

УДК 378:147+004.9

ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ ОБУЧАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

М. Л. Мухина, И. А. Ширшова

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Поступила в редакцию 9 февраля 2015 г.

Аннотация: условиями успешного овладения техническими знаниями являются умение читать чертежи и знание правил выполнения и оформления чертежей. Чертеж – один из главных носителей технической информации, без которой не обходится ни одно производство. Развитие программных средств вычислительной техники привело к тому, что при общении с ЭВМ основным носителем информации становится изображение. Компьютерная графика находит самое широкое применение в различных отраслях науки и техники, экономики и управления, в промышленности и учебном процессе. В настоящее время разработано достаточно много специализированных программных графических пакетов, с помощью которых возможно создание изображений, рисунков и чертежей. Для овладения ими кроме знания основ программирования необходимо владение аппаратом инженерной графики. Использование современных компьютерных графических средств возможно на базе основ инженерной графики. В статье доступно, системно и последовательно рассмотрены возможности компьютерной графики, что существенно облегчает понимание теоретических основ построения чертежа в «ручных» технологиях.

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика, 3D-технология, графическое образование, новые подходы к конструкторским работам.

Abstract: one of the components of thorough technical knowledge are the ability to read drawings and knowledge of the rules of drawings execution. A drawing is one of the key containers of the technical information without which any production is impossible. Development of the software of ADP equipment resulted in the situation when for communication with a computer the image became the main information medium. Computer graphics is widely applied in different areas of science and technology, economics and management, industrial and educational processes. Today there are a large number of specialized software graphics packages which help to create images, figures and drawings. To master this software, the basic knowledge in programming is required, as well as the knowledge of the engineering graphics. Today's computer graphic tools may be based on engineering graphics. The article provides clear, systemic and coherent description of the functions of computer graphics and makes it easier to understand the theory of drawing based on «manual» technologies.

Key words: the graphic preparation, descriptive geometry, engineering graphics, computer graphics, 3D-technology, graphics studies, new approaches to design work.

Развитие современной науки и техники объединено с усовершенствованием новых производственных технологий, связанных практически со всеми областями деятельности человека. Такое развитие становится возможным только при глубоком освоении технических знаний, овладении графическими средствами информации, одним из которых является чертеж. С самых давних пор люди передавали свое восприятие мира через рисунки, картины, чертежи. Умение рисовать есть первое умение, которое приобретает человек в своей жизни. Создание же чертежа – профессиональный, творческий процесс, основа инженерного образования; это одно из приоритетных

начал экономического развития России. Усилия государства по технологической модернизации промышленности должного успеха не принесут, если не будут сопряжены с адекватным обеспечением инженерными кадрами. Но и само инженерное образование нуждается в модернизации, опирающейся на лучшие российские традиции с учетом опыта передовых университетов мира [1].

На сегодняшний день компьютеры прочно вошли в нашу жизнь. Они кардинально изменили мир и человеческие возможности. Процесс рисования и получения чертежа на компьютере привлекает все больше и больше людей. Преимущество такой графики заключается в том, что пользователь видит процесс создания изображения на всех этапах и может в любой момент внести нужную коррек-

тировку. В компьютерной графике изучаются вопросы динамического управления со стороны пользователя содержанием изображения, его формой, размерами и цветом на экране с помощью интерактивных устройств взаимодействия. В компьютерной графике выделяют разделы, изучающие методы работы с изображением на плоскости, так называемую 2D-графику, и трехмерную (3D) графику. Трехмерное изображение отличается тем, что строится исходя из математического описания некоторой трехмерной сцены. Математическое описание сцены чаще всего является моделью физических объектов в трехмерном пространстве. Таким образом, для получения трехмерного изображения требуется построить математическую модель сцены и объектов на ней, а далее визуализировать путем получения проекции с учетом освещения материалов и пр. В результате визуализации мы получим изображение на плоскости экрана или на выходе из принтера [2].

Вопросы геометрического моделирования, связанные с визуализацией геометрических моделей, входят в компетенцию современного реформирования профессионального образования и характеризуются поиском и внедрением путей, позволяющих обеспечивать повышение профессиональной компетентности будущих специалистов технической сферы, максимальное приближение к реальному производству, надежное сочетание фундаментальных знаний с использованием инновационных технологий. Необходимо повышение качества профессиональной подготовки студентов технического вуза, в том числе развитая современная геометро-графическая подготовка на базе компьютерных технологий будущих инженеров. Кроме того, есть и объективный запрос на перемены в системе подготовки инженерных кадров. Меняется не только технологический, но и весь уклад жизни, меняются и представления об инженерной деятельности, растут требования к этой профессии [3]. Решение данных задач позволит существенно изменить парадигму инженерного образования и, соответственно, структуру содержания и методы подготовки инженерных кадров.

Состояние проблемы

Классические учебные графические дисциплины («Начертательная геометрия», «Инженерная графика»), а также появившаяся сравнительно недавно «Компьютерная графика» входят в базовую часть профессионального цикла Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по различным направлениям подготовки [4]:

- фундаментальная – начертательная геометрия (теория геометрического моделирования);
- прикладная – инженерная графика;
- технологическая – компьютерная графика.

Основной целью данных дисциплин и, следовательно, графической подготовки специалистов в технической сфере деятельности является развитие общих инженерно-конструкторских навыков. Учебные задачи графической подготовки выглядят следующим образом [5]:

- освоение методов построения изображений пространственных форм на плоскости (бумаге или в электронном виде) – изобразительные задачи;
- развитие умений и навыков представления пространственных форм по чертежу (электронная версия), логических действий с образами в пространстве – пространственно-логические задачи;
- формирование умений анализировать и определять форму, положение и метрические характеристики с помощью графических методов – геометро-графические задачи;
- развитие навыков применения графических методов, включая компьютерную графику, к решению различных задач, связанных с конструированием, анализом и расчетом технологических процессов, – конструктивно-графические задачи.

Традиционно дисциплины преподавались в вузах в «ручной» технологии. Изучение графических дисциплин, таких как начертательная геометрия, проекционное черчение, техническое рисование, машиностроительное черчение, проходило с помощью карандаша, чертежного инструмента и ватмана. Только с 90-х гг. прошлого века в процесс обучения графическим дисциплинам стали активно внедряться системы автоматизированного проектирования (САПР). Например, в Нижегородском государственном техническом университете имени Р. Е. Алексеева (НГТУ имени Р. Е. Алексеева) и его филиалах графические дисциплины студенты первых курсов обучения изучают на базе программного продукта AutoCAD компании Autodesk. Выбор этого программного продукта как инструментального средства обучения вызван известными достоинствами наиболее распространенного в России на тот момент пакета САПР. Первоначально графические работы выполнялись студентами с помощью 2D-технологий проектирования, когда компьютер фактически используется в качестве электронного кульмана. По 2D-технологии центральное место занимает чертеж, конструктор строит проекции создаваемого объекта, а проектирование идет одновременно с созданием чертежа объекта. Задание выдается обычно в бумажном виде. Студенты выполняют электронный вариант данного задания и только затем на

его основе создают трехмерную модель. Таким образом, выполняемые студентами задания в основном сводятся к выполнению электронной копии существующих чертежей, а учебная программа практически ориентирована на формирование у студентов умений использовать пакеты прикладных программ, базирующихся на знаниях принципов работы с графическими изображениями, принципов функционирования графических пакетов. Данная технология, возможно, оправдывает себя в учебных курсах, где не обязательно использование 3D-технологий проектирования, которые обеспечивают реалистичную наглядность изделия, включая анимацию, параметризацию и автоматизацию инженерных и конструкторских работ.

Постановка задачи

Учитывая, что главным системообразующим фактором при определении структуры дисциплин является объект изучения и его отношение к профессиональной деятельности специалиста, структурирование дисциплин графической подготовки должно быть подчинено последовательности (основным этапам) профессионально-ориентированной деятельности. В настоящее время в практике ведущих промышленных предприятий, где в дальнейшем работают студенты технических вузов, реализуются новые подходы к проектно-конструкторским работам, в основу которых положены технологии 3D. Анализ систем геометрического моделирования САПР различных уровней (от ориентированных на персональные компьютеры до специализированных рабочих станций) показывает, что в настоящее время наблюдается смена традиционных представлений о процессе проектирования. При этом изменении идеологии конструирования переход от традиционных методов выполнения графических работ («электронного» кульмана) к полноценному трехмерному моделированию, с одной стороны, открывает новые возможности по использованию графики в процессе конструирования, а с другой стороны, представляет конструктору повышенные требования к его «геометрическому» интеллекту. В таких условиях необходимо готовить конкурентоспособных специалистов, эффективно применяющих различные САПР и 3D-технологии проектирования для решения задач в области своей профессиональной деятельности. В связи с этим основополагающей является трехмерная геометрическая модель – математическое описание структуры изделия и геометрических характеристик его элементов.

Электронным воплощением геометрической модели становится электронная модель, которая,

по существу, представляет набор данных, однозначно определяющих форму, структуру и размеры изделия [4]. 3D-технологии инженерного проектирования предполагают получение чертежа на заключительной стадии проектирования после создания пространственной модели и сохраняют за конструктором задачи определения оптимального содержания чертежа. Основные концепции такого подхода следующие: в качестве источника данных на протяжении всего жизненного цикла изделия принимается 3D-модель (в отличие от конструкторско-технологической документации); вычислительные, технологические операции также связаны с моделью; используется единый источник данных, однократно введенных в процесс и используемых всеми участниками проекта. Затраты времени на создание моделей проектируемого объекта в дальнейшем компенсируются более быстрой их корректировкой. Результат проектирования (разрезы, виды и др.) обобщается на основе максимально законченной модели, что существенно сокращает время выпуска проектной документации [6].

В соответствии с рабочими программами технических специальностей вузов изучение студентами 3D-технологий построения чертежа начинается только после изучения курсов «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Компьютерная графика» в рамках курса «Геометрическое моделирование» и выполняемой ими курсовой работы. На наш взгляд, такая последовательность обучения требует корректировки, обусловленной рядом причин. На уровне учебного предмета необходимо учитывать логический принцип упорядочения содержания (структурирование учебной информации отображает логику профессиональной деятельности) и психологический принцип (при проектировании учебного материала следует ориентироваться на теоретические закономерности формирования геометро-графических умений и профессиональных компетенций обучающихся). 3D-технологии также способствуют лучшему освоению графических дисциплин студентами, в том числе и со слабой начальной графической подготовкой, потому что построение пространственной модели обычно не вызывает трудностей, в отличие от построения чертежа, а дальнейшее получение чертежа на основе 3D-технологии носит более формальный характер.

Ограничения выполнения проектных работ, основанных на 2D-технологии, состоят в невозможности простого анализа сборочных конструкций, усложнении процесса проверки, требовании физических прототипов, невозможности передачи данных в прикладные программы. Тогда как пре-

имущества 3D-технологии заключаются в простоте обучения и использования, быстром построении концептуального проекта, сокращении количества ошибок, отсутствии необходимости в физическом прототипе. Создание различных графических изображений с помощью компьютерных технологий, обладающих уникальными возможностями, является не только инструментом для передачи и хранения информации, но и средством реализации имеющихся у обучающихся способностей к конструкторской деятельности.

Методы решения задачи

Как показывает практика, уровень аппаратного и программного обеспечения технических вузов достаточно высок, но потенциал информационно-коммуникационных технологий как средства повышения качества подготовки специалиста в образовательной практике используется недостаточно; ключевая для обучения и самообразования информационная компетенция студентов формируется слабо и не играет определяющей роли в становлении профессиональной компетентности студентов технического вуза [7]. Следовательно, одной из наиболее актуальных проблем является разработка методологических основ теории и практики применения информационных образовательных ресурсов как фактора эффективного формирования профессиональных компетенций [8].

По мнению авторов статьи, включение 3D-технологий в учебный процесс на более раннем этапе позволит повысить интерес к графической деятельности, более эффективно, в короткие сроки сформировать геометро-графические умения, перенести основной акцент на содержание и увеличение творческих компонентов учебной познавательно-творческой деятельности, на развитие графической, технологической и информационной культуры. Так, начертательная геометрия как наука изучает методы отображения пространственных объектов, в том числе на плоскость, и способы решения метрических задач на чертеже. В процессе обучения студенту сложно понять алгоритм решения задачи без пространственного визуального образа рассматриваемых геометрических объектов. Безусловно, эти проблемы связаны с уровнем развития пространственного мышления. В связи с этим к основным задачам начертательной геометрии также следует отнести задачу изучения теоретических основ визуально-образного геометрического языка и современных компьютерных технологий создания геометрических моделей [9; 10] и включить в курс рассмотрение воп-

росов, отражающих современные компьютерные технологии проектирования и других аспектов, связанных с геометрическим моделированием, делая акцент на инженерные способы проектирования технических поверхностей [11]. Это даст возможность студентам научиться устанавливать ассоциативные связи между визуальными образными данными и их проекциями, понять смысл и назначение проекций.

Основными трудностями, препятствующими формированию геометро-графической грамотности в изучении, являются неумение мысленно произвести необходимое пространственное переориентирование графического двумерного изображения; перекодирование его в трехмерное; выполнение необходимых преобразований с изображением; перевод изображения обратно в двумерное; отображение результата мыслительных действий в виде чертежа, выполненного в соответствии с требованиями системы ЕСКД. Поэтому на ранних стадиях изучения компьютерной графики, когда обучающимся трудно «прочитать» форму детали, представленной чертежом в «ручном» варианте, большим преимуществом является представление на экране компьютера его динамического трехмерного изображения. В этом случае 3D-модели будут служить как наглядной опорой, так и специальным предметом изучения, т.е. выполнять функции натуральной модели и условного графического изображения (рисунок). Это позволит, на наш взгляд, облегчить выполнение операций представления и оперирования образами объектов, что является необходимым условием развития пространственного представления и пространственного мышления [12].

Состав программных средств, привлекаемых к процессу обучения, также может варьироваться. При выборе системы автоматизированного проектирования необходимо учитывать следующие требования [4]:

- перспективность и инновационность используемых информационных технологий;
- конкурентоспособность на мировом и отечественном рынках; распространенность на мировом и отечественном рынках;
- адаптируемость к отечественным нормативным документам (ГОСТ, СНИП и др.);
- наличие разветвленной дилерской, системной и учебной сети в стране и мире;
- ценовая политика компании-разработчика, задачи, стоящие перед будущими выпускниками (бакалаврами, специалистами и магистрами в области техники и технологий), их профессиональные компетенции.

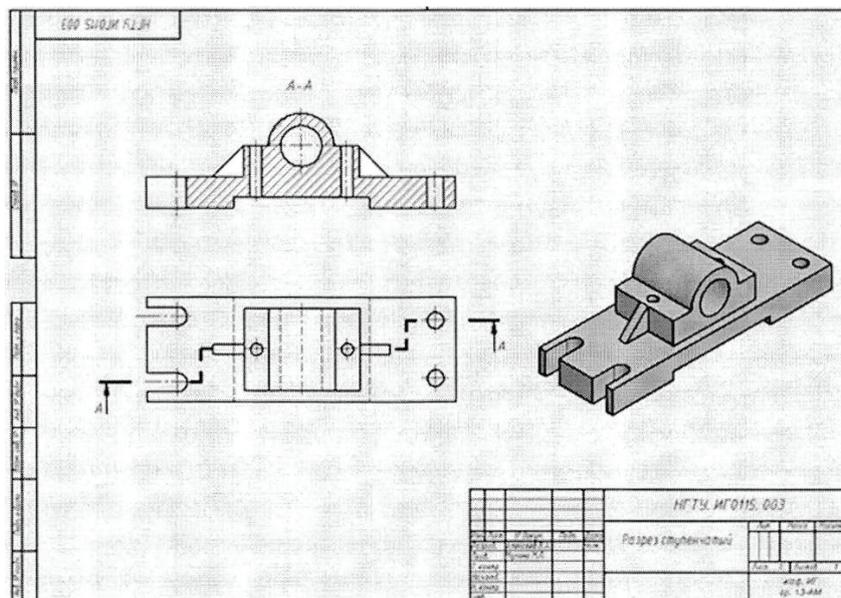


Рисунок. Пример выполнения чертежа детали по теме «Разрез ступенчатый»

Учитывая указанные требования, на этапе формирования и развития графических умений и навыков можно использовать программный продукт фирмы Autodesk – AutoCAD. При выполнении курсовой работы по теме «Чтение, детализация и моделирование чертежа общего вида», когда уже сформированы необходимые умения как в традиционной, т.е. «ручной», так и компьютерной технологии, и студенты переходят к овладению приемами решения более сложных инженерных задач, составляющих основу проектно-конструкторской деятельности, предпочтительнее использовать Inventor.

Сравнивая работу и возможности AutoCAD и Inventor, студенты отдают предпочтение Inventor, так как сокращается ручной труд, количество ошибок при выполнении графических работ. Например, в проекционном черчении программа Inventor позволяет построить виды и разрезы практически без ошибок, связанных с пространственным мышлением, изометрическую проекцию с вырезом 1/4 части за несколько секунд. При этом сокращается время выполнения графической работы. Чертежи деталей, соединений, сборочных единиц в Inventor рассматриваются одновременно с визуализацией соответствующих 3D-моделей и их анализом на экране. Это дает возможность студентам научиться устанавливать ассоциативные связи между визуальными образными данными и их проекциями, понять смысл и назначение проекций.

Использование нескольких систем автоматизированного проектирования обеспечивает предо-

ставление студентам больших инструментальных возможностей исследования, конструирования, моделирования; индивидуализацию и дифференциацию процесса обучения; повышение мотивации обучения; расширение и углубление изучаемой профессиональной области знаний; расширение самостоятельной профессионально-ориентированной деятельности студентов.

Обобщая сказанное, можно сделать вывод о том, что применение такого подхода в учебном процессе геометро-графических дисциплин позволит решить, на наш взгляд, следующие задачи: сократить время выполнения графических работ, тем более что затраты времени на создание моделей в дальнейшем компенсируются более быстрой их корректировкой; устанавливать ассоциативные связи между визуальными образными данными и их проекциями (особенно актуально при небольшом количестве часов на изучение дисциплин графического цикла); качественно строить модели проектируемых технических объектов и создавать соответствующую им проектную и рабочую техническую документацию, пригодные для использования на всех этапах жизненного цикла изделия.

Обучаясь с использованием программных продуктов, поддерживающих модельный подход в проектировании, студенты выполняют предусмотренные в рамках дисциплины графические работы качественно и с существенной экономией времени, получают навыки работы с программным продуктом, обеспечивающим решение профессиональных задач, знакомятся с будущей професси-

ей. Учебное время дисциплины отведено для изучения необходимого теоретического материала, моделирования сложных поверхностей, изделий, а также научной работы студента. В дальнейшем студенты имеют возможность выполнять курсовые, выпускную и дипломную работы осознанно и в соответствии с требованиями производства, получают преимущества при прохождении производственной практики и трудоустройстве по выбранной специальности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симоньянц Р. П. Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности / Р. П. Симоньянц // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электронный журнал. – 2014. – № 3. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/699795.html>
2. Дёмин А. Ю. Основы компьютерной графики : учеб. пособие / А. Ю. Дёмин. – Томск : Томский политех. ун-т, 2011. – 91 с.
3. Скобелева И. Ю. Выбор, освоение и применение систем автоматизированного проектирования как средство формирования профессиональных графических компетенций / И. Ю. Скобелева, И. А. Ширшова // Концепт. – 2013. – № 9 (сентябрь). – Режим доступа: <http://e-concept.ru/2013/13189.htm>
4. Гузненков В. Н. Информационные технологии в графических дисциплинах технического университета / В. Н. Гузненков // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал. – 2012. – № 8. – Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/469578.html>
5. Лагунова М. В. Некоторые вопросы подготовки специалистов в системе многоуровневого образования / М. В. Лагунова, М. Н. Пятницына // Научный поиск. – 2013. – № 2.4. – С. 75–77.
6. Путин В. В. Заседание Совета при Президенте по науке и образованию от 23.06.2014 / В. В. Путин. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/news/45962>
7. Алыиакова Е. Л. Компьютерные технологии при преподавании графических дисциплин / Е. Л. Алыиакова // Научные труды. – М.: МАТИ, 2011. – Вып. 18 (90). – С. 324–328.
8. Матвеева Т. А. Формирование профессиональной компетентности студентов технического вуза в условиях информатизации образования : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Т. А. Матвеева. – Н. Новгород, 2008. – 46 с.
9. Пузанкова А. Б. Формирование профессиональных инженерно-графических компетенций студентов в процессе их обучения компьютерной графике (на примере специальностей машиностроительного профиля) : автореф. дис. ... канд. пед. наук / А. Б. Пузанкова. – Самара, 2012. – 24 с.
10. Лагунова М. В. Формирование графоаналитических умений с использованием информационных и коммуникационных технологий : монография / М. В. Лагунова, И. А. Ширшова. – Н. Новгород : Волжский гос. инженерно-пед. ун-т, 2010. – 163 с.
11. Рукавишников В. А. Геометро-графическая подготовка инженера : время реформ / В. А. Рукавишников // Высшее образование в России. – 2008. – № 5. – С. 132–136.
12. Москаленко В. О. Как обеспечить общегеометрическую подготовку студентов технических университетов / В. О. Москаленко, Г. С. Иванов, К. А. Муравьев // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электронный журнал. – 2012. – № 8. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/699795.html>

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Мухина М. Л., кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная графика»

E-mail: milena.an@bk.ru

Тел.: 8-920-259-24-34

Ширшова И. А., кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Инженерная графика»

E-mail: iashirshova@rambler.ru

Тел.: 8-910-383-53-19

Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

Mukhina M. L., PhD in Technics, Associate Professor of the Engineering Graphics Department

E-mail: milena.an@bk.ru

Tel.: 8-920-259-24-34

Shirshova I. A., PhD in Pedagogics, Associate Professor of the Engineering Graphics Department

E-mail: iashirshova@rambler.ru

Tel.: 8-910-383-53-19