

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

УДК 378.1: 004.9

**О. В. БАТЕНЬКИНА  
С. П. ШАМЕЦ**

Омский государственный  
технический университет

## О ВНЕДРЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

В последнюю неделю октября 2009 года на базе ОмГТУ были проведены традиционные студенческие олимпиады «Инженерный анализ» и «Геометрическое моделирование». В этом году олимпиады приобрели международный статус. В списке участников помимо 17 команд из России представлены три команды из вузов Казахстана и одна команда из Украины. И это не случайно. Интерес к олимпиадам растет с каждым годом не только в России, но и в странах ближнего зарубежья. Данные олимпиады стали своеобразным брендом ОмГТУ и имеют ряд отличительных особенностей:

1. Олимпиады проводятся в течение одной недели, т.е. можно за один приезд поучаствовать в нескольких олимпиадах.

2. В качестве инструмента применяются современные информационные технологии, широко используемые в образовательных учреждениях — системы автоматизированного проектирования (Solid Works, T-FLEX CAD, Компас-3D, AutoCAD) и инженерного анализа (APM WinMachine).

3. Олимпиадные задания отличаются повышенной сложностью и представляют собой реальные производственные конструкции, требующие фундаментальных знаний и практических навыков для их решения. При этом охватывается практически весь круг задач, решаемых инженером при проектировании изделия.

4. В олимпиады включены групповые номинации, в которых участвует вся команда. Это позволяет оценить, прежде всего, коллективную работу участников над проектом с учетом ограниченного времени, предоставленного для решения поставленной задачи.

5. В период проведения олимпиад проводится ставший уже традиционным научно-методический семинар по обмену опытом преподавания технических дисциплин с использованием информационных технологий.

За годы проведения интерес к семинару со стороны руководителей команд — преподавателей вузов только возрастает. Можно сказать, что участники семинара — это энтузиасты, идущие в ногу со време-



Рис. 1. Участники научно-методического семинара по обмену опытом преподавания технических дисциплин с использованием информационных технологий

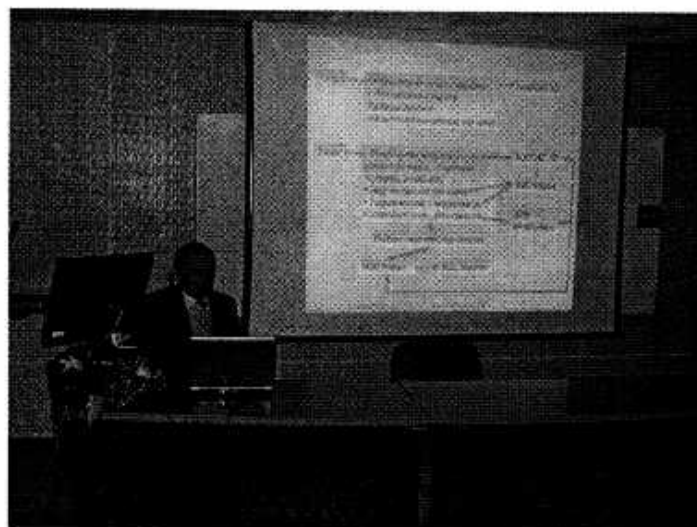


Рис. 2. Выступление В. И. Шатрукова — руководителя команды Челябинской агроинженерной академии

нем, внедряющие в своей работе самые современные образовательные методики, технологии, инструменты.

В 2009 году участие в семинаре приняли преподаватели Омского и Комсомольского-на-Амуре технических университетов, Алтайского, Мичуринского и Омского аграрных университетов, Сибирской автомобильно-дорожной академии, Уральского горного университета, Томского политехнического университета, Тюменского нефтегазового университета, Сибирского аэрокосмического университета им. М. Ф. Решетнева, Сибирского университета путей сообщения, Челябинской агроинженерной академии, а также Карагандинского индустриального университета, Восточно-Казахстанского технического университета, Семипалатинского университета им. Шакарима и автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета.

Таким образом, научно-методический семинар 2009 года с участием преподавателей из Казахстана и Украины стал местом обсуждения использования современных информационных технологий в системах высшего профессионального образования разных стран.

Руководители команд-участников и преподаватели омских вузов обсудили широкий спектр вопросов в области научно-методического обеспечения

образовательного процесса, организации процесса обучения студентов с использованием различных современных программных продуктов, дистанционных образовательных технологий и ряд других.

Участники семинара делились своим опытом использования CAD/CAM/CAE-систем в преподавании технических дисциплин, подготовке курсовых и дипломных проектов, демонстрировали примеры работ, выполненных студентами в рамках учебной программы с использованием различных программных комплексов.

Очевидно, что обмен передовым опытом использования современных информационных технологий в образовательном процессе технических специальностей и направлений подготовки дает возможность обеспечивать обучение будущих специалистов путем качественного изменения содержания и способов подачи учебного материала, применить уже опробованные в других вузах или усовершенствовать используемые методики преподавания. Все это в результате положительно скажется на формировании и развитии профессиональных компетенций обучающихся.

Подводя итоги научно-методического семинара, участниками было поддержано предложение о публикации представленных докладов в их единой подборке — в специальной рубрике, посвященной вопросам использования современных информационных

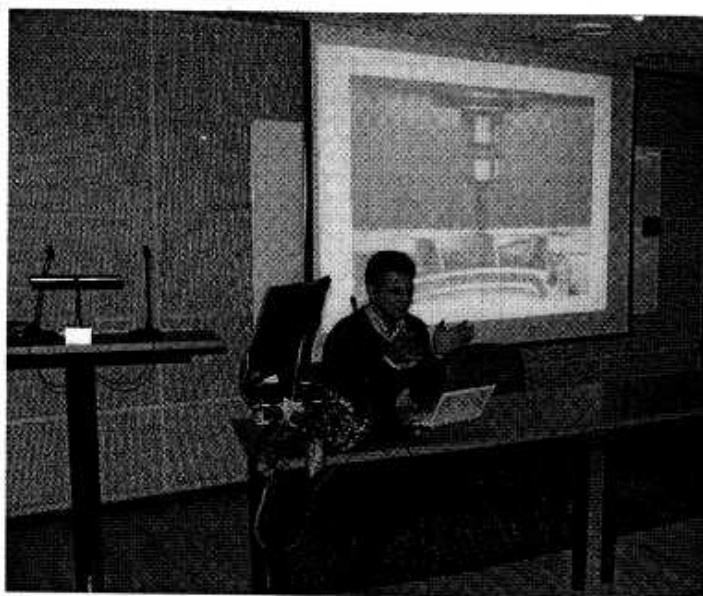


Рис. 3. Выступление Д. В. Сорокина –  
руководителя команды Сибирского аэрокосмического университета им. М. Ф. Решетнева

технологий в образовательном процессе, которая и предлагается вашему вниманию в данном номере журнала «Омский научный вестник».

В публикациях приводится методика использования информационных технологий в технопарке «Алтай» (Г. Н. Мошнинова, Восточно-Казахстанский университет, Республика Казахстан), показаны широкие возможности различных модулей APM Win-Machine для расчета сложного горнодобывающего (Н. В. Савинова, Уральский горный университет), железнодорожного оборудования и техники (В. А. Гло-тов, В. Ю. Игнатьев, Сибирский университет путей сообщения).

Об опыте подготовки специалистов – приборостроителей на базе программного комплекса T-FLEX в Томском политехническом университете, который является национальным исследовательским университетом ресурсоэффективных технологий, идет речь в статье Т. Г. Костюченко.

Статья А. В. Мальцевой (ОмГУПС) посвящена использованию специализированного программного

обеспечения в научно-исследовательской работе студентов.

Надеемся, что изложенный в статьях рубрики опыт использования информационных технологий в обучении студентов техническим дисциплинам будет интересен и полезен не только участникам семинара, но и широкому кругу преподавателей вузов.

**БАТЕНЬКИНА Оксана Васильевна**, кандидат технических наук, заместитель начальника Центра информационных технологий.

Адрес для переписки: e-mail: oksi-bat@mail.ru

**ШАМЕЦ Сергей Парфирьевич**, кандидат технических наук, доцент, начальник Центра информационных технологий.

Адрес для переписки: e-mail: sha@omgtu.ru

Статья поступила в редакцию 18.12.2009 г.

© О. В. Батенькина, С. П. Шамец

## Книжная полка

**Фаронов, В. В. Turbo Pascal 7.0. Практика программирования [Текст]: учеб. пособие / В. В. Фаронов. — М.: КНОРУС, 2009. — 415 с.: рис., табл. — Библиогр.: с. 413–415. — ISBN 978-5-390-00555-2.**

В книге описывается набор программных модулей, существенно расширяющий стандартные возможности системы программирования TurboPascal 7.0 корпорации Borland. Приводятся практические рекомендации по программированию основных устройств персонального компьютера и даются полные тексты соответствующих программных модулей. Рассматриваются вопросы программирования в защищенном режиме и адаптации программ MS-DOS к работе под управлением Windows.

Восточно-Казахстанский  
государственный технический университет  
им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Использование различных компьютерных систем обучения позволяет максимально реализовать творческие возможности, активировать познавательную, самостоятельную и стимулировать научно-исследовательскую деятельность студента. В учебном процессе активно используются программные продукты AutoCAD, Компас, электронные учебные пособия, видеозаписи, видеофрагменты. Каждая из этих технологий по-своему решает проблему присвоения знаний и опыта обучающимися, но общим является то, что они развивают личностные качества растущего человека. Самоценно и то, что обозначенные технологии располагают образовательными возможностями развития общеинтеллектуальных умений и навыков.

**Ключевые слова:** современные информационные технологии, электронные учебные пособия, графические программы AutoCAD и Компас, самостоятельная работа, межпредметные связи.

### Введение

Казахстан постепенно интегрируется в международное образовательное пространство, и это определяет ключевые направления реформирования системы высшего образования, которая должна стать важным звеном инновационной экономики.

Очевидно, что эффективная интеграция информационных технологий (ИТ) в образование является ключом к решению проблем, связанных с переходом к новой экономике, ключом, который требует соблюдения четкого баланса между лучшими методами традиционного обучения и новым пониманием самого процесса обучения. Такая интеграция зависит от использования ИТ для продвижения и углубления коммуникаций, а также для обеспечения нового уровня образования.

### Мультимедийные средства обучения для активизации самостоятельной работы студентов

Происходящие в Республике Казахстан изменения во всех сферах жизнедеятельности общества придают процессу модернизации высшей школы значимость и своевременность. Образовательный процесс организуется таким образом, чтобы в ходе его осуществления создавались условия для активного и направленного саморазвития личности.

Новые образовательные технологии предусматривают возможность выбора направлений получаемого образования. Формы и различные методы преподавания в значительной степени помогают этот выбор осуществить и обеспечивают привлекательность предмета. Хорошо организованный учебный процесс дает обучающемуся возможность проявить творчество, проверить себя в разных формах интеллектуального труда [1].

Привлекательность того или иного предмета во многом зависит от интереса к самостоятельной работе и этим обеспечивает его конкурентность. Применение компьютерных средств обучения состоит в том, что они способствуют созданию новых форм обучения и образования. В зависимости от решаемых педагогических задач для активизации самостоятельной работы студентов можно использовать компьютерные учебники, компьютерные обучающие системы, компьютерные системы контроля знаний, компьютерные рабочие тетради (задачники), компьютерные тренажеры, мультимедийное учебное занятие и т.д. Важной является разработка интеллектуальных средств обучения, которые обеспечивают выполнение студентами не рутинных, а творческих задач.

Так возникла идея создания электронных учебных видеозаписей. Автором статьи было разработано электронное учебное пособие, которое выполнено с помощью видео и мультимедийных средств обучения и предназначено для использования в лекционном курсе по дисциплине «Инженерная графика» для выполнения СРС (СРС — самостоятельная работа студентов), предусмотренных учебным планом, и для СРСП (СРСП — самостоятельная работа студента с преподавателем). (У нас в университете внедрена кредитная система обучения, которая предусматривает по дисциплинам определенное количество кредитов: один кредит включает в себя 15 часов аудиторных занятий, 15 часов СРСП и 15 часов СРС.)

**Наименование объекта:** программа для ЭВМ — электронное учебное пособие (ЭУП) «Курс видеозаписей по дисциплине «начертательная геометрия»».

**Цель:** изучение дисциплины «начертательная геометрия»; помочь студенту глубже усвоить теоретические положения начертательной геометрии, приобрести практические навыки решения задач; повышение качества обучения; развитие познава-



тельных и творческих способностей студентов; стимулирование самостоятельной работы студентов.

**Назначение:** использование в учебном процессе студентами дистанционной и кредитной форм обучения всех технических и экономических специальностей.

**Минимальные требования к аппаратному и программному обеспечению:** IBM PC совместимый персональный компьютер, частота CPU (процессор) — 400 и выше, RAM (оперативная память) — 128 Mb и выше. Операционная система: MS Windows 9x/NT/XP. MS Internet Explorer 6.0 и выше, Macromedia Flash Player 7, MSJava.

**Языки программирования:** HTML, Java Script, Object Pascal.

**Функциональные возможности (структура и краткое описание):** ЭУП разработано в рамках дисциплины «начертательная геометрия» и представляет собой единую информационную среду, в которой пользователь (обучаемый) осваивает все аспекты предмета взаимосвязанно как на учебных занятиях, так и дистанционно.

Электронное учебное пособие соответствует следующим требованиям:

- возможность размещения и просмотра электронного учебного пособия через Интернет;
- простота использования;
- удобная система навигации, позволяющая быстро перемещаться по материалу пособия;
- эргономичный дизайн.

Процесс обучения в электронном учебном пособии организуется при помощи основных инструмен-

тов — клавиш навигации (рис. 1): 1 — Титул; 2 — Начать обучение; 3 — Об авторах; 4 — Выход.

Назначение клавиш навигации (согласно нумерации на рис. 1):

1. **Титул** — несёт информацию об ЭУП и имеет клавиши навигации.

2. **Начать обучение** — позволяет раскрыть содержание данного ЭУП.

3. **Об авторах** — информация об авторах электронного учебного пособия

4. **Выход** — позволяет закончить работу с данным ЭУП.

**Итоговый тест** — позволяет проверить и оценить знания, полученные пользователем после изучения теоретического материала и выполнения заданий.

**Варианты заданий** — в электронном учебном пособии приведены варианты индивидуальных заданий для самостоятельного выполнения.

**Содержание** (рис. 2) — позволяет пользователю перемещаться в любой интересующий его раздел электронного учебного пособия. Для быстрого перехода необходимо кликнуть мышью на нужный пункт меню. Содержание обеспечивает доступ к разделам и подразделам; к системе самопроверки знаний, который включает в себя вопросы для самопроверки и тренинг; к списку рекомендованной литературы.

Предлагаемое ЭУП предназначено для подготовки студентов всех специальностей к практическим занятиям, к выполнению графических работ, предусмотренных учебным планом. В каждом из подразделов теоретического материала подробно и наглядно рассмотрена методика решения задач на рассмат-



Рис. 1. Общий вид титульного листа ЭУП

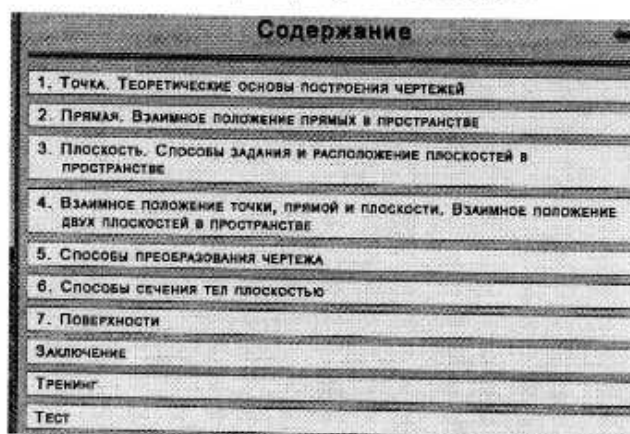


Рис. 2. Общий вид страницы «Содержание»

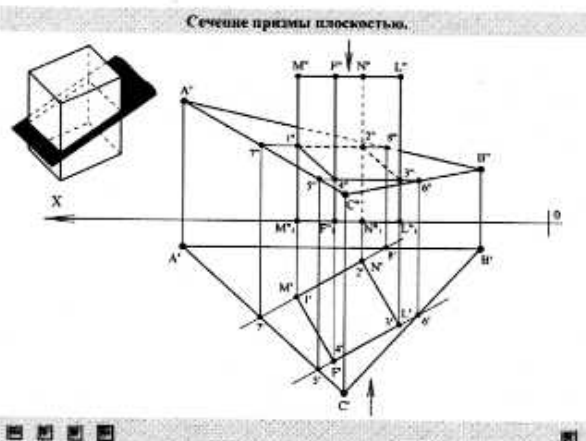


Рис. 3. Общий вид страницы электронного учебного пособия

## Вопросы

1. В чем заключается идея метода проецирования?
2. В чем сущность центрального проецирования?
3. В чем сущность параллельного проецирования?
4. Каковы основные свойства ортогонального (прямоугольного) проецирования?
5. Как называются и обозначаются основные плоскости проекций?
6. Какие координаты точки можно определить по ее горизонтальной (фронтальной, профильной) проекции?
7. Что такое линия связи?
8. Как можно построить недостающую проекцию точки?
9. Какими координатами определяется расстояние до плоскостей проекций  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ ?
10. Как можно построить плоский чертеж (эпюр) точки по ее координатам?
11. Как располагаются линии связи по отношению к координатным осям?
12. Как называются и обозначаются проекции точек на основных плоскостях проекций?
13. Что характерно для точки, лежащей в плоскости проекций?
14. Что характерно для точки, лежащей на оси проекций?
15. Какие четверти пространства существуют?
16. Знаки координат первых четырех четвертей пространства?
17. Какие аксиометрические проекции существуют?

Рис. 4. Общий вид страницы вопросов для самопроверки

## Содержание работы:

- 1 по заданным координатам построить три проекции отрезка прямой MN;
- 2 определить натуральную величину отрезка прямой MN и угол наклона этого отрезка к заданной плоскости проекций;
- 3 построить проекции прямой AB, пересекающую данную прямую MN и ось;
- 4 через точку A провести прямую, скрещивающуюся с отрезком MN и параллельную плоскости проекций. Указать конкурирующие точки и определить их видимость;
- 5 через точку A провести прямую l параллельную отрезку прямой MN.

Рис. 5. Общий вид страницы вариантов индивидуальных заданий

риваемую тему, что помогает пользователям самостоятельно освоить материал и приступить к выполнению индивидуальных заданий.

Структура и дружественный интерфейс данного ЭУП направлены на самостоятельную работу студентов без помощи преподавателя.

ЭУП строится по модульному принципу и содержит три компонента:

— информационный — для предъявления учебной информации,

— практический — для отработки заданий, с помощью которых закрепляются полученные знания, умения и навыки,

— диагностирующий — для контроля знаний.

На первом этапе обучаемому предлагается информация, отражающая новые знания, и создаются усло-

вия для наиболее эффективного ее восприятия. Затем на конкретных примерах разбирается изучаемый материал.

В ЭУП использованы два основных способа предъявления учебного материала:

1) вывод полностью сформированных кадров (страниц);

2) анимация.

Суть первого способа отражает его название: кадр или страница, выводимые на экран, содержат полностью сформированную соответствующую им визуальную часть учебного материала.

Главная дидактическая функция анимации обусловлена тем, что реализуемая в ней последовательность представления визуальных компонентов определяет порядок восприятия учебного материала.

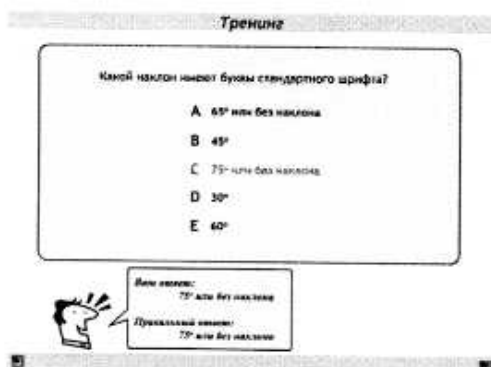


Рис. 6. Общий вид страницы одного из вопросов тренинга

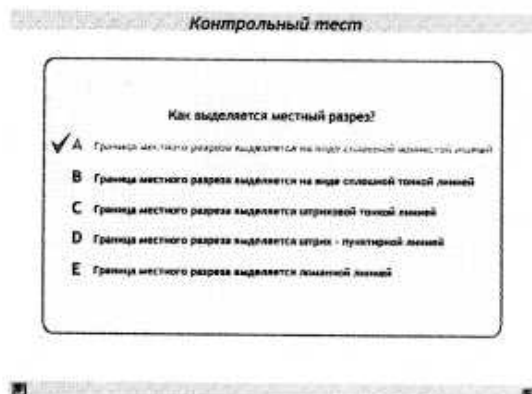


Рис. 7. Общий вид страницы одного из вопросов теста



Рис. 8. Занятия в технопарке «Алтай»

Содержанием звукового сопровождения является дикторское чтение текста, представленного в кадре. Постепенное отображение и изменение визуальных компонентов синхронизируется с воспроизведением звука: объекты на экране появляются, выделяются или исчезают по мере их упоминания в озвученном тексте. В разработанном электронном учебном видеозанятии при помощи средств мультимедиа показаны примеры решения задач, для того чтобы студент самостоятельно мог выполнять индивидуальные задания (рис. 3).

Наличие вопросов поможет обучающимся освоить новый материал (рис. 4).

В целях закрепления знаний предусмотрены для самостоятельного выполнения учебно-тренировочные задания, в которых эти знания фигурируют (рис. 5).

В ЭУП предусмотрена система проверки приобретенных знаний и оценивании их усвоения с точки зрения соответствия установленным требованиям (рис. 6, 7) Используется тестирование, как одна из наиболее технологичных форм проведения автоматизированного контроля с управляемыми параметрами качества.

Самостоятельная работа является одним из главных резервов повышения качества обучения и подготовки будущих специалистов. При достаточно высоком уровне самостоятельной работы студент сам может выполнить индивидуальную часть работы и продемонстрировать ее партнеру, преподавателю.

ЭУП может быть использовано преподавателем для проведения лекций с применением проекционного оборудования, студентами на практических занятиях и самостоятельной работе, при дистанционном обучении в среде Интернет.

Акцент на самостоятельную работу требует и несколько другую подачу материала на лекциях, и соответствующее методическое обеспечение. Они должны содержать основной материал, широко иллюстрированный примерами и содержащий ряд задач для самостоятельной работы. Наличие именно таких методических разработок позволяет студентам овладевать материалом последовательно и более глубоко.

ЭУП по темам курса было внедрено в учебный процесс в 2006/07 учебном году. В 2007/08 учебном году курс видеозанятий по дисциплине «Начертательная геометрия» был внедрён полностью (рис. 8).

Повышению творческой деятельности студентов способствуют технологии, которые позволяют создавать интерактивные визуальные представления в форматах, рассчитанных на применение в различных программных средствах (рис. 9).

Сформировать полноценную творческую личность, удовлетворить ее потребности в получении фундаментальных знаний, научить постоянно учиться и быть способным адаптироваться к изменениям — задача современного образования. Применение различных интерактивных методов обучения в учебном процессе помогает реализовать поставленную задачу.

В концепции образования Республики Казахстан до 2015 года основной целью образования является не простая совокупность знаний, умений и навыков, а основанная на них личная, социальная и профессиональная компетентность — умение самостоятельно получать, анализировать и эффективно использовать информацию, умение рационально жить и работать в быстро изменяющемся мире. В то же время одним из основных направлений реализации Государственной программы развития образования в Респуб-



Рис. 9. Мультимедийные учебные пособия

лике Казахстан на 2005 – 2010 годы является внедрение в вузах кредитной системы обучения, которая стимулирует активную самостоятельную работу обучающихся.

### Заключение

Применение информационных технологий в учебном процессе обеспечивает специалисту возможность быстрой и эффективной работы с высоким качеством оформления выходной документации при относительно небольших затратах материальных ресурсов. Для решения задачи общетехнологического развития студентов наиболее значимым для нас является междисциплинарный уровень. Он позволяет выйти на теоретическое обоснование и взаимосвязь всех его блоков, на межпредметные связи с содержа-

нием других учебных дисциплин. Использование информационных технологий в учебном процессе позволяет это осуществить.

### Библиографический список

1. Мутанов, Г.М. Трансформация технического вуза в инновационный университет: методология и практика: монография / Г.М. Мутанов. — Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ, 2007. — 480 с.

**МОШНИНОВА Галина Николаевна**, доцент кафедры «Теория архитектуры и инженерная графика». Адрес для переписки: e-mail: G.Moshninova@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 17.12.2009 г.

© Г. Н. Мошнинова

## Книжная полка

**Алгоритмы: построение и анализ [Текст] / Томас Кормен [и др.] ; пер. с англ. И. В. Красикова [и др.]. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2009. — 1290 с.: рис. — ISBN 978-5-8459-0857-5.**

Авторы представляют фундаментальный труд в области кибернетики. Описание алгоритмов на естественном языке дополняется псевдокодом, который позволяет любому имеющему хотя бы начальные знания и опыт программирования реализовать алгоритм на используемом им языке программирования. Строгий математический анализ и обилие теорем сопровождаются большим количеством иллюстраций, элементарными рассуждениями и простыми приближенными оценками. Широта охвата материала и степень строгости его изложения дают основания считать эту книгу одной из лучших книг, посвященных разработке и анализу алгоритмов. Для профессионала эта книга может служить настольным справочником, для преподавателя — пособием для подготовки к лекциям и источником интересных нетривиальных задач, для студентов и аспирантов — отличным учебником. Каждый может найти в ней именно тот материал, который касается интересующей его темы, и изложенный именно с тем уровнем сложности и строгости, который требуется читателю.



## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ПРОГРАММ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА В СПЕЦИАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка современных инженеров диктует необходимость качественно менять как содержание, так и способы подачи материала специальных дисциплин. Статья посвящена опыту внедрения программ инженерного анализа и 3D моделирования в курсы специальных дисциплин на кафедре горных машин и комплексов Уральского государственного горного университета для специальностей 15.04.02 «Горные машины и оборудование» и 13.06.02 «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов». Курс большинства спецдисциплин должен быть дополнен реализацией существующих методик в компьютерных расчетных программах, они должны широко применяться при выполнении практических заданий, в курсовом и дипломном проектировании, а также в научно-исследовательской деятельности студентов.

**Ключевые слова:** студент, навыки, 3D моделирование, анализ, ЭВМ.

Высокий уровень подготовки инженерных кадров прежде всего зависит от качества и глубины преподавания общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Кроме теоретических знаний в процессе обучения студенты для сокращения времени принятия решений должны освоить способы их применения на современном уровне с использованием вычислительной техники, т. е. выделение часов в учебном процессе на освоение студентами программ инженерного анализа есть требование времени. В то же время количество аудиторных занятий сведено к минимуму, поэтому приходится сталкиваться с тем, что за время, предусмотренное учебными планами, преподаватель с трудом успевает дать основные теоретические положения. Без них освоение программ инженерного анализа не только бессмысленно, но и опасно, так как легкость получения результатов различных расчетов может вызвать у студентов иллюзию ненужности базовых знаний. Как же быть в такой с виду безнадёжной ситуации?

Опыт получения студентами навыков работы с вычислительной техникой на нашей кафедре заключается в следующем. Студенты попадают на выпускающую кафедру после второго курса, когда уже изучены такие общепрофессиональные дисциплины как теоретическая механика, сопротивление материалов и инженерная графика. После четвертого семестра наши студенты проходят учебно-методическую «вычислительную» практику. Она посвящена обучению студентов решению инженерных задач на ЭВМ. Исследовав различные варианты подачи учебного материала, мы разбили практику на три части.

Первая часть практики посвящена обучению студентов программированию для решения инженерных задач на языке Visual Basic [1]. Целью этой части является выработка навыков построения алгоритмов, необходимых для решения инженерных задач.

Во второй части практики студенты для получения основ геометрического 3D моделирования учатся работать в программе трехмерного моделирования Solid Works.

В завершающей третьей части студенты знакомятся с некоторыми модулями инженерной среды APM WinMachine. Задания на этом этапе позволяют закрепить у студентов знания уже пройденных инженерных дисциплин. Так как для расчета в модулях этой программы используются численные методы, студентам дается пошаговая методика подготовки данных для расчета. Методика включает в себя основные четыре этапа формирования расчетной модели [2].

1. Создание моделей геометрической формы различными типами конечных элементов, и задание или изменение их переменных параметров (для стержней — поперечного сечения, для пластин — толщины).

2. Задание ограничений степеней свободы точкам фиксации конструкции в пространстве — модель закрепления.

3. Выбор модели материала, с помощью встроенной базы данных или путем ввода величин механических характеристик.

4. Создание модели нагружения. Расчет внешних силовых параметров действующих на конструкцию и учет влияния внутренних факторов.

Формирование у студентов четкого стереотипа, позволит им в дальнейшем использовать его при работе с любыми другими средами конечно-элементного анализа.

В табл. 1 приводится перечень заданий каждой части практики.

И Solid Works, и APM WinMachine приобретены нашим вузом в количестве 20 учебных мест, что обеспечивает индивидуальную работу каждого студента.

Продолжение освоения компьютерных программ происходит на практических занятиях по дисциплине «Детали машин и основы конструирования», которая близка к инженерной специализации выпускников кафедры ГМК — «проектирование и конструирование горных машин». К сожалению, только два практических занятия удастся выделить для знакомства с такими модулями программы APM WinMachine, как APM Drive, APM Trans. В этой части большая роль отводится самостоятельной работе студентов. У большинства из них это не вызывает особой сложности,

Типовые задания «вычислительной практики»

№	Задание
<b>1 – решение инженерных задач на языке Visual Basic</b>	
1	Составить программу расчета реакций опор и построения эпюр изгибающих моментов для конкретной схемы балки
2	Рассчитать формулы с использованием подпрограмм и с передачей данных через аргументы
3	Рассчитать значения функции при изменении аргумента от min до max с шагом
4	Расчет количества равнобедренных треугольников, выкраиваемых из прямоугольного листа определенной толщины, с минимизацией массы отходов
<b>2 – моделирование в Solid Works</b>	
5	Выполнить 3D модель детали
6	Выполнить чертеж по 3D модели
7	Создать 3D модель сборки
8	Выполнить сборочный чертеж по 3D модели
<b>3 – инженерный анализ</b>	
9	Выполнить подбор поперечного сечения балки по сортаменту проката (APM Structure3D)
10	Выполнить подбор размеров поперечного сечения балки (APM Structure3D)
	Определить значения максимальных нагрузок на ферменную конструкцию (APM Structure3D)
11	Проверить устойчивость ферменной конструкции (APM Structure3D)
12	Создать плоскую, трехмерную модель вала и выполнить ее рабочий чертеж (APM Shaft, APM Studio, APM Graph)
13	Создать трехмерную модель кронштейна, подобрать материал и проверить на прочность кронштейн, выполнить рабочий чертеж (APM Studio, APM Data, APM Structure3D, APM Graph)

Таблица 2

Задания по дисциплине «Металлоконструкции горных машин»

№	Задание (используемый модуль)
1	Выполнить расчет нахлесточного сварного соединения (APM Joint)
2	Создать монтажное болтовое соединение частей металлоконструкций (APM Joint, APM Structure3D)
3	Подобрать составное сечение центрально- и внецентренножатого стержня (APM Structure3D)
4	Подобрать составное сечение многопролетной балки

так как модули APM WinMachine полностью русифицированы, имеют подробные пособия для пользователя, а главное соответствуют общепринятым в России методикам расчетов деталей машин [3]. Для активизации самостоятельной работы студентов в расчетно-графическую работу по дисциплине «Детали машин» введен обязательный проверочный расчет заданной передачи в модуле APM Trans с выполнением рабочего чертежа одного из элементов передачи в модуле APM Graph.

Полученные навыки закрепляются при выполнении курсового проекта по деталям машин, в котором наряду с традиционными расчетами студентам предлагается выполнять проверочные расчеты, используя следующие модули: APM Drive, APM Trans, APM Shaft, APM Bear, APM Joint. Для эскизной компоновки используются APM Graph и APM Base. Такой же подход рекомендуется использовать для выполнения курсовых проектов по дисциплинам «Основы проектирования горных машин», «Конструирование горных машин», «Проектирование нефтегазового оборудования» и «Расчет и конструирование машин и оборудования нефтегазового промышленного оборудования».

В учебные планы еще двух специальных дисциплин, изучаемых студентами на пятом курсе, включены задания, выполняемые в среде инженерного анализа APM WinMachine и в программе 3D моделирования Solid Works. Задания для практических занятий по «Металлоконструкциям горных машин» с использованием APM помещены в табл. 2.

В дисциплине «Основы компьютерного проектирования» в Solid Works выполняется 3D модель механизма или металлоконструкции, с расчетом на прочность некоторых деталей [4]. Сложность задания получаемого студентами зависит от их подготовленности, то есть от их уровня как пользователей этих программ.

Пока, к сожалению, небольшая часть студентов, используют программы инженерного анализа и 3D моделирования при выполнении дипломных проектов и научно-исследовательских работ. Но работы лучших наших выпускников неоднократно побеждали на конкурсах студенческих работ. Вот темы некоторых из работ победителей:

— исследование металлоконструкции рукояти карьерного экскаватора с ковшом вместимостью  $16 \text{ м}^3$ , с целью снижения металлоемкости (рис. 1);

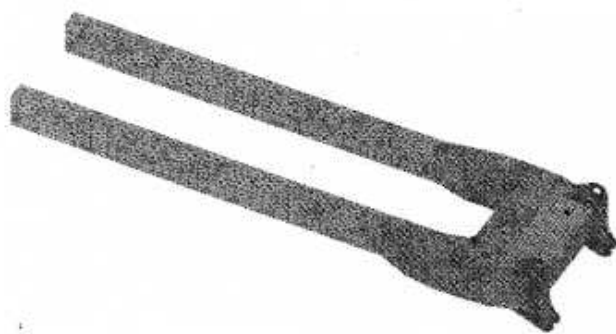


Рис. 1. Пластилиновая конечно-элементная модель рукояти экскаватора

- создание конструкции стрелы кранлайна;
- исследования и оптимизация структуры башенной буровой вышки;
- выбор основных параметров ротора буровой установки и разработка поддерживающей металлоконструкции в среде инженерного анализа APM WinMachine;
- исследование металлоконструкции двуногой стойки карьерного экскаватора (рис. 2);
- поиск рационального исполнения емкостей для рабочих жидкостей.

В заключение хотелось бы отметить такую проблему, как подготовка и развитие преподавательских кадров для перехода на новый качественный уровень подачи теоретического материала и его практического применения. Творческий рост преподавателя должен быть связан с его научной деятельностью, выполнением хозяйственных тем, участием в разработках реальных машин и т.д. Поэтому есть определенные трудности как с наличием всего перечисленного, так и с самим составом преподавателей вследствие малого притока в его ряды молодежи.

## Книжная полка

Коноплева, И. А. Информационные технологии [Электронный ресурс] / И. В. Коноплева, О. А. Хохлова, А. В. Денисов; под ред. И. А. Коноплевой. — М.: КНОРУС, 2009. — 1 эл. опт. диск (CD-ROM): цв., зв. — (Электронный учебник). — Электрон. версия печ. публикации. — ISBN 978-5-390-00286-5.

Электронный учебник охватывает широкий круг вопросов, связанных с организацией и внедрением информационных технологий на экономическом объекте. Особое внимание уделено технологическому процессу обработки информации, функционированию сетевых информационных технологий, защите информации, платформе, открытым системам и др. Материал основан на отечественном и зарубежном опыте.

В интерактивном режиме можно провести самоконтроль с помощью тренировочных тестов. Далее целесообразно воспользоваться глоссарием (словарем терминов), запомнив точные определения новых категорий, вводимых в тему. Список персоналий позволит получить краткие сведения об ученых, внесших наибольший вклад в разработку соответствующих разделов теории.

Завершить работу помогут контрольные тесты. В отличие от тренировочных, они не дают студенту информации о том, какой ответ в каком задании является верным, но выставляют итоговую оценку по заданиям в целом.



Рис. 2. Твердотельная модель надстройки экскаватора

## Библиографический список

1. Шестаков, В. С. Компьютерное решение задач расчета параметров горных машин: учеб. пособие / В.С. Шестаков. — Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2004. — 224 с.
2. Шелофаст, В. В. Основы проектирования машин / В.В. Шелофаст. — М.: Изд-во АПМ, 2000. — 240 с.
3. Шелофаст, В. В. Основы проектирования машин. Примеры решения задач / В.В. Шелофаст, Т.Б. Чугунова. — М.: Изд-во АПМ, 2004. — 240 с.
4. Прохоренко, В. П. SolidWorks. Практическое руководство / В.П. Прохоренко. — М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. — 448 с.

**САВИНОВА Наталья Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры горных машин и комплексов.

Адрес для переписки: e-mail: natali\_savinova@mail.ru

Статья поступила в редакцию 17.12.2009 г.

© Н. В. Савинова



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Исследованы проблемы компьютерных технологий в преподавании технических дисциплин на основе программ APM WinMachine и Компас.

Ключевые слова: проектирование, модель, компьютерные технологии, APM WinMachine, Компас.

Повышение качества создаваемого механического оборудования и конструкций связывается, прежде всего, с уменьшением их веса и стоимости, повышением надежности и улучшением ряда других характеристик. Все это можно обеспечить при проведении всестороннего инженерного анализа проектируемых объектов с помощью современных программных средств и принятия на его основе грамотных конструктивных решений.

Инженерный анализ предполагает, прежде всего, исследование напряженно-деформированного состояния моделей (распределение напряжений в элементах проектируемой конструкции, а также величины перемещений отдельных ее точек) проектируемых конструкций, получение их динамических характеристик и характеристик устойчивости при постоянных и переменных режимах внешнего нагружения.

Наиболее эффективным методом решения такого класса задач является метод конечных элементов (МКЭ), при котором трехмерная модель разбивается на объемные элементы различной формы, получаемые при нанесении на твердое тело сетки конечных элементов. Разбиение модели на сетку конечных элементов позволяет с высокой степенью точности отразить реальную геометрию детали или узла и обеспечивает высокую точность решений.

МКЭ реализован в таких известных и широко распространенных программных продуктах, обеспечивающих прочностной расчет моделей конструкций, как ANSYS, NASTRAN, COSMOS и некоторых других. Это весьма мощные программные средства и столь же дорогие, к тому же имеющие англоязычный интерфейс. Кроме того, редакторы моделей этих пакетов весьма сложны и требуют длительной подготовки пользователя.

Отечественный модуль конечно-элементного анализа APM Structure 3D, входящий в состав CAD/CAE/CAM/PDM системы APM WinMachine, созданной в Научно-техническом центре «Автоматизированное проектирование машин» (НТЦ АПМ), представляет собой альтернативу указанным программным продуктам. Более того, имеющиеся в системе APM WinMachine возможности позволяют проектировать механическое оборудование и его элементы [1].

Поэтому APM WinMachine нашла широкое применение на факультете «Строительные и дорожные машины» Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС) при изучении ряда технических курсов, таких как «Детали машин», «Строительная механика и металлоконструкции машин», «Строительные и дорожные машины», «Грузоподъемные машины». Система успешно используется преподавателями кафедры «Механизация путей», погрузочно-разгрузочных и строительных работ как при подаче лекционного материала (позволяет визуально продемонстрировать распределение напряжений по всей конструкции, а также в любом поперечном сечении, показать формы деформаций (рис. 1), так и при организации лабораторных и практических занятий.

Большинство зарубежных программных комплексов ориентировано на создание твердотельной модели конструкции, требующей громадного количества конечных элементов, а, соответственно, и значительного ресурса ПЭВМ. Наиболее ценным достоинством APM WinMachine является возможность применения к конструкции поверхностной (оболочка с нулевой толщиной), а также стержневой (длина значительно превышает размера поперечного сечения) моделей, что делает ее незаменимой в учебном процессе при выполнении курсового и дипломного проектирования [1].

Так, в рамках дисциплины «Строительная механика и металлоконструкции машин» студенты знакомятся с модулем APM Structure 3D. С его помощью по созданным моделям проводят инженерный анализ элементов рабочего оборудования грузоподъемных, строительных и дорожных машин (рис. 1 и 2).

В настоящее время нередко пользователи САПР основывают свою работу на двухмерных, то есть плоских технологиях. Несмотря на то, что 2D-системы позволяют вполне успешно решать стоящие перед пользователями задачи, по мере развития новых технологий, все отчетливее проявляются серьезные ограничения, присущие плоскому проектированию.

Основной недостаток 2D-систем заключается в том, что при создании плоского чертежа конструктору приходится мыслить не в терминах проектиру-





Рис. 1. Пример лекционного слайда

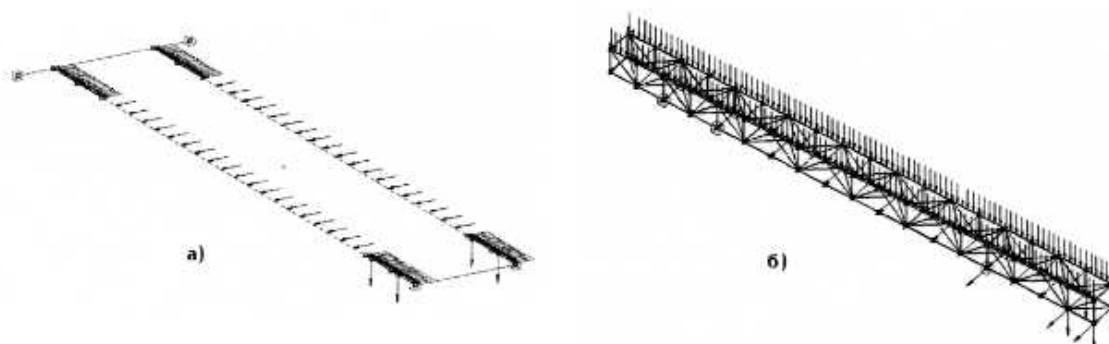


Рис. 2. Расчетные схемы несущих конструкций грузоподъемных машин: а – мостового крана; б – козлового крана

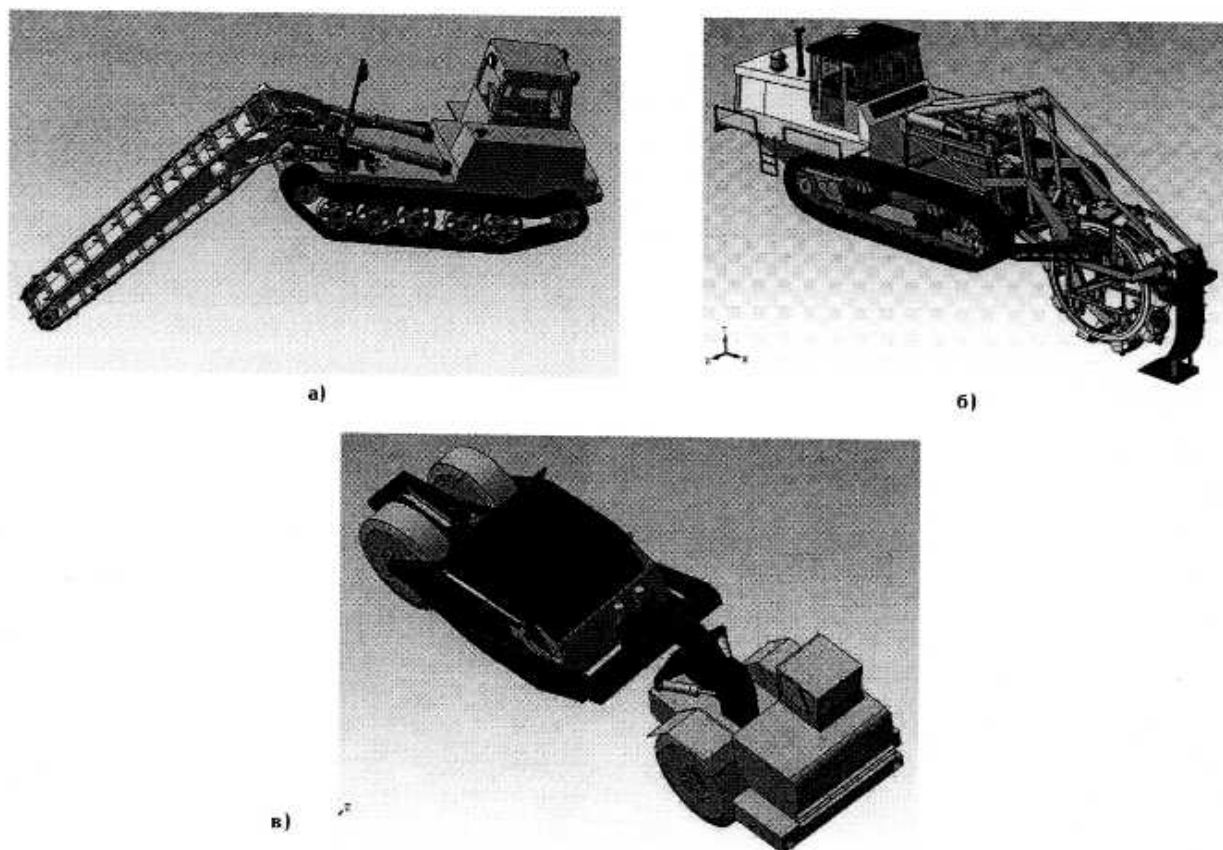


Рис. 3. Трехмерные модели: а – цепного траншеекопателя, б – роторного траншеекопателя, в – скрепера

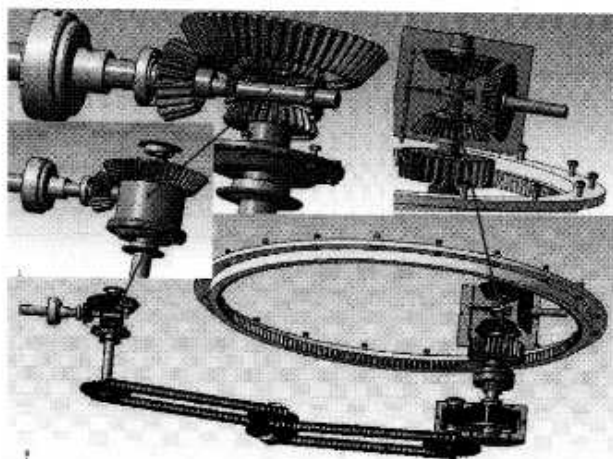


Рис. 4. Элементы привода ротора траншекопателя

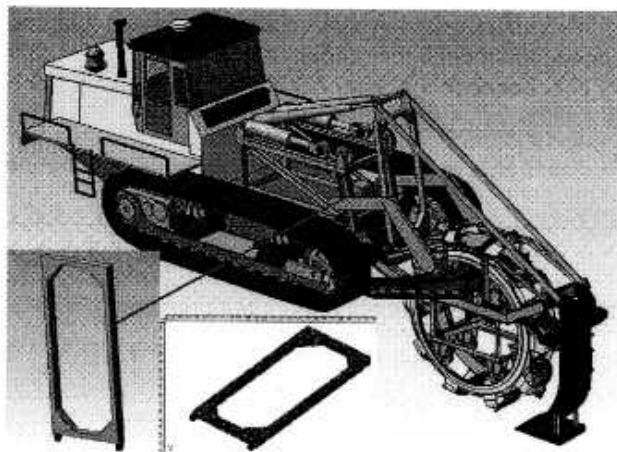


Рис. 5. К расчету опорной рамки



Рис. 6. Результаты расчета опорной рамки



Рис. 7. К расчету рамы ротора

емой детали — основание, отверстие, ребро жесткости, а в терминах традиционного набора геометрических примитивов (отрезков, окружностей, дуг и т.д.).

Ограничения 2D-систем особенно наглядно проявляются, когда поверхность детали имеет сложную форму или необходимо построить аксонометриче-

скую проекцию. Большая трудоемкость построения сложных поверхностей и аксонометрических проекций может заставить конструктора отказаться от их изображения или упростить форму детали. В первом случае это затрудняет понимание проекта (взаимного положения и взаимодействия деталей в сбороч-

ных единицах), во втором — снижает привлекательность изделия с точки зрения потребителя.

Значительным недостатком 2D-систем является невозможность передачи данных в системы инженерного анализа и подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

В СГУПС начальные навыки 3D-моделирования студенты получают на кафедре «Графика». В дальнейшем они углубляются при разработке машин в рамках курсового проектирования и находят применение при выполнении дипломных проектов.

Так, в рамках курсового проектирования по дисциплине «Строительные и дорожные машины» разработаны модели траншеекопателей, скрепера, автогрейдера, фронтального погрузчика. Модели цепного, роторного траншеекопателей и скрепера представлены на рис. 3.

Учитывая, что процесс создания трехмерных моделей сложных объектов достаточно трудоемок, проектирование ведется поэтапно: на первом этапе группой студентов из нескольких человек создается общая модель машины, включающая ходовую часть и рабочее оборудование (рис. 3), в которой степень проработки отдельных элементов и узлов не велика (на уровне внешнего подобия), на втором — другой группой студентов более подробно моделируются элементы рабочего оборудования и приводов (рис. 4).

При проектировании приводов в курсе «Детали машин и основы конструирования» студенты используют модули проектирования механического оборудования APM WinMachine (APM Drive — модуль расчета и проектирования привода произвольной структуры, APM Trans — модуль проектирования передач вращения, APM Shaft — модуль расчета, анализа и проектирования валов и осей, APM Bear — модуль расчета неидеальных подшипников качения и т.д.), что в значительной степени ускоряет процесс расчета элементов привода. Студент имеет возможность не только сравнить полученные результаты ручного расчета и машинного, но и проанализировать влияние комбинаций основных параметров передач

на их геометрию, кинематику, работоспособность и т.д. Визуализация элементов передач в виде плоских чертежей упрощает создание их трехмерных моделей.

Учитывая, что трехмерные твердотельные модели включают в себя всю геометрическую информацию, то они могут быть переданы в модуль APM Structure 3D для выполнения инженерного анализа [2]. На рис. 5 представлены трехмерная модель опорной рамки механизма подъема роторного траншеекопателя и ее расчетная схема (поверхностная), на рис. 6 — результаты расчета.

Для инженерного анализа рамы ротора может быть как использована 3D-модель, так и создана стержневая модель, требующая гораздо меньше машинного ресурса (рис. 7).

Можно сделать вывод, что система автоматизированного проектирования APM WinMachine, в сочетании с графическими комплексами (Компас-3D, SolidWorks и т.д.) позволяет обеспечить подготовку специалистов машиностроительных специальностей на современном уровне с минимальными затратами.

#### Библиографический список

1. Шелюфаст, В.В. Основы проектирования машин / В.В. Шелюфаст. — М.: Изд-во АПМ, 2000. — 472 с.
2. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure3D / А.А. Замрий. — М.: Изд-во АПМ, 2004. — 208 с.

**ГЛОТОВ Виктор Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация путевых, погрузочно-разгрузочных и строительных работ».

**ИГНАТЮГИН Валерий Юрьевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация путевых, погрузочно-разгрузочных и строительных работ». Адрес для переписки: e-mail: forto@ngs.ru

Статья поступила в редакцию 17.12.2009 г.

© В. А. Глотов, В. Ю. Игнатиюгин

## Книжная полка

**Илюшечкин, В. М.** Основы использования и проектирования баз данных [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению «Информатика и вычислительная техника» / В. М. Илюшечкин. — М.: Высшее образование, 2009. — 213 с.: рис., табл. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 212–213. — ISBN 978-5-9692-0253-5 : 206.47 p.

В учебном пособии содержатся теоретические и практические сведения о современных системах управления базами данных (СУБД), об использовании и проектировании баз данных. Рассматриваются языковые и программные средства СУБД и системы автоматизации проектирования баз данных. Приведены примеры создания инфологических и даталогических моделей, позволяющие студентам научиться проектировать базы данных.

**Хорев, П. Б.** Методы и средства защиты информации в компьютерных системах [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению 230100 (654600) «Информатика и вычислительная техника» / П. Б. Хорев. — 3-е изд., стер. — М.: Академия, 2007. — 254, [1] с.: рис. — (Высшее профессиональное образование). — Библиогр.: с. 251–252. — ISBN 978-5-7695-4157-5.

Основное внимание в учебном пособии уделено программным и программно-аппаратным методам и средствам защиты информации. Рассмотрены, в частности, модели безопасности, используемые в защищенных версиях операционной системы Windows (в том числе использование функций криптографического интерфейса приложений CryptoAPI) и операционных системах «клона» Unix.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ- ПРИБОРОСТРОИТЕЛЕЙ В ТОМСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Описывается траектория использования информационных технологий в образовательных программах, реализуемых на кафедре точного приборостроения Томского политехнического университета при подготовке специалистов-приборостроителей.

**Ключевые слова:** информационные технологии, программный комплекс T-Flex, бакалавр, магистр.

Томский политехнический университет — старейший инженерный вуз Сибири, один из ведущих технических университетов системы высшего инженерного образования России. Томский политехнический университет стал победителем в национальном конкурсе образовательных учреждений высшего профессионального образования, внедряющих инновационные образовательные программы. Инновационная образовательная программа ТПУ, реализованная в 2007 — 2008 гг., была направлена на развитие в университете опережающей подготовки элитных специалистов и команд профессионалов мирового уровня по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники [1]. Недавно Томский политехнический университет, выиграв конкурс программ развития университетов, стал **Национальным исследовательским университетом ресурсо-эффективных технологий**.

Все это задает определенный уровень подготовки специалистов. Сегодня нужно готовить не просто инженера, а профессионала высочайшего класса, гармонично развитой личности, специалиста, умеющего работать в команде, способного к комплексной исследовательской, проектной и предпринимательской деятельности, направленной на разработку и производство конкурентоспособной научно-технической продукции и быстрые позитивные изменения в экономике страны.

Одним из важнейших профессиональных компетенций такого специалиста является владение современными информационными технологиями.

На кафедре точного приборостроения реализуются четыре образовательные программы:

200101 Приборостроение (бакалавр-специалист);

200100 Системы ориентации, стабилизации и навигации (магистр);

200100 Геофизическое приборостроение;

200100 Системы автоматизированного проектирования в приборостроении.

Информационные технологии в учебном процессе по этим образовательным программам занимают значительное место и делятся на технологии общего

применения, изучаемые в курсах «Информатика», «Компьютерные технологии» и технологии, непосредственно связанные с будущей профессиональной деятельностью студентов-приборостроителей. Это технологии, связанные с проектированием и технологической подготовкой производства.

Изначально при подготовке студентов на кафедре была избрана стратегия обучения в единой CAD/CAM/CAE/PDM-системе, т.к. использование одной системы по мере изучения различных учебных дисциплин, во-первых, облегчает изучение системы, во-вторых, дает представление как о комплексности системы, так и об ее применении на всех этапах жизненного цикла изделия.

В качестве такой системы кафедрой был выбран современный программный комплекс T-Flex, как одна из лучших систем проектирования приборов российской разработки.

На рис. 1 представлена схема сквозного обучения студентов кафедры точного приборостроения в CAD/CAM/CAE/PDM-системе T-Flex.

Обучение начинается с курса «Начертательная геометрия и инженерная графика», где изучается интерфейс системы и основные команды. Дается представление об основах черчения и 3D моделирования. На втором курсе система используется в курсе «Моделирование колебательных систем», а также в научно-исследовательской работе студентов, в большей степени тех, кто обучается по различного рода индивидуальным программам (элитное образование, углубленная конструкторская подготовка).

На третьем курсе при изучении «Основ проектирования приборов» системе T-Flex отводится целый раздел — «Основы САПР», где подробно изучаются параметрические возможности системы, расчеты параметров «внутри» чертежа или 3D модели. Выполняется курсовой проект по проектированию редукторов. T-Flex используется и в научно-исследовательской работе и на третьем, и на всех последующих курсах.

На четвертом курсе выпускная квалификационная работа на степень «бакалавр техники и техно-



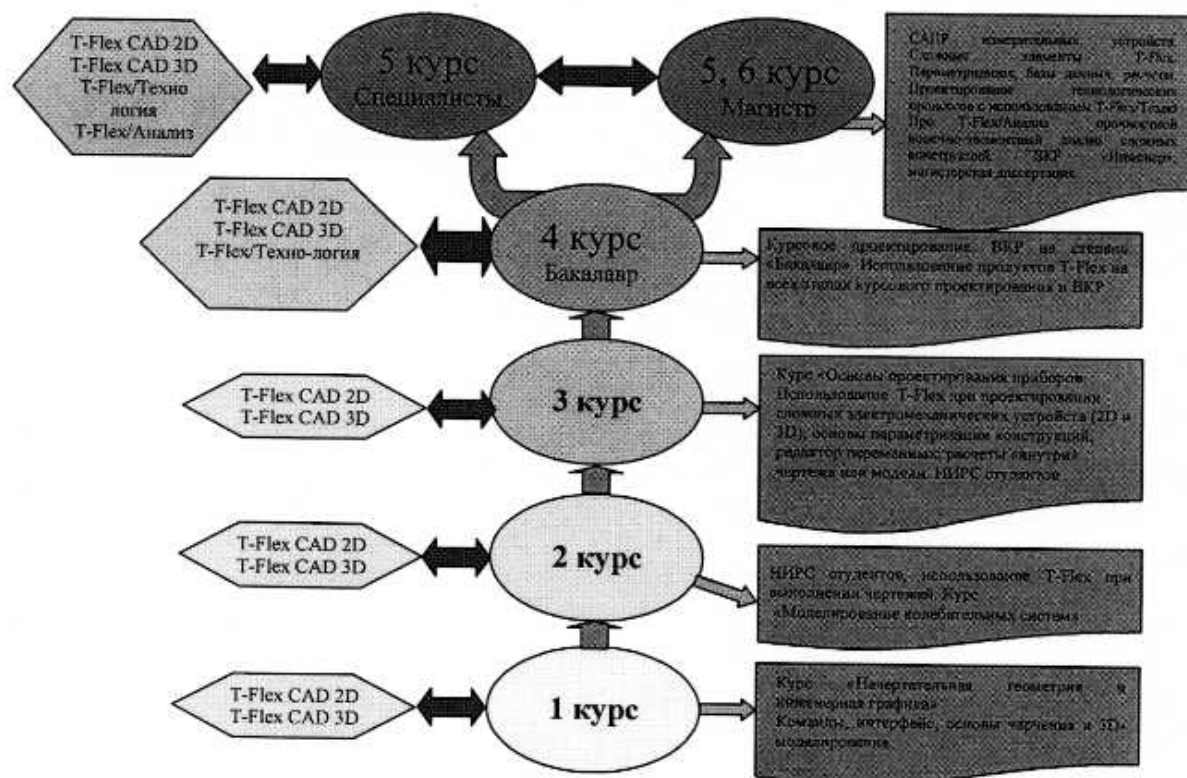


Рис. 1. Сквозное обучение студентов в T-Flex

логии» обязательно выполняется с использованием T-Flex 2D/3D и модуля T-Flex Технология (Техно Про).

При выполнении выпускной квалификационной работы инженера к вышеупомянутым модулям добавляется модуль T-Flex Анализ — прочностной анализ конструкций.

При подготовке магистров по трем образовательным программам, реализуемым на кафедре, информационные технологии играют еще более существенную роль при подготовке специалистов. В первую очередь это относится, естественно, к магистерской программе «САПР в приборостроении».

При подготовке магистров по различным учебным дисциплинам, кроме перечисленных модулей T-Flex, используются следующие программные продукты: T-Flex ЧПУ, Solid Works, WinMachine, AutoCAD, Компас + Вертикаль, ANSYS, Microsoft Visual Studio 2008. Это дает возможность студентам получить профессиональные компетенции по современным средствам и методам конструкторского и технологического проектирования и CALS-технологиям.

Владение информационными технологиями делает выпускников кафедры востребованными на рынке труда даже в непростых экономических условиях и позволяет легко адаптироваться на любом рабочем месте.

#### Библиографический список

1. Дмитриев В.С., Костюченко Т.Г. Опережающая подготовка элитных специалистов в области приборостроения в Томском политехническом университете / В.С. Дмитриев, Т.Г. Костюченко // Фундаментальные исследования. — 2008. — № 5. — С. 66 — 67.

**КОСТЮЧЕНКО Тамара Георгиевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры точного приборостроения.

Адрес для переписки: e-mail: ktg@tpu.ru

Статья поступила в редакцию 17.12.2009 г.

© Т. Г. Костюченко

## Книжная полка

**Информатика. Общий курс [Текст]: учеб. для вузов по специальности «Прикладная информатика (по обл.)» и др. экон. специальностям / А. Н. Гуда [и др.]; под ред. В. И. Колесникова. — 3-е изд. — М.: Дашков и К°, 2009. — 398, [1] с.: рис., табл. — ISBN 978-5-394-00187-1.**

В учебнике рассмотрены основные понятия информатики, аппаратное устройство компьютеров и их программное обеспечение, вопросы функционирования операционных систем и компьютерных сетей, аспекты информационной безопасности. Значительное внимание уделено приобретению практических навыков работы с пакетом офисных программ, а также изучению принципов разработки алгоритмов и программ.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAD/CAE-СИСТЕМ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Рассмотрены основные направления научной деятельности студентов с использованием ЭВМ, показан алгоритм аэродинамического расчета токоприемника с применением программ T-FLEX CAD 3D и CosmosFloWorks, а также отмечены особенности моделирования и расчета контактных подвесок в CAD/CAE-системах.

**Ключевые слова:** токосъемные устройства, моделирование, аэродинамический расчет.

К токосъемным устройствам магистральных электрифицированных железных дорог относятся контактные подвески и токоприемники электроподвижного состава. При увеличении скоростей движения как к первым, так и ко вторым предъявляются повышенные требования по обеспечению качества токосъема. Контактные подвески должны обладать равной эластичностью по длине анкерного участка, ветроустойчивостью, а также выдерживать оптимальные габариты при любых температурных и климатических режимах [1]. Токоприемники должны обеспечивать номинальное контактное нажатие благодаря соответствующим характеристикам, особое место среди которых занимает аэродинамическая составляющая силы давления полоза токоприемника на контактный провод. Поэтому основными направлениями исследований, проводимых студентами специальности «Электроснабжение железных дорог» в разрезе научно-исследовательской, курсовых и дипломных работ с использованием CAD/CAE-систем автоматизированного проектирования, являются:

- спектры обтекания контактных проводов и тросов;
- аэродинамические характеристики элементов контактной сети и ее ветроустойчивость;
- жесткость (эластичность) контактных подвесок;
- прочность арматуры контактной сети и поддерживающих устройств (опор);
- аэродинамические показатели токоприемника и его элементов, а также локомотива в целом;
- динамический анализ токоприемников магистрального подвижного состава.

Знакомство с CAD/CAE-системами автоматизированного проектирования начинается в ходе лабораторных работ по дисциплине «Информационные технологии в электроснабжении» на четвертом курсе. Изучаются системы КОМПАС-3D, T-FLEX CAD 3D, APM WinMachine. После приобретения начальных навыков работы в вышеуказанном программном обеспечении на пятом курсе студентами выполняются курсовые работы. Наиболее успешные в освоении ЭВМ студенты проводят индивидуальные исследовательские работы в рамках перечисленных выше тематик, другие выполняют электрические принципиальные схемы и планы тяговых подстанций, схемы питания и секционирования контактной сети с использованием системы КОМПАС-3D, которая признана учащимися лучшей для выполнения подобного рода чертежей. Для создания твердотельных

моделей при прочих равных условиях предпочтение отдается T-FLEX CAD 3D. В процессе разработки модели студент вынужден хорошо изучить оригинал — объект моделирования, научиться читать чертежи (исходными данными являются заводские сборочные чертежи), а также освоить численные методы, используемые в используемых расчетных модулях.

На первом этапе выясняется возможность применения той или иной CAD/CAE-системы к расчету токосъемных устройств, а также адекватность полученных результатов, которая подтверждается справочными данными либо при экспериментальных исследованиях в лабораториях кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта». Например, при расчете аэродинамических коэффициентов лобового сопротивления проводов контактной подвески в CosmosFloWorks была получена абсолютная качественная сходимость (погрешность не превысила 5 %), в то время как количественно адекватными результаты могли быть названы только после введения соответствующего коэффициента приведения.

Первыми шагами при исследовании аэродинамических характеристик твердых тел можно назвать получение спектров обтекания исследуемых объектов. Картина течений и цветовая гамма распределения давления могут объяснить многие явления. Так, при экспериментальных стендовых испытаниях токоприемника монорельсового транспорта, эксплуатируемого на Московской монорельсовой дороге, были отмечены колебания контактной пластины под воздействием набегающего воздушного потока. Численные эксперименты, проведенные сначала с использованием модуля Pdetool математического пакета MatLab, а затем — CosmosFloWorks [2], показали чередование зон высокого и низкого давления в контактной области, что объяснило вышеуказанное явление. Одним из решений проблемы стали отверстия в контактной пластине, способствующие оттоку воздуха и уменьшению эффекта аэродинамической смазки в зоне контакта.

Расчет аэродинамических сил токоприемника проводится следующим образом: создается трехмерная модель, как правило, в системе T-FLEX CAD 3D. Затем ввиду различия форматов файлов, используемых системами T-FLEX и SolidWorks, необходимо перевести исходную модель токоприемника из формата T-FLEX в формат SolidWorks. Данная операция осуществляется путем экспорта модели из среды T-FLEX в формат единого для данных программных

продуктов геометрического ядра Parasolid с расширением «xmt\_txt» или «xmt\_bin». Затем данный файл может быть открыт в среде SolidWorks с последующим сохранением в другом типе файлов, «родном» для данного пакета программ. Аэродинамический расчет модели токоприемника осуществляется в модуле CosmosFloWorks, предназначенном для газо- и гидродинамических расчетов. Сами вычисления производятся при нескольких скоростях воздушного потока — от 15 до 45 метров в секунду с шагом в 5 метров в секунду, при этом используется одна и та же расчетная сетка, описывающая форму модели. Результаты вычислений можно экспортировать в таблицы Excel для дальнейшей обработки и анализа. При решении задачи с помощью COSMOS-FloWorks можно выделить следующие этапы:

- 1) импорт и необходимая модификация модели SolidWorks;
- 2) создание проекта;
- 3) задание граничных и начальных условий;
- 4) регулирование расчетной сетки;
- 5) указание целей расчета;
- 6) управление процессом расчета;
- 7) просмотр и интерпретация результатов;
- 8) определение точности полученного решения.

Поскольку для проведения аэродинамических расчетов требуется ЭВМ высокой производительности, которой студент не всегда располагает, то немаловажным можно считать результат, что для определения аэродинамической силы лобового сопротивления токоприемника достаточно четвертого уровня сложности, в то время как в отношении аэродинамической подъемной силы необходимо проводить расчеты не менее пятого уровня сложности. Основной целью проведения аэродинамических расчетов в CosmosFloWorks является совершенствование аэродинамической формы токоприемника, что достигается путем изменения конструкции (модели) и выполнения цикла экспериментов на ЭВМ. При модернизации конструкции проводятся проверочные расчеты на прочность в T-FLEX Анализ.

Специфика моделирования и конечно-элементных расчетов контактной подвески магистральных электрифицированных железных дорог заключается в ее несоизмеримых характерных размерах. Длина пролета составляет не менее 40 м, а сечение проводов —

не более 150 мм<sup>2</sup>. Поэтому при проведении расчетов эластичности подвески следует задавать самую мелкую сетку. Разбиение такой сетки длится долго, операционная система в диспетчере задач будет сообщать, что программа не отвечает. Проверить, работает ли программа или она действительно «зависла», можно по загрузке процессора. Как правило, даже двухядерные процессоры при выполнении расчетов на длине пролета контактной подвески более 10 м показывают 100-процентную загрузку. Поэтому при проведении прочностных расчетов следует учитывать возможности используемой ЭВМ и ставить реальные цели: качественный анализ на грубой сетке и слабой ЭВМ либо количественный на мощном компьютере. В любом случае студент должен хорошо знать исследуемую конструкцию и при необходимости делать возможные упрощения в трехмерной модели.

Легко и просто создается модель контактной подвески в другой программе — APM WinMachine, но адекватные результаты расчета могут быть получены лишь для длины пролета менее 10 м, при больших значениях применение заложенного в систему математического аппарата является необоснованным.

В настоящее время ведутся работы по проведению динамического анализа токоприемника 17PP в T-FLEX-Анализ и APM WinMachine, а также решение задачи взаимодействия токоприемника и контактной подвески.

#### Библиографический список

1. Михеев, В. П. Контактные сети и линии электропередачи : учебник для вузов ж.-д. транспорта / В. П. Михеев. — М. : Маршрут, 2003. — 416 с.
2. Алямовский, А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005. — 800 с.

**МАЛЬЦЕВА Алла Викторовна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта».

Адрес для переписки: e-mail: malalla@mail.ru

Статья поступила в редакцию 17.12.2009 г.

© А. В. Мальцева

## Книжная полка

**Инженерный анализ в САПР [Текст] : конспект лекций / М. Н. Одинец [и др.] ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2009. — 95 с. — ISBN 978-5-8149-0690-8.**

В первой части издания рассмотрены вопросы, связанные с исследованием напряженно-деформированного состояния моделей проектируемых объектов или конструкций с изучением их динамических характеристик при постоянных или переменных условиях внешнего нагружения методом конечных элементов.

Во второй части описаны методы математического аппарата, которые необходимо использовать при анализе и моделировании процессов в производстве, методы линейного и динамического программирования в исследовании операций.

В части третьей приведены основные понятия и математический аппарат теории массового обслуживания. Конспект лекций по дисциплине «Инженерный анализ в САПР» предназначен для студентов направления 230100.62 «Информатика и вычислительная техника».