управления», «Языки программирования промышленных контроллеров», «Базы данных автоматизированных систем управления», «Разработка алгоритмов управления промышленными роботами средствами нечеткой логики», «Системы управления электротехническими комплексами».

Курсы содержат оригинальное методическое обеспечение для дистанционных технологий обучения по лабораторно-практическим работам, курсовым проектам, самостоятельным работам студентов, магистрантов и докторантов, а также методики, алгоритмы, базы данных, базы знаний текущей, рубежной и итоговой аттестации.

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАДИЦИОННОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В КарГТУ имеются следующие лабораторные стенды фирмы FESTO: шаговый электропривод (координатный контроллер SPC200, контроллер шагового двигателя SEC-ST и шаговый двигатель MTR-ST с преобразователем движения); сервопривод (контроллер SEC-AC-305 для управления серводвигателем MTR-AC, преобразователь движения с ременной передачей DGE-ZR); мобильный робот «ROBOTINO»; станция автоматизированной системы хранения и поиска штучных изделий («Портальный робот»); робототехническая линия сортировки, переноса и сбора штучных изделий фирмы FESTO; стенд систем автоматического регулирования уровня, давления, расхода и температуры жидкости —

«Процессная станция FESTO», специальное оборудование для проведения видеоконференций.

Кафедра оснащена лабораторными стендами процессорного оборудования, силовой преобразовательной техники, средств сбора информации (датчики и нормирующие преобразователи), исполнительных устройств и систем фирм Siemens, Mitsubishi, Schneider Electric и др.

Промышленные контроллеры PIC, Logo, ADAM, Advantech, SIMATIC S7-300 совместно с языками визуального программирования Visual C++, Visual Basic, VBA, программной средой МЭК-программирования контроллеров (типа ISAGRAF и Ultralogik), полнофункциональными версиями промышленных SCADA-систем Genesis, Win CC, Trace Mode, Sitex, универсальной MasterSCADA, СУБД SQL SERVER, MS EXCEL, MS Access, стандартом OPC, специализированными пакетами прикладных программ MatLAB, LabVIEW — составляют базу, на которой осуществляется обучение по направлению «Автоматизация и управление».

Существуют оригинальные разработки сотрудников кафедры, например программно-аппаратный комплекс ПАК-У (изготовленный на базе контроллера PIC, с программным обеспечением в среде C++), являющийся автономным стендом для изучения и исследования цифровых нелинейных систем автоматического регулирования (САР) освещенностью, с набором типовых регуляторов, варьируемыми массивами настроечных параметров регуляторов, возможностью изменения структуры САР с визуализацией физических координат САР и собственно освещенности.

Отдельные программные разработки направлены на изучение методов алгоритмизации технологических процессов путем модификации режимов работы виртуальных имитаторов средствами объектно-ориентированных (в Visual C++, Visual Basic, VBA) и/или специализированных программных систем (в графических оболочках SCADA-систем).

Итогом краткого обзора состояния технического и программного обеспечения на выпускающей кафедре автоматизации производственных процессов КарГТУ может быть тот факт, что любые современные средства и системы автоматизации или непосредственно имеются в процессе обучения, или могут быть использованы в режимах дистанционного обучения.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В рамках проекта «Синергия» разработаны следующие учебно-лабораторные средства.

1) Исследование технологических элементов и программно-аппаратного обеспечения (контроллера SIMATIC S7-300 и SCADA-системы Win CC) учебно-лабораторного комплекса САР давления, расхода, уровня и температуры станда Процессная станция FESTO.

2) Исследование статических и динамических характеристик учебно-лабораторного комплекса САР давления, расхода, уровня и температуры станда Процессная станция FESTO.

3) Настройка, наладка и параметрическая оптимизация САР давления, расхода, уровня и температуры станда Процессная станция FESTO.

4) Разработка алгоритмов и программного обеспечения (для контроллера SIMATIC S7-300 и SCADA-системы Win CC) многосвязной учебно-лабораторной САР Процессная станция FESTO.

5) Настройка, наладка и параметрическая оптимизация многосвязной учебно-лабораторной САР давления, расхода, уровня и температуры станда Процессная станция FESTO.

6) Исследование технологических элементов и программно-аппаратного обеспечения станций сортировки, переноса и сбора штучных изделий на стандах FESTO.

7) Разработка алгоритмов и программного обеспечения станций сортировки, переноса и сбора штучных изделий на стандах FESTO.

8) Оптимизация режимов работы станций сортировки, переноса и сбора штучных изделий на стандах FESTO.

9) Исследование технологических элементов и программно-аппаратного обеспечения станций буферная, распределения, робот при изготовлении штучных изделий на стандах FESTO.

10) Разработка алгоритмов и программного обеспечения станций буферная, распределения, робот при изготовлении штучных изделий на стандах FESTO.

11) Оптимизация режимов работы станций буферная, распределения, робот при изготовлении штучных изделий на стандах FESTO.

12) Исследование технологических элементов и программно-аппаратного обеспечения станции Портальный робот фирмы FESTO.

13) Разработка алгоритмов и программного обеспечения станции Портальный робот фирмы FESTO.

14) Оптимизация режимов работы станции Портальный робот фирмы FESTO.

15) Исследование технологических элементов и программно-аппаратного обеспечения мехатронного устройства ROBOTINO.

Обучаемым (далее курсантам) предлагаются различные режимы обучения в реальном и разделенном времени.

Примером является одна из технологий дистанционного обучения, заключающаяся в выполнении следующих действий:

- курсант вуза-источника получает задание на проектирование программы управления одним из учебных стандов;

- по полученному заданию разрабатывается программа для промышленного контроллера S-300 в программной среде STEP-7;

- производится отладка программы на визуальном имитаторе станда в программной среде «Cosimir»;

- после отладки программа в архивированном виде отправляется по сети Интернет в вуз, в котором имеется соответствующий учебный стенд;

- в вузе-приемнике производится загрузка разработанной программы в контроллер учебного станда;

- в вузе-приемнике запускается стенд, одновременно осуществляется видеозапись процесса и с помощью web-камеры по сети интернет в режиме on-line осуществляется визуальный контроль работы станда в вузе-исполнителе, параллельно документируется состояние датчиков системы управления;

- после окончания работы станда пакет, содержащий видеоролик и таблицу состояния датчиков, в on-line или off-line режиме возвращается курсанту;

- в случае выполнения задания курсантом в полном объеме, он получает зачет, если выявлены ошибки, то процесс повторяется снова до получения положительного результата.

Разработано программное обеспечение для дистанционного обучения в режимах разделенного и реального времени. Действия по обработке и формированию результатов осуществляются автоматически, впоследствии курсант может скачать и посмотреть результаты своей работы в конкретной папке на сервере.

Это становится возможным после определенного времени, необходимого для обработки результатов с помощью программы Macro Scheduler, разработанной на скриптах Windows для конкретных стандов и MPS.

3. АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ В РЕЖИМАХ РАЗДЕЛЕННОГО И РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ [1, 2]

Для организации учебного процесса в Internet-режиме в качестве образовательного портала используется бесплатно распространяемая с открытым исходным кодом среда дистанционного образования MOODLE (Модульная объектно-ориентированная учебная система).

Архитектура дистанционной системы повышения качества подготовки обучаемых построена на базе MOODLE и состоит из модели средств интерфейса сервера, реализованной на языке структурного программирования PHP, модели обучаемого; модели обучения и объяснения; информационной модели.

Для создания модели обучения используются связанные между собой средства: формирования модели объяснения; формирования обучающих воздействий; формирования стратегий обучения; реализации стратегий обучения.

Применение веб-технологий при создании обучающей системы позволило централизовать процессы сбора и обработки данных для всего контингента

обучаемых, решить проблемы безопасности и контроля доступа, поскольку пользователи не имеют доступа к приложению и его компонентам, а работают только с клиент-интерфейсом приложения через веб-браузер.

С помощью реализации подхода «клиент—сервер» вся логика приложения сосредоточена на едином сервере, что обеспечивает контроль над загрузкой сервера, устранение рутинных задач сбора данных протоколов тестирования и существенно упрощает работу администратора системы.

Со стороны клиента с помощью стандартного веб-браузера формируются модели обучаемого, преподавателя, администратора курса и администратора системы.

Оригинальная методика эвристической оценки знаний обучаемых включает основные разделы областей знаний (домены) предметных областей (например, "Электротехнические комплексы добычных участков угольных шахт", или "Мехатронные устройства и системы").

Формирование базы знаний проводилось в 2 этапа: на основе литературных источников, формируется список вопросов с возможными вариантами ответов, а так же список учебно-тренировочных задач по каждому домену; формируется экспертная комиссия, задачей которой является оценка адекватности базы банных (БД), сформированной на первом этапе, а так же, в случае недостаточной глубины и/или широты диапазона знаний по предметным областям, добавление в БД дополнительных знаний, полученных на основе опыта работы эксперта.

Процедуры статистической обработки результатов тестирования знаний и методы оценки качества теста проводятся в соответствии с классической теорией тестирования и удовлетворяют критериям надежности и валидности.

Алгоритм работы дистанционной автоматизированной системы оценки качества знаний (АСО КЗ) содержит следующие компоненты.

1. Регистрация в базе данных АСО КЗ реквизитов и формальных признаков образованности P_i -го претендента на оценку знаний.

2. Оценка компетенции P_i -го претендента на оценку знаний

$$K_{i \min} \leq K_i \leq K_{i \max},$$

где K_i , $K_{i \min}$, $K_{i \max}$ — коэффициенты компетенции, изменяющиеся в диапазоне (0÷1) и являющиеся аналогами функции оценки знаний. K_i — фактический коэффициент, $K_{i \min}$ и $K_{i \max}$ — предельно-допустимые коэффициенты.

3. При $K_i \geq K_{i \min}$ принимаются решения о достаточной теоретической компетенции претендента, он допускается к процессу интенсивного тренинга, позволяющего выявить психологическую готовность и устойчивость знаний претендента (например, к работе в условиях нормальной эксплуатации горнорудного предприятия, а так же при авариях и катастрофах).

4. При $K_i \leq 0,95 K_{i \min}$ уровень теоретических знаний претендента не достаточен для принятия решений о его компетенции, но допустим процесс экспресс обучения с последующей оценкой компетенции (см. п. 2).

5. При $K_i \leq 0,8 K_{i \min}$ уровень теоретических знаний претендента требует достаточно продолжительного обучения с многократной проверкой усвоенных знаний, позволяющих постепенно получить доступ к п. 2.

6. $K_i \leq 0,7 K_{i \min}$ уровень знаний претендента не позволяет считать его достойным кандидатом для работы (например, в энергетических службах шахты). Регистрируется момент оценки знаний претендента и устанавливается контрольный срок, достаточный для повторного обучения.

Процесс предварительного тестирования курсантов предлагается проводить в два этапа:

1) с целью выявления начальных знаний;

2) для принятия решения о необходимости повышения квалификации в случае, если начальный уровень знаний недостаточен.

В первом случае осуществляется прохождение общего теста по базе тестовых вопросов входящих, в стандартную базу знаний. Во втором предлагается провести расчет контрольного примера (например, расчет электроснабжения добычного участка угольной шахты с помощью автоматизированной системы). Начальные данные для расчета формируются в виде файлов-заданий.

Применительно к рассматриваемым выше примерам по результатам предварительной оценки начальных знаний курсантов (например, сотрудников инженерных служб электротехнических комплексов угольных шахт) принимается решение о необходимости прохождения дополнительного тестирования в случае, если уровень выявленных знаний по отдельным темам недостаточен (при $0,8 K_{i \min} \leq K_i \leq 0,95 K_{i \min}$).

Если уровень знаний по всем темам недостаточен (при $0,7 K_{i \min} \leq K_i \leq 0,8 K_{i \min}$), то дополнительное тестирование не производится и претендент проходит усиленный курс подготовки по всем темам.

Если уровень выявленных знаний достаточно высок (при $K_{i \min} \leq K_i \leq K_{i \max}$), курсант (например, сотрудник электротехнической службы) допускается к психологическому (аварийному) тренингу позволяющему получить сертификат (например, на право работы в электромеханических службах угольных шахт).

При прохождении дополнительного тестирования, знания сотрудника инженерных служб электротехнических комплексов угольных шахт оцениваются отдельно по всем разделам/подразделам курса для более детального определения уровня начальной подготовки по каждому разделу/подразделу и формирования траектории обучения (модели обучаемого) специалиста.

В соответствии с моделью обучаемого создается его программа обучения. Период обучения зависит от количества разделов/подразделов его индивидуальной траектории обучения и складывается из времени, запланированного на изучение каждого раздела/подраздела.

Время обучения может увеличиваться/уменьшаться в зависимости от индивидуального графика обучаемого, разработанного в момент формирования траектории обучения, согласованной с преподавателем.

4. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ПРОЕКТА «СИНЕРГИЯ»

В первой дистанционной сессии проекта «СИНЕРГИЯ» кафедрой АПП КарГТУ был прочитан цикл лекций по теме «Управление роботами-манипуляторами средствами fuzzy-логики» с включением в него следующих разделов.

1. Принципы управления роботами-манипуляторами и робототехническими комплексами.
2. Робот-манипулятор как объект автоматического управления. Алгоритмы преобразования координат.
3. Модернизация системы управления роботом-манипулятором на базе PIC контроллера. Алгоритм управления роботом-манипулятором на основе методов fuzzy-логики.
4. Разработка программного обеспечения системы управления роботом-манипулятором.
5. Исследование режимов работы робота-манипулятора с системой управления на основе fuzzy-логики в дистанционном режиме.

Десятидневный опыт участия в дистанционной сессии пяти университетов, участников проекта «СИНЕРГИЯ», позволил сформировать следующие выводы.

1. Для повышения качества лекций целесообразно использовать их презентации. При этом у сту-

дентов (магистрантов) должен быть раздаточный материал по содержанию лекций. Кроме того, наличие презентаций и раздаточного материала позволяет более эффективно использовать лекционное время, так как не надо записывать формулы, изображать рисунки и пр.

2. Видео файлы не могут применяться в on-line режиме, так как изменение изображения транслируется со скоростью один кадр в секунду.

3. Демонстрация на интерактивной доске какой-либо формулы (выделение, подчеркивание, преобразование) характеризуется низким качеством изображения.

4. Количество рукописного материала желательно сократить до объема заметок, так как воспринимается он хуже и скорость передачи канала не позволяет моментально отображать записи в других городах.

5. Курс должен быть завершенным (не должен являться фрагментом дисциплины).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии автоматизации, основанные на микропроцессорной, компьютерной технике, силовой полупроводниковой электронике и специализированных универсальных программных системах проектирования и эксплуатации, позволяют на базе сетевых телекоммуникационных технологий создать дистанционные технологии обучения по направлению «Автоматизация и управление».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фешин Б.Н.** Супервизорные многосвязные системы управления электротехническими комплексами горных предприятий. — Алматы: Гига Трейд, 2011. — 232 с.
2. **Паршина Г.И., Фешин Б.Н.** Обеспечение эффективной эксплуатации электротехнических комплексов добычных участков угольных шахт. — Алматы: Гига Трейд. — 150 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КИНЕМАТИКИ РОБОТА RV-2AJ ФИРМЫ MITSUBISHI ELECTRIC

АННОТАЦИЯ

Рассматривается составление математической модели кинематики робота RV-2AJ японской фирмы MITSUBISHI ELECTRIC, применяемого при проведении дистанционных лабораторных работ в рамках международного проекта «Синергия». Модель строится на основе специальных координат и преобразований Денавита—Хартенберга.

ВВЕДЕНИЕ

В учебном центре «ОмГТУ-FESTO» Омского государственного технического университета для проведения лабораторных работ в дистанционном режиме в рамках инновационно-образовательного проекта «Синергия» используется робот RV-2AJ (рис. 1) японской фирмы MITSUBISHI ELECTRIC. В настоящее время при проведении лабораторных работ основное внимание уделяется программированию движений схвата робота по заданным опорным точкам в соответствии с технологическим процессом сборки некоторого изделия. При этом реализация заданного движения осуществляется полностью за счет математического, алгоритмического и программного обеспечения, заложенных в системе управления роботом и недоступных для изучения их студентами.



Рис. 1. Робот RV-2AJ

1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КИНЕМАТИКИ РОБОТА RV-2AJ

Настоящая статья посвящена получению математической модели кинематики рассматриваемого робота. При использовании этого робота в тех или иных технологических процессах он может оснащаться схватами, различным образом расположенных на последнем (пятом) подвижном звене робота. Поэтому в данной статье в качестве характерной точки A_5 робота примем точку, расположенную на фланце пятого подвижного звена (рис. 2).

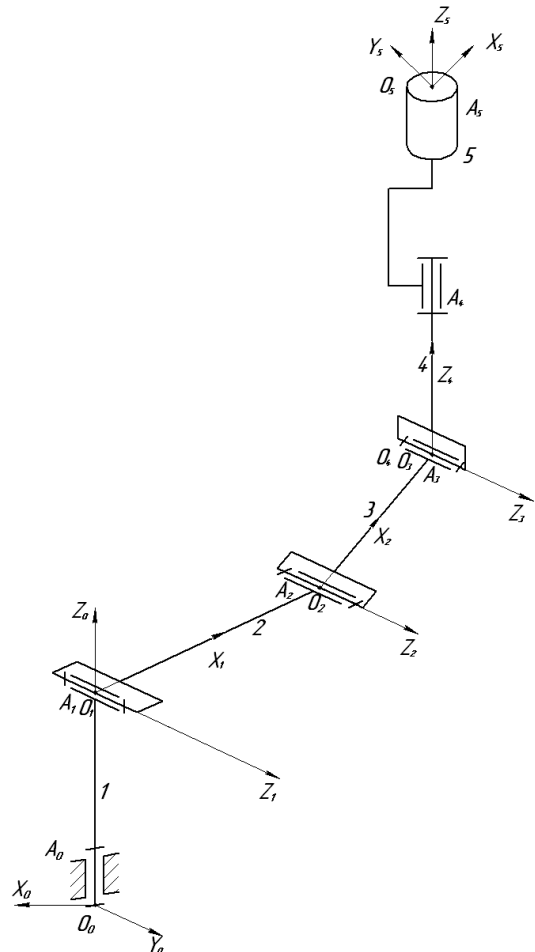


Рис. 2. Системы координат робота RV-2AJ

В качестве основы математической модели манипулятора робота используются специальные системы координат и преобразования Денавита — Хартенберга [1—5]. Специальные системы координат жестко связываются с кинематическими парами и звеньями манипулятора так, что оси Z_i ($i = 0 \dots 4$) направлены по осям вращательных кинематических пар, а ось Z_5 системы координат $O_5 X_5 Y_5 Z_5$ с началом в характерной точке робота O_5 совпадает с осью Z_4 (см. рис. 2), которая, в свою очередь, направлена по оси вращательной пары A_4 . Начало инерциальной системы координат $O_0 X_0 Y_0 Z_0$ расположим в основании манипулятора. Ось X_0 инерциальной системы координат направим от оси Z_0 к наблюдателю. Отметим, что при принятом расположении систем координат, когда робот находится в

обычном рабочем положении, оси Z_4 и Z_5 будут направлены вниз, ось X_5 при угле ротации равно нулю будет направлена от наблюдателя, а ось Y_5 — от оси Z_5 вправо по отношению к наблюдателю.

В соответствии с преобразованиями Денавита — Хартенберга положение i -й системы координат относительно $(i - 1)$ -й определяется четырьмя параметрами ($i = 1 \dots 5$):

- 1) углом φ_i поворота $(i - 1)$ -й системы координат вокруг оси Z_{i-1} до совпадения направленных осей X_{i-1} и X_i ;
- 2) перемещением на величину S_i $(i - 1)$ -й системы координат по оси Z_i до совпадения осей X_{i-1} и X_i ;
- 3) перемещением на величину a_i $(i - 1)$ -й системы координат по оси X_i до совпадения начал координат $(i - 1)$ -й и i -й системы координат;
- 4) углом α_i поворота $(i - 1)$ -й системы координат вокруг оси X_i до совпадения направленных осей Z_i и Z_{i-1} .

Так как в рассматриваемом роботе все кинематические пары вращательные, то его обобщенными координатами будут углы поворота φ_i ($i = 1 \dots 5$), которые могут задаваться дискретно или быть функциями времени. Остальные три параметра в данном роботе являются постоянными. В соответствии с конструкцией робота и принятым расположением систем координат параметры S_i , a_i и α_i ($i = 1 \dots 5$) имеют значения, указанные в табл. 1.

Математической моделью кинематики манипулятора робота RV-2AJ будет произведение пяти результирующих матриц 4×4 перехода от i -ой кинематической пары к $(i - 1)$ -й, то есть:

$$M_{05} = M_{01}M_{12}M_{23}M_{34}M_{45},$$

где

$$M_{i-1,i} = \begin{vmatrix} \cos\varphi_i & -\sin\varphi_i \cos\alpha_i & \sin\varphi_i \sin\alpha_i & \cos\varphi_i \alpha_i \\ \sin\varphi_i & \cos\varphi_i \cos\alpha_i & -\cos\varphi_i \sin\alpha_i & \sin\varphi_i \alpha_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & S_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Таблица 1. Значения постоянных параметров манипулятора робота

Номер подвижного звена	1	2	3	4	5
S_i	300	0	0	0	72
a_i	0	250	160	0	0
α_i	$0,5\pi$	0	0	$-0,5\pi$	0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная математическая модель позволяет решать прямую задачу кинематики рассматриваемого робота при проведении лабораторных работ в дистанционном режиме. Кроме того, в дальнейшем ее можно использовать для решения обратной задачи кинематики и программирования движений схвата робота в реальном времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахинпур М. Курс робототехники. — М.: Мир, 1990.
2. Хомченко В.Г., Соломин В.Ю. Мехатронные и робото-технические системы: учеб. пособие. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008.
3. Denavit I., Hartenberg R. S. A kinematic notation for lower-pair mechanisms based on matrices. «Journal of applied mechanics». 1955. V. 22. № 2. P. 215—221.
4. Denavit I., Hartenberg R. S. Approximate synthesis of spatial linkages // «Journal of applied mechanics». 1960. V. 27. № 1. P. 201—206.
5. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: пер. с англ. — М.: Мир, 1989.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ТИПОВОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕТОДАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И СМАРТФОНАХ

АННОТАЦИЯ

В работе проводится обзор методов принятия решений и экономических подходов, приводящих к функции предпочтения, разработан алгоритм расчета расстояний между двумя функциями предпочтения, численный алгоритм типизации функций предпочтения, представленных кусочно—линейными функциями. Разработана программа по перебору монотонных возрастающих функций с последующей передачей в Excel. Разработана математическая модель оптимизации типового набора функций предпочтения на основе оптимизации задачи ГМС.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях информационного общества все большее значение приобретает использование математических методов принятия решений в технике, экономике и других областях человеческой деятельности. Компьютерная техника позволяет сделать этот процесс не трудоемким и не требующим от заинтересованного лица глубоких математических знаний. Однако все современные методы принятия решений в конечной степени требуют от лица, принимающего решения, формулирование своих предпочтений. Это сложно, поскольку человеку трудно разобраться на формальном уровне в том, что для него действительно важно. На помощь приходит идея типизации предпочтений. В этом случае лицо, принимающее решение (ЛПР) может или выбрать то из небольшого числа предпочтений, что наиболее близко его установкам, либо посмотреть на результаты принятия решений при различных типовых предпочтениях и тем самым выработать свое отношение к принимаемому решению. В ряде методов принятия решений, таких как МАУТ и ПРИНН, а также в экономике предпочтения задаются в формальном виде, так называемой функцией предпочтений или функцией полезности — монотонно-возрастающей функцией одной переменной. Соответственно, задача типизации предпочтений состоит в формировании набора монотонных функций одной переменной, которые с минимальной ошибкой представляют любую допустимую монотонную функцию. Данная работа направлена на решение этой задачи.

Актуальность работы определяется тем, что число задач принятия решений с использованием компьютерной техники неуклонно возрастает. **Цель** работы состоит в том, чтобы облегчить ЛПР формализацию своих предпочтений и таким образом способствовать более частому использованию им современных компьютерных методов обоснования решений. **Новизна** работы заключается в том, что

получена структура типовых наборов функций предпочтения и на основе численных экспериментов «прошупана» структура всего множества функций предпочтения.

1. ОБЗОР ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИЙ ПРЕДПОЧТЕНИЯ

В экономических задачах функция предпочтений обычно называется функцией полезности [5].

Функция полезности (ФП) — экономическая модель для определения предпочтений экономических субъектов.

Исследуются разнообразные математические формы ФП: одномерные и многомерные, аддитивные (общая полезность набора благ равна сумме полезностей отдельных благ), порядковые и количественные, мультипликативные, монотонные и немонотонные, линейные и нелинейные, одночленные и полиномиальные. Распространенным способом выражения ФП являются шкалы. Наиболее широко используются следующие функции полезности:

- функция полезности с полным дополнением благ (функция полезности Леонтьева);
- неоклассическая функция полезности (функция полезности Кобба—Дугласа).

1.1. Метод расчета «расстояния» между функциями предпочтения

Под нахождением расстояния между функциями будем понимать **нахождение площади фигуры**, ограниченной данными функциями (линиями).

Будем задавать функции в виде ломаных, т.е. пользоваться кусочно-линейной аппроксимацией. Тогда на отдельном линейном участке возможны четыре случая взаимного расположения графиков функций. Рассмотрим один из наиболее трудных случаев взаимного расположения графиков функций.

Задана функция. Но в этот раз ее график будет совсем не похожий ни на трапецию, ни на треугольник (будет 2 треугольника). Для решения данной задачи нам потребуется нарисовать координатную сетку (рис. 1). $\triangle ACB \sim \triangle DCE$, так как два угла одного из них равны двум углам другого. $\angle \alpha = \angle \beta$ как перекрестные углы, а $\angle \varphi = \angle \phi$, как перекрестные углы между двумя параллельными прямыми.

В треугольниках стороны, находящиеся напротив равных углов, пропорциональны. Из этого следует, что $a : b = x : y$. Рассмотрим два прямоугольных треугольника, у одного из которых гипотенуза x , а у другого — y .

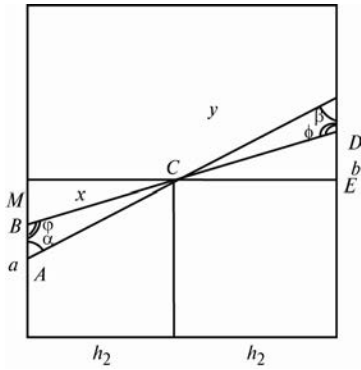


Рис. 1. Пример рассмотрения крестообразной фигуры

Это треугольники DCE и MCB. Получаем:

$$\begin{aligned} x : y &= h_1 : h_2 ; \\ x : y &= a : b ; \\ h_1 : h_2 &= a : b ; \\ h_1 + h_2 &= h . \end{aligned}$$

Получим систему

$$\begin{cases} h_1 = \frac{a}{b} ; \\ h_2 = \frac{h_2 a}{b} ; \\ h_1 + h_2 = h . \end{cases}$$

Решим полученную систему (выразим из 2-го уравнения h_2 , получим:

$$\begin{aligned} h_2 &= h - h_1 ; \\ h_1 &= \frac{h_2 a}{b} ; \\ h_2 \left(\frac{a}{b} \right) + 1 &= h ; \\ h_2 &= \frac{h}{\frac{a}{b} + 1} . \end{aligned}$$

Теперь найдем h_1 :

$$h_1 = \frac{ah}{\frac{a}{b} + 1} .$$

Получаем формулу площади «крестообразной» фигуры

$$S = \frac{1}{2}(ah_1 + bh_2) = \frac{1}{2} \left(a \frac{ah}{\frac{a}{b} + 1} + b \frac{h}{\frac{a}{b} + 1} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{a^2 + b^2}{a + b} \right) h .$$

Итак, итоговая формула для расчета площади «крестообразной» фигуры будет выглядеть так:

$$S = \frac{1}{2} \left(\frac{a^2 + b^2}{a + b} \right) h ,$$

где

$$\begin{aligned} a &= |G_i^1 - G_i^2| ; \\ b &= |G_{i+1}^1 - G_{i+1}^2| . \end{aligned}$$

Таким образом формула площади переписется:

$$S = \frac{1}{2} \left(\frac{\left(|G_i^1 - G_i^2| \right)^2 + \left(|G_{i+1}^1 - G_{i+1}^2| \right)^2}{|G_i^1 - G_i^2| + |G_{i+1}^1 - G_{i+1}^2|} \right) h .$$

Таким образом, полное расстояние рассчитывается как сумма расстояний на отдельных участках, а расстояние на одном участке определяется формулой:

$$S = \begin{cases} \frac{1}{2} \left(\frac{\left(|G_i^1 - G_i^2| \right)^2 + \left(|G_{i+1}^1 - G_{i+1}^2| \right)^2}{|G_i^1 - G_i^2| + |G_{i+1}^1 - G_{i+1}^2|} \right) h , & \text{если крестообразная фигура} \\ \frac{1}{2} |G_i^1 - G_i^2| \cdot h , & \text{если фигура — треугольник} \\ \frac{1}{2} \left(|G_i^1 - G_i^2| + |G_{i+1}^1 - G_{i+1}^2| \right) \cdot h , & \text{если фигура — трапеция} . \end{cases}$$

1.2. Программа расчета матрицы расстояний между функциями предпочтения

Сначала немного слов о среде разработки, с помощью которой была разработана программа. Данное программное обеспечение было разработано с помощью среды программирования QT. Эта среда разработки очень функциональна, а также доступна практически всем пользователям, независимо от их операционной системы. Соответственно, данная среда разработки позволяет созданный ранее исходный код откомпилировать под несколько операционных систем, таких как Windows, Linux, Macintosh, MeeGo а также Symbian (версии 9 и выше).

Qt [1] (произносится «кьют») — кроссплатформенный инструментальный разработчик ПО на языке программирования C++. Есть также «привязки» ко многим другим языкам программирования: Python — PyQt, PySide; Ruby — QtRuby; Java — Qt Jambi; PHP — PHP-Qt и другие.



Позволяет запускать написанное с его помощью ПО в большинстве современных операционных систем путем простой компиляции программы для каждой ОС без изменения исходного кода.

Рассмотрим разработанную программу и технологию работы по созданию данной программы

Пользователю предлагается ввести два параметра, такие как число отрезков разбиения (число отрезков, на которые разбивается координатная ось) и число количества значений (до какого значения считать). Теперь рассмотрим, что же получится, если пользователь введет первым параметром 3, а вторым — 2. Это самый простой пример. Результат работы программы при вводе пользователем двух параметров (рис. 2).

Теперь рассмотрим графики на примере функций 112 и 212 на рис. 3, 4 (соответственно, одна из них возрастающая, другая убывающая).

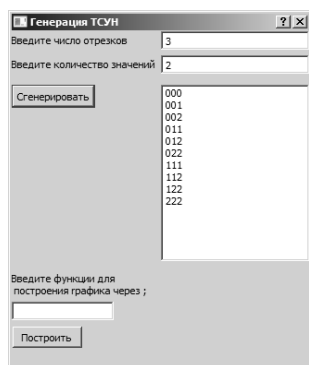


Рис. 2. Результат работы программы при вводе пользователем двух параметров

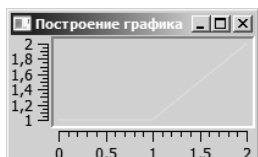


Рис. 3. Возрастающая функция

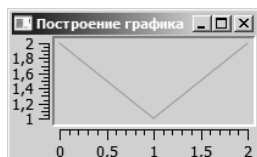


Рис. 4. Убывающая функция

В данной работе используются только возрастающие функции, так как функция предпочтения предполагает монотонно возрастающие функции

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТИПИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Пусть S_{ij} , где $i, j = 1 \dots n$ — матрица расстояний между функциями предпочтения с номерами i и j . Δ — максимальная ошибка, с которой типовой набор функций предпочтения «представляет любую из этих функций»

$$a = \begin{cases} 0, & \text{если } \rho_{ij} > \Delta, \\ 1, & \text{если } \rho_{ij} \leq \Delta. \end{cases} \quad (1)$$

Введем двоичные переменные U_j , где $j = 1, \dots, n$. Переменная U_j равна 1, если функция предпочтения с номером j входит в типовой набор и равна 0 в противном случае.

Тогда условие того, что функция предпочтения с номером i отстает от некоторой функции из типового набора на расстояние не больше Δ записывается в виде:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} U_j \geq 1, \quad i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Количество N функций, входящих в типовой набор, задается формулой:

$$N = \sum_{j=1}^n U_j. \quad (3)$$

Поставим следующую задачу оптимизации: Найти такие двоичные переменные U_j , которые удовлетворяют условию (2) и доставляют минимум критерию (3), т.е. найти такой типовой набор, который с заданной максимальной погрешностью представляет все множество функций предпочтения, причем включает минимальное количество типовых представителей.

3. РАЗРАБОТАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СМАРТФОНА, ПОЗВОЛЯЮЩЕЕ ПРИНИМАТЬ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ВНИМАНИЯ, КОТОРОЕ ДОЛЖЕН УДЕЛИТЬ СТУДЕНТ КОНКРЕТНОМУ ПРЕДМЕТУ

На основе полученных результатов работы было разработано приложение для смартфона на платформе Symbian. Данное приложение позволяет принимать решение для определения степени внимания, которое должен уделить студент конкретному предмету в зависимости от пройденных контрольных точек. Основные трудности, повлекшие за собой написание приложения для смартфона:

- 1) трудность с мобильностью (не каждый раз есть возможность включить или воспользоваться компьютером, с телефона это будет гораздо быстрее, особенно если использовать сети 3G);
- 2) трудность в расчетах. Для получения многокритериального решения по определению степени внимания, которое должен уделить студент конкретному предмету, может потребоваться трудные математические расчеты. Но данное приложение облегчает этот процесс, поэтому воспользоваться приложением может не только студент, но и его родитель, знающий, например, только одну азбуку.

Для создания логики приложения был взят типовой набор, состоящий из четырех функций предпочтения (рис. 5). К данным функциям были предложены четыре (так как функций здесь четыре) психологических портрета человека, а именно — холерик, сангвиник, флегматик и меланхолик, а также приблизительные формулы графиков этих четырех функций.

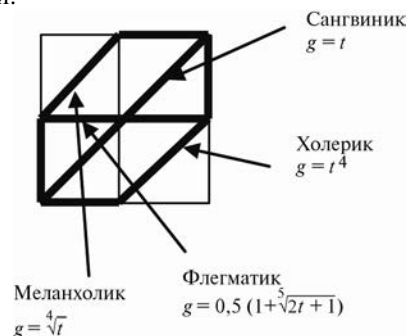


Рис. 5. Четыре типовых представителя с предложенными психологическими портретами и формулами данных функций



Рис. 6. Скриншоты разработанного приложения

Суть работы разработанного приложения (рис. 6) заключается в следующем: пользователь выбирает номер группы, далее через Интернет подгружается список студентов выбранной группы. Затем выбирается студент. Для загрузки ведомости по всем пройденным контрольным точкам пользователь может воспользоваться кнопкой «Ведомость».

Соответственно при нажатии на эту кнопку он увидит итоговую ведомость с контрольными точками. Те контрольные точки, по которым выставлены нули подсвечиваются красным цветом. Все контрольные точки в данной ведомости — пройденные точки.

Но также пользователю предлагается кнопка «Опасность». Перед нажатием данной кнопки следует выбрать тип темперамента. После всех манипуляций можно увидеть новую ведомость. В данной ведомости отображается список предметов и контрольных точек (такая же структура, как в предыдущей ведомости, только другой вид отображения). Также можно увидеть столбец цифр с названием «Опасность». Та цифра, которая подсвечивается зеленым цветом, соответствует тому предмету, который расположен параллельно слева от данной цифры. Из этого можно сделать вывод, что этот предмет и есть тот самый, на который следует обратить большую степень внимания на данный момент для сдачи очередной контрольной точки.

Заключение

- 1) Разработаны математические модели расчета расстояния между функциями предпочтения и формирования типовых наборов функции предпочтения.
- 2) Разработаны компьютерные программы на языке C++ (с использованием библиотек qt) и в среде Excel, формирующие множество функции предпочтения и реализующие эти математические модели.
- 3) Получены численные решения для типовых наборов функции предпочтения на сетках 2×2, 2×4 и 4×4.
- 4) Проанализирована структура типовых наборов функции предпочтения и самого множества функции предпочтения.
- 5) Реализовано приложение для мобильных телефонов на платформе Symbian, поддерживающее принятие решений с использованием разработанных наборов функции предпочтения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **QT** — Википедия [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Qt>
2. **Пиявский С. А.** Методические указания к курсовому проектированию «Принятие решений в условиях многокритериальности» по дисциплине «Методы оптимизации и принятия решений» Самара: Изд-во СГАСУ, 2007.
3. **Ларичев О. И., Афанасьев А. П., Садовский В.Н.** Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах. Федеральная программа книгоиздания России, 2000. — 296 с.
4. **Пиявский С. А.** Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы оптимизации и принятия решений». Самара: Изд-во СГАСУ, 2007.
5. **Symbian S60** — Википедия [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Symbian_S60.
6. **Принятие** решений в условиях неопределенности Элитариум [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.elitarium.ru/2010/06/29/prinjatie_reshenijj_neopr_edelennost.html.
7. **Теория** принятия решений — Википедия [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_принятия_решений.
8. **Qwt Slideboom** [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.slideboom.com/presentations/171359/Qwt>.
9. **Библиотека qwt habrahabr** [Электронный ресурс] // Режим доступа http://habrahabr.ru/blogs/qt_software/82614/.
10. **Symbian S60** — Википедия [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Symbian_S60.
11. **Функция** полезности — Википедия [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Функция_полезности.

ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ СМЕШАННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

АННОТАЦИЯ

Анализируется возможность применения дистанционных технологий обучения для подготовки кадров промышленных предприятий. Поскольку подготовка технических специалистов невозможна без очных практических занятий, предлагается внедрение смешанной формы обучения, которая сочетает в себе элементы дистанционного обучения и очных занятий.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее развитие получают дистанционные образовательные технологии, основанные на эффективном использовании в учебном процессе вузов современных средств и методов передачи знаний. Однако следует отметить, что большую роль в подготовке кадров для промышленных предприятий играет практика. Следовательно, применение полностью дистанционного обучения снижает качество подготовки специалиста. В таких случаях предлагается использование смешанной формы обучения, которая сочетает в себе очные занятия с дистанционным обучением посредством веб-портала.

1. ОСОБЕННОСТИ СМЕШАННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Смешанная технология обучения (СТО) — это система, которая совмещает в себе основные аспекты очного преподавания и интерактивного или дистанционного обучения.

В целом смешанная форма обучения предполагает дополнение классического очного обучения элементами дистанционной формы [1].

Термин «смешанное» относится к смешению учебных материалов онлайн и обучения в группе с преподавателем. Студент работает автономно, ему оказывается поддержка и от группы, и от преподавателя. В течение реальных групповых занятий студенты показывают свои достижения, получают консультации по сложным вопросам, развивают практические навыки во взаимодействии с преподавателем и коллегами. Такие курсы организуются преподавателем заранее либо по желанию обучающихся и чаще всего базируются на предварительно подготовленных и представленных для обсуждения заданиях. Все вспомогательные материалы подаются на онлайн-платформе. Студенты также получают поддержку, получая задания для выполнения, в которых им необходимо сотрудничать с другими членами группы зачастую путем участия в дискуссии в режиме онлайн.

В рамках реализации СТО особое значение приобретает организация эффективного хранения обра-

зовательных ресурсов, удобного и быстрого доступа к ним.

Современным инструментом, ориентированным на решение этих проблем, является семантический веб-портал, который обеспечивает:

- размещение информационных ресурсов в среде портала (в том числе метаинформации, оперативной и персональной информации, важнейших универсальных сервисов);
- навигацию (на основе широкого спектра поисковых процедур и специализированных средств);
- доступ к ресурсам и взаимодействие пользователей.

Функционирование и развитие образовательной информационной среды, а также образовательного веб-портала обеспечивают решение следующих задач:

- повышение качества образования;
- сохранение, развитие и эффективное использование научно-педагогического потенциала университета (обеспечение доступности новейших методических материалов и их архивов; создание инструментальных средств педагога, в том числе сетевого инструментария; создание условий для саморазвития педагогов; создание системы сетевых рабочих мест для преподавателей);
- обеспечение взаимодействия преподавателей, студентов и ведущих сотрудников промышленных предприятий.

Для студентов технических специальностей особую роль играют лабораторные комплексы, которые позволяют проводить различные эксперименты и моделировать производственные процессы. Для обеспечения наиболее эффективной подготовки специалистов предлагается организовать такие комплексы на базе предприятия.

2. РЕАЛИЗАЦИЯ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

В подготовке специалистов для промышленных предприятий важнейшее место занимают практические занятия. Следует отметить, что многие выпускники недостаточно подготовлены к работе на промышленных предприятиях, в частности сказывается отсутствие необходимых практических навыков работы с промышленным оборудованием, поскольку производственной практики часто недостаточно для получения необходимого для работы объема знаний.

Одним из путей повышения качества практической подготовки специалистов видится организация филиалов кафедр на производстве и проведение

практических и лабораторных работ с реальным промышленным оборудованием под руководством сотрудников предприятия.

Организация филиалов кафедр на производстве позволит устранить три главных недостатка современной системы высшего профессионального образования: неизбежное отставание учебных планов и программ от быстро изменяющихся производственных технологий и регламентов; недостаточное соответствие знаний и умений преподавателей современным требованиям производства; длительные сроки адаптации выпускников при переходе их к реальной трудовой деятельности.

Сейчас становится все более очевидным, что без поддержки производства, предприятий, работодателей высшей школе в дальнейшем будет трудно поддерживать качество образования. В условиях, когда материально-техническая база вузов устаревает, а на предприятия отрасли поступает все более современное оборудование, разрыв между практической подготовкой студентов и требованиями отрасли к качеству подготовки специалистов увеличивается год от года.

Для решения этих задач нужно более активно привлекать ведущих отраслевых специалистов, руководящих работников государственных органов управления, работодателей к различным направлениям вузовской деятельности. Эта работа должна проводиться по линии учебно-методического объединения, государственных аттестационных комиссий, попечительских советов, вузовских учебно-методических комиссий.

В настоящее время на базе металлургического завода ОАО «Арселор Миттал Темиртау» организованы лаборатории для проведения практических и лабораторных занятий со студентами Карагандинского государственного индустриального университета.

Студенты получают навыки работы с реальным промышленным оборудованием в рамках практических и лабораторных работ, а с другой стороны — появляется возможность детального изучения технологических процессов с целью их воссоздания в рамках университетских лабораторий.

Реализация смешанного обучения в данном контексте видится в сочетании практических занятий в лабораториях университета и завода с обсуждением теоретических аспектов на веб-портале.

В частности, на базе листопрокатного цеха №1 реализована лаборатория, в которой студенты могут работать с реально используемыми промышленными контроллерами и следить за ходом технологического процесса.

Также ведется работа по модернизации существующих учебно-методических материалов с целью максимального их приближения к производственным процессам.

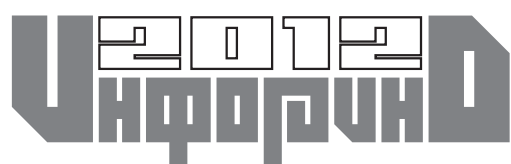
Такой подход предусматривает сотрудничество в системе вуз — работодатель на всех этапах подготовки молодого специалиста. Основной упор сотрудничества делается на целевую подготовку будущих специалистов, при которой реализуется дифференцированный подход к каждому студенту через формирование индивидуального учебного плана. В настоящее время ведется работа по формированию индивидуальных учебных планов, что первым этапом в создании новых специализаций, отвечающих современным требованиям рынка труда. Такая совместная работа позволит в перспективе подойти к вопросам создания новых специальностей с учетом долгосрочного прогноза развития отраслей промышленности. Здесь имеется широкий простор для взаимовыгодного сотрудничества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время смешанная форма обучения представляется наиболее эффективным способом внедрения дистанционных технологий в систему технического образования. Она позволяет, с одной стороны, проводить очные практические занятия с использованием реального промышленного оборудования или его макетов, с другой стороны, изучать теоретический материал посредством портала смешанного обучения с привлечением специалистов производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кун К. E-Learning — электронное обучение // Информатика и образование. 2006. №10. С. 16—18.



Секция 5

**ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ
РЕСУРСЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ
ДИСЦИПЛИНАХ**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ (ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ) ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

АННОТАЦИЯ

Рассматривается специфика заключительного этапа обучения студентов, во время которого выполняется и защищается квалификационная работа.

Анализируются составные части информационных технологий: сетевые информационные технологии, мультимедиа, базы данных, защита информации.

ВЕДЕНИЕ

На заключительном этапе обучения студент должен показать соответствие уровня своей профессиональной подготовки требованиям ГОС, проявить компетентность в области проектирования и технологии и умение эффективно использовать современные программно-аппаратные средства при проектировании и представлении работы.

1. ОСЕБЕННОСТИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Специфика заключительного этапа обучения в рамках вуза заключается в следующем:

- отсутствуют аудиторные занятия, студенты фактически находятся в свободном режиме и распределяют время работы по своему усмотрению;
- студенту выделяется относительно короткий календарный срок (1 семестр) на сбор данных, разработку устройств, проведение исследований и оформление документации;
- контроль над выполнением квалификационной работы осуществляется руководителем во время консультаций, регламентированных учебной нагрузкой преподавателя;
- студент комплексно (системно) решает схемотехнические, конструкторские, технологические, экономические и другие вопросы в их взаимосвязи.

2. СЕТЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Компьютерные сети являются основой, на которой базируется весь процесс выполнения квалификационной работы выпускника.

Использование компьютерных сетей как информационной технологии дает следующие преимущества:

- возможность одновременного обращения к данным и пакетам программ нескольких пользователей;
- возможность быстрого получения в электронном виде копии данных;

- отсутствие привязки пользователя как временной, так и пространственной, к конкретной точке доступа в случае подключения массивов информации к глобальным сетям;

- вопросы лицензирования программных пакетов решаются централизованно в рамках конкретного вуза.

Организация компьютерных сетей в вузе может иметь разные формы:

- общая университетская локальная сеть с выходом в Интернет;
- FTP-сервер как файловая система хранения информации;
- локальная сеть отдельной кафедры.

Материально-техническое обеспечение Владимирского государственного университета:

- выпускающие кафедры имеют компьютерные классы, функционирующие как элементы общевузовской сети с доступом к глобальной сети Интернет;
- выпускникам предоставляются ограниченные ресурсы для хранения информации;
- используется только лицензионное программное обеспечение.

Как правило, ведущие преподаватели имеют индивидуальные электронные почтовые ящики, что дает возможность проводить проверку наработок выпускников без привязки к расписанию консультаций.

3. МУЛЬТИМЕДИА

За последнее время все большее внимание информационным технологиям стали уделять на последнем этапе обучения — защите квалификационных работ.

Выпускники все чаще прибегают к видеопрезентации выполненной работы. Так, при разработке 3D-модели устройства пошаговое отображение сборки в форме просмотра avi-файла дает полное представление об особенностях рассматриваемой конструкции. Рассмотрение результатов моделирования процессов на основе 3D-моделей невозможно без графического представления с использованием цветовой палитры.

4. БАЗЫ ДАННЫХ

При выполнении квалификационной работы студенты должны владеть всем объемом норматив-

ных документов, касающихся области разработки – ГОСТов, ОСТов, ЕСКД, ЕСТПП и т.д.

Указанные нормативные документы в совокупности представляют собой массив информации, который реализуется как в печатном (фонды библиотеки), так и в электронном виде (сетевые ресурсы вуза).

Минимально необходимый объем нормативной документации по направлению «Проектирование и технология электронных средств» занимает объем 400 Мб или 900 файлов (по состоянию на начало 2011 г.). Объем справочных материалов составляет 178 Гб или 135 000 файлов.

Перевод конкретных массивов информации в форму СУБД задерживается отсутствием финансирования и наличия кадров соответствующей квалификации.

5. ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Защите информации принадлежит главенствующее значение в структуре информационных технологий. Решение вопросов защиты информации обеспечивает:

- целостность информации, ее сохранность и неизменяемость, устойчивость к несанкционированным попыткам ее модификации или уничтожения;
- доступ к информации (авторизация, распределение прав доступа);
- работоспособность и функционирование всей информационной системы как на аппаратном, так и на программном уровне.

Выпускник на завершающем этапе обучения имеет право копировать материалы из сетевых ресурсов. В пределах индивидуально выделенных сетевых ресурсов выпускник имеет право манипулировать информацией по своему усмотрению.

6. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При выполнении квалификационной работы выпускники разрабатывают разнообразную документацию:

- сборочные чертежи устройства и узлов;
- рабочие чертежи деталей;

- структурные и принципиальные схемы устройства;
- спецификации и перечни элементов;
- технологические документы;
- расчетно-пояснительную записку.

При выполнении квалификационной работы ориентируются на полный комплект конструкторских документов с учетом ограничения по объему чертежей, указанных в задании.

Каждая из разновидностей документации требует использования определенных пакетов программ. Наиболее востребованными являются следующие программные комплексы:

Microsoft Office, MatCad, MatLab, SolidWorks, Altium Designer, КОМПАС, Ansys.

Для моделирования и комплексного анализа процессов, разработки технологии изготовления используются специализированные программные продукты:

Electronics Workbench, Electronics Workbench Multisim, Spectrum MicroCAP, DesignLab, TFlux Cam350 и др.

Выбор того или иного программного продукта зависит от используемых схемных решений и предъявляемых к объекту проектирования требований, а также с учетом имеющихся технических и организационных возможностей.

Общий объем разрабатываемых и представляемых к защите графических документов — не менее 12 листов формата А1. Объем пояснительной записки (без приложений) до 80 листов формата А4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Степень владения выпускниками имеющимся набором средств информационных технологий определяет качество представляемых к защите квалификационных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Выпускная** квалификационная работа бакалавра: Методические указания для студентов направления «Проектирование и технология электронных средств» / Сост. В.Б. Дмитриев, Г.Ф. Долгов, В.Р. Асланянц и др. / под общ. ред. В.Б. Дмитриева и Г.Ф. Долгова. — Владимир: Изд. ВлГУ, 2011.

СОЗДАНИЕ БЕЗБАРЬЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНАМ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА ДЛЯ СЛАБОСЛЫШАЩИХ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

АННОТАЦИЯ

Анализируются психофизические особенности слабослышащих студентов, затрудняющие изучение дисциплин естественно-математического блока. Определяются условия формирования и составные компоненты безбарьерной информационно-технологической среды обучения.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее эффективных механизмов повышения социального статуса и защищенности лиц с ограниченными возможностями здоровья является получение ими полноценного профессионального образования. При этом, учитывая достаточно низкую конкурентоспособность данной категории лиц, необходимо обратить особое внимание на формирование у студентов-инвалидов в процессе обучения способности генерирования и воспроизводства новых знаний, т.е. таких профессиональных качеств, которые наиболее востребованы на рынке интеллектуального труда. В этой связи учреждения профессионального образования призваны выполнять важную роль в создании и развитии образовательных технологий, обеспечивающих условия для реализации самостоятельной и активной учебной деятельности данной категории студентов.

1. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ ЛИЦ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА

Современная отечественная и зарубежная методология образования, применительно к инвалидам, строится на принятии в качестве определяющего того факта, что основными ограничениями для этой категории граждан являются коммуникация и доступ к информации.

По мнению специалистов в области сурдопедагогики центральным моментом при обучении студентов с ограничениями по слуху являются затруднения, вызванные слабой структурированностью мышления. Это выражается в более низком исходном интеллектуальном потенциале, в заниженном информационном запасе, в более медленно текущих процессах усвоения знаний, в слабом выстраивании целей. Наблюдается нечеткая приоритетность, преимущество образного мышления перед формально-логическим, преобладание кратковременной памяти [1, 3, 4].

В связи с этим необходимо отметить, что если в настоящее время методика преподавания студентам-инвалидам по слуху дисциплин гуманитарного цикла разработана достаточно неплохо, то изучение

дисциплин естественно-математического цикла вызывает затруднения, так как данные дисциплины содержат большое количество понятий, условий, абстрактных представлений. Все это в конечном итоге отрицательно сказывается на базовом уровне подготовки, усложняет изучение дисциплин профессионального блока и снижает общий уровень подготовки студентов.

Исходя из вышесказанного несомненный интерес представляет изучение положительного опыта учебных заведений, которые заняты подготовкой студентов инженерных специальностей из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья.

2. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ СЛАБОСЛЫШАЩИХ СТУДЕНТОВ

Во Владимирском государственном университете функционирует Центр реабилитации инвалидов, который длительное время осуществляет подготовку студентов инженерных специальностей из числа лиц с патологией слуха за счет создания безбарьерной информационно-технологической среды обучения.

Существенная роль здесь отводится интерактивным технологиям, реализуемым на основе специально структурированных баз данных, адаптированного программно-аппаратного обеспечения электронных пособий и учебников.

Рассмотрим особенности создания безбарьерной информационно-технологической среды, основу которой составляет адаптированный учебно-методический комплекс, современные мультимедийные средства и программные продукты, а также специализированные методы и формы обучения людей с ограничениями по слуху.

Основу адаптированного учебно-методического комплекса составляет рабочая программа дисциплины, при разработке которой учитывается следующее:

-экспертная оценка и ранжирование тем по степени сложности восприятия для данного контингента студентов и исключение наиболее сложных разделов, принципиально не влияющих на уровень изучения данной дисциплины;

-обеспечение высокой степени преемственности разделов и тем по принципу «от простого к сложному»;

-направленность организации самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы студентов на формирование общих компетенций основной профессиональной образовательной программы в соот-

ветствии с ФГОС-3;

- переход от «жесткой» регламентации видов аудиторной работы (лекции, лабораторные, практические) к применению интегрированных форм проведения занятий на основе использования компьютерных тестирующих систем, электронных учебников, справочников.

С учетом специфики восприятия и усвоения учебного материала данной категорией студентов были определены методические особенности проведения занятий:

- модульная технология изучения, заключающаяся в разбиении материала курса на учебные модули, каждый из которых содержит несколько тем, включающих в себя три малопорционных обучающих модуля, при этом содержание каждого модуля соответствует принципу уровневой дифференциации;

- представление теоретического материала как процесса решения задачи с возможностью прослеживания студентами всех цепочек рассуждений при помощи наглядных схем в целях устранения трудностей словесного опосредования изучаемого материала;

- сведение к минимуму потери информации при преподавании путем использования технологии сурдоперевода, а также применения современных компьютерных средств визуализации информации для реализации образных форм подачи материала (блок-схемы алгоритмов, таблицы, графики, диаграммы и т.п.);

- изучение теоретического материала путем решения типовых задач на конкретных примерах (по аналогии) с его последующим анализом, модификацией и т.п.;

- осуществление внешнего контроля и самоконтроля знаний, а также индивидуализация процесса обучения на основе применения компьютерных систем тестирования.

Техническую основу среды обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья (глухие и слабослышащие) составляют программно-аппаратные средства безбарьерной информационно-технологической среды обучения:

- средства видеоподдержки и визуализации учебного процесса (видеопроектор, электронная доска, телевизор);

- стандартные программные средства обучения (MS Office, системы программирования);

- электронные образовательные ресурсы (электронные учебники и практикумы, система тестирования), размещенные на образовательном сайте <http://edu.izi.vlsu.ru> [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной среде обучения использование электронных средств учебного назначения выступает в качестве одной из специальных образовательных и реабилитационных технологий, представляющих собой особую совокупность организационных структур и методов, оптимальным образом обеспечивающих усвоение дисциплин естественно-математического цикла в объеме и качестве, предусмотренным государственными образовательными стандартами[2]. Обучение с применением средств информационных и коммуникационных технологий позволяет уменьшить основные затруднения, возникающие в процессе обучения слабослышащих и глухих студентов: нивелирует психофизиологические особенности и создает предпосылки для развития их сильных сторон, является мощным средством обеспечения коммуникации между данной категорией лиц и слышащими.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боскис Р. М. Изучение слабослышащих детей в процессе обучения: Сб. / под ред. Р.М. Боскис. — М.: Педагогика, 1972. — 192 с.
2. Матвеева М. Е., Троицкая Е. А. Автоматизированный учебный курс «Информатика» для лиц с ограниченными возможностями // Сборник трудов научно-практической конференции «Информационные системы и технологии в образовании и экономике». — М.: Изд-во МГПУ им. С.А. Шолохова, 2007. — С. 74.
3. Новикова Л. А. Влияние нарушений зрения и слуха на функциональное состояние мозга. — М., 1966.
4. Никитина Л. А. Сурдопедагогика. — М.: Просвещение, 1989. — 384 с.
5. Троицкая Е. А. Использование ресурсов информационной образовательной сети для повышения качества обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья // Материалы международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития энерго-технологии». — Иваново, 2005. Т. 2. — С. 56.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

АННОТАЦИЯ

Анализируются дидактические и психологические особенности использования информационных средств в учебном процессе.

Использование лекционных презентаций рассматривается как эффективная форма реализации основных принципов целостного восприятия учебного материала студентами младших курсов.

Обсуждаются образец лекционных презентаций и опыт проведения лекций на примере одного раздела общего курса физики «Электростатика».

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей современной российской системы высшего профессионального образования является построение инженерного образования как перманентного процесса развития необходимой компетентности специалиста.

Процессы модернизации и развитие средств инновационных технологий значительно повышают роль фундаментальных знаний и требуют от современного профессионального образования непрерывного совершенствования, поиска новых форм и моделей обучения, внедрения новых образовательных технологий.

1. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ

Технологическая детерминанта современного общества обуславливает особое значение информационно-мультимедийных технологий в профессиональном образовании и делает необходимым переосмысление базовых методов организации обучения в высшей школе. Система образования должна быть ориентирована на подготовку квалифицированных специалистов, способных ориентироваться в непрерывно развивающихся инновационных инженерных технологиях и свободно применять полученные знания в практической деятельности, формировать их информационную компетентность, обеспечивать развитие профессионально значимых качеств специалистов.

Такие задачи требуют применения качественно новых подходов к подготовке специалистов.

Использование компьютерных интерактивных средств в обучении отвечает основным дидактическим принципам современной системы высшего образования, ориентированной на подготовку высококвалифицированного специалиста:

- научности;
- развитию теоретического мышления и творческой активности студентов;

- системности обучения;
- самообразованию;
- обеспечению необходимого темпа изложения материала в сочетании с высоким уровнем трудности;
- инновационности и наглядности обучения;
- профессиональной направленности.

Изложенные принципы подготовки студентов образуют целостное единство и могут быть реализованы только совместно, определяя совокупность подходов к организации учебного процесса.

Стремительное развитие новых информационных технологий в образовании предъявляет особые дидактические требования к осуществлению профессионально-педагогической деятельности [1]:

- методической совместимости применяемых информационных технологий с традиционными формами обучения;
- мотивированности, целесообразности применения информационных технологий в учебном процессе;
- обеспечения обратной связи в процессе обучения между преподавателем и студентами;
- анализа психологических аспектов восприятия используемых информационных средств обучения.

Наряду с этим к подготовленности самих студентов к использованию информационных технологий современный образовательный процесс предъявляет определенные требования. Опыт проведения лекций с использованием компьютерных презентаций выявил определенную психологическую неподготовленность студентов первого курса к применению подобных технологий обучения. Применение анимированных слайдов позволяет значительно повысить темп чтения лекции, динамику подачи материала. Это требует от обучающихся предельной концентрации внимания и резко повышает напряженность работы на занятии. Сказываются также сложность адаптационного периода (школа – вуз), резкое отличие учебного процесса от привычных уроков, отсутствие у обучающихся навыков конспектирования. Как следствие, ряд учащихся отмечают трудности в восприятии материала, утомляемость.

Предлагаемый программный продукт разрабатывался с учетом вышеперечисленных психофизиологических факторов, сочетая как принципы традиционной дидактики, так и очевидные преимущества компьютерных технологий.

2. ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛЕКЦИОННЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Рассмотрим пример оформления презентаций для одного раздела общего курса физики «Электростатика» [2].

Данный компьютерный продукт содержит материалы для моделирования и анимации физических процессов и явлений, рассматриваемых в программе курса, и состоит из восьми лекций по электростатике. Каждая лекция посвящена рассмотрению отдельной темы:

- 1) электростатическое поле в вакууме. Принцип суперпозиции;
- 2) потенциал электростатического поля;
- 3) теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме;
- 4) примеры применения теоремы Остроградского – Гаусса;
- 5) электростатическое поле в диэлектриках;
- 6) теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в диэлектрике;
- 7) проводники в электростатическом поле;
- 8) энергия электростатического поля.

Презентации выполнены в виде файлов Microsoft Power Point и содержат рисунки, математические выкладки и пояснения, необходимые для освоения курса. Помимо отображения теоретической части курса, компьютерный материал предусматривает качественное решение задач с различными параметрами и графическое представление полученных результатов.

На рис. 1 представлен внешний вид одного из слайдов. Предложенный формат позволяет преподавателю варьировать наглядность, полноту подачи материала с учетом различий в начальной подготовке обучаемых.

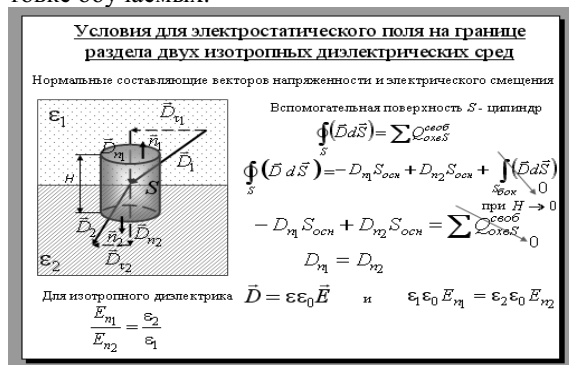


Рис. 1. Пример оформления слайда

Необходимо отметить, что все слайды являются динамическими, формулы и графические изображения появляются на экране последовательно, согласно пояснениям лектора. Темп изложения материала изменяется преподавателем исходя из конкретных методологических требований. Особое внимание уделено оптимизации информационной емкости каждого слайда, увеличение которой приводит к резкому снижению качества усвоения учебной информации студентами.

Данные демонстрации в наглядной анимационной форме показывают основные физические принципы и законы электростатики, позволяют смоделировать сложные физические процессы, значительно расширяя вариативность представления информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанные компьютерные демонстрации по электростатике позволяют визуализировать сложные физические процессы. Это, в свою очередь, повышает уровень и качество усвоения лекционного материала студентами, развивает самообразовательную активность, дает им возможность лучше подготовиться к практическим и лабораторным занятиям и, тем самым, улучшает их успеваемость, что говорит о необходимости внедрения данных демонстраций в учебный процесс.

Введение новых технологий в образовательный процесс способствует интеграции академического обучения с дистанционными и заочными формами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Образцов П. И.** Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения. — Орел: Орловский государственный технический университет, 2000. — 145 с.

2. **Бадамшина Э.Б., Бирюкова О.В.** Компьютерные демонстрации для лекций по электростатике / Программное средство учебного назначения. Утверждено проректором НИУ МЭИ П.В. Росляковым 09.11.11.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы применения компьютерного моделирования в процессе подготовки будущих специалистов в сфере гражданской безопасности. Показано, что использование компьютерного моделирования в преподавании высшей математики способствует повышению качества математического образования студентов, более тесной интеграции дисциплин фундаментальной и профессионально ориентированной подготовки, стимулирует студентов к овладению современными средствами и технологиями исследовательской деятельности.

ВВЕДЕНИЕ

Среди новых информационных технологий, оказывающих существенное влияние на современное инженерно-техническое образование, особое место принадлежит компьютерному моделированию, которое выступает все более весомой составляющей учебного процесса. Особое место компьютерное моделирование занимает в подготовке специалистов по гражданской безопасности, профессиональная деятельность которых происходит, как правило, в нестандартных ситуациях и в условиях необходимости быстро принимать по возможности наиболее эффективные решения.

1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сфера профессиональной деятельности специалистов по гражданской безопасности направлена на создание, применение систем и средств обеспечения безопасности, профилактики и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

В процессе подготовки таких специалистов задачу формирования у них комплексного, системного, структурного понимания динамических процессов, происходящих в чрезвычайных ситуациях, невозможно решить без использования эффективных методов современных технологий обучения, без опоры на использование компьютерных обучающих и моделирующих программ. Это вызвано, прежде всего, тем, что подобные процессы невозможно воспроизвести другими способами из-за их социальной опасности, масштаба или больших материальных затрат на натурное моделирование.

За последние десятилетия объединенными усилиями специалистов ряда стран (Великобритании, США, Японии и др.) созданы мощные вычислительные комплексы «Phoenix», «ANSYS Fluent», «Jasmine», «SmartFire», «Sofie» и другие, которые позволяют реализовывать и исследовать разнообразные модели пожаров. В начале 1990-х годов российскими специалистами была создана имитацион-

ная система «КОСМАС» (Компьютерная система моделирования аварийных служб), объединяющая в единую систему комплекс программ, воспроизводящих алгоритмы, последовательно описывающие (имитирующие) все детали процесса функционирования любых аварийно-спасательных служб (АСС).

Использование компьютерного моделирования в процессе подготовки будущих специалистов в сфере гражданской безопасности способствует формированию их умений грамотно ориентироваться в причинно-следственном поле опасностей, обоснованно выбирать системы и способы защиты от них, самостоятельно решать возникающие в их профессиональной деятельности инженерные задачи высокого уровня сложности.

2. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ (ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ) ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Типичным использованием компьютерного моделирования в процессе является замещение им реальных экспериментов на дорогостоящем оборудовании или связанных с последствиями, опасными для здоровья человека или состояния окружающей среды. При всех положительных аспектах такого использования оно не достигает глубинных потенциальных возможностей, которые кроются в компьютерном моделировании. Раскрытие этих возможностей требует привлечения будущих специалистов не только к проведению исследований на готовых компьютерных моделях, но и к самостоятельной сознательной деятельности по построению таких моделей. Такая деятельность должна опираться на интегрированное применение знаний из различных предметных дисциплин и включать все стадии разработки и исследования компьютерной модели, обоснование принимаемых решений и проверку их правильности.

Как правило, в учебном процессе отдельные этапы компьютерного моделирования выполняются в свернутом виде. Специальные учебные дисциплины предусматривают использование профессиональных систем компьютерного моделирования. Но сложность таких систем не дает возможности студентам проникнуть в сущность операций, выполняемых компьютером, и их деятельность ограничивается освоением основ эксплуатации модели как инструмента будущей профессиональной деятельности.

На наш взгляд, важным является овладение студентом полным циклом деятельности по компьютерному моделированию. Он включает в себя отбор

и анализ необходимой информации; выявление разнотипных свойств исследуемого объекта и выбор среди них опорных для построения модели; апробацию и корректировку модели; проведение компьютерного эксперимента; интерпретацию полученных результатов и формулировку аргументированных выводов относительно объекта моделирования. Такое обучение компьютерному моделированию, по нашему убеждению, должно стать частью математической подготовки будущих специалистов. С одной стороны, это будет способствовать существенному обновлению традиционного учебного процесса по математике, позволит отойти от стандартных форм и методов обучения, ориентированных фактически на репродуктивную деятельность, и привнести исследовательский подход в математическое образование, что отразится на качестве фундаментальной подготовки студентов. С другой стороны, открывает широкие возможности для осознания ими связи математики с другими дисциплинами, прежде всего, профессионального цикла.

Основной акцент в обучении компьютерному моделированию на занятиях по высшей математике следует делать на том, чтобы студенты освоили математические основы построения модели, технологию ее компьютерной реализации, основы проведения компьютерного эксперимента, осознали существование границ адекватности модели, приобрели собственный опыт использования моделирования для решения учебных задач и задач исследовательского характера.

Разработанный и внедренный нами практикум по компьютерному моделированию состоит из цикла практических и лабораторных работ по дисциплине «Высшая математика» для курсантов и студентов инженерных специальностей [1]. Практикум предусматривает построение и исследование классических и специальных математических моделей, построенных на материале смежных учебных дисциплин. Цель практикума состоит в приобретении студентами опыта практического применения математических знаний, в овладении основами использования современных профессиональных средств поддержки математической деятельности для компьютерного моделирования, в формировании у студентов навыков содержательной учебно-исследовательской деятельности. Разработанный нами практикум ориентирован на использование пакета Maple, эффективного для применения как в

дальнейшей учебной, так и профессиональной деятельности студентов.

Практикум продемонстрировал, что для студентов первых курсов овладения средствами и приемами среды Maple не является слишком сложным барьером, напротив, их заинтересованность в работе с компьютером способствует привлечению к математической деятельности. Практические результаты внедрения практикума в учебный процесс свидетельствуют о том, что компьютерное моделирование позволяет интегрировать освоение теоретических знаний с овладением практическими навыками их использования, способствует формированию исследовательских умений студентов, способствует повышению качества их профессиональной подготовки [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компьютерное моделирование целесообразно применять на всех уровнях подготовки будущего специалиста, подбирая соответствующие среды и инструменты построения модели, постепенно расширяя связи дисциплин фундаментальной и профессиональной подготовки, достигая все более содержательной цели моделирования и значимости проведения исследования.

Использование компьютерного моделирования в процессе изучения дисциплин фундаментального цикла подготовки и, прежде всего, в процессе изучения высшей математики, позволяет достичь понимания студентами сущности моделирования, освоения ими в полном объеме технологии построения и исследования компьютерной модели, создает необходимые предпосылки к тому, чтобы компьютерное моделирование действительно стало инструментом профессиональной деятельности современного инженера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Білоусова Л.І., Горонескуль М.М. Курс вищої математики у середовищі Maple. Навчальний посібник. — Х.: УЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2009. — 412 с.
2. Білоусова Л.І., Горонескуль М.М. Комп'ютерне моделювання як засіб розвитку професійних якостей майбутніх фахівців з цивільної безпеки // Сборник материалов VII Международной конференции "Стратегия качества в промышленности и образовании" (3—10 июня 2011 г., Варна, Болгария): Материалы. В 3-х томах. Том III. Составители: Хохлова Т.С., Ступак Ю.А. — Днепропетровск—Варна, 2011. — С. 361—362.

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЛЕГКОСТИ ЧТЕНИЯ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРТИЗЫ ЭУМК

АННОТАЦИЯ

Раскрывается актуальность задачи создания системы, автоматизирующей процедуру проведения экспертизы электронных учебно-методических материалов и комплексов.

Рассматриваются критерии, использующиеся для оценки легкости чтения теоретических материалов.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы получила большое развитие организация дистанционного обучения на основе Интернета. Такое использование современных технологий позволяет охватить огромные территории и требует от пользователей гораздо меньших затрат, чем при традиционном очном и заочном образовании.

Информационные системы, обеспечивающие автоматизацию электронного обучения, успешно разрабатываются. В процессе применения этих систем открываются новые перспективы их развития, ставятся новые задачи.

Одной из таких задач является автоматизация оценки качества электронных учебно-методических материалов и комплексов.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРТИЗЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И КОМПЛЕКСОВ

В НГТУ функционирует процедура комплексной экспертизы электронных учебно-методических материалов и комплексов (ЭУМК), позволяющая повысить качество электронного обучения [2]. В ней участвует не одно подразделение университета, что повышает достоверность определения качества материалов, однако одновременно увеличивает время ее проведения. Поэтому очень важной задачей является создание системы, облегчающей и частично автоматизирующей работу экспертов, а также осуществляющей быстрое взаимодействие задействованных в экспертизе подразделений.

2. ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЛЕГКОСТИ ЧТЕНИЯ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРТИЗЫ ЭУМК

Одной из задач, которые должна решать система автоматизации экспертизы ЭУМК, является оценка легкости чтения теоретического раздела учебных материалов. В статье рассмотрены основные критерии, применяемые для решения данной задачи.

Формула FORCAST. Эта формула была разработана для оценки понятности технической документации в армии США [1], поэтому она очень хорошо подходит для оценки теоретических материа-

лов, используемых для обучения инженерным дисциплинам. Анализируемый текст может не содержать законченные предложения.

$$F_{FORCAST_grade} = 20 - k \cdot 0,0667b;$$

$$F_{FORCAST_age} = 20 - k \cdot 0,0667b.$$

Учитываемые параметры:

- общее количество слов в тексте k ;
- количество односложных слов в тексте b .

Индекс Фога. Один из наиболее популярных методов оценки удобочитаемости текстовой информации — индекс Фога («fog index»), называемый также «индекс туманности Ганнинга» («Gunning Fog Index»), разработанный в 1952 году американским ученым Робертом Ганнингом [5]. Он позволяет определить минимальный возраст читателя, которому будет понятен данный текст, и предполагает некоторые среднестатистические оценки образовательного уровня и интеллекта читателей. Индекс туманности измеряет сложность чтения, исходя из средней длины предложения и процента слов, состоящих из трех и более слогов.

$$F_{Gunning} = (N_{ws} + N_{wt}) \cdot 0,4.$$

Учитываемые параметры:

- среднее количество слов в предложении N_{ws} ;
- среднее количество «длинных» слов (3 и более слогов) N_{wt} .

Чем меньше значение индекса Фога, тем читабельнее текст. Баллы читабельности — от 6 до 17 — соответствуют году обучения читателя, обучающегося с 6 класса 12-летней школы и — в колледже (университете). Так, например, значение индекса, равное 6, соответствует уровню сложности текста для ученика 6 класса, а 12 соответствует уровню понимания ученика последнего 12 класса школы. Уровень читабельности для студента-первокурсника — 13 баллов, а выпускника — 17 баллов.

Формула Флеша. Формула определения легкости чтения английского текста, разработанная Рудольфом Флешем [3], позволяет установить уровень легкости чтения текста и приблизительный уровень образования, необходимый для того, чтобы понять написанное. Она основана на подсчете не только числа слов в предложении, но и числа слогов в каждом слове.

$$F_{Flesh} = 206,835 - (1,015w + 84,6p).$$

Учитываемые параметры:

- средняя длина предложения w (в словах);
- средняя длина слова p (в слогах).

В связи с тем, что в русском языке средняя длина предложения меньше (за счет меньшего исполь-

зования служебных слов, таких как артикли или вспомогательные глаголы), а слова в среднем длиннее, было предпринято несколько попыток улучшить этот индекс, например, сравнением индексов, полученных для оригинальных английских текстов и их переводов. Так И. Оборнева предлагает базовую формулу Флеша со следующими, подходящими для русских текстов, коэффициентами:

$$F_{Flesh} = 206,835 - (1,3w + 60,1p)$$

Понятный текст имеет индекс не ниже 60, а разговорный язык — примерно 80. Текст с индексом ≥ 90 понятен школьникам 4—5 класса, а при ≤ 30 — сложен для восприятия даже людям с высшим образованием. Теоретические материалы, входящие в состав ЭУМК, должны иметь индекс от 31 до 60.

График читабельности текста по Фраю. Строится график зависимости количества предложений и слогов (рис. 1). Кривая на диаграмме отображает нормальный текст.

Чтобы оценить текст в соответствии с этим графиком, необходимо учитывать [4]:

- общее количество слов в тексте k ;
- количество предложений в тексте s ;
- общее количество слогов в тексте f ;
- среднюю длину предложения w ;
- среднюю длину слова p (в слогах).

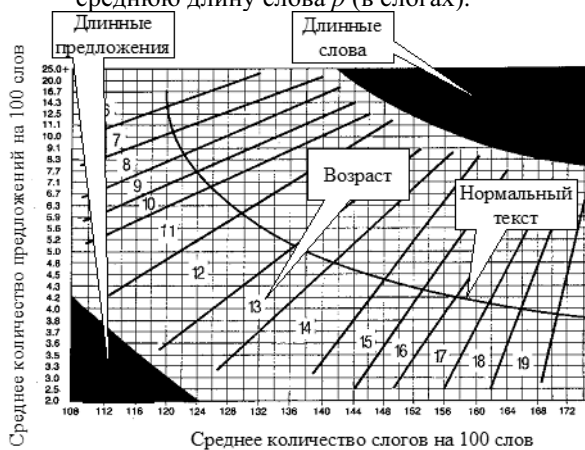


Рис. 1. График читабельности Фрая

На основании рассмотренных оценок в ходе экспертизы могут делаться выводы о соответствии ЭУМК возрастному и образовательному уровню студентов и формироваться рекомендации по изменению текста теоретических материалов в сторону усложнения или облегчения читабельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизация оценки качества ЭУМК является одним из важных направлений развития информационных систем в области электронного обучения.

Одна из подзадач данного направления — автоматическая оценка легкости чтения теоретических учебных материалов. В этой области разработано множество различных критериев.

Автоматизация расчетов этих критериев и формирования рекомендаций на основе результатов значительно облегчит работу экспертов и снизит временные затраты на проведение экспертизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sticht T.G. Research towards the design, development and evaluation of a job-functional literacy training program for the US Army / T.G. Sticht // Literacy Discussion, 1973, № 4. — P. 339 — 369.
2. Яцевич Т.А. Технология комплексной экспертизы электронных учебно-методических комплексов / Т.А. Яцевич, О.В. Андришкова // Единая образовательная информационная среда: направления и перспективы развития электронного и дистанционного обучения : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф.-выставки (Новосибирск, 22—24 сент. 2010 г.). — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. — С. 130—132.
3. Flesh R. Reading Ease Readability Formula. — [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://oleandersolutions.com/fleshreadingease.html> (25.05.2011)
4. Long A. Calculating Reading Level. Tameri Guide for Writers / A. Long . — [Электронный ресурс] Режим доступа: www.tameri.com/edit/levels.html (25.05.2011)
5. Miles T.H. The fog index: a practical readability scale / T.H. Miles // In Critical Thinking and Writing for Science and Technology. Harcourt Brace Jovanovich. — 1990. — [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.as.wvu.edu/~tmiles/fog.html> (25.05.2011).
6. Индекс читабельности // Викия-сеть. — [Электронный ресурс] Режим доступа: http://ru.math.wikia.com/wiki/Индекс_читабельности (11.10.2011).

СЕТЕВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

АННОТАЦИЯ

Проводится анализ существующих в настоящее время видов сетевых ресурсов, которыми могут воспользоваться студенты при изучении и применении математики.

Анализируется актуальность, эффективность и необходимость использования этих ресурсов в инженерном образовании и инженерной практике.

ВВЕДЕНИЕ

Новое поколение будущих инженеров зачастую предпочитает получать знания посредством сети Интернет. По опросам, проведенным мною в течение последнего года, почти половина студентов хотя бы раз воспользовалась Интернетом при выполнении практических заданий по математике. Подавляющая часть изъятых во время экзамена шпаргалок — скаченные из Интернета фрагменты электронных учебников и методичек. Выход в Интернет во время экзамена или зачета уже никого не удивляет и не поддается контролю со стороны экзаменаторов. Однажды на экзамене по математике студент сослался на «Википедию», посчитав, что такая ссылка послужит весомым аргументом.

Таким образом, избежать проникновения Интернета в консервативную и академическую сферу математических знаний уже давно не представляется возможным. И вопрос заключается не в том, чтобы «ликвидировать или запретить», а в том, чтобы сделать нарастающий поток математических интернет-знаний полезным и качественным.

1. ИНТЕРАКТИВНОСТЬ ВМЕСТО НАСТАВНИЧЕСТВА

Основам ремесла (в том числе и математического) трудно научиться самостоятельно, без помощи извне. Требуется наставник, преподаватель, тьютор. Любое правильное или неправильное действие обучающегося должно вызывать ответную реакцию обучающего. Эта реакция приведет к коррекции процесса обучения, к расстановке ориентиров, к развитию интуиции и навыков самоконтроля.

В том случае, когда студент остается один на один с массой сведений, размещенных в разных уголках Интернета, он испытывает сложности, связанные не только с отбором нужной информации, но и с отсутствием оценки правильности и оптимальности своих действий.

В некоторой степени этот недостаток может быть восполнен правильными интерактивными ресурсами.

Интерактивность («взаимодействие») — это принцип организации системы, при котором цель достигается посредством информационного обмена между элементами этой системы, в частности способность информационно-коммуникационной си-

стемы активно и адекватно реагировать на действия пользователя. В Интернете одним из участников взаимодействия всегда является человек. Другим субъектом может быть как обезличенный ресурс, так и другой человек.

2. ПРОИЗВОДИТЕЛИ СЕТЕВЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Сетевые математические образовательные ресурсы неоднородны как по своему назначению, так и по содержанию. Существующие электронные образовательные ресурсы, специализирующиеся на математических знаниях (или содержащие их), создаются и поддерживаются различными субъектами, преследующими разноплановые цели. Производителей ресурсов можно условно разделить на несколько категорий.

Вузы России, имеющие обширную заочную и дистанционную аудиторию или развивающие свою базу электронных ресурсов, в том числе и математических (МГУ, СПбГПУ, МЭИ, МИЭМ, Пензенский политехнический институт, Петрозаводский ГУ и др.).

Коммерческие организации, занимающиеся дистанционным обучением, в том числе и по математическим дисциплинам.

Преподаватели (самостоятельно, в рамках вузовских сайтов, в рамках программы фонда Потанина и др.).

Специализированные компании и производители программного математического обеспечения, в том числе и англоязычные (Knovel, Wolfram Math World, РТС).

Интернет сообщества пользователей, оказывающих взаимопомощь при решении разнообразных математических задач.

3. СИЛЬНЫЕ И СЛАБЫЕ СТОРОНЫ СЕТЕВЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Имеющиеся сетевые математические ресурсы образуют самоорганизующуюся разноуровневую и в хаотическом порядке разрастающуюся систему с множеством целевых функций.

Выделим основные группы ресурсов и их особенности. Заметим, что лишь малый процент из них может быть условно отнесен к разряду интерактивных сетевых математических ресурсов.

Каталоги лекций

(<http://www.intuit.ru/catalog/professions/math/>, http://www.mathnet.ru/php/presentation_events.phtml?wshow=events&option_lang=rus и др.)

Достоинства. Можно на доступном уровне получить начальные сведения об интересующем объекте, многократно просматривать материал, повторно воспроизводить фрагменты и т.д.

Недостатки. Каталоги содержат слабо структурированный или просто разрозненный набор тем по различным математическим дисциплинам, часто приспособленный под нужды дополнительного образования, либо простейший набор тем по стандартным классическим разделам математики. Если материал представляет собой пособие, включающее, например, примитивную мультипликацию или имитацию письма, то это, как правило, не интересно студенту, изучающему курс математики в техническом университете. Если это отдельные лекции ведущих математиков, рассчитанные на хорошо подготовленную математическую аудиторию, то такой материал трудно рассматривать как подспорье в повышении математической культуры инженера.

Порталы и сайты для дистанционного и заочного обучения

(<http://distance.mai.ru/>, <http://www.pavlov-iv.ru/>, <http://www.mathprofi.ru/> и др.).

Достоинства. Ресурсы предназначены для специализированной аудитории, имеют адресную направленность, ограничивают объем и время поиска материала.

Недостатки. Как правило, помещенные там обучающие материалы представляют собой неполный набор начальных тем и заданий по ряду математических дисциплин, обусловленный потребностями соответствующего вуза или преподавателя.

Энциклопедии, справочники

(<http://www.algebraic.ru/doku.php?id=start>, <http://www.pm298.ru/>, http://mirslovarei.com/matenc_r, http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_mathematics, <http://www.terver.ru/spravochnik.php>, и др.)

Достоинства. Быстрый доступ к информации справочного характера, возможность сравнить разные источники информации.

Недостатки. Эпизодическое, пассивное средство получения информации.

Учебники и методические пособия в электронном, сканированном или текстовом виде

(<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>, <http://www.allmath.ru/higheralgebra.htm>, http://www.academiaxxi.ru/Collections/La_Ag/Electr_book/title.htm, <http://www.math24.ru/index.html>, http://books.mathtree.ru/analysis/index_r.html, и др.)

Достоинства. Не нужно посещать библиотеку, не нужно покупать книгу.

Недостатки. Неудобно читать с экрана сканированный или набранный текст, трудно одновременно читать и вести рукописные записи или вычисления.

Решебники

(<http://www.mathhelp.spb.ru/>, <http://www.matburo.ru/>, <http://www.teorver.ru/primeryresheniya-zadach-po-matematike/> и др.)

Достоинства. Можно легко ознакомиться с методами решения учебных типовых примеров (если к ним открыт бесплатный доступ).

Недостатки. Эти же примеры в больших количествах содержатся в разнообразных печатных пособиях и могут научить лишь решать «по образцу».

Инструментарии

(http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/index.html, <http://mas.exponenta.ru/about/>, <http://functions.wolfram.com/>, <http://www.calc-x.ru/>, <http://www.reshalki.ru/index.php/reshalki> и др.)

Достоинства. Полезные открытые ресурсы, позволяющие получить решение конкретной задачи. Иногда содержат отсылки к теоретическим основам решений.

Недостатки. Фрагментарная подача разнопланового материала. Предназначены не для обучения, а для практических вычислений.

Математические форумы и сообщества

<http://matem.edu.ru/>, <http://dxdy.ru/viewforum.php?f=27&sid=9cbe8fc758ea17e451b77abb4b3b9ef3>, <http://www.nsu.ru/phorum/list.php?f=6>, <http://exir.ru/cgi-bin/ikonboard/forums.cgi?forum=7>, <http://physics-animations.com/cgi-bin/forum.pl?forum=mat>, <http://mathhelpplanet.com/> и др.)

Этот вид ресурсов вообще трудно отнести к обучающим ресурсам, поскольку он является продуктом самостоятельности пользователей, которые просто помогают друг другу решать задачи. Но тем не менее он является наиболее интерактивным из всех описанных выше, поскольку опирается на взаимодействие пользователей через Интернет.

Само появление математических форумов является существенным индикатором того, что требуется серьезная модификация идеологии и технологии математических сетевых ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно с уверенностью сказать, что за несколько прошедших лет была проведена титаническая работа по созданию базы математических знаний. И работа эта продолжается.

Стадия количественного накопления материала неизбежно перерастет в стадию качественной организации математической сетевой базы, особенно если появятся способствующие этому новые компьютерные технологии.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ СТАТИКИ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИКА

АННОТАЦИЯ

Представлены электронные методические указания для выполнения типовых расчетов по теме «Статика» курса «Теоретическая механика». Указания — программа системы Mathematica 7, содержащая текстовые и вычисляемые части. В программу входит генератор заданий, изложение методики определения реакций связей и исследования их зависимости от активных сил в плоских составных конструкциях, операторы для проведения расчета. Рассмотрен пример выполнения задания. Даются необходимые пояснения и иллюстрации в виде множества значений параметров, на котором выполняются условия реализуемости равновесия, параметризованной анимации трехмерных графиков реакций связей.

ВВЕДЕНИЕ

С помощью современных систем символьных вычислений (ССВ), в частности, Mathematica можно создавать электронные методические разработки [1], которые содержат как текстовые описания постановок задач и методик их решения, так и операторы для генерирования самих заданий и их выполнения. Задачи, предлагаемые студентам, разработаны с учетом возможностей ССВ строить, преобразовывать, решать уравнения, создавать плоские и трехмерные графики, анимации [2]. Студент получает подготовленную преподавателем программу-шаблон, которую использует при работе над собственным заданием. Консультации по выполнению расчета могут проводиться в очной и дистанционной форме, путем обмена файлами по электронной почте.

1. ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЯ

Рассматривается плоская механическая конструкция, находящаяся в равновесии под действием заданных сил и наложенных связей рис. 1.

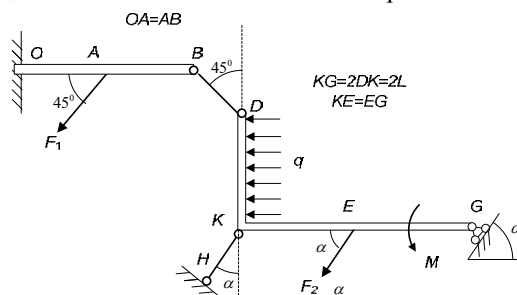


Рис. 1. Схема конструкции

Требуется определить реакции X_O , Y_O , M_O жесткой заделки в точке O , силу давления N_G катковой опоры в точке G , усилия R_D , R_K в невесомых стержнях BD и HK (рис. 2).

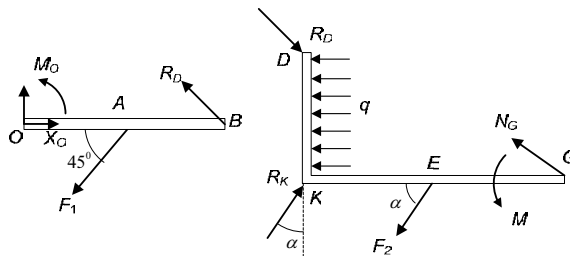


Рис. 2. Конструкция, освобожденная от связей

при заданных фиксированных значениях параметров

$$F_1 = 16,57 \text{ кН}, F_2 = 37,93 \text{ кН}, M = 342,39 \text{ кН} \cdot \text{м}, \\ q = 4,54 \text{ кН/м}, \alpha = 0,903 \text{ рад}, KG = KE = \\ = 2EG = 2DK = 2OA = 2L = 34,46 \text{ м},$$

F_1 , F_2 — активные силы; M — момент активной пары сил; q — интенсивность равномерно распределенной нагрузки. Необходимо также исследовать влияние активных сил F_1 , F_2 на реакции внешних и внутренних связей и построить на плоскости параметров F_1 , F_2 множество, на котором выполняются условия физической реализуемости равновесия. Силы F_1 , F_2 могут меняться по величине в пределах от $F_{\min} = 10 \text{ кН}$ до $F_{\max} = 50 \text{ кН}$. Под условиями физической реализуемости равновесия понимается ограниченность по величине и направлению (для неудерживающих связей) сил реакций связей.

$$\begin{cases} |X_O| \leq R_{\max}, \\ |Y_O| \leq R_{\max}, \\ |M_O| \leq M_{\max}, \\ |R_D| \leq R_{\max}, \\ |R_K| \leq R_{\max}, \\ 0 \leq N_G \leq R_{\max}. \end{cases} \quad (1)$$

В задаче следует принять $M_{\max} = 2000 \text{ кН} \cdot \text{м}$, $R_{\max} = 200 \text{ кН}$.

Указания содержат по 12 различных вариантов левой и правой части конструкции. Полная схема конструкции получается путем совмещения этих частей, которые выбираются случайным образом. В результате можно составить 144 схемы конструкции. Числовые значения параметров в каждом варианте вычисляются как случайные величины на соответствующих заданных интервалах.

2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИКА

Конструкция освобождается от внешних и внутренних связей (рис. 2). Уравнения равновесия записываются в виде равенств нулю главного вектора и

главного момента систем сил, действующих на каждое тело [3, 4].

$$\sum_{k=1}^n F_{kx} = X_O - F_1 \cos(\pi/4) - R_D \sin(\pi/4) = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} = Y_O - F_1 \sin(\pi/4) + R_D \cos(\pi/4) = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n M_{Oz} = M_O - F_1 \sin(\pi/4) OA + 2R_D \cos(\pi/4) OA = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n F_{kx} = R_D \sin(\pi/4) - qDK - F_2 \cos\alpha - N_G \sin\alpha + R_K \sin\alpha = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} = -R_D \cos(\pi/4) + R_K \cos\alpha + N_G \cos\alpha - F_2 \sin\alpha = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n M_{Dz} = -qDK^2 / 2 - F_2 \cos\alpha DK - F_2 \sin\alpha KE + 2N_G \cos\alpha KE - N_G \sin\alpha DK - M = 0.$$

Уравнения вводятся в память компьютера и решаются с помощью функции Solve при заданных фиксированных числовых значениях параметров, а затем при произвольных F_1, F_2 , принадлежащих интервалу $[F_{\min}, F_{\max}]$.

С помощью оператора Manipulate строится параметризованная по F_1, F_2 анимация трехмерного графика $R_D(F_1, F_2)$ и точки P этого графика. На рис. 3 и 4 показаны слайдеры и график $R_D(F_1, F_2)$, порождаемые функцией Manipulate

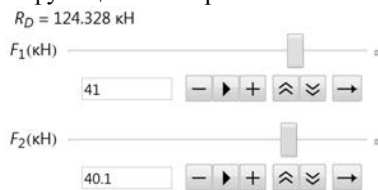


Рис. 3. Слайдеры, порождаемые функцией Manipulate

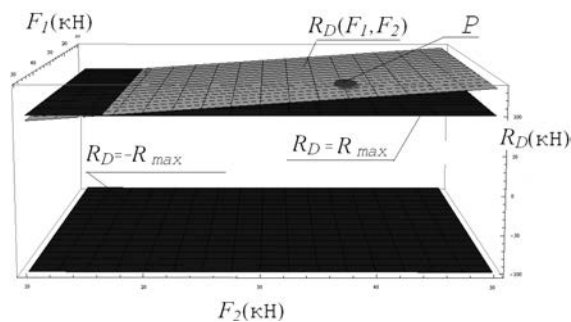


Рис. 4. Графики функций $R_D(F_1, F_2)$, $R_D = R_{\max}$, $R_D = -R_{\max}$, точка $P(41;40,1;124,33)$

Меня с помощью слайдеров параметры F_1, F_2 , можно видеть отвечающие им значения реакции $R_D(F_1, F_2)$ и точку $P(F_1, F_2, R_D(F_1, F_2))$ на плоскости $R_D(F_1, F_2)$ (рис. 4).

На рис. 5 показано построенное с помощью функции RegionPlot закрашенное множество на плоскости F_1, F_2 , на котором выполняются условия ограниченности реакций связей (1) при F_1, F_2 , принадлежащих интервалу $[F_{\min}, F_{\max}]$.

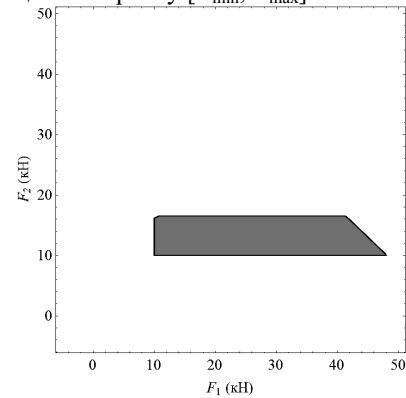


Рис. 5. Множество решений системы (1) при F_1, F_2 , принадлежащих интервалу $[F_{\min}, F_{\max}]$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование системы Mathematica позволяет поднять на новый уровень методику преподавания теоретической механики, обогатив содержание задач параметрическим анализом. Практика применения подобных разработок в учебном процессе показывает значительный рост интереса студентов к изучению предмета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Капустина О.М., Зацепин М.Г. Создание электронного учебника для работы в среде Mathematica // Математика. Компьютер. Образование: Сборник научных трудов, том 1. / под ред. Г.Ю. Ризниченко. — М.,Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. С. 128-135. URL: <http://www.mce.su/archive/doc21684/doc.pdf> (дата обращения: 30.11.2011 г.)
- Капустина О.М., Мартыненко Ю.Г. Примеры параметрического анализа в задачах теоретической механики с помощью системы МАТЕМАТИКА // Сборник научно-методических статей по теоретической механике. — М.: Изд-во МГУ, 2009. № 27. С. 107—120.
- Новожилов И.В. Типовые расчеты по теоретической механике на базе ЭВМ: учебное пособие — М.: Высшая школа, 1986.
- Бутенин И.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики: учеб. пособие для студентов вузов. — СПб.: Лань, 2008.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются некоторые из направлений использования технических средств в преподавании графических дисциплин.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с переходом на двухуровневое образование и введением новых ФГОС высшего профессионального образования предъявляются новые требования к формированию компетенций обучающихся. В то же время резко сокращены аудиторные часы работы преподавателя со студентами.

Перед кафедрами графики встала задача привести структуру и содержание дисциплин в соответствие с требованиями ФГОС 3-го поколения. Следует оговориться, что сами стандарты, по мнению специалистов в области геометрографической подготовки, требуют серьезной переработки [3]. В этих условиях актуальной задачей становится изменение методики и средств обучения графическим дисциплинам.

1. НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИХ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Для внедрения в учебный процесс компьютерных технологий необходимо провести работу по переоснащению рабочих мест преподавателей, переобучить преподавательский состав, решить научно-методические и организационные вопросы, подготовить большой объем материалов в электронном виде.

Использование компьютерных технологий при обучении геометрографическим дисциплинам позволяет:

- сократить время на подготовку и объяснение материала;
- увеличить объем нового материала;
- активизировать процесс обучения;
- повысить наглядность учебного материала;
- сформировать навыки использования информационных технологий;
- облегчить поиск нужной информации.

Таким образом, компьютерные технологии обучения помогут обеспечить качественно новый подход к проведению занятий. Однако отмеченные достоинства могут быть реализованы лишь при работе с добросовестными, любознательными студентами, способными к самостоятельной работе. В то же время уровень подготовки выпускников школ снизился. Проведенное в МГСУ «входное» тестирование показало не только отсутствие элементарных знаний по геометрии и черчению, но зачастую и

низкий уровень развития абитуриентов, поступивших в вуз через ЕГЭ. Пробелы в базовых знаниях имеет половина студентов, а у 10 % — базовые знания отсутствуют.

Рассмотрим некоторые направления использования компьютерных технологий в преподавании инженерных дисциплин на кафедре начертательной геометрии и графики МГСУ.

Презентации (слайды), как наглядные пособия для проведения лекционных и практических занятий, помогают преподавателю излагать учебный материал, развивают у студента навыки наблюдения и анализа формы предметов. Использование презентаций открывает более широкие возможности для творческого преподавания. Использование на занятиях слайд-фильмов позволяет наглядно продемонстрировать последовательность выполнения заданий (рис.1). Показ каждого слайда сопровождается пояснением преподавателя. Использование цвета и звука усиливает эмоциональную привлекательность лекционного материала [1].



Рис. 1. Слайд по разделу «Начертательная геометрия»

В ходе занятия на экране отображаются определения и теоремы, последовательность решения и наглядные рисунки. При этом, основные алгоритмы решения задач на чертеже рассматриваются совместно с анализом трехмерной модели. Студент конспектирует пояснения преподавателя, одновременно наблюдая происходящее на экране.

Для эффективного решения задач на занятиях используются рабочие тетради, в которых имеются заготовки задачи. Студент под руководством преподавателя доводит решение до конца, при этом наблюдая поэтапное решение на слайдах.

Для усиления интенсивности изучения инженерной графики в процессе обучения студентов используются электронные методические разработки (электронные учебники и методические указания).

Они широко применяются в дистанционном образовании, а для студентов очной и очно-заочной форм обучения являются хорошим подспорьем.

Электронные учебники содержат лаконично изложенный теоретический материал, определения, теоремы, а также иллюстрации, сопровождающие текстовую информацию. Для быстрого доступа к информации в электронных учебниках имеется система поиска (рис. 2), в этом их большое преимущество.



Рис. 2. Электронный учебник

Электронные методические указания также содержат краткий теоретический материал и подробное описание заданий с примерами выполнения домашних расчетно-графических работ (рис. 3).

Данный подход позволяет студентам самостоятельно изучать разделы дисциплины и выполнять домашние задания.

При дистанционном обучении студентов с использованием информационных технологий выявились некоторые недостатки. Так, во время лекции online затруднена или отсутствует обратная связь между студентом и преподавателем, а для проведения консультаций необходимо иметь весьма обширную базу иллюстративного материала по всему курсу дисциплины и по вариантам заданий.

Для контроля знаний студентов на всех этапах изучения дисциплины «Инженерная графика» используются компьютерные системы тестирования. Объем тестов должен быть достаточно большим, соответствующим требуемому объему знаний. Следует, однако, признать, что обучение с помощью тестирования не развивает творческое мышление студента, его способность к формулированию ответа, изложению своих мыслей. Тестирование полезно студенту лишь как способ самоконтроля, позволяющий ему выбрать правильное решение из предложенных. Имеющиеся системы тестирования позволяют проверить знание определений, понятий, но не умения и навыки, необходимые при изучении инженерной графики [2].

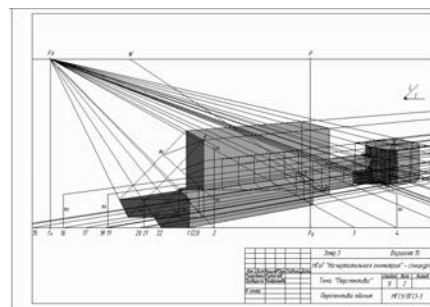


Рис. 3. Пример выполнения РГР

Поэтому одна из перспективных задач — разработка тестов, удовлетворяющих требованиям графических дисциплин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование компьютерных технологий на занятиях значительно облегчает работу преподавателя, экономится время лекционного и практического занятия. Появляется возможность неоднократно демонстрировать последовательность построений, увеличить масштаб изображения, использовать наглядные изображения сложных форм (рис. 4), что затруднительно при использовании мела и доски.

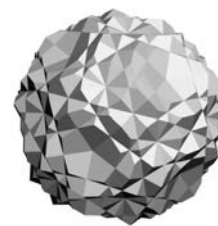


Рис. 4. Формообразующее решение на основе многогранной кубической системы

Однако компьютерные технологии не могут совершенно заменить преподавателя, даже при дистанционной форме обучения. Комплексное использование традиционных методов преподавания с элементами компьютерных технологий позволяет сохранить важный аспект обучения — влияние личности преподавателя на обучающегося.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранова О.В., Тельной В.И. Развитие познавательной активности студентов с использованием мультимедийных презентаций. «Вестник МГСУ» № 4 — М.: Изд-во НИУ МГСУ, 2011.
2. Исаева О.И., Касаткина Е.П., Степанов Ю.В. Информационная поддержка дисциплины «Инженерная графика»: Сб. трудов — М.: Изд-во НИУ МЭИ, 2011.
3. Сальков Н.А. ФГОСы третьего поколения с точки зрения начертательной геометрии (исследование документов): Сб. трудов. — М.: Изд-во МИТХТ, 2011.

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА КАФЕДРЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ» ЮУрГУ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены основные этапы становления и развития информационно-образовательной среды кафедры «Электрические станции, сети и системы» (ЭССиС) ЮУрГУ.

ВВЕДЕНИЕ

Присоединение России к Болонскому соглашению послужило основой для очередного, на этот раз кардинального пересмотра отечественной системы высшего образования. Одним из направлений модернизации образования является дальнейшая более глубокая информатизация, которая сегодня развивается по пути оснащения аудиторий современными средствами и использования их в качестве нового педагогического инструмента, позволяющего существенным образом повысить эффективность образовательного процесса, а также обеспечить его информационную поддержку возможностями удаленного доступа к научной и учебно-методической информации.

1. СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

На кафедре «Электрические станции, сети и системы» первые шаги в направлении информатизации начинались с расчетов на «Урал-2» практически одновременно с появлением ЭВМ в энергосистемах. Современная структура информационно-образовательной среды по подготовке инженеров по специальностям «*Электрические станции*», «*Электроэнергетические системы и сети*», «*Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем*», а также бакалавров и магистров по направлению «*Электроэнергетика и электротехника*» по соответствующим профилям приведена на рисунке.

Интерактивные средства позволяют повысить эффективность всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы. Применение современных информационных технологий во время лекций дает возможность существенно расширять формы подачи учебного материала, включая презентации, фотографии и видеосюжеты реальных объектов, тесты и т.п., что повышает интерес и способствует более глубокому пониманию предмета. Кроме того, информационные технологии поднимают на более высокий уровень самостоятельную работу студентов, помогая им в выполнении текущих и семестровых заданий при курсовом и дипломном проектировании.



Рис. Современная структура информационно-образовательной среды

Важнейшей составляющей познавательного процесса, особенно по специальностям электро-энергетического профиля, являются лабораторные исследования. Развитие лабораторной базы кафедры осуществляется путем внедрения промышленного оборудования, создания новых лабораторных установок на базе современных технических средств в сочетании с разработкой виртуальных лабораторий или их элементов, а также расчетных компьютерных программ и тренажеров.

Один ряд расчетных программ — это программы хорошо известные и распространенные в проектных организациях, сетевых и генерирующих компаниях. Другой ряд — программы, созданные на кафедре. Таковы программы для расчета токов короткого замыкания, расчета режимов сети, режимов электропередач постоянного тока, режимов подстанций со статическим тиристорным компенсатором, программа для расстановки молниеотводов на подстанциях и многие другие.

В последние годы на кафедре создано несколько лабораторий, совмещающих элементы физического и математического моделирования элементов энергосистем. Это лаборатории физического моделирования энергосистем, релейной защиты и автоматики (РЗА), микропроцессорного управления энергосистемами и последняя разработка — лаборатория «*Умная сеть*».

Каждый стенд такой лаборатории содержит физическую модель синхронного генератора, трансформаторов, линий электропередачи, выключателей. Физические модели обвязаны датчиками, сигналы с которых собираются в программно-техническом комплексе «Нева». Стенды в лаборатории релейной защиты также имеют набор реле или их моделей.

В лаборатории «Умная сеть» стенды включают еще и виртуальные модели средств релейной защиты и автоматики, а также «Щит диспетчерского управления» — компьютер, с которого осуществляется централизованное диспетчерское управление. На стендах установлен свободно программируемый контроллер, предназначенный для реализации дополнительных алгоритмов защиты и противоаварийной автоматики и для создания централизованной системы релейной защиты и автоматики. Связь между элементами модели энергосистемы и диспетчерским щитом — беспроводная.

Развивающийся энергокомплекс кампуса, содержащий две тепловые электростанции, централизованную котельную, тепловые и электрические сети, связанные с городскими электрическими и тепловыми сетями и обвязанные системой датчиков с выводом информации через сеть университета в учебные аудитории, создает дополнительные возможности для проведения учебного процесса по разным дисциплинам, а также при выполнении исследований.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ НА БАЗЕ ПАКЕТА LABVIEW

Компьютерные технологии предоставляют студентам широкие возможности для проведения в удобное время различных экспериментов на математических моделях, взаимодействие с которыми осуществляется с помощью виртуальных технических средств и приборов, используемых в аналогичных физических установках или в реальных системах. Для создания таких программных продуктов используются различные алгоритмические языки высокого уровня или специальные пакеты программ, предназначенные для разработки систем автоматизации технологических процессов. Однако создание на их основе качественного пользовательского интерфейса требует больших трудозатрат.

Наиболее перспективным для создания компьютерных тренажеров для нас оказался инструментальный пакет National Instruments LabVIEW. Реализованная в пакете концепция, по которой все программы, называемые виртуальными устройствами, имеют фронтальную панель и блок-схему, позволяющую объединять все объекты лицевой панели в схему функционирования, в полной мере соответствует общепринятым представлениям о технических устройствах управления. Для описания функциональных свойств системы и процессов в ней

использован язык графического программирования, простой в усвоении и удобный в работе.

Практика использования пакета в учебном процессе показала, что студенты достаточно быстро осваивают его до такой степени, что в состоянии создавать законченные приложения в рамках НИРС и дипломного проектирования.

На этой базе разработан комплекс виртуальных устройств, который позволяет существенно расширить возможности существующего лабораторного практикума по дисциплинам «Передача и распределение электрической энергии», «Электрические системы и сети», «Переходные процессы», «АСУ и оптимизация режимов энергосистем», «Эксплуатация электрических сетей» и «Релейная защита и автоматизация». Фронтальные панели, с помощью которых реализована связь с виртуальным объектом исследования, часто позволяют создать иллюзию непосредственного управления состоянием объекта и регулирования технологического процесса.

Таким объектом может быть линия электропередачи, электрическая сеть, устройства РЗА, электропередача или даже виртуальная энергосистема, оснащенная мозаичным диспетчерским щитом типа S2000 и виртуальной телемеханикой, полученной по результатам расчета стационарного режима с учетом устройств телемеханики и погрешностей преобразования информации.

Особенно широкие возможности для улучшения понимания теории открывают эксперименты на виртуальных устройствах, предназначенных для исследования переходных процессов в электрических системах. Здесь даже с использованием только приборов, предлагаемых пакетом LabVIEW, можно иллюстрировать качания ротора, проворот его при нарушении синхронной работы, ресинхронизацию, перемещение паровпускного клапана под действием регулятора скорости, а также фиксировать изменение любых параметров в переходном процессе.

Разработанные виртуальные устройства дают возможность сформировать так называемую «карманную» лабораторию для исследования в учебных целях различных процессов, которые возникают при эксплуатации электроэнергетических систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная информационно-образовательная среда, ориентированная на подготовку специалистов для электроэнергетики, позволяет существенно повысить эффективность образовательного процесса, сделать его более привлекательным, интенсивным и приспособленным для самостоятельной работы и дистанционного обучения. Разработанные виртуальные устройства дают возможность сформировать мобильную лабораторию для исследования в учебных целях различных процессов, которые возникают при эксплуатации электроэнергетических систем.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА» ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ «КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

АННОТАЦИЯ

Рассматривается место современных информационных технологий в курсе «Прикладная механика» при подготовке бакалавров направления «Конструирование и технология электронных средств».

Универсальные системы автоматизированного проектирования и расчетные системы на основе численных методов являются дополнительным инструментом при проведении анализа механизмов и несущих конструкций.

ВВЕДЕНИЕ

Государственный образовательный стандарт третьего поколения [1], внедряемый в настоящее время, предполагает владение навыками современных систем автоматизированного проектирования (САПР). Подобное требование продиктовано в первую очередь современными подходами к разработке электронных средств, когда сокращение сроков разработки напрямую зависит от степени внедрения САПР на предприятии и от качества владения ими инженерно-технического состава.

При проектировании электронных средств (ЭС) задачи механического анализа выходят на более высокий уровень: печатная плата, оставаясь основной несущей конструкцией, может быть выполнена на основе многослойной структуры либо на основе металлического основания и содержать большое количество микросхем высокой степени интеграции. Несущие основания приборов и блоков при этом могут выполняться на основе композитных материалов и иметь сложную геометрическую форму. Жесткие условия эксплуатации подразумевают комплексные механические нагрузки: кроме статических нагрузок могут иметь место удары и вибрации. Поэтому практически любой реальный проект разработки электронного изделия сопровождается анализом механических характеристик.

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ САД СИСТЕМЫ: КОМПАС И SOLIDWORKS

Переход на новые информационные технологии позволил отказаться от традиционного подхода при разработке механизмов и несущих конструкций и перейти к автоматизированным способам с использованием различных САПР. К традиционным САД-системам (computer-aided design), которые изучают студенты направления «Конструирование и технология электронных средств», относятся системы: SolidWorks и КОМПАС. Обе системы востребованы в радиоприборостроительной отрасли, используются многими фирмами и предприятиями, на которых работают выпускники направления.

Основу обеих САД-систем составляют модули построения трехмерной объемной графики и оформления конструкторской документации. Изучение САД-систем начинается уже на первом курсе бакалавриата в дисциплине «Инженерная и компьютерная графика». Предполагается, что по окончании курса студент должен обладать компетенциями разработки трехмерных моделей на базе обеих систем.

2. РАСЧЕТНЫЕ САЕ СИСТЕМЫ — SOLIDWORKS SIMULATION И ANSYS

САЕ-системы (computer-aided engineering) или системы инженерного анализа являются расчетными системами, позволяющими получить решение дифференциальных уравнений численными методами. В большинстве САЕ-систем используется метод конечных элементов. В настоящий момент он является общим методом численного решения дифференциальных уравнений. С развитием технических средств возможности метода расширяются, увеличивая круг решаемых задач.

Основой работы САЕ-систем является трехмерная модель конструкции, разработанная в САД-системах. Вследствие этого наиболее просты в изучении интегрированные системы: для расчета механических характеристик студентам предлагается использовать систему SolidWorks Simulation [2]. При этом снимаются вопросы изучения импорта трехмерной модели. Система конечно элементного моделирования ANSYS [3] обладает более широкими возможностями, но ее использование должно сопровождаться более глубокой математической подготовкой студента. Изучение системы ANSYS в соответствии с учебным планом заложено в магистерской подготовке.

Получение навыков работы в расчетных системах желательно совмещать с теоретическим изучением материала и возможностями аналитического расчета. Для студентов такой подход заключается в получении навыков работы с САЕ-системами на основе конкретных примеров.

3. СПЕЦИФИКА КУРСА «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»: СОСТАВ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Дисциплина «Прикладная механика» в направлении подготовки 211000 «Конструирование и технология электронных средств» проводится в третьем семестре на втором курсе. Общий объем часов,

отводимых на изучение этой дисциплины, составляет 180. В учебном плане предусмотрены следующие виды аудиторных занятий: 34 часа лекций, 17 часов лабораторных работ и 17 часов практических занятий. Кроме этого студенты должны выполнить первый за время учебы курсовой проект.

Особенность курса «Прикладная механика», изучаемого в направлении 211000 состоит в том, что в этот курс включены разнообразные вопросы, которые в других направлениях изучаются в различных дисциплинах. В соответствии с ФГОСЗ и рекомендуемой программой студенты должны освоить теоретические основы механики, основы теории механизмов, основы сопротивления материалов, они должны уметь проектировать простейшие механизмы, доказывая их работоспособность и надежность деталей по критериям прочности, жесткости, устойчивости.

Подходя к изучению дисциплины «Прикладная механика» студенты уже освоили дисциплины: «Физика» (раздел «Механика»), «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии». В этих дисциплинах заложен «фундамент» для компетенций, получаемых в «Прикладной механике». Так к началу 3-го семестра студенты умеют создавать электронные модели различных деталей и сборочных единиц и оформлять графическую конструкторскую документацию на эти изделия. Этому они учатся в курсе «Инженерная и компьютерная графика».

В практических занятиях по дисциплине «Прикладная механика» основная часть часов отводится на изучение теоретической механики и сопротивления материалов. Студенты учатся определять реакции опор, находить внутренние силовые факторы и рассчитывать прочность и жесткость деталей при различных видах деформации, а также их устойчивость.

Лабораторные работы посвящены исследованию различных реальных механизмов, применяемых в ЭС. Это в первую очередь простейшие зубчатые и фрикционные передачи, шарнирно-рычажные механизмы, передачи винт-гайка и механизмы прерывистого движения. При исследовании реальных механизмов, как правило, проводится кинематический и силовой анализ механизма и оценивается прочность, жесткость и устойчивость отдельных звеньев.

В курсовом проекте студенты разрабатывают простой одноступенчатый механизм. Они определяют конструкцию механизма, проводят кинематический и силовой анализ разрабатываемого механизма, определяют размеры звеньев механизма и материал, из которого целесообразно эти звенья изготовить. В пояснительной записке показывается, что разработанный механизм будет надежно функционировать, выполняя заданные функции. Также студенты должны выполнить графическую конструкторскую документацию: схему кинематическую, сборочный чертеж своего механизма и чертежи его деталей.

4. ВНЕДРЕНИЕ CAD, CAE СИСТЕМ В ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Традиционно оценка прочности, жесткости и устойчивости проводилась по аналитическим моделям. Использование аналитических моделей позволяет студентам без особого труда определить, от каких параметров конструкции зависят ее механические свойства. Однако при комплексных нагрузках и сложных конструкциях расчеты оказываются довольно сложными, а в ряде случаев аналитический расчет вообще не удастся выполнить. В таких случаях помогают системы, основанные на использовании метода конечных элементов.

Для освоения систем, использующих численные методы, и одновременном развитии физического понимания происходящих процессов целесообразно проводить и численными и аналитическими методами, сравнивая результаты. При этом также выявляются ошибки в расчетах и у студента до сдачи работы на проверку преподавателю есть шанс найти ошибку и исправить ее. Кроме этого, использование в практических и лабораторных работах одновременно аналитических и численных методов расчета позволяет повысить наглядность результатов аналитического моделирования.

Для проведения численного моделирования полем: силовых факторов, механических напряжений и деформаций, студентам предлагается воспользоваться модулем SolidWorks Simulation. Этот модуль позволяет вывести интересующие параметры в виде отдельных чисел, таблицы численных данных, цветной диаграммы.

Так, в качестве примера, на рис. 1 показано поле напряжений вала под действием крутящего момента

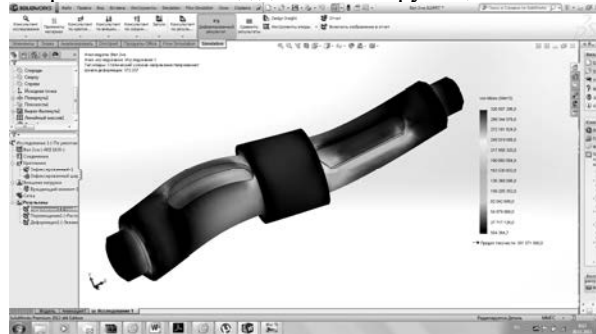


Рис. 1. Рассчитанные напряжения в вале

На рис. 2 показано поле деформаций.

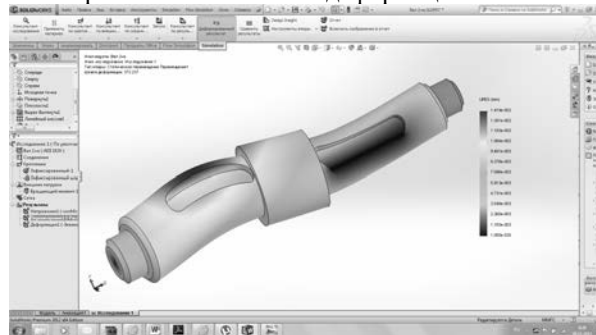


Рис. 2. Рассчитанные деформации вала

В качестве примера приведено решение простой инженерной задачи: расчет прочности и жесткости консольно закрепленной оси круглого сечения длиной 0,05 м. Диаметр оси равен $d = 2,5$ мм. Ось нагружена силой $F=10$ Н, приложенной к ее свободному концу в направлении перпендикулярном оси. Студенту предлагается найти аналитическое решение и сравнить его с численным решением.

Такая ось может использоваться в различных механизмах ЭС.

Аналитическое решение задачи дает следующие результаты. Ось подвержена действию поперечного изгиба, т.е. в сечениях возникает перерезывающая сила и изгибающий момент. Перерезывающая сила Q во всех поперечных сечениях оси одинакова и составляет $Q = 10$ Н. Изгибающий момент $M_{и}$ принимает максимальные значения в заделке и составляет $M_{и} = 0,5$ Н·м. Касательные напряжения τ , вычисляемые по формуле

$$\tau = \frac{4Q}{\pi d^2},$$

дадут значение $\tau = 2,04$ МПа. Нормальные напряжения в наиболее нагруженном месте (заделке) для круглого сечения вычисляются по формуле

$$\sigma = \frac{M_{и}}{0,1d^3}$$

и составят $\sigma = 320$ МПа, что на два порядка больше чем касательные напряжения, поэтому касательными напряжениями пренебрегаем.

Наибольшее перемещение оси будет на ее свободном конце. Найти величину перемещения можно по формуле

$$\Delta y = \frac{F l^3}{3 E \pi d^4}.$$

В результате вычисления при задании модуля Юнга $E = 2 \times 10^{11}$ Па получим $\Delta y = 1,09$ мм.

Результаты **численного метода расчета** перемещений той же оси в системе SolidWorks Simulation показаны на рис. 3, а напряжений — на рис. 4. Максимальные значения перемещений оказались на свободном конце оси и равны они 1,09 мм (такие же, как и в аналитическом расчете). Наибольшие значения напряжений оказались в заделке и равны они 360 МПа, что на 12,5 % больше, чем в аналитическом расчете. Появление различных значений

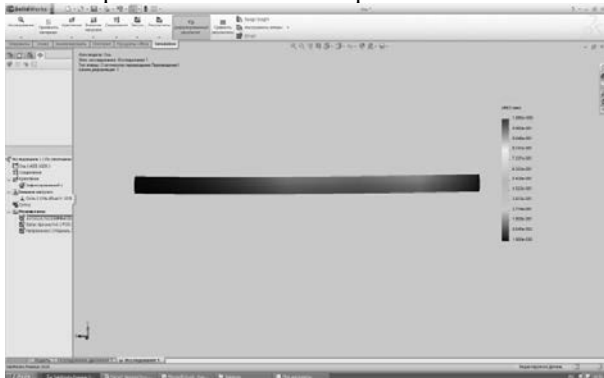


Рис. 3. Диаграмма перемещений

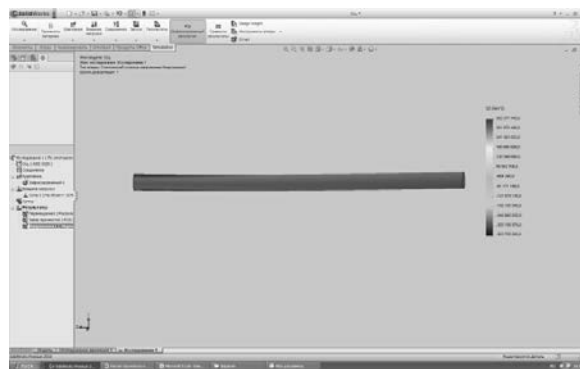


Рис. 4. Диаграмма напряжений

напряжений в численном и аналитическом методах расчета требует объяснения причин. Студенты должны выдвинуть гипотезу о возникновении такого различия и постараться ее доказать.

5. ВНЕДРЕНИЕ CAD, CAE СИСТЕМ В КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Разработку конструкторской документации по разработанному механизму студенты начинают с создания электронной модели в системе SolidWorks. Разработанная электронная модель в дальнейшем используется для кинематического анализа, который проводится в модуле SolidWorks Motion. По результатам кинематического анализа, при необходимости проводится коррекция электронной модели.

После этого электронная модель передается в модуль SolidWorks Simulation. В этом модуле рассчитываются механические напряжения и деформации в звеньях механизма. По результатам анализа проводится коррекция электронной модели. Коррекция модели может проводиться многократно.

Когда необходимость в коррекции электронной модели отпадает, студент переходит к выпуску конструкторской документации. Чертежи деталей и сборочный чертеж разработанного механизма выпускают с помощью основного пакета SolidWorks.

6. ЗАДАЧИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CAD, CAE СИСТЕМ В КУРСЕ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА» С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ «КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Общая концепция четырехлетнего образования, заложенная в государственных образовательных стандартах третьего поколения, привела к уменьшению доли профессиональных дисциплин. Стало меньше возможностей получать практические навыки. Сжатие цикла подготовки специалиста высшего образования выдвигает дополнительные требования при изучении профессиональных курсов.

Применение информационных технологий на базе CAD, CAE — систем может служить как инструмент получения дополнительных компетенций и навыков. При этом следует ожидать увеличения доли использования этих систем в обучении. Это повышает требования не только к работе студентов, но и к

уровню подготовки профессорско-преподавательского состава.

В процессе изучения курса «Прикладная механика» у студентов появляется возможность не только решать практические типовые задачи, но и получать навыки использования современных САПР (SolidWorks, КОМПАС) и расчетных систем (SolidWorks Simulation, ANSYS). Становится необходимым использование этих систем в самостоятельной работе, при разработке курсового проекта.

Не менее важна и преемственность полученных навыков использования CAD, CAE-систем в дальнейшей подготовке студентов. Следует выделить ряд дисциплин «конструкторского» профиля, где необходимо дальнейшее изучение специализированных САПР как «механических» CAD, так и «электрических» CAD, а также расчетных систем в дисциплинах: «Конструкторско-технологическое проектирование ячеек электронных средств», «Защита электронных средств от механических воздействий», «Эргономика и дизайн ЭС». Заключительным этапом в подготовке бакалавров является изучение дисциплины «Компьютерное сопровождение жизненного цикла электронных средств», где выполняется курсовой проект. Изучаемая в 8 семестре дисциплина является основой для дальнейшего выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра. При этом возможности использования информационных технологий закреплены в методических указаниях [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доля специализированных САПР в подготовке бакалавров технических специальностей за послед-

нее десятилетие резко увеличилось. Это определяется необходимостью подготовки специалистов высокого уровня для нужд промышленности.

Возможность использования CAD, CAE-систем в дисциплинах конструкторского профиля, в частности в курсе «Прикладная механика» направления «Конструирование и технология электронных средств» позволяет получить студентам практические навыки, необходимые для будущего специалиста-проектировщика ЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 211000 «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» (квалификация (степень) бакалавр). М.: М-во образования и науки Российской Федерации, 2009. — 27 с. URL: http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/prm789-1.pdf (дата обращения: 30.11.2011).

2. **Алямовский А.А.** Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation.— Москва: ДМК Пресс, 2010.— 464 с.

3. **Бруйка В.А.** Инженерный анализ в ANSYS Workbench: учеб. пособие / В.А.Бруйка, В.Г.Фокин, Е.А.Солдусова, Н.А.Глазунова, И.Е.Адеянов. — Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. — 271 с.

4. **Выпускная квалификационная работа бакалавра:** метод. указания для студентов направления «Проектирование и технология электронных средств» / Владим. гос. ун-т; сост.: В.Б. Дмитриев, Г.Ф. Долгов, В.Р. Асланянц, А.А. Варакин, В.В. Евграфов, Е.А. Калинин; под общ. ред. В.Б. Дмитриева и Г.Ф. Долгова. — Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. — 98 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается переход на федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) третьего поколения и его влияние на методическое обеспечение занятий и организацию учебного процесса по дисциплине «Информационные технологии».

Анализируются необходимые изменения структуры и содержания учебной дисциплины «Информационные технологии» в новых условиях.

ВВЕДЕНИЕ

Переход в МЭИ в текущем учебном году на государственный образовательный стандарт третьего поколения привел к существенному изменению структуры учебных дисциплин. Это проявилось в увеличении объема самостоятельных занятий за счет уменьшения объема обязательных занятий, а также в ограничении объема лекционных занятий (не больше 40 % объема обязательных занятий). Дисциплина «Информатика» при переходе на новый образовательный стандарт получила название «Информационные технологии», а объем обязательных занятий уменьшился на одну треть (по сравнению с 126 часами по учебному плану 2002 года теперь объем обязательных занятий составляет 85 часов по учебному плану 2010 года).

Особенно чувствительно уменьшение вдвое объема лекционных занятий (17 часов вместо прежних 36 часов). В этих условиях назначение лекционных занятий целесообразно поменять с информационного на обзорный.

1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

Дисциплина «Информационные технологии» построена на основе языка программирования Visual Basic 2008. По утверждению корпорации Microsoft язык Visual Basic позволяет разрабатывать приложения для Windows и для Web наиболее быстро и с наименьшими затратами времени. Версия Visual Basic 2008 — это последняя на настоящий момент версия этого языка. Еще одно неоспоримое достоинство языка Visual Basic — это удобная работа с базами данных.

Содержание дисциплины «Информационные технологии» в современных условиях кроме ядра языка программирования должно включать работу с графикой, файлами, базами данных, а также разработку Windows и web-приложений.

Структура дисциплины (рис. 1) показывает объем в часах лабораторных занятий, приходящийся на отдельные разделы дисциплины.

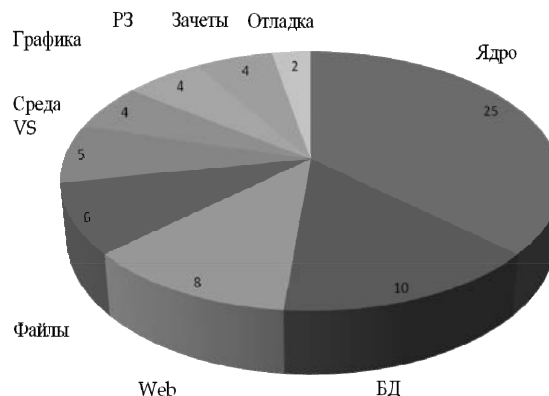


Рис. 1. Структура дисциплины «Информационные технологии»

К отдельным разделам дисциплины относятся:

1. Среда Microsoft Visual Studio — 5 ч.
2. Ядро языка Visual Basic 2008 (в том числе: разработка и кодирование структурированного алгоритма, разработка Windows-приложений) — 25 ч.
3. Графические средства, анимация — 4 ч.
4. Работа с файлами последовательного и с файлами произвольного доступа — 6 ч.
5. Работа с базами данных. В том числе построение запросов к базам данных на языке LINQ — 10 ч.
6. Разработка web-приложений (статического, динамического, с базой данных) — 8 ч.
7. Отладка 2 ч.
8. Расчетное задание — 4 ч.
9. Зачеты — 4 ч.

2. МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины всегда имело большое значение для ее качественного освоения студентами. В последние годы их значение возрастает. Для этого имеются несколько причин:

1) действующие ФГОС третьего поколения привели к уменьшению количества обязательных занятий, а также к уменьшению доли лекционной составляющей учебной дисциплины. Это потребовало изменения назначения лекций. Лекции приобрели обзорный характер, одновременно утратив для студентов роль основного поставщика теоретической информации;

2) существенно увеличилась часть студентов, владеющая собственным компьютером. Так, уже в первом семестре обучения подавляющее большинство студентов имеют собственный компьютер, а также выход в Internet.

Это позволяет вузу перемещать центр тяжести выполнения учебных заданий с обязательных занятий в вузовских компьютерных классах на самостоятельные занятия студентов на личных компьютерах, а также увеличивать трудоемкость заданий. Но если студент выполняет задание дома, когда рядом нет преподавателя, то требуется иной подход к методическому обеспечению. Оно должно быть более подробным, дружественным и эстетичным, а также должно предостерегать студентов от совершения типичных ошибок;

3) в дополнение к традиционной очной форме обучения появилась дистанционная форма, когда с самого начала предполагается индивидуальная работа студентов без преподавателя;

4) стремительное совершенствование программного обеспечения приводит к отставанию соответствующей технической литературы на бумажном носителе. Срок ее жизни в основном не превышает пяти лет, она в своем большинстве ориентирована на подготовленных читателей и, как правило, не адаптирована для студентов. В этой ситуации единственный выход — это выпуск методического обеспечения на электронном носителе.

В то же время имеются разнообразные информационные технологии, позволяющие поднять методическое обеспечение на более высокий содержательный и эстетический уровень. К методическому обеспечению на электронном носителе не сложно обеспечить свободный доступ как обучающимся, так и преподавателям. В первую очередь — это реальная возможность для любого преподавателя создать сайт своей учебной дисциплины. Кроме того — это возможность отказаться от бумажного носителя методического обеспечения, применив вместо него CD с одновременным использованием преимуществ гипертекста.

На кафедре прикладной математики разработаны пять электронных образовательных ресурсов (ЭОР): лекционные занятия, лекционные презентации, лабораторные занятия первого семестра, лабораторные занятия второго семестра, расчетные задания. ЭОР доступны студентам на CD, а также частично доступны на сайте учебной дисциплины <http://glagvik.narod2.ru/index.htm>.

3. О ТЕСТИРОВАНИИ СТУДЕНТОВ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ «ПРОМЕТЕЙ»

Для создания тестов и тестирования студентов в режиме online применяется система «Прометей». Эта система позволяет проводить не только «экзамен», но и «тренинг», когда студент получает возможность не только проверить свои знания, но и повторить пройденный материал. Дружественный интерфейс позволяет возвращаться позднее к более сложным для студента вопросам.

Система «Прометей» позволяет создавать различное оформление вопросов, когда ответ является либо словом, что требуется при ответе на ключевые вопросы курса (так как в таком случае труднее угадать ответ), либо одним или несколькими пунктами из набора предложенных, либо областью на рисунке. Система «Прометей» является удобным инструментом для организации дистанционного обучения. На основе этой системы подготовлены следующие тесты.

1. Среда Visual Studio 2008, данные, ввод и вывод.
2. Программирование базовых структур алгоритмов.
3. Графика, файлы и базы данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствие с требованиями ФГОС третьего поколения модернизирована структура и содержание дисциплины «Информационные технологии», а также разработаны ЭОР, поддерживающие лекционные занятия, лабораторные занятия и расчетное задание. Для проведения тестирования студентов применяется система дистанционного обучения «Прометей», разработаны три теста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дейтейл П. Просто о Visual Basic 2008. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 1232 с.
2. Глаголев В.Б. Программирование на языке Visual Basic 2008. Конспект лекций: учеб. пособие по курсу «Информатика» для студентов, обучающихся по направлениям «Теплоэнергетика» и «Экономика». — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — 180 с.
3. Глаголев В. Б. Программирование на языке Visual Basic 2008. Сборник заданий для лабораторных занятий в первом семестре: метод. пособие по курсу «Информационные технологии» для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика» — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 100 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются разработанные электронные образовательные ресурсы (ЭОР), предназначенные для дистанционного обучения студентов, обучающихся по направлениям: «Прикладная информатика (по отраслям)», «Прикладная математика и информатика» и «Информатика и вычислительная техника». ЭОР размещены в сети Интернет по адресу: <http://fem.gpi-mpei.ru/horizont/distances.html>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Гуманитарно-прикладном институте (ГПИ) НИУ МЭИ разработаны четыре электронных образовательных ресурса (ЭОР) для изучения следующих групп дисциплин:

- 1) «Интеллектуальные информационные технологии», «Интеллектуальные информационные системы»;
- 2) «Проектирование информационных систем», «Программная инженерия»;
- 3) «Корпоративные информационные системы»;
- 4) «Интеллектуальные методы поддержки принятия решений», «Интеллектуальные системы поддержки принятия решений» и дисциплин, близких к ним по содержанию.

1. СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ФОРМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Созданные ЭОР содержат:

- перечень умений и навыков, приобретаемых после освоения ЭОР;
- введение, содержащее аннотацию курса;
- электронный учебник;
- лабораторный практикум, который содержит задания на выполнение лабораторных работ, их описания и примеры их выполнения;
- тематику курсовых проектов и методические указания к их выполнению;
- экзаменационные вопросы и библиографический список;
- календарный план освоения ЭОР;
- учебные пособия и научные работы, опубликованные автором.

ЭОР предназначены для использования при очной, очно-дистанционной и дистанционной формах обучения. Для очной формы обучения в ЭОР представлены задания на лабораторные работы, их описания и примеры их выполнения, которые приведены в отдельных разделах или календарных планах освоения дисциплин. Тестирующая система, имеющаяся в ГПИ, используется при защите лабораторных работ и проведении контрольных работ.

При очно-дистанционной и дистанционной формах обучения теоретическая составляющая дисциплины самостоятельно изучается студентами на основе материала, приведенного в электронном учебнике и календарном плане. Выполнение лабораторных работ и текущий контроль знаний осуществляются по темам, приведенным в календарном плане. Контроль выполнения лабораторных работ и курсового проекта осуществляется на основе анализа результатов лабораторных работ и результатов, полученных при выполнении курсового проекта, присланных студентами по электронной почте. Сдача зачета и экзамена осуществляется в очной форме. Консультация преподавателем студентов происходит в очной форме и/или по электронной почте.

ЭОР представляют собой набор web-приложений и служб, доступ к которым осуществляется через сеть Интернет или корпоративную сеть вуза. Для входа в ЭОР пользователь должен аутентифицироваться. В составленном календарном плане представлены материалы лекций, которые должны быть изучены, и лабораторные работы, которые должны быть выполнены с указанием сроков их выполнения и недель для проведения тестирования.

2. ЭОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН 1-Й ГРУППЫ

Электронный учебник, входящий в состав ЭОР для изучения дисциплин 1-й группы, включает следующие темы лекций [1].

- Классификации технологий разработки информационных систем.
- История и основные направления искусственного интеллекта.
- Данные и знания. Модели представления знаний.
- Структуры экспертных систем.
- Логическая модель представления знаний. Логика высказываний и логика 1-го порядка.
- Многоуровневая логика как язык представления знаний в сложноструктурированных проблемных средах.
- Ситуационное управление и семиотическое моделирование.
- Ситуационные исчисления.
- Логико-семиотическая модель представления знаний. Процесс поиска решений в ней.
- Примеры использования логико-семиотической модели для принятия решений.
- Адаптивное управление.

- Абдуктивные рассуждения. Примеры их использования.
- Принятие решений в условиях неопределенности. Основные понятия нечеткой логики. Примеры.

- Нейронные сети.
- Нечеткие нейронные сети.
- Эволюционные алгоритмы.

Лабораторный практикум включает следующие задания на выполнение лабораторных работ, их описания и примеры их выполнения.

– Matlab — средство имитационного моделирования в Windows. Постановка задачи принятия решений.

– Программная компонента Fuzzy ToolBox. Определение входных и выходных переменных и их функций принадлежности.

– Программная компонента Fuzzy ToolBox. Определение нечетких продукционных правил.

– Программная компонента Fuzzy ToolBox. Тестирование нечеткой модели.

– Библиотека блоков Simulink. Постановка задачи имитационного моделирования.

– Разработка имитационной модели принятия решений.

– Отладка имитационной модели принятия решений.

– Постановка задачи и разработка модели принятия решений в программном средстве стратегического планирования «Стратег».

В ЭОР предусмотрено выполнение курсового проекта, направленного на разработку системы поддержки принятия решений в среде имитационного моделирования Matlab (компонента Fuzzy ToolBox) и среде программирования C++Builder.

В настоящее время в тестирующей системе, имеющейся в ГПИ, разработано 5 тестов, содержащих 59 вопросов и контролирующих изучение базового материала.

3. ЭОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН 2-Й ГРУППЫ

Электронный учебник, входящий в состав ЭОР для изучения дисциплин 2-й группы, включает следующие темы лекций [2, 3].

Часть I.

– Классификации методологий разработки информационных систем.

– Причины возникновения ошибок при разработке программных средств. Общие требования к методологиям и технологиям разработки информационных систем.

– CASE-технологии. Классификации CASE-средств.

– Жизненный цикл разработки программных средств.

– Объектно-ориентированная методология разработки программных средств RUP. Диаграммы деятельности.

– Процесс разработки RUP. Диаграммы прецедентов и взаимодействия субъектов и объектов.

– Процесс разработки RUP. Диаграммы классов.

– Процесс разработки RUP. Диаграммы компонентов и размещения.

– Разработка программных средств в C++Builder с использованием диаграммы классов.

– Язык SQL.

– Разработка прототипов информационных систем, основанных на СУБД, в CASE-средстве Rational Rose Enterprise и среде программирования C++Builder.

– CASE-средства фирмы Platinum Technology. Диаграммы IDEF0.

– CASE-средства фирмы Platinum Technology. Диаграммы IDEF1X.

– CASE-средства фирмы Platinum Technology. Диаграммы IDEF3.

– CASE-средства фирмы Platinum Technology. Диаграммы IDEF5.

– CASE-система SILVERRUN. Методология DATARUN.

– Методология RAD.

– Стратегическое планирование как начальный подэтап этапа анализа требований в жизненном цикле информационных систем.

– Библиографический список.

Часть II.

– Содержание и методы канонического моделирования информационных систем.

– CASE-средства фирмы Rational Software.

– Технология внедрения CASE-средств (которая может быть обобщена на внедрение любых информационных систем). Анализ возможностей организации и ее готовности к внедрению CASE-средств.

– Технология внедрения CASE-средств. Анализ рынка CASE-средств.

– Технология внедрения CASE-средств. Оценка и выбор CASE-средств.

– Технология внедрения CASE-средств. Критерии оценки и выбора CASE-средств.

– Технология внедрения CASE-средств. Выполнение пилотного проекта CASE-средств.

– Технология создания многоагентных систем.

– Реинжиниринг бизнес-процессов.

– ERP-системы

– Интеллектуальные методы создания CASE-средств.

– Экзаменационные вопросы. Библиографический список.

В ЭОР предусмотрено выполнение курсового проекта по теме: «Разработка прототипа информационной системы в соответствии с заданными требованиями». Задания на курсовой проект приведены в соответствующем разделе.

В настоящее время в тестирующей системе, имеющейся в ГПИ, разработаны следующие тесты:

- классификации технологий разработки информационных систем;
- жизненный цикл разработки информационных систем;
- процесс разработки программных средств RUP;
- методологии разработки информационных систем;
- основы информационной инженерии;
- технологии проектирования информационных систем;
- процесс разработки программных средств RUP;
- технология внедрения CASE-систем;
- реинжиниринг бизнес-процессов и ERP-системы;
- интеллектуальные методы создания CASE-средств.

Тесты содержат 122 вопроса, контролирующего изучение базового материала.

4. ЭОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН 3-Й ГРУППЫ

Электронный учебник, входящий в состав ЭОР для изучения дисциплин 3-й группы, включает следующие темы лекций [4, 5].

- Архитектура корпоративных информационных систем (КИС). Классификации технологий разработки информационных систем.
- Аппаратно-программные платформы для функционирования КИС.
- Интеллектуальные компоненты КИС. Логическая модель представления знаний. Логика высказываний и логика 1-го порядка.
- Многоуровневая логика. Базисные отношения в многоуровневой логике. Синтаксис многоуровневой логики. Основные определения. Теоремы. Основные структуры. Семантика многоуровневой логики. Модифицированный синтаксис многоуровневой логики. Процедуры дедуктивного вывода. Примеры использования.
- Ситуационное управление и семиотическое моделирование
- Логико-семиотическая модель представления знаний. Процесс поиска решений в ней.
- Примеры использования логико-семиотической модели для принятия управленческих решений.
- Принятие решений в условиях неопределенности. Основные понятия нечеткой логики. Примеры.
- Корпоративные системы управления знаниями.
- ERP-системы.
- Реинжиниринг бизнес-процессов. Системы TQM.

В настоящее время в тестирующей системе, имеющейся в ГПИ, разработано 6 тестов. Тесты содержат 94 вопроса и контролируют изучение базового материала.

5. ЭОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН 4-Й ГРУППЫ

Электронный учебник, входящий в состав ЭОР для изучения дисциплин 4-й группы, включает следующие темы лекций [6].

- Классификации технологий разработки информационных систем.
- Теория принятия решений. Основные понятия. Модели процесса принятия управленческих решений.
- Эффективность управленческих решений и ее оценка.
- Ситуационное управление и семиотическое моделирование
- Принятие решений в условиях неопределенности. Основные понятия нечеткой логики. Примеры.
- Логическая модель представления знаний. Логика высказываний и логика 1-го порядка.
- Логико-семиотическая модель представления знаний. Процесс поиска решений в ней.
- Примеры использования логико-семиотической модели для принятия управленческих решений.
- Заключение. Экзаменационные вопросы.

Лабораторный практикум включает следующие задания на выполнение лабораторных работ.

- Matlab — средство имитационного моделирования в Windows. Постановка задачи принятия управленческих решений.
- Программная компонента Fuzzy ToolBox. Определение входных и выходных переменных и их функций принадлежности.
- Программная компонента Fuzzy ToolBox. Определение нечетких продукционных правил.
- Программная компонента Fuzzy ToolBox. Тестирование нечеткой модели.
- Библиотека блоков Simulink. Постановка задачи имитационного моделирования.
- Разработка имитационной модели принятия решений.
- Отладка имитационной модели принятия решений.
- Постановка задачи и разработка модели принятия решений в программном средстве стратегического планирования «Стратег».

В настоящее время в тестирующей системе, имеющейся в ГПИ, разработаны следующие тесты.

- Классификации технологий разработки информационных систем.
- Ситуационное управление и семиотическое моделирование.
- Принятие решений в условиях неопределенности. Основные понятия нечеткой логики.
- Логическая модель представления знаний. Логика высказываний и логика 1-го порядка.
- Использование логико-семиотической модели для принятия управленческих решений.

Тесты содержат 59 вопросов и контролируют изучение базового материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выражаю благодарность инженеру ГПИ Семочкиной Е. за размещение ЭОР в сети Интернет и студентке ГПИ Ослоповой Н. за внесение тестов, разработанных Головиной Е.Ю., в тестирующую систему ГПИ.

На ЭОР получены регистрационные свидетельства на электронные издания, выданные ФГУП НТЦ «Информрегистр»: депозитарий электронных изданий в 2010 г. [7, 8, 9].

Возможно обучение студентов других институтов НИУ МЭИ и вузов в РФ при условии заключения договора между вузом и НИУ МЭИ.

Предполагается разработать ЭОР для изучения следующих дисциплин:

- «Нейронные сети»;
- «Нечеткая логика и нейронные сети»;
- «Моделирование бизнес-процессов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головина Е.Ю. Интеллектуальные методы для создания систем поддержки принятия решений: учеб. пособие — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.—104 с.
2. Головина Е.Ю. Регистрационное свидетельство № 18687 на электронное издание «Проектирование информационных систем: ЭУМК по дисциплине». ФГУП НТЦ «Информрегистр». Депозитарий электронных изданий, 2010.
3. Головина Е.Ю. Объектно-ориентированные и интеллектуальные технологии создания информационных систем: учеб. пособие.— М.: Издательский дом МЭИ, 2008.—95 с.
4. Головина Е.Ю. Регистрационное свидетельство № 18688 на электронное издание «Корпоративные информационные системы: ЭУМК по дисциплине». ФГУП НТЦ «Информрегистр». Депозитарий электронных изданий, 2010.
5. Головина Е.Ю. Корпоративные информационные системы и методы их разработки: учеб. пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 94 с.
6. Головина Е.Ю. Применение информационных технологий в энергетике: учеб. пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — 80 с.
7. Головина Е.Ю. Регистрационное свидетельство № 20550 на электронное издание «Интеллектуальные информационные технологии: дистанционный курс». ФГУП НТЦ «Информрегистр». Депозитарий электронных изданий, 2010.
8. Головина Е.Ю. Регистрационное свидетельство № 20552 на электронное издание «Проектирование информационных систем: дистанционный курс». ФГУП НТЦ «Информрегистр». Депозитарий электронных изданий, 2010.
9. Головина Е.Ю. Регистрационное свидетельство № 20551 на электронное издание «Корпоративные информационные системы: дистанционный курс». ФГУП НТЦ «Информрегистр». Депозитарий электронных изданий, 2010.

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ КУРС «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. СТАТИКА»

АННОТАЦИЯ

Представлен полный курс лекций и практических занятий по теоретической механике (раздел «Статика») для технических вузов.

ВВЕДЕНИЕ

Сотрудники кафедры теоретической механики и мехатроники МЭИ совместно с компанией **Mediashell** разработали обучающий курс по статике. Курс содержит: тексты лекций, список терминов, видеолекции, мультимедийные примеры решения задач, контрольные тесты. Изложены алгоритмы и примеры решения задач статики из курса теоретической механики, изучаемого в технических вузах. Общий объем учебных материалов составляет 2,43 Гб и скачиваются с сайта **www.Mediashell.ru**. Пользователь может посмотреть демо-версию, ознакомиться с аннотацией, прочитать отзывы о курсе. Оплата производится любым удобным способом: квитанцией через банк, платежным терминалом, РВК Мoney, Яндекс деньги, в любом салоне Евросети, банковской картой через Интернет, банкомат и др. Количество вариантов в каждом из контрольных заданий — не менее 68. Материалы диска могут быть использованы как для очной, так и дистанционной форм обучения. Курс предназначен для студентов и преподавателей технических вузов. Системные требования: IBM PC Pentium RAM 1Gb, видео карта разрешения 800 x 600 x 24 Bit, звуковая карта, Windows 2000/XP/Vista/7.

1. ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ

Тексты лекций (автор доцент Н.В. Осадченко) с множеством гиперссылок в формате HTML запускаются из оболочки Mediashell, которую пользователь устанавливает на свой компьютер. Предполагается, что читатель знаком с курсом высшей математики вуза. Приводятся подробные доказательства, аккуратные формулировки и определения. Уделено внимание истории механики. Даются обширные предметный и именной указатели.

Содержание текстов лекций

1. Основные понятия и аксиомы статики. Сила и ее характеристики. Момент силы относительно точки. Вычисление проекций момента силы. Вычисление момента силы, относительно оси. Равновесие материальных тел. Система сил. Аксиомы статики: общие аксиомы о силах. Аксиомы статики: аксиомы о связях. О направлении реакции связи.

2. Приведение систем сил к простейшему виду. Элементарные операции. Приведение системы сил к двум силам. Пара сил. Условия равновесия АТТ. Уравнения равновесия АТТ в частных случа-

ях. Равновесие тел при учете сил трения. Решение задач статики при наличии трения скольжения. Трение качения. Динамический винт.

3. Примеры решения задач. Определение реакций опор простой рамы. Определение реакций опор составной рамы с заделкой. Определение реакций опор составной рамы со скользящим сочленением. Определение реакций опор составной рамы с внутренним шарниром. Определение реакций опор системы трех тел. Определение реакций опор системы трех тел, соединенных шарниром и стержнем. Определение реакций опор системы трех тел, соединенных шарниром и стержнем. Условие равновесия системы двух тел с избыточными связями. Условие равновесия системы двух тел с трением качения. Условие равновесия системы двух тел с трением качения. Определение усилий в стержнях фермы. Метод Риттера. Определение усилий в стержнях фермы. Графический метод. Определение усилий в стержнях фермы. Метод замены стержней. Определение усилий в стержнях фермы. Метод замены стержней. Определение усилий в стержнях сложной симметричной фермы. Определение реакций опор полки. Статические инварианты системы сил. Составная рама с распределенными нагрузками. Реакции опор вала.

2. ВИДЕОЛЕКЦИИ

Видеолекции (читает профессор М.Н. Кирсанов) записаны на профессиональную аппаратуру и отредактированы с применением видеоэффектов (оператор и видеоинженер П.В. Горшков). Формат записи, защищенный от нелегального копирования, разработан фирмой **Mediashell** (инж. С.Н. Королев).

Содержание лекций (в скобках длительность в минутах и секундах)

01. Введение (18:36)
02. Момент силы. Определение (11:00)
03. Момент силы. Свойство 1,2 (9:31)
04. Момент силы. Свойство 3 (7:10)
05. Момент силы относительно оси (12:13)
06. Аксиома параллелограмма (1) (4:10)
07. Аксиома нуль-системы (2) (2:59)
08. Аксиома о двух силах (3) (2:40)
09. Аксиома о действии и противодействии (2:16)
10. Аксиома о связях (5) (14:10)
11. Аксиома отвердевания (6) (1:42)
12. Системы сил (5:34)
13. Сила — скользящий вектор (3:40)
14. Элементарная операция 1-го типа (9:03)
15. Элементарная операция 2-го типа (11:29)
16. Приведение системы к двум силам (10:17)
17. Пара сил (10:17)
18. Теорема Пуансо. (5:35)
19. Условия равновесия системы сил (6:55)

20. Варианты условия равновесия системы сил. Плоская система (12:34)
21. Три варианта условий равновесия плоской системы сил (6:04)
22. Изменение главного момента при переносе центра приведения (8:38)
23. Силовой винт (4:57)
24. Уравнение центральной винтовой оси (11:10)
25. Варианты приведения системы сил (8:46)
26. Трение скольжения (9:24)
27. Трение качения (12:25)
28. Ферма (10:46)
29. Метод Риттера (8:25)
30. Вычисление координат центра тяжести плоской фигуры. 1-й способ (7:18)
31. Вычисление координат центра тяжести плоской фигуры. 2-й способ (5:01)
32. Формула Грина. Вычисление площади (20:10)
33. Метод отрицательных площадей. (8:29)
34. Вычисление координат центра тяжести пространственной фигуры, состоящей из стержней (8:40)
35. Практический способ определения координат центра тяжести (7:13)
36. Экспериментальный метод вычисления координат центра тяжести плоской фигуры. (7:13)



Рис. 1. Лекция «Аксиома о связях»

3. МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Примеры решений задач представляют собой видеоролики с закадровым голосом диктора. На экране пользователь видит постепенное решение задачи с элементами мультипликации. Формат видеозаписи, также как и видеолекции, защищен от нелегального копирования.

Содержание

01. Равновесие рамы. (11:25)
02. Равновесие составной рамы (17:07)
03. Составная рама со скользящей заделкой (12:57)
04. Трехшарнирная составная конструкция. (7:49)
05. Равновесие системы трех тел (13:10)
06. Равновесие системы трех тел, соединенных шарниром (10:50)
07. Диаграмма Максвелла-Кремоны (20:40)
08. Простая стержневая конструкция (12:26)
09. Равновесие цепи. (10:12)
10. Теорема о трех силах (11:26)
11. Равновесие рамы со скользящей опорой (11:53)
12. Пространственная ферма (20:40)
13. Трение качения (11:49)
14. Равновесие вала (11:49)
15. Передвижной рельсовый кран (4:44)
16. Центр тяжести плоской фигуры. (6:46)
17. Линия электропередач (ЛЭП) (8:43)
18. Равновесие бруса (25:39)
19. Ферма. Метод Риттера. (10:58)

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Контрольные задачи представляю собой тесты, в которых обучающийся должен за определенное время решить задачу и выбрать правильный ответ. По окончании решения выставляется оценка.

Задачи

1. Плоская конструкция из 6 стержней.
2. Равновесие полки.
3. Геометрические характеристики плоской фигуры.
4. Трение качения.
5. Момент силы относительно точки.
6. Простая составная конструкция.
7. Составная конструкция из трех тел.
8. Простая составная конструкция из трех тел.
9. Расчет фермы.
10. Статические инварианты.
11. Равновесие рамы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зимина О.В.** Печатные и электронные учебные издания в современном высшем образовании: Теория, методика, практика. — М.: Изд-во МЭИ, 2003.
2. **Кирсанов М.Н.** Задачи по теоретической механике с решениями в системе Maple 11 — М.: Физматлит, 2010.

ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ЗНАНИЙ ПО ОБЩЕМУ КУРСУ ФИЗИКИ: 10 ЛЕТ РАБОТЫ

АННОТАЦИЯ

Описываются основные этапы работы по созданию комплексного ЭОР — электронной базы знаний по общему курсу физики в МЭИ. Раскрывается содержание и взаимосвязь отдельных частей базы, их использование в учебном процессе.

Подводятся основные итоги десятилетней работы и обсуждаются ее перспективы.

ВВЕДЕНИЕ

На кафедре физики МЭИ им. В.А. Фабриканта в 2001 г. была разработана и в течение десяти лет успешно осуществляется программа внедрения современных образовательных технологий в учебный процесс. Одним из главных направлений программы явилось создание электронной базы знаний (ЭБЗ) по общему курсу физики (ОКФ).

К моменту начала работы над ЭБЗ о российских аналогах подобной разработки для ОКФ не сообщалось, что потребовало принятия ряда принципиально новых решений — как в организации работы по созданию ЭБЗ и внедрению ее в учебный процесс, так и в формулировке принципов ее построения.

Если под базой знаний подразумевать хранилище определенным образом структурированной информации по данной области знаний, информации, как правило, весьма разнородной и представленной в различных форматах, взятой из различных источников и на различных носителях — бумажных, пленочных, магнитных (аудио и видео), цифровых, а иногда находящейся только в головах создавших ее людей — становится понятным, что термин «Электронная база знаний» значительно шире традиционного понятия электронного УМК.

Тем не менее, ЭБЗ присущи многие черты комплексного ЭОР, а стало быть, и основные принципы его разработки.

1. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ

Работа по созданию ЭБЗ «Классическая физика», рассчитанной на студентов МЭИ, обучающихся по направлениям электроэнергетики, электротехники, радиотехники и электроники, автоматики и вычислительной техники и некоторых других, велась в рамках общеуниверситетской программы информатизации, принятой в МЭИ в 2002 г.

Уже через год коллективом преподавателей кафедры физики была подготовлена, протестирована, апробирована в нескольких группах, а затем внедрена в учебный процесс на двух потоках первая часть ЭБЗ — «Электричество и магнетизм» (2-й семестр ОКФ). Разработчики отказались от создания собственной оболочки электронной базы в

пользу возможностей, предоставляемых Adobe Acrobat с ее PDF-форматом, только становившимся тогда стандартом представления текстовой, графической и аудиовизуальной информации. Не требовательный к аппаратным ресурсам, обеспечивающий возможность коллективной работы и защиты информации, содержащий бесплатные средства чтения и воспроизведения мультимедийных файлов, широкие возможности структурирования информации, снабженный эффективными средствами поиска, позволяющий легко конвертировать информацию, обладающий собственными средствами программирования — Adobe Acrobat успешно справился с задачей предоставления платформы для наполнения ЭБЗ сотнями и тысячами файлов и создания комфортных условий работы с ЭБЗ для создателей и пользователей. Дальнейший прогресс Adobe (например, в области flash- и интернет-технологий, повышения интерактивности, работы с 3D-графикой и т.п.) подтвердил стратегическую правильность выбранного решения.

Отдельно отметим, что PDF-формат сегодня является форматом, поддерживаемым всеми букридерами и мобильными платформами.

На начальном этапе к работе по созданию ЭБЗ были подключены около десятка преподавателей и несколько десятков тестеров-студентов. В создании других разделов (механика и молекулярная физика, оптика и атомная физика) в 2003—2005 гг. активно участвовали и другие сотрудники кафедры — поэтому ЭБЗ «Классическая физика» в итоге стала плодом труда всей кафедры физики МЭИ, впитав в себя более чем полувековой опыт преподавания общего курса физики в университете.

С началом эксперимента по организации дистанционного обучения в МЭИ в 2005 г. ЭБЗ используется в качестве базового ЭОР для него. Ряд тестов и контрольных заданий из ЭБЗ переключались в систему «Прометей», где любой преподаватель кафедры может их использовать для текущего или итогового контроля студентов-дневников.

В 2006 г. ЭБЗ была внедрена в учебный процесс на всех потоках кафедры, прошла апробацию в филиалах МЭИ, в том числе за рубежом (Монголия). По итогам внедрения опубликован ряд статей [1], [2], разработка представлялась на VIII Международной учебно-методической конференции по современному физическому практикуму, Всероссийских выставках «Современная образовательная среда». ЭБЗ и ее отдельные части становились победителями Конкурса МЭИ на лучшую разработку и внедрение новых информационных технологий.

Новый этап развития ЭБЗ начался в 2007 г. с победой МЭИ в конкурсе вузов, реализующих инновационные образовательные программы. На основе переработки и обновления разделов ЭБЗ «Классическая физика» были созданы 6 УМК по различным направлениям подготовки. Они сегодня используются в качестве основного ЭОР для студентов дневной формы обучения и включают программы и планы обучения, электронный конспект лекций и вопросы для повторения, описания лабораторных работ и вопросы к защита работ, список лекционных демонстраций и пояснения к ним, задачки и методические рекомендации для студентов, программы экзаменов и варианты экзаменационных заданий, многочисленные справочные материалы и учебные пособия по ОКФ. УМК в зависимости от направлений подготовки отличаются количеством семестров — 3 или 4, количеством изучаемых модулей (от 10 до 13), содержат собственные программы, учебные планы, задания для типовых расчетов и коллоквиумов, контрольные и экзаменационные задания и т. д.

В связи с отсутствием в УМК видеофайлов и программ тестирования удалось уменьшить его объем до 40 Мбайт (в среднем это 2000 экранов), что позволило отказаться от ежегодного тиражирования CD-ROM для студентов, предоставив им возможность самостоятельного скачивания УМК с интернет-сайта. В год регистрируется более тысячи обращений к странице скачивания. Скачать и открыть файл можно по паролю, сообщаемому лектором студентам.

В 2008—2009 гг. на кафедре создана Комплексная система контроля знаний студентов по ОКФ. Рассчитанная на преподавателей и закрытая для студентов, эта часть ЭБЗ используется для организации текущего и рубежного контроля всех видов занятий по ОКФ. В нее включены все контролируемые материалы (с ответами и ключами к тестам), созданные за последние десятилетия на кафедре. Задания структурированы по семестрам, видам занятий, темам, сложности, а также типам контрольно-измерительных материалов.

С 2010 г. ведется работа по созданию на кафедре базы лекционных демонстраций и презентаций. В настоящее время в этом разделе ЭБЗ находится около ста видеодемонстраций с комментариями лекторов (файлы размещены на сервере в Большой физической аудитории МЭИ), 15 оригинальных флэш-анимаций и несколько десятков выполненных в формате PowerPoint лекционных демонстраций по различным темам ОКФ.

Начиная с 2003 года по настоящее время на сайте www.auditoriya.info активно функционирует интернет-раздел базы, содержащий текущие материалы учебного процесса, ссылки на интересные интернет-ресурсы по физике и материалы, интеллектуальной собственностью на которые кафедра физики не располагает.

2. ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

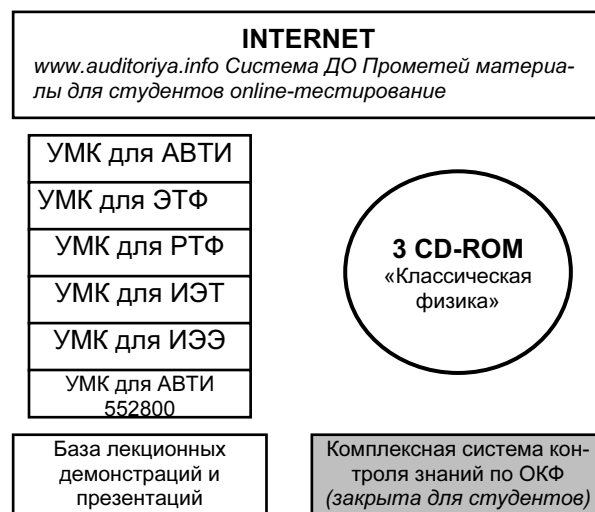


Рис. 1. ЭБЗ по ОКФ (по состоянию на 2011 г.)

В настоящее время ЭБЗ полностью удовлетворяет потребности учебного процесса в его информационном обеспечении. Удалось полностью решить вопросы обеспечения студентов учебно-методической литературой, сэкономив при этом средства на издание (переиздание) литературы на бумажном носителе.

Работа по созданию ЭБЗ дала возможность мотивировать сотрудников кафедры участием в интересном и перспективном проекте. При этом удалось аккумулировать, описать и структурировать знания, накопленные за более чем полувековую историю преподавания ОКФ на кафедре физики. По результатам опроса большинство преподавателей кафедры положительно отнеслись к внедрению ЭБЗ в учебный процесс. Использование автоматических форм контроля знаний студентов при этом создает и существенную разгрузку преподавателей.

По результатам интернет-опроса две трети студентов отмечают пользу, которую приносит ЭБЗ при изучении ими ОКФ. Внедрение в учебный процесс современных образовательных технологий позитивно сказывается на имидже кафедры и университета в целом.

По мнению разработчиков, одной из ближайших задач в развитии ЭБЗ могла бы стать дальнейшая разработка «преподавательского» раздела базы, включающая описание накопленных ноу-хау в области методики преподавания отдельных разделов физики, часто требующих неформальных подходов в обучении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евтихиева О.А., Подмазов Д.А. Электронная база знаний «Классическая физика». — Физическое образование в вузах. Т. 12. Вып. 1, 2006. — С. 130—132.
2. Близнюк В.В., Евтихиева О.А., Ермаков Б.В., Иванова О.И., Подмазов Д.А. Электронная база знаний по общему курсу физики для технических вузов. Выпуск 3. — Информатизация инженерного образования. Электронные образовательные ресурсы МЭИ. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — С. 19—20.

СОВРЕМЕННОЕ СТУДЕНЧЕСТВО И ЭКРАННАЯ КУЛЬТУРА

АННОТАЦИЯ

Рассматривается применение электронных образовательных ресурсов как одного из основных методов нового подхода к образованию. Поиск новых методов в образовательном процессе диктуется наступлением так называемой экранной культуры, которая захватила прежде всего студенчество.

Анализируются преимущества использования электронного обеспечения образовательного процесса, выявляются выигрышные факторы при его применении. Также отмечается опасность возникающей зависимости от современных информационных средств.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость применения новых методов в образовательном процессе диктуется временем. Современное студенчество, являющееся нашей целевой аудиторией, наиболее остро чувствует его поступь. Применение в процессе вузовского обучения электронных образовательных ресурсов (эор) является одним из основных методов нового подхода к образованию. Сейчас лишь часть вузов, или только некоторые преподаватели в российских вузах, применяют на лекциях и семинарских занятиях новые информационные технологии, электронные средства обучения. При этом чувствуется некоторое сопротивление со стороны преподавателей в признании необходимости применения электронного обеспечения. Причиной этого является отсталость технической базы многих российских ВУЗов, а также консервативность части преподавательского состава. Ведь можно вести процесс обучения студентов и по старинке.

1. НАСТУПЛЕНИЕ ЭКРАННОЙ КУЛЬТУРЫ

В настоящее время мы переживаем период наступления экранной культуры. Это определение принадлежит канадскому ученому Герберту Маршаллу Маклюэну. По его мнению, экранная культура получила распространение в мире со второй половины XX века. Другое название современного общества — «электронное общество». Маклюэн считает, что оно возникло благодаря электронным средствам коммуникации (инфокоммуникациям). Представитель московско-тартуской школы Юрий Лотман назвал современную культуру «культурой новых информационных технологий». Все эти названия — экранная культура, электронное общество, культура новых информационных технологий, определяющие переход к новому культурному типу на основании изменения способа передачи информации в обществе, отражают качественно новый тип коммуникации. Благодаря внедрению все новых и новых технологий человек воспринимает информацию все больше и больше с экрана, который заменяет бумажные носители: книгу, журнал, газету.

Экран совершенствуется, меняет объем, становится компактным, удобным в переноске. В течение одного XX века произошло его изменение от экранного полотна в кинотеатрах до экрана сотового телефона, iPhone, электронных книг и карманных переносных компьютеров. Мы перестали писать письма на бумаге, заменяя их электронной перепиской или sms-сообщениями. Само понятие «написать письмо» или «отправить письмо» воспринимается молодежью, то есть нашей студенческой аудиторией, как электронное сообщение. Да и понятия «книга», «газета», «журнал» имеют свои электронные варианты.

Все эти метаморфозы коснулись прежде всего того поколения, к которому относится современное студенчество. Нынешним студентам чисто практически, в силу сложившейся привычки, гораздо легче воспринимать информацию с экрана, чем на слух. Особенно это характерно для технических университетов.

Современный студент — человек экранной культуры. Разве не следует преподавателю, обучающему современного студента, переходить на новые информационные технологии, разговаривать с аудиторией на ее языке?

2. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Применяя электронные образовательные ресурсы, которые в учебном процессе на сегодняшний день и являются новыми информационными технологиями, преподаватель выигрывает в нескольких категориях.

Во-первых, при применении эор на лекциях и семинарах студенты воспринимают информацию и визуально и вербально. Такое сочетание может оказать только положительный эффект.

Во-вторых, студенту как представителю современного молодого поколения привычнее воспринимать информацию с экрана. Он лучше ее запоминает, с удовольствием изучает.

В-третьих, использование современных технологий поднимает авторитет преподавателя в глазах студента. Особенно это касается преподавателей гуманитарных дисциплин в технических вузах. И дело тут не в том, как студент относится к преподавателю на личном уровне. Последнее зависит от личных качеств, как студентов, так и преподавателей. Здесь имеется в виду отношение студента к дисциплине, читаемой преподавателем. Информация, преподаваемая студенту доступным ему языком, становится для него более весомой.

И, в-четвертых, новая технология предполагает комплексное объединение основной информации, справочного и иллюстративного материала. Эту

задачу с успехом могут решить электронные образовательные ресурсы.

Необходимо также отметить и опасность возникающей зависимости от современных информационных средств. Техника в какой-то ситуации может и отказать. Современное состояние учебного процесса не только дает возможность использовать электронные учебные пособия в преподавании различных дисциплин, но и предполагает наличие таких возможностей в университетах. А если техническое обеспечение оказалось несовершенным, что-то случилось с проводкой и тому подобное? Что в таком случае делать преподавателю? Растерянность, а тем более отмена занятия могут привести к более значимым потерям, чем прочитанная лекция без применения эор. Это относится и к освоению материала студентами, и к сохранению авторитета преподавателя. Здесь напрашивается вопрос: а не лучше ли совсем отказаться от технического обеспечения, если мы еще не можем быть уверены в его надежности, по крайней мере, в современных условиях, при настоящем техническом обеспечении наших ВУЗов? Не лучше, именно в силу указанных выше причин. Если преподаватель знает свою тему, он сможет ее изложить при любых обстоятельствах, извинившись перед студентами за несовершенство техники (а не за несовершенство преподавателя).

Ничто не может заменить преподавателя в аудитории. Только он сможет отреагировать на сложившуюся ситуацию, ответить на возникший по ходу лекции вопрос, при необходимости уделить большее внимание конкретному пункту плана занятия.

Может возникнуть и другая опасность при использовании новых информационных технологий в процессе преподавания. Условно эту опасность можно назвать погоней за техническими новшествами. Нет смысла использовать все технологии, которые существуют в настоящее время или будут открыты в дальнейшем. Это не должно становиться самоцелью. Да и не все информационные средства

могут подходить для каждой из дисциплин. Как почувствовать меру, ту грань в их применении, через которую не стоит переступать? Ответ прост. Электронные средства обучения должны служить определенным целям:

- вызывать интерес к излагаемой теме,
- концентрировать внимание студента,
- способствовать лучшему восприятию материала,
- быть лишь сопровождающими средствами для преподавателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несомненно, остается и всегда будет значимым весомое преподавательское слово. Тем не менее, окружающий мир, и как было сказано, все более распространяющаяся экранная культура, заставляет создавать достойное оформление этому слову. Так, драгоценный камень, чтобы сверкать и привлекать внимание, требует огранки и оправы. Электронные образовательные ресурсы, будь то лекционные презентации, различные формы дистанционного обучения, электронные учебные пособия, способны при умелом их использовании вывести образовательный процесс в вузах на более высокий уровень.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Информатизация** инженерного образования: Электронные образовательные ресурсы МЭИ. Выпуск 4 /Под общей ред. С.И. Маслова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
2. **Маклюэн Г.М.** Понимание Медиа: внешние расширения человека. — М.; Жуковский: «КАНОН-пресс-Ц», «Кучково поле», 2003.
3. **Маслов С.И., Попов А.И.** О направлениях развития структуры, содержания и технологий инженерного образования // Сборник докладов российско-итальянского семинара «Опыт и практика реализации Болонского процесса». — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — С. 84—91.
4. **Смирнова М.И.** Гуманитарная составляющая новых образовательных стандартов и информационные технологии // Вестник МЭИ. 2010. № 4. С. 86—92.

ВИДЕОЛЕКЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ» ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается реализация инновационного подхода при создании электронных образовательных ресурсов, в частности, разработка мобильного контента по дисциплине «Начертательная геометрия».

1. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДЕОЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ"

Прогрессивное развитие мультимедийных средств и систем позволяет создавать электронные учебные пособия все более высокого качества, отвечающие самым высоким требованиям дидактики и удовлетворяющие психофизиологическим особенностям личности каждого обучаемого.

В целях поддержки дистанционного обучения студентов в Омском государственном техническом университете разработан цикл видеолекций по дисциплине «Начертательная геометрия». Известно, что данная дисциплина является одной из наиболее сложных для понимания базовых дисциплин инженерного образования.

Анализируя особенности самостоятельной работы студентов, разработчики пришли к выводу, что наиболее эффективной формой подачи теоретического материала по данной дисциплине станет набор коротких тематических видеолекций-презентаций. Пришлось категорически отказаться от видеоформата традиционной лекции продолжительностью 1,5 часа, так как это вызывает отторжение у аудитории, снижает (до исчезновения) познавательный интерес и перечеркивает все возможности и преимущества изложения материала при помощи мультимедиа технологий. Предложенная видеолекция-презентация представляет собой информативно сжатую, структурированную дидактическую единицу, включающую чередование лекторского пояснения, иллюстраций и 3D-анимаций с аудиосопровождением. Мультимедиа средства были подобраны таким образом, чтобы повысить познавательную активность обучаемых путем разнообразия подачи материала, задействовать одновременно несколько способов получения учебной информации (зрение, слух), при этом стояла задача индивидуализировать и интенсифицировать лекционный процесс.

Специфика данной видеолекции состоит в том, что благодаря наличию лектора в «кадре», не происходит обезличивания подачи учебного материала. Наличие эмоций, которые передаются от преподавателя, вдохновленного какой-либо идеей, способствуют более успешному усвоению материала, то есть обучающийся как бы погружается в атмосферу

лекционной аудитории и, как следствие, в изучаемый предмет.

После вступительного комментария лектора внимание обучающихся переключается на объемную 3D-анимацию с закадровым пояснением, которая в свою очередь позволяет визуализировать процесс в действии, ранее (при традиционном изложении материала) казавшийся сложным, а зачастую и абстрактным. Наличие не только видеодвижения, но аудиосопровождения включает в работу все источники получения информации, и в зависимости от преобладающего вида памяти у обучающегося (визуального или аудиального) позволяет индивидуализировать процесс обучения.

Так как начертательная геометрия занимается изучением отображения объемных предметов на плоскости, появляется необходимость демонстрации пространственных объектов и процессов на плоскости ортогонального чертежа. С этой целью в видеолекцию введена анимация процесса решения пространственной задачи на двумерных проекциях чертежа со звуковым пояснением этапов алгоритма построения, что способствует запоминанию символично—знаковых обозначений и специфической терминологии изучаемого предмета.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОНТЕНТА ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Разработчики мобильного контента должны учитывать ряд технических аспектов: дизайн интерфейса, размер экрана, требования к энергопотреблению, конструктивные особенности ввода данных в устройство, коммуникационные особенности, а также обеспечение конфиденциальности и защищенности данных.

При разработке отдельных элементов видеолекций необходимо было создание информативных графических объектов, в частности flash-роликов, отражающих процесс изменения объектов, а также изображения и озвученный текст. Для реализации данных целей были использованы программы Flash, Photoshop CS, Cool Edit Pro. Для изменения формата .swf созданных flash-фрагментов в удобный для дальнейшего монтирования использован конвертер Sothink SWF to Video Converter, бесплатно распространяющийся в сети Интернет. Данное приложение является наиболее оптимальным (в качественном аспекте) для конвертирования flash- файлов с учебным содержанием.

При всем разнообразии монтажных программ предпочтение отдано Adobe Premiere Pro, так как в ней уделено особое внимание созданию цифрового видео, а также поддерживается большое количество

устройств обработки цифрового видео и интеграция с другими продуктами компании Adobe. Данная программа захватывает и редактирует фактически любой формат видео.

Для получения минимального размера выходного файла и более комфортного использования его в дальнейшем произведена процедура компрессии видеофайла с помощью программного продукта ProCoder 3. Фильтрация видеосигнала с помощью ProCoder позволяет достигнуть максимального качества, в кодере также включены дополнительные функциональные возможности, такие как цветокоррекция, подавление шумов и др.

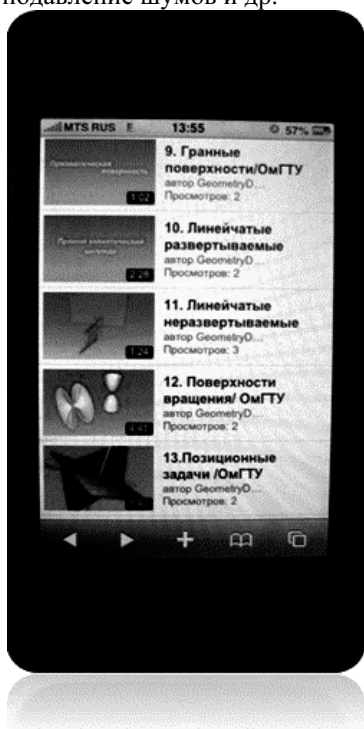


Рис. 1. Интерфейс видеолекций по дисциплине «Начертательная геометрия» на мобильном устройстве iPhone

При разработке курса лекций в формате мобильного контента разработчикам удалось реализовать основные специфические особенности материала, как например:

1) **доступность** — возможность доступа к контенту с большинства мобильных устройств;

2) **универсальность** — адаптированность видеопотока к устройству, поддержка большинства платформ;

3) **компактность** — компонент мобильного обучения короткий по продолжительности и имеет малый размер выходного файла;

4) **высокий уровень микроэргономики** — высокое качество изображения при малом размере экрана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целях проверки целесообразности разработки и эффективности применения технологии *m-learning* были произведены опросы и проведен мониторинг успеваемости студентов по начертательной геометрии.

Апробация инновационной разработки показала, что применение мобильных технологий в обучении студентов имеет колоссальный мотивирующий эффект. Сделаны следующие выводы:

– студенты с удовольствием используют в обучении имеющиеся у них технические устройства. Особенно популярны устройства с возможностями беспроводного выхода в информационное пространство;

– легкодоступность материала, логичность и краткость изложения положительно влияют на уровень, качество и прочность получаемых знаний.

Авторы оригинальной разработки продолжают работу над созданием ряда обучающих комплексов по различным инженерным дисциплинам для мобильных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранова С.С., Кайгородцева Н.В., Лузгина В.Б. Разработка контента для мобильных устройств и использование его в современном образовательном процессе: Сборник научных работ Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ в области технологий электронного обучения в образовательном процессе. — Белгород: Изд-во БелГУ, 2010. — Т. 1. — С. 319—326.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕКЦИОННОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены современные тенденции и возможности использования информационных технологий в преподавании химии как общенаучной дисциплины, предусмотренной федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для технических вузов.

Описана методика формирования навыков восприятия лекционного материала, включающая электронный ресурс в презентационной форме в сочетании с печатными раздаточными материалами. Это позволяет перевести лекцию-презентацию в режим лекционно-практического занятия и минимизирует временной разрыв между получением знаний и их использованием. Создаются более благоприятные условия для совмещения проблемного метода изложения с объяснительно-иллюстрационным, диалоговым и другими активными методами.

ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень подготовки высокообразованных специалистов требует разработки и внедрения в образовательный процесс инновационных педагогических технологий, в том числе компьютерной поддержки для развития творческих способностей и интеллектуализации труда преподавателей и студентов. Применение информационных технологий, базирующихся на программных продуктах широкого назначения, открывает новые возможности диалогового общения в интерактивных программах, становится осуществимым активное использование графики (рисунков, схем, диаграмм, чертежей, фотографий). Применение графических иллюстраций в лекционных компьютерных материалах позволяет на новом уровне передавать и воспринимать информацию.

1. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Многие преподаватели технических вузов признают тот факт, что обучение химии сегодня представляет собой трудную задачу. Это связано с ухудшением качественной подготовки абитуриентов, поступающих в высшие технические учебные заведения, снижением исходного уровня их естественнонаучной, в особенности химической, подготовки и интеллектуального развития [1]. За хорошей школьной оценкой по химии стоит полное незнание основ этой науки, незнание химического языка. А в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов преподавание химии в техническом вузе опирается на полученные в школе химические знания и ставит своей целью дальнейшее углубление современных представлений в области химии как одной из фундаментальных наук, без знания которой невозможна подготовка бака-

лавров. Таким образом, преподавание химии в ВУЗе начинается практически с «нуля».

У студентов 1-го курса практически также отсутствуют элементарные умения и навыки общей учебной деятельности от восприятия до систематизации, они не умеют учиться.

Особенностью изучения химии в МЭИ, как и в других технических вузах является и то, что этот процесс имеет сжатый характер: большой теоретический материал необходимо изучить за короткое время и при минимальном количестве занятий (145 часов, включая лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельную работу). Возникает необходимость модификации лекционного процесса с использованием презентационной технологии, чтобы оптимизировать возможности, как живого, так и печатного слова [2].

2. ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ ВОСПРИЯТИЯ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

На кафедре «Химия и электрохимическая энергетика» МЭИ в течение последних лет ведутся работы по подготовке и использованию методических материалов по изучению курса «Общая химия», выполненные с использованием информационных технологий. В частности, нами создан электронный ресурс — пакет лекций в презентационной форме (Power Point), состоящий из 17 лекций, в общей сложности, содержащий около 600 слайдов, включающих графику, анимированные изображения и видеофрагменты в соответствии с образовательной программой и стандартами высшего и среднего профессионального образования.

Использование информационных технологий при чтении лекций-презентаций значительно снижает трудозатраты преподавателя, интенсифицирует процесс обучения и способствует формированию принципиально новых знаний, умений, навыков и компетенций [3]. Но, как показывает практика, существует и обратная сторона этих технологий. Не исключена возможность замены живого слова и вербального (мимика, интонация, жесты и т.д.) поведения лектора на коммуникацию, опосредованную аудиовизуальными технологиями. Кроме того часто из-за обилия экранного текста студенты теряют нить лекционного материала, и в конечном счете происходит психологическая утомляемость.

Из создавшейся ситуации студенты нашли выход, а именно — фотографирование на мобильный телефон экранных слайдов, что в итоге приводит к потере смысла лекции как основного аудиторного механизма передачи знаний. Студенты оказываются не в состоянии интерпретировать полученный материал. Для модификации лекционного процесса

предлагается более широко использовать печатные раздаточные материалы, которыми студенты будут пользоваться во время лекций. В качестве такого раздаточного материала нами было создано учебное пособие «Учебная тетрадь для работы с лекционным материалом» [4].

«Учебная тетрадь» является дополнительным материалом к лекциям для студентов 1-го курса направления «Электроэнергетика и электротехника». Пособие состоит из введения и семи глав в соответствии с материалом, предусмотренным учебной программой. Пособие содержит иллюстрационный материал, используемый при чтении лекций по химии, в виде рисунков химических процессов (например, коррозия, диссоциация, образование ДЭС и т.д.), схем различных установок.

В пособии имеется свободное место для записи конспекта устного материала, излагаемого лектором, которое предназначено для облегчения конспектирования лекций. Представленный в пособии материал позволяет, в частности, избегать ошибок в некоторых химических терминах и определениях.

Целью «Учебной тетради» является возможность предварительного ознакомления студентом с тематикой лекции, основными понятиями и терминами, облегчение синхронного конспектирования лекционного материала, при необходимости внесение дополнительного материала из учебников, справочников и других источников.

Систему «студент — учебная тетрадь — экран» необходимо рассматривать как дополнительное средство коммуникации, обогащающее живой контакт лектора с аудиторией, а не основной канал учебной коммуникации.

Использование «Учебной тетради» позволяет перевести лекцию-презентацию в режим лекционно-практического занятия и минимизирует временной разрыв между получением знаний и их использованием. Создаются более благоприятные условия для совмещения проблемного метода изложения с объяснительно-иллюстрационным, диалоговым и другими активными методами.

Для стимулирования студентов к самостоятельной работе с учебником и материалом лекций необ-

ходимы средства контроля. В конце учебной тетради приведены тексты многовариантных домашних самостоятельных работ, материал которых охватывает все темы курса «Общая химия», изучаемые студентами МЭИ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Грамотное сочетание информационных технологий с традиционными способами деятельности повышает актив умений и навыков деятельности студентов-первокурсников. Использование современных технологий в преподавании формируют умение работать с литературой, стимулируют выполнение и аккуратное оформление домашних заданий, ведение рабочей тетради, облегчают освоение ключевых понятий, применение их для решения расчетных и экспериментальных задач, овладение предметной лексикой при устных выступлениях и выполнение самостоятельных и контрольных работ.

Применяемая на кафедре химии и электрохимической энергетики технология обучения химии в значительной степени повышает мотивацию в изучении дисциплины, положительно влияя на рост успеваемости, и позволяет достичь главной цели — научить студентов-первокурсников учиться и обеспечить достаточный уровень знаний, гарантирующий дальнейшее успешное обучение другим дисциплинам в техническом вузе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметов Б.С., Калужный А.А. Особенности построения информационной образовательной среды в вузе: <http://www.bytic.ru/cue/2002/tezis/ahmetov.html>.
2. Ясюкевич Л.В. Актуальные вопросы химического образования в техническом университете // *Фундаментальные исследования*. — 2009. — №5. — С. 75—77.
3. Медведева М.К., Стародубцева В.А. Интеграция электронных аудиовизуальных средств в педагогическую технологию: Международная научно-практическая конференция «Новые информационные технологии в образовании» — Екатеринбург. — 2009. — С. 191—193.
4. Камышова В.К., Волчкова И.Л. Учебная тетрадь для работы с лекционным материалом по курсу «Химия»: учеб. пособие. — М.: Издательский дом МЭИ. 2010. — 84 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ХИМИИ В НИУ МЭИ: ОПЫТ И РАЗВИТИЕ

АННОТАЦИЯ

В Московском энергетическом институте (НИУ МЭИ) всегда уделялось большое внимание новым методам обучения. Кафедра химии и электрохимической энергетики (ХиЭЭ) активно участвовала во всех подобных программах и разработках. В последние годы в университете упор делается на создание электронных образовательных ресурсов (ЭОР), формирование информационно-образовательной среды и применение дистанционных образовательных технологий, основанных на информационных и коммуникационных технологиях (ИКТ).

ВВЕДЕНИЕ

Информационно-образовательная среда — это информационная среда, которая объединяет посредством сетевых технологий программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение и предназначена для повышения эффективности и доступности образовательного процесса при подготовке специалистов [1]. Создание ЭОР является приоритетным направлением Мероприятия 2 Программы развития НИУ МЭИ на 2010—2019 годы. Как показывает накопленный опыт, основным видом электронных образовательных ресурсов в образовательной системе являются электронные учебно-методические комплексы (е-УМК).

1. МОДЕРНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «ОБЩАЯ ХИМИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИКТ

В рамках научно-образовательной инновационной программы на кафедре ХиЭЭ началась и продолжается работа по модернизации учебного процесса преподавания курса «Общая химия» с использованием ИКТ. 11 лет назад сотрудниками кафедры разработан учебно-методический комплекс «Химия» (е-УМК «Химия»), включающий в себя электронно-образовательные ресурсы и печатные учебно-методические пособия [2]. Этот комплекс постоянно совершенствуется и обновляется. Созданный е-УМК, поддерживаемый печатными изданиями, может быть использован и используется при различных формах обучения (очной, очно-дистанционной, дистанционной). За последние годы кафедрой накоплен большой опыт по использованию ЭОР и ИКТ в учебном процессе, отработана технология обучения. В очном обучении ЭОР широко используются при чтении лекций. Для большинства направлений обучения курсы читаются с применением компьютерных презентаций, для удобства конспектирования разработаны специальные рабочие тетради для студентов, компьютеры имеют выход в Интернет и в корпоративную сеть

вуза, что делает возможным обращение к различным информационным сайтам во время лекций.

Ежегодно около 2 тысяч первокурсников МЭИ изучают курс «Химия» на кафедре ХиЭЭ. На протяжении последних 8 лет на кафедре практикуется обучение по смешанной модели — b-learning, то есть с использованием дистанционной формы, как дополнительной. Около 25 % студентов проявляют желание обучаться по такой форме. B-learning позволяет наиболее эффективно внедрить («оживить») в традиционную модель обучения современные дистанционные технологии учебного процесса [3].

К настоящему времени в университете отработана организационная сторона процесса обучения. Кафедра включена в общую систему дистанционного обучения «Прометей». После издания приказа по университету о зачислении студентов на дополнительную форму обучения — дистанционную, с ними проводится вводная беседа, на которой им подробно рассказывается о новой технологии обучения и присваивается индивидуальная учетная запись (логин и пароль) для доступа к серверу дистанционного обучения. Студент получает возможность в индивидуальном режиме осваивать курс, он может из любого места в любой момент времени получать доступ к электронным ресурсам, которые располагаются на информационно-образовательном сервере университета, при необходимости его снабжают СД-дисками, а также печатными пособиями. То есть используется модель регулируемого самообучения.

2. ФОРМИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

Для формирования определенных знаний и умений весь учебный материал разбит на отдельные модульные блоки, которые отражены в предлагаемом календарном плане. Пошаговый контроль осуществляется с помощью тестов и практических занятий. У студентов имеется возможность в любой удобный для них момент узнать свои результаты, которые сразу же отражаются в электронной ведомости. Студент сам устанавливает временной диапазон, отведенный на изучение дисциплины, и дату сдачи зачета и экзамена. По установленному положению в НИУ МЭИ студент, обучающийся дистанционно, имеет право сдавать экзамен, как только он освоил материал и выполнил все контрольные задания, независимо от сдачи всех остальных зачетов. Таким образом, обучаемый по форме b-learning получает возможность сокращения сроков сессии. На протяжении всего срока обучения студенты получают постоянные консультации в режиме он-лайн или офф-лайн у своих преподавателей-тьюторов.

После окончания освоения дисциплины и сдачи экзамена в очной письменной форме студентам, как правило, предлагается ответить на вопросы анкеты об эффективности использования информационных технологий в процессе обучения. Результаты одного из подобных анкетирований и выводы приведены в конце доклада. В состав учебно-методического комплекса «Химия» входят следующие материалы:

1. Электронный учебник «Общая химия».
 2. Н.В. Коровин «Общая Химия». М.: Высшая школа. 2010.
 3. Курс общей химии. Теория и задачи / под ред. Н.В. Коровина, Б.И. Адамсона. М.: Изд. дом МЭИ. 2001.
 4. Электронный конспект лекций-презентаций.
 5. В.К. Камышова, И.Л. Волчкова «Учебная тетрадь для работы с лекционным материалом по курсу «Общая химия». М.: Изд. дом МЭИ. 2010.
 6. Практикум решения типовых задач по каждому модулю с набором задач для самостоятельного решения и типовые многовариантные задания.
 7. Система проверки знаний теоретического материала и умения решения задач.
 8. Подсистема проверки знаний, содержащая около 1000 вопросов и задач, на базе которых можно оперативно организовывать опросы.
 9. Виртуальный лабораторный практикум.
 10. Лабораторные работы по химии / под ред. Н.В. Коровина. М.: Высшая школа. 2006.
 11. Виртуальный справочник физико-химических величин.
 12. Методические указания по использованию учебно-методического комплекса.
- Изучение курса «Общая химия» с помощью данного комплекса учебных пособий ориентировано на самостоятельную познавательную деятельность студентов под руководством преподавателя-тьютора.

С помощью электронного учебника можно выходить на разные уровни углубленного изучения материала и наиболее эффективно усваивать учебный материал с той скоростью и в той последовательности, которые в наибольшей степени соответствуют индивидуальным особенностям обучающегося. Электронный учебник представляет собой материал в виде гипертекста с большим объемом flash-анимации. Каждый раздел (модульный блок) учебника подкреплен набором вопросов и упражнений для самоконтроля, цель которых? помочь студенту лучше усвоить материал, акцентируя внимание на основных терминах, понятиях и зависимостях, способствовать систематизации знаний через установление смысловых связей между модульными блоками курса. Электронный учебник включает следующие модульные блоки: строение атома, химическая связь, взаимодействие молекул, термодинамика и кинетика химических процессов, растворы, электрохимические процессы, коррозия и защита металлов. Достоинством электронного варианта является возможность рассмотрения химических процессов в динамике, в цветовом изображении, изучение материала в диалоговом режиме.

Кроме того, для повышения качества и эффективности изучения теоретического курса система b-learning позволяет студенту посещать или самостоятельно изучать лекции-презентации, содержащие видеофрагменты, анимированные рисунки и текст. Лекции-презентации выполнены в Microsoft Office PowerPoint; комплект содержит 18 лекций, состоящих из 500 слайдов. При изучении теоретического материала целесообразно использовать учебную тетрадь для работы с лекционным материалом, в которой необходимо воспроизводить определение химических понятий, формулировки законов, формулы, графические зависимости и т.д.

Контролирующие тесты охватывают 11 основных тем курса (всего около 1000 вопросов и задач). Каждый тест состоит из трех уровней сложности. Каждый уровень содержит по 25 и более вопросов и задач. Всего в тесте по одной теме 75 и более вопросов и задач. Тесты могут быть использованы студентами для самоконтроля или преподавателями для проверки знаний студентов. После аутентификации в системе, студент должен ответить на пять вопросов из каждого уровня сложности, т.е. на 15 случайным образом выбранных вопросов теста за определенный промежуток времени. По окончании тестирования, студент автоматически получает информацию о прохождении теста. Окончательную оценку за тестирование выставляет преподаватель (тьютор) после просмотра прохождения тестирования. Каждый уровень имеет свою сложность. Первый уровень оценивается по одному баллу за вопрос, второй — по два балла и третий — по 3 балла. Максимальное число баллов, которое может набрать студент — 30. Студент должен набрать минимум 21 балл, тогда тест засчитывается. Студент имеет возможность видеть время, оставшееся до конца тестирования, возвращаться к пропущенным заданиям и давать на них ответ. После прохождения тестирования студент получает подробную статистику, где может посмотреть вопросы, вызвавшие у него затруднения. При желании он может пройти тест по той же теме повторно, однако вопросы будут заменены другими.

Лабораторный практикум включает в себя 15 виртуальных лабораторных работ и охватывает все основные разделы курса. Описание лабораторной работы содержит теоретические основы, методику выполнения опытов и алгоритм обработки результатов измерений. Все задания индивидуализированы. При завершении отчета студент должен сделать вывод на основе анализа полученных результатов и ответить на контрольные вопросы.

Комплекс виртуальных лабораторных работ предназначен для поддержки изучения дисциплины и состоит из следующих работ:

- изучение реакций образования комплексных соединений и определение пространственной структуры комплексов;
- определение теплового эффекта реакции нейтрализации;

- изучение зависимости скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ и определение порядка реакции;
- определение зависимости скорости химической реакции от температуры и расчет энергии активации;
- изучение скорости каталитического разложения перекиси водорода;
- определение константы адсорбционного равновесия;
- изучение гетерогенного равновесия;
- определение молярной массы эквивалента металла;
- определение молярной массы эквивалента кислоты методом титрования;
- изучение зависимости водородного показателя растворов сильных и слабых электролитов от концентрации;
- определение водородного показателя растворов гидролизующихся солей.
- определение жесткости воды методом титрования;
- изучение зависимости ЭДС и напряжения гальванического элемента от исходной концентрации электролита;
- получение водорода и кислорода методом электролиза растворов солей;
- изучение влияния ингибиторов на скорость коррозии;
- кислородно-водородный топливный элемент.

Виртуальные лабораторные работы могут проводиться в так называемом отсоединенном режиме, когда подключение к сети осуществляется только для загрузки виртуальных работ, а само выполнение происходит в автономном режиме. Подключение к сети необходимо только для отправки преподавателю оформленного отчета и защиты лабораторной работы.

В процессе обучения студенты выполняют четыре типовых задания, охватывающие основные разделы курса. Каждое задание состоит из теоретических вопросов и практических задач, индивидуализировано, имеет 30—35 вариантов.

Для формирования и развития практических умений и навыков разработан задачник как в электронном, так и в полиграфическом виде. В соответствии с общепринятыми санитарными нормами и рекомендациями по работе с компьютером длительность непрерывной работы не должна превышать 1,5—2,0 часов, поэтому рекомендуется предварительно или параллельно изучать курс по печатному варианту. Разделы задачника соответствуют разделам теоретической части и включают в себя примеры решения задач, задачи для самостоятельного решения и многовариантные контрольные задания.

Каждый студент должен выполнить контрольные задачи своего номера варианта по всем модулям практических занятий и выслать или передать своему тьютору для проверки. Контроль за выполнением календарного плана осуществляется с по-

мощью электронных ведомостей, которые заполняет тьютор и которые доступны для просмотра учащимся.

Учебные тексты каждой части е-УМК содержат гиперссылки на учебный материал других частей, а в конце пособий имеются необходимые для решения задач и выполнения лабораторных работ справочные материалы.

Для выполнения лабораторных и практических работ, а также типовых расчетов неоценимую помощь оказывает разработанный электронный справочник термодинамических величин. Справочник позволяет наглядно в виде графиков или таблиц получать температурные зависимости изменения стандартных теплоемкостей, энтальпии, энтропии и энергии Гиббса образования простых веществ, неорганических соединений, углеводов и кислородсодержащих органических соединений, а так же температурные зависимости констант равновесия реакций образования соединений и важнейших газовых реакций.

3. АНКЕТИРОВАНИЕ СТУДЕНТОВ

В опросе участвовало 300 студентов разных направлений обучения. Они были разбиты на три группы по итогам экзамена: 1-я группа — студенты, получившие «отлично», — 50 человек; 2-я группа — получившие «хорошо», — 100 человек, и 3-я группа — получившие «удовлетворительно», самая многочисленная, — 150 человек.

Из анализа результатов анкетирования сделаны достаточно очевидные выводы об эффективности использования b-learning модели обучения.

Наиболее сильные студенты обладают наибольшей познавательной активностью и осознанной мотивацией к образованию. Они могут осваивать курс самостоятельно с использованием предложенных материалов, при этом имеют желание общаться с опытным преподавателем, выполнять эксперимент своими руками. У средних студентов мотивация к обучению менее выражена, они более пассивны, но рассматривают дополнительную форму как помощь в преодолении курса. Испытывают некоторые трудности в самостоятельном освоении материала. Наконец, наиболее слабый контингент обучающихся видит в системе b-learning возможность получать постоянные, индивидуальные консультации и подробные объяснения преподавателя, поскольку часто не в состоянии освоить материал самостоятельно. Всех привлекает возможность свободно распоряжаться своим временем при самообучении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, опыт работы на кафедре ХиЭЭ по модели b-learning показал несомненные преимущества для всех участников образовательного процесса. У студентов появляются качественные электронные учебники и пособия, они получают возможность большого количества консультаций и уменьшения продолжительности сессии. У преподавателей сокращается фиксированная аудиторная нагрузка, появляется возможность выполнения

учебной нагрузки в удобное для него время, а на кафедре облегчается планирование учебного процесса.

Реалии таковы, что студенту привычнее воспринимать образовательный материал с экрана компьютера, нежели со страниц учебников и пособий. Уже не стоит вопрос о том, какой метод чтения лекций эффективнее: с применением компьютерных презентаций или у доски. Ответ стал очевиден, студенты выбирают компьютерные презентации и электронные конспекты. В настоящее время в рамках проекта НИУ 09/1 завершается создание электронного конспекта лекций и электронных презентаций по курсу «Химия» в формате HTML с целью облегчения доступа к ним в информационно-образовательной среде университета.

Прослеживается более серьезное отношение студентов к выполнению виртуальных лабораторных работ, чем к работе в химической лаборатории. В последнем случае наблюдается недостаточная подготовка к лабораторным работам, расчет на списывание и объяснение преподавателя. В настоящее время в рамках проекта НИУ 09/1 начата большая работа по модернизации и компьютеризации лабораторного химического практикума «Химия» и «Спецхимия». Закуплено уже 20 установок УРМС — универсальных рабочих мест студента, в состав которых, наряду с обычным набором лабораторного оборудования и реактивов, входит комплект цифровых датчиков (производства российской фирмы НР) и приборов, которые напрямую подключаются к компьютеру через USB-разъемы и позволяют непосредственно получать значения различных физико-химических параметров на экране монитора. Более того, специальное программное обеспечение «Хи-

мия-практикум», созданное российскими разработчиками, позволяет следить за изменением этих параметров во времени и непосредственно наблюдать их зависимость от внешних условий (температуры, давления, концентрации и пр.) Эта же программа «Химия-практикум» позволяет проводить компьютерную обработку полученной информации с помощью стандартных программ — «Excel», «Origin» и т.п. Подобное оборудование является уникальным в России, для введения его в учебный процесс требуется огромная работа по созданию методического обеспечения, разработки методик лабораторных работ, организации проведения фронтальных работ на подобном оборудовании. Остается надеяться, что проводимая на кафедре ХиЭЭ работа послужит достижению основной цели — более эффективному обучению и подготовки современных специалистов надлежащего уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кечнев Л.Н., Путилов Г.П., Тумковский С.Р.** Информационно-образовательная среда технического вуза. [Электронный ресурс]. Режим доступа http://cnews.ru/reviews/free/edu/it_russia/institute.shtml.
2. **Камышова В.К., Скворцова Т.М., Удрис Е.Я.** Информационно-коммуникационные технологии в преподавании курса химии в МЭИ-НИУ: опыт и развитие // Сборник научных трудов 13-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования. — Харьков-Ялта: УАДО, 2011. С.165—172.
3. **Камышова В.К., Удрис Е.Я.** Использование информационных технологий в изучении курса «Общая химия». — Материалы конференции «Новые информационные технологии в образовании» — Екатеринбург: 2009. Т. 2. С. 32—34.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА». ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются авторские моделирующие программы на языках высокого уровня Visual Basic, C++ и Delphi для двигателей постоянного тока, трехфазных асинхронных и синхронных двигателей. Программы позволяют наглядно и динамично демонстрировать режимы работы электрических двигателей, дают возможность визуально наблюдать за изменениями электрических и механических параметров двигателей при изменениях их режимов работы. В интерфейсах программ предоставляется возможность выбрать тип двигателя из базы данных, использовать современные средства обработки информации, подготовки отчетов и контроля результатов.

ВВЕДЕНИЕ

Математические модели электрических машин (ЭМ), реализованные в программах для персональных компьютеров (ПК), широко используются в различных исследованиях, а также могут с успехом применяться в учебном процессе. Применение моделирующих программ позволяет выполнять лабораторные работы, в которых сочетаются экспериментальные исследования на лабораторном стенде и моделирование на ПК. Это повышает эффективность обучения, так как дает возможности:

- ускорить приобретение навыков управления ЭМ;
- расширить круг исследовательских задач;
- провести эксперименты, которые невозможны на реальной ЭМ (например, в режимах перегрузки или в аварийных режимах);
- провести опыты, которые невозможны в лаборатории из-за отсутствия требуемых специальных электротехнических устройств и измерительных приборов (например, быстрые динамические процессы и неустойчивые режимы, опыты с изменением частоты питающих напряжений);
- автоматизировать обработку экспериментальной информации, что позволяет ускорить эксперимент и повысить его точность;
- получить и вывести на экран ПК в наглядной форме значительно более полную информацию о параметрах, свойствах, характеристиках и режимах ЭМ, чем удастся получить по измерительным приборам на лабораторном стенде;
- активизировать самостоятельную работу студента, предоставив ему свободу выбора программ исследования.

На кафедре электротехники и интроскопии НИУ МЭИ разработаны компьютерные модели (КМ) двигателя постоянного тока, асинхронного и синхронного двигателей. Для всех типов ЭМ КМ построены по единым правилам работы на ПК и яв-

ляются универсальными, так как позволяют моделировать практически любой электромеханический режим работы ЭМ. Интерфейс программ представляет собой одно графическое окно, разделенное на «зоны»: зона задания исходных данных, зона с кнопками управления, зона регулировки режимных параметров, зона отображения текущих значений основных режимных параметров, зона графического отображения зависимостей. Программы обладают следующими возможностями:

- введения номинальных параметров двигателя из базы данных или вручную;
- задания схемы соединения обмоток статора (звезда или треугольник) и типа ротора (фазный или короткозамкнутый) для трехфазного асинхронного двигателя;
- управления работой двигателей путем задания и регулирования режимных параметров;
- визуального наблюдения в динамике за изменениями основных электрических и механических параметров двигателей на графических зависимостях;
- определение значений параметров в любой точке на графических зависимостях;
- регулирования скорости процесса моделирования и приостановки моделирования;
- вывода сообщений о входе в аварийные режимы работы.

1. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА (ДПТ)

Режим работы двигателя задается режимными параметрами, к которым относятся: напряжение источника, сопротивления регулировочных резисторов в цепях обмоток возбуждения и якоря, механический момент сопротивления на валу. Эти значения задаются в зоне регулировки режимных параметров вводом численных значений в соответствующие окна или путем перемещения подвижных ручек. Они предназначены для изменения соответствующих параметров в процессе моделирования, а также для задания исходных значений режимных параметров перед началом моделирования. При моделировании можно изменять значения режимных параметров и тем самым исследовать следующие режимы работы:

- 1) пуск:
 - прямым включением двигателя в сеть;
 - с помощью пускового реостата;
 - при пониженном напряжении якорной цепи;
- 2) изменение момента сопротивления на валу;
- 3) регулирование частоты вращения;

- включением регулировочного резистора в цепь якоря;
- включением регулировочного резистора в цепь возбуждения;
- изменением напряжения цепи якоря.

На рис. 1 приведена зона графического отображения зависимостей $n(M)$, $I_a(t)$, $n(t)$ при моделировании следующих режимов работы: реостатный пуск ДПТ без нагрузки; увеличение момента сопротивления до номинального значения; включение регулировочного реостата в цепь якоря.

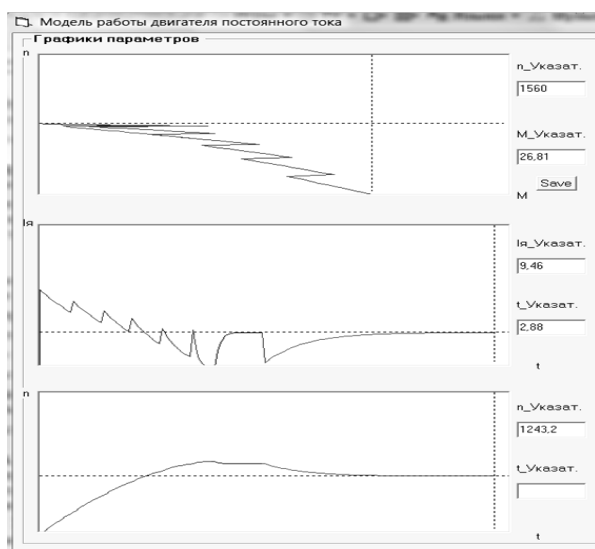


Рис. 1. Зона графического отображения зависимостей при моделировании режимов работы ДПТ

2. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ (ТАД)

Режим работы двигателя задается режимными параметрами, к которым относятся: напряжение и частота сети, момент сопротивления на валу, сопротивление добавочного резистора в цепи фазного ротора. Эти значения задаются путем перемещения подвижных ручек или вводом численных значений в соответствующие окна. В зоне регулировки режимных параметров находятся 5 регуляторов: скорость моделирования, напряжение сети, частота сети, момент сопротивления на валу, добавочное сопротивление в цепи ротора. Они предназначены для изменения соответствующих параметров в процессе моделирования, а также для задания исходных значений режимных параметров перед началом моделирования.

При моделировании можно изменять значения режимных параметров и тем самым исследовать следующие режимы работы:

- 1) пуск:
 - прямым включением в электрическую сеть;
 - при пониженном напряжении питания;
 - с помощью пускового реостата в цепи фазного ротора;

- 2) изменение момента сопротивления на валу;
- 3) регулирование частоты вращения:
 - изменением напряжения питания;
 - изменением частоты напряжения;
 - включением регулировочного резистора в цепь фазного ротора.

На рис. 2 приведена зона графического отображения зависимостей $n(M)$, $I(t)$, $n(t)$ при моделировании следующих режимов работы: прямой пуск ТАД без нагрузки; увеличение момента сопротивления до номинального значения; включение регулировочного реостата в цепь фазного ротора.

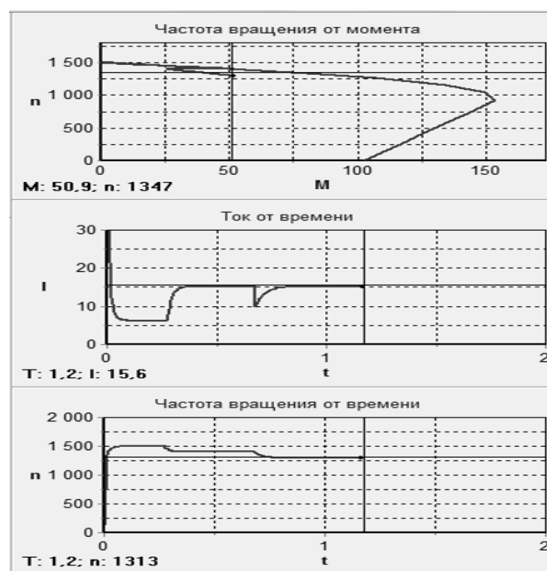


Рис. 2. Зона графического отображения зависимостей при моделировании режимов работы ТАД

3. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТРЕХФАЗНОГО СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ (ТСД)

Режим работы двигателя задается режимными параметрами, к которым относятся: напряжение и частота сети, тормозной момент, напряжение возбуждения, скорость моделирования. Эти значения задаются в зоне регулировки режимных параметров путем перемещения подвижных ручек или вводом численных значений в соответствующие окна. При моделировании можно изменять значения режимных параметров и тем самым моделировать следующие режимы работы.

- 1) асинхронный пуск;
- 2) изменение момента сопротивления на валу;
- 3) регулирование коэффициента мощности.

В процессе моделирования в зоне графического отображения зависимостей строятся: механическая, угловая и V-образная характеристики ТСД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компьютерные модели могут быть использованы для выполнения виртуальных лабораторных работ и лекционных демонстраций.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ МЕТОДАМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

АННОТАЦИЯ

Анализируются возможности использования классического изложения материала в сочетании с перспективами использования информационных технологий.

Графическое отображение информации и последовательное формирование элементов решения рассматриваются как важнейшие компоненты обеспечения восприятия материала.

Оцениваются преимущества и недостатки применения предложенной методики при проведении практических занятий в курсе общей физики.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение общего курса физики является обязательным для всех технических образовательных учреждений и направлено на развитие у студентов аналитического мышления и формирование научного мировоззрения. Три формы занятий — лекционные, практические и лабораторные — являются неотъемлемыми частями освоения курса.

Рассмотрим пример использования информационных технологий при проведении практических занятий. Практические занятия подразумевают освоение студентами методов решения базовых задач. Под базовыми нужно понимать задачи, решение которых основано на обосновании возможности и применении фундаментальных физических законов для проведения инженерных расчетов системы. Только овладев общими методами, будущий инженер сможет адаптировать их возможности для специфических особенностей нестандартных ситуаций.

Методика решения задач, как и всякая методика, подразумевает последовательный подход. Останемся на некоторых примерах, иллюстрирующих новые возможности, предоставляемые информационными технологиями.

1. РАЗВИТИЕ КЛАССИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В качестве первого примера рассмотрим задачу нахождения емкости цилиндрического слоистого конденсатора. Задача предлагается студентам в классической текстовой формулировке [1].

Первый шаг решения — выполнение рисунка, не просто иллюстрирующего условие, а позволяющего облегчить решение. Чтобы подвести обучающегося к правильному построению, можно вывести на экран изображение реального объекта, затем схематическое изображение, и, наконец, тот вид, который наиболее подходит для решения.

У современного поколения студентов преобладает зрительное восприятие. Для них информация — это не текст, а графический объект. Эту их особенность нужно использовать при обучении. Таким

образом можно добиться связи между реальным объектом и его моделью.

Второй этап решения задачи — запись основных законов. Необходимо показать обучающимся разницу между физическим законом, использованным в задаче, и расчетными формулами. Для этого могут быть использованы различные виды выделения.

Далее проводится аналитическое решение. При этом вначале намечаются необходимые шаги, с расчетом на то, что способный самостоятельно мыслить студент получает результат раньше, чем преподаватель, и может проверить свой ответ. Более слабый студент анализирует выводимые на экран преобразования. Последовательность вывода формул облегчает восприятие. Свободный от мела преподаватель может акцентировать внимание студентов на тонкие моменты в решении и побуждать к размышлениям. Каждое действие выводится на экран только после того, как обсуждается с аудиторией. На рис. 1 показаны промежуточный шаг и окончательный вариант расчета напряженности поля в конденсаторе.

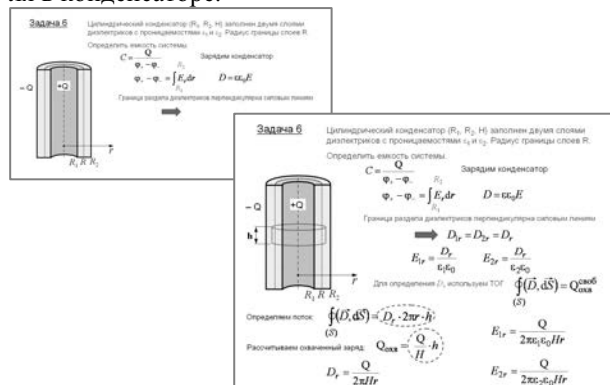


Рис. 1. Промежуточный шаг и окончательный вариант расчета напряженности поля

Аналогично представляются на экране следующие шаги решения — получение формулы для расчета емкости и анализ полученного результата.

2. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕШЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТОВ

Особенно удобен описанный подход к изложению материала, когда в задаче необходимо построить и проанализировать графики каких-либо зависимостей при различных исходных значениях.

В качестве второго примера рассмотрим задачу расчета поля в сферически симметричной системе. Не будем подробно останавливаться на всех этапах решения и пояснениях, закрепленных в графических образах, которые позволяет вносить данный подход. Рассмотрим лишь построение графиков.

Понятно, что вид графиков существенно зависит от соотношения зарядов. Поэтому соберем в одном месте все выведенные формулы и обсудим их видоизменение при конкретных значениях зарядов. На рис. 2 показан фрагмент подготовительного этапа, а на рис. 3 — процесс построения.

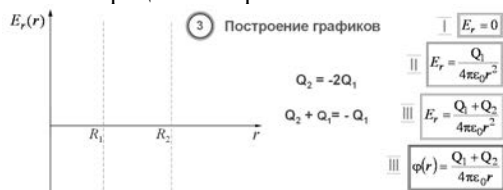


Рис. 2. Подготовительный этап построения

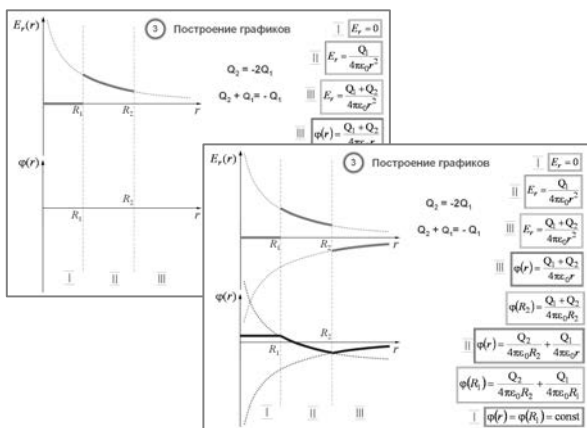


Рис. 3. Процесс построения графиков

По каждой задаче студентам может быть предложено дополнительное задание, позволяющее использовать и анализировать полученные соотношения. Например, построить графики при других начальных значениях. Для таких заданий легко организуется самопроверка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно сказать, что описанный подход к проведению практических занятий имеет следующие преимущества:

- используются возможности графической подачи и сопровождения информации;

- осуществляется последовательная подача информации, при необходимости обеспечивается возврат к предыдущим действиям;

- высвобождается время преподавателя для индивидуального объяснения;

- увеличивается потенциальное число учащихся на занятии, появляется возможность проведения потоковых семинаров;

- имеется возможность дистанционной работы в режиме on-line, например, с использованием системы Skype в режиме, когда экран одного компьютера отображается на другом;

- при необходимости осуществляется запись голоса.

Последнее преимущество не является очевидным, потому что по статистике один человек из десяти хочет и может заниматься самостоятельно, для остальных же нужна руководящая и направляющая сила. Система не сможет заменить преподавателя, задача которого всегда найти индивидуальный подход к конкретному студенту или группе, подобрать наиболее яркие и актуальные примеры для объяснения той или иной темы.

К недостаткам метода нужно отнести требования к техническому оснащению аудиторий.

В заключении можно сказать, что описанный способ проведения практических занятий был опробован на одной из групп АВТИ несколько лет назад. Для этого были разработаны презентации по решению базовых задач разделов «Электростатика» и «Электромагнетизм» в объеме, предусмотренном программой курса. В последствие эти презентации использовались в качестве примеров в курсе лекций на одном из потоков АВТИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новодворская Е.М., Дмитриев Э.М. Сборник задач по физике для вузов. — М.: Оникс 21 век, Мир и Образование, 2005. — 368 с.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ «СТРИН-4.0» И «ПОЛИГОН-СТРИН-4.0»

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются новые версии двух программных комплексов (ПК), предназначенных для внедрения новых информационных технологий в учебный процесс студентов НИУ «ВШЭ» и НИУ «МЭИ». Эти ПК осуществляют компьютерную поддержку базовой дисциплины «Информатика», раздел «Структурная информатика» и следующих специальных дисциплин: «Дискретная математика», «Теория графов и комбинаторика», «Структурный анализ систем», «Анализ и проектирование эффективных алгоритмов», «Базы данных и знаний».

ПЕРЕЧИСЛЕНЫ СРЕДСТВА, ВХОДЯЩИЕ В ПК, ПРИВЕДЕНЫ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПК И ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТ ИХ ПРЕДЫДУЩИХ ВЕРСИЙ.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема создания, хранения, сортировки и семантического поиска информации, представленной граф-моделями, актуализирует изучение студентами университетов нового раздела дисциплины «Информатика» — «Основы структурной информатики» [1]. Данный раздел изучается студентами в НИУ «МЭИ» с 2002 года и НИУ «ВШЭ» с 2007 года. Основным объектом исследования в структурной информатике является структурная информация. В своей основе она представляет собой графовые и гиперграфовые модели систем и процессов. Структурная информатика развивает прикладную теорию графов, добавляя к структурно-топологическому анализу компьютерный геометрический анализ. Для структурной информатики важен не только граф, моделирующий объект, но и его диаграмма (плоская либо объемная). При этом особую роль приобретают методы визуализации (прорисовки) структурной информации, позволяющие по-новому поставить задачи сравнения структур, включив в них сравнение диаграмм (анализ диаграмм структур систем с учетом минимизации площади (объема), занимаемого диаграммой, минимизации суммарной длины связей в диаграмме, минимизации числа изгибов связей и др.).

Большинство задач структурной информатики, решается с помощью ПК «СТРИН». Этот ПК предназначен для решения задач на отдельных структурах (или парах структур), выбираемых из базы данных с визуализацией результатов. Второй ПК предназначен для решения задач, использующих объемные базы структур с накоплением результатов в базе результатов. ПК «ПОЛИГОН-СТРИН» включает средства анализа и сравнения результатов и средства для определения вычислительной эффективности работы решателей базовых задач струк-

турной информатики [2]. При этом большинство решателей задач (выполненных в виде подключаемых программных модулей) работают в обоих ПК, только в одном случае результаты наглядно демонстрируются и записываются в базу результатов, а во втором — только записываются в базу результатов. При этом широко используются новые информационные технологии, включающие автоматическую и автоматизированную прорисовку диаграмм граф-моделей и их обобщений, визуализацию результатов решения базовых задач структурной информатики, анимацию базовых морфизмов над структурной информацией (изоморфизмы, автоморфизмы, изоморфные вложения, изоморфные пересечения и др.).

Функциональное наполнение четвертых версий программных комплексов расширено возможностью исследования не только графовых моделей (трансграфов), построенных на основе обыкновенных графов, мультиграфов и ациклических структур (сетей), но и на основе орграфов с весами на вершинах и дугах.

1. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «СТРИН-4.0»

Структурная информатика анализирует не только графовые модели, отражающие взаимосвязь составных частей систем и процессов, но и модели следующего уровня, отражающие взаимосвязь составных частей (фрагментов) этих графовых моделей. В качестве таких моделей более высокого уровня рассматриваются трансграфы (g -модели [3]), визуализирующие расположение фрагментов в структуре системы, и b -модели, характеризующие значимость фрагментов в структуре системы [4]. Рассмотрение включает в себя и изучение свойств диаграмм этих моделей. Таким образом, важным разделом структурной информатики являются методы построения и исследования структурных g - и b -моделей орграфов и их диаграмм.

Среди задач, которыми занимается структурная информатика, особую роль имеют задачи сравнения структурной информации: определение эквивалентности и сходства структур. Сравнение структур — это базовая задача, от решения которой зависит выполнение задач более высокого уровня, таких как поиск информации, определение зависимости между структурами объектов и их свойствами и др.

Анализ работ в области АСНИ и информационно-поисковых систем структурной информации (включая поиск в Интернете, теорию схем программ, структурное распознавание образов, органическую химию, САПР топологий вычислительных сетей и сред, биологию, генетику, социологию и др.) показывает, что если ранее наибольшее их число было связано с вопросами точного структурного

и подструктурного поиска, то в настоящее время акцент переместится на сходство, то есть на поиск наиболее близких по сходству структур. Классический подход к решению этих задач предполагает использование отношения изоморфизма и изоморфного вложения для определения эквивалентности и максимального изоморфного пересечения для вычисления меры сходства. Но одна мера сходства не может быть применима ко всем приложениям. В практических применениях структурной информатики требуются меры эквивалентности и сходства, отражающие различные особенности сравниваемых структур. Структурная информатика использует b - и g -модели для создания системы новых, гибких отношений сходства, учитывающих важные для исследователя особенности структур (состав, значимость, расположение фрагментов заданных типов и др.). Создание теоретических основ и ЭВМ-ориентированных методов формирования и исследования отношений структурного сходства систем, представленных графовыми моделями — центральная теоретическая проблема структурной информатики.

К актуальным прикладным аспектам структурной информатики следует отнести:

- организацию быстрого поиска информации, наиболее сходной по смыслу с заданной (в Интернете, базах данных, базах знаний);
- создание новых систем искусственного интеллекта с правдоподобными рассуждениями;
- создание новых систем структурного распознавания образов;
- создание новых интерактивных систем программирования, использующих визуальные по форме (интерфейсу) методы программирования с методами визуализации структур данных и структур действий над данными [2].

Структурно ПК «СТРИН» делится на две части: ядро и набор программных расширений.

Ядро «СТРИН» выполнено в виде одного исполнимого файла и содержит в себе:

– Модуль для работы с базами данных. ПК работает с базами, содержащими структуры и их описания. Такая организация позволяет удобнее создавать исходные данные для работ и оформлять результаты (отчет по работе может быть сохранен в той же базе структур, на которой эта работа проводилась).

– Подсистему управления базами структур. Она предоставляет интерфейс пользователя для работы с базами структур — добавление, удаление, упорядочение. Взаимодействует с модулем для работы с БД, подсистемой редактирования структур и их описаний, подсистемой структурного поиска.

– Редактор структур, который предоставляет средства для создания и изменения структур, решения базовых задач структурной информатики с помощью основных операций редактирования структур. Редактор способен представлять структуры объектов из различных предметных областей в привычной форме для этих областей.

– Редактор описаний, который позволяет хранить текстовую информацию в базах структур. Поддерживает сложное форматирование текста (картинки, таблицы, индексы, выравнивание и т.д.). Может использоваться для составления отчетов по ЛР, КР и типовых расчетов студентов.

– Подсистему структурного поиска, которая позволяет искать структуры в базе на основе сравнения с заданным шаблоном (используя отношения изоморфизма, изоморфного вложения и сходства). Может использовать различные решатели задач различения и нахождения сходства пары структур.

– Модуль запуска решателей. Он предоставляет программный интерфейс для работы с программными расширениями.

– Журнал. В журнал записываются основные действия пользователя и результаты решения задач (в том числе программами, созданными студентами для решения задач КР и типовых расчетов и интегрированными в программный комплекс).

– Модуль визуализации результатов, который показывает в наглядной форме результаты решения основных видов задач (отображения множества вершин или фрагментов структур друг на друга, раскраска, выделение фрагмента и др.).

Программные расширения представляют собой наборы отдельных модулей (динамически загружаемых библиотек или исполнимых файлов) и включают:

– Решатели задач структурной информатики, которые вычисляют характеристики структур, сравнивают структуры, выполняют над ними различные операции, демонстрируют процесс решения задач. Позволяют решать задачи в игровой форме.

– Модули импорта и экспорта структур, которые позволяют работать со структурами в различных форматах и дают возможность студентам познакомиться с различными способами представления структур и их ролью в эффективности решения задач.

Набор программных расширений является настраиваемым, что позволяет использовать ПК для выполнения различных учебных и исследовательских задач. Большинство из решателей (включая работы студентов) могут быть подключены как к ПК «СТРИН», так и к ПК «ПОЛИГОН-СТРИН».

Центральное внимание при создании «СТРИН-4.0» уделено использованию новых классов граф-моделей систем, включающих трансграфы путей и полупутей для сетей и орграфов [4]. Цель создания новых классов граф-моделей связана с внедрением новых информационных технологий в учебный процесс, впервые позволяющих осуществлять:

– визуализацию расположения путей (полупутей) и их вкладов в сложность орграфов;

– визуализацию и анимацию действия автоморфизмов групп расположения путей (полупутей) в орграфах с использованием метода сведения набора задач автоморфного разбиения множества путей (полупутей) орграфа $G = (V, E)$ к задаче авто-

морфного разбиения множества вершин в трансографе расположения путей (полупутей) в G .

Выделим оригинальные особенности, включенные в разработку ПК:

- интеграция редактора структур с решателем базовых задач структурной информатики;
- демонстрация практического применения решаемых задач на структурах объектов из различных предметных областей;
- наличие обучающих игровых компонентов;
- возможность решения базовых задач структурной информатики с визуализацией не только входных и выходных данных, но и процесса решения задач;
- визуализация и анимация базовых морфизмов над структурами: автоморфизмов, изоморфизмов, изоморфных вложений, пересечений и других;
- наличие программных интерфейсов для добавления новых функций и для быстрого и удобного подключения студенческих разработок;
- совместимость с ПК «ПОЛИГОН-СТРИН» и АСНИ «Мастерская граф-моделей» [5].

В разработку ПК кроме автора принимали участие С.В. Ткаченко, А.А. Незнанов, В.В. Кохов, А.Р. Ибрагим, М.Р. Джасим.

2. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ПОЛИГОН-СТРИН-4.0»

Данный ПК предназначен для компьютерной поддержки самостоятельной работы студентов (ТР, КР) и выполнения ЛР по базовой дисциплине «Информатика» (раздел «Основы структурной информатики») и дисциплине «Анализ и проектирование эффективных алгоритмов».

Учебные задачи структурной информатики, решаемые с помощью ПК:

- Проведение ЛР по анализу эффективности работы алгоритмов на структурах. В ходе исследований студенты изучают классы алгоритмов по их вычислительной сложности, методы экспериментального определения вычислительной сложности, примеры областей применения вычислительно сложных алгоритмов, свойства структур, используемых для разработки эффективных алгоритмов.
- Выполнение ТР (более 5000 заданий) по поиску базовых характеристик структур.
- Выполнение курсовых работ (более 7200 заданий) с использованием средств для:
 - автоматизированной подготовки исходных данных с тремя уровнями сложности;
 - проверки корректности работы алгоритмов;
 - анализа вычислительной сложности с построением графиков зависимостей времени работы от размера и сложности структур;
 - сравнения эффективности работы различных программ (возможно на разных языках программирования) студентов для одного и того же алгоритма.

Подготовлены задания и методические указания для выполнения ТР и КР [6].

Основные отличительные особенности ПК:

- наличие развитых средств подготовки входных данных для учебных задач, включающих средства генерации случайного набора структур с заданными параметрами, средства конструктивного перечисления структур заданного семейства, средства преобразования одних структур в другие, средства для импорта структур из различных форматов файлов;
- возможность демонстрации практического применения решаемых задач на структурах объектов из различных предметных областей;
- наличие пакетного запуска решателей задач по различным схемам проведения экспериментов;
- наличие средств для сбора и анализа информации по эффективности решения задач;
- удобная организация баз структур и результатов решения задач;
- наличие решателей базовых задач структурной информатики, используемых для демонстрации основных понятий вычислительной эффективности алгоритмов и для сравнения с работами студентов (определение корректности и эффективности);
- наличие средств анализа и визуализации результатов решения задач;
- наличие программных интерфейсов для добавления новых функций и для подключения студенческих разработок на любых языках программирования;
- совместимость с ПК «СТРИН».

Для проведения экспериментов по оценке вычислительной эффективности алгоритмов на средних по сложности структурах был разработан оригинальный метод анализа их сложности. На основе метода выделены структуры с низким, средним и высоким уровнями сложности [5].

Для отбора структур по уровню сложности используется средство статистического анализа данных, которое, в числе прочего, определяет оценку математического ожидания и создает таблицы-фильтры, содержащие структуры, значение индекса сложности которых отличаются от нее не более чем на заданную величину (средние по сложности структуры). Аналогично создаются структуры с высоким и низким уровнями сложности. Разработаны методы отбора структур, как по их средней сложности, так и по средней сложности их фрагментов, максимальных общих фрагментов двух структур, что позволяет разрабатывать генераторы средних по сложности структур в разных семействах и для решения широкого спектра задач.

В новой версии ПК расширены возможности всех используемых средств на класс оргграфов и их трансграфов с весами на вершинах и дугах.

Для работы ПК «СТРИН» («ПОЛИГОН СТРИН») требуется компьютер с процессором класса Pentium, ОС семейства Microsoft Windows 2000/XP/2003/VISTA/7 и 256 МБ свободной оперативной памяти. Важной частью ПК являются базы различных семейств структур (4 СД). Объем памяти, занимаемой на жестком диске 98 МБ (79 МБ).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные ПК дают возможность исследовать расширенный класс анализируемых структур (орграфы и их трансграфы) и позволяют:

- при выполнении ЛР, ТР и КР студентами использовать интегрированную среду визуального редактора структур с решателем базовых задач семантического поиска, различения, упорядочения, определения сложности и сходства структур;
- автоматически или автоматизированно создавать прорисовки диаграмм структур систем, наиболее полно и наглядно отражающих структурную информацию;
- быстро и наглядно показывать статические демонстрационные графовые модели структур объектов и систем;
- использовать динамические модели процессов манипулирования структурной информацией (изоморфизмы, изоморфные вложения, максимальные изоморфные пересечения и др.);
- демонстрировать практическое применение решаемых задач структурной информатики на объектах из широкого класса предметных областей;
- использовать унифицированный программный интерфейс для подключения студенческих разработок, выполненных на разных языках программирования, с целью автоматизированного тестирования и определения эффективности работы программ;
- изучать интерактивные человеко-машинные алгоритмы на основе визуализации процесса поиска

решения комбинаторных задач по диаграмме графовой модели анализируемой структуры;

- использовать обучающие игровые компоненты для повышения мотивации обучения студентов наиболее сложным разделам дисциплины;
- развить у студентов навыки конструктивного мышления и разработки алгоритмов решения задач, связанных с *компьютерным дизайном структур*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кохов В.А., Незнанов А.А., Ткаченко С.В.** Опыт преподавания и развитие курса «Основы структурной информатики». Труды международной НТК «Информационные средства и технологии», МФИ-2007, ТЗ. М.: Изд-во МЭИ, 2007. — С. 73—77.
2. **Кохов В.А., Ткаченко С.В.** Решатель базовых задач структурной информатики. М.: Изд-во МЭИ, 2006. — 192 с.
3. **Кохов В.А., Кохов В.В.** Граф-модели для анализа сходства структур систем на основе обобщенного подструктурного подхода. //Двенадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. КИИ-2010: Труды конференции. В 4-х томах. Т. 1. М.: Физматлит, 2010. — С. 133—141.
4. **Кохов В.А., Кохов В.В.** Метод решения задачи различения орграфов на основе сложности // Бизнес-информатика. 2011. № 5. — С. 34—46.
5. **Kokhov V.A., Neznanov A.A., Tkachenko S.V.** Integrated research environment "Graph Model Workshop". // Fourth conceptual structures tool interoperability workshop (CS-TIW'09), Moscow, Russia, 2009. PP. 7—12.
6. **Кохов В.А., Ткаченко С.В.** Исследование алгоритмов структурной информатики с помощью ППП «ПОЛИГОН-СТРИН». М.: Изд-во МЭИ, 2005. — 68 с.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЦИКЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются оригинальные программные средства учебного назначения, разработанные на кафедре прикладной математики НИУ «МЭИ». Они предназначены для компьютерной поддержки выполнения типовых расчетных заданий, лабораторных работ, курсовых проектов, УНИР, НИИР и самостоятельной работы студентов АВТИ НИУ «МЭИ».

ВВЕДЕНИЕ

Широкий теоретический и прикладной спектр применения структурного анализа привел к выделению новой дисциплины — прикладной теории графов и в ее рамках нового раздела «Структурная информатика» или «Компьютерный дизайн структур». Учитывая особую роль, которую методы прикладной теории графов играют в развитии новых информационных технологий (визуализация сложно организованных данных, построение человеко-машинных интерфейсов и др.), возрастает актуальность разработки новых программных средств для визуального интерактивного дизайна в исследовании сложности, сходства структур объектов, систем и процессов, проведения вычислительных экспериментов по поиску и сравнению структурной семантической информации, анализу полученных результатов.

1. АЦИКЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

Особую роль среди многообразия структур объектов, систем и процессов играют ациклические структуры (АС). АС включают в себя орграфы без контуров, графы-деревья и графы-леса.

Примерами областей применения АС являются:

- системы искусственного интеллекта (модели представления знаний в виде логико-вычислительных семантических сетей);
- компьютерная графика и машинное зрение (представление деформируемых моделей);
- графодинамика (модели динамики изменения структур управления и систем подчиненности в государстве, организации, предприятии и др.);
- выполнение задач на распределенных компьютерных системах (модели взаимодействия подзадач решаемой задачи и модели вычислительной среды);
- системы поддержки принятия решений (деревья решений);
- генетика (модели мутации генов в виде ордервеев с весами на вершинах);
- системы семантического web-поиска электронных документов (семантические сети).

Широкий спектр практического и теоретического применения ациклических структур стимулирует

разработку современных средств их исследования и применения этих новых средств в обучении студентов университетов.

С целью расширения функциональных возможностей программных средств, входящих в учебно-методический комплекс «Основы структурной информатики» [1], и более широкого применения комплекса в учебном процессе студентов университетов разработаны два новых программных средства учебного назначения:

- «Интегрированная среда визуального и алгоритмического решения задач поиска, сравнительного анализа и *определения сложности* ациклических графовых моделей систем» (ПСУН_1);
- «Интегрированная среда визуального и алгоритмического решения задач поиска, сравнительного анализа и *определения сходства* ациклических графовых моделей систем» (ПСУН_2).

2. ПСУН_1

ПСУН_1 представляет собой программную среду для визуального интерактивного дизайна и исследования *сложности АС*, проведения вычислительных экспериментов по сравнению АС, анализа полученных результатов и автоматического создания отчетов. ПСУН_1 поддерживает выполнение типовых расчетных заданий, лабораторных работ, курсовых проектов, УНИР и НИИР студентов АВТИ НИУ «МЭИ», изучающих дисциплины «Теория графов и комбинаторика», «Дискретная математика», «Алгебра и аналитическая геометрия» и др.

Одной из основных задач, решаемых в рамках разработанной среды, и внедряющей новые информационные технологии, была задача вычисления и визуализации системы моделей сложности АС с вычислением и визуализацией вкладов фрагментов (путей и полупутей) в общую сложность АС. С этой целью были разработаны два класса новых моделей (трансграфы путей и полупутей), предназначенных для визуализации всех типов путей и полупутей, которые интересуют исследователя, и их значимости в топологии анализируемой структуры. Значимость определяется на основе вычисления модели сложности и определении вклада анализируемого фрагмента в общую сложность АС [2].

На рис. 1 приведен пример трансграфа путей ($gp(dt)$) и полупутей ($ghp(dt)$) для ордерва dt . Вершины трансграфа взаимнооднозначно отображают все пути (полупути) в dt с сохранением симметрии их расположения в dt . Вид вершины определяет тип пути (полупути).

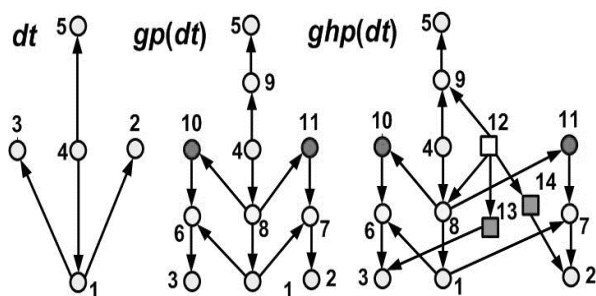


Рис. 1. Примеры трансграфов для ордерера

Система иерархически уточняемых моделей сложности использована при разработке учебного программного комплекса семантического поиска информации в объемных базах электронных документов. Документы представлены в базах документов в виде семантических сетей (орграфов без контуров с весами на вершинах и дугах).

На рис. 2 приведен пример сети, отображающей семантику следующего предложения: "Поставщик осуществил поставку изделий по заказу клиента до 1 июня 2004 года в количестве 1000 штук".



Рис. 2. Пример семантической сети

3. ПСУН_2

ПСУН_2 представляет собой аналогичную ПСУН_1 программную среду. Центральной задачей, решаемой с помощью ПСУН_2, была задача обучения студентов двум методам определения сходства структур на основе [3]:

- классического подструктурного подхода, использующего алгоритм определения максимального изоморфного пересечения двух структур с вычислением индекса сходства структур;
- обобщенного подструктурного подхода, использующего систему трансграфов АС и алгоритм определения максимального изоморфного пересечения

двух трансграфов с вычислением индекса сходства структур.

Среди других задач, решаемых с помощью ПСУН_2 и внедряющих новые информационные технологии, были следующие задачи:

- автоматическое построение и визуализация графа попарного сходства структур в заданном наборе структур;
- визуализация и анимация процесса получения кластеров структур по результатам определения их попарного сходства при заданном параметре удаления ребер в графе попарного сходства.

Для работы ПСУНов требуется ПК на базе процессоров класса *Intel Pentium 3*, *AMD Athlon* или более мощных, 256 МБ свободной оперативной памяти, ОС *Microsoft Windows* версий от *Me* до 7.

Для изучения ПСУНов студентам требуется 12 академических часов самостоятельных занятий с применением ПК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование разработанных ПСУНов позволило внедрить новые информационные технологии в учебный процесс и как следствие углубить теоретические и практические знания студентов в области структурного анализа систем. На основе ПСУН_1 и ПСУН_2 в рамках программного комплекса учебного назначения «СТРИН-4.0» создана оригинальная подсистема, позволяющая обучать студентов современным методам семантического поиска электронных документов, совпадающих или сходных с заданным документом, в объемных базах документов.

ПСУНЫ могут быть использованы не только в учебном процессе, но и при разработке АСНИ, информационно-поисковых систем, САПР, систем структурного распознавания образов и других систем, связанных с применением графовых моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кохов В.А., Ткаченко С.В., Незнанов А.А. УМК "Основы структурной информатики". <http://ctl.mpei.ru/pdfs/012pdf>.
2. Кохов В.А., Кохов В.В., Джасим М.Р. Модели для анализа структурной сложности систем //Вестник МЭИ. 2010. №1. — С. 1—14.
3. Кохов В.А., Кохов В.В., Ибрагим А.Р. Система моделей для анализа сходства графов с учетом расположения цепей //Вестник МЭИ. 2009. №5. — С. 5—13.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ JIGREIN В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается применение программы математического моделирования сложных динамических систем в инженерном образовании на примере программы Jigrein. Образовательная среда рассматривается как сборка из двух компонентов: математического ядра с поточной моделью управления и графического инструмента конфигурирования математических ядер. Оцениваются качество обучения и возможность работы с интерактивными моделями, при подготовке инженерных кадров, а также взаимодействия программ математического моделирования с пользователем.

ВВЕДЕНИЕ

Перспективная система образования должна быть способна не только вооружать знаниями обучающегося, но и, вследствие постоянного и быстрого обновления знаний в нашу эпоху, формировать потребность в непрерывном самостоятельном овладении ими, умения и навыки самообразования.

1. ПРОГРАММА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ JIGREIN КАК ПРИМЕР ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Одним из приоритетных направлений является информатизация образования, которая создает материальную и методологическую основу для возникновения и развития новых форм получения образования.

Такой формой получения образования является дистанционное обучение. Современные образовательные среды характеризуются высоким уровнем адаптивности и интерактивности с обучаемым. Примером такой среды является программа математического моделирования поведения сложных динамических систем — Jigrein. Она создана в соответствии с технологией ActiveX-компонентов: инсталляционный файл программы Jigrein.CAB встроен в документ Jigrein.chm, chm-файлы справочной системы ОС Windows — это специализированные архивы html-страниц. За их визуализацию отвечает браузер MS Internet Explorer. Если браузер обнаруживает отсутствие программы на компьютере пользователя, то автоматически инициирует процесс ее инсталляции из файла Jigrein.CAB. Программа Jigrein является сборкой из двух независимых компонентов: математического ядра K2.SimKernel с поточной моделью управления и графического инструмента конфигурирования математических ядер K2.ModelDrawing. Математические ядра — это своеобразные «стелсы» в мире программного обеспечения. До сих пор никто не видел их окна, меню

или документацию. Надо отметить, что это программное обеспечение развивается под действием очень развитой системы ограничений: быстродействие, работа в реальном времени, взаимодействие с аппаратными средствами, функционирование математических функций в самых разнообразных конфигурациях передачи данных. Математическое ядро K2.SimKernel предназначено для динамического создания в памяти ЭВМ разнообразных масштабируемых конфигураций исполняемого кода математических моделей динамических систем. Каждая конкретная конфигурация исполняемого кода либо программируется скриптом, либо определяется тем или иным SimML-файлом модели. В процессе исполнения кода модели интерфейс пользователя обеспечивают серверы визуализации и online-воздействий. Ядро K2.SimKernel вместе с набором серверов визуализации и online-воздействий являются внутрипроцессорными COM-серверами и реализованы в виде динамически подключаемой библиотеки. Используемое в программе Jigrein ядро K2.SimKernel вместе с библиотекой SimLib4Visio является заслуживающим внимания инструментом для моделирования поведения сложных динамических систем. K2-ядро имеет два десятка дискретных квазианалогов интеграторов; гибкую систему контроля над временем симуляции; поддерживает разные режимы функционирования: авторестарт, предустановку, сохранение начальных условий. Кроме симуляции движения координат моделей ядро поддерживает функции анализа для SIMO-систем: составляет ABCD-матрицы линеаризованного образа модели для текущего состояния, строит годографы Найквиста, Найквиста-Федосова, ЛАЧХ & ЛФЧХ. Пространство состояний составляется относительно всех основных решателей: 1/s, 1/z, 1/e, S&H (УВХ), unknown & constraint и их модификаций. Т.е. при уточнении ABCD-матриц идентифицируются коэффициенты дифференциальных уравнений, разностных, уравнений с запаздывающим аргументом и алгебраических. Частотный анализ возможен как для непрерывных, так и для дискретных систем (имеются частотные операторы для s- z- e-операторов, а также аппроксиматор (sTe/[e-1]) для экстраполятора нулевого порядка — S&H). В качестве иллюстративного материала предлагаются демонстрационные модели тех или иных технических устройств, функционирующих в HTML-страницах. В этом случае математическое ядро конфигурируется встроенным в страницу скриптом, результаты симуляции демонстрируются тем или иным сервером визуализации (осциллограф, цифровой дисплей,

шкальный прибор). Контролировать процесс симуляции можно посредством предлагаемого меню и серверов online-воздействий. Модели в HTML-страницах сопровождаются чертежом соответствующей блок-схемы, которые были созданы в программе MS Visio с помощью библиотеки SimLib4Visio.

2. СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ

Одна из интересных возможностей, предоставляемая пользователю библиотеки SimLib4Visio — это создание интерактивных моделей, встраиваемых в HTML-страницы. Ниже приведен скриншот чертежа математической модели прыгающего мяча, разработанной в программе Jigrein (рис. 1). На рисунке видны электрические элементы и математические блоки. До недавнего времени моделирующие программы можно было отнести к одной из двух групп. Первая — опиралась на идею блочного моделирования. Вторая — поддерживала физическое моделирование. Jigrein стирает границу между ними и открывает перед пользователем новые горизонты. Особым достижением программы является новый графический язык представления моделей. В его основе все те же блок-схемы и электрические принципиальные схемы. Но внесение модификаций революционно меняют графическое представление моделей технических систем в программах. Новый графический язык, а также выбранная технология построения моделей снимают технические ограничения, препятствующие их полной деинкапсуляции. Модели всех технических устройств в программе Jigrein можно разобрать по фрагментам «до последнего сумматора». И не только разобрать, но и модифицировать по собственному усмотрению пользователя. Другой особенностью программы Jigrein является необычный интерфейс, выбранный для взаимодействия с пользователем. Программа не имеет собственного окна, инструментальных панелей с кнопками. Отсутствует команда «Файл > Сохранить». Установка программы происходит непривычным и в большинстве случаев незаметным образом. Рисунок модели, т.е. скриншот, сохраняется в gif-файле. Известно, что html-документы могут содержать интерактивные изображения, за чье отображение отвечает не браузер, а другая программа, например, Adobe Flash Player (ранее Macromedia Flash Player). Аналогичным образом работает программа Jigrein. Когда браузер Microsoft Internet Explorer обнаруживает html-документ, включающий математическую модель, он запускает программу Jigrein, которая отвечает за ее визуализацию. В любой программе математического моделирования пользователь выполняет лишь четыре действия: создает блоки или элементы; со-

здает связи; уточняет параметры; запускает процесс симуляции или анализа. Эти действия в программе Jigrein можно выполнить с помощью мыши и контекстных меню (главное меню показано на рисунке). Тот факт, что модели программы Jigrein встраиваются в html-документы, способствует их документированию и распространению в сети. Пользователю достаточно знать основы создания html-документов. Отметим, что имеется интересная возможность оформления комплекта моделей в виде электронной книги — одного chm-файла справочной системы ОС Windows. Программа Jigrein может быть встроена в такой файл и увеличивает его размер лишь на 310 КБ. Для преподавателей — это отличная возможность создания интерактивных учебных пособий по математике, электронике, теории автоматического управления и математическому моделированию.

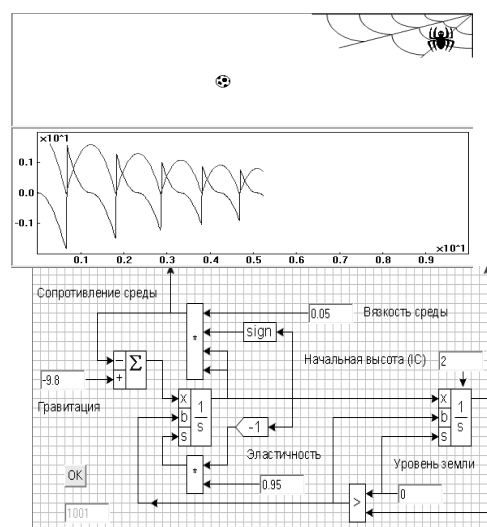


Рис. 1. Скриншот чертежа модели прыгающего мяча, разработанной в программе Jigrein

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время процесс информатизации общества стал одним из наиболее значимых глобальных процессов современности. Одним из его приоритетных направлений является информатизация образования, которая создает материальную и методологическую основу для возникновения и развития новых форм получения образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овсянников Г.И. Введение в дистанционное образование. — М.: Изд-во «Эксмо», 2006.
2. Клиначев Н.В. Библиотека SimLib4Visio - инструмент программирования математических ядер моделирующих программ. — Челябинск, 2004—2007.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН ГУМАНИТАРНОГО ЦИКЛА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПРОТИВОРЕЧИЯ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются особенности преподавания дисциплин гуманитарного цикла при подготовке современных инженерных кадров в условиях информатизации высшего образования. Особое внимание обращается на проблемы и противоречия при использовании инновационных технологий на лекциях и семинарах по истории в условиях информационного взрыва, а также при использовании электронных образовательных ресурсов в процессе преподавания.

ВВЕДЕНИЕ

Информатизация промышленности и общества выдвигает требования по подготовке качественно новых инженеров с высоким уровнем знаний в предметной области, владеющих современной вычислительной техникой и новейшими технологиями. Решение данной проблемы возможно лишь при кардинальной перестройке инженерного образования, обеспечении идентичности инструментальных средств, технологий и информационной среды студента и инженера.

1. ЦЕЛИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСТОРИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В настоящее время во всем мире при подготовке инженеров студента учат работать с собственным мышлением. На первый план выдвигается не складирование в памяти суммы готовых ответов, а формирование желаний и умения самостоятельно добывать знания, искать истину, создавать и защищать проекты. Образование в эпоху информатизации подразумевает стимулирование фундаментальных и прикладных информационных исследований, исследований проблем развивающегося информационного общества и его влияния на человека.

При интерактивном обучении учебный процесс организован таким образом, что практически все студенты учебной группы оказываются вовлеченными в процесс познания. Совместная деятельность студентов в процессе освоения учебного материала означает, что каждый вносит свой индивидуальный вклад, идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности в атмосфере доброжелательности и взаимной поддержки, что позволяет не только получать новые знания, но и развивает саму возможность познавать.

В ходе диалогового обучения студенты учатся критически мыслить, решать сложные задачи на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения. Для этого на

семинарах организуются индивидуальная, парная и групповая работа, применяются исследовательские проекты, ролевые игры, идет работа с документами и различными источниками информации, используются творческие работы.

При этом мы призываем отказаться от традиционного восприятия компьютера исключительно как инструмента для обработки информации, обладающего дополнительными возможностями.

Центральным элементом нашего курса являются лекции, сопровождающиеся электронными презентациями. Комбинированный, мультимедийный подход, основанный на дополнительном восприятии информации в форме образов, обеспечивает получение более глубоких знаний, которые запоминаются надолго.

Изучение истории, как и любой другой науки, предполагает использование компьютерных технологий. Коллективом кафедры истории и культурологии НИУ «МЭИ» подготовлены электронные презентации по курсу истории, к созданию которых нередко привлекаются и успевающие студенты, и постоянно обновляемый электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по тому же курсу.

Также создан богато иллюстрированный мультимедиа курс «Отечественная история», где в конце каждой лекции приведен список литературы, вопросы для самопроверки и рубежный тест по данной лекции, а методические указания содержат рекомендации, которые помогают студентам более эффективно работать с учебным материалом.

Мультимедийный курс лекций призван, во-первых, обеспечить устойчивый интерес к учебе; во-вторых, создать при обучении эффект эмоционального «погружения» в эпоху и, в-третьих, обеспечить более глубокое запоминание учебного материала через образное восприятие и эмоциональное воздействие.

Курс имеет трехуровневую структуру содержания. Первый уровень — общие сведения по той или иной теме. Второй уровень содержит пояснение терминов, встречающихся в тексте лекции. На третьем уровне можно найти расширенную информацию по теме.

Данный курс также широко используется в дистанционном обучении.

2. ЗАЩИТА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ОТ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ

Использование компьютерных технологий не должно быть самоцелью и подменять собой процесс

обучения. Последние несколько лет автору приходится сталкиваться с тем, что студенты, слушая лекцию, не умеют выделять главное. Так, при чтении лекции, сопровождающейся электронной презентацией, многие студенты подчас бездумно переписывают или фотографируют то, что видят на экране, в том числе подрисовочные подписи, заголовки слайдов и т.п. При этом они совершенно не понимают, что иллюстрации и сопровождающий их текст не являются лекцией как таковой. В итоге такие студенты практически не усваивают основной материал. Кроме того, некоторые преподаватели считают, что компьютерные технологии должны лишь помогать получать быстрый доступ к необходимой информации. Так, бытует мнение, что лучший электронный учебник сродни энциклопедии, когда в распоряжении студента оказывается огромный объем информации, которую можно рассортировать по совокупности нужных в данный момент признаков. В таких «учебных пособиях» все тексты и изображения легко копируются через буфер обмена в любой текстовый или графический редактор. А дальше их можно редактировать, форматировать по своему желанию... Студенты же часто применяют информационные технологии для обмана преподавателей. К сожалению, такая позиция очень широко распространена среди тех, кто считает, что учеба — это получение положительных оценок минимальными усилиями и любым способом.

Сотрудники кафедры истории и культурологии НИУ «МЭИ» считают своим долгом не только внедрять достижения научно-технического прогресса в преподавание, но и защищать студентов и себя самих от негативных последствий компьютеризации. Информацию нашего курса можно только просмотреть на экране монитора. Это исключает возможность использования нашей программы для «быстрого изготовления» рефератов и т.д.

Для того чтобы преподавателям истории, имеющим доступ к Интернету, было легче отличить оригинальные рефераты от плагиата, выловленного в Сети, наверное, стоит задуматься о составлении коллекции ссылок на разделы «История» всех наиболее популярных российских «коллекций готовых рефератов» (см. <http://www.history.ru/ref.htm>). Осознаем, что число российских преподавателей истории, имеющих доступ к Интернету, очень невелико, но надеемся, что даже принципиальная воз-

можность быть пойманным за руку остановит некоторых юных компьютеризированных плагиаторов. Мы бы посоветовали преподавателям в обязательном порядке заходить на подобные сайты перед проверкой рефератов, а также пользоваться услугами Интернет-сервисов по антиплагиату (например, <http://www.antiplagiat.ru/index.aspx>).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

— новые технологии несут в себе целый комплекс нравственных, правовых и социальных проблем, а также связанные с этим риски, обусловленные отставанием общественного сознания от вызовов информационной революции;

— инновационные технологии, создающиеся людьми, предполагают необходимость сохранения морально-этических и культурных традиций, воспитание чувства патриотизма и гражданственности, что как раз и является задачей преподавателей гуманитарных дисциплин;

— сегодня цель обучения истории и других гуманитарных дисциплин ориентирует не просто на передачу программных знаний, но и на формирование обобщенных способов выполнения деятельности на примере решения познавательных задач того или иного курса;

— в наши дни изучение истории, как и любой другой науки, подразумевает широкое использование самых современных методик. Однако применение компьютерных технологий не должно стать самоцелью и подменять собой процесс обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Смирнова М.И.** Отечественная история с древнейших времен до начала XXI в. Материалы к практическим занятиям: учеб. пособие / М.И. Смирнова, Л.И. Краснова. — Изд. 2-е, доп. и перераб. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.
2. **Мировые цивилизации Нового времени и современности (Введение в историю мировых цивилизаций): учебное пособие / Г.З. Виноградова, Л.И. Краснова, Е.А. Кровяков и др.; под ред. Л.И. Красновой, М.И. Смирновой.** — М.: Издательство МЭИ, 2005.
3. **Мультимедиа курс «Отечественная история» (электронное учебное пособие)//коллектив авторов; под ред. проф. М.И. Смирновой).** — М.: ЦНИТ МЭИ, 2007.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА». ПРОГРАММА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются компьютерные модели, позволяющие создавать визуальным программированием электрические схемы цепей постоянного и переменного тока с измерительными приборами, задавать параметры элементов, проводить расчеты цепей, строить характеристики.

ВВЕДЕНИЕ

Электронные образовательные ресурсы ЭОР для инженерных дисциплин должны представлять студентам поле деятельности с изучаемыми объектами, без которого невозможно обучение. Такое поле создается интерактивными ЭОР.

В соответствии с [1] различают четыре уровня интерактивности:

1) условно-пассивные формы (студент выбирает фрагмент для усвоения, но не оперирует с его элементами);

2) активные формы (простые взаимодействия пользователя с контентом на уровне элементарных воздействий/откликов);

3) деятельностные формы (конструктивные взаимодействия пользователя с учебными объектами/процессами по заданному алгоритму с контролем отклонений);

4) исследовательские формы (исследования ориентируются не на изучение предложенных событий, а на производство собственных событий, события вызывают изменение сущности, внешнего вида, параметров, характеристик представляемых объектов, процессов, явлений).

Наиболее продуктивные деятельностные и исследовательские формы могут быть обеспечены с помощью моделирующих компьютерных программ, называемых в [1] моделерами. Устройство и использование моделеров весьма разнообразны.

Условно можно выделить два типа моделеров, позволяющих создать:

- модели целого класса объектов (например, математические вычислительные модели, модели электрических цепей);

- модели отдельных электрических объектов (например трехфазный асинхронный двигатель, усилитель напряжения).

Первый тип моделеров хорошо известен в виде математических программ MathCAD, MatLab, Mathematica и др., программ схемотехнического моделирования PSPice, MatLab Simulink, MicroCAP, Electronics WorkBench и др. Однако применение этих коммерческих программ требует существенных финансовых затрат и дополнительного обуче-

ния. Последнее связано с постоянными усовершенствованиями программ и усложнениями. Как правило, возможности и ресурсы таких программ выходят далеко за рамки необходимого для изучения дисциплины «Электротехника и электроника» (ЭЭ) студентами неэлектротехнических направлений. Кроме этого, во многих программах из-за их закрытости нельзя добавить опции, весьма необходимые для ЭОР (например скрытие ряда параметров, дополнительные ограничения на параметры, дополнение динамическими комментариями и др.).

В докладе представлен авторский схемотехнический моделер первого типа «VEL_1» (Виртуальная электрическая лаборатория), разработанный на кафедре Электротехники и интроскопии МЭИ специально для дисциплины ЭЭ.

Второй тип моделеров реализован в пакете моделирующих программ для классических электрических машин и ряда аналоговых электронных устройств и представлен в двух других докладах.

ПРОГРАММА VEL_1 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Программа VEL_1 позволяет:

- из компонентов схем замещения цепей постоянного и переменного тока, измерительных приборов и соединителей создавать визуальным программированием заданную схему, задавать параметры элементов;

- проводить расчеты состояния цепи в стационарных режимах при постоянных или синусоидальных токах заданной частоты;

- получать зависимости показаний измерительных приборов при изменении параметра одного элемента;

- записывать данные о схеме или полученные зависимости в файлах документа, если есть допуск от преподавателя, считывать данные из файла документа;

- скрывать параметры отдельных элементов.

Имеются две версии программы, которые представляют различные возможности: студенческая и преподавательская.

На рис. 1 приведен пример окна интерфейса пользователя после загрузки файла документа с источником при скрытых его параметрах. На рис. 2 — то же окно после дополнения схемы студентом при сопротивлении $R_2 = 100 \text{ Ом}$.

Повторяя расчеты при разных сопротивлениях R_2 , можно получить внешнюю характеристику источника в виде таблицы и графика (рис. 3). По двум точкам ВАХ, координаты которых находят с помо-

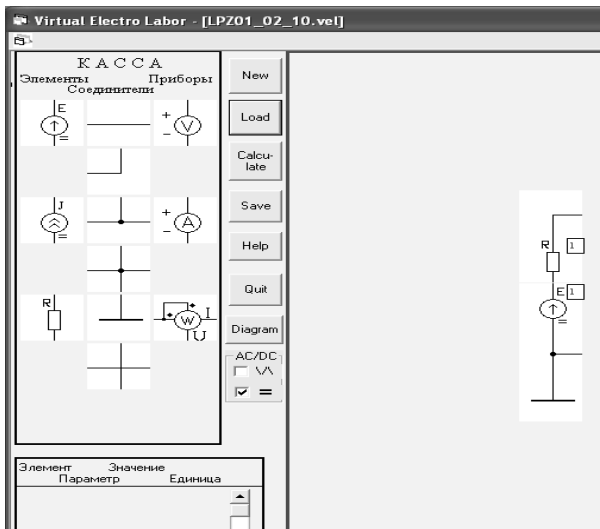


Рис. 1. Окно интерфейса при скрытых параметрах

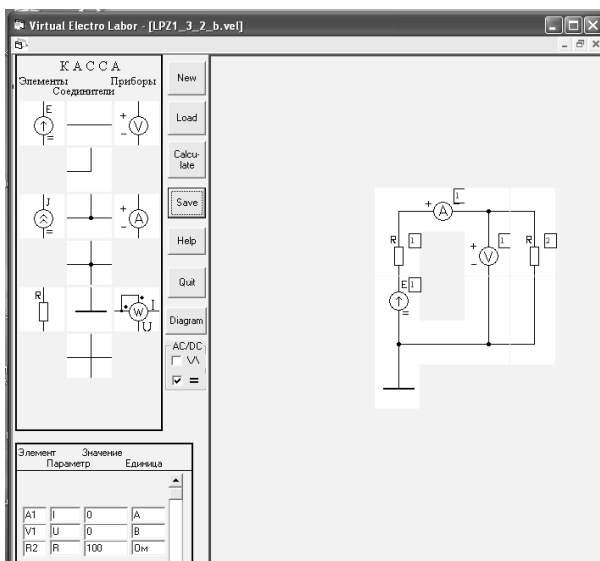


Рис. 2. Окно интерфейса со схемой цепи постоянного тока

щью визирных линеек X и Y, можно рассчитать параметры последовательной и параллельной схем замещения источника.

Другой пример с моделью цепи синусоидального источника с последовательным соединением элементов на рис. 4. Эта модель позволяет найти, например, зависимость состояния цепи от емкости конденсатора (рис. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа VEL_1 может быть использована для выполнения виртуальных лабораторных работ и лекционных демонстраций.

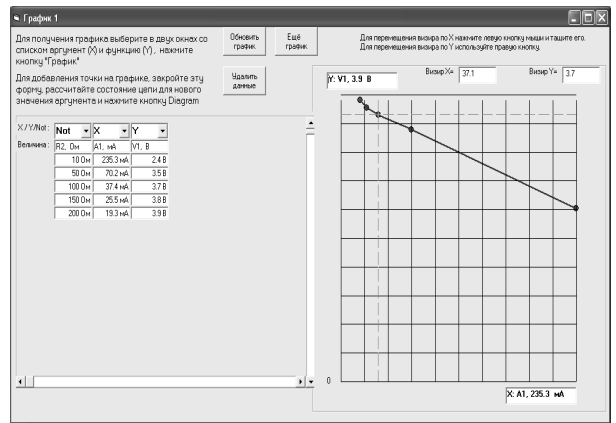


Рис. 3. Внешняя характеристика в виде таблицы и графика

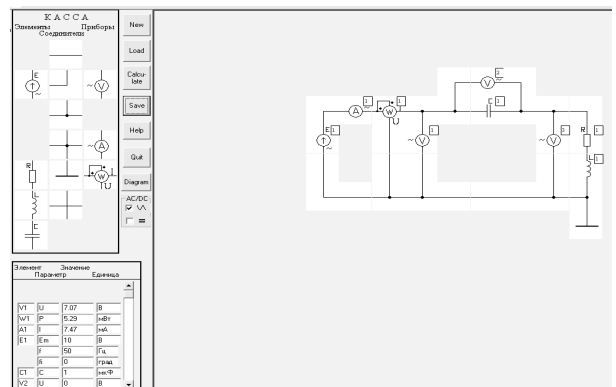


Рис. 4. Окно интерфейса со схемой цепи переменного тока

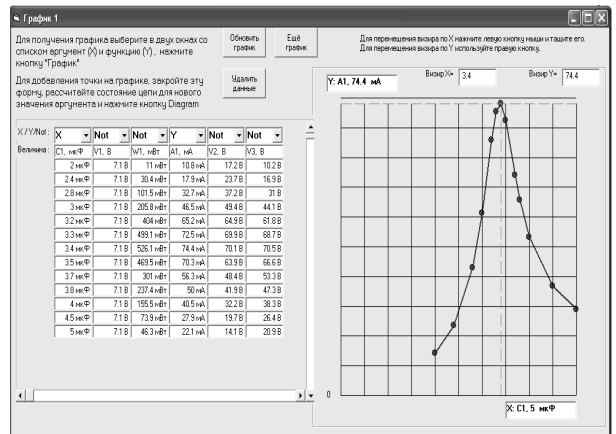


Рис. 5. Зависимость состояния цепи от емкости конденсатора

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Единые требования к электронным образовательным ресурсам». Документ, утвержденный зам. Министра образования и науки Российской Федерации, Москва, 2011, сетевая публикация.

О РОЛИ АНИМАЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НЕКОТОРЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с использованием анимаций при изучении курса общей физики в технических ВУЗах; обосновывается целесообразность их использования в учебном процессе; рассматривается имеющийся опыт их реализации и возможные перспективы развития.

ВВЕДЕНИЕ

Главная задача, которую решает изучение курса общей физики в техническом вузе — обучение студентов основам физических знаний, необходимых для усвоения общих естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин. Более эффективному решению этой задачи способствует использование в учебном процессе интерактивных курсов, компьютерных моделирующих программ, мультимедийных технологий, в том числе связанных с использованием сети Интернет.

1. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНИМАЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Изучение фундаментальных основ теории должно сопровождаться различного рода демонстрациями; среди них значительную роль играют компьютерные модели физических явлений и процессов, назначением которых является лучшее усвоение учебного материала и активизация образовательного процесса; формирование у обучаемых более полных представлений об этих явлениях и процессах.

Одним из вариантов моделирования реальных физических процессов и явлений являются компьютерные анимации, в которых рассматриваются их упрощенные условные варианты, а анализ обычно проводится на качественном уровне. Другим часто используемым вариантом компьютерного моделирования в физике являются интерактивные модели — в них рассматриваются как качественные, так и количественные параметры и характеристики обычно упрощенных явлений и процессов. Казалось бы, что из этого следует вывод: нет необходимости в использовании анимаций, так как интерактивные модели дают большие возможности для анализа. Однако анимациям все же принадлежит самостоятельная роль, так как они обладают дополнительными в сравнении с интерактивными моделями *техническими и методическими достоинствами*.

К *техническим достоинствам* относятся:

- возможность поэтапной реализации; например, поэтапное выполнение рисунков, чертежей, выводов формул;
- возможность наблюдать динамику процессов;
- возможность зафиксировать или остановить отдельные моменты процессов;

- возможность выделить каким-либо способом наиболее важные моменты или подчеркнуть те аспекты, на которые необходимо обратить внимание обучаемых.

К *методическим достоинствам* относятся:

- удобство использования как на лекциях, так и на семинарских и лабораторных занятиях за счет того, что можно демонстрировать различные этапы анимации в соответствии с планом изложения учебного материала, а также использовать различные ее фрагменты для разъяснения сути физических явлений или процессов;

- учет психофизиологических особенностей восприятия обучаемых, а следовательно, и дополнительные возможности для индивидуализации траектории обучения.

Общими достоинствами анимаций и интерактивных моделей являются:

- наглядность; причем степень наглядности может быть значительно выше именно у анимаций за счет более детальной проработки последовательности протекания процессов или же за счет более подробной детализации методики изложения учебного материала (например, при создании презентаций, в которых требуется обратить внимание обучаемых на логические взаимосвязи отдельных фрагментов материала или же отследить логическую последовательность выводов);

- визуализация физических явлений и процессов, которые трудно или невозможно реализовать в натуральных экспериментах;

- возможность использования для самостоятельной подготовки студентов;

- анимации, как и интерактивные модели, легко встраиваются в электронный учебный комплекс и др.

2. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНИМАЦИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

С целью повышения эффективности учебного процесса автором была создана серия анимаций к различным разделам курса общей физики.

К разделу «Электричество и магнетизм» были выполнены анимации по темам:

- расчет электростатических полей поверхностно заряженных проводников (сферы, бесконечно длинного стержня, бесконечной тонкой плоскости) с применением теоремы Остроградского-Гаусса;
- прецессия электрона в магнитном поле;
- поведение атомов и молекул диамагнетиков и парамагнетиков в неоднородных внешних полях;
- магнетизм как релятивистский эффект.

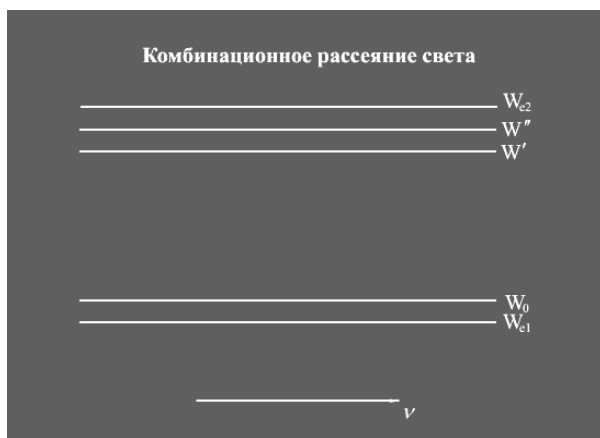


Рис. 1. Первый кадр анимации

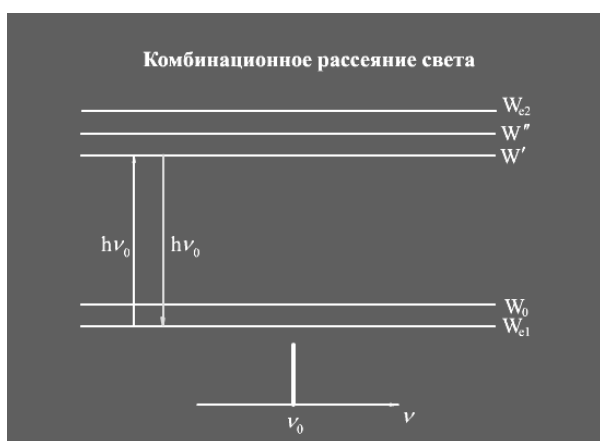


Рис. 2. Кадр анимации, на котором отражено появление центральной линии комбинационного рассеяния

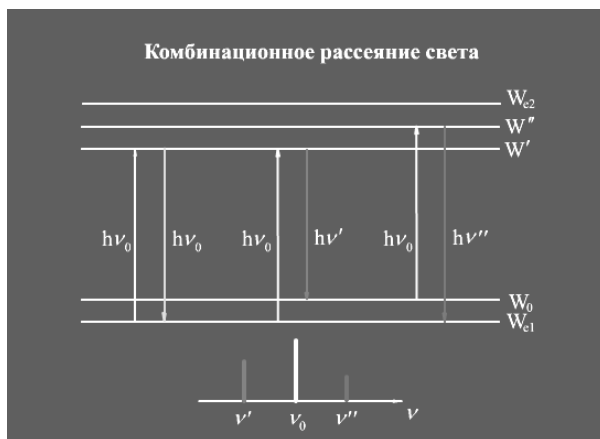


Рис. 3. Заключительный кадр анимации

К разделу «Квантовая оптика» выполнены анимации по темам:

- спонтанное и вынужденное излучение и резонансное поглощение;
- комбинационное рассеяние света.

В качестве примера на рис. 1—3 показаны отдельные кадры анимации по последней из перечисленных тем.

К разделу «Физика конденсированных состояний» была выполнена анимация «Возникновение энергетических зон в кристаллах».

Особенность перечисленных анимаций в том, что большинство рассматриваемых в них учебных вопросов являются сложными для понимания некоторой частью обучаемых, и в то же время не существует общедоступных мультимедийных или компьютерных пособий по этим вопросам.

Все перечисленные анимации использовались автором (а отдельные из них — рядом других лекторов) при чтении лекций, а также при проведении лабораторных работ по курсу общей физики. По отзывам обучаемых это в значительной степени облегчило понимание ими учебного материала в той его части, где они использовались, и как следствие, обеспечило более успешную защиту лабораторных работ и сдачу экзаменов. Результатом этого стало улучшение успеваемости. При этом было отмечено повышение интереса к дисциплине.

Разработанные анимации включены в электронную базу знаний кафедры физики имени В.А. Фабриканта и могут быть использованы лекторами кафедры. Автором планируется дальнейшая работа по методическому и техническому совершенствованию уже готовых анимаций и созданию оригинальных новых разработок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Безусловно, использование анимаций необходимо в учебном процессе, причем не только в технических, но и в других вузах, где изучается курс общей физики. Возможно, применение такого универсального языка отображения учебного материала (наряду с интерактивными моделями) когда-нибудь в перспективе даст возможность создать международный электронный ресурс по дисциплине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Международная** выставка-конференция «Информационные технологии в образовании». М.: Изд-во МИФИ, 2010.
2. **Переверзев С.И.** О Анимация в Macromedia Flash. М.: Изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются и анализируются вопросы, связанные с созданием и использованием в учебном процессе инженерного вуза электронных обучающих курсов и комплексов по геометро-графическим дисциплинам.

Приводится описание структуры комплексов по начертательной геометрии и компьютерной графике. Рассматривается вопрос междисциплинарных связей геометро-графических дисциплин.

Оцениваются результаты использования электронных комплексов, созданных на основе кейс-технологии, в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы, связанные с созданием и использованием в учебном процессе электронных обучающих курсов и комплексов являются в настоящий момент актуальной темой для обсуждения в вузовской среде.

Использование электронных учебных пособий для геометро-графических дисциплин, традиционно изучаемых в инженерных вузах, имеет свои особенности, требующие дополнительного обсуждения и изучения. Ключевым моментом является в данном случае преемственность и взаимосвязь графических дисциплин.

Активное внедрение электронных учебных пособий, учебников и курсов дисциплин видится перспективным в свете увеличения нагрузки, а следовательно, и числа студентов, с которыми взаимодействует преподаватель. Кроме того, с вводом в действие образовательных стандартов третьего поколения возможно уменьшение количества часов, отводимых на изучение учебных дисциплин.

Необходимость обеспечения качества образования делает невозможным корректирование учебных курсов простым сокращением материала, изъятием некоторых тем и разделов. Урезание учебного материала приведет к нарушению требования фундаментальности высшего профессионального образования. Следовательно, для полной и качественной проработки материала учащимся необходимо осуществить переход от информирующего к консультирующему виду преподавания и произвести перераспределение учебного времени между аудиторной и домашней работой учащихся [1].

1. НЕОБХОДИМОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ С МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫМИ СВЯЗЯМИ

Исследование способов повышения эффективности самостоятельной работы студентов во все времена было и продолжает оставаться одним из приоритетных направлений в работе преподавателя вуза.

В настоящее время актуальность такой работы определяется необходимостью формирования образовательной среды в условиях перехода к двухуровневой подготовке. В многочисленных публикациях [2], посвященных вопросам реформы высшей школы, говорится о необходимости пересмотра традиционных взглядов преподавателей вузов на организацию и осуществление учебного процесса.

Самостоятельная работа студентов в свою очередь должна быть обеспечена разнообразными материалами. Изменение требований к подготовке выпускника вуза приводит к изменениям в организации и осуществлении учебного процесса, к поиску эффективных способов обучения на основе известных методов, с привлечением новых средств. Перспективным и актуальным направлением является создание электронных обучающих комплексов по различным дисциплинам. В настоящий момент действует международный стандарт *SCORM*, определяющий требования к электронным обучающим курсам [3].

Методические рекомендации по разработке таких комплексов описаны в различных источниках, посвященных проблемам организации учебного процесса в вузе, и базируются на теории обучения в высшей школе. Также подробно описаны методики использования электронных учебных пособий в учебном процессе. Но вопрос использования междисциплинарных связей в электронных учебных комплексах освещен в литературе недостаточно.

Преподаватели, работающие с несколькими смежными дисциплинами, на практическом опыте убеждаются в необходимости единого подхода к разработке подобных электронных ресурсов.

2. СТРУКТУРА РАЗРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Сотрудниками кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ННГА-СУ) созданы электронные комплексы по дисциплинам «Начертательная геометрия» и «Компьютерная графика» для студентов первого и второго курсов очной формы обучения.

В данном случае была использована кейс-технология, основанная на самостоятельном изучении учащимися печатных и мультимедийных учебно-методических материалов, предоставляемых студентам в форме кейса, при этом существенная роль отводится очным формам занятий. Любой кейс является завершенным программно-методическим комплексом, где все материалы связаны друг с другом в

единое целое. Структуры электронных обучающих комплексов схожи, но имеют и ряд отличий, связанных со спецификой каждой из дисциплин.

Комплекс по начертательной геометрии включает в себя: календарно-тематический план занятий группы в течение семестра; примерный план каждого из практических занятий; документ, определяющий организационные требования к учебному процессу; списки основной и дополнительной литературы; сборник задач, включающий стандартные задачи и задачи повышенной трудности; списки контрольных вопросов по разделам дисциплины; комплект индивидуальных заданий и методические указания к их выполнению; раздаточный материал к лекциям; заготовки листов для выполнения проверочных работ и листов самооценки. Кроме того, в состав комплекса входят учебная версия системы КОМПАС-3D и «Руководство пользователя». Дополнительные материалы, содержат сведения из истории развития начертательной геометрии в России и за рубежом.

Комплекс по компьютерной графике имеет сходную структуру, и это позволяет студентам быстро включиться в процесс освоения новой учебной дисциплины на втором курсе. Навыки работы с комплексом, полученные на первом курсе, позволяют наметить личную траекторию обучения, учесть имеющийся опыт по рациональному распределению учебного времени. Комплекс по компьютерной графике включает в себя календарно-тематический план; планы практических занятий; организационные требования; списки литературы; краткий конспект лекций; методические указания по выполнению индивидуальных заданий; списки контрольных вопросов по разделам дисциплины; дистрибутивы программ КОМПАС-3D и Adobe Reader; дополнительную учебную литературу в электронном виде по компьютерной и инженерной графике. В отличие от комплекса по начертательной геометрии комплекс по компьютерной графике содержит в себе все варианты индивидуальных заданий. Такой подход обусловлен спецификой самостоятельной работы с геометро-графическими редакторами.

Электронный обучающий комплекс по дисциплине представляет собой набор поименованных файлов, связанных между собой аппаратом гиперссылок. Для создания экранного интерфейса и струк-

туры межфайловых связей использован язык *HTML* (программа *HtmlPad FisherMan*), обеспечивающий возможность работы с обучающим комплексом через стандартный ИНТЕРНЕТ-браузер операционной системы *Windows*. Следует заметить, что для создания подобных продуктов существует множество программ, ориентированных на пользователя, обладающего минимальными навыками программирования (на уровне курса информатики средней школы). Поэтому самостоятельная разработка преподавателями разных дисциплин электронных обучающих комплексов является вполне доступной процедурой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование электронных комплексов выявило целый ряд положительных результатов. Повышается уровень организованности студентов. В полной мере используются междисциплинарные связи. Вносятся коррективы и в работу преподавателя. Основная нагрузка приходится на подготовительный этап, когда происходит планирование учебного процесса, подготовка всех материалов. Становится актуальным вопрос компьютерной грамотности преподавателя и степень владения им не только стандартными средствами ПЭВМ (текстовые редакторы и т.п.), но и различными специальными программными продуктами. В то же время остается неразрешенной проблема юридического оформления авторских прав на электронные обучающие комплексы, так как в данный момент не разработана процедура регистрации подобных продуктов, не относящихся ни к программам для ЭВМ, ни к базам данных по известной классификации. Остается надеяться, что с развитием средств обучения проблема регистрации электронных обучающих комплексов получит должное разрешение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фокин Ю.Г.** Теория и технология обучения: деятельностный подход — М.: Академия, 2006.
2. **Сенашенко В.С.** О влиянии болонского процесса на российскую систему образования: Сборник трудов 12 Междунар. науч.-метод. конф. «Проблемы многоуровневого образования». — Н.Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2007. — С. 49—50.
3. **Стандарт SCORM** [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ccep.ifmo.ru.scorm>.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПО ТЕХНОЛОГИИ MATHCAD APPLICATION/CALCULATION

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены образовательные возможности технологии Mathcad Application/Calculation Server (www.vpu.ru/mas) при создании электронных образовательных ресурсов по учебным дисциплинам «Химия» и «Физическая химия».

ВВЕДЕНИЕ

Современные компьютерные технологии и, в частности, средства компьютерной математики (КМ) активно внедряются не только в исследовательскую практику, но и в систему образования — правда, пока не в русскоязычной учебной литературе. Образовательные технологии Mathcad Application могут реализовываться и в рамках так называемых облачных вычислений (Cloud Computing) — представление пользователю удаленных вычислительных мощностей - после открытия в Московском энергетическом институте (ТУ) Mathcad Calculation Server (MCS) (www.vpu.ru/mas). В докладе рассмотрены возможности облачных вычислений при создании электронных образовательных ресурсов по курсам «Химия» и «Физическая химия» — фундаментальным естественно-научным дисциплинам классического химического и инженерно-технического образования.

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРАКТИВНОГО СПРАВОЧНИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Возможности расчетов в режиме удаленного доступа на MAS/MCS позволили создать и внедрить в учебный процесс интерактивный справочник физико-химических величин. Пользователь MAS/MCS получает возможность вводить исходные данные расчетов в элементы интерфейса, передавая свои расчетные данные на сервер, где проводятся вычисления, и получать результаты расчетов в аналитической и графической форме. Учебная база данных позволяет в режиме реального времени исследовать температурные зависимости важнейших термодинамических функций веществ и констант равновесия реакций их образования. Графические иллюстрации дают наглядное представление о характере их изменения. Наглядность полученных результатов повышает возможность их смыслового анализа. Выявленные закономерности иллюстрируют методологическую и технологическую конкретику задач и возможные методы решения.

Интерактивная сетевая версия справочника позволяет рассчитать и графически иллюстрировать результаты расчета:

– температурные зависимости теплоемкости, изменения энтальпии и энтропии веществ и соединений;

– температурные зависимости теплот образования, энтропий образования и энергий Гиббса образования;

– температурные зависимости констант равновесия реакций образования веществ;

– средние ионные коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах в зависимости от молярной концентрации;

– предельную молярную электрическую проводимость ионов в воде в зависимости от температуры и концентрации;

– температурные зависимости констант равновесия важнейших газовых реакций;

– ионное произведение воды и pH воды в диапазоне 0— 100 °С;

– температурные зависимости произведения растворимости ПР(Т) и растворимость Р(Т) трудно-растворимых соединений;

– парциальные молярные величины;

– концентрации и степени превращения в необратимых и обратимых реакциях.

Технологии MCS делают интерактивную базу термодинамических данных не только справочным пособием в его традиционном понимании справочника-книги, пусть и электронной, но и инструментом познания, создавая методологию решения задач изучаемой дисциплины, применению расчетного аппарата и инструментария Mathcad для решения как учебных, так и реальных технологических задач.

Такой подход к созданию информационно-учебной среды способствует развитию познавательной активности и получению новых знаний. Разумеется, материалы термодинамической базы данных и справочника физико-химических величин могут использоваться на лекционных и практических занятиях, а так же в процессе самостоятельной работы студентов.

2. РЕСУРСЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ MATHCAD APPLICATION/CALCULATION SERVER

Применение технологии Mathcad Application для лекционных презентаций позволяет иллюстрировать изложение теоретического материала «живыми» расчетами и их графической интерпретацией — демонстрацией практических приложений, методов, средств и приемов. Наглядность полученных результатов повышает возможность их смыслового анализа. Выявленные закономерности иллюстриру-

ют теоретические основы дисциплины, их практические приложения, позволяют сделать акцент на сущностном подходе к решению реальных задач и возможным методам их решения.

Рассмотрим несколько фрагментов сценариев Mathcad — документов — лекционных презентаций, подтверждающих, на мой взгляд, высказанное положение:

– сценарий 1, в котором по экспериментальным данным определена аналитическая зависимость изобарной теплоемкости воды в интервале температур 10 — 273,15 К и исследуется зависимость теплоемкости $c_p(T)$ в интервале 10—2500 К при наличии фазовых превращений.

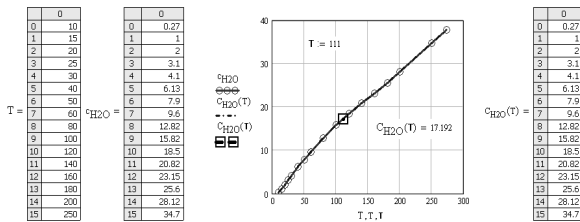


Рис. 1. Зависимость теплоемкости воды в интервале температур 10 — 273,15 К: c_{H_2O} — экспериментальные данные, $C_{H_2O}(T)$ — расчет интерполяцией кубическими сплайнами

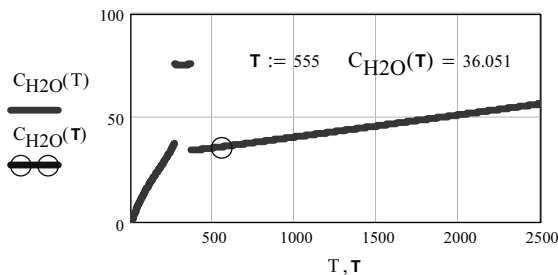


Рис. 2. Температурная зависимость теплоемкости воды при наличии фазовых превращений в интервале температур 10—2500 К

При разрушении одной молекулярной структуры и возникновении новой теплота подводится к системе при постоянной температуре, следовательно, производная $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = c_p \rightarrow \infty$. Именно этим объясняются наблюдаемые разрывы функции $c_p(T)$.

– сценарий 2, в котором иллюстрируется влияние температуры на изменение энтропии в процессе $2O_3 \rightarrow 3O_2$.

$$\frac{d}{dT}(\Delta_r S) = \frac{\Delta_r c_p}{T} \quad \Delta_r c_p = \Delta a + \Delta b \cdot T + \frac{\Delta c}{T^2}$$

$$\Delta S(T) = \Delta S_{298} + \int_{298}^T \frac{\Delta a + \Delta b \cdot T + \frac{\Delta c}{T^2}}{T} dT$$

Рис. 3. Ввод уравнений, определяющих влияние температуры на изменение теплоемкости $\Delta_r c_p$ и энтропии $\Delta_r S$

$S(T)$ ходе процесса

$$2O_3 \rightarrow 3O_2$$

$$\begin{pmatrix} S_{298} \\ a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 238.82 & 205.03 \\ 47.03 & 31.46 \\ 8.03 \cdot 10^{-3} & 3.39 \cdot 10^{-3} \\ -9.04 \cdot 10^5 & -3.77 \cdot 10^5 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \Delta S_{298} \\ \Delta a \\ \Delta b \\ \Delta c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{298} \\ a \\ b \\ c \end{pmatrix}_{J,T} \quad \begin{pmatrix} \Delta S_{298} \\ \Delta a \\ \Delta b \\ \Delta c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -477.64 \\ -94.06 \\ -0.016 \\ 1.808 \cdot 10^6 \end{pmatrix}$$

Рис. 4. Ввод матрицы термодинамических величин: энтропии веществ при 298К S_{298} , коэффициентов a, b и c уравнения зависимости теплоемкостей веществ $c_p(T)$ и вывод результата счета с использованием матричной формы закона Гесса

Полученные результаты позволили исследовать температурную зависимость изменения теплоемкости $\Delta_r c_p(T)$ и провести расчет при заданных температурах.

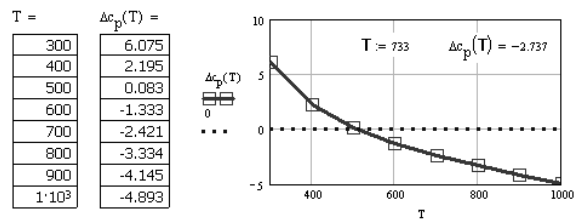


Рис. 5. Влияние температуры на изменение теплоемкости $\Delta_r c_p(T)$ в ходе реакции $2O_3 \rightarrow 3O_2$

Найденная зависимость позволяет прогнозировать ход изменения энтропии $\Delta_r S(T)$ и теплового эффекта $\Delta_r H(T)$ изучаемого процесса:

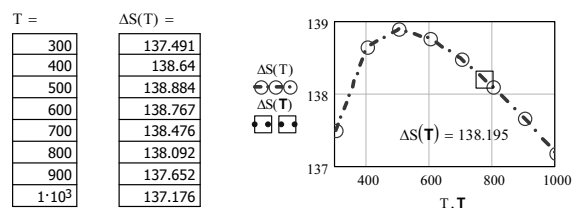


Рис. 6. Влияние температуры на изменение энтропии $\Delta_r S(T)$ в ходе реакции $2O_3 \rightarrow 3O_2$

Допущение $\Delta_r c_p(T) = \Delta_r c_{p,298}$ при расчете $\Delta S(T)$ и $\Delta H(T)$, приводит к не предсказуемым погрешностям, оценить которые можно только расчетом (рис. 7).

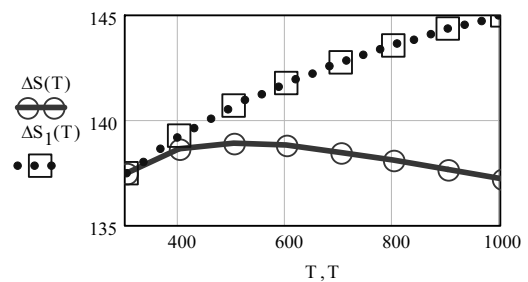


Рис. 7. Погрешность при допущении независимости теплоемкости от температуры при расчете ΔS

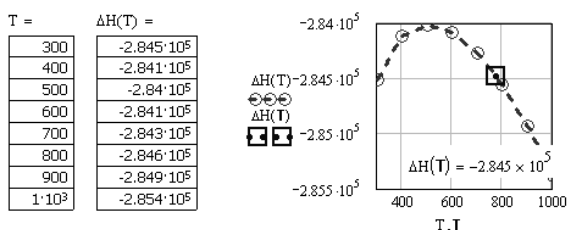


Рис. 8. Влияние температуры на изменение теплового эффекта $\Delta H(T)$ в ходе реакции $2O_3 \rightarrow 3O_2$

– сценарий 3, в котором исследуется интервал температур самопроизвольного протекания процесса $Al_2O_3 + 3SO_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3, \text{ solid}$.

Критерием возможности протекания процесса в закрытой системе при постоянном давлении является условие $\Delta G_r < 0$. Учтя температурную зависимость изменения энтальпии $\Delta_r H(T)$ и энтропии $\Delta_r S(T)$ реакции, получим уравнение:

$$\Delta G_{0,r}(T) = \Delta H_{r,298} + \int_{298}^T \left(\Delta a_r + \Delta b_r \cdot T + \frac{\Delta c_r}{T^2} \right) dT - T \cdot \left(\Delta S_{r,298} + \int_{298}^T \frac{\Delta a_r + \Delta b_r \cdot T + \frac{\Delta c_r}{T^2}}{T} dT \right)$$

Рис. 9. Ввод уравнения, определяющего температурную зависимость стандартного изменения энергии Гиббса

Для расчета изменения стандартной энтальпии $\Delta_r H_{298}$ и энтропии $\Delta_r S_{298}$ при 298 К и коэффициентов Δa , Δb и Δc уравнения зависимости $\Delta c_p(T)$ будем использовать матричную форму следствия закона Гесса:

$$Al_2O_3 + 3SO_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3, \text{ solid}$$

$$\begin{pmatrix} \Delta H_{r,298} \\ \Delta S_{r,298} \\ \Delta a_r \\ \Delta b_r \\ \Delta c_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1675 \cdot 10^3 & -395.2 \cdot 10^3 & -3434 \cdot 10^3 \\ 50.92 & 256.63 & 239.20 \\ 114.55 & 64.98 & 366.31 \\ 12.89 \cdot 10^{-3} & 11.75 \cdot 10^{-3} & 62.59 \cdot 10^{-3} \\ -34.31 \cdot 10^5 & -16.37 \cdot 10^5 & -112.47 \cdot 10^5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta H_{r,298} \\ \Delta S_{r,298} \\ \Delta a_r \\ \Delta b_r \\ \Delta c_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -5.734 \cdot 10^5 \\ -381.61 \\ 56.82 \\ 0.014 \\ -2.905 \cdot 10^6 \end{pmatrix}$$

Рис. 10. Результат счета: изменение энтальпии $\Delta_r H_{298}$, энтропии $\Delta_r S_{298}$ процесса при 298 К и коэффициентов Δa , Δb и Δc уравнения зависимости $\Delta c_p(T)$

Определив изменение стандартной энергии Гиббса в зависимости от температуры, найдем температурный интервал, в котором $\Delta_r G^0(T) < 0$, а, значит, в закрытой системе при стандартных условиях возможно самопроизвольное протекание исследуемого процесса.

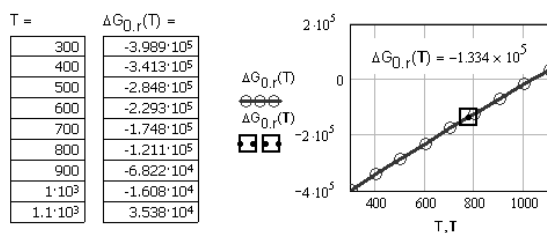


Рис. 11. Стандартное изменение энергии Гиббса процесса в интервале температур 298—1000 К

В области температур $298 < T < 1031 \text{ K}$ значение $\Delta_r G^0(T) < 0$, следовательно, при этих температурах и стандартных условиях возможно самопроизвольное протекание процесса;

– сценарий 4, в котором рассматривается методология определения равновесного состава в зависимости от температуры на примере реакции синтеза метанола $CO + 2H_2 = CH_3OH$. Воспользуемся возможностями интерактивной базы данных и определим температурную зависимость константы равновесия исследуемого процесса:

$$\log K_a(T) = \frac{3886.0}{T} - 8.142 \cdot \log(T) + 2.470 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0.270 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - \frac{0.014 \cdot 10^5}{T^2} + 10.826$$

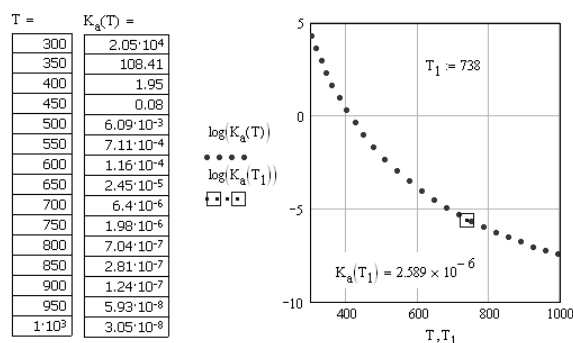


Рис. 12. Температурная зависимость константы равновесия $K_a(T)$ реакции синтеза метанола

$$T^T = (300 \ 325 \ 350 \ 375 \ 400 \ 425 \ 450)$$

$$\text{solution}_1 := \text{root} \left[\left[\frac{x}{(1-x) \cdot (2-2x)^2} \cdot \left(\frac{P}{3-2x} \right)^{-2} - K_a(T_i) \right], x, 0.001, 0.999 \right]$$

$$x := \text{solution}$$

Рис. 13. Решение уравнения относительно степени превращения CO x , связывающего равновесный состав, давление в системе P и константу равновесия

Характерной особенностью представления лекционных презентаций как Mathcad-документов является возможность изменения интервала температур и числа расчетных точек, при этом, конечно, изменяется решение уравнения и его графическая интерпретация.

Вывод результата:

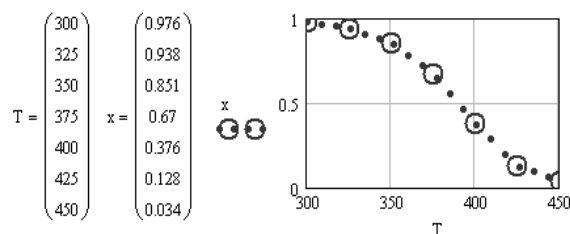


Рис. 14. Зависимость равновесной степени превращения CO от температуры

$T =$	$N_{CO} =$	$N_{H_2} =$	$N_{CH_3OH} =$
$\begin{pmatrix} 300 \\ 325 \\ 350 \\ 375 \\ 400 \\ 425 \\ 450 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.022 \\ 0.055 \\ 0.115 \\ 0.199 \\ 0.278 \\ 0.318 \\ 0.329 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.045 \\ 0.111 \\ 0.23 \\ 0.397 \\ 0.555 \\ 0.635 \\ 0.659 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0.933 \\ 0.834 \\ 0.656 \\ 0.404 \\ 0.167 \\ 0.047 \\ 0.012 \end{pmatrix}$

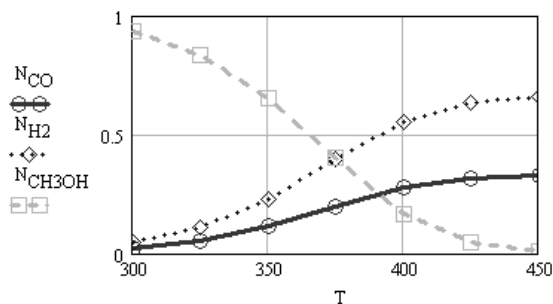


Рис. 15. Равновесный состав (мольные доли компонентов) в зависимости от температуры в реакции $CO + 2H_2 = CH_3OH$

– сценарий 5, в котором иллюстрируется информативность изобары Вант-Гоффа и константы равновесия: по экспериментальным данным определены ее аналитическая зависимость, теплота и изменение (уменьшение!) энтропии диссоциации:

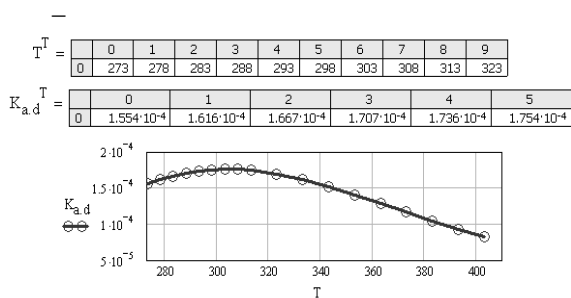


Рис. 16. Экспериментальная зависимость константы диссоциации муравьиной кислоты от температуры

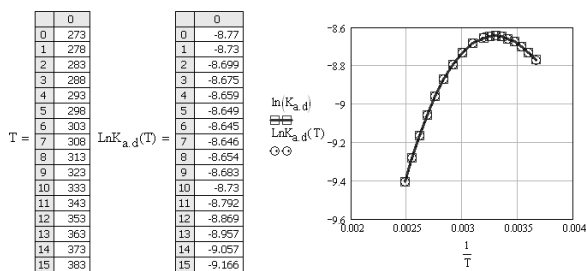


Рис. 17. Экспериментальные данные и расчетные значения логарифма константы диссоциации от обратной температуры

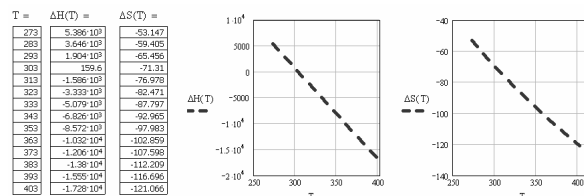


Рис. 18. Зависимость теплового эффекта и энтропии диссоциации муравьиной кислоты от температуры

3. ЭОР — ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАСЧЕТНЫЕ РАБОТЫ

Возможность введения пользователем MCS формул и цифровых значений в элементы интерфейса позволили создать комплекс расчетных исследовательских лабораторных работ:

- исследование гетерогенного равновесия;
- некалориметрический метод определения теплового эффекта реакции;
- расчет коэффициентов изотермы адсорбции Лангмюра по экспериментальным данным;
- прогностические возможности метода сравнительного расчета;
- расчет кинетических параметров фотохимического разложения пероксида водорода.

Средства КМ позволяют анализировать системы химических, термодинамических и кинетических уравнений (химическая и математическая модель системы). Наглядность результатов повышает их смысловой анализ, а выявленные закономерности иллюстрируют их методологическую конкретику и возможные методы решения. Исследование позволяет не только оценить влияния различных факторов на характеристики реакции, прогнозировать поведение химической системы и результат ее функционирования при заданных условиях и их изменении, но и решать обратные задачи: определять необходимые условия функционирования для достижения заданных целей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение образовательных Mathcad-технологий позволяет создавать качественно новую интерактивную информационно-учебную среду, способствует развитию познавательной активности и совершенствованию образования в области фундаментальных естественных наук.

СРЕДСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Широкий ассортимент имеющихся программ и инструментов, позволяющих представлять графическую информацию в электронном виде, затрудняет разработчику выбор оптимальных средств, которые наилучшим образом реализуют тот или иной компонент создаваемого электронного образовательного ресурса.

Предлагаемый анализ таких средств послужит путеводителем в мире современных мультимедийных технологий, ориентированных на представление графической информации, преобладающей в инженерном образовании, и будет способствовать созданию качественного электронного образовательного продукта.

ВВЕДЕНИЕ

Информационный «взрыв», поглотивший сегодня все человечество, характеризуется потребностью быстрого получения знаний, необходимостью постоянного повышения профессиональных навыков и не только в области информационных технологий, но и в любой сфере деятельности человека. Поэтому особое внимание уделяется проблемам разработки электронных образовательных ресурсов, позволяющих устранить такие недостатки материальных наглядных обучающих пособий, как недолговечность, громоздкость, ограниченность использования и др.

Электронные образовательные ресурсы значительно повышают долю самостоятельной работы студентов. Кроме того, они являются основным средством обучения людей с ограниченными возможностями, получающих образование дистанционно. Все это влечет за собой повышенную ответственность разработчиков за качество обучающих материалов.

1. ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Преимущества подачи информации в электронном виде очевидны. Информационные технологии (ИТ) в отличие от полиграфических технологий позволяют представлять учебный материал одновременно различными средствами: текст, иллюстрации, видео, звук и прочее.

В инженерном образовании доминирует графическая информация — схемы, чертежи, графики, формулы, изображения устройств и приборов. Возможности ИТ для представления учебного материала инженерных дисциплин открывают новые возможности. ИТ, например, способны заменить демонстрацию пространственных объектов, представлявшихся ранее рисунком (чертежом) на доске или плакате, виртуальными пространственными моде-

лями, которые можно "оглядеть со всех сторон", "пощупать".

Кроме того, ИТ повышают качество представления графической информации. Ранее в традиционном обучении, проходившем по схеме лектор — мел — доска, качество лекции напрямую зависело от художественных способностей лектора. Сегодня электронные лекции, строящиеся по схеме: лектор — компьютер — экран, имеют эстетическое оформление и обладают возможностью анимации действий с правом возвращения и повторения их.

2. СРЕДСТВА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Для достижения практических целей, поставленных перед электронными образовательными ресурсами, необходимо не только хорошее (безошибочное, обоснованное, достаточное, достоверное и т.д.) наполнение его теоретическими положениями, формулами, изображениями (и/или анимацией) и др., но и грамотный выбор средств и инструментов представления учебной информации. Оптимальный подбор средств и программ преобразует образовательный ресурс из простого передатчика информации в качественное дидактическое пособие.

Самыми примитивными средствами представления графической информации являются статичные иллюстрации и сопроводительный текст к ним. Инструментами, способными создать простейшую электронную разработку, являются такие программы, как Microsoft Word, Excel, Power Point и др., в которых существует возможность вставки рисунков, фотографий, графиков и др.

Непосредственное создание и/или преобразование 2D иллюстраций может быть выполнено с помощью следующих программ.

Adobe Photoshop ориентирован на создание синтезированных 2D изображений и обработку фотографий.

Corel PhotoPaint имеет все необходимое для создания и редактирования изображений, имеет возможность опубликования изображений в Интернете, однако уступает Adobe Photoshop в быстродействии при работе с файлами.

PhotoDraw позволяет объединить возможности пакетов векторной и растровой графики и поэтому поддерживает сохранение иллюстраций в формате большинства других приложений.

CorelDraw обладает широкими возможностями и огромной библиотекой готовых изображений. Пакет предназначен не только для рисования, но и для

подготовки графиков, а также редактирования растровых изображений.

Adobe Illustrator предназначен для создания иллюстраций и разработки общего дизайна страниц и ориентирован на вывод готовых изображений с высоким разрешением.

Macromedia FreeHand — профессиональный графический редактор, который помимо создания графических объектов позволяет использовать и обрабатывать тексты и таблицы, выполняет проверку правописания и дает возможность размещения текста на странице различными способами.

Оптимальным средством представления графической информации является анимация. Она позволяет представить изучаемый объект в действии.

Анимация 2D графических элементов основывается на методе покадровой анимации и может быть реализована следующими программами.

GIF Animator имеет преимущества GIF-файлов, предназначенных для хранения нескольких изображений с заданием момента, места и длительности появления изображения на экране.

Macromedia Flash имеет группу эргономично интегрированных инструментов: встроенный редактор векторной графики, инструмент анимации изображения, библиотеку готовых компонентов, которые могут быть применены при разработке относительно сложного анимационного продукта.

Animation Shop позволяет применять к одному или нескольким статическим изображениям различные эффекты и переходы для создания анимации.

Анимация 3D графических объектов напоминает процесс создания кукольных мультфильмов: создаются каркасы объектов, определяются обтягивающие их материалы, все компонуется в единую сцену, устанавливается освещение и камера. Затем задаются количество кадров в фильме и траектории движения предметов.

Наиболее распространенными инструментами, реализующими 3D-анимацию, являются следующие средства.

3D Studio MAX обеспечивает весь процесс создания трехмерного изображения: моделирование объектов и формирование сцены, анимацию и визуализацию, работу с видео.

TrueSpace предназначен для трехмерной анимации и отличается легкостью в использовании, гибкостью в управлении формами, поддержкой сплайнов и булевых операций над объектами.

Maya обладает средствами 3D моделирования, которые поддерживают работу со сложными иерархическими объектами и поверхностями, построенными на основе полигонов и сплайнов.

Наравне с компьютерной анимацией обучающие электронные ресурсы могут содержать видеофрагменты. Их позволяют редактировать и монтировать следующие программы.

Adobe Premiere — наиболее распространенная программа редактирования цифрового видео, которая поддерживает несколько видео- и звуковых каналов, содержит набор переходов между кадрами, позволяет синхронизировать звук и изображение.

Ulead VideoStudio предназначена для начинающих пользователей, так как работа с программой достаточно проста благодаря интуитивно понятному интерфейсу.

Относительно звука можно сказать, что он является средством запоминания учебного материала «на слух» и поэтому его наличие в электронном ресурсе поможет многим обучающимся, у которых преобладает аудиальная память.

Программы для работы со звуком можно условно разделить на две большие группы: программы-секвенсоры и программы, ориентированные на цифровые технологии записи звука, так называемые звуковые редакторы.

Наиболее простыми в использовании и применении можно считать следующие программы.

Sound Forge является одним из лидеров среди звуковых редакторов, так как обладает мощными функциями редактирования, позволяет встраивать любые подключаемые модули, поддерживающие технологию DirectX, и имеет удобный современный интерфейс.

Sakewalk Pro Audio — профессиональный многодорожечный секвенсор, являющийся одним из первых программных продуктов, в котором есть поддержка дополнительных подключаемых модулей (plug-in) разнообразных аудиоэффектов, созданных для интерфейса DirectX.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Надеемся, что приведенные сведения о программах и их возможностях, позволят разработчикам электронных ресурсов выбирать оптимальные пути для качественного изложения учебного материала и создавать конкурентоспособные эффективно-дидактические электронные разработки графической направленности.

КОМПЬЮТЕР В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ИНЖЕНЕРОВ. ЭОР «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА В ИНЖЕНЕРНОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ»

АННОТАЦИЯ

Анализируются проблемы и задачи математического образования инженеров и экономистов в области математической статистики и роль современных образовательных технологий в их решении. Обсуждается особая роль образования в области математической и прикладной статистики в современных условиях. В качестве одного из инструментов повышения качества математического образования в области математической статистики описан разработанный авторами электронный образовательный ресурс (ЭОР) «Математическая статистика в инженерном менеджменте».

Электронные образовательные ресурсы — перспективная и динамично развивающаяся область с достаточно богатой историей и опытом. Однако многое в ней не установилось и во многом не ясны пути ее развития. Главный импульс, подтолкнувший авторов к созданию ЭОР «Математическая статистика в инженерном менеджменте» — это обеспокоенность состоянием математического образования инженеров и экономистов, в частности, в области математической статистики.

Фундаментальное математическое образование инженеров — одно из наиболее ярких достижений российской высшей школы. В современных условиях приходится прилагать немало усилий для сохранения завоеванных позиций. Математическая статистика в большей мере, чем другие математические дисциплины, оказалась под тяжелым давлением времени. Эта тенденция противоречит логике современного развития: ведь современные технологии, в особенности компьютерные, проникающие во все сферы человеческой деятельности, выдвигают на первый план задачи управления, успешное решение которых требует от специалистов прежде всего умения анализировать статистические данные. Ну и, конечно, участвующие техногенные, природные и политические катаклизмы требуют от инженеров и экономистов умения из неточных, случайных, подверженных колебаниям и ошибкам исходных данных извлекать достоверную информацию, формулировать уверенные, твердые и обоснованные выводы. Здесь трудно удержаться, чтобы не привести цитату из «Пикника на обочине» А. и Б. Стругацких: «Математическая статистика очень точная наука, хотя и имеет дело со случайными величинами ... очень красноречивая наука, очень наглядная».

Сама математическая статистика развивается так бурно, что даже специалистам-математикам подчас трудно освоить и применять в практической деятельности новые понятия и методы или передать новые знания учащимся даже в рамках специальных

курсов. Наряду с этим тенденции развития прикладной статистики таковы, что практически каждая новая идея очень быстро находит отражение, реализуется в том или ином компьютерном приложении — в том или ином статистическом пакете. Статистические приложения (пакеты) сделали методы анализа данных доступными и наглядными, всю вычислительную и графическую черновую работу выполняет компьютер, оставляя человеку, специалисту интеллектуальную, творческую часть работы: постановку задачи, выбор метода анализа и, что самое важное, извлечение информации из вычислений, формулировку адекватных обоснованных утверждений.

Появление огромного количества доступных приложений для статистического анализа данных привело к резкому расширению круга людей, использующих методы анализа данных. Отсюда — новые требования к образованию в области математической статистики и новая проблема.

Снова цитируем. На этот раз — крупнейшего математика и одного из величайших педагогов в области высшего математического образования — Ричарда Хемминга, девиз которого «Цель расчетов — не числа, а понимание». «Цель расчетов — не числа, а понимание» означает, что человек, который должен этого понимания достигнуть, обязан знать, как происходит вычисление. Если он не понимает, что делается, то очень маловероятно, чтобы он извлек из вычислений что-нибудь ценное. Он видит голые цифры, но их истинное значение может оказаться скрытым в вычислениях.

Недостаток фундаментальных знаний в области математической статистики приводит к тому, что пользователь, работающий в среде статистического приложения, подчас просто не в состоянии правильно истолковать (а зачастую толкует превратно) полученные результаты вычислений; не умеет извлечь из них достоверную информацию. Не говоря уже о том, что часто и сама задача поставлена не квалифицированно и не проверяются условия применимости избранного пользователем метода анализа. А ведь современные приложения способны «переваривать» огромные массивы статистических данных, выполняют сложнейшие расчеты, используют достаточно тонкие методы анализа и в качестве результатов сообщают множество содержательной для специалистов статистической информации.

Осознавая проблемы и задачи образования в области математической статистики, обладая опытом в преподавании теории вероятностей и математиче-

ской статистики и в подготовке учебных пособий («бумажных» и электронных) по изучению математики с использованием компьютера, авторы предлагают, как один из инструментов решения проблемы, ЭОР «Математическая статистика в инженерном менеджменте».

Почему Excel? Нет ли здесь противоречия с упомянутыми выше специализированными статистическими пакетами и бурным развитием статистической науки? Отнюдь. Несмотря на известную ограниченность этих электронных таблиц, они остаются любимым инструментом экономистов и даже инженеров. Именно простота и ограниченность Excel делают этот инструмент пригодным для первых шагов на пути познания статистических методов исследования. Более мощные пакеты, использующие более тонкие инструменты, соответственно представляют больший объем статистической информации. Обсуждение этой, сложной, зачастую избыточной (плата за универсальность) информации может отвлечь от восприятия простой и прозрачной процедуры вычислений. А именно простота и прозрачность изложения были нашей целью при описании процедур.

Формы использования ЭОР традиционны: самостоятельная работа студентов, проведение практических занятий, инструмент проведения лекционных демонстраций. А вот в содержании и структуре ЭОР реализованы взгляды авторов на цели и задачи современного образования экономистов и инженеров в области математической статистики.

Математическая (теоретическая) часть отвечает общепринятым стандартам курсов математической статистики для инженерных и экономических специальностей. Отличие состоит в том, что в ЭОР включен достаточно обширный раздел «Обзор основных фактов теории вероятностей». Этот раздел изложен в нетрадиционной форме. С одной стороны, приведены все необходимые факты и формулы, с другой — форма изложения приближена к разговорной. Здесь точные математические соотношения отступают на задний план, уступая место обсуждению природы, физического смысла теоретико-вероятностных понятий и соотношений. С этой же целью в начале каждого раздела введен пункт «Обсуждение», в котором авторы пытались передать «дух статистического исследования», перенести точные соотношения и описание вычислительных процедур в последующие пункты.

Пособие представляет собой собрание логически и последовательно связанных разделов: «Обзор ос-

новных фактов теории вероятностей», «Статистическое оценивание параметров распределений», «Проверка статистических гипотез», «Парная линейная регрессия» и «Дисперсионный анализ». Естественная последовательность: расширяем представление о распределении случайной величины, уточняем, углубляем обоснование утверждений.

Каждый раздел включает: «Обсуждение», теоретическую часть (краткий математический текст с необходимыми формулами и утверждениями), подробно разобранные примеры, варианты индивидуальных заданий для группы из 25 студентов, пример выполнения задания, описание используемых инструментов Excel.

Кроме того, в отдельные пункты содержания вынесены разделы «Примеры», «Варианты заданий», «Инструменты Excel» и «Список основных понятий». Здесь реализована одна из идей авторов — предоставить пользователю максимальную свободу в доступе к приведенной в ЭОР информации: можно просто просмотреть интересующий пример, получить инструкции по работе с процедурами Excel, получить задание или пример выполнения задания. Однако в разделе «Список основных понятий» свобода пользователя сознательно ограничена — нет традиционной краткой справки — по запросу пользователь направляется к соответствующему теоретическому разделу.

При изложении теоретического материала мы пытались постоянно удерживать в поле внимания учащихся основную мысль о том, что цель всех вычислений и методов одна — расширение знания об исследуемой случайной величине, что не выборка, а случайная величина является объектом исследования, что цель исследователя — извлечение из вычисленных статистик достоверной информации о случайной величине.

Примеры представлены в виде текстового документа и динамической иллюстрации (видео) в которой приведены все этапы вычислений, записана речь преподавателя, комментирующего как технические (работа в Excel), так и содержательные, математические аспекты вычислений. В примерах практического содержания предпринята попытка научить учащихся воспринимать математические построения не как самоцель, а как инструмент для извлечения достоверной информации об исследуемом процессе, явлении. Во время доклада будет продемонстрирована работа в среде ЭОР.

ТЕМА «ПЛОСКИЕ КРИВЫЕ И ЛИНЕЙНЫЕ ПУЧКИ ЦИРКУЛЬНО-ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ СООТВЕТСТВИЙ» В УСЛОВИЯХ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

АННОТАЦИЯ

Композиции, представленные геометрографическими моделями циркульно-эллиптических фигураций, имеют широкое приложение в практике архитектурно-строительного проектирования, дизайне, малых форм интерьеров, прикладном художественном творчестве. Кроме того, названные изображения являются основной при изучении одного из важных разделов проекционной геометрии высшей школы. По этим причинам исследования и вариации циркульно-эллиптических соответствий актуальны сегодня, но будут востребованы завтра und so weiter. Далее последуют лишь некоторые из возможных названных соответствий и пример практического приложения.

ВВЕДЕНИЕ

Слова Г. Монжа из «Программы» учебного курса GEOMETRIE DESCRIPTIVE Нормальной Школы (1795 г.) «...распространить среди специалистов знание способов, применяемых в искусствах, и знание машин, предназначенных ... сократить ручную работу, либо внести в результаты больше однородности и точности...» актуальны сегодня не только потому, что компьютерные технологии геометрографии уже существуют, но более... потому, что эти технологии ускоренными темпами развиваются, порождая новые задачи отображения в техническом конструировании и педагогическом процессе подготовки соответствующих инженерных кадров.

1. ОРТОДИАМЕТРЫ ОКРУЖНОСТИ И ЭЛЛИПСА

При изучении раздела «Плоские кривые» линейные пучки в циркульно-эллиптических соответствиях являются важными структурными множествами, определяющими позиции «бегущих» и характерных точек квадрик. Использование ACAD технологии, разумеется, эффективно влияет на скорость, точность, другие качества визуального электронного моделирования в сравнении с традиционными средствами малой и средней механизации геометрографии.

Например, при идентификации в AutoCAD радиуса кривизны эволюты в точке исходной кривой ее линейный размер дублируется числовой величиной, полученной алгоритмически через аналитическую модель с использованием AutoLISP. Таким образом, определенные геометрографические величины сопровождаются цифровыми значениями, предоставляя возможность их выбора по тем или иным условиям.

Примерами простых гармонических пучков прямых являются множества радиальных направлений с угловым интервалом, представленным неко-

торой константой ($\varphi \rightarrow \text{const}$). Для случаев позиций центра в действительной точке радиусы инцидентны в ней. Если же центр циркульной кривой «отнесен» в бесконечность, множество радиусов является семейством параллельных прямых с постоянным интервалом. Орторадиусы или ортодиамеры окружности, поскольку они связаны с фигурацией квадратуры круга, представляют определенный интерес и различные практические приложения.

Прежде чем анализировать сопряженные диаметры эллипса, построим сопряженные, или ортодиаметры, окружности. Пусть из точки (y_R) через (0) проходит ортодиаметр (d_y), а через точку (x_R) — ортодиаметр (d_x). Это главные ортодиаметры окружности ($0; R$), но это и направления главных ортодиаметров всех концентричных окружностей с центром (0). Пусть далее для концентрической (рис. 1) окружности ($0; R_1$) задан один из ортодиаметров $[(d'_1; 0) * 2]$. Второй ортодиаметр может быть определен, кроме углового, различными способами. На изображении (рис. 1) реализованы два способа из многих.

Первый, приводящий к определению точки (d'_2), — прием с использованием отрезка касательной (Δt) в квадратуре круга. Второй — с применением «главной хорды» окружности, равной ($R_1\sqrt{2}$).

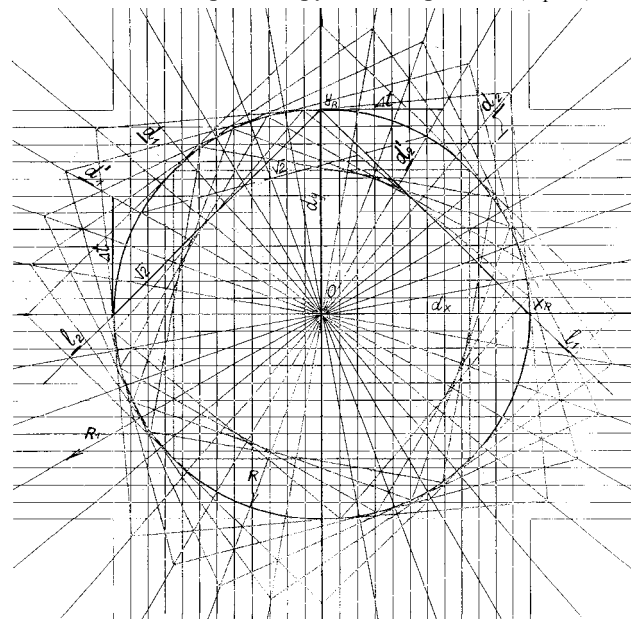


Рис. 1. Циркулярный ортодиаметр

Напомним, сопряженные диаметры окружности: ортогональны, взаимно симметричны и делят друг друга пополам. Вследствие этого параллельные им хорды также делятся пополам соответственным диаметром. Для эллипсов, порожденных, например, у-сжатием окружностей, сопряженные диаметры кососимметричны, но также обладают свойством делить друг друга, и параллельные им хорды — пополам.

Построим хорды из (x_R) и $(-x_R)$ параллельно ортодиаметрам окружности (рис. 1). Назовем их главными хордами $(l_1 \parallel d_1)$ и $(l_2 \parallel d_2)$. Между ними прямой угол по построению. Вершина угла (y_R) принадлежит дуге исходной окружности, т.к. угол опирается на ее диаметр. Ясно, что пары ортодиаметров и пары их главных касательных порождают соответственные ортопучки в конфигурации квадратуры круга (рис. 1). Говоря о сопряженности линейных элементов этих пучков прямыми углами, целесообразно представлять данное явление вращением квадратуры круга с центром (0) .

Зададим (k_p) константу сжатия по оси (y) отношениями отрезков между точками (y_e) и (y_R) , тогда $(k_p = y_e/y_R)$. Назовем отрезок $(y_e; y_R)$ линейной величиной сжатия (Δy_p) . Константа сжатия (k_p) и ее линейная производная величина (Δk_p) взаимосвязаны выражением: $k_p + \Delta k_p = 1$, для единичной окружности.

Построим сжатие циркульных ортодиаметров в сопряженные $(e d_1; e d_2)$ диаметры эллипса, используя величину (Δy_p) . При этом имеет место сжатие внешнего квадрата окружности в фигуру внешнего (рис. 2) прямоугольника эллипса, а пересечение диагоналей их четвертей лежит на одной ординатной линии связи. Точки пересечения, естественно, делят эти «полудиагонали» пополам.

Построенные так или иначе, рассмотрим ортодиаметры (d_1) и (d_2) окружности $(0; R)$, на изображении (рис. 2), с целью преобразования их в соответственные ортодиаметры эллипса, когда задана величина (Δk) сжатия окружности в направлении оси (y) . Для единичной окружности отрезок сжатия $(\Delta k) \leq 1$, т.е. он может быть каким либо в интервале от (0) до (1) . Если избрать его значение $(\Delta k = 0,618)$, получим преобразование «золотого сжатия» с производным значением (b) , полу диаметра эллипса. Если назначить величину $(\Delta k = 1 - 0,618)$, отношение $(b:a)$ эллипса будет равно «золотой пропорции», в связи с чем он может именоваться «золотым эллипсом». Итак, преобразование «золотое сжатие» и «золотой эллипс» геометрически различаются, но связаны слагаемыми $(0,618 + 0,382 = 1)$ золотой пропорции.

На изображении (рис. 2) эллиптические точки построены с применением величины $(\Delta k = 0,382)$, т.е. для фигуры «золотого эллипса». Точки сопряженных диаметров эллипса $(e d_1)$ и $(e d_2)$ найдены с использованием упомянутой величины (Δk) . В отношении к построенным полу диаметрам эллипса выполняется условие $(e d_1)^2 + (e d_2)^2 = a^2 + b^2$, — первой теоремы Аполлония.

2. ВАРИАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ОРТОДИАМЕТРОВ ЭЛЛИПСА

Произвольно расположенную точку (e) в площади круга можно (см. рис. 2) принять за эллиптическую. Проходящая через нее ординатная линия имеет два характерных отрезка. Первый — от (x) до (e) , это эллиптическая ордината. Второй — от (x) до (r) представляет циркульную ординату. Отношение этих отрезков задает численную величину преобразования сжатия (k_p) , совпадающую с ее традиционной исходной позицией на оси (y) . Таким образом, произвольная точка (e) определяет исходную позицию и модель преобразования, а также все множество точек соответственной дуги эллипса. Построения нескольких эллиптических точек показаны на изображении (см. рис. 2).

Пусть $(e; 0)$ — один из диаметров $(e d_3)$ эллипса, тогда $(r; 0)$ соответственный ему диаметр базисной окружности. Используя способ главных хорд, построим «недостающие» сопряженные диаметры окружности и эллипса. Сопряженный диаметр (d'_3) окружности строится с помощью отрезка $(R\sqrt{2})$, который и является величиной главной хорды $(r; 3)$ в отношении к полу диагонали окружности $(3; 0)$. Пересечение этой хорды с осью (x) определяет точку (X_d) .

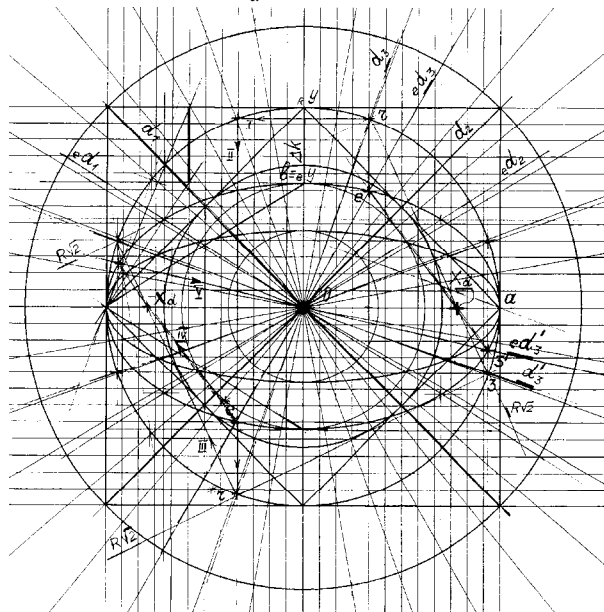


Рис. 2. Эллиптический ортодиаметр

В свою очередь прямая $(e; X_d)$ является направлением главной хорды эллипса. Ее пересечение с ординатной линией из (3) определяет точку на эллипсе $(3')$. Отрезок $(0; 3')$ есть искомый сопряженный полудиаметр $(e d'_3)$ эллипса, в отношении к первоначально заданному $(e d_3)$ диаметру. Концы большой оси эллипса $(a; -a)$ также могут быть использованы для построения соответственных главных хорд в отношении точек (e) и (r) . В этом случае аналогичное решение повторно приводит к определению недостающих сопряженных диаметров. На изображении (см. рис. 2) показан вариант решения с полными сопряженными диаметрами, в отличие от предыдущего, где использовались полудиаметры. Добавим, что известных способов решения названной задачи достаточно много.

В частности, предложим ниже еще одну вариацию линейных пучков, моделирующих соответствия циркульных и эллиптических кривых. Пусть в квадратуре круга задана произвольно точка (e) . Сама квадратура круга определяет взаимосвязь двух наложенных полей, одно из которых есть множество точек принадлежащих множеству прямых; а другое — поле множества точек принадлежащих множеству окружностей [1]. Метрические реперы этих полей могут быть различны, но существует общий синтезированный репер для обеих планиметрий. Само наложение полей известно в качестве «Поля-М» [2]. Итак, в «Поле - М» введена точка (e) , для которой предназначаются свойства эллиптичности в отношении к другим точкам, порожденным ею. Это значит, что заданная точка будет размножена эллиптическим преобразованием в линию, а далее в плотное множество линий, и покроеет «Поле - М» еще одним, эллиптическим, точечно-линейным слоем. Наоборот, в этом слое можно будет определить одну из множества эллиптических линий, на которой размещается исходная точка (e) . Параметрами эллиптической линии являются: параметр квадратуры круга (R) , и параметр y — сжатия (Δk) .

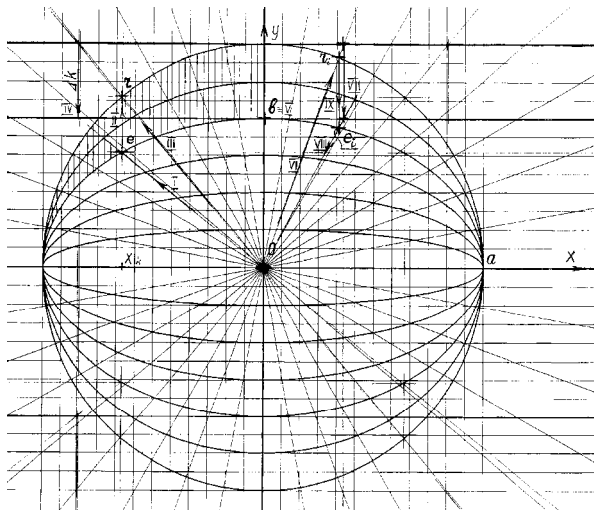


Рис. 3. Циркулярно-эллиптические пучки

На изображении (рис. 3) показаны определенные пучки, связывающие точки прямых, окружности и эллипса. Построения бегущей эллиптической точки (e_i) понятны из чертежа, их последовательность обозначена римскими цифрами. Кроме того, рассмотрим (рис. 3) одну из циркулярно-эллиптических лунок, построенную преобразованием сжатия (Δk) окружности. На любой ординатной линии здесь отношения отрезков от (x) до эллипса и от (x) до окружности — есть const. Линейная разность между ординатами окружности и эллипса показана в виде последовательности (пучка) вертикальных отрезков в фигуре названной лунки. Любой из этих отрезков может быть определен с помощью простого геометрического алгоритма. Так найден отрезок $(r_i; e_i)$.

Таким образом, предложенный способ является определителем позиций точек эллипса для заданных квадратуры и сжатия. При этом порождаются:

- 1) пучки радиальных «прямых-уздечек», т.е. парных прямых из центра (0) ;
- 2) пучки параллельных прямых к оси (x) ;
- 3) пучки параллельных прямых к оси (y) , включающих отрезки внутри фигуры лунки;
- 4) семейства эллиптических кривых, при изменении параметра (Δk) , среди которых находится базисная, окружность квадратуры (рис. 3).

3. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ КВАДРИК

На основании изложенного рассмотрим пример геометрографической модели купола «религиозного» объекта. Пусть задана базовая окружность $(R \equiv a)$ на изображении (рис. 4). Назначим $(r \equiv b = 0,75R)$, что соответствует $(b : a = 3 : 4)$. Используя известный способ аппроксимации дуги эллипса овалом, построим точку (e) , т.е. позицию сопряжения двух из четырех характерных циркулярных дуг, а также эту пару дуг.

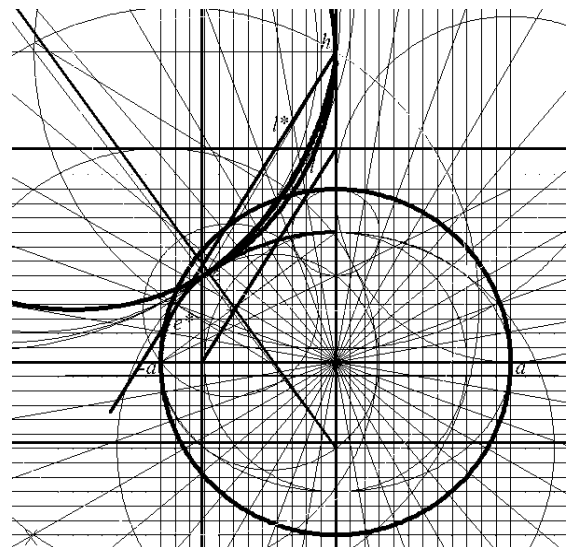


Рис. 4а. Пример сопряжения квадрик (построение)

Далее, на диаметре $(-a;a)$ найдем точку \overline{x} , делящую его в «золотой пропорции». Построим ортотреугольник с гипотенузой (l) , катеты которого, совпадая с осями $(x;y)$, соответствуют найденной «золотой пропорции». Зададим еще одну гипотенузу $(^*l||l)$, так, чтобы она касалась овала, при этом получим точку $(^*e)$. Прямая $(^*l)$ пересекает ось (y) в позиции (h) . Используя хорду $(e;h)$, определим центр (c) , из которого радиусом $(c;e = c;h)$ достраиваем контур купола $(-a;e;h)$, встроенного в «золотой ортотреугольник» $(p;h;0)$.

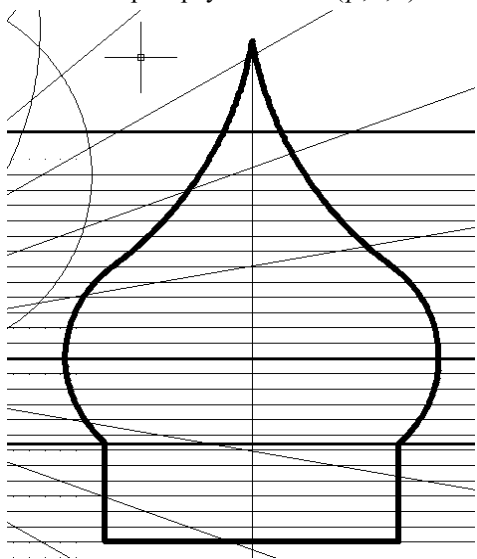


Рис. 4б. Пример сопряжения квадрик (результат)

Рассмотренный фрагмент объекта, должен быть «увязан» соответственным образом с архитектурой сооружения, рельефа, религиозной теорией и т.д. При этом его частные геометрографические свойства, не выходя за рамки упомянутой дедукции, вполне допустимы. Заметим к тому же, что существуют варианты решения задачи изложенной выше, и архитектурно-строительная практика дает этому многочисленные подтверждения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геометрографические взаимосвязи, композиции и фигурации сопряженных диаметров, дуг окружностей и эллипсов, их касания, инцидентии и пробы, - всегда представляли интерес и активировали поиски гармонических и рациональных решений в строительстве, архитектуре, прикладном искусстве и т.п. Современные средства теории и компьютеризации геометрографии расширяют эти возможности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полежаев Ю.О. Рациональные пропорции архитектурно-строительных объектов в проекционной геометрии. Монография. — М.: Изд-во АСВ, 2010
2. Кондратьева Т.М., Полежаев Ю.О. Частные вопросы геометрографии применительно к системе «Поле - М» и квадратуре круга // Сб. трудов. — М.: Изд-во МГСУ, 2006.

ЭОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ»

АННОТАЦИЯ

В настоящее время в эпоху информатизации актуально развитие электронных образовательных средств для изучения дисциплин профессиональных циклов подготовки бакалавров и магистров. ЭОР дают значительные преимущества по сравнению с печатными средствами в процессе изучения дисциплины, такие как возможность постоянного внесения изменений, например, при изменениях в законодательстве об энергетике, появлении нового оборудования, изменении структуры отрасли. Также ЭОР позволяют перейти к дистанционному обучению дисциплине.

Вместе с тем использование ЭОР в учебном процессе предъявляет определенные требования к техническому оснащению аудиторий и к квалификации преподавателей.

ВВЕДЕНИЕ

Первостепенными задачами высшего профессионального образования на современном этапе становятся задачи по подготовке специалистов, готовых к инновационной деятельности. Применение телекоммуникационных технологий дает возможность создания качественно новой информационной образовательной среды с возможностью построения глобальной системы дистанционного обучения. Одним из приоритетных направлений в этой области является широкое внедрение электронных технологий в учебный процесс. Учебные электронные издания и ресурсы обеспечивают программируемый учебный процесс; включают все виды учебной деятельности: получение информации, практические занятия в известных и новых формах, аттестацию. Они нацелены на поддержку работы и расширение возможностей преподавателя и самостоятельную работу обучающегося.

Следует отметить особое достоинство ЭУМК — возможно технически просто проводить актуализацию, дополнение и расширение курса, а также представляет возможность организации непрерывного мониторинга на всех этапах обучения, а не только на момент аттестации, как было при использовании традиционных схем образования. Включение электронных образовательных ресурсов в учебный процесс порождает ряд неоспоримых преимуществ и одна из основных задач сегодня — найти оптимальное сочетание электронных образовательных ресурсов и традиционных форм и методов на занятиях.

1. ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭОР

В отличие от традиционных учебников ЭОР могут содержать нелинейную навигацию по тексту. Вы просматриваете фрагменты текста в произвольном порядке, определяемом логической связностью и собственным желанием. Ресурсы могут содержать

визуальные и звуковые фрагменты. Мультимедийные ЭОР дают возможность одновременного воспроизведения на экране компьютера и в звуке некоторой совокупности объектов, представленных различными способами. Конечно, все представляемые объекты должны быть связаны логически, подчинены определенной дидактической идее, и изменение одного из них вызывает соответствующие изменения других.

Интерактивные ресурсы включают в процесс обучения, кроме слуховой, иные разделы памяти, например, зрительную память при изучении особенностей оборудования, а также законы памяти: закон интереса (интересное запоминается легче), закон действия (информация, участвующая в деятельности, если происходит применение знаний на практике — запоминается лучше). Для повседневной практической деятельности преподавателя наиболее значимыми являются такие возможности электронных средств обучения, как:

- адаптация учебного материала к конкретным условиям обучения, потребностям и способностям обучающихся;
- тиражирование и размещение материалов в сети.

2. ПРОБЛЕМЫ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ПРОЦЕССЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭОР

В то же время использование ЭОР в рамках традиционного учебного процесса встречает некоторые трудности и сопряжено с определенными условиями: необходим стационарно установленный проектор и компьютер в аудитории под лекции; очень желателен компьютерный класс с интернетом. При чтении лекций с проектором возникает проблема усвоения материала. В последнее время многие опытные преподаватели отмечают, что студентов с развитой слуховой памятью стало крайне мало. Преобладают учащиеся с моторным и (реже) с визуальным типом памяти.

В процессе конспектирования лекции, прочитанной традиционным способом, у студента включается «моторная память», а если применяется проектор, то студенты лекцию не пишут, а слушают. При этом гораздо хуже идет запоминание материала. Ведь *моторная память* удерживает все, что связано с двигательной активностью. Чтобы запомнить формулу, человек ее переписывает, перерисовывает в тетрадь схему, прописывает по несколько раз иностранные слова, и т.д. При конспектировании уже на лекции идет анализ материала и выделение самого основного, а при наличии презентации студенты имеют по существу готовый конспект. При использовании лекционных презентаций необходимо использовать раздаточный материал, тре-

бующий заполнения в процессе лекции. Это нужно для того, чтобы включить интерактивные элементы и задействовать моторную память.

У презентации есть и существенный плюс: отсутствует «неверное восприятие», когда материал студентом на лекции фиксируется искаженно (а затем идет ссылка: «а это вы нам так говорили»).

3. ЭОР ПО КУРСУ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ»

Эор состоит их 15 лекционных презентаций и 7 презентаций к практическим занятиям, что соответствует программе курса «Электроснабжение промышленных предприятий и электрооборудование», которая разработана для подготовки бакалавров по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника института ИПЭЭФ.

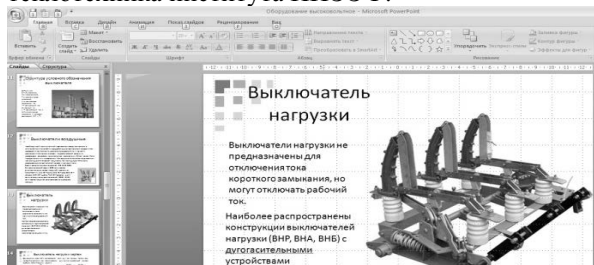


Рис. 1. Пример лекционной презентации

Ресурс включает в себя большое количество иллюстративного материала по оборудованию систем электроснабжения, а также значительное количество справочного материала по нормативным документам, касающимся законодательства о подключении к системам электроснабжения, функционирования этих систем, характеристик оборудования. Рассматриваются вопросы современного состояния структуры энергетики России и мнения российских и зарубежных экспертов о некоторых итогах реформирования энергетики.

Презентации к практическим занятиям имеют в своем составе примеры решения типовых задач электроснабжения объектов: расчет нагрузок, выбор сечений питающих проводников, выбор оборудования. В состав презентаций для практических занятий входят также задачи для самостоятельного решения и контрольные вопросы по каждому разделу изучаемого материала.

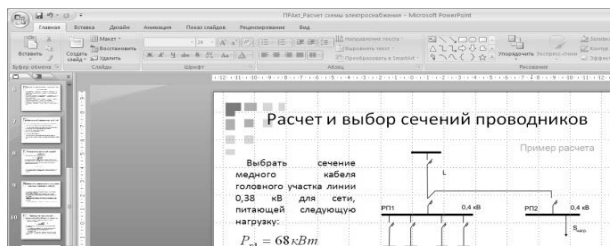


Рис. 2. Пример презентации к практическим занятиям

Разработаны задания для 2 контрольных работ по курсу, которые также входят в состав ЭОР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование электронных образовательных ресурсов в процессе обучения позволяет обеспечить:

- демонстрацию текстовой, графической информации на экране, позволяющую групповое участие в обсуждении и интерпретации информации;
- работу в интерактивном режиме;
- регистрацию, сбор, накопление и обработку информации об изучаемых процессах и оборудовании;
- архивное хранение достаточно больших объемов информации с возможностью легкого доступа, передачи и общения пользователя с центральным банком данных;
- визуализацию изучаемых объектов и технологических процессов;
- переход к дистанционному обучению.

Включение электронных образовательных ресурсов в учебный процесс порождает ряд неоспоримых преимуществ и одна из основных задач сегодня — найти оптимальное сочетание электронных образовательных ресурсов и традиционных форм и методов на занятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловов, А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология [Текст] / А.В. Соловов. — Самара: «Новая техника», 2006. — 464 с.
2. Смирнова Т.Л. Образовательные инновации в подготовке квалифицированных специалистов в России // *Фундаментальные исследования*. — 2008. — № 10 — С. 48—50/
3. Зеленко Л.С. Применение информационно-образовательных ресурсов в сфере дистанционного образования [Текст] / Труды Всероссийской научно-практической конференции «Электронная Казань-2009». — Казань: УНИ-ВЕРСУМ, 2009. — С. 305—309.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

АННОТАЦИЯ

В представленном докладе описывается опыт использования на кафедре ФЭМАЭК НИУ «МЭИ» методов структурного моделирования при решении задач, возникающих при разработке электротермических установок, а также при подготовке на кафедре бакалавров и магистров по направлению «Электротехника, электромеханика, электротехнологии».

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире большое значение придается использованию моделирования при создании сложных технических объектов, которое стало широко использоваться благодаря бурному развитию вычислительной техники и информационных технологий. Использование моделирования позволяет сократить финансовые и временные затраты на создание новых технических объектов за счет сокращения количества дорогостоящих и времязатратных натуральных экспериментов и прототипов, позволяя заменить их исследованиями на моделях.

На кафедре ФЭМАЭК НИУ «МЭИ» давно, широко и плодотворно применяются информационные технологии в учебном процессе. Причем используются различные формы: от использования простейших программных продуктов и мощных коммерческих программных пакетов до написания студентами и аспирантами кафедры собственных программ, позволяющих решать отдельные задачи расчета электротермических установок (ЭТУ) и их элементов.

В данном докладе приводятся примеры использования при подготовке бакалавров и магистров пакета прикладных программ структурного моделирования Matlab Simulink.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Большинство физических процессов, происходящих в окружающем человека мира, таких как изменение температуры тел, изменение токов в электрических цепях и т.д., может быть описано системой дифференциальных уравнений, причем в подавляющем большинстве случаев все коэффициенты в данных уравнениях в свою очередь являются функциями своих переменных, зачастую нелинейными. Аналитическое решение полученных систем уравнений связано со значительными трудностями, а в ряде случаев невозможно.

Выходом из данной ситуации является использование специальных методов, позволяющих получить частное решение дифференциальных уравнений при конкретных исходных данных.

Одним из способов решения данной задачи является использование структурного моделирования, при котором дифференциальные уравнения представляются в операторной форме с использованием изображения по Лапласу и далее заменяются элементами структурной схемы. В настоящее время обычно структурная схема выполняется в одном из пакетов структурного моделирования с целью упрощения и автоматизации последующего анализа. Один из них — пакет прикладных программ структурного моделирования Matlab Simulink. Данный пакет является наиболее распространенным в мировой инженерной практике и позволяет решать обширный круг задач, связанный со структурным моделированием различных технических объектов [1, 2].

При проектировании электротермических установок структурное моделирование особенно широко применяется при синтезе, настройке и исследовании систем автоматического управления, так как это позволяет в режиме реального времени изменять структуру регуляторов и подбирать их коэффициенты и сокращает длительность наладки системы управления реальным объектом.

Работа с использованием структурного моделирования строится по следующему алгоритму:

- на первом этапе создается модель объекта управления. Модель может быть построена как по литературным данным, так и быть идентифицирована в ходе эксперимента;

- на втором этапе модель объекта дополняется моделью регулятора, структура и параметры которого подбираются на основе первоначальных допущений;

- на третьем этапе производится окончательная настройка системы на переходной процесс с желаемыми показателями качества.

В настоящем докладе использование указанной методики показывается на примере моделирования электротермической установки с дугой средствами пакета Matlab Simulink. Решение подобного задания предлагается студентам в ходе подготовки бакалавров и магистров по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» в курсах «Механизмы и приводы электропечей», «Конструкции электропечей», «Дуговые печи и установки спецнагрева», «Автоматическое управление ЭТУ», «Компьютеризированное управление ЭТУ» и других.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Электротермическая установка с дугой (дуговая печь) — агрегат, преобразующий электрическую энергию в тепловую, выделяющуюся в электриче-

ской дуге, который применяется в широком спектре технологических процессов от плавки черных и цветных металлов до получения ферросплавов, полупроводников и огнеупоров.

По роду используемого тока дуговые печи подразделяются на печи постоянного и переменного тока. В данном примере остановимся подробно на дуговых печах постоянного тока. Общий вид дуговой печи постоянного тока представлен на рис. 1. Основными конструктивными особенностями агрегатов такого рода являются: наличие ванны печи 3, в которой проводится технологический процесс, одного вертикального (сводового) электрода 1 и одного или нескольких нижних (подовых) электродов 4. Между электродом и ванной горит электрическая дуга 2, в которой выделяется основная мощность, необходимая для проведения технологического процесса.

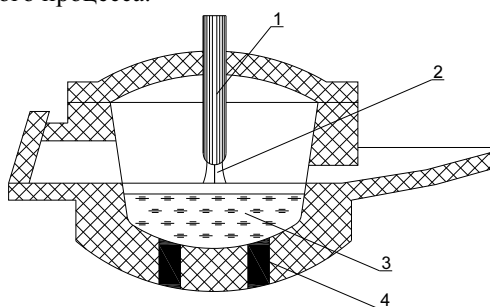


Рис. 1. Дуговая печь постоянного тока в разрезе

Для регулирования мощности в таких установках используется изменение длины дуги путем перемещения электрода печи, а также изменение напряжения дуги путем переключения ступеней печного трансформатора. Переключение ступеней трансформатора является воздействием с большой постоянной времени, поэтому его нельзя рассматривать в качестве оперативного инструмента изменения мощности, и основным управляющим воздействием по праву считается перемещение электрода.

Таким образом, задача моделирования привода перемещения электродов с последующей настройкой регулятора мощности является одной из актуальных задач для дуговых печей. Решение данной задачи позволяет студентам лучше понять взаимосвязи между элементами, входящими в состав механизма перемещения электродов, а так же влияние параметров отдельных элементов на регулирование мощности дуговой печи.

3. МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА ДУГОВОЙ ПЕЧИ

Для перемещения электродов дуговых печей в зависимости от емкости печи могут быть использованы два типа приводов: электромеханический и электрогидравлический.

В настоящее время для дуговых печей малой емкости наиболее широко используется электромеханический привод перемещения электродов, функциональная схема которого показана на рис. 2.

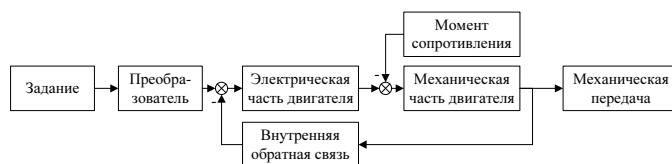


Рис. 2. Функциональная схема электромеханического привода

Основным элементом электромеханического привода является электрический двигатель. Несмотря на наметившуюся в последнее время тенденцию использования асинхронного двигателя, традиционно используется двигатель постоянного тока (ДПТ). Данный тип двигателя наиболее хорошо изучен, известны все уравнения, связывающие электрические и механические характеристики двигателя, поэтому в рамках данного доклада будет рассматриваться двигатель постоянного тока.

Кроме двигателя в состав привода входят преобразователь напряжения, служащий для регулирования скорости, а также механическая передача, согласующая параметры движения двигателя и рабочего органа (в данном случае электрода).

Построение модели проведем по алгоритму, изложенному разделе 1. Основные уравнения электрических и механических характеристик ДПТ следующие:

$$\begin{cases} u = L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} + R_{\text{я}} i_{\text{я}} + E \\ E = k\Phi\omega \\ M_{\text{д}} = k\Phi \cdot i_{\text{я}} \\ M_{\text{д}} = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} + M_{\text{с}}, \end{cases} \quad (1)$$

где u — напряжение питания; $L_{\text{я}}$ — индуктивность якоря двигателя; $i_{\text{я}}$ — ток якоря; $R_{\text{я}}$ — сопротивление якоря; E — ЭДС вращения; $k\Phi$ — потокосцепление; ω — угловая скорость двигателя; $M_{\text{д}}$ — момент двигателя; J_{Σ} — момент инерции двигателя; $M_{\text{с}}$ — момент сопротивления.

По паспортным данным определяют $k\Phi$:

$$k\Phi = \frac{U_{\text{ном}} - I_{\text{ном}} R_{\text{я, ном}}}{\omega_{\text{ном}}} \quad (2)$$

Далее, преобразуя уравнения (1) и (2) в операторную форму, можно получить следующее выражение для тока якоря (подробно получение уравнений описано в [3]):

$$i_{\text{я}}(p) = \frac{U(p) - E(p)}{R_{\text{я}} \left(\frac{L_{\text{я}}}{R_{\text{я}}} p + 1 \right)} \quad (3)$$

Преобразователь напряжения представляется в структурной схеме инерционным звеном первого порядка и блоком ограничения.

Структурная схема двигателя постоянного тока независимого возбуждения в терминах Matlab Simulink представлена на рис. 3.

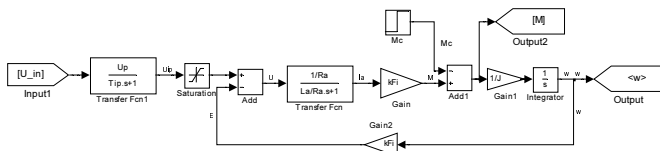


Рис. 3. Структурная схема ДПТ

4. МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧНОЙ ДУГИ

Для инженерных целей в задачах, для которых можно пренебречь детальным описанием физических явлений, протекающих в дуге, электрическая дуга может быть представлена в упрощенном виде. Такое допущение не приводит к существенным погрешностям при исследовании регулятора мощности дуговой печи [4, 5].

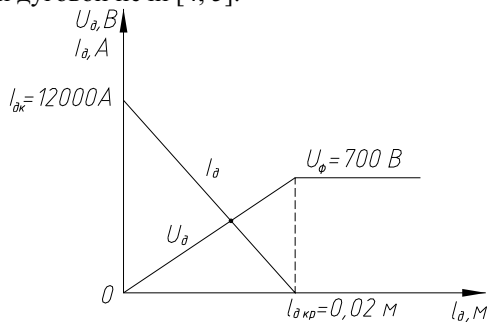


Рис. 4. Зависимости тока дуги и напряжения на дуге

Электрическая дуга представляется в линеаризованном виде как зависимость тока дуги и напряжения на дуге от величины длины дуги. Эти зависимости изображены на рис. 4 (значения токов и напряжений приведены для печи постоянного тока емкостью 12 т, параметры которой будут использованы и при дальнейшем рассмотрении).

На рис. 5 показано описание электрической дуги в виде структурной схемы. На структурной схеме введены следующие обозначения: l_d — длина дуги; I_B — возмущение по длине дуги; I_{K3} — ток короткого замыкания; k_i — коэффициент передачи по току; k_U — коэффициент передачи по напряжению.

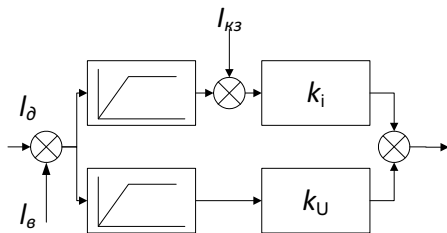


Рис. 5. Структурная схема электрической дуги

5. МОДЕЛЬ ПЕЧИ

Используя полученные выше модель электромеханического привода перемещения электродов и модель электрической печной дуги, дополнив их моделью механизма перемещения электродов, представляемого интегрирующим и пропорциональным звеньями, а также моделью пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора,

получим модель дуговой печи с электромеханическим приводом перемещения электродов.

Модель печи в виде структурной схемы в терминах Matlab Simulink представлена на рис. 6.

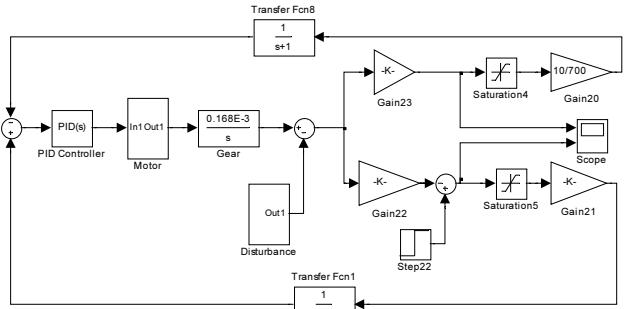


Рис. 6. Структурная схема печи

Для большей наглядности на структурной схеме рис. 6 модель привода перемещения электрода показана в свернутом виде как так называемая «подсистема» *Motor*, блок *Gear* моделирует механическую передачу в печи, а блок *Disturbance* служит для задания возмущений. Также на структурной схеме показана модель электрической дуги, построенная по принципам, изложенным выше. В качестве сигналов обратной связи регулятор мощности использует сигналы тока дуги и напряжения на дуге и работает по дифференциальному принципу, регулируя с определенными весовыми коэффициентами разбаланс между данными величинами. Датчик тока и датчик напряжения представлены в виде инерционных звеньев первого порядка. Кроме этого в схеме используется ПИД-регулятор, представленный единым блоком *PID Controller*.

Полученную структурную схему рациональней всего исследовать в наиболее характерных для дуговой печи режимах. К таким режимам можно отнести следующие режимы:

- 1) режим зажигания дуги — в этом режиме электрод двигается вниз до соприкосновения с металлической шихтой, происходит короткое замыкание, далее электрод поднимается, растягивая дугу;
- 2) режим обрыва дуги — обрыв дуги происходит вследствие обрушения подплавленной шихты, расстояние от электрода до шихты резко увеличивается и дуга обрывается, после обрыва дуги необходимо снова производить процедуру зажигания дуги. Частным случаем режим обрыва дуги можно считать так же и режим резкого изменения длины дуги, который происходит так же из-за обрушения шихты, однако приводит к изменению длины дуги, а не к ее погасанию;
- 3) режим эксплуатационного короткого замыкания — куски шихты обваливаются и закорачивают боковую поверхность электрода, возникает короткое замыкание, отработку данного возмущения необходимо произвести как можно быстрее, так как во время короткого замыкания в электрической цепи печи протекают

токи, которые могут стать причиной выхода печи либо ее элементов из строя.

Осциллограммы переходных процессов тока и напряжения, полученные на модели, представлены на рис. 7.

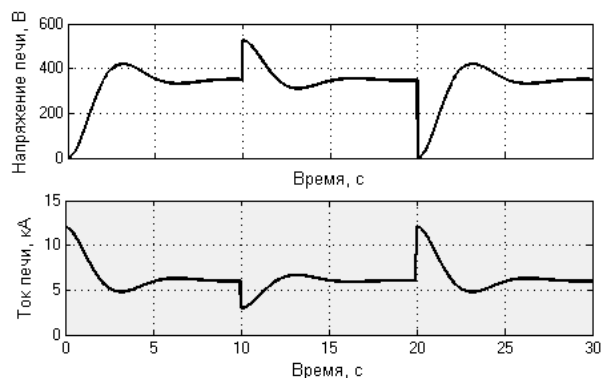


Рис. 7. Переходные процессы тока и напряжения

Осциллограммы иллюстрируют все указанные выше режимы. Так работа печи начинается с зажигания и растяжения дуги. В этот период ток дуги спадает от тока короткого замыкания, а напряжение дуги увеличивается до рабочего. В момент времени 10 с происходит резкое изменение длины дуги (обвал шихты), ток печи резко уменьшается, а напряжение возрастает. После отработки данного возмущения в момент времени 20 с моделируется эксплуатационное короткое замыкание, при котором напряжение на дуге снижается до нуля, а ток становится равным току короткого замыкания.

Полученные осциллограммы переходных процессов тока и напряжения позволяют произвести настройку ПИД-регулятора с целью достижения желаемых показателей качества переходных процессов.

В дальнейшем полученные в ходе моделирования параметры настройки регулятора используются при наладке регулятора на действующей установке, что позволяет сократить затраты на наладку печи в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном докладе на практическом примере показаны широкие возможности использования методов структурного моделирования в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров.

Из-за широкой распространенности методов структурного моделирования в инженерной практике обучение основам и навыкам работы с использованием таких методов и программных пакетов является необходимым в ходе подготовки современных специалистов.

Специалисты, обладающие навыками построения моделей технических объектов на языке структурного моделирования с последующим анализом результатов моделирования, имеют большую востребованность среди потенциальных работодателей, поэтому конкурентоспособность на рынке труда выпускников кафедры, использовавших за время учебы инструменты структурного моделирования, значительно повышается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Черных И.В.** Simulink. Среда создания инженерных приложений. — М.: Диалог-МИФИ, 2004.
2. **Герман-Галкин С.Г.** Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008.
3. **Рубцов В.П.** Исполнительные приводы электротехнологических установок. — М.: МЭИ, 2002.
4. **Минеев А.Р., Коробов А.И., Погребиский М.Я.** Моделирование электротехнологических процессов и установок. — М.: Компания Спутник+, 2004.
5. **Рубцов В.П., Погребиский М.Я.** Моделирование в технике. — М.: МЭИ, 2008.

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрен опыт разработки и применения электронных учебных пособий, видеоуроков, лабораторных практикумов для подготовки специалистов по проблемам безопасности опасных производственных объектов.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы одним из перспективных направлений образовательного процесса стала разработка информационно-образовательных ресурсов (ИОР) в виде объектов мультимедиа.

Современный уровень подготовки высококвалифицированных специалистов ставит целью обучение студентов и закрепление ими на практике полученных знаний в области анализа риска и оценки последствий аварий и пожаров на опасных производственных объектах химической промышленности и смежных отраслей производства. Студентам необходимо приобретать навыки работы с комплексами программных средств и обучающими системами в области промышленной безопасности, автоматизированными информационными системами и базами данных по опасным веществам, материалам и оборудованию. В этой связи разработка комплексов лабораторных работ и видеоуроков для обучения студентов знаниям в области оценки риска является актуальной задачей.

1. ОБУЧАЮЩИЕ ВИДЕОУРОКИ И КОМПЛЕКСЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В данной работе рассматривается опыт разработки озвученных видеоуроков, которые могут использоваться в учебном процессе при различных формах обучения для самоподготовки, проведения лабораторных практикумов и других целей.

Для реализации поставленной задачи преподавателями, сотрудниками и аспирантами кафедры компьютерно-интегрированных систем в химической технологии (КИС ХТ) РХТУ им. Д.И. Менделеева совместно с разработчиками программного комплекса ТОКСИ+^{Risk} ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» [1] подготовлены лабораторные работы.

В качестве средства разработки видеоуроков использовалось программное средство Camtasia Studio — программный комплекс для создания презентаций и интерактивных обучающих видеоуроков, который может осуществлять запись с экрана последовательности действий из заранее помеченной области рабочего стола и сохранять последовательность кадров в виде видеофайла стандарта Audio Video Interleave (AVI).

В рамках этой работы подготовлены три лабораторных практикума: комплекс лабораторных работ по моделированию рассеивания опасных веществ в атмосферном воздухе при авариях на химически опасных объектах; комплекс лабораторных работ по моделированию и оценке последствий взрывов и пожаров на опасных производственных объектах; комплекс лабораторных работ по оценке риска и расчету пожарного риска для наружных установок и непроизводственных зданий.

Каждый из практикумов включает от трех до пяти лабораторных работ, которые, в свою очередь, состоят из описания лабораторных работ, примеров решения типовых задач, видеоуроков, вариантов заданий на лабораторные работы.

К каждой лабораторной работе подготовлено по типовому заданию для обучения навыкам работы с отдельными модулями программного комплекса ТОКСИ+^{Risk} в соответствии с тематикой работы и по десять индивидуальных вариантов заданий для самостоятельной работы и закрепления знаний студентов в области анализа риска и оценки последствий аварий на опасных производственных объектах.

Описанный опыт разработки тематических видеоуроков также был использован для формирования информационно-образовательных ресурсов по различным дисциплинам, входящим в состав автоматизированного лабораторного комплекса на кафедре КИС ХТ. Разработано 4 видеоурока для проведения практических занятий, направленных на приобретение навыков работы со специализированным программным обеспечением в области анализа риска, оценки последствий аварий и управления безопасностью химически опасных объектов.

1. Видеоурок по использованию специализированного программного модуля RiskAnalysis для построения логико-графических моделей развития аварий и анализа и оценки экологического, экономического риска и риска токсического воздействия в результате аварий на технологическом оборудовании и установках периодических и непрерывных химических производств и других опасных производственных объектах.

2. Видеоурок по использованию программного модуля «EXPLO» для оценки последствий взрывов топливно-воздушных смесей (ТВС) и пожаров «огненного шара» в соответствии с рекомендациями методики ТВС. [2]

3. Видеоурок по использованию программного модуля «ТОPAZ» для сравнительного анализа по-

следствий аварий со взрывами и пожарами по отечественным и зарубежным методикам.

4. Видеоурок по использованию специализированного программного модуля для прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов промышленных предприятий ОНД-86 (на основе методики ОНД-86) [3].

Объем видеоуроков составляет около 60 Мб, продолжительностью около 1 часа. Пользователь может сам выбрать, как ему ознакомиться с программой: либо сначала просмотреть видеоурок до конца, а затем применить полученные знания на практике, либо параллельно с просмотром видеоурока по тематическим частям выполнять последовательность действий в программе.

Проведена апробация подготовленных видеоуроков при выполнении лабораторных работ на кафедре КИС ХТ в учебном процессе по курсам «Компьютерные системы проектирования гибких химических производств», «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств». Планируется массовое внедрение в учебный процесс РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2011/12 учебном году подготовленных видеоуроков для обучения специалистов по специальности 280102 — Безопасность технологических процессов и производств, а также для подготовки специалистов всех направлений химико-технологического профиля при изучении курсов по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности»; «Гражданская оборона», а в перспективе указанные информационно-образовательные ресурсы будут адаптированы к подготовке бакалавров и магистров по направлению 280700 — «Техносферная безопасность».

Указанные видеоуроки можно использовать для повышения квалификации специалистов, а полученные с использованием комплексов программных средств результаты вычислительных экспериментов использовать при создании баз данных в интеллектуальных системах управления безопасностью химических опасных объектов.

2. ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Для теоретической подготовки специалистов и самоконтроля знаний в процессе изучения материала предназначено электронное учебное пособие по проблемам управления безопасностью химически опасных объектов (ХОО).

Целью создания электронного учебного пособия по проблемам управления безопасностью ХОО на основе новых информационных технологий является предоставление широкому кругу специалистов —инженерам, научно-техническим работникам

предприятий и организаций химической и смежных отраслей промышленности — необходимого и достаточного комплекса образовательных ресурсов в области промышленной и экологической безопасности химически опасных объектов и интеллектуальных систем управления безопасностью.

В настоящем электронном учебном пособии описаны модели и методы управления безопасностью химических производств и качеством атмосферного воздуха в интеллектуальных системах поддержки принятия решения (СППР) по управлению промышленной и экологической безопасностью ХОО.

Рассмотренные в пособии модели и методы на основе искусственного интеллекта: фреймовых и продукционных моделей представления знаний в экспертных системах, позволяют на качественно новом уровне реализовать поиск управляющих воздействий, направленных на предотвращение возникновения отказов и аварийных ситуаций.

Реализация данных методов в СППР позволяет осуществлять управление промышленной и экологической безопасностью в режиме реального времени, что в конечном итоге должно способствовать повышению уровня безопасности ХОО.

Электронное учебное пособие и обучающие видеоуроки размещены на выделенном сервере <http://cisserver.muctr.edu.ru/alkmw/index.php/> в разделе «Дополнительное образование» → «Специализированная образовательная программа».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный опыт создания информационно-образовательных ресурсов после всесторонней апробации будет рекомендован к расширенному использованию для подготовки специалистов и переподготовки кадров по вопросам промышленной и экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Программный** комплекс по расчету последствий аварий и расчету пожарного риска ТОКСИ+. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://safety.ru/toxi> — Загл. с экрана.
2. **РД 03-409-01.** Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей. //Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах: сборник документов. Сер. 27. Вып. 2. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2005. — С. 81—122.
3. **Методика** расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: общесоюзный нормативный документ. — Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — 93 с.

БИБЛИОТЕКА МАКРОСОВ EXCEL ДЛЯ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен библиотеке разработанных макросов (процедур, проектов), предназначенных для решения в MS Excel типовых задач дискретной математики и математических методов экономики.

Библиотека охватывает темы — булевы функции, конечные автоматы, машины Тьюринга и Поста, нормальные алгоритмы, сетевые модели, математические модели производства и потребления товаров, управление портфелем ценных бумаг, замкнутые системы массового обслуживания и другие.

ВВЕДЕНИЕ

Многие фундаментальные задачи дискретной математики и математических методов экономики не имеют в информационных технологиях инструментов, которыми их можно эффективно, то есть минимальным числом нажатий на кнопки, решать на компьютере. Отчасти этот пробел устраняют, поддерживающие, вообще говоря, произвольные объемы начальных данных, библиотечные VBA-макросы, содержащиеся в файле VBAcodes.

Все макросы имеют пояснения о применении и, где необходимо, примеры, и комментарии к программным кодам.

1. МАКРОСЫ EXCEL ДЛЯ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

Эта часть библиотеки содержит около 25 макросов, в том числе, проверяющие булеву функцию на линейность и монотонность, находящие:

- фиктивные переменные булевой функции,
- двойственную булеву функцию,
- коэффициенты полинома Жегалкина,
- минимальную ДНФ булевой функции (БФ),
- минимальную ДНФ частичной БФ,
- выходное слово для машины Тьюринга,
- выходное слово для автомата Мили,
- минимальный автомат,
- покрывающий автомат,
- кратчайшие пути сети,
- решение транспортной задачи,
- решение задачи коммивояжера.

Пример 1.1. Проверить на линейность функцию $f = (1001\ 0110\ 0110\ 1001)$.

Технология решения. Вызывается макрос Linearity, вводится, и выделяется, таблица истинности заданной функции (рис. 1.1).

	A	B	C	D	E
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0
4	0	0	1	1	1
5	0	1	0	0	0
6	0	1	0	1	1
7	0	1	1	0	1
8	0	1	1	1	0
9	1	0	0	0	0
10	1	0	0	1	1
11	1	0	1	0	1
12	1	0	1	1	0
13	1	1	0	0	1
14	1	1	0	1	0
15	1	1	1	0	0
16	1	1	1	1	1

Рис. 1.1. Таблица истинности

Запуск макроса на исполнение возвращает сообщение о результатах вычислений (рис. 1.2).

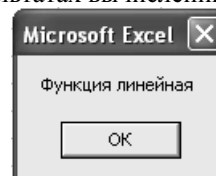


Рис. 1.2. Сообщение

Пример 1.2. Построить эквивалентный минимальный автомат для автомата, заданного таблицей 1.1.

Таблица 1.1

A:Q	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	2,0	1,1	1,1	8,0	6,1	8,0	6,1	4,1	7,0
b	4,1	1,0	6,0	1,1	4,1	9,1	1,1	4,0	9,1
c	4,1	5,0	5,0	1,1	3,0	6,1	3,0	7,0	7,1

Технология решения. Вызывается макрос Al-gMealy, вводится, и выделяется, автоматная таблица 1.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	a	20	11	11	80	61	80	61	41	70
3	b	41	10	60	11	41	91	11	40	91
4	c	41	50	50	11	30	61	30	70	71

Рис. 1.3. Входная автоматная таблица

Запуск макроса на исполнение возвращает в диапазоне A6:I11 разбиение на классы эквивалентности (не приводится) и в диапазоне A15:G18 таблицу работы минимального автомата (рис. 1.4).

15		1	2	3	4	5	6
16	a	20	11	11	51	20	40
17	b	11	10	50	11	61	61
18	c	11	40	40	30	51	41

Рис. 1.4. Выходная автоматная таблица

Пример 1.3. Найти решение задачи коммивояжера, заданной матрицей расстояний между вершинами:

$$\begin{pmatrix} 0 & 7 & 20 & 21 & 12 \\ 27 & 0 & 16 & 1 & 30 \\ 43 & 13 & 0 & 35 & 5 \\ 16 & 16 & 25 & 0 & 18 \\ 30 & 46 & 27 & 48 & 0 \end{pmatrix}.$$

Технология решения. В библиотеке имеются несколько макросов, которыми можно решить данную задачу, воспользуемся макросом Travel. Вводим, и выделяем, данные задачи (рис. 1.5).

	A	B	C	D	E
1		7	20	21	12
2	27		16	1	30
3	43	13		35	5
4	16	16	25		18
5	30	46	27	48	

Рис. 1.5. Входные данные

Запуск макроса на исполнение возвращает сообщение, что решение найдено, и в диапазоне A12:E16 (выделен желтым цветом) матрицу смежности оптимального контура, в ячейке F17 длину контура (рис. 1.6).

12	0	1	5E-07	0	0	
13	5E-07	0	0	1	-5E-07	
14	0	5E-07	0	5E-13	1	
15	-5E-07	0	1	0	0	
16	1	0	-5E-07	0	0	
17						68

Рис. 1.6. Возвращаемые результаты

2. МАКРОСЫ EXCEL МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЭКОНОМИКИ

Список макросов содержит около 20 наименований. Неполный список задач, решаемых ими:

- межотраслевого баланса,
- построения графиков Доход-Спрос,
- построения графиков Цена-Спрос,
- построения изокванты, изокосты,
- максимизация прибыли производства,
- минимизация издержек производства,
- максимизация полезности товаров,
- нахождение риска и доходности портфеля,
- нахождение портфеля с минимальным риском,
- построение эффективной границы портфеля,
- задачи управления запасами,
- задачи на замкнутые СМО.

Пример 2.1. Ковариационная матрица совместного распределения доходностей трех видов ценных бумаг, доходности которых составляют 20 %, 40 % и 10 %, соответственно, имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 0,0002 & 0,00006 & -0,00008 \\ 0,00006 & 0,0003 & -0,00004 \\ -0,00008 & -0,00004 & 0,0001 \end{pmatrix}.$$

Найти пропорции ценных бумаг, обеспечивающие доход 30 % при минимальном уровне риска.

Технология решения. Вызывается макрос Min-Risk, вводятся данные, как на рисунке 2.1, и выделяется диапазон A1:C3.

	A	B	C	D	E
1	0,0002	0,00006	-0,00008		0,2
2	0,00006	0,0003	-0,00004		0,4
3	-0,00008	-0,00004	0,0001		0,1

Рис. 2.1. Ввод данных

Запуск макроса на исполнение открывает диалоговое окно, в котором надо указать доходность портфеля (рис. 2.2).

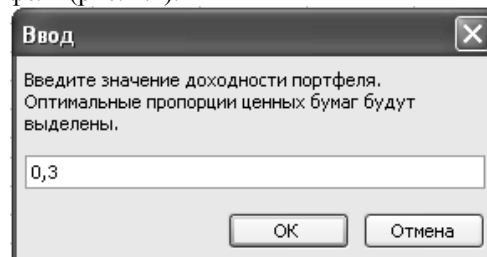


Рис. 2.2. Окно ввода

Команда ОК возвращает сообщение, что решение найдено, и результаты поиска решения (рис. 2.3).

	A	B	C	D
1	0,0002	0,00006	-0,00008	0,163265
2	0,00006	0,0003	-0,00004	0,612248
3	-0,00008	-0,00004	0,0001	0,224488

Рис. 2.3. Результаты поиска решения

Программные коды некоторых макросов по данной теме, и примеры применения, приведены в [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Библиотечные макросы — инструменты, позволяющие эффективно решать задачи дискретной математики и математических методов экономики. Поэтому они не только полезны, но и необходимы всем, кто изучает данные разделы математики. Ссылка для скачивания библиотеки (файла VBA-codes): <http://www.oasdv.narod.ru>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сдвижков О.А. Excel-VBA. Словарь-справочник пользователя. — М.: Изд-во Эксмо, 2008.

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АННОТАЦИЯ

На примере дисциплины «Общая физика» анализируется опыт использования информационных технологий и программных средств о различных видах учебных занятий.

Рассматриваются различные возможности обеспечения студентов учебно-методической информацией, а также сетевые и локальные электронные образовательные ресурсы, созданные на кафедре общей физики и ядерного синтеза

Анализируется многолетний опыт чтения лекций и проведения лабораторных занятий с использованием информационных технологий и программных средств.

ВВЕДЕНИЕ

К сожалению, нынешние выпускники школ практически не подготовлены для обучения в высших учебных заведениях. Они не умеют читать и понимать техническую литературу, в том числе и описания лабораторных работ, не владеют навыками экспериментальных исследований и обработки экспериментальных данных.

С учетом этих особенностей при преподавании естественнонаучных, технических и инженерных дисциплин должна быть выстроена адекватная дидактическая система, опирающаяся на возможности современных информационных технологий.

1. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебная и методическая информация может быть предъявлена студентам различными способами: с помощью Общеуниверситетской системы электронной почты (ОСЭП), Web-сайта кафедры, студенческих сайтов или роздана на CD в учебные группы.

Оперативная информация размещается в Общих папках ОСЭП. Папка дисциплины «Общая физика», содержит папки лекторов потоков и других преподавателей. Создание своей папки и размещение в ней информации предельно просто и не вызывает затруднения даже у преподавателей, не имеющих особых навыков работы в сети.

Обязательный минимум информации в папке лектора потока — это рабочий план семестра, экзаменационная программа, задания к расчетным работам. Часть преподавателей, склонных использовать информационные технологии в обучении, помещают в своей папке материалы лекционных презентаций, задания для самостоятельной работы по подготовке к практическим занятиям, информацию о текущей и итоговой успеваемости (ход выполнения лабораторных работ, защиты лабораторных работ, коллоквиумы, контрольные работы, зачет, экзамен). В корневой части папки дисциплины размещается оперативная информация, представляющая интерес

для всех студентов. Файлы, содержащиеся в папке дисциплины, доступны только для чтения, они могут быть открыты и распечатаны или сохранены в компьютерах студентов.

Обратная связь также осуществляется через папку преподавателя. Студенты могут задавать преподавателю вопросы, помещая в его папке записки.

Широкой популярностью у студентов пользуются Web-сайты, созданные ими самими. На этих сайтах есть, в том числе, и разделы, содержащие учебные материалы. Этим можно воспользоваться для того, чтобы разместить на сайте официальные материалы кафедры. Опыт показывает (www.myiipeef.ru), что студенты с большой охотой скачивают с сайта конспекты лекций, описания лабораторных работ, вопросы к защитам лабораторных работ и коллоквиумам.

2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основным образовательным ресурсом является электронный учебно-методический комплекс «Курс общей физики», состоящий из трех разделов: «Механика. Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм» и «Оптика. Атомная физика» [1].

Комплекс содержит электронные конспекты лекций, компьютерные лабораторные практикумы, электронные задачки и компьютерные лекционные эксперименты (лекционные демонстрации) по всем разделам курса физики. Система контроля знаний включает в себя тесты, используемые при защите лабораторных работ и сдаче коллоквиумов. Учебно-методическое обеспечение содержит рабочий план семестра, перечень вопросов к защитам лабораторных работ и коллоквиумам, экзаменационные билеты и методические указания по изучению курса физики.

Конспекты лекций отражают основное содержание изучаемых разделов физики и базируется на материалах лекций, читаемых на кафедре Общей физики и ядерного синтеза МЭИ и учебном пособии «Курс общей физики» И.В. Савельева. Конспекты лекций записаны в формате html, имеют хорошую навигацию, содержат справочники и вопросы для самопроверки по всем главам.

Компьютерные модели лабораторных работ максимально соответствуют реальным экспериментальным установкам и воспроизводят все их параметры. Можно выполнять лабораторные работы в режиме моделирования или обрабатывать результаты экспериментов, полученные в реальном эксперименте.

Компьютерный практикум содержит 10 лабораторных работ по физическим основам механики, 4 — по Молекулярной физике и термодинамике,

12 — по Электричеству и магнетизму и 8 — по Оптике и атомной физике. В практикум включены описания лабораторных работ.

В электронных задачниках представлены для решения под управлением компьютера 144 задачи по механике и термодинамике, 102 задачи по электричеству и магнетизму и 30 задач по оптике и атомной физике. В задачнике по каждой теме приводится краткий теоретический материал и по три примера решения задач. При решении задач предоставляется помощь трех уровней — рисунок к задаче; основные физические законы, которые необходимо использовать при решении, и, наконец, система уравнений, практически приводящая к решению. Ответы вводятся как в общем виде (путем перетаскивания символов в строку ответа), так и в числовой форме.

Компьютерный курс физики используется как в очном, так и в дистанционном обучении. Для дистанционного обучения используется также система «Прометей», в которой размещены конспекты лекций и тесты для защиты лабораторных работ и сдачи коллоквиумов.

Из других программных средств широко используется Microsoft Office Excel для учета текущей успеваемости, Microcal Origin для построения графиков и MathCAD для обработки экспериментальных данных.

3. ЛЕКЦИИ

Современные информационные технологии позволяют кардинально изменить и способы передачи учебной информации, то есть содержания учебной дисциплины. Они дают возможность реализовать лекцию как компьютерную презентацию учебного материала с помощью разнообразных аудиовизуальных и программных средств. При этом студенты имеют возможность, используя информационные ресурсы кафедры, самостоятельно получить раздаточные материалы, необходимые для работы на лекционном занятии.

Подготовка лекции в виде компьютерной презентации неизбежно требует глубокой научной проработки учебного материала, его отбора и структурирования, определения внутриспредметных и межпредметных связей, постановки целей обучения в виде задания уровней усвоения отдельных учебных вопросов. Для представления учебной информации в лекционных презентациях используются все современные средства — цвет, анимация, звук, видео,

а в качестве средств обучения могут быть включены стандартные пакеты прикладных программ, компьютерные модели экспериментальных установок и т.п.

4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Современный лабораторный практикум предполагает наличие в учебной лаборатории не только экспериментального оборудования, но и достаточного количества персональных компьютеров.

В учебной лаборатории кафедры Общей физики и ядерного синтеза персональные компьютеры используются и как средство организации учебного процесса и как средство обучения.

На компьютерах преподавателей ведется учет текущей успеваемости, что позволило ввести рейтинговую систему оценки работы студентов в лаборатории. По каждой работе выставляются три оценки — за подготовку к работе, за выполнение работы и обработку экспериментальных данных и за защиту лабораторной работы. Рейтинговая система, с одной стороны, дисциплинирует студентов, а, с другой стороны, позволяет принять адекватное решение при проставлении зачета.

Студенты используют компьютеры для распечатки бланков протоколов измерений, обработки экспериментальных данных, построения графиков. Есть возможность с помощью компьютерной модели лабораторной работы ознакомиться с порядком ее выполнения, проделать эксперимент, получить результаты измерений, а затем выполнить работу на реальной установке.

В системе контроля знаний в лаборатории используются компьютерные защиты лабораторных работ и коллоквиумы, входящие в электронный учебно-методический комплекс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование компьютерных технологий позволяет создать учебную среду, восполняющую недостатки подготовки школьников к обучению в высших учебных заведениях, позволяет интенсифицировать учебный процесс и повысить качество обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белокопытов В.М., Губкин М.К., Иванов Д.А. и др. ЭУМК «Общая физика». Информатизация инженерного образования: электронные образовательные ресурсы МЭИ. Выпуск 4 / под общ. ред. С.И. Маслова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 190 с., илл.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АГЕНТ ОБУЧАЕМОГО ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Агент обучаемого — один из множества агентов, функционирующих в рамках интеллектуального агентно-ориентированного учебного комплекса (ИАОУК). Он должен отражать потребности и возможности каждого конкретного обучаемого в приобретении знаний, информировать о них систему и доставлять подобранный контент и сценарий обучения студенту. Анализ психологических и тестовых данных обучаемого позволяет агенту преподавателя формировать и корректировать индивидуальную траекторию обучения таким образом, чтобы при минимальных затратах времени добиться максимальной эффективности обучения.

В работе предлагается строить агента, обучаемого в ИАОУК на базе трех моделей: коммуникативной, психолого-когнитивной и модели достижений

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие инфосферы поставило перед образовательными системами общества серьезные проблемы эффективной передачи знаний, опыта, умений и навыков старших поколений вступающей в жизнь молодежи. Образование приобретает новые формы, используя достижения современных информационно-коммуникационных технологий.

За последние десятилетия разработано большое количество автоматизированных обучающих систем, инструментальных средств и сетевых сред дистанционного обучения, конструкторов мультимедийных учебников и курсов, компьютерных тестирующих систем. Работы по созданию интеллектуальных обучающих систем ведутся во многих высших учебных заведениях. Вопросы методологии построения интеллектуальных агентно-ориентированных учебных комплексов рассматриваются в работах В.А. Кудинова, М.В. Цуканова, Ю.Р. Кофтанова, В.А. Остапенко. Различным аспектам разработки интеллектуальных учебных комплексов посвящены работы С.Ф. Чалого, Ю.Н. Александрова, В.В. Евсеева, В.М. Кузьменко, Ю.Е. Усачева, Е.М. Давыдовой, С.Л. Лобачева.

Важную роль интеллектуальные обучающие системы с агентом обучаемого играют в дистанционном образовании, где общение студента с преподавателем ограничено.

1. ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ОБУЧАЕМОГО В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ КОМПЛЕКСАХ (ИАОУК)

В течение ряда лет на кафедрах Автоматики и вычислительной техники и Информационных систем и технологий Вологодского государственного технического университета ведется работа по со-

зданию интеллектуального агентно-ориентированного учебного комплекса (ИАОУК), в котором множество агентов представляет интересы реальных студентов и преподавателей и берет на себя часть обязанностей преподавателя. В их числе, административные агенты, агенты процесса обучения, агенты управления знаниями, агенты генерации тестовых заданий и тестирования, агенты преподавателя и другие. Часть компонентов ИАОУК реализована, апробирована и успешно применяется для инженерной подготовки по специальностям указанных выпускающих кафедр (например, система автоматической генерации тестовых заданий [1], проверяющая система решения задач по программированию [2] и др.). Отдельные компоненты ИАОУК находятся в настоящее время в стадии разработки или апробации.

Агент обучаемого отражает потребности и возможности каждого конкретного обучаемого в приобретении знаний, информирует о них систему и доставляет подобранный контент и сценарий обучения студенту. Знания о студенте приобретаются ИАОУК в процессе работы с конкретными обучаемыми. Создание (описание), сохранение и применение этих знаний являются одной из сложных задач не только для интеллектуальных обучающих систем, но и для живого преподавателя. Личностные характеристики, индивидуальные особенности и знания обучаемых практически всегда оцениваются (как минимум, по трехбалльной шкале: уровень высокий, средний, низкий) и учитываются педагогами при преподавании своего предмета (существует множество приемов для привлечения (активизации) внимания, ускорения запоминания и т.п.), что повышает эффективность обучения. К сожалению, большинство компьютерных средств обучения направлено на среднестатистического обучаемого.

Для реализации агента обучаемого и индивидуализация обучения в ИАОУК нужна модель студента. Большое число публикаций об исследованиях проблемы разработки моделей и профилей обучаемого свидетельствует об актуальности. Построение модели обучаемого в ИАОУК требует решения следующих задач.

1. Выбор модели студента, оптимальной для ИАОУК. Разнообразие моделей обучаемого достаточно велико. Однако среди известных моделей ученика нет модели, которой бы отдавалось предпочтение разработчиками компьютерных средств обучения;

2. Определение множества характеристик студента необходимых и достаточных для работы ИАОУК. На пакет персональных данных обучаемого

го существуют международные стандарты. В их числе входная, психологическая, дидактическая и прочая информация.

3. Определение способов получения персональных данных обучаемого для ИАОУК и методов количественной оценки параметров студента, исследование методов оценки параметров обучаемого. Для ряда характеристик исторически сложились шкалы, единицы и способы измерений. Например, для оценки внимания неплохо зарекомендовал себя метод корректурной пробы. Общеизвестным является способ измерения интеллекта (коэффициента интеллекта) с помощью тестов Айзенка. Для некоторых свойств личности количественные характеристики обучаемого разработаны недостаточно. Например, работоспособность, настроение оцениваются обычно субъективно, как хорошее, среднее или плохое. В этом случае требуется исследование (а, возможно и разработка) методов оценки указанных параметров обучаемого в целях подбора способов, единиц, шкал, пригодных для применения в ИАОУК.

4. Определение способов оценки адекватности модели обучаемого и ее автоматической коррекции в ИАОУК. Качество модели существенно влияет на степень управляемости студентом в процессе обучения и, следовательно, на эффективность обучения в целом. В числе основных свойств, которыми должна обладать модель обучаемого наглядность, технологичность, информативность, полнота, адекватность и некоторые другие.

5. Выбор для построения модели обучаемого математического аппарата, определение способов ее представления и использования.

6. Определение способов внутреннего представления и хранения модели в ИАОУК.

2. ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ОБУЧАЕМОГО В ИАОУК

Можно выделить три группы информации о студенте и в соответствии с этими группами будем представлять обучаемого в ИАОУК тремя моделями: коммуникативной, психолого-когнитивной и моделью достижений:

1) данные, необходимые для однозначной идентификации студента, обеспечивающие общение с ним: имя, домашний адрес, адрес электронной почты, логин, пароль, язык общения и т.д. В результате коммуникативная модель студента SMC примет вид:

$$SMC = (\{Reg\}, \{Purp\}, \{Opp\}).$$

На данном этапе построения ИАОУК ограничимся следующим набором персональных данных:

$$\{Reg\} = (Name, \{Pasp\}, Adrs, Email, Lgn, Psw);$$

$$\{Purp\} = (Spec, \{Ints\});$$

$$\{Opp\} = (\{Qual\}, Lang, Sght, Hrng),$$

где Name — фамилия, имя отчество обучаемого, {Pasp} — его паспортные данные, Adrs, Email Lgn, Psw — его домашний адрес, адрес электронной почты, логин и пароль соответственно; Spec — выбранное направление подготовки или специальность; {Ints} — персональные интересы; {Qual} —

информация о предшествующем образовании; Lang—язык общения; Sght, Hrng — зрение и слух студента;

2) данные, составляющие психолого-когнитивный портрет обучаемого: уровень развития общих и логических способностей, особенности памяти, параметры внимания, работоспособность и т.п. Опираясь на эти характеристики, обучающие агенты смогут построить процесс обучения индивидуума в соответствии с его потребностями и возможностями;

Предлагается представлять психолого-когнитивную модель студента (SMP) состоящей из трех компонент когнитивного {Abil}, регулятивно-деятельностного {Act} и эмоционально-волевого {Emt}:

$$SMP = (\{Abil\}, \{Act\}, \{Emt\}).$$

В состав компонент включаем следующие характеристики: общие способности (интеллект) GInt, способность к запоминанию MMR, внимание Attn, способности к логическому мышлению Logc, творческие способности AbCr, трудолюбие Dlg, работоспособность Wrk, инициативность Init, добросовестность Cnsc, мотивацию к обучению Motv, способности к целеполаганию AbPur, планированию AbPln, решению проблем AbDec. Соответственно компоненты психолого-когнитивной модели представляем следующими выражениями:

$$\{Abil\} = (GInt, MMR, Attn, Logc, AbCr);$$

$$\{Act\} = (Dlg, Wrk, Init, Cnsc);$$

$$\{Emt\} = (Motv, AbPur, AbPln, AbDec).$$

3) информация о профессиональных компетенциях, исходных и приобретенных в ходе обучения, позволяющая судить об успешности образовательного процесса и в случае необходимости обеспечивающая возможность его корректировки.

Модель достижений студента должна отражать приобретаемые в ходе обучения профессиональные и общекультурные компетенции. Профессиональные компетенции выражаются через множество знаний и умений студента. Таким образом, модель достижений обучаемого SM_{ACH} примет вид:

$$SM_{ACH} = (\{Kpw_{ACH}\}, \{Sk1_{ACH}\}, \{Cl1_{ACH}\}), \quad (1)$$

где {Kpw_{ACH}} — множество знаний студента, проявленных им в ходе тестирования (или других методов контроля знаний), {Sk1_{ACH}} — множество умений, которыми он овладел, {Cl1} — множество приобретенных общекультурных компетенций.

Эффективность обучения может и должна определяться путем сравнения реальных достижений студента с нормативной моделью специалиста (бакалавра, магистра). Нормативная модель строится в соответствии с образовательным стандартом и включает весь перечень дисциплин (и дидактических единиц), перечисленный в нем для конкретного направления подготовки. Так как процесс изложения большинства дисциплин опирается на предшествующие опыт и знания, то нормативная модель распадается на две составляющие: входную и выходную. Входная нормативная модель отражает необходимый багаж знаний для изучения конкретной дисциплины, выходная — идеал, к которому

следует стремиться. При этом модель достижений должна показать насколько близко студент приблизился к идеалу.

Известны два способа выражения приобретаемой в процессе обучения информации — репродуктивный (узнавание и воспроизведение) и продуктивный (применение и творчество). Репродуктивная деятельность выражается через узнавание и воспроизведение и может быть определена словом «знать» (помнить). Как правило, усвоение дисциплины предполагает освоение ее терминологии, знание законов, соглашений, классификаций. Продуктивная деятельность выражается через применение и творчество и может быть определена словом «уметь». Применение достаточно легко определить через умение решать прикладные задачи заданного уровня сложности. Оценка творчества требует привлечения эксперта. В образовательных стандартах творческие умения обычно не конкретизируются, способы их оценки не прописываются. Творчество может проявляться в оригинальных алгоритмах решения задач, курсовом проектировании и т.п. Таким образом, нормативная модель студента может быть выражена множеством:

$$SMN = (\{K_{nw}\}, \{SkI\}),$$

где $\{K_{nw}\}$ — множество знаний, $\{SkI\}$ — множество умений.

Соответственно, входная и выходная нормативные модели:

$$SMN_{IN} = (\{K_{nwIN}\}, \{SkI_{IN}\})$$

$$SMN_{OUT} = (\{K_{nwOUT}\}, \{SkI_{OUT}\})$$

Модель достижений студента, используемую в ИАОУК, будем представлять аналогично, так как она отражает текущий уровень знаний студента в процентах от нормативной модели идеального специалиста:

$$SMN_{ACH} = (\{K_{nwACH}\}, \{SkI_{ACH}\}).$$

Множество знаний K_{nwIN} и умений $\{SkI_{IN}\}$, которыми должен владеть студент до начала обучения описываем с помощью выражений:

$$\{K_{nwIN}\} = (\{DFN_{IN}\}, \{LWS_{IN}\}, \{CLS_{IN}\})$$

$$\{SkI_{IN}\} = (\{APL_{IN}\}, \{CRT_{IN}\})$$

Аналогично описываем знания и умения "идеального" специалиста и реальные достижения обучаемого:

$$\{K_{nwOUT}\} = (\{DFN_{OUT}\}, \{LWS_{OUT}\}, \{CLS_{OUT}\})$$

$$\{SkI_{OUT}\} = (\{APL_{OUT}\}, \{CRT_{OUT}\})$$

$$\{K_{nwACH}\} = (\{DFN_{ACH}\}, \{LWS_{ACH}\}, \{CLS_{ACH}\})$$

$$\{SkI_{ACH}\} = (\{APL_{ACH}\}, \{CRT_{ACH}\}),$$

где $\{DFN_{IN}\}$, $\{DFN_{OUT}\}$, $\{DFN_{ACH}\}$ — множества терминов, которыми должен владеть студент, соответственно, до начала обучения, в итоге обучения и реально изученных; $\{LWS_{IN}\}$, $\{LWS_{OUT}\}$, $\{LWS_{ACH}\}$ — множества законов и соглашений; $\{CLS_{IN}\}$, $\{CLS_{OUT}\}$, $\{CLS_{ACH}\}$ — множества классификаций; $\{APL_{IN}\}$, $\{APL_{OUT}\}$, $\{APL_{ACH}\}$ — множества прикладных задач различных уровней сложности; $\{CRT_{IN}\}$, $\{CRT_{OUT}\}$, $\{CRT_{ACH}\}$ — множества творческих задач.

Для построения и поддержки психолого-когнитивной модели студента назначим психологи-

ческого агента. Его задача — определять по мере необходимости личностные и психологические параметры студента, оказывающие существенное влияние на ход образовательного процесса. Ответственность за построение модели достижений, выявление отклонений от нормального (запланированного) хода обучения и компетентное реагирование на отклонения возложим на профессионального агента. Коммуникативный агент обучаемого инициирует общение с ИАОУК и создает коммуникативную модель обучаемого.

3. ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ ПРОГНОЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В ИАОУК

Результаты обучения в значительной степени зависят от психолого-когнитивных особенностей обучаемого, приобретенных им ранее знаний, умений и общекультурных компетенций. Влияние на образовательные достижения студента общих способностей (интеллекта) G_{Int} , способности к запоминанию MMR , внимания $Attn$, способности к логическому мышлению $Logc$, творческих способностей $AbCr$, трудолюбия Dlg , работоспособности Wrk , инициативности $Init$, добросовестности $Cnsc$, мотивации к обучению $Motv$, способности к целеполаганию $AbPln$, решению проблем $AbDec$ отмечается многими учеными и преподавателями. Анализ указанных характеристик позволяет построить индивидуальную траекторию обучения, оптимальную для конкретного студента (по временным критериям и объему приобретенных компетенций) и прогнозировать результативность образовательного процесса.

Очевидно, что результативность обучения RL является функцией от когнитивных $\{Abil\}$, регулятивно-деятельностных $\{Act\}$ и эмоционально-волевых $\{Emt\}$ особенностей обучаемого его начальных знаний $\{K_{nwIN}\}$ и умений $\{SkI_{IN}\}$:

$$RL = f(\{Abil\}, \{Act\}, \{Emt\}, \{K_{nwIN}\}, \{SkI_{IN}\}).$$

Однако практически отсутствуют данные о степени зависимости результатов обучения от перечисленных выше факторов. Одним из путей решения указанной проблемы является проведение собственных исследований и построение на их основе первичной функции прогноза результатов обучения. По мере работы ИАОУК и накопления статистических данных, как о конкретном студенте, так и о прочих обучаемых, указанная функция будет уточнена.

Ряд экспериментов по определению влияния на успешность обучения психолого-когнитивных особенностей обучаемого и имеющих у него знаний, умений и навыков показал наибольший уровень корреляции достижений с уровнем входных знаний и вниманием студентов. На рис. 1 и 2 представлены диаграммы рассеяния экспериментальных данных, усредненных по интервалам вариационного ряда. Тестирование проводилось по общетехническим и специальным дисциплинам. Среди них «Метрология, стандартизация и сертификация», «Оборудование автоматизированных производств», «Технология разработки программных продуктов» и другие.

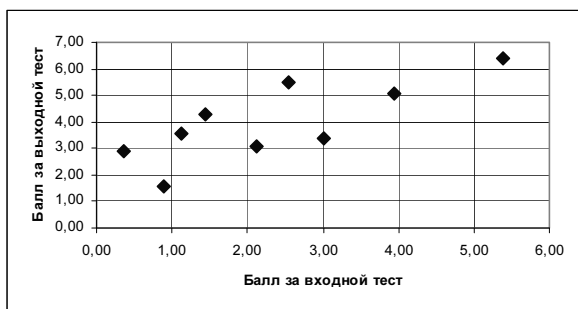


Рис. 1. Зависимость результатов выходного теста от начального уровня знаний обучаемых

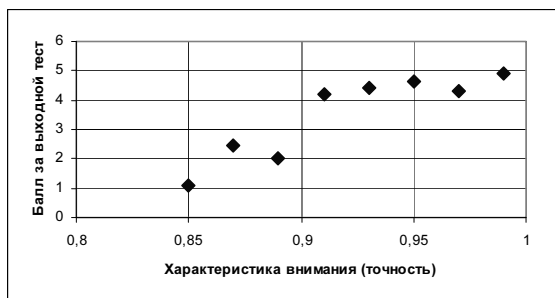


Рис. 2. Зависимость результатов выходного теста от внимания (от параметра точность) обучаемых

Результат обучения выражается списком приобретенных компетенций K_i , для каждой из которых показывается уровень ее освоения. Другим параметром прогноза является время T_{0i} , необходимое студенту для достижения удовлетворительного уровня развития каждой компетенции K_i . Поэтому функция прогноза результатов обучения FP_{RL} может быть представлена следующим множеством

$$FP_{RL} = \left\{ \bigcup_{i=1}^N K_i(t) \right\} = \left\{ \begin{array}{l} K_1, T_{01} \\ K_2, T_{02} \\ \dots\dots\dots \\ K_i, T_{0i} \\ \dots\dots\dots \\ K_n, T_{0n} \end{array} \right\}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом характеристик текущего состояния студента и его пожеланий осуществляется настройка траектории обучения, формируется план реализации сеанса обучения (последовательность освоения учебных единиц и контрольных мероприятий с указанием отведенного на них времени), строится прогноз его результатов. По итогам контрольных мероприятий выявляются отклонения текущих результатов обучения от ожидаемых. При наличии отклонений как в ту, так и в другую сторону, проводится корректировка траектории обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергушичева А.П. Гибридный подход к синтезу тестовых заданий в тестирующих системах / А.П. Сергушичева, А.Н. Швецов //Математика, Компьютер, Образование: сборник научных трудов. Выпуск 13. Том 1 / под ред. Г.Ю. Ризниченко. — Москва-Ижевск, R&C Dynamics, 2006. — С. 215—228.
2. Андрианов И.А., Ржеуцкая С.Ю., Сердюков Н.А. Комплекс электронных ресурсов для поддержки учебного процесса на выпускающей кафедре /Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Образовательная среда сегодня и завтра». М., 2008. С. 22—26.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ — МОДЕРНИЗАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается модернизационная парадигма современного высшего образования и значимость исторического образования для студентов инженерно-технических вузов на основе новых ФГОС ВПО через призму компетентного подхода.

Представляется опыт создания и использования ЭОР в гуманитарном блоке дисциплин с акцентом на историческое образование в профессиональной подготовке по энергетическим направлениям в НИУ «МЭИ».

ВВЕДЕНИЕ

Цель модернизации отечественной системы образования — переход от классической системы образования к инновационной системе образования. Реализуется модернизационная парадигма в ФГОС ВПО третьего поколения, основанных на компетентностной методологии их построения.

Инновационная система образования призвана формировать творческие качества индивида на основе эвристических методов обучения, способствующих развитию самостоятельного критического мышления, способности к социализации для успешной деятельности в обществе, готовности к постоянному профессиональному обучению и личностному самосовершенствованию.

Исторические знания являются фундаментом гуманитарного образования студентов инженерно-технических вузов, так как обеспечивают повышение общеобразовательной культуры подрастающего поколения и воспитывают у него гражданственность, патриотические чувства, нравственные убеждения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В НИУ «МЭИ»

Предложенная Научно-методическим советом по истории Программа предполагает общую трудоемкость базового модуля дисциплины 4 зачетных единицы (144 часа), из которых 72 часа аудиторных занятий — 36 часов лекций и 36 часов семинаров. Вузовская практика показывает, что в инженерно-технических вузах на аудиторные занятия отводится не более 36 часов.

Тенденция сокращения аудиторных занятий при отсутствии у подавляющего числа студентов-негуманитариев систематических исторических знаний, в силу их ориентации на более глубокое изучение точных и естественных наук, особенно с введением ЕГЭ, приводит к тому, что реализовать

сформулированные в ФГОС общекультурные компетенции становится чрезвычайно трудно.

В Национальном исследовательском университете «МЭИ» по большинству направлений подготовки на учебную дисциплину «История» отводится 4 зачетных единицы (144 часа) при 1 зачетной единице аудиторных занятий (18 часов лекций и 18 часов практических занятий). Исключение составляет направление 140100 Теплоэнергетика и теплотехника, в рабочей программе которого предусмотрено 52 часа аудиторных занятий.

На кафедре Истории и культурологии НИУ «МЭИ» предложены следующие модули дисциплины «История»:

1. История как наука. Основы методологии, историографии и методики исторической науки.
2. Особенности создания и развития Древнерусского государства: Западная Европа, Византия, Золотая Орда (IX — первая половина XV вв.).
3. Московское государство второй половины XV-XVII веках: между Европой и Азией.
4. Российская империя и мир в XVIII — XIX веках: попытки модернизации и сохранение национальной идентичности.
5. Российская империя — СССР — РФ и мировое сообщество в XX — начале XXI в.

Современные условия образовательного процесса диктуют необходимость широкого использования информационных технологий в преподавании исторических дисциплин.

Более 10 лет на кафедре истории и культурологии НИУ «МЭИ» создаются электронные образовательные ресурсы (ЭОР) по всем историческим и культурологическим курсам, которые читаются преподавателями кафедры. За эти годы на кафедре были разработаны программные средств учебного назначения (ПСУН) — «Древние культуры», «Мир Средневековья: духовные истоки и традиции», «Введение в историю мировых цивилизаций», мультимедийный курс «Отечественная история». Все ПСУНы имеют свидетельства РОСПАТЕНТа об официальной регистрации программ для ЭВМ и входят в электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК), подготовленные на кафедре в течение 2007—2010 гг. [1].

Содержательно и методически ЭУМК по историческим дисциплинам формировались с учетом следующих принципов:

- концептуальное решение на основе дидактических единиц государственного образовательного стандарта по дисциплине;

- учет учебных программ, принятых в НИУ «МЭИ» для всех специальностей;
- адаптация учебного материала курсов для наиболее эффективного и адекватного восприятия его студентами, как в познавательном, так и воспитательном аспектах;
- изложение теоретического содержания с учетом разного уровня его освоения;
- совмещение учебной и методической составляющей курса;
- включение системы постоянного контроля за усвоением учебного материала;
- использование ЭУМК для аудиторных занятий, самостоятельной работы студентов, дистанционного обучения.

Реализация данных принципов позволила сформировать ЭУМК как единую учебно-методическую систему, состоящую из трех ведущих модулей: теоретического, методического и контрольного.

Каждый ЭУМК по учебным дисциплинам «Отечественная история» и «Основы гуманитарных знаний — Введение в историю мировых цивилизаций» включает

- *лекции-презентации* на CD, выполненные в программе Power Point.

Лекционные презентации сопровождаются обширным видеорядом: карты, схемы, таблицы, портреты, иллюстративный материал;

- *электронный вариант практических занятий*, представляющий собой web-приложение, доступ к которому осуществляется через Интернет и корпоративную сеть МЭИ.

Структурно каждое практическое занятие имеет вопросы для обсуждения на семинаре и для самостоятельной работы, методические указания по каждому вопросу, информационный материал справочного характера, оформленный в виде гиперссылок и касающийся исторических деятелей и исторических событий, а также контрольные вопросы и задания для закрепления материала;

- *тесты* для четырех промежуточных и итогового контроля (более 300 тестовых заданий по каждой дисциплине);

- *методические указания*, в которых содержится информация по использованию ЭУМК, его технические параметры, подробно раскрывается содержание каждого компонента ЭУМК.

ЭУМК по учебным дисциплинам «Отечественная история» и «ОГЗ — Введение в историю мировых цивилизаций» и содержательно, и методически являются основой для создания нового ЭУМК по учебной дисциплине «История» в соответствии с требованиями компетентностного подхода новых ФГОС ВПО. В рамках конкурса на разработку электронных образовательных ресурсов, проведенных в НИУ «МЭИ» в 2011 г., на кафедре подготовлены лекционные презентации «Россия в мировом исто-

рическом процессе» (17 лекций) по учебной дисциплине История на основе новых рабочих программ по направлению 140100 Теплоэнергетика и тепло-техника.

Учитывая значительное увеличение объема самостоятельной работы студентов, подготовка и использование электронных образовательных ресурсов приобретает особую ценность с точки зрения ее организации и контроля.

Лекционные презентации и электронные варианты практических занятий дают возможность студентам самостоятельно более углубленно изучать теоретические разделы курса.

Модуль проверки знаний позволяет усилить контрольный элемент самостоятельной работы студентов. Он построен на основе интеграции нескольких видов и уровней контроля и включает:

- вопросы для самопроверки,
- тестовый контроль по каждой лекции,
- творческие задания по всему курсу,
- сквозной контроль по всему содержанию курса на основе «on line» тестирования.

Вопросы для самопроверки — контроль первого уровня — нацелены на проверку начальных знаний и могут быть использованы во время проведения практических аудиторных занятий со студентами и при дистанционном обучении.

Функционирующая в НИУ «МЭИ» система «Прометей», через включенные в нее тестовые задания, дает возможность осуществлять сквозной контроль по усвоению учебного материала как в целом, так и по отдельным разделам в режиме «on line» с автоматической демонстрацией результатов.

Одним из видов самостоятельной работы студентов является реферативная работа. Подготовка рефератов строится на основе выполнения творческих задания, которые готовятся студентами в режиме «off line» и представляются преподавателю как на электронном, так и на бумажном носителе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном образовательном пространстве, развивающемся в направлении инновационных приоритетов, информационные технологии являются не только инструментарием образовательного процесса, но и его данностью, императивом. Информационные технологии позволяют создавать новую интеллектуальную среду, нацеленную на постоянное воспроизводство «творческого человеческого капитала» как важнейшего ресурса современного общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Смирнова М.И.** Гуманитарная составляющая новых образовательных стандартов и электронные технологии// Вестник МЭИ. 2010. № 4. С. 86—92.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается проблема создания систем контроля успеваемости и аттестации студентов в соответствии с современными образовательными стандартами.

Выполнена реализация метода имитационного тестирования знаний, решающего указанные задачи и проблемы современного обучения.

Описан разработанный комплекс программного обеспечения для тестирования знаний студентов технических вузов, включающий системы тестирования по семи математическим дисциплинам.

ВВЕДЕНИЕ

В инженерном образовании осуществляется переход на образовательные стандарты нового поколения, включающие усиленные квалификационные требования на основе компетентностной модели.

Согласно этим стандартам, высшее учебное заведение обязано гарантировать качество подготовки, в том числе путем разработки объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся и компетенций выпускников.

Оценка качества освоения основных образовательных программ (ООП) подготовки специалистов должна включать текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся, причем конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний по каждой дисциплине, в том числе тесты и методы контроля, разрабатываются вузом самостоятельно [1].

При разработке оценочных средств для контроля качества изучения модулей, дисциплин и практик должны учитываться все виды связей между включенными в них знаниями, умениями, навыками, позволяющие установить качество сформированных у обучающихся компетенций по видам деятельности и степень общей готовности выпускников к профессиональной деятельности [2].

Таким образом, возникает насущная необходимость в разработке новых методов и средств контроля знаний, соответствующих указанным требованиям.

1. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ

Кафедра математической кибернетики, помимо подготовки специалистов по прикладной математике, осуществляет обучение студентов большинства факультетов МАИ математическим дисциплинам общеобразовательного и профессионального циклов.

В рамках апробации метода имитационного тестирования [3] и внедрения соответствующей компьютерной среды [4] в процесс обучения разработаны системы тестирования для промежуточного и

итогового контроля знаний по следующим дисциплинам: «Математический анализ» (1 курс), «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление», «Теория игр», «Теория оптимизации и численные методы». Кроме того, разработана система тестирования для входного контроля знаний абитуриентов по теме «Элементарная математика».

В процессе этих работ построены семантические модели каждой предметной области, включающие полный набор вопросов-заданий по всем темам и разделам данных учебных курсов.

Они содержат как теоретические вопросы, целевым назначением которых является проверка уровня владения информацией и понимания информации, так и практические задания, целью которых является проверка умений и навыков решения типовых и прикладных задач по каждому предмету.

Постановки задач включают открытую форму вопроса (ввод ответа), единичный и множественный выбор из альтернатив, задания на установление соответствия, задачи на составление формул, комбинированные задания с пошаговым контролем.

Постановки задач большинства заданий содержат числовые параметры, генерируемые случайным образом в процессе тестирования. Часть заданий содержит мультимедийные фрагменты и графические образы.

Состав тестов включает:

- линейные тесты с жестко фиксированной структурой, имитирующие контрольную работу;
- адаптивные тесты с ветвлениями в зависимости от ответа тестируемого;
- тесты для самоконтроля с подсказками;
- тесты, имитирующие очный экзамен с возможностью ответа на дополнительные вопросы для повышения оценки.

2. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

Построенная модель требуемых знаний по дисциплине «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» содержит 138 типовых вопросов-заданий по 11 главам учебного курса (рис. 1).

Постановки задач включают открытую форму вопроса (ввод ответа), единичный и множественный выбор из альтернатив, задания на установление соответствия (рис. 2).

Постановки задач всех заданий содержат числовые параметры, генерируемые случайным образом в процессе тестирования (рис. 3).

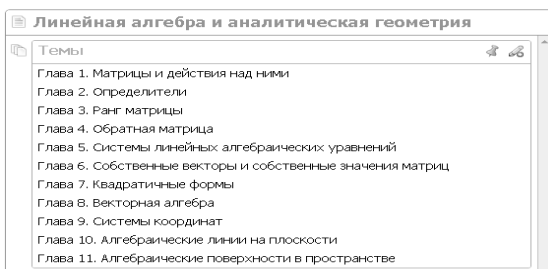


Рис. 1. Структура курса «Линейная алгебра и аналитическая геометрия»

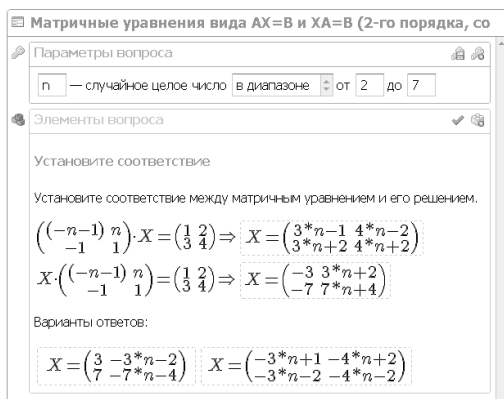


Рис. 2. Типовое задание на установление соответствия (редактирование)

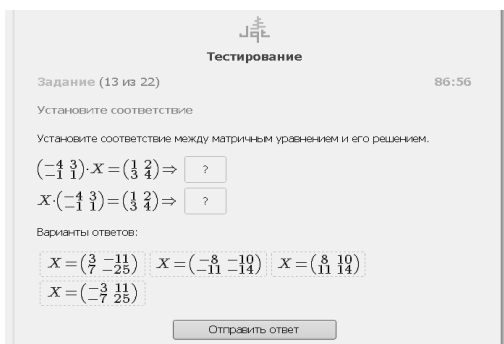


Рис. 3. Типовое задание на установление соответствия (тестирование)

При прохождении теста студентом на компьютере преподавателя отображаются текущие результаты ответов на вопросы (рис. 4).

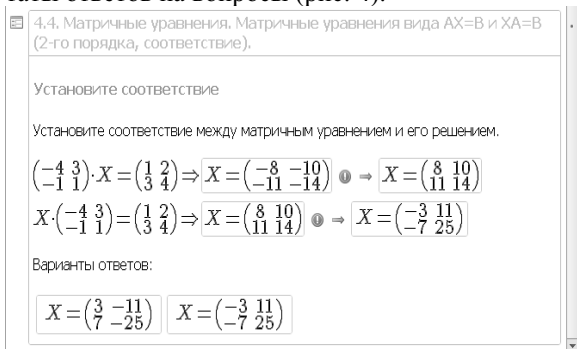


Рис. 4. Типовое задание на установление соответствия (результат)

Протоколы результатов передаются студенту по завершении теста и доступны в любой момент для преподавателя.

Система тестирования включает промежуточные тесты по темам «Линейная алгебра» и «Аналитическая геометрия».

Кроме того, разработан итоговый тест по всему предмету.

3. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»

Построенная модель требуемых знаний по дисциплине «Математический анализ» содержит 229 вопросов-заданий по 9 главам первого курса обучения (рис. 5).

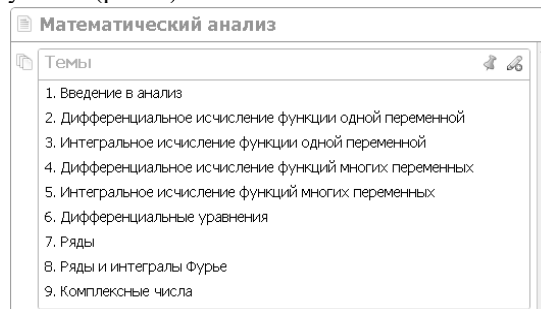


Рис. 5. Структура курса «Математический анализ»

Постановки задач, в числе прочих, включают комбинированные задания с пошаговым контролем.

Разработаны отдельные тесты по каждой дидактической единице курса, 2 контрольных работы в рамках текущего контроля знаний, а также итоговое тестирование по каждому семестру.

Часть тестов являются адаптивными, алгоритм тестирования в них содержит ветвления в зависимости от ответа обучаемого.

В промежуточных тестах предусмотрен режим прохождения с подсказками для самообучения.

4. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

Построенная модель требуемых знаний по дисциплине «Дифференциальные уравнения» содержит 127 типовых вопросов-заданий по 5 главам учебного курса (рис. 6).

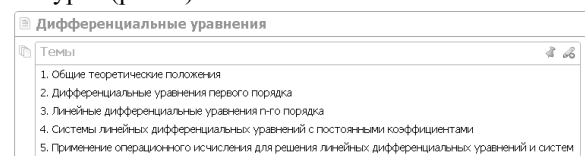


Рис. 6. Структура курса «Дифференциальные уравнения»

Разработаны отдельные тесты по каждой главе учебного курса, а также итоговый тест, имитирующий очный экзамен.

Все тесты являются адаптивными, содержат как теоретические вопросы, так и практические задания.

Постановки задач содержат числовые параметры, генерируемые случайным образом в процессе тестирования.

5. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ОПЕРАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ»

Построенная модель требуемых знаний по дисциплине «Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление» содержит 176 типовых вопросов-заданий по 5 главам учебного курса (рис. 7).

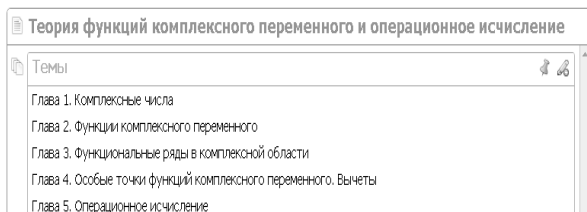


Рис. 7. Структура курса «Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление»

Разработаны отдельные тесты по каждой главе учебного курса, а также итоговый тест по всем темам дисциплины.

В промежуточных тестах предусмотрен режим прохождения с подсказками для самообучения.

6. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ ИГР»

Построенная модель требуемых знаний по дисциплине «Теория игр» содержит 129 типовых вопросов-заданий по 2 разделам учебного курса: «Матричные игры» и «Многокритериальные задачи».

Постановки задач большинства практических заданий содержат графические изображения и анимацию (рис. 8).

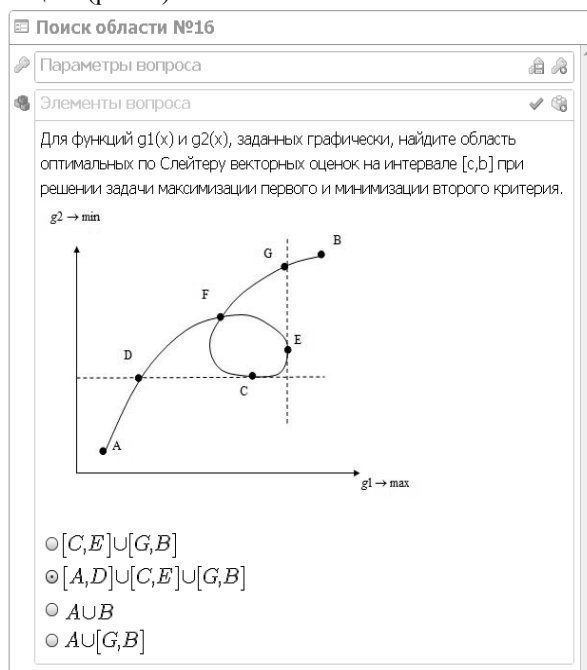


Рис. 8. Типовое задание по теме «Многокритериальная оптимизация»

Разработаны тесты с жесткой структурой, имитирующие контрольную работу (16 вариантов).

Кроме того, разработан итоговый тест, содержащий как теоретические вопросы, так и практические задания.

7. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

Семантическая модель учебной дисциплины «Теория оптимизации и численные методы» содержит 283 вопроса-задания по 7 главам учебного курса (рис. 9).

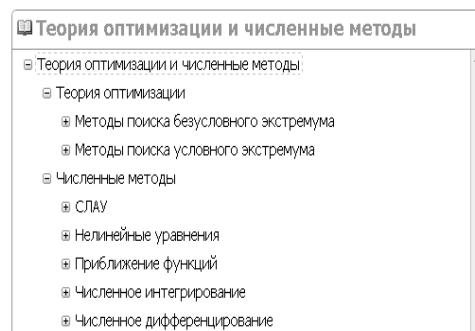


Рис. 9. Структура курса «Теория оптимизации и численные методы»

Разработано 10 тестов по каждому из основных типов изучаемых методов.

Тестовые задания параметризованы, содержат рисунки и графики.

8. СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ПО КУРСУ «ЭЛЕМЕНТАРНАЯ МАТЕМАТИКА»

Построенная модель требуемых знаний по элементарной математике содержит 155 типовых вопросов-заданий по 11 темам школьного курса математики (рис. 10).

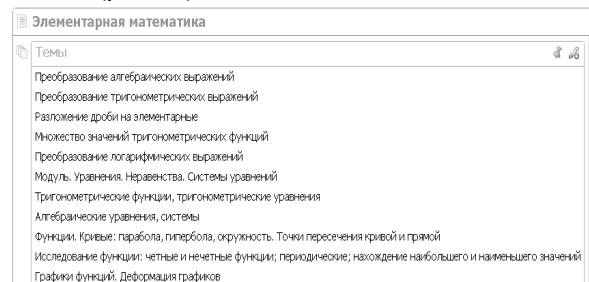


Рис. 10. Структура курса «Элементарная математика»

Разработано входное тестирование, соответствующее уровню ЕГЭ по математике. Его задачей является всесторонняя проверка начальной подготовки первокурсников. По результатам тестирования выдаются рекомендации для прохождения дополнительных занятий по темам, в которых выявлена недостаточность уровня знаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный и реализованный метод имитационного тестирования знаний решает сразу несколько задач и проблем современного обучения.

В условиях нехватки кадров квалифицированного преподавательского состава и увеличения среднего возраста преподавателей, крайне важно сохра-

нить накопленный годами опыт и выработанные методики обучения.

Благодаря предложенному подходу, образовательное учреждение получает возможность сохранения целостной структуры учебной программы и ее адаптации к динамичным требованиям компетентностной модели специалиста.

Построенную изначально модель требуемых знаний можно непрерывно совершенствовать на основе знаний и опыта коллектива преподавателей, требований государственных стандартов, межвузовского взаимодействия, диалога с предприятиями отрасли и обратной связи с обучаемыми.

Кроме того, путем расширения такой модели за счет добавления текстовой и мультимедийной информации по учебной дисциплине, возможно создание компьютерных курсов для дистанционного обучения.

Автоматизированный контроль знаний, в соответствии с рекомендациями новых образовательных стандартов [1, 2], позволяет перераспределить учебную нагрузку, путем перенесения совокупности мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации на внеаудиторное время.

Удается уменьшить соответствующую нагрузку преподавателей и за счет этого увеличить удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах в сочетании с внеаудиторной работой студентов.

Использование компьютерных интерактивных средств повышает вовлеченность студентов в про-

цесс обучения и стимулирует их самостоятельную работу.

Вырабатываемые в процессе имитационного тестирования модели текущих знаний являются объективными и наглядными показателями уровня знаний и качества обучения, как для студентов, так и для преподавателей и администрации вуза.

Компьютерная среда имитационного тестирования позволяет накапливать, систематизировать, обрабатывать и анализировать данные по индивидуальной и групповой успеваемости, формировать отчетность и рекомендации для адаптивного управления процессом обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 010400 Прикладная математика и информатика (квалификация (степень) "магистр") — http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_10/prm545-1.pdf — 27.11.2011.

2. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 160100 Самолето- и вертолетостроение (квалификация (степень) «специалист»). — http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_10/prm2054-1.pdf — 27.11.2011.

3. **Сологуб Г.Б.** Разработка системы имитационного тестирования // Вестник Московского авиационного института. — 2009. — Т. 16, № 2. — С. 28—33.

4. **Сологуб Г.Б.** Компьютерная среда создания систем имитационного тестирования знаний // Электронный журнал «Труды МАИ» — 2010. — №38. — <http://www.mai.ru/science/trudy/>.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ МУЛЬТИМЕДИА ТЕСТОВ НА ОСНОВЕ ФОРМАЛЬНЫХ ГРАММАТИК

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается метод генерации тестовых заданий на основании формальных грамматик. Метод реализован в программном комплексе, который является удобным инструментом автоматизации работы преподавателя.

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент существует много различного программного обеспечения для обучения и тестирования, которые позволяют получить необходимые знания пользователю. Эти системы обладают статическим набором тестов, что негативно сказывается в обучении, так как человек может запомнить задания и пройти их по памяти, не вникая в образовательный процесс. Еще один минус таких программ в том, что у преподавателя практически нет инструментов для создания самих тестов, а имеется уже predetermined набор. Поэтому возникает необходимость в программной среде, которая позволяла бы создавать множество разнородных тестов.

1. ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Для решения проблемы динамической генерации учебного материала предлагается использовать продукционный формализм на основе канонических исчислений Поста [1]. Продукции наряду с фреймами, формальными логическими моделями и семантическими сетями являются наиболее популярными средствами представления знаний в интеллектуальных системах, которые, с одной стороны, близки к логическим моделям, что позволяет организовывать на них эффективные процедуры вывода, а с другой стороны, более наглядно отражают знания, чем классические логические модели. В продукциях отсутствуют жесткие ограничения, характерные для логических исчислений, что дает возможность изменять интерпретацию элементов продукции [2].

Вышеизложенный метод синтеза учебных материалов применяется в разработанном программном комплексе: Инструментальная Интеллектуальная Программная Система (ИИПС), которая эффективно решает проблемы автоматизации труда преподавателя по составлению учебного материала.

Грамматики, используемые в ИИПС, записываются в нормальной форме Бэкуса—Наура (БНФ). Терминалы записываются как обычные символы алфавита, а не терминалы в угловых скобках “<” “>”. Правила состоят из правой части, содержащей хотя бы один нетерминал, и левой части, содержа-

щей нетерминалы и/или терминалы. Обе части разделяются символом “::=”, который можно интерпретировать “определяется как”. Дополнительно правая часть может содержать символ “|” разделяющий варианты подстановки строк. В зависимости от классификации грамматики правые и левые части правил могут содержать разное количество терминалов и не терминалов.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАММАТИК И СИНТЕЗ ОБУЧАЮЩИХ ТЕСТОВ

Классификация грамматик происходит по иерархии Хомского, ИИПС поддерживает три класса из этой иерархии:

Контекстно-свободные грамматики — самый простой из рассматриваемых типов. Левая часть правила должна содержать один нетерминал, правая является произвольной.

Например: $\langle A \rangle ::= ab \langle B \rangle c$
 $\langle B \rangle ::= d$

Данная грамматика породит строку: abdc

Контекстно-зависимые грамматики — в левой части помимо одного нетерминала может присутствовать контекст из терминальных символов справа или/и слева. Контекст, в правой части правила, описывать не надо т.к. система автоматически сохраняет контекст левой части при подстановке.

Например: $\langle A \rangle ::= abe \langle B \rangle ec$
 $e \langle B \rangle e ::= d$

Данная грамматика породит строку: abedec

Произвольные (неограниченные) грамматики — левая и правая часть правила неограниченны кроме одного условия, в левой части должен присутствовать хотя бы один нетерминал.

Например: $\langle A \rangle ::= abe \langle B \rangle \langle C \rangle ztc$
 $e \langle B \rangle \langle C \rangle zt ::= eddzt$

Данная грамматика породит строку: abeddztc

Подстановка правил идет от большего наименования к меньшему т.е.:

$\langle A \rangle ::= abe \langle B \rangle e45f \langle B \rangle gr$
 $e \langle B \rangle e ::= d$
 $\langle B \rangle ::= 12$

В итоге получится строка *abede45f12gr*, в первом случае произошла подстановка правила с наибольшим именем, а не с наименьшим.

Формальные грамматики различной классификации предоставляют мощное средство синтеза обучающих тестов. Для повышения скорости создания тестов и качества наполнения тестовых заданий были разработаны расширения синтаксиса правил грамматик, которые позволили работать со следующими объектами:

- мультимедиа объекты — в тексте правил можно указывать путь до изображений, аудио или видео данных, которые будут вставлены в итоговый результат генерации. Такие объекты ограничиваются символом '#' и могут также содержать элементы грамматики (нетерминалы), для более гибкого управления данным типом объектов;

- вычисляемые выражения — математические формулы, которые можно использовать прямо в правилах грамматики, формулы могут строиться из нескольких правил и рассчитываться во время генерации, что увеличивает интеллектуальность тестов и повышает гибкость создания различных материалов. Формулы могут состоять из: простых операций (сложение, вычитание, деление и т.д.), различных функций (sin, cos и т.д.), цифр, нетерминалов и иметь порядок расчета. Данный объект выделяется символом '\$';

- стили форматирования — объект, с помощью которого можно задавать параметры отображения определенной единицы учебного материала. Стили форматирования отвечают за: цвет символов и фона, стили начертания текста (жирный, курсив), шрифты, размеры изображений, выравнивание объектов и т.д. Символ '&' ограничивает строку, содержащую именованные параметры со значениями стилей;

- символы — строка обычных символов (текстовые и служебные), которые должны быть добавлены в содержание получаемого материала без изменений. Символ '@' ограничивает текстовую строку, а символ '%' определяет номер символа из кодовой таблицы символов.

3. ФОРМАТЫ ИИПС

ИИПС дает возможность создавать учебные материалы в следующих форматах.

Текстовый (rtf) — документ Word с форматированием текста и с рисунками, необходим для подготовки печатной версии создаваемых учебных материалов и для возможности дальнейшего редактирования.

Гипертекстовый документ (html) — так же, как и предыдущий формат содержит форматирование и мультимедиа данные, необходим также для печатной версии, но при этом обладает большой платформонезависимостью (поддерживается многими ОС), простотой использования и предназначен в основном только для режима просмотра без редактирования.

Гипертекстовый интерактивный документ (html и ssi) — состоит из двух документов один из них web документ имеющий помимо текста с форматированием и рисунками, элементы для взаимодей-

ствия с содержимым теста (кнопки, поля ввода, элементы выбора), необходим для прохождения теста непосредственно в интернет браузере с последующей отправкой результатов на проверяющий сервер, на котором лежит соответствующий ssi файл.

Интерактивный файл (usf) — является наиболее полноценным форматом экспорта тестов, содержит все элементы форматирования текста, помимо изображения содержит все мультимедиа объекты, и интерактивные элементы управления, кроме этого имеет интеллектуальные технологии обратной связи с тестируемым. Данный формат необходим для обеспечения процесса тестирования в отдельном программном комплексе, с контролем результатов и процесса выполнения.

Бинарный файл (txt, bin, bmp и любое произвольное расширение) — данный файл содержит практически чистые данные без обертки их в структуру произвольного формата, используется для генерации произвольных бинарных данных (изображения, неформатированный текст и т.д.), при этом специалист должен знать формат создаваемого файла.

Среда ИИПС позволяет получать как печатные версии тестов, так и компьютерные интерактивные версии тестов, а также после генерации предоставляет возможность множество раз синтезировать разнообразные тесты на одном наборе файлов-хранилищ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инструментальная Интеллектуальная Программная Система, применяется при подготовке бакалавров и магистров в таких дисциплинах как: «Системное программное обеспечение», «Интеллектуальные информационные системы», «Системы искусственного интеллекта и принятия решений». ИИПС применяется и как учебный комплекс и как обучающий комплекс. Благодаря генерации на основе формальных грамматики, тестовые задания получают разнообразными и не требуют больших трудозатрат для генерации большого количества тестов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов С.Ю. Теория дедуктивных систем и ее применения. — М.: Радио и связь, 1986. — 136 с.
2. Сергушичева А.П., Швецов А.Н. Синтез интеллектуальных тестов средствами формальной продукционной системы / А.П. Сергушичева, А.Н. Швецов // Математика, Компьютер, Образование: Сборник научных трудов. Выпуск 10. Часть 1 / под ред. Г.Ю. Ризниченко. — Москва-Ижевск, R&C Dynamics, 2003. — С. 310—320.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Дается описание технологических и дидактических особенностей автоматизированных обучающих комплексов, способствующих развитию критического мышления студентов.

Делается акцент на структуре учебных занятий, разработанных в соответствии с базовой моделью педагогической технологии «Развитие критического мышления через чтение и письмо».

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей современной высшей школы является раскрытие способностей каждого студента, воспитание личности, готовой к жизни в высоко-технологичном, конкурентном мире.

Современному обществу нужны люди, способные решать проблемы, возникающие в постоянно и быстро меняющемся мире, а значит люди, способные мыслить критически, т.к. именно «критический стиль мышления является неотъемлемым атрибутом современной личности, необходимым условием ее успешного социального и профессионального функционирования...» [1].

Образование должно стать не процессом накопления знаний, а обучением искусству пользоваться знаниями, выработкой стиля мышления, позволяющего анализировать и решать проблемы в любой сфере жизнедеятельности. Другими словами, в системе высшего профессионального образования возникла необходимость в создании условий для развития критического мышления студентов в процессе их обучения.

1. АОК КАК ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС НА ОСНОВЕ РЕФЛЕКСИВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Перспективные пути решения данной задачи мы связываем с внедрением в практику образовательного процесса автоматизированных обучающих комплексов (АОК).

Эти комплексы разработаны в соответствии с рефлексивной моделью обучения, которая «...предполагает, что у обучающихся будет происходить осознание субъектного опыта, в большей степени проявится умение анализировать изменения, происходящие в современном мире, умение определять критерии успешности собственной образовательной деятельности, умение планировать и конструировать собственную образовательную траекторию, выбирать приемы и методы работы с информацией, корректировать цели и способы образовательной деятельности, умение пользоваться методами рефлексии собственной деятельности» [2].

АОК могут быть представлены как в формате электронного учебного пособия (ЭУП), предназначенного для использования на персональных компьютерах локально, так и в формате электронного учебного курса, изучаемого в рамках дистанционного обучения с использованием программного продукта MOODLE (англ. Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment - модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда).

Являясь мультимедийным образовательным ресурсом на гипертекстовой основе, АОК содержит учебные материалы разного формата и назначения (веб-страницы, слайд-лекции, тесты, тренажеры, видео и др.).

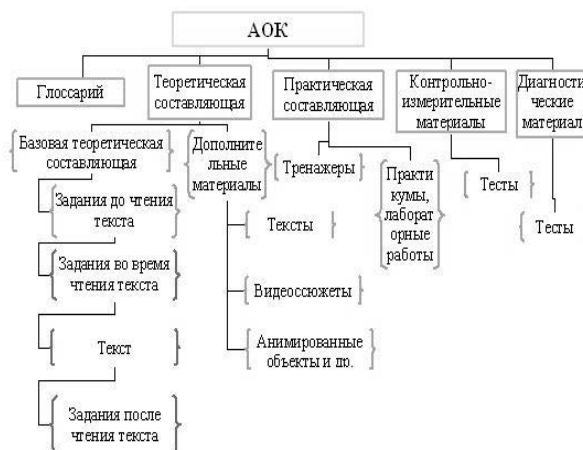


Рис 1. Структура АОК

В качестве основных требований к АОК мы определяем следующие:

- 1) обеспечение всех компонентов образовательного процесса;
- 2) адаптивность;
- 3) избыточность информации;
- 4) интерактивность;
- 5) возможность удаленного (дистанционного), полноценного обучения.

2. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АОК

Дидактическая основа АОК — интеграция современных педагогических технологий, в частности технологии «Развитие критического мышления через чтение и письмо», и новых информационных и коммуникационных технологий.

Учебные курсы, представленные в АОК, позволяют студентам:

- получить информацию об объектах и явлениях, изучаемых в конкретной образовательной области;

– с помощью вопросов и заданий вступить в диалог с автором текста через текст, с другими студентами, чтобы осмыслить, оценить полученную информацию, соотнести свою интерпретацию текста с мнениями других, в результате чего выработать определенную позицию по данному вопросу.

Этому способствует система заданий, размещенных в учебных модулях для работы с информацией:

– задания до чтения текста, предназначенные для актуализации имеющихся знаний по теме и мотивации к последующему получению новой информации;

– задания во время чтения текста, определяющие приемы работы с текстом с целью их восприятия, понимания и анализа, необходимые для первоначального осмысления новой информации;

– задания после чтения текста, позволяющие глубоко и целостно осмыслить прочитанное, сопоставить новую информацию со своим субъектным опытом и опытом других обучающихся.

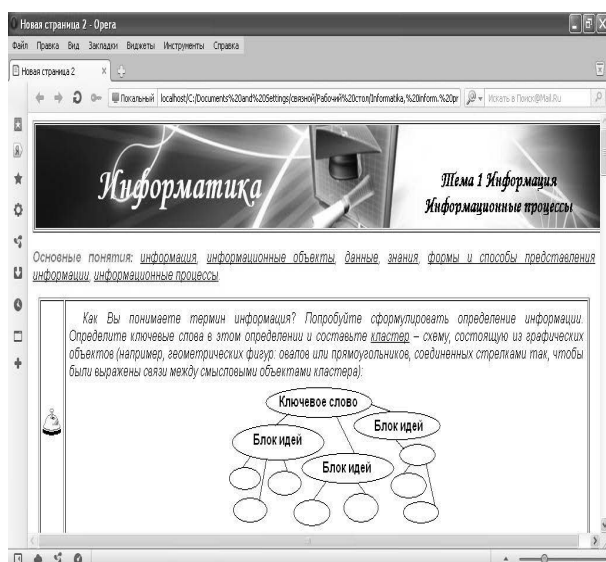


Рис. 2. Фрагмент локальной версии АОК «Информатика»

Интерактивные элементы АОК (форум, чат) обеспечивают взаимодействие субъектов учебного процесса, что является неременным условием формирования навыков рефлексии, а значит и критического мышления.

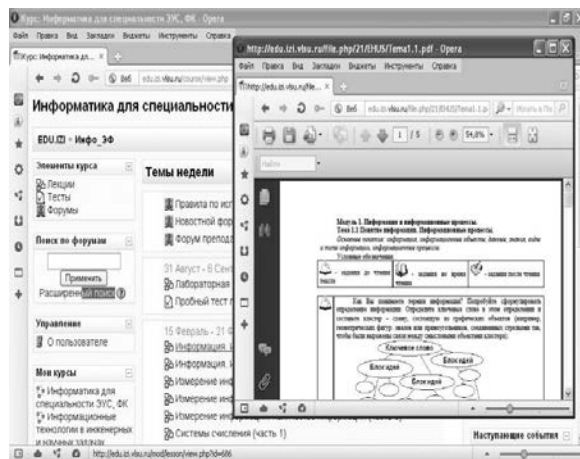


Рис 3. Веб-страницы АОК «Информатика» на основе MOODLE

Студент, обучающийся на основе АОК, получает возможность освоить активные методы и приемы обучения, для того чтобы в дальнейшем применять их в своей образовательной деятельности. Это становится возможным благодаря тому, что эти методы и приемы осваиваются обучающимися в процессе их «проживания» по ходу работы с учебным курсом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Такого рода обучающие комплексы позволяют расширить возможности реализации новых способов и форм самообучения и саморазвития, способствуют реализации принципа индивидуализации обучения.

Таким образом, в современных условиях имеется возможность решить задачу оптимизации учебного процесса путем использования в образовательном процессе автоматизированных обучающих комплексов на основе интеграции интерактивных педагогических технологий и ИКТ, которые и обеспечивают возможность развития критического мышления студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Попков В.А.** Критическое мышление в контексте задач высшего профессионального образования. — М.: 2001. — С. 16.
2. **Спирина Т.В.** Рефлексивная модель образования на основе интеграции педагогической технологии «Развитие критического мышления через чтение и письмо» и интернет-технологий // Информационные технологии в образовательном процессе и управлении: Межвузовский сб. статей / под ред. В.Н. Федосеева. — Шуя: Издательство «Весть». — 2007. — С. 31.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДИАТЕХНОЛОГИЙ И САД-СИСТЕМ В ЭОР БАЗОВОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены психолого-педагогические аспекты комплексного применения медиатехнологий и САД-систем в базовой графической подготовке студентов технических ВУЗов. Представлены результаты исследования влияния комплексного применения САД-систем и графических средств представления обучающей информации (ГСПИ) с применением медиатехнологий на формирование проектно-конструкторских компетенций в базовой графической подготовке студентов.

ВВЕДЕНИЕ

С переходом наукоемких отраслей промышленности на СЕ/PLM — методологию поддержки жизненного цикла (ЖЦ) изделий возникает острая необходимость в специалистах для работы в среде САД/САЕ/САМ — систем. Ключевой стадией ЖЦ является проектирование и специалисты, решающие задачи на этой стадии с помощью интегрированных САД/САЕ/САМ — систем должны обладать компетенциями проектно-конструкторской деятельности, базой для формирования которых служит геометрографическая подготовка (ГПП).

Обеспечение будущих выпускников качественной фундаментальной подготовкой проходит в объективно складывающихся условиях интенсивного роста обучающей информации — как предметной, так и общеинтеллектуальной (во многом совершенно новой.) — при ограничении аудиторного времени на обучение. К тому же возрастают требования к результатам в виде компетенций в области проектно-конструкторской деятельности. Мощным средством ГПП становится комплексное использование графических средств представления информации (ГСПИ) на базе мультимедиа и профессиональных САД — систем.

1. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИА И САД—СИСТЕМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Экранные мультимедийные формы представления обучающей информации широко используются в системе российского образования. Если при передаче информации с помощью речи и жеста обучающая информация воспринимается обучаемыми успешно (последовательно), то в ГСПИ — симулянтно (создаваемые мысленные образы при восприятии графической информации и передаваемые модели очень близки по форме).

Графическая информация обладает большой информационной емкостью и скоростью восприятия: среднее время на распознавание изображения короче, чем на символ. Например, в системах отображе-

ния информации среднее время реакции на предмет (3D-графический образ) — 0,4 с, на цветной рисунок — 0,9 с, а на слово (символ) — 2,8 с [1, с. 142]. Именно это делает возможным широкое применение в обучении различных форм ГСПИ, в том числе и мультимедийных, а не текста. При передаче информации с помощью графических средств, в том числе с помощью мультимедиа, время на процессы ее восприятия — распознавания — реагирования сокращается приблизительно в 3—7 раз.

В основе мультимедийного обучения лежит доминирующий канал восприятия. По данным инженерной психологии время реакции на восприятие:

- зрительного сигнала — 0,15±0,22 с;
- слухового сигнала — 0,12±0,18 с;
- тактильного сигнала — 0,09±0,19 с.

Как видим, это сопоставимые цифры и приоритеты в смысле выбора каналов передачи информации обучаемом. Преподавателю необходимо выбирать по каким каналам ее передавать, чтобы обучаемый мог ее понять и запомнить. При формировании образа восприятия происходит взаимодействие ощущений, но всегда один из каналов восприятия доминирует.

Современные мультимедийные обучающие устройства создают мультисенсорное обучающее окружение и, следовательно, предпосылки для эффективной индивидуализации обучения. Индивидуальная диалоговая коммуникация, ориентированная на индивидуальный доминирующий канал с помощью видео, графических, текстовых и музыкально-речевых вставок, максимально сокращает время восприятия обучающей информации и, в сравнении с традиционными методами, информационное воздействие усиливает.

В то же время использование мультимедийных средств имеет психофизиологические границы применимости. По данным инженерной психологии сетчатка глаза способна воспринимать 5,5 миллиардов двоичных единиц информации в секунду, а зрительная кора — только 20—70 двоичных единиц. Предъявление информации человеку должно соответствовать возможностям мозга среднестатистического обучаемого воспринять, запомнить, переработать эту информацию. Наилучшее запоминание информации фиксируется психологами при 30-кратном повторении.

Многие компьютерные разработки, выполненные преподавателями графических дисциплин и представленные на Интернет-сайтах, пестрят цветом, страдают переизбытком графической информации, неудачным зонированием на экранном фор-

мате. Обучение с помощью таких ГСПИ может грозить психофизиологическими или психологическими проблемами восприятия. Переизбыток статических и динамических единиц информации на экране, пестрота, излишняя насыщенность цветовых пятен или избыток движения на экране, когда не учитываются психологические характеристики памяти, и обучаемый не в состоянии запомнить и, как следствие, понять и усвоить учебную информацию — все это способно только навредить.

В основе мысленного образа лежит трехмерная визуальная информация — это основная форма существования информации в сознании человека. Поскольку образы — представления, возникающие на основе восприятия, могут быть как отпечатком реально существующих объектов, так и продуктами трансформации образов, то работа воображения и мыслительная деятельность при получении информации в готовом виде с помощью мультимедиа, вообще говоря, сводится к минимуму. Поэтому при мультимедийных формах передачи обучающей информации необходимо использовать когнитивную графику, стимулировать мыслительную деятельность.

Улучшение восприятия и сохранения в памяти информационных потоков можно обеспечить «штампами» графических изображений (единицами элементами графирования, графическими примитивами), одновременно увеличивая объем запоминаемой информации. С другой стороны, примитивная графическая информация обедняет наши образные представления, образное мышление. Здесь работа преподавателя становится профессиональным искусством: выбрать оптимальный способ подачи обучающего материала, обучающих задач в соответствии с индивидуальными особенностями обучаемых.

Создание информационной образовательной среды на базе платформ управления обучением позволяет автоматизировать все основные этапы образовательного процесса в ГПП — от изложения учебного материала, дистанционного выполнения самостоятельных работ в САД — системах и т.д., до контроля знаний и выставления итоговых оценок. Такой радикальный подход к созданию инновационных образовательных технологий в ГПП весьма трудоемок и важнейшую роль в нем играет учебно-методическое обеспечение. Поэтому при разработке ФГОС ВПО 3-го поколения сделан акцент на необходимость повышения квалификации преподавательских кадров с целью овладения компьютерной дидактикой именно в контексте повышения информационно-коммуникационной культуры и привлечения высококвалифицированных научно-педагогических кадров и специалистов к разработке принципиально нового учебно-методического обеспечения на базе мультимедиа.

Эти меры станут эффективными только в случае, если преподавательскими кадрами процесс модернизации ГПП будет расцениваться «как переход из категории новых технологий в категорию новой парадигмы» [2, с. 7] как базовому пониманию, на

основе которого накапливаются новые знания в области графических дисциплин. В теоретическом плане — это переход от 2D к 3D - технологиям обучения, в прикладном плане — переход от САД-систем, ориентированных на 2D-чертеж, к системам, ориентированным на 3D-объект проектирования, в организационном плане — от лекционно-семинарской модели обучения к сетевой виртуально-дистанционной форме обучения.

С внедрением в учебный процесс технологий 3D-моделирования формирование и развитие пространственной интуиции и инженерного конструкторского мышления в большей степени происходит в процессе моделирования с помощью компьютерного инструментария формообразования, применяемого в САД-системах. Специфика современного обучения в области графических дисциплин, выделяется необходимостью развития у обучаемого особого пространственного мышления — мышления целостными графическими образами и развития способности к параметризации геометрических моделей пространственных объектов. Поэтому, на этапе базовой ГПП у будущего технического специалиста должно быть надежно сформировано умение анализировать форму изделия и синтезировать ее, ощущать симметрию или асимметрию формы на уровне внутренней координации. Создавая чертеж с помощью средств формообразования конкретной САД-системы, специалист-конструктор порой проводит необходимые оси симметрии в последнюю очередь.

Учитывая специфику графических дисциплин, основной акцент в представлении обучающего материала должен делаться на когнитивную графику в ГСПИ, способствующую развитию визуальной грамотности и пространственного мышления, сопровождаемую краткими текстовыми комментариями (буллитами). При этом важно наглядные графические образы в ГСПИ, ориентированные на образную память (зрительную, слуховую, двигательную и др.) и отражающие закономерные связи, представлять с соблюдением эргономических и психолого-педагогических норм и условий. Это позволит, кроме надежного усвоения фундаментальных основ теории графического образования, обеспечить формирование практических навыков анализа формы, ее состава, формообразования средствами инструментария современных САД-систем.

В учебном процессе технического вуза необходима единая образовательная политика для кафедр, осуществляющих базовую ГПП, и специальных кафедр по внедрению САД-систем в учебный процесс. Базовая ГПП с комплексным применением медиатехнологий и САД-систем должна подготовить студентов технических вузов к освоению общепрофессиональных и специальных дисциплин, необходимых для успешной профессиональной деятельности в интегрированном модуле САД/ САЕ/ САМ-систем СЕ/PLM-методологии, которые тоже наполняются новым содержанием в связи комплексной информатизацией производства. Современные технологии параллельного инжиниринга в

проектировании (Concurrent Engineering — CE) вызывают необходимость обновления содержания и методологии образования в ГПП в технических ВУ-Зов на основе межпредметной интеграции. Междисциплинарные связи при этом позволяют обеспечить систематизацию и обобщение знаний смежных наук и повысить уровень освоения профессиональных компетенций будущего выпускника на основе умения использовать знания из смежных областей при решении задач проектно — конструкторской деятельности. По мере накопления знаний и формирования компонент компетенций в процессе изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин у студентов формируется определенная естественная база для освоения профильных компетенций. Примером тому могут служить образовательные программы мирового лидера в области технологического образования МТИ - Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT), где проектно-графическая подготовка студентов, обучающихся по машиностроительным направлениям, осуществляется в интегрированных практико-ориентированных дисциплинах по схеме CAD (3D-моделирование → 2D-чертежи) → CAD/CAE → CAD/CAM → CAD/CAE/CAM [3]. Важно также, чтобы для своей будущей профессиональной деятельности студенты во время производственной практики и в НИРС овладевали методиками проектирования, используемыми на предприятиях.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ГПП МЕДИАТЕХНОЛОГИЙ И CAD — СИСТЕМ

Эффективность технологии комплексного применения ГСПИ и CAD — систем оценивалась в следующих аспектах:

- 1) влияние различных форм ГСПИ на усвоение обучающего материала;
- 2) влияние контролирующего тренинга при самотестировании на уровень и качество усвоения теоретического материала;
- 3) влияние применения графического тренинга на формирование графической части общепрофессиональных компетенций проектно-конструкторской деятельности в ГПП;
- 4) оценка уровня сформированности графических компонент компетенций в результате реализации предлагаемой технологии.

Индикаторами оценивания служили: самотестирование с применением графических тестов, контрольные работы, графические работы, суммарные результаты экзаменов и дифференцированных зачетов (сведения об успеваемости студентов Вятско-Полянского филиала от 26.05.2009 документ №205).

В качестве критериев оценки уровня базовой графической подготовки служили критерии балльно-рейтинговой системы (БРС), принятой в КНИТУ-КАИ для обязательного порогового минимума.

Мониторинг проводился поэтапно.

1-й этап (2005/2006г.). Традиционное обучение.

2-й этап (2006/2007 г.). Обучение с использованием ГСПИ на базе PPT — анимации и техник «ги-перметода».

3-й этап (2007/2008 г.). К условиям 2-го этапа добавлено тренинг-тестирование с применением графических тестов по теоретической части изучаемого материала.

4-й этап (2008/2009 г.). К условиям 3-го этапа добавлено обучение с использованием графического тренинга (пакеты графических заданий) для освоения методов формообразования и инструментальных навыков работы в САД-системах с применением видеороликов.

Результаты мониторинга базовой ГПП для студентов машиностроительных специальностей двух разных направлений представлены на рис. 1 и 2 и позволяют сделать следующие выводы:

1. Сравнение результатов показывает, что обучение с ГСПИ на базе медиатехнологий дает снижение количества удовлетворительных результатов в обучении.

2. В сравнении традиционным обучением увеличилось суммарное количество отличных и хороших результатов приблизительно до 80—90 %.

3. Тестирование по содержательной части обучающего материала объективно улучшает результаты усвоения и дает дополнительный тренинг в теории. Результаты тестирования несколько ниже, чем при личностном оценивании преподавателем, но валидность используемых тестов подтверждает дос-

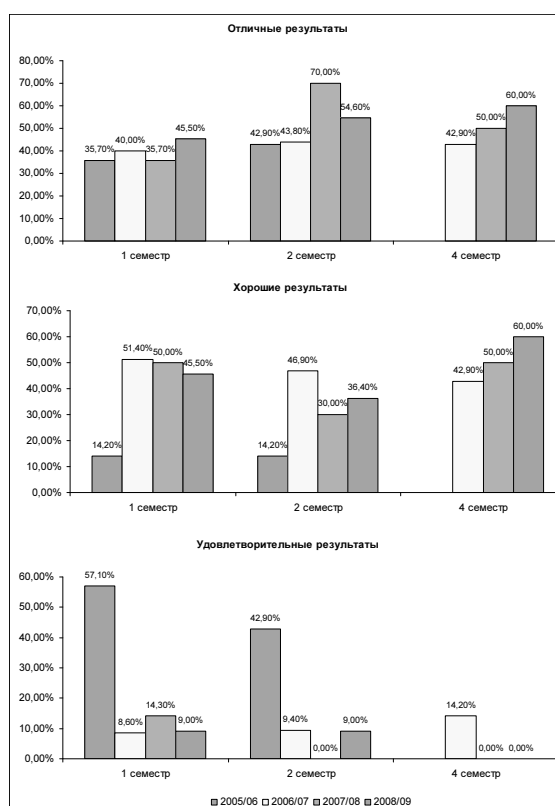


Рис. 1. Результаты мониторинга (спец. 1) 2005/2006 г. — традиционное обучение; 2006/2007 г. — обучение с использованием ГСПИ; 2007/2008 г. —+ тренинг-тестирование по теории; 2008/2009 г. —+ графический тренинг в САД-системе

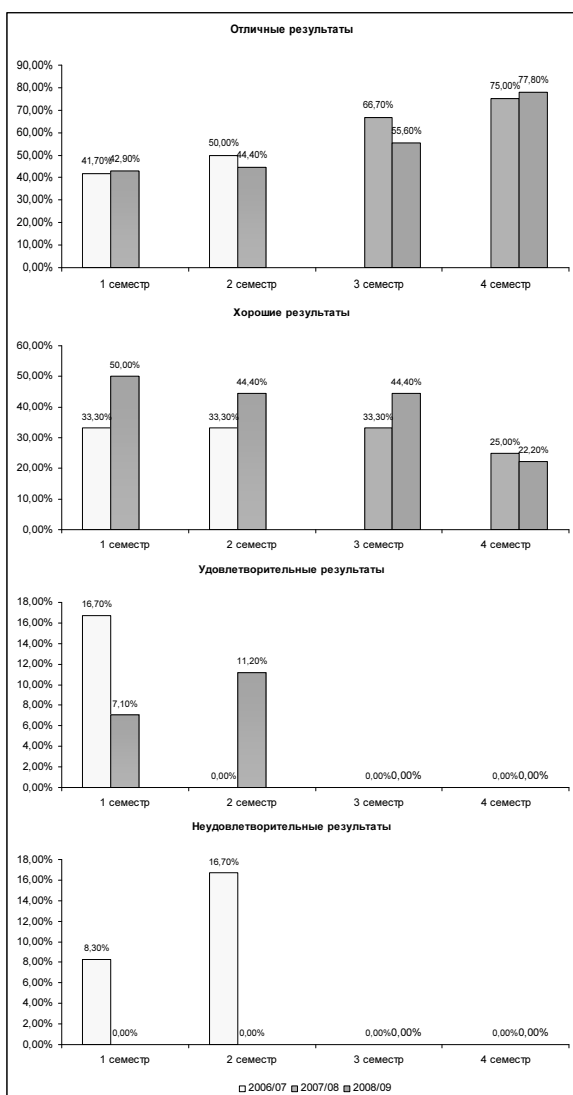


Рис. 2. Результаты мониторинга (спец. 2): 2006/2007 г. — обучение с использованием ГСПИ; 2007/2008 г. — + тренинг-тестирование по теории; 2008/2009 г. — + графический тренинг в САД-системе

товерность, надежность и воспроизводимость результатов — они дали надежную базу знаний для практической работы в следующих семестрах. 4. Для устойчивого закрепления навыков владения инструментарием САД-систем необходим графический тренинг.

5. В группах «спец.1» был перерыв в ГПП в третьем семестре, а «спец. 2» сразу обучалась с поэтапным применением инноваций («спец. 2» не

набиралась в 2005 г.) Непрерывность ГПП дала более высокие результаты и даже отсутствие удовлетворительных оценок в конце обучения.

Необходимо отметить также высокий уровень мотивации обучения даже у студентов со слабым общепрофессиональным и общекультурным уровнем подготовки и стремление выбрать собственную траекторию освоения учебных модулей. Часть студентов сначала старалась выполнить более сложные геометрические модели, а потом переходила к простым, а другая часть — наоборот. Общий результат этой технологии в ГПП, безусловно, положительный как в части приобретения устойчивых инструментальных навыков, так и в части профессионального развития, а в конечном результате — в приобретении необходимого уровня освоения графической составляющей проектно конструкторских компетенций.

Применение видеороликов в обучении весьма эффективно, повышает рейтинг преподавателя в оценке студентов. Но многоходовые процедуры построения на компьютере желательно демонстрировать в пошаговом режиме с целью лучшего осмысления, устойчивого запоминания, формирования инструментальных навыков выполнения работ в САД-системе и надежного формирования отслеживаемых компонент графических компетенций, необходимых в проектно — конструкторской деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дидактический потенциал обучения на базе комплексного применения ГСПИ и САД-систем позволяет создать образовательную среду, позволяющую улучшить качественные характеристики и повысить интенсивность учебного процесса. Комплексное использование в процессе обучения ГСПИ и современных профессиональных САД-систем, с их высокой скоростью генерации изображений, дает синергетический эффект в ГПП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Душков Б.А. и др. Основы инженерной психологии: учеб. пособие/ под ред. Б.Ф. Ломова. М.: Высшая школа, 1977. — 335 с.
2. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. — Самара: «Новая техника», 2006. — 464 с: ил.
3. www.mit.ru

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС «АЛГЕБРАИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССОР»

АННОТАЦИЯ

Описаны состав, область применения, поддерживаемые алгебраические структуры, функциональность алгебраической библиотеки, содержание лабораторного практикума и методические особенности использования электронного образовательного ресурса «Алгебраический процессор», созданного в рамках выполненного НИУ «МЭИ» задания инновационной образовательной программы, а также перспектива совершенствования его программного обеспечения.

ВВЕДЕНИЕ

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) «Алгебраический процессор» [1, 2] был создан в рамках выполненного Московским энергетическим институтом задания по инновационной образовательной программе. Он представляет собой комплекс программных средств, объединенных интерактивным интерфейсом, обеспечивающим доступ как к теоретическим материалам изучаемых курсов, так и к интерактивным программам взаимодействия с вычислительными ресурсами в процессе реализации алгебраических вычислений с визуализацией результатов.

ЭОР «Алгебраический процессор» поддерживает теоретическое и практическое изучение свойств и алгоритмов конечных групп, колец, полей и основанных на этих алгебраических структурах средств защиты информации, в частности криптографических систем и протоколов. Он отличается широким набором изучаемых алгебраических структур и позволяет выполнять вычисления в них как в интерактивном режиме, так и путем разработки и исследования программ на основе библиотеки классов. Он предназначен для использования при выполнении лабораторных работ, курсовых проектов, выпускных работ бакалавров и других видов самостоятельной работы, а также для демонстрации изучаемых алгебраических, алгоритмических и криптографических аспектов при чтении лекций по дисциплинам, охватывающим задачи защиты информации в компьютерных сетях. Используется в частности при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 230100 «Информатика и вычислительная техника», 010500 «Прикладная математика и информатика».

«Алгебраический процессор» включает практикум и комплекс программных средств: библиотеку классов Algebraic Abstractions Library (AAL) на языке программирования C++ и построенные на ее основе визуализирующие процессоры:

1. Processor-MPEI («Процессор МЭИ») для вычислений в разнообразных алгебраических структурах

и изучения систем шифрования и криптографических протоколов с открытым ключом;

2. Kerberos-KDP и UserKDP для изучения протоколов предварительного распределения ключей в компьютерной сети;

3. Multiplier для сравнительного изучения различных методов умножения в конечных кольцах и полях;

4. SymmetricStream для изучения генераторов псевдослучайных последовательностей и поточных криптосистем;

5. KC RSA, KC Рабина, KC Гольдвассер–Микали, KC Эль Гамала — для изучения криптосистем с открытым ключом и протоколов с нулевым разглашением секрета.

Теоретические разделы ресурса подготовлены авторами на основе изданий [3, 4]. Функциональные возможности ресурса достаточны для воспроизведения (моделирования) и программирования практически всех алгоритмов и криптографических протоколов, приведенных в этих изданиях.

В создании «Алгебраического процессора» под руководством А.Б. Фролова принимали участие профессор МГУ им. М.В. Ломоносова С.Б. Гашков, а также многие студенты и аспиранты МЭИ: Белова А.Ю. и Морозов С.В. (ответственные исполнители), Аношин Е.А., Артемьева П.И., Винников А.М., Волокитин М.В., Денисов М.А., Дроздов А.Б., Жебет С.Ю., Зимаков О.В., Иванченко Д.Л., Мамонтов А. И., Панкин А.В., Чернышева Н.В., Шилкин С.О., Щуров И.И.

1. ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

Ниже перечислены алгебраические структуры, в которых возможны вычисления с использованием интерактивных средств «Алгебраического процессора».

1. Z, Z_n, F_p — кольцо целых чисел, кольца вычетов по модулю n , простые поля характеристики p ;

2. $GF(p^2)$ — квадратичные расширения простых полей $GF(p)$;

3. $GF(2)[X], GF(2)[X]_{f(X)}, GF(2^n)$ — кольца многочленов над полем $GF(2)$, кольца вычетов по модулю многочлена $f(X)$, поля $GF(2^n)$;

4. $GF(3)[X], GF(3)[X]_{f(X)}, GF(3^n)$ — кольца многочленов над полем $GF(3)$, кольца вычетов по модулю многочлена $f(X)$, поля $GF(3^n)$;

5. $GF(2^{m^4})$ — расширения четверной степени полей $GF(2^m)$, порождаемые корнем многочлена $1+Y+Y^4$;

6. $GF(3^{m^6})$ — расширения шестой степени полей $GF(3^m)$, порождаемые корнем многочлена $2+Y+Y^6$;

7. $EC(GF(p))$ — группы точек эллиптических кривых над полями простой характеристики;

8. $EC(GF(p^2))$ — группы точек эллиптических кривых над квадратичными расширениями полей простой характеристики;

9. $EC(GF(2^n))$ — группы точек эллиптических кривых над полями характеристики два;

10. $EC(GF(3^n))$ — группы точек эллиптических кривых над полями характеристики три.

При выборе любой из этих структур по соответствующей закладке пользователь получает рабочий стол для работы с любой из алгебраических структур, перечисленных в обозначении закладки. По кнопке «Помощь» верхнего меню вызывается интерактивная справка с детальным описанием рабочего стола закладки и выполняемых операций.

Для выполнения операций в кольцах вычетов, полях или группах точек эллиптических кривых требуется модуль — число или многочлен определенного вида. Для их ввода на рабочем столе каждой закладки предусмотрено соответствующее окно. Перечисленных выше алгебраические структуры 5 и 6 над расширениями расширений полей, используются при реализации операций спаривания в криптографических протоколах, основанных на спаривании. На примере структуры $EC(GF(p^2))$ удобно демонстрировать и изучать искажающие отображения, используемые в таких протоколах.

Для эллиптических кривых над полями $GF(2^n)$ предусмотрено раздельное задание суперсингулярных и несуперсингулярных кривых.

В ряде случаев, например при вычислении порядка элемента той или иной группы, используется разложение порядка группы. Для вычисления порядка и его разложения предусматривается вызов функций вычисления порядка и последующего его разложения. Разложение порядков мультипликативных групп полей характеристики два и три может быть получено из базы данных на основе кэшированного проекта (*The Cunningham Project*) [5] в интерактивном режиме. Для разложения других больших чисел используется функция `msieve` библиотеки [7], а для вычисления порядков эллиптических кривых — функция `shoof2` этой же библиотеки. Если условия выполнения операции или исходные данные не соответствуют требуемым, то при попытке ее выполнения появится сообщение с описанием исключения. Например, при выполнении

сложения в $GF(2^n)$ установленный на рабочем столе модулярный многочлен должен быть неприводимым. Если это не так, то появится предупреждение и выполнение операции будет прервано. При сложении в кольце $GF(2^n)_{f(x)}$ операция с таким полиномом выполнится. В других случаях, например при вычислении порядка элемента, если заранее не вычислить разложение порядка группы, появится сообщение о необходимости такое разложение получить.

Имеются операции генерации и тестирования простых чисел, неприводимых и примитивных многочленов над полями характеристики два и три.

Таким образом, интерфейс «Алгебраического процессора» устроен таким образом, чтобы все необходимое для вычисления, характерных для современных криптографических протоколов было «под рукой», что позволяет сосредоточиться на изучении их особенностей, не отвлекаясь на рутинное программирование. Этой же цели служат интерактивные справки об алгоритмах выполняемых операций или особенностях протоколов.

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ БИБЛИОТЕКИ AAL

Теоретическую базу алгебраической библиотеки составляют теория конечных полей и теория эллиптических кривых.

AAL — это статически подключаемая библиотека, разработанная на языке программирования C++, использующая STL (Standard Template Library — стандартная библиотека шаблонов для C++), содержащая 29 классов.

AAL включает функции, реализующие:

1) теоретико-числовые алгоритмы: вычисления символов Лежандра и Якоби, извлечения квадратного корня из квадратичного вычета по модулю простого числа и по составному модулю с известным его разложением; различные модификации алгоритма Евклида (основной, расширенный, бинарный, основной, расширенный бинарный, расширенный для нахождения обратного элемента);

2) в числовых и полиномиальных кольцах и конечных полях основные (сложение, умножение) и производные (деление с остатком, приведение по модулю, обращение, возведение в степень) операции;

3) в группах точек эллиптических кривых основные (сложение и удвоение, взятие противоположной точки) и производные (взятие точки, вложение данных и скалярное умножение, искажающее отображение, спаривание) операции;

4) алгоритмы генерации и тестирования больших простых чисел, неприводимых и примитивных многочленов, порождающих нормальный базис, псевдослучайных последовательностей, в том числе криптографически стойких, образующих элементов и элементов высокого порядка;

5) алгоритмы генерации многочленов и таблиц умножения для оптимальных нормальных базисов и гауссовых нормальных базисов;

б) алгоритмы матричной алгебры применительно к решению уравнений над конечными полями и тестированию свойств многочленов;

7) вспомогательные алгоритмы (вычисление значений хеш-функций и др.).

3. О ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ЭОР «АЛГЕБРАИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССОР»

Практикум включает ряд разделов:

- Вычисления в числовых группах, кольцах и полях.
- Вычисления в полиномиальных группах, кольцах и полях.
- Вычисления на эллиптических кривых $EC(GF(p))$.
- Вычисления на эллиптических кривых $EC(GF(2^n))$.
- Вычисления на эллиптических кривых $EC(GF(3^n))$.
- Алгебраические структуры над расширениями полей.
- Матричный шифр и его криптоанализ.
- Проблемы квадратичного вычета и квадратного корня.
- Проблема дискретного логарифма и алгоритм согласования.
- Тесты разложимости и тесты простоты.
- Факторизация чисел. Криптосистема RSA. Цифровая подпись RSA.
- Криптосистема Рабина.
- Криптосистема Эль Гамала.
- Криптосистемы Гольдвассер—Микали и Блюма—Гольдвассер.
- Цифровая подпись Эль Гамала.
- Криптосистема и цифровая подпись Эль Гамала. Обобщенный вариант.
- Цифровая подпись с возвратом сообщения.
- Цифровая подпись с личностным ключом.
- Протоколы с нулевым разглашением.
- Протоколы согласования ключей по открытым каналам.
- Схема предварительного распределения ключей.
- Распределение ключей в вычислительной сети Kerberos KDP.
- Сравнительный анализ временных характеристик алгоритмов операций в конечных группах, кольцах и полях.
- Линейные рекуррентные последовательности.
- Линейные конгруэнтные последовательности.
- Генераторы псевдослучайных последовательностей.
- Статистические тесты.

Каждый раздел содержит теоретическое введение, одну или две лабораторные работы и, возможно, задания по одному или двум курсовым проектам.

Лабораторная работа и курсовой проект первого уровня сложности предполагают выполнение расчетов с использованием итеративных программных

средств алгебраического процессора, но не разработку собственных программ.

Лабораторная работа и курсовой проект следующего уровня сложности, если они предусмотрены в соответствующем разделе практикума, связаны с разработкой собственных программ с использованием функций библиотеки AAL, задействованных при выполнении предыдущих, более простых лабораторной работы или курсового проекта.

4. О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ БИБЛИОТЕКИ И ПРОЦЕССОРА

Многие современные языки программирования позволяют вызывать функции из библиотек и других компилируемых модулей, написанных на C и C++. Для этого в них имеется прикладной программный интерфейс (C API), который позволяет организовать указанные вызовы. Предлагается способ автоматизации связывания Алгебраической библиотеки AAL с помощью генератора интерфейсов SWIG для последующего использования ее в скриптах на языке Python [7].

Такой подход позволяет интегрировать разные программные компоненты, предоставляя доступ к компилируемому коду при отсутствии его аналога на скриптовом языке. Он обладает следующими преимуществами.

1. Скриптовый движок Python, предоставляя доступ к алгебраической библиотеке в режиме командной оболочки, что позволяет ускорить работу с библиотекой, поскольку нет необходимости перекомпилировать выполняемый код.

2. Есть возможность автоматизировать выполнение определенных операций на различных наборах входных данных с использованием текстовых скриптов.

3. Язык C++ хорошо подходит для алгебраических задач, когда быстродействие играет важную роль. Однако для рядовых задач, по статистике, только 20 % времени тратится на выполнения 80 % кода. Для этих 80 % не критичного к времени выполнения кода можно использовать интерпретируемый язык высокого уровня. Такой вариант сочетает лучшие качества обоих программных сред: быстроту компилируемого C++ и богатую стандартную библиотеку Python, включающую средства для работы со многими сетевыми протоколами, элементами интерфейса пользователя, форматами сериализации данных и криптографическими протоколами, что позволяет создавать на его основе сложные приложения. Также в языке имеется набор встроенных средств для научных вычислений: поддерживаются многозначные и комплексные числа, построение графиков и диаграмм и даже символьные вычисления.

4. Благодаря использованию в Python сборщика мусора, программист может не беспокоиться об утечках памяти при использовании динамических объектов библиотеки.

Использование генератора интерфейсов SWIG позволяет сократить до минимума необходимую работу и обработать большой объем кода. SWIG

автоматически генерирует функции доступа для заданных структур, классов и функций по специальным файлам (интерфейсным модулям). Также поддерживаются конструкторы и деструкторы, перечисляемый тип и некоторые операторы. На выходе получается динамическая (разделяемая) библиотека, которую интерпретатор может подключать в качестве расширения. Также существуют модули, позволяющие встраивать код C/C++ прямо в исходные файлы Python, создавая расширения «на лету» (pyinline, weave).

Таким образом, появилась возможность использовать алгебраические структуры библиотеки во всем множестве языков программирования, для которых поддерживается генерация интерфейсов: Python, PHP, Perl, Ruby, Java, C#, Tcl, Scheme, Ocaml.

Созданием среды разработки библиотеки AAL мы обеспечиваем независимость разрабатываемой нами библиотеки от различных компиляторов и языков программирования. Чтобы использовать код AAL для какого-то языка программирования, достаточно создать проект разработчика для этого языка, запустить имеющиеся в AAL тесты, убедившись в их работе, и сгенерировать соответствующие языковые привязки.

В будущем с использованием подобных средств планируется создание дистанционной версии алгебраического процессора.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 11-01-00792а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фролов А.Б., Белова А.Ю., Волокитин М.В., Чернышева Н.В.** Алгебраический процессор. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
2. **Программное** средство «Алгебраический процессор» // А.Б. Фролов, С.Б. Гашков, А.Ю. Белова, С.В. Морозов, С.Ю. Жебет, И.И. Щуров. В кн. Информатизация инженерного образования. Электронные образовательные ресурсы МЭИ. Вып. 3. 2008. — С. 271—274.
3. **Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б. Часовских А.А.** Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Алгебраические и алгоритмические основы. Изд. 2, доп. — М.: КомКнига, 2012.
4. **Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б.** Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Протоколы криптографии на эллиптических кривых. Изд. 2, доп. — М.: КомКнига, 2012.
5. **John Brillhart., Lehmer D.H, Selfridge J.L., Bryant Tuckerman and Wagstaff S.S., Jr.** Factorisations of $b^n \pm 1$, $b=2,3,6,7,10,11$ up to high powers. Amer. Math. Soc., Providence, Rhode Island, 2002. http://www.ans.org/online_bks/conm22
6. **Multiprecision** Integer and Rational Arithmetic C/C++ Library. www.cs.sunysb.edu/~implement.shtml
7. **Guido van Rossum.** Python/C API Reference Manual. CreateSpace, 2009.

ТРЕНАЖЕР ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ КАК ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА

АННОТАЦИЯ

Приводится принцип построения, работа и область использования тезаурусно-сетевой модели электронного образовательного средства для систематизации базовых знаний специалиста, так называемого тренажера формирования базовых знаний (ТФБЗ)

Учитывая, что в основе тренажера лежат стандарты профессионального образования в докладе рассматривается возможность использования тренажера для согласования и идентификации содержания программ новых стандартов высшего образования.

Данное рассмотрение ведется на примере разработки тезаурусов для ТФБЗ при подготовке специалиста в области индукционного нагрева в рамках направления «Электроэнергетика и электротехника».

Эти тезаурусы являются содержанием программы подготовки специалиста с учетом образовательных дисциплин.

ВВЕДЕНИЕ

Тренажер формирования базовых знаний является своеобразной формой отражения программы подготовки специалиста, определяемой квалификационными требованиями к знаниям специалиста. [1]. В нем в краткой наглядной форме представлены необходимые специалисту знания с указанием учебных дисциплин, в рамках которых эти знания были получены. Важной особенностью является взаимосвязь знаний между собой, что дает возможность проследить путь их формирования. Обычно этот путь отражен в календарных учебных планах.

В данном тренажере такой план отсутствует и предполагается многовариантный индивидуальный подход к получению (повторению) этих знаний сверху вниз, снизу вверх, в рамках одного предмета и т.д. Главное, что во всех случаях видна направленность этих знаний на конечный результат. Именно это обстоятельство определяет области использования тренажера как преподавателями, так и студентами в процессах обучения и повторения, а также для повышения мотивации изучения общеобразовательных и общетехнических дисциплин. Именно это обстоятельство соответствует современной методологии учебной деятельности по принципу самоопределения [2].

Государственная нормативная база профессионального образования является критерием оценки качества подготовки специалиста и основой для разработки тренажера.

В настоящее время в Российской системе высшего профессионального образования действуют стандарты третьего поколения, предусматривающие двухуровневую подготовку специалиста в соответствии с двумя отдельными документами для бакалавров и магистров.

При этом отсутствие в стандартах описаний содержания образовательного процесса за исключением перечня названий только нескольких дисциплин [1] затрудняет разработку упомянутого выше тренажера; так как не позволяет обозначить полный список базовых знаний и тем самым конкретизировать образовательное пространство.

В [1] указывается, что «необходимо выработать требования к содержанию образования единые для всех вузов, обеспечивающих подготовку специалистов для энергетики. Без выполнения этих требований не представляется возможным обеспечение академической мобильности студентов в рамках одного профиля подготовки. Профессиональная мобильность выпускников вузов на рынке труда, которая определяется их способностью решать конкретный перечень профессиональных задач, также не будет обеспечиваться».

В этом смысле работа над методическим наполнением ТФБЗ в рамках конкретного направления и специальности позволит облегчить выработку единых требований к содержанию образования. В этом случае структура тренажера будет выступать в роли синтезатора содержания образовательных программ.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИНЦИП РАБОТЫ ТРЕНАЖЕРА ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ СПЕЦИАЛИСТА

В основе модели ТФБЗ лежит тезаурусный подход [3—5]. Суть его состоит в составлении главного тезауруса, определяющего собой некий перечень взаимосвязанных объектов данной образовательной области, через которые раскрываются все базовые знания специалиста в соответствии со стандартом, а также их формирование по соответствующим образовательным дисциплинам.

На рис. 1 изображена структурная схема модели с тремя тезаурусными уровнями.



Рис. 1. Схема модели тренажера формирования базовых знаний

Главный тезаурус — элементы некой технологической схемы установки и кнопки, раскрывающие общие вопросы ее работы, расчета, конструктивного исполнения, управления, экономики, экологии и охраны труда.

Тезаурус первого уровня представляет собой меню базовых знаний, относящихся к выбранному элементу главного тезауруса, второй уровень показывает список понятий (учебных тем или предметов), изучение которых лежит в основе каждого базового знания.

Выбирая соответствующие пункты многоуровневого меню, пользователь активирует из базы данных раскрывающий содержание материал в сжатой энциклопедической форме, в том числе мультимедийной. Имеется возможность сгруппировать по предметам все используемые в базовых знаниях темы, а также определить в формировании каких базовых знаний специалиста будет использоваться знание по выбранной теме предмета.

С одной стороны, модель является своеобразным представлением учебного плана подготовки специалиста с учетом междисциплинарных связей. С другой стороны, она является электронным пособием для самоанализа полученных знаний, как в процессе обучения, так и после его окончания. Образовательная роль модели определяется методической проработкой тезаурусов и качеством контента.

Вариант реализации такой модели был продемонстрирован на примере подготовки специалиста энергетика [3, 4], где в качестве главного тезауруса представлена технологическая схема ТЭЦ, а тезаурусами низшего уровня являются базовые знания и их формирование по турбогенератору. При этом базовые знания и их составляющие по предметам представлены в виде мультимедийных презентаций.

2. ГЛАВНЫЙ ТЕЗАУРУС ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА В ОБЛАСТИ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

В соответствии с вышеупомянутой моделью проводилась разработка главного тезауруса подготовки специалиста по индукционному нагреву [6] (рис. 2) на базе программы и методик преподавания соответствующих курсов в техническом университете МЭИ [7—10].



Рис. 2. Главный тезаурус базовых знаний по индукционному нагреву

На рис. 2 представлено графическое изображение главного тезауруса в виде принципиальной общей структурной схемы индукционной установки из шести элементов и восьми кнопок, связанных с работой установки в целом.

Учитывая, что в зависимости от технологии и вида нагреваемого объекта используются различные конструктивные решения, особенностью модели является наличие конкретизирующей устройство кнопки «Выбор типа устройства». Именно тип устройства определяет содержательную часть помеченных в главном тезаурусе элементов (рис. 3).



Рис. 3. Содержание кнопки выбора типа ИУ

В отсутствие выбора типа устройства, кнопки главного тезауруса (рис. 2) раскрывают общие принципы индукционного нагрева, его общие характеристики и методы расчета. К ним в соответствии с программой [7] относятся классификация, области применения и технико-экономические характеристики установок индукционного нагрева (УИН), математическое описание процессов индукционного нагрева, основные параметры (глубина проникновения и удельная поверхностная мощность), понятие и типы электромагнитной системы «индуктор-загрузка», влияние свойств материалов и геометрии системы «индуктор-загрузка» на энергетические характеристики индукционной установки, электротепловой расчет УИН, электромагнитные силы при индукционном нагреве.

Так, через кнопку «Основы индукционного нагрева» раскрываются базовые знания, включающие физические явления при индукционном нагреве, математическое описание и преимущества по отношению к другим видам нагрева, области применения, что в совокупности является тезаурусом первого уровня для данного объекта.

В качестве технических характеристик рассматриваются ток индуктора, напряженность магнитного поля на поверхности загрузки, частота тока, удельная поверхностная мощность, поток энергии в загрузку, поток энергии в индуктор, коэффициент мощности, электрический и тепловой КПД системы, время и качество нагрева (перепад температур по сечению загрузки).

Содержанием кнопки «Система индуктор загрузка» является раскрытие понятия и разделение на типы системы индуктор-загрузка, с целью уни-

Таким образом, разработка тренажера состоит в создании контента в виде трехуровневого тезауруса и базы данных с объясняющими базовые знания файлами. Если эта работа ведется с учетом требований современного производства, она помогает сформировать содержание соответствующих программ обучения и, таким образом, наполнить содержанием стандарты безотносительно к какому-либо образовательному учреждению

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря наглядной систематизации базовых знаний на основе структурной схемы индукционного устройства с учетом внутренних взаимосвязей, ТФБЗ дает возможность увидеть и ликвидировать недостатки образовательных программ, а также унифицировать их содержание в пределах одной специальности и одного профиля на базе требований современного производства.

Благодаря выявлению в ТФБЗ структуры формирования каждого базового знания, а также возможной их группировки по дисциплинам, ТФБЗ позволяет согласовывать и координировать содержание рабочих программ и календарных планов всех дисциплин, а также обеспечить преемственность программ для бакалавров и магистров по одной специальности и профилю.

Являясь наглядной формой программы подготовки специалиста, ТФБЗ позволяет, осознанно выбирать будущую специальность, а также в процессе обучения «блоки по выбору» исходя из сферы будущей профессиональной деятельности.

Являясь электронным пособием в основном для самостоятельной работы, ТФБЗ позволяет организовать эффективную работу по выявлению и ликвидации пробелов в знаниях с учетом возможности их расширения в отсутствие ограниченного объема учебных часов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Маслов С.И.** Стандартизация высшего профессионального образования и подготовка кадров для энергетики: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции «Государственно-общественные объединения в системе профессионального образования». — М.: МЭИ, 2012. — С. 128-130.
2. **Новиков А.М.** Методология учебной деятельности. //Труды Российской академии образования, ассоциации «Профессиональное образование». — М: «Эгвес», 2005. — 173 с.
3. **Чайкина И.П., Антонова Н.В.** Тезаурусный подход при подготовке специалистов энергетиков / «Электрика». 2008. № 10. С. 8—10.
4. **Чайкина И.П., Антонова Н.В.** Тренажер по формированию базовых знаний специалиста/ Международная конференция «Современное профессиональное образование», 2009 .
5. **Chaikina I.P., Antoniva N.V.** THESAURUS-NET MODEL FOR EXPERT TRAINING/ Padua, HES-10 International Symposium on Heating by Electromagnetic Sources, May 18-21, 2010. P. 309
6. **Чайкина И.П.** Тезаурус формирования базовых знаний в области индукционного нагрева \ \ Сборник докладов международной конференции АПЭЭТ - Екатеринбург, 2011. С. 293—297.
7. **Кувалдин А.Б.** Рабочая программа курса «Установки индукционного и диэлектрического нагрева» в составе. // В составе программы магистратуры: Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления по направлению подготовки: 140400 Электроэнергетика и электротехника. — М: МЭИ, 2011.
8. **Кувалдин А.Б.** Теория индукционного и диэлектрического нагрева. — М.: Изд-во МЭИ, 1999. — 80 с.
9. **Кувалдин А.Б., Сальникова (Чайкина) И.П.** Преподавание специальных дисциплин в области электротермии с использованием компьютеров / Электрометаллургия. 2000. № 12. — С. 32—40.
10. **Кувалдин А.Б.,** Компьютерное моделирование при изучении и расчете индукционных установок / Электрометаллургия. 2010. № 12. — С. 17—24.

ЭЛЕКТРОННОЕ СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭНЕРГЕТИКОВ

АННОТАЦИЯ

Представляется тезаурусный подход при подготовке специалистов.

Рассматривается тезаурусно-сетевая модель при подготовке энергетиков, связанных профессиональной деятельностью с ТЭЦ.

Демонстрируется действующее электронное систематизирующее пособие на примере формирования базовых знаний по турбогенератору.

ВВЕДЕНИЕ

Важную роль при подготовке специалистов играют не только обучающие средства, но и средства, которые систематизируют знания. Они позволяют понять необходимость конкретных знаний и увидеть их взаимосвязи, что, как правило, удается лишь в результате многолетней работы по специальности. Наличие такого средства позволяет проследить эти взаимосвязи на ранних стадиях обучения, что усиливает мотивацию изучения общетехнических дисциплин.

В НОУ «Колледж Мосэнерго» последние годы разрабатывалось систематизирующее средство для техников-электриков и техников-теплотехников — тренажер формирования базовых знаний (ТФБЗ). Оно также имеет элементы обучения, что выражено в презентациях базовых знаний. Представляется возможным использовать ТФБЗ для подготовки бакалавров в высшей школе в области электро- и теплоэнергетики.

1. ТЕЗАУРУСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

Систематизацию знаний предлагается осуществить на основе тезаурусного подхода [1]. Понятие тезауруса можно рассматривать как систематизированный набор данных в определенной области. Этими данными могут быть базовые профессиональные знания, определяемые государственным стандартом.

Систематизацию базовых знаний предлагается проводить через технологическую или структурную схему производства [2]. При этом базовые знания раскрываются через элементы схемы. Взаимосвязи между элементами схемы также являются базовыми знаниями и для их раскрытия вводятся искусственно созданные объекты (кнопки). Элементы схемы и кнопки образуют объекты главного тезауруса (рис.1). Тезаурус первого уровня - это набор базовых знаний по каждому объекту главного тезауруса.

Формирование базовых знаний по темам соответствующих дисциплин реализуется в виде тезауруса второго уровня. На рис. 1 кроме многоуровневого тезауруса изображена база данных, в которой хранятся сами базовые знания.



Рис. 1. Структурная схема модели

Приведенная выше структура является основой для создания электронного систематизирующего средства «ТФБЗ» [3].

2. ТЕЗАУРУСНО-СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЭНЕРГЕТИКОВ

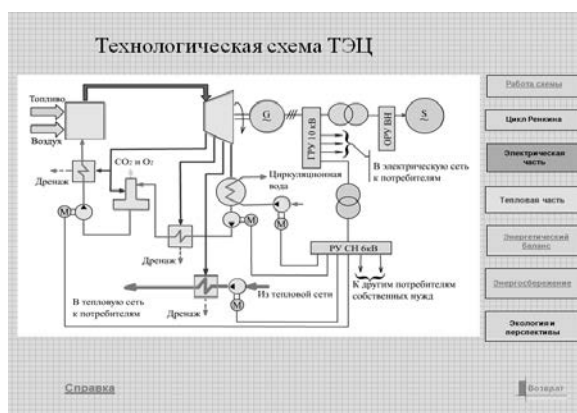


Рис. 2. Главный тезаурус

Для подготовки специалистов, связанных профессиональной деятельностью с тепловыми электростанциями (ТЭЦ), была разработана модель систематизирующего средства с элементами обучения, главный тезаурус которой представлен на рис. 2.

Объектами главного тезауруса являются элементы технологической схемы ТЭЦ (генератор, трансформатор, турбина, котел и т.д.) а также кнопки, с помощью которых раскрываются базовые знания по схеме в целом (работа схемы, цикл Ренкина, экология, энергосбережение и т.д.).

На рис. 3 показан относящийся к объекту «генератор» тезаурус первого уровня.



Рис. 3. Тезаурус первого уровня

Пример разложения по темам базового знания «Конструкция и принцип действия генератора» приведен на рис. 4.

3. ГЕНЕРАТОР					
3.1. Конструкция и принцип действия	Физика	ТОЭ	Материалы	Эл. машины	Электрооборудов
3.1.1. Преобразование механической энергии в электрическую	+				
3.1.2. Рамка со стокм в магнитном поле, наведенная ЭДС	+				
3.1.3.3-х фазный ток, соединение обмоток генератора в «звезду»		+			
3.1.4. Вращающееся магнитное поле		+			
3.1.5. Электропроводные материалы (ротор) статор			+		
3.1.6. Принцип действия и конструкция синхронной неявнополюсной машины, размеры ротора)				+	
3.1.7. Расшифровка типов генераторов					+

Рис. 4. Тезаурус второго уровня

Из рис. 4 видно, что базовое знание по конструкции и принципу действия генератора формируется в рамках пяти дисциплин. В частности, тема «Вращающееся магнитное поле» изучается в предмете «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) и представлена в ТФБЗ в виде мультимедийного файла (рис. 5)

Объект схемы	Генератор
Базовое знание	Конструкция и принцип действия
Предмет	Теоретические основы электротехники (ТОЭ)

Приним направление тока от начала катушки к концу за положительное и рассмотрим направление токов в каждой катушке для разных моментов времени: 1, 2, 3, 4.

Например, по графику токов видно, что в момент 1 ток в первой катушке (А-Х) отсутствует, ток во второй катушке (В-У) имеет отрицательное направление, а ток в третьей (С-З) — положительное. Построим магнитные линии, охватывающие одинаково направленные токи для моментов времени 1, 2, 3, 4. Можно увидеть, что суммарный магнитный поток вращается в пространстве по часовой стрелке. В течение периода магнитный поток совершает один оборот.

Направление вращения магнитного потока зависит от порядка чередования амплитуд токов в катушках.

Из графика токов видно, что амплитуды следуют так: 1а, 1б, 1с, при этом магнитный поток вращается по часовой стрелке.

Если порядок чередования будет 1а, 1б, 1с, то магнитный поток будет вращаться против часовой стрелки.

График токов.

Рис. 5. Слайд из файла

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Использование ТФБЗ началось в процессе его разработки, когда студенты в рамках выполнения дипломного проекта создавали мультимедийные файлы, раскрывающие базовые знания. При этом формировались их информационные, профессиональные и творческие компетенции.

Готовый материал уже нашел применение при координации учебных планов, а также при изучении курса «Введение в специальность» и в специальных предметах.

В дальнейшем электронное средство планируется использовать в основном для самостоятельной работы студентов, которому все больше уделяется внимания в учебном процессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электронное систематизирующее средство с элементами обучения ТФБЗ реализовано для специалистов, связанных с ТЭЦ. Оно имеет широкую область применения для студентов и преподавателей, участвующих в процессе, в том числе подготовки, переподготовки и повышении квалификации кадров в указанной и смежных областях.

Его отличительной чертой является возможность проследить взаимосвязи между базовыми знаниями, а также их формирование по изучаемым дисциплинам.

В основном оно предназначено для самостоятельной работы по выявлению пробелов в знаниях и понимании их места в предметной области

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрюшенко Т., Стрежак А. Управление учебным процессом на основе тезауруса. «@-Learning World». 2007. №1. — С. 56—62.
2. Чайкина И.П., Антонова Н.В. Тезаурусный подход при подготовке специалистов энергетиков / «Электрика». 2008. № 10. — С. 8—10.
3. Чайкина И.П., Антонова Н.В. Тренажер по формированию базовых знаний специалиста/ Международная конференция «Современное профессиональное образование» — 2009 .
4. Chaikina I.P., Antoniva N.V. THESAURUS-NET MODEL FOR EXPERT TRAINING/ Padua, HES-10 International Symposium on Heating by Electromagnetic Sources, May 18—21. 2010. P. 309.

ФОРМИРОВАНИЕ PLM-КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Анализируется опыт по формированию у студентов компетенций в области информационной поддержки и управления жизненным циклом изделия, полученный на кафедре «Аэрокосмические системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана

ВВЕДЕНИЕ

Развитие компьютерных технологий, используемых в инженерной деятельности, прошло путь от автоматизации отдельных видов деятельности (CAD/CAM/CAE) к глобальной технологии управления жизненным циклом изделия (Product Lifecycle Management — PLM) [1]. От комплекта графических и текстовых документов в электронной форме, был осуществлен переход к электронной модели изделия — единой базе данных, содержащей не только информацию о документах, но и сохраняющей ассоциативные взаимосвязи между ними. В настоящее время происходит переход от электронной модели изделия к электронным рабочим процессам (workflow) — структурам данных, описывающим последовательности шагов в процессе управления проектом. Такие изменения требуют нового подхода к информатизации инженерного образования.

1. PLM-КОМПЕТЕНЦИИ

Следует отметить, что в современном инженерном образовании компьютерные технологии PLM все еще не применяются студентом непосредственно в процессе обучения в той мере, как, например, знания и навыки в области математики. Если в процессе курсового и дипломного проектирования студенты систематически практикуются в использовании математических методов, то в области применения средств автоматизированного проектирования такой постоянной практики программой обучения не предусмотрено. Имеются только отдельные учебные курсы по частным компьютерным технологиям. Например, CAD-технологии преподаются в курсе инженерной графики, CAE-технологии изучаются в специальных курсах механики или электротехники, а CAM-технологии обычно вообще не изучаются. В результате выпускники технического вуза в своей массе не имеют того, востребованного на предприятиях отрасли, опыта и квалификации в области использования инженерных информационных технологий как единой целостной системы управления жизненным циклом.

В связи с этим необходимо рассмотреть вопрос о введении в учебные программы инженерных специальностей нового вида компетенций, которые мож-

но назвать PLM-компетенциями. Они должны включать в себя:

- знания базовых компьютерных технологий программирования, управления базами данных, интернет-коммуникаций, аналитической геометрии и компьютерной графики, твердотельного параметрического геометрического моделирования, математического моделирования в области специальных дисциплин, моделирования технологических процессов;

- навыки использования специализированных пакетов прикладных программ CAD/CAM/CAE в соответствии со своей специальностью;

- навыки организации эффективного обмена информацией между пакетами через стандартные форматы файлов;

- навыки использования систем удаленного доступа, облачных вычислений и систем коллективной разработки с использованием интернет-технологий;

- навыки организации рабочего процесса сквозного проектирования изделия с использованием стека прикладных программ.

Очевидно, что большой объем навыков PLM-компетенции, может быть сформирован только при достаточно длительной подготовке. В идеале это должен быть весь период обучения. Поскольку компетенции — это система знаний, навыков и установок, используемых профессионалом в различных ситуациях профессиональной деятельности, они проявляются и могут быть проверены только в самостоятельной работе. В учебном контексте моделью профессиональной деятельности инженера является курсовое и дипломное проектирование.

Моделирование в учебном контексте современной идеологии PLM заключается в том, что в течение всего времени обучения каждый студент с помощью единого стека программ осуществляет, согласно учебному плану, все виды курсового проектирования и выполняет дипломную работу. Этот подход призван способствовать воспитанию инженеров, воспринимающих компьютеризованную среду разработки технических систем как естественную, и единственно возможную, в современных условиях жесткой конкуренции.

2. ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ PLM-КОМПЕТЕНЦИЯМ

На кафедре «Аэрокосмические системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана обучение студентов системному использованию технологий PLM проводится с 2003 года [2]. Создан стек программ, позволяющий студенту автоматизировать процесс курсового и

дипломного проектирования космических летательных аппаратов и аэрокосмических систем.

В качестве основы для системы информационной поддержки курсового и дипломного проектирования выбрана компьютерная среда SolidWorks Premium, имеющая в своем классе программных продуктов наиболее эффективный интерфейс, который можно освоить за малое количество учебных часов. Учебные версии SolidWorks предоставлены кафедре в рамках программы «SWR Академия», организованной для ВУЗов представительством компании SolidWorks Russia. Обучение геометрическому моделированию в данном пакете проводится на восьмом семестре в рамках курса «Основы автоматизированного проектирования». Модули инженерного анализа изучаются на девятом семестре в рамках курса «Динамика конструкций».

С 2008 года в рамках курсов по динамике и прочности конструкций начиная с седьмого семестра проводится изучение прикладных программ CAE фирмы MSC Software: Nastran, Marc, ADAMS, Easy 5 позволяющих производить математическое моделирование сложных технических систем. В настоящее время на кафедре открыт специализированный центр компетенций фирмы MSC.

С 2011 года в рамках курса «Динамика конструкций» на девятом семестре началось освоение параллельных вычислений с использованием свободного программного обеспечения Salome, OpenFOAM, Calculix, Paraview, DAKOTA по программе «Университетский кластер». Для доступа к вычислительным ресурсам используется технология облачных вычислений UNIHUB, созданная в ИСП РАН и МСЦ РАН.

Формирование PLM-компетенций начинается на восьмом семестре, когда студенты выполняют первый проект по курсу «Проектирование космического летательного аппарата (КЛА)». Здесь тренируются навыки геометрического моделирования в SolidWorks. На девятом семестре студенты в рамках курсового проекта по курсу «Технология производства ракетно-космической техники», на основе созданной ранее ЭГМ космического аппарата они проектируют в SolidWorks модели технологической оснастки. На десятом семестре студенты выполняют второй курсовой проект по курсу «Проектирование КЛА», где проводят расчеты в CAE-системах SolidWorks и MSC. При этом естественным образом тренируются навыки обмена информацией между пакетами. В результате расчетов, как правило, возникает необходимость проведения изменений в конструкции проектируемого аппарата и студенты на практике осваивают преимущества, которые дает внедрение параметрического проектирования при

модификации и оптимизации исходной модели. На шестом курсе накопленный в электронном архиве материал используется студентами для подготовки и выполнения дипломного проекта. На базе информации о своих предыдущих проектах студенты могут развивать и детализировать уже созданный ранее проект или начать работу над новым КЛА. Таким образом, на дипломном проекте они повторяют уже знакомые им операции и закрепляют полученные ранее PLM-компетенции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, внедрение информационной поддержки курсового и дипломного проектирования аэрокосмических систем следует признать успешным. Однако опыт восьмилетней работы сделал очевидным тот факт, что силами одной кафедры формировать PLM-компетенции у студентов крайне сложно. Требуется объединение усилий всех кафедр, участвующих в подготовке студентов на базе единой информационной среды.

В частности, опыт обучения геометрическому моделированию показал, что в рамках курса инженерной графики с младших курсов необходимо развивать навыки синтеза формы и параметризации геометрии, которым до настоящего времени не уделяется достаточного внимания. Если закрепление навыков работы с CAD-системами будет проводиться в курсовом проекте по деталям машин на шестом семестре, то к восьмому семестру навыки в области CAD позволят создавать более сложные проекты по специальности. Основы CAE-систем могут быть освоены уже в рамках курсового проекта по ТММ на пятом семестре и проекта «Конструирование спецмашин и устройств» на шестом семестре. Освоение студентами комплексов САМ естественно проводить в рамках специального курса на кафедре технологии.

Применение описанной системы обучения в 2004—2011 гг. показало, что использование системного подхода к выполнению всех студенческих проектов в едином стеке программ способствует повышению качества обучения студентов навыкам конструирования. Дальнейшее развитие предполагается в области освоения средств коллективной разработки и управления данными (Product Data Management - PDM).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Информационное** обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия / под ред. В.В. Бакаева. — М.: Машиностроение-1, 2005.
2. **Щеглов Г.А.** SolidWorks в учебном проектировании аэрокосмических систем — Военный парад. — 2009. №2 (92). — С. 18—19.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ УЧЕБНИК ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы, связанные с созданием и использованием компьютерных средств, предназначенных для оказания помощи студентам в их самостоятельной работе.

Анализируются основные проблемы, возникающие в рамках самостоятельной работы студентов. Обсуждается состав, функциональные возможности и особенности реализации специальных компьютерных средств, позволяющих решить указанные проблемы.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при организации учебного процесса в ВУЗах все большее внимание уделяется усилению роли самостоятельной работы студента. Существенно уменьшается объем лекционных часов, а также количество других видов учебных занятий, проводимых непосредственно в учебных аудиториях.

Предполагается, что студенты должны самостоятельно прорабатывать определенные разделы учебного материала в свободное от аудиторных занятий время и в удобном для них месте. С учетом этого возникает ряд проблем, обсуждение и возможный путь решения которых приводятся ниже.

1. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Одной из основных проблем, связанных с самостоятельной работой студента, является дефицит доступного учебного материала.

Для успешной самостоятельной работы студенту должны быть доступны следующие основные виды учебных материалов:

- текст с изложением теоретического материала и иллюстрациями к нему для самостоятельной проработки теоретических вопросов;
- примеры постановки и решения типовых задач для получения практических навыков;
- вопросы для самоконтроля с подробными ответами на них;
- задачи для самоконтроля с подробными решениями;
- контрольные вопросы для проверки полученных знаний;
- контрольные задачи для проверки приобретенных навыков;
- методические указания к лабораторному практикуму для подготовки к лабораторным работам;
- задания для расчетных, курсовых и других видов самостоятельных работ и методические указания по их выполнению;

– справочные материалы, необходимые для работы с курсом.

Другой важной проблемой при самостоятельной работе студентов является отсутствие интерактивности учебного процесса. Большинству студентов не достает возможности задавать вопросы преподавателю и получать ответы на них.

Следует отметить, что эта проблема имеет место и при аудиторных занятиях. Далеко не все преподаватели строят занятия в форме бесед и дискуссий, согласуя стиль и характер изложения учебного материала с уровнем подготовки и интересами аудитории. Кроме того, большая нагрузка не позволяет им уделять достаточное внимание индивидуальной работе со студентами.

В условиях самостоятельной работы ситуация еще сложнее. Поэтому, кроме доступных учебных материалов, студентам необходимы специальные «средства поддержки» самостоятельной работы — средства автоматизированного обучения, позволяющие компенсировать отсутствие преподавателя. Вместе с тем, для обеспечения требуемого уровня интерактивности учебного процесса при самостоятельной работе также важно наличие средств автоматизированного контроля и самоконтроля знаний.

Все это обуславливает особые требования к организации учебного материала для самостоятельной работы студентов, способам представления знаний, методикам и дидактикам, закладываемым в указанные средства автоматизированного обучения и контроля знаний.

Следует особо подчеркнуть, что в условиях самостоятельной работы учебный материал должен представлять собой не просто набор информационных элементов, но и обладать определенной «учебной активностью». Он должен быть организован таким образом, чтобы компенсировать (хотя бы частично) отсутствие преподавателя.

Каждый существенный информационный элемент должен быть связан с рядом других элементов и процедур обучения (пояснениями, компактными примерами, иллюстрациями, краткими промежуточными вопросами с возможностями контроля и оценивания правильности ответов и т.п.), раскрывающих его разные стороны и обеспечивающих поддержку используемых в изучаемом курсе педагогических методов.

2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Возможным решением указанных выше проблем является создание специальных компьютерных учебников (КУ), содержащих необходимый для са-

мостоятельной работы студентов учебный материал и средства диалогового взаимодействия с указанным материалом. При их создании можно использовать опыт разработок КУ для дистанционного обучения [1, 2, 3].

КУ для самостоятельной работы студентов должен включать в себя следующие основные функциональные компоненты с условными названиями:

- содержание;
- конспект;
- контроль;
- практикум;
- справочник

Названия компонент могут быть другими, но суть их сохраняется и состоит в следующем.

Содержание представляет собой отображение на экране состава и структуры КУ и обеспечивает удобный для студента доступ к его компонентам (а также их разделам и подразделам) посредством выбора на экране соответствующих навигационных элементов экранного интерфейса (пиктограмм, экранных кнопок, пунктов меню и т.п.).

Доступ к самому блоку содержания с целью выбора определенной компоненты КУ или нужного раздела и подраздела учебного материала обеспечивается из любого места КУ.

Конспект предназначен для изложения теоретических вопросов изучаемой дисциплины. Учебный материал в нем имеет иерархическую структуру и подобно книге включает главы, разделы, подразделы и т.д.

Конспект содержит структурированные порции учебного материала (кадры текстовой информации с необходимыми графическими иллюстрациями). В него также могут включаться видеофрагменты и звуковое сопровождение.

Контроль предназначен для проверки уровня знаний обучаемого. Он может быть реализован в различных формах, например, в форме вопросов для самоконтроля, в форме входного контроля, проводимого с целью проверки начального уровня знаний, и определения необходимых для изучения разделов учебного материала; в форме рубежного контроля для проверки степени усвоения материала данного раздела.

В КУ для самостоятельной работы целесообразно также использовать специальный вид контроля, позволяющий «доучивать» студента посредством разъяснения ему типовых ошибок, допускаемых им при ответах на серию специальным образом подобранных вопросов.

Особенностью такого вида контроля является совмещение в нем функций проверки знаний и обучения. Если обучаемый отвечает на вопрос неправильно, то ему подробно объясняется его ошибка. В рамках указанного вида контроля не предусматриваются ограничения на время обдумывания ответов и на количество попыток.

Можно использовать и более «жесткие» виды контроля, например, предусматривать в КУ автоматизированные контрольные работы по базовым раз-

делам дисциплины без разъяснения ошибок, но с выдачей рекомендаций (на основе проверки знаний) по дальнейшей проработке учебного материала.

Практикум предназначен в первую очередь для самостоятельной работы студента по подготовке к выполнению лабораторных работ и заданий на контрольных точках. Он должен содержать методические указания по выполнению лабораторных работ и наборы индивидуальных заданий к ним. Кадры методических указаний должны предъявляться студенту на экране, также как при его работе с конспектом, т.е. с необходимыми иллюстрациями, примерами, пояснениями и т.п.

Желательно, чтобы из практикума был непосредственный доступ к программным средствам, используемым при выполнении той или иной лабораторной работы. Например, при изучении вопросов алгоритмизации задач и программирования у студента должна быть возможность создавать и отлаживать программы (приводимые в методических указаниях в качестве учебных примеров) непосредственно в среде соответствующей системы программирования (Visual Basic, Delphi, C++ и т.п.).

Аналогично в составе практикума следует организовать материал для подготовки студентов к выполнению расчетных и курсовых работ. Практикум должен содержать варианты заданий для работ, методические указания по их выполнению, пример выполненной работы и отчета по ней.

Справочник является дополнительным учебным средством и может содержать определения основных терминов изучаемой дисциплины, ссылки на разделы конспекта, где определены некоторые понятия, ссылки на рекомендуемую литературу и т.п. В любое время при работе с конспектом, описанием лабораторной работы студент должен иметь возможность обратиться к справочнику и получить необходимую справочную информацию.

При работе с КУ студент обычно имеет свободный доступ к любому разделу учебного материала. Жестких ограничений на последовательность проработки студентом разделов учебного материала не накладывается. Эта последовательность определяется либо самим студентом, либо преподавателем, ведущим аудиторские занятия.

Вместе с тем, в некоторых КУ можно предусматривать несколько базовых путей (траекторий) изучения материала, которые зависят от исходного уровня подготовленности обучаемого. Выбор пути, который предлагается данному обучаемому, осуществляется по результатам входного контроля либо определяется преподавателем, проводящим учебные занятия.

Пользовательский интерфейс КУ для самостоятельной работы должен быть максимально упрощен и унифицирован.

Разделы учебного материала целесообразно снабжать аннотациями, характеризующими цели разделов, рассматриваемые в них вопросы, приобретаемые в ходе их изучения знания и умения, а также задачи, для решения которых они необходимы. В конце каждого раздела следует приводить

перечень ключевых понятий, рассмотренных в разделе, и вопросы для самопроверки.

Учебный материал должен содержать развитую систему гипертекстовых ссылок, исключающую необходимость длительного «листания» КУ в поисках нужной информации. Гипертекстовые ссылки желательно снабжать пиктограммами, отражающими смысл ссылок и облегчающими ориентацию в них пользователей.

Целесообразно приводить в конце раздела учебного материала перечень рекомендуемой литературы для студентов, желающих получить более углубленные знания и умения по рассматриваемым вопросам.

Основными преимуществами использования КУ являются:

- создание условий для самостоятельной проработки учебного материала, позволяющих студенту выбирать удобное для него место и время работы
- возможность работы с моделями изучаемых объектов и процессов (в том числе тех, с которыми сложно познакомиться на практике);
- возможность представления (на экране монитора) и взаимодействия с виртуальными трехмерными образами изучаемых объектов;
- возможность автоматизированного контроля (и в ряде случаев более объективного оценивания) знаний и умений;
- возможность автоматической генерации большого числа не повторяющихся заданий для контроля знаний и умений;
- возможность поиска нужной информации и более удобного доступа к ней (гипертекст, закладки, поиск по ключевым словам и др.).

Перечисленные выше достоинства КУ характеризуют их в дидактическом и функциональном отношении, но КУ имеют и определенные технологические преимущества. К их числу следует отнести:

- простое распространение (особенно при использовании сети Интернет);
- легкое тиражирование;
- простое обновление и развитие.

Использование КУ в учебном процессе способствует:

- росту качества самостоятельной работы студентов;
- снижению затрат на организацию самостоятельной работы (например, за счет уменьшения потребностей в учебно-методических пособиях на бумажных носителях);
- уменьшению консультационной нагрузки преподавателей, так как ответы на ряд вопросов студенты смогут находить самостоятельно в процессе работы с КУ.

3. ВОПРОСЫ НАПОЛНЕНИЯ УЧЕБНИКА КОНКРЕТНЫМ УЧЕБНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Наполнение КУ конкретным учебным материалом зависит от факультета, кафедры и специальности, использующих его студентов. К решению этой проблемы возможны два основных подхода.

Один из них состоит в создании специализированных КУ для конкретных специальностей (что возможно, но трудоемко). Другой подход заключается в разработке «унифицированного» (в определенной мере) КУ для группы родственных специальностей, который может быть несколько избыточным для отдельных специальностей, но в то же время — достаточным для большинства из них. Этот подход кажется более предпочтительным.

Рассмотрим более подробно вопросы подбора учебного материала на примере создания КУ для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Информатика». Эта дисциплина в той или иной модификации читается сейчас для всех инженерных специальностей.

При подборе учебного материала для такого КУ следует исходить из того, что дисциплина «Информатика» для любой специальности должна охватывать следующие основные направления подготовки.

Во-первых, она должна обеспечивать базовую компьютерную подготовку, в ходе которой приобретаются основы компьютерной грамотности (опыт показывает, что в ряде школ она пока остается недостаточной).

Во-вторых, цель дисциплины состоит также в выработке умений построения информационных моделей в конкретных предметных областях деятельности, возможно с использованием навыков программирования.

В-третьих, она должна знакомить студентов с современными информационными технологиями, играющими существенную роль в различных областях деятельности, но не рассматриваемыми в рамках других дисциплин.

Одним из вариантов наполнения КУ может быть учебный материал, включающий следующие основные разделы:

- информация и ее роль в современном обществе;
- состояние и тенденции развития компьютерной техники;
- техническое обеспечение компьютеров;
- программное обеспечение компьютеров;
- информационные процессы и информационные технологии;
- технология подготовки текстовых документов;
- технология создания и работы с электронными таблицами;
- технология создания и работы с базами данных;
- компьютерные сети и основные возможности сети Интернет;
- базовые понятия алгоритмизации задач и программирования;
- основы программирования на одном из языков высокого уровня;
- современные средства и технологии защиты информации.

Проблема формирования содержания КУ не решается однозначно. Не редки случаи, когда препода-

даватели одной и той же кафедры строят один и тот же курс по-разному, придерживаясь, порой, несовместимых, исключая друг друга интерпретаций. Очевидно, что КУ для самостоятельной работы студентов должен обладать определенной универсальностью и не должен базироваться на крайних точках зрения.

Формированию содержания КУ должно предшествовать изучение и обобщение существующих взглядов преподавателей, проводящих занятия по соответствующему курсу, как на состав рассматриваемого учебного материала, так и на методы его изложения и формы представления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка КУ для самостоятельной работы студентов достаточно трудоемкий процесс. Значительные затраты на его реализацию обуславливают повышенные требования к качеству выполнения начальных этапов разработки, на которых определяются концептуальный образ создаваемого программного продукта.

Решение соответствующих вопросов зависит от многих факторов:

- специальностей, по которым ведется подготовка студентов, ее конечных целей, направленности и приоритетов;

- квалификационных требований к студентам, т.е. знаний и умений, которыми они должны овладеть в результате изучения данной дисциплины;

- объемных характеристик курса;
- места и роли дисциплины в системе дисциплин, изучаемых при подготовке по данным специальностям;
- используемых методик преподавания для данной дисциплины.

Только учет всех указанных факторов в процессе разработки КУ позволит создать функционально полный и удобный в использовании программный продукт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А., Щербин В.М. Опыт разработки компьютерного учебника «Информатика» для дистанционного обучения // Сборник докладов международной конференции «Информационные средства и технологии». ТЗ. — М.: Изд-во «Станкин», 1999. — С. 14—17.

2. Башмаков А.И., Башмаков И.А., Щербин В.М. Компьютерный учебник «Информатика» для дистанционного обучения // Сборник тезисов докладов международной научной конференции «Интеллектуальные технологии и дистанционное обучение на рубеже XXI века». — СПб.: Изд-во СПбГУАП, 1999. С. 284—286.

3. Башмаков А.И., Башмаков И.А., Щербин В.М. Опыт разработки и использования компьютерного учебника «Информатика» для дистанционного обучения // Сборник докладов межвузовской научно-технической конференции «Мульти- и телемедиальные средства в образовании». — М.: Изд-во МГСУ, 2002. — С. 80—83.

ДОСТУПНОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ OCR-СИСТЕМ В ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются различные варианты применения технологии OCR как в образовательном процессе, так и в организационных процессах образовательного заведения.

ВВЕДЕНИЕ

Современный мир развивается огромными темпами. Раньше крупные компании, владеющие технологиями, распространяли их исключительно в рамках своих дорогостоящих проектов. В этом плане нынешнее состояние дел не сильно отличается. Но развитие Интернета и доступность информации привели к тому, что появилось огромное количество так называемых, open source проектов. Технологии и алгоритмы в них доступны всем интересующимся. Благодаря этому, при желании, можно создать приложение даже силами студентов, которое не сильно будет уступать дорогостоящим решениям крупных компаний и при этом не стоит практически ничего. Примером такой технологии является OCR — оптическое распознавание символов.

1. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ

Сделать снимок страницы книги, используя камеры, сканеры и другие устройства, не составляет труда. Однако зачастую конечной целью является не просто получение цифрового изображения страницы, но и возможности редактировать информацию, расположенную на этой странице.

Современные алгоритмы позволяют определить написанное на физическом носителе информации с печатным текстом до 99 % символов. Конечно, речь идет о более-менее идеальных условиях.

Проблемы распознавания рукописного «печатного» и стандартного рукописного текста, а также печатных текстов других форматов (особенно с очень большим числом символов) в настоящее время являются предметом активных исследований.

Точность работы методов может быть измерена несколькими способами и поэтому может сильно варьироваться. К примеру, если встречается специализированное слово, не используемое для соответствующего программного обеспечения, при поиске несуществующих слов, ошибка может увеличиться.

Системы оптического распознавания текста требуют калибровки для работы с конкретным шрифтом. В ранних версиях для программирования было необходимо изображение каждого символа, программа одновременно могла работать только с одним шрифтом.

В настоящее время больше всего распространены так называемые «интеллектуальные» системы, с

высокой степенью точности распознающие большинство шрифтов.

Некоторые системы оптического распознавания текста способны восстанавливать исходное форматирование текста, включая изображения, колонки и другие нетекстовые компоненты.

Все это открывает широкий спектр возможностей применения данной технологии в образовательном процессе.

2. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ НА ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ С ПОМОЩЬЮ OCR ТЕХНОЛОГИЙ

В наше время трудно себе представить высшее учебное заведение, в котором нет библиотеки. Мир развивается в таком направлении, что со временем, трудно будет представить обратное. Для ВУЗов, в библиотеках которых находится бесчисленное количество книг, учебников, различных пособий очень выгодно было бы держать все это в электронном виде. Ведь это несет в себе массу преимуществ.

Чтобы хранить все эти книги нужно немало места. Должны быть созданы специальные условия, благодаря которым книги не испортятся. Чтобы библиотека была в порядке, в институте должна быть организована система учета книг: кто, когда взял и когда должен вернуть.

В настоящее время многие институты ведут учет с помощью компьютеров, но с помощью OCR технологий можно пойти еще дальше и сделать все учебные материалы доступными в электронном виде, например, на страницах интернет-ресурса вуза.

Преимущества данного подхода очевидны:

- все материалы вуза доступны для изучения через Интернет;
- очень просто организовать доступ только для студентов и преподавателей конкретного вуза;
- можно вести статистику использования ресурса каждым из студентов;
- вузам не придется бегать за студентами, вовремя не вернувшими книги;
- вуз избавится от проблем с утратами или порчей книг;
- освободится место под аудитории.

Этот список можно продолжать и дальше. Если осуществлять переход на электронный вид книг постепенно, то, несомненно, это пойдет на пользу как студентам, так и вузам.

В конечном итоге вузы могут объединяться и делать общие библиотеки.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OCR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ВНУТРИ ВУЗА И В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Еще одним интересным применением OCR-технологий в образовании является создание систем, способных переносить различную информацию с бланков и документов в специальные базы данных.

В настоящее время этот процесс в большинстве вузов выполняется, так или иначе, вручную. Каждый год тысячи студентов заполняют горы бланков, сдают копии паспортов, аттестатов и других документов. На обработку и проверку всех материалов у сотрудников уходит много сил и времени.

Данная ситуация как нельзя лучше подходит для создания приложения, которое бы с минимальным вмешательством оператора заносило бы все необходимые данные в базы вуза. Опять же, эффективность данного подхода видна не вооруженным глазом.

Конечно, распознавать рукописный текст, пускай даже «печатный», гораздо сложнее, чем обрабатывать книги. Тем не менее, это выполнимо.

В добавок к этому, ядро программы, т.е. алгоритмы и механизмы распознавания символов, можно использовать для создания программ, которые будут так или иначе участвовать в процессе обучения студентов.

Создать программу, которая будет проверять контрольные по физике и примеры по математическому анализу вряд ли получится, а вот для проверки различных тестов — пожалуйста.

Для этого потребуются специальные бланки, которые можно будет печатать на обычном принтере. В этом случае преподаватели будут меньше тратить время на проверку и больше времени уделять процессу обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Это еще не все способы применения данной технологии.

Распознавание символов можно так же использовать и для выписки и продления студенческих билетов, для создания более совершенного способа проверки принадлежности студента к ВУЗу и, например, для оптимизации способа контроля посещаемости.

Конечно, все эти варианты можно развивать и совершенствовать. И понятно, что не все так просто, как может показаться на первый взгляд.

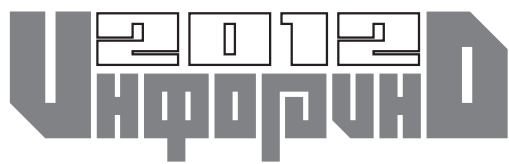
Но одно понятно точно: эта технология может повышать эффективность деятельности студентов, преподавателей и ВУЗа в целом, если ее правильно применять.

А, главное, ввиду открытости различных алгоритмов распознавания символов, эта технология становится доступной.

Создание подобных систем — отличная тема для дипломов студентов, которая, ввиду очевидной практичности, добавляет энтузиазма и несет большую практическую ценность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wikipedia, the free encyclopedia. Optical character recognition. — URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_character_recognition. Дата обращения: 26.11.2011.
2. Interface. Необычное применение OCR-технологий. — URL: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=25370>. Дата обращения: 26.11.2011.
3. Lais S., 2002. Optical Character Recognition. — URL: http://www.computerworld.com/s/article/73023/Optical_Character_Recognition. Дата обращения: 27.11.2011.
4. Davis N. What Is OCR Software Used For? — URL: http://www.ehow.com/about_5448088_ocr-software-used.html. Дата обращения: 29.11.2011
5. Examen. Системы оптического распознавания текста. — URL: http://examen.nx0.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=304:2011-01-21-17-38-32&catid=11:isveconom&Itemid=20. Дата обращения: 29.11.2011.



АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

G

Gurke S. 135

A

Абрамов В.Ю. 202
Адрианов Н.М. 354
Акашкина М.Г. 83
Алексейчук А.С. 342
Алимбаева Б.К. 370
Андреев А.Н. 259
Андреев А.С. 261
Андреианов Д.П. 413
Аникеев А.В. 344
Антонова Н.В. 525
Артюшина Л.А. 415
Астахова Т.А. 23
Афанасьев А.С. 315

Б

Бабарика Н.Н. 11
Бабий Ю.И. 157
Бадамшина Э.Б. 346, 417
Бамбуркина И.А. 346
Баранов И.В. 348
Бархатова И.А. 350
Барчук А.А. 210
Батасова В.С. 13
Баум С.В. 202
Бахмисов О.В. 263
Белов Л.А. 265
Белоусова Л.И. 419
Бериллов А.В. 299
Бехлер Д.П. 421
Бирюкова О.В. 417
Бобрик Л.П. 15
Бобченков А.В. 246
Бобырев С.В. 146
Бовкуш С.В. 210
Богомолов А.В. 139
Богомолова Е.П. 139, 423
Богомольный М.А. 143
Болдырев Е.В. 352

Борисов А.В. 17

Борисов Д.Б. 425

Борисова А.Ю. 427, 483

Брейдо И.В. 398

Булатов Б.Г. 267, 429

Булиньш З.А. 149, 382

Булякова И.А. 350

Буравлева Е.Г. 21

Бураков Д.П. 87

Буров В.Д. 153

Бурыкин И.Г. 354

Бутримов Д.Л. 157

В

Варакин А.А. 431

Васильев Н.Н. 271

Винников А.М. 517

Виноградов А.П. 392

Волощук В.А. 220

Волчкова И.Л. 449

Вольхин К.А. 23

Воробьев Ю.Б. 160

Воронов М.В. 164

Г

Гавриленко А.Б. 275

Гайдученко В.В. 277

Гарина М.И. 87, 91

Гаряев А.Б. 279

Гашков С.Б. 517

Главацкий С.Т. 354

Глаголев В.Б. 435

Глоба Д.Н. 91

Головина Е.Ю. 437

Гольдштейн М.Е. 429

Горнов А.О. 27

Горонескуль М.Н. 419

Горшков К.Е. 267

Горшков П.В. 441

Грузков Д.С. 299

Губина Н.А. 356

Гузненков В.Н. 29

Гусев Ю.П. 283
Гусинский А.И. 323

Д

Девочкина Е.В. 202
Демидионова Л.Н. 360
Демидов С.Г. 33
Деньщикова Е.В. 435
Добряков А.А. 35
Долгов Г.Ф. 167, 431
Дорохов Е.В. 169
Дудолин А.А. 153

Е

Евтихиева О.А. 443
Егоров А.Ф. 311, 362, 392, 493
Егорова Н.А. 83
Елизаров В.А. 173, 489
Елизаров К.А. 173, 489
Емельянов А.Г. 177
Емельянов Д.М. 246
Емельянов Н.В. 179
Емельянова И.В. 179
Еникеев М.Р. 394
Еремеев А.П. 39, 43
Еременко Г.В. 177
Ермаков Б.В. 443
Ермишина Н.Д. 445
Есюткин А.А. 285
Ефимов А.А. 47

Ж

Жабин А.С. 265
Жматов Д.В. 287
Жохова М.П. 291
Жумаев С.А. 185
Журбенко П.А. 29

З

Зайцев Ю.А. 146
Запасная Л.А. 362, 493
Зарецкий Д.С. 51
Зеленовская Н.В. 55

Зимин А.М. 271
Зими́на О.В. 366
Знаменский В.Е. 183
Зубенко В.Л. 179
Зубков К.Н. 91

И

Иванов А.Б. 354
Ижуткин В.С. 57
Иномистов В.Ю. 21
Иргалиев В.Ю. 83
Истомин Д.С. 83

К

Кайгородцева Н.В. 447, 479
Калдарова М.Ж. 370
Каминский С.Е. 185
Камышова В.К. 449, 451
Капустина О.М. 425
Карпенко А.П. 35
Карпова Е.Г. 189
Карякин А.И. 277, 293
Кауркин В.Н. 27
Кириллов А.И. 366
Кирсанов М.Н. 441
Киселев В.И. 455, 469
Клевакин В.Д. 402
Ковалев С.И. 293
Когут Л.Д. 39
Козлов И.А. 59
Колосов О.С. 285
Кондратьева Т.М. 427, 483
Кононенко В.К. 192
Корецкая И.В. 457
Коржов А.В. 374
Коровин Ю.В. 267
Короткий В.А. 194
Костин А.С. 376
Кохов В.А. 459
Кохов В.В. 463
Кочкин Д.В. 196
Кравченко И.Б. 105

Крамарь В.А. 465
Крамм М.Н. 295
Краснощекова Т.Е. 297
Краюшкин В.В. 291, 348, 380
Краюшкин К.В. 380
Крепков И.М. 39, 198
Кровяков Е.А. 467
Крутских В.В. 261
Кувалдин А.Б. 521
Кузнецов О.Н. 263
Кузнецов Э.В. 455, 469
Кургузов Н.Н. 202
Кургузова Л.И. 202
Кургузова М.Н. 202
Куриленко И.Е. 43, 63, 67
Кургасов А.М. 71

Л

Лавенделс Ю.О. 149, 382
Лазаренко И.В. 402
Лапина Л.Г. 471
Лапицкий К.М. 204
Лвин М.С. 75
Лебедева И.М. 230
Лесников Г.И. 291
Лешихина И.Е. 206
Липай Б.Р. 299
Листратов Я.И. 277, 293, 297, 303
Лубенченко О.И. 443
Лузгина В.Б. 447
Лукьянец О.Ф. 185

М

Макашова М.Б. 67
Маран М.М. 75
Марквардт Р.В. 398
Маркидонов А.В. 210
Маркин Л.В. 15
Маскаев Е.А. 212
Маслов А.Н. 305
Маслов С.И. 79
Мастюлин В.В. 83

Медведев М.С. 386
Мезин С.В. 307
Меркурьев И.В. 275, 305
Метлицкая Д.В. 214
Микони С.В. 87, 91
Минзов А.С. 388
Михайлова П.Г. 311
Михалева Е.М. 319
Монахов Б.Е. 356
Москалева Т.С. 95
Москвин В.Г. 234, 396
Мошкова Т.В. 473
Мусина М.Е. 415

Н

Наговицын Ю.Н. 97
Нарышкин Д.Г. 475
Никитин А.В. 11
Новиков В.Н. 250
Новикова С.Ю. 216
Новикова Т.Н. 17
Новоселов Ю.В. 99

О

Овсянникова М.Р. 83
Одинцов А.А. 354
Осадченко Н.В. 441
Очков В.Ф. 183, 220, 222

П

Пановский В.Н. 224
Паршина Г.И. 398
Первушина И.И. 479
Перфильев А.Ф. 250
Петров С.А. 83
Петуров В.И. 313
Печерская Е.А. 315
Печерская Р.М. 315
Пирогова М.А. 206
Пичуев А.В. 313
Плис А.И. 481
Плис И.А. 481
Подалков В.В. 275

Подмазов Д.А. 443
Позняк Е.В. 103
Полежаев Ю.О. 483
Поляков А.М. 283
Поройков А.Ю. 319
Прокофьев В.А. 265
Прокофьева И.В. 33
Пузанкова А.Б. 105
Пчельник В.К. 228

Р

Радионова Л.К. 39
Расковская И.Л. 204
Рашевская М.А. 487
Ревчук И.Н. 228
Ринкевичюс Б.С. 204
Рубцов В.П. 489
Рукавишников В.А. 109
Рябова Н.В. 21
Рябовая В.О. 465

С

Савицкая Т.В. 311, 362, 392, 493
Савотина О.В. 115
Сайфуллина Л.В. 394
Самойленко И.А. 177
Свиридов В.Г. 277, 293, 297, 303
Свиридов Е.В. 277, 293, 297, 303
Сдвижков О.А. 495
Севостьянова О.М. 95
Седов А.Н. 497
Сенченкова Л.В. 105
Сергеева А.О. 338, 408
Сергушичева А.П. 499
Серов В.В. 261
Синенко С.А. 230
Синицын Е.Н. 234
Скворцова Т.М. 451
Скорнякова Н.М. 236, 319
Сливина Н.А. 481
Смерчинская С.О. 113
Смирнов М.Ю. 396

Смирнов Э.А. 59
Смирнова Е.В. 35
Смирнова М.И. 503
Соколов Б.А. 323
Соловьев В.А. 315
Сологуб Г.Б. 505
Сорокин А.В. 240
Сорокин С.И. 509
Спирина Т.В. 511
Станкевич И.В. 299
Старичкова Ю.В. 344
Старостенков М.Д. 210
Стрелков Н.О. 295
Суконщиков А.А. 196
Сутченков А.А. 216
Сынков И.В. 279

Т

Тарасевич Ю.Г. 244
Тарасов А.Е. 443
Телгожаева Ф.С. 370
Телевный А.М. 279
Тельной В.И. 356
Тихонов А.И. 212, 216
Тихонова М.В. 327
Токарев В.А. 192
Топорков В.В. 246
Троицкая Е.А. 415
Трофимов А.В. 283
Тюпикова Т.В. 115, 250
Тюрина В.А. 473

У

Удрис Е.Я. 451
Усанова Е.В. 513
Уханова М.А. 331

Ф

Федоров А.Б. 83
Фешин Б.Н. 398
Филатов А.В. 254
Филатов В.А. 333

Фомин Г.А. 117
Фролов А.Б. 517

Х

Халуева В.В. 109
Хейфец А.Л. 119
Хомченко В.Г. 402
Хорев П.Б. 123
Хорьков С.Н. 198
Хохлов А.М. 263
Хуснуллин А.Ш. 183

Ч

Чайкина И.П. 521, 525
Черемисинов Б.А. 263
Чернецов А.М. 127
Чибизова Н.В. 13, 131

Ш

Шайхутдинов Ал.А. 59
Шайхутдинов Ар.А. 59
Шаталов Р.Б. 404
Швецов А.Н. 71
Шергольд И.Б. 311
Шитиков В.С. 149, 382
Шпакова Л.Г. 398
Штыков В.В. 335
Шушкевич Г.Ч. 244

Щ

Щеглов Г.А. 527
Щербин В.М. 529

Я

Яворский В.В. 338, 408
Язан С.В. 533
Яньков С.Г. 222
Ярошевич О.В. 55

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Бабарика Н.Н., Никитин А.В. Концепция автоматизации документооборота в системах управления.....	11
Батасова В.С., Чибизова Н.В. Опыт преподавания информатики и информационных технологий на факультете электронной техники МЭИ.....	13
Бобрик Л.П., Маркин Л.В. Компьютерная графика в учебном процессе на кафедре «Инженерная графика» МАИ	15
Борисов А.В., Новикова Т.Н. Методика преподавания темы «Интегральное исчисление функций нескольких переменных» с использованием СКМ «Maple».....	17
Буравлева Е.Г., Иномистов В.Ю., Рябова Н.В. Использование информационных технологий в учебном процессе на кафедре начертательной геометрии и черчения.....	21
Вольхин К.А., Астахова Т.А. Формирование информационно-образовательной среды инженерной графической подготовки студентов...	23
Горнов А.О., Кауркин В.Н. Новые информационные технологии и междисциплинарные связи	27
Гузнецков В.Н., Журбенко П.А. Модель как ключевое понятие геометро-графической подготовки.....	29
Демидов С.Г., Прокофьева И.В. 3D моделирование в курсе инженерной графики	33
Добряков А.А., Карпенко А.П., Смирнова Е.В. Экспертно-аналитическая система управления качеством ментально-структурированной компетентностной подготовки специалистов	35
Еремеев А.П., Крпков И.М., Козут Л.Д., Радионова Л.К. Стратегия информатизации университета как важнейший инструмент повышения качества инженерного образования	39
Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Модернизация образовательного процесса с помощью современных сетевых технологий и виртуализации ресурсов	43
Ефимов А.А. Подготовка кадров на кафедре электротехники и технической диагностики ГУАП в условиях перехода на ФГОС 3 поколения	47
Зарецкий Д.С. Использование системы диагностики на основе модели устройств в качестве демонстрационного учебного пособия по достоверному и правдоподобному выводу	51
Зеленовская Н.В., Ярошевич О.В. Информатизация графической подготовки в вузе	55
Ижуткин В.С. Применение информационных технологий в инженерном образовании.....	57
Козлов И.А., Смирнова Е.В., Шайхутдинов Ар.А., Шайхутдинов Ал.А. Программы оценивания качества образования	59
Куриленко И.Е. О развитии систем автоматизации сборки программных продуктов	63
Куриленко И.Е., Макашова М.Б. Интеллектуальная система анализа типовых ситуаций	67

Куртасов А.М., Швецов А.Н. Программа генерации учебных тестов на основе семантического подхода	71
Лвин Маунг Со, Маран М.М. Исследование методов создания распределенных информационных систем	75
Маслов С.И. Информатизация как неотъемлемый компонент современного инженерного образования	79
Мастюлин В.В., Акашкина М.Г., Егорова Н.А., Иргалиев В.Ю., Истомин Д.С., Овсянникова М.Р., Петров С.А., Федоров А.Б. Комплексная информационная система университета — одна из составляющих повышения качества инженерного образования	83
Микони С.В., Гарина М.И., Бураков Д.П. Применение системы выбора и ранжирования СВИРЬ-Р для практического освоения курса «Теория принятия решений»	87
Микони С.В., Гарина М.И., Глоба Д., Зубов К.Н. Обучающая система по теории графов	91
Москалева Т.С., Севостьянова О.М. Применение информационных технологий в учебном процессе как инструмент модернизации образования в вузе	95
Наговицын Ю.Н. Информационные технологии в преподавании графических дисциплин	97
Новоселов Ю.В. Использование компьютерной программной среды создания когнитивных образов в учебном процессе.....	99
Позняк Е.В. Кафедра динамики и прочности машин им. В.В. Болотина: Освоение и развитие IT-технологий	103
Пузанкова А.Б., Сенченкова Л.В., Кравченко И.Б. Совершенствование подготовки студентов в области конструирования средствами информационных технологий.....	105
Рукавишников В.А., Халуева В.В. Информатизация геометро-графической подготовки инженера	109
Смерчинская С.О. Интеллектуальная система поддержки группового выбора	113
Тюпикова Т.В., Савотина О.В. Использование информационных систем в дипломном проектировании.....	115
Фомин Г.А. Информационные и программные средства для подготовки специалистов по автоматизации и управлению.....	117
Хейфец А.Л. Учебный курс теоретических основ 3D-компьютерного геометрического моделирования и его перспективы.....	119
Хорев П.Б. Криптографические средства платформы MICROSOFT .NET и их использование в инженерном образовании	123
Чернецов А.М. Использование средств MATLAB для организации распределенной обработки.....	127
Чибизова Н.В. Опыт использования web-технологий в преподавании языков программирования	131

Секция 2

ИТ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

Gurke S. Online Equation Library and Calculation Software	135
Богомолов А.В., Богомолова Е.П. Компьютерное моделирование прогиба балки под действием динамической нагрузки.....	139
Богомольный М.А. Численное моделирование двухоперационной сборочной линии	143
Бобырев С.В., Зайцев Ю.А. Использование компьютерных моделей для анализа методических ошибок измерения геометрии желобов колец радиально-упорных подшипников	146
Булиныи З.А., Лавенделс Ю.О., Шитиков В.С. Безопасность в облачных вычислениях	149
Буров В.Д., Дудолин А.А. Современные программные комплексы при разработке и проектировании ТЭС.....	153
Бутримов Д.Л., Бабий Ю.И. Программный комплекс многокритериально распараллеленной оптимизации IOSO 2.0.....	157
Воробьев Ю.Б. Использование информационных технологий в анализе безопасности АЭС.....	160
Воронов М.В. Онтологический инжиниринг описания технологий.....	164
Долгов Г.Ф. Изучение САПР, использующих конечноэлементный анализ, при подготовке бакалавров и специалистов по направлению «Проектирование и технология электронных средств».....	167
Дорохов Е.В. Учебное моделирование и реализация расчетов тепловых схем турбоустановок средствами MICROSOFT EXCEL	169
Елизаров В.А., Елизаров К.А. Численное моделирование процессов теплообмена в электротехнологических установках в инженерной практике.....	173
Емельянов А.Г., Еременко Г.В., Самойленко И.А. Разработка электронного образовательного ресурса для подготовки студентов-электроснабженцев железнодорожного вуза	177
Емельянов Н.В., Емельянова И.В., Зубенко В.Л. Повышение точности обработки станков с ЧПУ на этапе проектирования	179
Знаменский В.Е., Очков В.Ф., Хуснуллин А.Ш. Базы данных по физическим свойствам веществ и программное обеспечение для работы с ними	183
Каминский С.Е., Лукьянец О.Ф., Жумаев С.А. Решатель инженерных задач	185
Карпова Е.Г. Программный комплекс решения задач теории игр.....	189
Конonenko В.К., Токарев В.А. Трёхмерная модель структуры и прогноз свойств неоднородных материалов с учётом порогов перколяции.....	192
Короткий В.А. Автоматизированное построение гладких обводов из дуг кривых второго порядка.....	194
Кочкин Д.В., Суконщиков А.А. Использование нечетких величин при моделировании в среде CPN Tools	196

Крепков И.М., Хорьков С.Н. Виртуализация вычислительных ресурсов в научных исследованиях и учебном процессе университета....	198
Кургузов Н.Н., Кургузова Л.И., Абрамов В.Ю., Баум С.В., Девочкина Е.В., Кургузова М.Н. Специализированное программное обеспечение для инженерных расчетов и проектирования электрических станций.....	202
Лапицкий К.М., Расковская И.Л., Ринкевичюс Б.С. Программное средство расчета рефракционных картин визуализации тепловых полей.....	204
Лешихина И.Е., Пирогова М.А. Использование средств Pro/ENGINEER для создания трехмерных моделей в курсе «Геометрическое моделирование в САПР»	206
Маркидонов А.В., Старостенков М.Д., Барчук А.А., Бовкуш С.В. Компьютерное моделирование процессов, вызванных радиационным облучением кристаллической решетки.....	210
Маскаев Е.А., Тихонов А.И. Python — платформа для проведения инженерных расчетов	212
Метлицкая Д.В. Поиск оптимального управления дискретными системами с помощью модифицированного метода искусственных иммунных систем	214
Новикова С.Ю., Сутченков А.А., Тихонов А.И. Средства публикации расчетных приложений в web	216
Очков В.Ф., Волощук В.А. Использование современных информационных технологий в инженерных расчетах и проектировании энергоустановок.....	220
Очков В.Ф., Яньков С.Г. Эволюция техники инженерных расчетов	222
Пановский В.Н. Интервальные алгоритмы поиска глобального экстремума функций	224
Пчельник В.К., Ревчук И.Н. Реализация метода Гаусса в электронных таблицах MS EXCEL	228
Синенко С.А., Лебедева И.М. Проблемы реалистической визуализации организационно-технологических решений в среде AutoCAD....	230
Синицын Е.Н., Москвин В.Г. Применение метода конечных элементов в инженерных расчетах и проектировании	234
Скорнякова Н.М. Применение системы автоматизированного проектирования Mathcad в задачах квантовой и оптической электроники.....	236
Сорокин А.В. Использование облачных технологий в образовании	240
Тарасевич Ю.Г., Шушкевич Г.Ч. Использование GNU Octave в инженерном образовании	244
Топорков В.В., Бобченко А.В., Емельянов Д.М. Планирование системы независимых заданий в распределенных вычислительных средах с неотчуждаемыми ресурсами.....	246
Тюпикова Т.В., Перфильев А.Ф., Новиков В.Н. Использование информационных технологий в отделе охраны труда предприятия Росатома.....	250
Филатов А.В. Методика преподавания основ построения, программирования и использования высокопроизводительных вычислительных систем и суперкомпьютеров, с использованием технических средств и электронных образовательных ресурсов.....	254

Секция 3

ИТ В УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Андреев А.Н.

Программно-аппаратные комплексы исследования средств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем..... 259

Андреев А.С., Крутских В.В., Серов В.В.

Практическое применение оборудования National Instruments(NI) в научной и учебной лаборатории 261

Бахмисов О.В., Кузнецов О.Н., Хохлов А.М., Черемисинов Б.А.

Опыт применения системы автоматизации электрофизического эксперимента (САЭКСП) на кафедре ЭЭС 263

Белов Л.А., Жабин А.С., Прокофьев В.А.

Лаборатория автоматизированных измерений параметров радиопередающих устройств 265

Булатов Б.Г., Коровин Ю.В., Горшков К.Е.

Специализированные программы для инженерного образования по ряду дисциплин направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» 267

Васильев Н.Н., Зимин А.М.

Информационно-коммуникационные технологии в подготовке инженеров в области термоядерного синтеза 271

Гавриленко А.Б., Меркурьев И.В., Подалков В.В.

Разработка методики стендовых испытаний и балансировки монокристаллического кольцевого резонатора микромеханического вибрационного гироскопа 275

Гайдученко В.В., Карякин А.И., Листратов Я.И., Свиридов В.Г., Свиридов Е.В.

Автоматизированная учебная лаборатория техники теплофизического эксперимента 277

Гаряев А.Б., Сынков И.В., Телевный А.М.

Автоматизация экспериментальных исследований на многофункциональной аэродинамической установке с применением измерительно-вычислительных комплексов RL-32RTD (система сбора данных серии RealLab) и National Instruments 279

Гусев Ю.П., Поляков А.М., Трофимов А.В.

Учебно-исследовательский полигон АСУ электроустановок 283

Есюткин А.А., Колосов О.С.

Исследование частотных характеристик объектов автоматизации 285

Жматов Д.В.

Информационно-измерительная система для анализа энергопотребления нелинейных нагрузок 287

Жохова М.П., Краюшкин В.В., Лесников Г.И.

Виртуализация учебной электротехнической лаборатории..... 291

Карякин А.И., Ковалев С.И., Листратов Я.И., Свиридов В.Г., Свиридов Е.В.

АСНИ МЭИ: единая территориально-распределенная система автоматизации лабораторий технического университета 293

Крамм М.Н., Стрелков Н.О.

Использование РХI-платформы «National Instruments» при проведении лабораторных работ по курсу «Медицинские приборы»..... 295

Краснощечкова Т.Е., Листратов Я.И., Свиридов В.Г., Свиридов Е.В.

Учебный центр новых информационно-измерительных систем и технологий (ЦНИИСТ) 297

Липай Б.Р., Бериллов А.В., Станкевич И.В., Грузков Д.С.

Опыт применения принципов создания автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа в реализации стендов Pilab..... 299

Листратов Я.И., Свиридов В.Г., Свиридов Е.В.

Многофункциональная тиражируемая система автоматизации лабораторного физического эксперимента 303

Маслов А.Н., Меркурьев И.В. Разработка лабораторного стенда для изучения динамики и процессов управления движением робота-манипулятора с упругим звеном	305
Мезин С.В. Использование современных информационных технологий для построения интегрированного лабораторного комплекса АСУ ТП	307
Михайлова П.Г., Шергольд И.Б., Савицкая Т.В., Егоров А.Ф. Моделирующее программное обеспечение в лабораторных практикумах для подготовки химиков-технологов	311
Петуров В.И., Пичуев А.В. Принципы построения виртуального лабораторного практикума по электрификации подземных горных работ	313
Печерская Е.А., Печерская Р.М., Соловьев В.А., Афанасьев А.С. Применение информационных технологий в лабораторном практикуме по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»	315
Поройков А.Ю., Скорнякова Н.М., Михалева Е.М. Программное обеспечение для лабораторных занятий по курсу «Компьютерная обработка изображений»	319
Соколов Б.А., Гусинский А.И. Оптимизация внешнего теплообмена в печи с излучающим факелом с применением теории планирования эксперимента.....	323
Тихонова М.В. «ХИМКИНОПТИМА» — программный комплекс математического моделирования и оптимизации сложных химических реакций на основе параллельных вычислений.....	327
Уханова М.А. Учебный курс основ программирования для химиков-технологов	331
Филатов В.А. Применение оборудования и программного обеспечения National Instruments в учебном процессе и научных исследованиях в области радиотехники.....	333
Штыков В.В. Универсальный измерительный комплекс учебной лаборатории	335
Яворский В.В., Сергеева А.О. Использование системы WINCC для обучения проектированию технологических процессов.....	338

Секция 4

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Алексейчук А.С. Системы дистанционного обучения на базе веб-конференций	343
Аникеев А.В., Старичкова Ю.В. Опыт внедрения средств видеоконференцсвязи при дистанционном обучении в ИТЭП НИУ МЭИ	345
Бадашнина Э.Б., Бамбуркина И.А. Проведение индивидуальных занятий по физике с применением дистанционных образовательных технологий.....	347
Баранов И.В., Краюшкин В.В. CMS Joomla в учебном процессе	349
Бархатова И.А., Булякова И.А. Организация дополнительных образовательных услуг в области информационных технологий	351
Болдырев Е.В. Использование методологии и программных систем управления проектами в образовательном процессе.....	353

Главацкий С.Т., Адрианов Н.М., Бурькин И.Г., Иванов А.Б., Одинцов А.А. Использование дистанционных технологий в учебном процессе на факультете дополнительного образования МГУ	355
Губина Н.А., Монахов Б.Е., Тельной В.И. Особенности и перспективы развития дистанционного обучения в МГСУ	357
Демидионова Л.Н. Дистанционные технологии и гуманитарные дисциплины в техническом вузе: реально ли это?	361
Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А. Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов.....	363
Зимица О.В., Кириллов А.И. Использование мобильного доступа к информационным ресурсам в инженерном образовании.....	367
Калдарова М.Ж., Телгожаева Ф.С., Алимбаева Б.К. Использование сети ISDN в системе дистанционного образования	371
Коржов А.В. Дистанционные технологии и он-лайн обучение студентов-энергетиков с использованием образовательного интернет-сайта преподавателя	375
Костин А.С. Анализ структуры и требований стандартов коллаборативного обучения.....	377
Краюшкин В.В., Краюшкин К.В. Мобильные устройства в учебном процессе	381
Лавенделс Ю., Шитиков В., Булиньи З. Средства обеспечения интерактивного удаленного занятия	383
Медведев М.С. Формирование знаний для электронного образовательного ресурса по речевым технологиям	387
Минзов А.С. Проблемы формирования профессиональных компетенций в сфере информационной безопасности с использованием дистанционных технологий	389
Савицкая Т.В., Егоров А.Ф., Виноградов А.П. Использование современных информационных технологий для подготовки специалистов по проблемам химической безопасности	393
Сайфуллина Л.В., Еникеев М.Р. Разработка программного обеспечения для реализации учебно-методических материалов.....	395
Смирнов М.Ю., Москвин В.Г. Опыт создания международной междууниверситетской лабораторной сети в рамках проекта «СИНЕРГИЯ».....	397
Фешин Б.Н., Брейдо И.В., Паршина Г.И., Марквардт Р.В., Шпакова Л.Г. Дистанционные технологии обучения по направлению «Автоматизация и управление» в рамках проекта «СИНЕРГИЯ».....	399
Хомченко В.Г., Клевакин В.В., Лазаренко И.В. Математическая модель кинематики робота RV-2AJ фирмы MITSUBISHI ELECTRIC	403
Шаталов Р.Б. Автоматизированное формирование типовой системы предпочтений для использования в методах принятия решений и смартфонах.....	405
Яворский В.В., Сергеева А.О. Принципы реализации смешанной формы обучения в техническом вузе	409

Секция 5

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИНАХ

Андреанов Д.П.

Информационные технологии на заключительном этапе обучения студентов (при подготовке бакалавров и специалистов) по направлению «Проектирование и технология электронных средств» 413

Артюшина Л.А., Мусина М.Е., Троицкая Е.А.

Создание безбарьерной информационно-технологической среды обучения дисциплинам естественно-математического цикла для слабослышащих студентов инженерных специальностей 415

Бадашнина Э.Б., Бирюкова О.В.

Перспективы использования компьютерных презентаций для проведения лекционных занятий в курсе общей физики 417

Белоусова Л.И., Горонескуль М.Н.

Компьютерное моделирование в системе подготовки специалистов в сфере гражданской безопасности 419

Бехлер Д.П.

Применение критериев оценки легкости чтения в системе автоматизации экспертизы ЭУМК 421

Богомолова Е.П.

Сетевые образовательные математические ресурсы 423

Борисов Д.Б., Капустина О.М.

Параметрический анализ в задачах статики с помощью системы Mathematica 425

Борисов А.Ю., Кондратьева Т.М.

Использование технических средств в преподавании графических дисциплин 427

Булатов Б.Г., Гольдштейн М.Е.

Информационно-образовательная среда кафедры «Электрические станции, сети и системы» ЮУрГУ 429

Варакин А.А., Долгов Г.Ф.

Использование информационных технологий в курсе «Прикладная механика» при подготовке бакалавров направления «Конструирование и технология электронных средств» 431

Глаголев В.Б., Деньщикова Е.В.

Электронные образовательные ресурсы для дисциплины «Информационные технологии» в подготовке бакалавров 435

Головина Е.Ю.

Электронные образовательные ресурсы для подготовки бакалавров в области информационных технологий 437

Горшков П.В., Кирсанов М.Н., Осадченко Н.В.

Мультимедийный курс «Теоретическая механика. Статика» 441

Евтихиева О.А., Ермаков Б.В., Лубенченко О.И., Тарасов А.Е., Подмазов Д.А.

Электронная база знаний по общему курсу физики: 10 лет работы 443

Ермишина Н.Д.

Современное студенчество и экранная культура 445

Кайгородцева Н.В., Лузгина В.Б.

Видеолекции по дисциплине «Начертательная геометрия» для мобильного обучения 447

Камышова В.К., Волчкова И.Л.

Эффективность информационных технологий в лекционной форме обучения 449

Камышова В.К., Скворцова Т.М., Удрис Е.Я.

Использование электронно-образовательных ресурсов в преподавании курса химии в НИУ МЭИ: опыт и развитие 451

Киселев В.И., Кузнецов Э.В.

Компьютерные модели в дисциплине «Электротехника и электроника». Программы для моделирования электрических машин 455

Корецкая И.В. Использование информационных технологий для обучения методам решения задач в курсе общей физики	457
Кохов В.А. Программные средства учебного назначения «СТРИН-4.0» и «ПОЛИГОН-СТРИН-4.0»	459
Кохов В.В. Программные средства учебного назначения для исследования ациклических структур	463
Крамарь В.А., Рябовая В.О. Применение программы математического моделирования поведения сложных динамических систем Jigreip в инженерном образовании	465
Кривяков Е.А. Использование информационных технологий в преподавании дисциплин гуманитарного цикла в техническом вузе: проблемы и противоречия	467
Кузнецов Э.В., Киселев В.И. Компьютерные модели в дисциплине «Электротехника и электроника». Программа для моделирования электрических цепей	469
Лапина Л.Г. О роли анимаций при изучении некоторых разделов курса общей физики	471
Мошкова Т.В., Тюрина В.А. Использование электронных комплексов при изучении геометро-графических дисциплин	473
Нарышкин Д.Г. Электронные образовательные ресурсы по технологии Mathcad Application/Calculation	475
Первушина И.И., Кайгородцева Н.В. Средства и возможности электронного представления графической информации в инженерном образовании	479
Плис А.И., Плис И.А., Сливина Н.А. Компьютер в математическом образовании инженеров. ЭОР «Математическая статистика в инженерном менеджменте»	481
Полежаев Ю.О., Борисова А.Ю., Кондратьева Т.М. Тема «Плоские кривые и линейные пучки циркульно-эллиптических соответствий» в условиях компьютеризации учебного процесса	483
Рашевская М.А. ЭОР для изучения дисциплины «Электроснабжение промышленных предприятий и электрооборудование»	487
Рубцов В.П., Елизаров К.А., Елизаров В.А. Использование методов структурного моделирования при подготовке специалистов в области электротермических установок	489
Савицкая Т.В., Запасная Л.А., Егоров А.Ф. Информационно-образовательные ресурсы для подготовки специалистов по проблемам безопасности опасных производственных объектов	493
Сдвижков О.А. Библиотека макросов Excel для дискретной математики и экономических данных	495
Седов А.Н. Информационное и программное обеспечение учебной дисциплины	497
Сергушичева А.П. Интеллектуальный агент обучаемого для системы дистанционного обучения	499
Смирнова М.И. Электронные образовательные ресурсы — модернизационная составляющая преподавания исторических дисциплин в системе инженерного образования	503
Сологуб Г.Б. Программный комплекс для тестирования знаний по математическим дисциплинам	505

Сорокин С.И. Инструментальная интеллектуальная программная система генерации мультимедиа тестов на основе формальных грамматик.....	509
Спирина Т.В. Автоматизированные образовательные комплексы как средство развития критического мышления студентов.....	511
Усанова Е.В. Психолого-педагогические аспекты использования медиатехнологий и САД-систем в ЭОР базовой графической подготовки.....	513
Фролов А.Б., Гашков С.Б., Винников А.М. Электронный образовательный ресурс «Алгебраический процессор»	517
Чайкина И.П., Кувалдин А.Б. Тренажер формирования базовых знаний как программа подготовки специалиста	521
Чайкина И.П., Антонова Н.В. Электронное средство формирования базовых знаний для подготовки специалистов энергетиков	525
Щеглов Г.А. Формирование PLM-компетенций в процессе курсового и дипломного проектирования	527
Щербин В.М. Компьютерный учебник для поддержки самостоятельной работы студентов	529
Язан С.В. Доступность и применение OCR-систем в образовании.....	533
Авторский указатель	535

Научное издание

ТРУДЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»
ИНФОРИНО-2012

10—11 апреля 2012 г.
Москва

Корректоры Г.Ф. Раджабова, В.В. Сомова

Подписано к печати 13.03.12
Печ. л. 69,0

Формат 60×84/8
Тираж 250 экз.

Печать офсетная
Заказ

ЗАО «Издательский дом МЭИ», 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14
Тел/факс: (495) 361-1681, адрес в Интернете: <http://www.mpei-publishers.ru>,
электронная почта: info@idmei.ru