

УДК 378.147

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА КАК УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА В СИСТЕМЕ ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Гузенков В.Н., Журбенко П.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: vn_bmstu@mail.ru

Современные требования к учебным материалам – качество и доступность. Представлена разработка учебной дисциплины «Компьютерная графика» для системы открытого образования. Показано, что учебная дисциплина «Компьютерная графика» может объединить теоретический материал дисциплины «Начертательная геометрия» и практическую область дисциплины «Инженерная графика». Отмечено, что современные программные решения позволяют моделировать трехмерные объекты практически любой сложности, используя базовый инструментальный CAD-модуль. Предложена стратегия построения электронной геометрической модели детали. Отмечено, что выделение электронного геометрического моделирования как фундамента геометро-графического образования обеспечивает конструктивное использование развивающихся возможностей компьютерной графики. Отдельного внимания заслуживает изучение стандартов Единой системы конструкторской документации на электронный документооборот и правил организации и структуры данных при выполнении электронной конструкторской документации. Описано содержание учебной дисциплины «Компьютерная графика» для системы открытого образования. Пилотный проект учебной дисциплины «Компьютерная графика» для системы открытого образования включает девять видеолекций, пять практических занятий, 11 видеоуроков. Дисциплина обеспечивает формирование у обучающихся следующих основных компетенций: знать и применять теорию геометрического моделирования для создания электронных геометрических форм объектов техники и технологий и уметь создавать электронную техническую и технологическую документацию с помощью современных графических технологий.

Ключевые слова: открытое образование, начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика, видеолекции, видеоуроки

COMPUTER GRAPHICS AS AN ACADEMIC DISCIPLINE IN THE SYSTEM OF OPEN EDUCATION

Guzenkov V.N., Zhurbenko P.A.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: vn_bmstu@mail.ru

Modern requirements for educational materials – quality and availability. The development of the discipline «Computer graphics» for the system of open education. It is shown that the discipline «Computer Graphics» can combine the theoretical material of the discipline «Descriptive geometry» and the practical area of the discipline «Engineering Graphics». It is noted that modern software solutions allow you to simulate three-dimensional objects of almost any complexity using the basic tools of a CAD module. A strategy for constructing an electronic geometric model of the detail is proposed. It is noted that the selection of electronic geometric modeling as the foundation of geometric-graphic education provides a constructive use of the developing possibilities of computer graphics. Separate attention should be paid to the study of the standards of the Unified System of Design Documentation for Electronic Document Circulation and the rules of organization and data structure when executing electronic design documentation. The content of the discipline «Computer Graphics» for the system of open education is described. The pilot project of the discipline «Computer Graphics» for the open education system includes nine video-lectures, five practical classes, 11 video lessons. Discipline provides students with the following core competencies: to know and apply the theory of geometric modeling to create electronic geometric forms of engineering and technology objects and to be able to create electronic technical and technological documentation using modern graphic technologies.

Keywords: open education, descriptive geometry, engineering graphics, computer graphics, video-lectures, video lessons

Развитие высшего образования в Российской Федерации предполагает создание системы открытого образования. Система открытого образования помимо организационной структуры включает учебные материалы. Современные требования к учебным материалам – качество и доступность. В Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана) принято решение разработать в первую очередь учебные материалы по общеобразовательным дисциплинам. Геометро-графические дисциплины по своей сути требуют наглядного

представления материала, а современные информационные и коммуникационные технологии, применяемые в системе открытого образования, обеспечивают такую возможность.

Геометрическое моделирование

Традиционно геометро-графическую подготовку в высшем техническом образовании обеспечивали две учебные дисциплины: «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» [1]. С развитием вычислительной техники появляется новая учебная дисциплина – «Компьютерная

графика». В начале XXI в. геометро-графическая подготовка включает: научную дисциплину «Начертательная геометрия», практическую, прикладную дисциплину «Инженерная графика» и информационно-технологическую дисциплину «Компьютерная графика» [2].

В современном понимании предметная область геометро-графической подготовки в высшем техническом образовании – это геометрическое формообразование и создание технической документации [3]. Геометрическое формообразование обеспечивает дисциплина «Начертательная геометрия», основу которой составляет теория геометрического моделирования. Создание технической документации – прерогатива дисциплины «Инженерная графика». Выполняется все это на компьютерах средствами компьютерной графики. Компьютер как инструмент заменил карандаш и линейку, а системы трехмерного моделирования позволяют эффективнее решать задачи моделирования геометрических объектов, определения их формы и размеров, а также определения их взаимного положения в пространстве [4].

Современные технологии проектирования и производства невозможны без использования CAD/CAM/CAE систем. Опыт работы в этих системах студенты должны приобретать начиная с первого курса. Для этой цели лучше всего подходят дисциплины геометро-графического цикла. Использование CAD-систем в обучении позволяет объединить в одной дисциплине формообразование технологических объектов и создание технической документации [5]. Таким образом, интегрированная учебная дисциплина «Компьютерная графика» может вобрать в себя теоретический материал дисциплины «Начертательная геометрия» и практическую область дисциплины «Инженерная графика» [6].

Интегрированная учебная дисциплина «Компьютерная графика» состоит из лекций и практических занятий. Для системы открытого образования лекции оформлены в виде видеолекций, практические занятия представлены в виде презентаций и дополнительно созданы видеоуроки. Методическое обеспечение учебного процесса включает: учебные пособия, комплекты домашних заданий, комплекты контрольных заданий.

Создание экранного образа реально-го (существующего) или идеального (воображаемого) объекта начинается с пространственного формообразования его геометрической модели [7]. Современные программные решения позволяют модели-

ровать трехмерные объекты практически любой сложности, используя базовый инструментальный CAD-модуля.

Достаточно редко электронная геометрическая модель детали состоит из одного элемента, а сам элемент формируется на основе одного-единственного контура. В зависимости от геометрии детали обычно модель детали состоит из двух и более элементов модели, каждый элемент модели содержит более одного контура. Поэтому важно создавать взаимосвязи между контурами для каждого элемента модели, задавать надлежащее расположение контуров на соответствующих рабочих плоскостях и расположение самих рабочих плоскостей в модельном пространстве. Необходимо, чтобы модель детали была редактируемой, т.е. сохраняла свою геометрическую целостность при изменениях значений размерных ограничений [8]. Отсюда требование к модели детали: при внесении изменений в значения размерных зависимостей модель детали должна предсказуемо корректно перестроиться, т.е. сохранить свою геометрическую целостность.

Этапы построения электронной геометрической модели детали [9]:

- разбиение детали на элементы, из которых может состоять модель детали;
- определение расположения элементов относительно основных рабочих плоскостей;
- определение размеров для моделирования элементов модели детали;
- выбор операций для построения элементов модели детали и определение контуров для каждого элемента;
- определение последовательности построения элементов модели детали и количества используемых тел.

Опыт преподавания инженерно-графических дисциплин с использованием различных систем автоматизированного проектирования (AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, Компас) позволил разработать стратегию построения электронных геометрических моделей деталей [10]:

1. Сбор и анализ данных геометрии детали. В качестве исходных данных могут быть: реально существующий образец, комплекты документации, комплекты электронной документации. После анализа исходных данных геометрии детали определяются элементы модели детали на основе геометрической формы или на основе конструктивной принадлежности. Следующим шагом определяется расположение элементов в модельном пространстве и определяются размеры для моделирования.

2. Выработка решения для построения электронной геометрической модели дета-

ли. Первый шаг – выбор базовой или конструкционной операции. При выборе базовой операции в дальнейшем определяется способ построения по формообразованию, выбор операции по критериям, определение контуров.

3. Построение электронной геометрической модели детали – определение последовательности построения элементов. Использование САД-модуля системы автоматизированного проектирования.

Отдельного внимания заслуживает изучение стандартов Единой системы конструкторской документации на электронный документооборот и правил организации и структуры данных при выполнении электронной конструкторской документации. Стандарты с ГОСТ 2.051-2013 по ГОСТ 2.057-2014 определяют: электронные документы, электронную модель изделия, электронную структуру изделия, электронное описание изделия, электронную спецификацию, электронную модель детали, электронную модель сборочной единицы. Стандарты ГОСТ 2.001-2013, ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2.104-2006, ГОСТ 2.109-73 определяют общие положения и правила оформления конструкторской документации. Стандарты ГОСТ 2.511-2011 и ГОСТ 2.512-2011 регламентируют правила передачи данных электронных документов.

Выделение электронного геометрического моделирования как фундамента геометро-графического образования обеспечивает конструктивное использование развивающихся возможностей компьютерной графики [11]. Быстрая визуализация результатов решения, возможность мгновенного исправления ошибок, выбор удобного варианта графического представления – все это повышает эффективность усвоения знаний и освоения навыков и создает положительную мотивацию к изучению дисциплины.

Этой идеологии подчинен курс учебной дисциплины «Компьютерная графика» для системы открытого образования. Лекции созданы как видеоролики со звуком и эффектами анимации. Практические занятия изложены в виде презентаций. Видеоуроки демонстрируют все этапы создания электронных геометрических моделей деталей и этапы выполнения электронных чертежей.

Содержание учебной дисциплины «Компьютерная графика»

Пилотный проект интегрированной учебной дисциплины «Компьютерная графика» для системы открытого образования включает девять видеолекций, пять прак-

тических занятий, 11 видеоуроков. К каждому видеоуроку разработано домашнее задание. По результатам изучения дисциплины предусмотрены контрольные мероприятия. Учебные пособия по дисциплине предназначены для самостоятельного изучения.

При создании видеолекций соблюдалось правило – продолжительность лекции около 20 минут. Темы лекций:

1. Введение в инженерную компьютерную графику.

2. Система автоматизированного проектирования. Работа в режиме «Эскиз». Основные группы команд.

3. Работа в режиме «Модель». Панель команд «Браузер». Команды навигации.

4. Работа в режиме «Модель». Вспомогательная геометрия.

5. Работа в режиме «Модель». Базовые операции.

6. Работа в режиме «Модель». Конструкционные операции.

7. Стратегия построения электронной геометрической модели детали.

8. Файл-шаблон чертежа. Команды создания основных изображений. Слои. Свойство ассоциативности. Команды оформления изображений.

9. Выполнение изображений: разрезы, сечения и выносные элементы. Основная надпись. Выполнение бумажных копий электронного документа.

Содержание практических занятий:

1. Регистрация на сервере: открытие сеанса работы с сервером. Правила работы с сервером в компьютерном классе. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Классификация САПР. Официальный бесплатный доступ к студенческой версии САПР Autodesk Inventor. Основные стандарты на электронные документы. Состав и взаимосвязь типов представления формы изделия. Электронная модель изделия. Электронная геометрическая модель детали (ЭГМД). Структурная схема ЭГМД. Ограничения. Виды ЭГМД. Основные требования к ЭГМД. Интерфейс Autodesk Inventor. Настройка рабочей среды: создание и работа с проектами. Файлы-шаблоны. Работа в режиме «2D Эскиз». Команды построения примитивов. Команды простановки геометрических зависимостей. Команды простановки размерных зависимостей. Этапы построения контура.

2. Работа в режиме «Модель». Панель команд «Браузер». Команды навигации: «Панорамировать», «Зуммировать», «Орбита», «Вид грани». Вспомогательная геометрия модельного пространства. Команды построения вспомогательной геометрии:

«Точка», «Ось», «Плоскость». Редактирование элементов вспомогательной геометрии. Базовые операции: «Выдавливание», «Вращение», «Лофт» («По сечениям»), «Сдвиг». Редактирование элементов модели детали. Критерии выбора базовой операции. Особенности управления деревом построения при создании и редактировании элементов модели детали. Сохранение файлов моделей деталей: структура формирования учебных имен файлов и расположение файлов на жестком диске компьютера при сохранении.

3. Конструкционные операции: «Отверстие», «Фаска», «Ребро жесткости», «Сопряжение», «Оболочка», «Пружина», «Резьба». Стратегия построения ЭГМД (этапы построения ЭГМД).

4. Файл-шаблон чертежа. Модуль «Поддержка ЕСКД». Команда «Базовый вид». Переопределение «Системного вида». Масштабы изображений на электронных чертежах (ГОСТ 2.004). Компонировка изображений на листе. Команда «Проекционный вид». Слои: назначение, основные параметры. Работа со слоями. Внесение дополнительных построений в изображения. Свойство ассоциативности. Нанесение размеров. Основные правила и особенности нанесения штрихпунктирных линий (ГОСТ 2.004). Команды простановки штрихпунктирных линий: «Маркер центра», «Осевая линия», «Окружность центров», «Линия-биссектриса». Сохранение файлов электронных чертежей деталей: структура формирования учебных имен файлов и расположение файлов на жестком диске компьютера при сохранении.

5. Правила выбора базового вида. Команда «Сечение». Выполнение сложных разрезов: особенности и ограничения. Нанесение штриховки. Отображение и обозначение резьбы на изображениях. Условности и упрощения в электронном чертеже детали. Команда «Выносной элемент». Основные правила выполнения и оформления изображения выносного элемента. Простановка размерных линий с обрывом. Выполнение бумажных копий электронного документа.

Шесть видеоуроков посвящены созданию электронных геометрических моделей деталей: «Контур», «Призма», «Пирамида со сквозным отверстием», «Шар со сквозными отверстиями», «Основание» (рис. 1), «Вал» (рис. 2). Пять видеоуроков посвящены выполнению электронных чертежей деталей. Чертежи и модели, выполненные в системе автоматизированного проектирования, обладают свойствами ассоциативности: изменения в модели автоматически влекут изменения в чертеже.

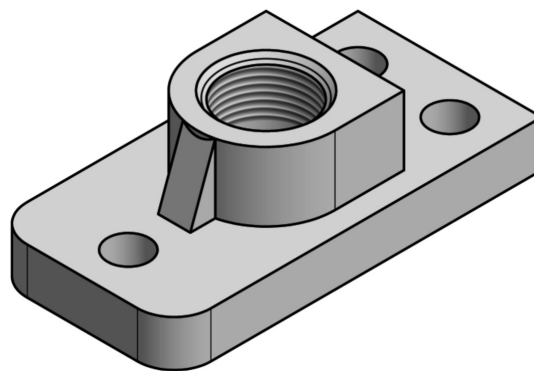


Рис. 1. Электронная геометрическая модель детали типа тело вращения «Основание»

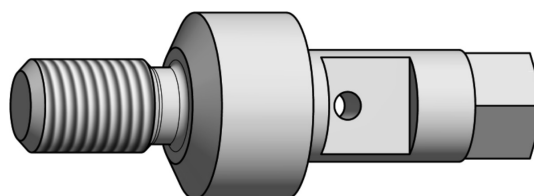


Рис. 2. Электронная геометрическая модель детали типа тело вращения «Вал»

Заключение

Интегрированная учебная дисциплина «Компьютерная графика» обеспечивает формирование у обучающихся следующих основных компетенций: знать и применять теорию геометрического моделирования для создания электронных геометрических форм объектов техники и технологий и уметь создавать электронную техническую и технологическую документацию с помощью современных графических технологий [12–14].

Список литературы

1. Иванов Г.С. Перспективы начертательной геометрии как учебной дисциплины // Геометрия и графика. 2013. Т. 1. № 1. С. 26–27.
2. Гузнецов В.Н. Применение информационных технологий в графических дисциплинах технического университета // Интеграция образования. 2013. № 1. С. 86–89.
3. Горшков Г.Ф. Графические основы геометрического моделирования: учебное пособие. М.: Изд-во МИРЭА, 2009. 154 с.
4. Андреев-Твердов А.И., Куропаткина О.В., Боровиков И.Ф. Инженерно-геометрическая подготовка студентов технических вузов: состояние, проблемы, перспективы // Альманах современной науки и образования. 2015. № 7 (97). С. 16–18.
5. Бочарова И.Н., Демидов С.Г. Инженерная графика как база интеграции общинженерных дисциплин в техническом университете // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 4–5. С. 25–28.

6. Демидов С.Г. Компьютерное моделирование в графической подготовке студентов технического университета // Российский научный журнал. 2015. № 1 (44). С. 143–145.
7. Покровская М.В. Инженерная графика: панорамный взгляд: научно-педагогическое исследование. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1999. 138 с.
8. Гузненков В.Н., Журбенко П.А., Бондарева Т.П. SolidWorks 2016: Трехмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей: учеб. пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 124 с.
9. Гузненков В.Н., Серегин В.И., Журбенко П.А. Учебная дисциплина «Компьютерная графика» // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 6–4 (37). С. 16–18.
10. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Компьютерное моделирование как основа геометро-графической подготовки в техническом университете // Строительство и техногенная безопасность. 2016. № 4 (56). С. 63–65.
11. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А. Применение компьютерных технологий в инженерно-графической подготовке студентов // Альманах современной науки и образования. 2012. № 10. С. 41–43.
12. Андреев-Твердов А.И., Боровиков И.Ф., Калинин В.И., Яковук О.А. Формирование компетенций, необходимых для разработки конструкторской документации, у студентов технических университетов // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2017. № 3 (7). С. 10–13.
13. Полежаев В.Д., Полежаева Л.Н., Корзинова Е.И. Использование информационных и коммуникационных технологий при обучении студентов с ограниченными возможностями здоровья графическим дисциплинам // Право и практика. 2017. № 3. С. 217–222.
14. Горшков Г.Ф., Голубев Д.В., Филатова О.И. Содержание и методы обучения графическому документированию с использованием информационных технологий // Alma mater (Вестник высшей школы). 2014. № 5. С. 104–106.