

УДК 514.18+ 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAD-СИСТЕМ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

Блинов А. В., Божко Ю. В., Коробов В. М., Щербаков В. В.

Государственное учреждение федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (115409, г. Москва, Каширское ш., 31, rector@mephi.ru)

Рассмотрен процесс обучения студентов по курсу «Начертательная геометрия и инженерная графика» с применением современных информационных технологий и CAD-систем. В статье представлена технология проведения занятий по интегрированному курсу, в котором параллельно изучаются, как традиционные методы построения чертежей в соответствии с государственными стандартами (ГОСТ) единой системы конструкторской документации (ЕСКД), так и инструментальные средства и методы трехмерного моделирования и оформления конструкторской документации с использованием CAD-системы. Рассмотрен вопрос сложности перехода студентов от работы в карандаше к современным CAD системам, который заключается в освоении студентами взаимосвязанных научных понятий инженерной и компьютерной графики на уровне, достаточном для выполнения и чтения чертежей и разработки электронных моделей и конструкторской документации изделий на всех этапах обучения.

Ключевые слова: информационные технологии, инженерное образование, начертательная геометрия, инженерная графика.

THE USE OF CAD SYSTEMS AND IT TECHNOLOGIES WITHIN THE SYLLABUS OF DESCRIPTIVE GEOMETRY AND ENGINEERING GRAPHICS

Blinov A. V., Bozhko J. V., Korobov V. M., Sherbakov V. V.

State Institution Federal Autonomous Educational Establishment for Higher Vocational Education National Research Nuclear University MEPHI (117409, Moscow, Kashirskoye shosse, 31, rector@mephi.ru)

The authors have considered the process of students' training with the use of contemporary IT technologies and CAD systems within the course of Descriptive Geometry and Engineering Graphics. The article presents the methods of conducting the classes in an integrated course which simultaneously involves both traditional methods of making the drawings according to the federal standards (GOST) of the unified design documentation system (ESKD) as well as instrumental means and methods of three-dimensional modeling and executing of design documents with the use of CAD system. The issue of difficulties in shifting from work with a pencil to modern CAD systems among students has been considered especially concerning the students' mastering of the interrelated scientific notions in engineering and computer graphics at the level sufficient enough to make and read drawings as well as design digital models and construction documentation of products within all the educational stages.

Key words: information Technologies, engineering Education, Descriptive Geometry, Engineering Graphics.

В настоящее время остро стоит вопрос инженерной подготовки выпускников технических ВУЗов, приходящих в научно-производственные предприятия, разрабатывающие все более сложные изделия [1]. Требование предприятий – повысить уровень подготовки студентов по инженерным дисциплинам, т.к. «доучивание» после института долго и дорого. Задача ВУЗа заключается в подготовке специалистов, которые уже на этапе обучения освоили технологии разработки и производства изделий, используемые на предприятиях. В соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования выпускник должен обладать знаниями и умениями, позволяющими применять

современные информационные технологии, математические методы и программное обеспечение для решения задач проектно-конструкторской и управленческой деятельности [4].

Применение современных программно-технических комплексов позволяет перейти на новые методы обучения и проведения научно-исследовательских работ в ВУЗе. Из основных инструментариев для этого следует отметить системы автоматизированного проектирования (САПР) механических изделий (твердотельного трехмерного проектирования и разработки конструкторской документации), САПР электронных устройств и их компонентов, системы управления данными об изделиях на всех этапах жизненного цикла (PDM-системы). Общеизвестно, что работа предприятий, разрабатывающих и производящих наукоемкую продукцию, следовательно, и ВУЗов, имеющих статус исследовательского университета, должна базироваться на стандартах ИПИ-технологий [2,3]. Эти стандарты определяют организацию и создание интегрированной информационной поддержки жизненного цикла изделия, основанной на обмене данными по безбумажной технологии на всех этапах жизненного цикла изделий. Жизненный цикл изделия – совокупность взаимосвязанных процессов (стадий) создания и последовательного изменения состояния от этапа проведения научно-исследовательских работ и создания макета изделия до его серийного производства, эксплуатации и утилизации.

Современные задачи высшей школы могут быть достигнуты, если организована непрерывная компьютерная подготовка инженеров, бакалавров и магистров, начиная с 1-го курса и заканчивая дипломным проектом.

Важную роль в этом играет инженерная графика – учебная дисциплина, в которой формируются первые навыки студентов в проектировании. В связи с появлением эффективных САПР возникает необходимость пересмотра методики ее преподавания и содержания, распределения нагрузки.

Цель создания нового интегрированного курса, в основе которого лежит изучение и использование САПР при выполнении практических заданий, заключается в освоении студентами взаимосвязанных научных понятий инженерной и компьютерной графики на уровне, достаточном для выполнения и чтения чертежей и разработки электронных моделей и конструкторской документации изделий на всех этапах обучения.

На предприятиях промышленности используют различные САПР – CAD/CAM/CAE-Компас, AutoCAD, Siemens NX, SolidWorks, Creo Elements/Pro, CATIA, T-Flex/CAD и т.д., что, конечно, затрудняет выбор базового САПР в обучении из-за разного уровня сложности и

времени их освоения. На кафедре НИЯУ (МИФИ) отработывается методика обучения на базе AutoCAD и T-Flex/CAD по программе подготовки бакалавра, при этом T-Flex/CAD используется как основной САПР для всех инженерных специальностей всех факультетов. Проведение обучения в течение нескольких семестров для групп разных факультетов показало эффективность использования в практике T-Flex/CAD. Аргументами «за» являются доступность для студентов учебной версии, наличие электронных учебников, видеороликов, легкость освоения твердотельного моделирования и возможность оформления чертежей в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Обучение студентов работе с другими САПР определяется профилирующими кафедрами и базовыми предприятиями ВУЗа при участии кафедры «Инженерная графика» в качестве консультанта. Важным при этом является возможность организации сквозного цикла проектирования электронных изделий, наличие средств интеграции механических САПР с электронными, наиболее используемых в промышленности, например, таких как Altium Designer.

Практические занятия по интегрированному курсу проводятся в среде T-FLEX/CAD [5], которая максимально настроена под российские стандарты. Система содержит средства параметрического твердотельного и поверхностного моделирования деталей и сборочных единиц, создания чертежей по пространственной модели, удобные средства простановки размеров, оформления чертежей, создания спецификации в ручном и полуавтоматическом режимах.

В традиционном подходе к преподаванию дисциплины основным источником информации об изучаемом или проектируемом объекте служат чертежи (ортогональные и аксонометрические проекции), необходимые и достаточные для мысленного воспроизведения его формы и размеров. Внедрение компьютерных технологий трехмерного моделирования в учебный процесс инженерных ВУЗов требует переосмысления сложившихся традиций, так как наиболее полным, точным и наглядным источником информации об объекте становится его 3D-модель (электронная модель), с использованием которой формируется конструкторская документация в виде электронных или бумажных документов [6].

Новые методики учитывают то, что развитие систем автоматизированного проектирования и подготовки производства идет по пути постепенного превращения их в интегрированную среду на базе единого информационного пространства виртуального предприятия, в состав которого входят как рабочие места компьютерных классов ВУЗа, так домашние компьютеры студентов для самостоятельной работы.

Следует отметить, что внедрение в учебный процесс САПР не отменяет изучение начертательной геометрии, без которой невозможно понимание преобразования пространственной формы детали в чертеж. Необходимо помнить, что уровень молодого специалиста оценивается практикой использования полученных знаний в производственной сфере, умением общаться с технологами и рабочими, использующими в своей работе конструкторские документы в бумажном виде. Использование САПР не отменяет знание стандартов ЕСКД, эскизирование, ручное черчение, которые выполняются на бумаге и проверяются преподавателем. Нельзя допустить, чтобы студент не прошел этапа «работы над ошибками» под руководством преподавателя на бумаге [1], а использование САПР позволяет выделить больше времени на диалог «студент – преподаватель».

Для обучения студентов инженерной графике применяется видеопроектор, который позволяет преподавателю продемонстрировать основные методы построения изображений пространственных форм на слайдах традиционными способами и приемы работы в среде T-FLEX/CAD. При изложении нового учебного материала по инженерной графике применяются обучающие мультимедийные программы. Использование анимации позволяет наглядно представить изучаемый материал, сконцентрировать внимание на отдельных наиболее трудных местах, многократно повторить его быстро, без больших временных затрат.

Компьютерные технологии сокращают время на изложение учебного материала, позволяют рассмотреть множество примеров. Сочетание традиционных и компьютерных технологий способствует более глубокому пониманию предмета, формированию пространственно-образного мышления. Обучающие мультимедийные программы применяются и в качестве «компьютерного консультанта», при подготовке студентов к практическим занятиям.

При проведении занятий используется специальная база данных государственных стандартов ЕСКД, созданная на сервере учебного класса, электронные учебники по курсу: «Начертательная геометрия и инженерная графика». Для проверки знаний и проведения тестирования студентов применяется разработанная автоматизированная информационная система контроля знаний, которая содержит вопросы по изучаемым темам дисциплины. В настоящее время по 16 темам курса создана база данных, в которую включено более 600 вопросов. База данных вопросов в ходе проведения занятий расширяется.

Для более эффективного проведения практических занятий подготовлены методические указания по выполнению практических заданий с использованием T-FLEX/ CAD по дисциплине. При изучении конкретной темы студенты получают индивидуальные задания,

которые обеспечивают усвоение учебного материала. При проведении занятий преподаватель имеет возможность проверять пооперационный контроль действий студентов, проверить не только конечные, но и промежуточные результаты в электронном виде.

В течение семестра студенты изучают основные методы построения и оформления чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД. Параллельно осваивают базовые операции (выталкивание, вращение, "по сечениям" и т.д.) 3D моделирования, модифицирующие операции (сглаживание, оболочка, булева операция и т.д.) и 3D элементы построения, являющиеся геометрической основой для выполнения большинства базовых операций (рабочая плоскость, 3D узлы, 3D профиль и т.д.). Трехмерная модель дает возможность увидеть структуру будущего изделия в полном объеме со всеми входящими в нее элементами. При этом 3D модели позволяют создавать стандартные виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Параллельное создание чертежей изделий и их электронных моделей способствует лучшему усвоению дисциплины.

Для успешного проведения обучения необходимо создать нужное количество рабочих мест, провести подготовку компьютеров, настройку аппаратного, программного обеспечения и иметь в наличии достаточный объем учебно-методического материала. Непременным условием при этом является наличие отдельного рабочего места для каждого студента.

Важно при проведении занятий – привить студенту навыки самостоятельной работы, самостоятельно искать изучать нормативные документы, необходимые для подготовки конструкторской документации. Для этого на базе PDM-системы создана база данных нормативных документов, необходимых для изучения дисциплины, которая используется студентами во время занятий.

В PDM-системе реализована функция разграничения доступа студентов к базе данных, в которой накапливаются результаты работы студентов, создается электронный архив 3D моделей и чертежей, выполненных в течение семестра. Каждый студент, регистрируясь в системе под своей фамилией и своим паролем, получает доступ к персональной папке, в которой он имеет полный доступ к хранимым данным (чтение, запись, изменение, удаление данных) вместе с преподавателем, который имеет возможность контролировать работу студента.

Выпускники ВУЗов должны не только уметь использовать системы, автоматизирующие процессы проектирования и подготовки производства CAD/CAM/CAE и PDM-системы, обеспечивающие создание и поддержку единого информационного пространства на всех

этапах жизненного цикла изделия, но и другие системы, относящиеся к средствам поддержки PLM (Product Lifecycle Management)-решений. Обучение студентов должно выполняться в условиях максимально приближенных к информационной среде предприятий, в которых они после окончания ВУЗа будут работать.

Создание системы информационной поддержки управления учебным процессом на базе PDM-системы позволит решать задачи повышения качества обучения и подготовки специалистов по инженерным специальностям, таким как конструктор, технолог, электроник, а также IT-специалистов, обеспечивающих создание и эксплуатацию автоматизированных систем в научно-производственных предприятиях.

Для достижения цели необходимо:

- внедрить в образовательный процесс сквозной интегрированной на уровне передачи данных между пакетами программ CAD/CAM/CAE-системы;
- осуществлять непрерывную подготовку специалистов в области современных компьютерных технологий и систем автоматизированного проектирования;
- создать единую информационную среду, в том числе с дистанционным обучением на базе PDM-системы;
- обеспечить приобретение навыков работы в единой команде, в том числе обучаемых разным специальностям над одним проектом;
- ввести в эксплуатацию учебную базу данных, максимально приближенную к реальной базе данных научно-производственных предприятий;
- применять студентами полученные знания в ходе курсового и дипломного проектирования и производственной практики.

Задача заключается в том, чтобы создать информационную модель современного предприятия, объединив вычислительной сетью имеющиеся программно-технические средства на различных кафедрах ВУЗа. Реализовать виртуальную модель научно-технического подразделения предприятия со всеми необходимыми компонентами, в которой будет присутствовать единый центр управления данными, обеспечивающий решение проектных, производственных и исследовательских задач.

PDM-система может рассматриваться как информационная система поддержки менеджмента качества в учебном процессе. Поддержка выполнения конкретного учебного курса реализуется при помощи автоматизированного управления потоками работ,

составляющими основные рабочие процедуры: лекции, практические занятия, семинары, текущий контроль, зачеты, экзамены.

PDM-система обеспечивает хранение информации в базе данных, а также автоматизированный контроль (тестирование) знаний и результатов работы. В частности, контроль учебного процесса, также как и контроль производственного процесса на предприятиях обеспечивается мониторингом в реальном времени.

Важно, чтобы в процессе обучения студенты имели возможность познакомиться с нормативными и организационными документами базовых предприятий (стандарты предприятия, организационная структура, положения о подразделениях, документированные процедуры, инструкции качества и т.д.), примерами проектной, конструкторской, технологической, программной, эксплуатационной документации, техническими заданиями и научно-техническими отчетами, программами и методиками испытаний изделий. Для реализации этого необходимо создание типовой базы знаний по направлениям подготовки студентов. Поэтому, кроме учебных пособий, в базе данных инструментальной системы поддержки учебного процесса должна храниться нормативная документация, определяющая регламент планирования и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, производства партий макетов и опытных образцов изделий, выпуск серийных изделий, проведение конструкторской и технологической подготовки производства. Создание такой базы позволит не только знакомить с действующей нормативной документацией, но проводить анализ процессов деятельности предприятия и выполнять проекты по их реорганизации в рамках учебных курсов по соответствующим специальностям.

Список литературы

1. Лившиц Виктор. Парадоксы компьютеризации в инженерном образовании: инженерная графика // САПР и графика. 2012. № 1. С.59.
2. ГОСТ Р 50.1.031-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Госстандарт России. Москва, 2001.
3. Колчин А. Ф., Овсяников М. В., Стрекалов А. Ф., Сумароков С. В. Управление жизненным циклом продукции. – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.

4. Официальный интернет ресурс МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. – URL: <http://минобрнауки.рф/документы> (дата обращения: 26.03.2013).
5. Официальный интернет ресурс разработчика российского программного комплекса T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM компании «Топ Системы»: URL: <http://Tflex.ru> (дата обращения: 26.03.2013).
6. 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-ой международной научной конференции / Под ред. В. И. Якунина. – М.: МГИУ, 2008. – С.373-377.

Рецензенты:

Малыгин Василий Борисович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва.

Набойченко Константин Владимирович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва.