

Геометро-графические дисциплины в высшем профессиональном образовании

05, май 2015

Якунин В. И.¹, Серегин В. И.^{1,*}, Гузненков В. Н.¹, Журбенко П. А.¹

УДК: 378.147

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

[*vyacheslavseregin@bk.ru](mailto:vyacheslavseregin@bk.ru)

Введение

В паспорте государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» на 2013–2020 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 295, обозначена цель программы: «Обеспечение высокого качества российского образования в соответствии с меняющимися запросами населения и перспективными задачами развития российского общества и экономики» [1].

Главная цель модернизации графической подготовки – существенный рост качества обучения без увеличения количества учебных часов.

Традиционное содержание геометро-графической подготовки

Из всего многообразия знаковых систем и языков, созданных мировой культурой, графический язык является уникальным в представлении научно-технической информации, что позволяет ему стать профессионально-ориентированным языком в инжиниринге [2].

Этот язык – древнейший из языков мира. Он универсален: любая визуализация информации об объектах, процессах и явлениях в любой области человеческих знаний осуществляется средствами графического языка, составными частями которого является визуальный ряд графических фигур – точек, отрезков прямых и дуг плоских кривых линий. Это – международный язык общения – точный, наглядный и лаконичный.

В профессиональном плане язык графики необходим инженерам как международный язык профессионального технического общения, понятный без вербального сопровождения. В социальном плане владение графическим языком играет коммуникативную роль, разрешая без помощи слов проблему понимания. Визуальная образованность позво-

ляет наглядно отображать любые объекты и процессы. В личностном плане геометро-графическая грамотность способствует развитию творческого мышления.

Традиционно геометро-графическую подготовку в высшем техническом образовании обеспечивали две учебные дисциплины: начертательная геометрия и инженерная графика. Начертательная геометрия развивает пространственное представление и воображение, конструктивно-геометрическое мышление, способности к анализу, синтезу и преобразованию пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов и зависимостей. Инженерная графика дает навыки чтения и выполнения эскизов и чертежей деталей, составления и чтения конструкторской документации.

Непременным требованием профессионального образования является умение будущего специалиста представить свою идею в виде чертежа. Но чертеж – это последняя стадия конструкторской работы. А рождающаяся в сознании человека новая идея, возникшая неожиданно, требует немедленного графического закрепления. В этом случае наиболее простой, удобной и быстрой фиксации творческой мысли оказывается рисунок. Рисунок – не только быстрый и информативный способ графического изображения, но и мощный метод становления образного мышления, и своеобразное средство познания действительности.

С развитием вычислительной техники в инженерную графику стали включать лабораторные занятия по компьютерной графике. Занятия проводились в специализированных классах на компьютерах с предустановленным программным обеспечением. В основном использовался пакет *AutoCAD*.

В технических университетах геометро-графические дисциплины преподаются, начиная с первого семестра. Традиционно объем составляет 2 – 3 семестра. В МГТУ им. Н.Э. Баумана, по большинству специальностей, графическая подготовка велась в течение 2-х лет: 1-й семестр – начертательная геометрия, по окончании экзамен; с 1-го по 4-й семестр – инженерная графика, по окончании каждого семестра зачет с оценкой. Компьютерная графика и технический рисунок входили в инженерную графику.

Геометро-графические дисциплины входили в блок общепрофессиональных дисциплин и обеспечивали начальную профессиональную подготовку студентов.

Современное состояние геометро-графической подготовки

Профессиональная подготовка студентов в техническом университете ставит перед геометро-графическим образованием следующие основные задачи:

- интеллектуально развивать студентов, формируя качества мышления, которые характерны для геометро-графической деятельности в выбранной специальности и необходимы человеку для полноценной жизни в обществе;
- передавать конкретные геометро-графические знания, умения и навыки, которые необходимы для изучения смежных дисциплин, для применения в профессиональной деятельности и для продолжения непрерывного образования;

- формировать представления об идеях и методах геометро-графического моделирования как форме описания и познания действительности;
- воспитывать личность в процессе освоения дисциплин геометро-графического цикла [3].

В настоящее время в высшем техническом профессиональном образовании успешно развивается инновационная стратегия комплексной информатизации геометрической и графической подготовки, разработанная Научно-методическим советом по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике Министерства образования и науки Российской Федерации [4].

Главной чертой современной графической подготовки является 3D-моделирование. Оно значительно повышает производительность и качество моделирования, его вариативность и наглядность. На всех стадиях жизненного цикла изделий присутствуют информационные модели, в число которых входят 3D геометрические модели. Современное производство предполагает, что над созданием нового изделия могут одновременно работать дизайнеры, инженеры, экономисты и т.д. В этой связи основополагающей является трехмерная геометрическая модель – математическое описание структуры изделия и геометрических характеристик его элементов. Электронным воплощением геометрической модели становится электронная модель. По существу, электронная модель представляет набор данных, однозначно определяющих форму, структуру и размеры изделия. При необходимости 3D-модель преобразовывается в 2D-модель, т.е. чертеж изделия. Именно электронная модель играет роль первоисточника для всех этапов жизненного цикла изделия, хранится в базе данных проекта и обеспечивает решение инженерных задач при проектировании, производстве, эксплуатации и утилизации.

Таким образом, в состав геометро-графических дисциплин высшего профессионального образования входят следующие дисциплины:

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

Начертательная геометрия является наукой о построении конструктивных моделей пространств, т.е. таких моделей в которых, в отличие от аналитических моделей, элементы пространства отображаются графическими образами [5]. Основная задача начертательной геометрии – разработка теории, методики, алгоритмов построения геометрических моделей объектов, явлений, технологических процессов, т.е. создание теории геометрического моделирования. В начертательной геометрии моделирование объекта решается прямой задачей: по данному объекту и аппарату проецирования получить модель. Конструирование объекта решается обратной задачей: по данной модели и аппарату проецирования сконструировать объект. Наличие конструктивной взаимосвязи объектов и моделей позволяет изучать свойства оригиналов по их моделям. Современная начертательная геометрия с ядром – теорией геометрического моделирования позволяет упорядочить имею-

щиеся методы изображений и осуществлять направленный поиск моделей с наперед заданными свойствами для тех или иных областей приложений.

Университетский курс начертательной геометрии включает в себя лекции и практические занятия. На лекции возможно объединение учебных групп в потоки. Мониторинг усвоения знаний и навыков осуществляется применением системы тестов по каждой изучаемой теме и контрольных работ.

Студенты первого курса не готовы сразу приступить к изучению компьютерной графики, поскольку они еще не имеют достаточных знаний по формообразованию, по оформлению изображений. Основная задача учебной дисциплины «инженерная графика» – построение и оформление изображений в соответствии с ГОСТами, а также создание технической документации.

Инженерная графика – одна из немногих учебных дисциплин, которая идеально интегрируется в компьютерные технологии и предполагает возможность широкого использования интерактивных дидактических средств, автоматизированных обучающих систем, мультимедийных средств представления информации, тестового контроля.

Учебная дисциплина «компьютерная графика» включает в себя стандарты по созданию электронных конструкторских и технологических документов, терминологию, классификацию и структуру модели. Основная задача дисциплины – построение 3D геометрических моделей и оформление технической документации в системах автоматизированного проектирования (САПР).

Анализ способов создания твердотельных моделей в современных САПР, таких как КОМПАС, *AutoCAD*, *Inventor*, *Solid Works*, *T-FLEX*, *Pro/Engineer*, *CATIA* и др., позволяет говорить о возможности создания единого алгоритма твердотельного моделирования вне зависимости от геометрии детали. С этим алгоритмом необходимо знакомить студентов уже на младших курсах.

Обучение инструментальной среде организовано в виде аудиторных занятий в компьютерных классах. Каждый студент обеспечивается учебным пособием, комплектом домашних заданий и лицензионной копией пакета среднего САПР. Это позволяет студентам прорабатывать самостоятельно материал, полученный на аудиторных занятиях, а на последующих занятиях разбирать возникшие вопросы.

Тенденции развития геометро-графической подготовки

В соответствие с ФГОС ВПО геометро-графическая подготовка входит в профессиональный цикл основной образовательной программы (ООП) бакалавриата и специалитета.

В собственных стандартах МГТУ им. Н.Э. Баумана в профессиональном цикле ООП прописаны две учебные дисциплины: начертательная геометрия и инженерная графика.

Под профессиональной геометро-графической компетентностью будем понимать уровень осознанного применения геометро-графических знаний и умений, опирающихся на понимание функциональных и конструктивных особенностей моделируемых объектов

(в частности технических), опыт геометро-графической профессионально-ориентированной деятельности, а также свободную ориентацию в графических информационных технологиях.

Поскольку геометро-графическая подготовка является начальной и базовой в системе высшего профессионального образования, ее основная задача – создание информационно-графической основы для внедрения методов информационной поддержки жизненного цикла изделий (*PLM*-технологий) в общеинженерные и специальные дисциплины на всех этапах обучения, включая курсовое и дипломное проектирование.

Важность этого направления подтверждается принятием новых стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) [6]: ГОСТ 2.051 «Электронные документы. Общие положения»; ГОСТ 2.052 «Электронная модель изделия. Общие положения»; ГОСТ 2.053 «Электронная структура изделия. Общие положения». А также разработкой следующих стандартов: ГОСТ 2.511 «Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения»; ГОСТ 2.512 «Правила выполнения пакета данных для передачи электронных документов. Общие положения»; ГОСТ 2.611 «Электронный каталог изделий. Общие положения»; ГОСТ 2.612 «Электронный формуляр. Общие положения».

Современный уровень развития трехмерной параметрической компьютерной графики, используемой в системах автоматизированного проектирования, принципиально изменил сферу проектно-конструкторской деятельности и ее проявление в графическом документировании [7]. Параметрическая база данных, представленных в форме 3D моделей, становится источником готовых моделей типовых конструкций деталей и узлов. Гибкость и простота изменения геометрических параметров облегчает моделирование в системах автоматизированного проектирования. А возможность выполнения сборки и разборки соединений – исключает случайные ошибки. Принципиально изменяется процесс разработки чертежей по трехмерным моделям деталей и моделям сборочных единиц. Электронные модели изделий являются исходными данными для систем прочностного анализа, кинематики и динамики механизмов. Интуитивно понятный интерфейс и подсистема помощи обеспечивают возможность быстрого и самостоятельного освоения системы автоматизированного проектирования непосредственно в процессе ее практического использования.

Таким образом, геометро-графические дисциплины должны сосредоточиться на геометрическом моделировании и графическом документировании.

Область геометрического моделирования перекрывается начертательной геометрией с ее модельной идеологией. Под моделью понимается материальный или идеальный объект, который рассматривается для изучения исходного объекта (оригинала) и отражает наиболее важные (с точки зрения цели изучения) свойства, качества или параметры оригинала [8]. Моделирование – это построение моделей объектов (предметов, явлений, процессов), существующих в действительности, т.е. замена реального объекта его подходящей копией для исследования этих объектов познания. Геометрическая модель – приближенное представление какого-либо множества объектов или явлений внешнего мира в ви-

де совокупности геометрических многообразий и отношений между ними для получения новых знаний об оригинале. В геометрической модели могут отображаться элементы разной размерности (в каких-либо сочетаниях и отношениях между собой), имеющие свою внутреннюю структуру. Геометрические модели включают и количественные отношения элементов модели. Это количественные характеристики геометрических фигур, полученные в результате измерений, функциональные зависимости между параметрами модели и их аналитические обобщения, связанные с производными, интегралами и т.д. А также алгебраические выражения, направленные на численную реализацию количественных (и качественных) закономерностей (свойств) модели, а следовательно, и реального моделируемого объекта [9].

Для визуализации геометрических моделей используются идеализированные геометрические объекты (точка, линия, плоскость и др.), которые в отличие от реальных объектов обладают набором только наиболее существенных свойств (геометрическая точка имеет только координаты, но не имеет размеров, геометрическая линия не имеет ширины, геометрическая плоскость – толщины и т.д.). Графическая визуализация геометрических моделей представляет собой образ (зрительно/визуально воспринимаемый) идеализированных геометрических объектов, составляющих геометрическую модель.

Геометрическая модель – это идеальная форма существования реального объекта. То есть, прежде чем конструировать какое-либо изображение, необходимо вначале заменить объект реального пространства геометрическим объектом, называемым оригиналом, поскольку в реальном мире мы не всегда оперируем точками, плоскостями и т. п. Другими словами, сначала нужно сконструировать модель реального пространства, а затем построить его изображение – геометрическую модель. Таким образом, геометрическая модель является общим случаем моделей реальных объектов [10], поскольку позволяет получать различные модели, выходящие за рамки реальных объектов. Пример этого – построение моделей многомерных пространств. Такие модели находят применение для отображения процессов и явлений в различных сферах нашей действительности (экономических, экологических, технологических, социальных и т.п.).

Область графического документирования – освоение инженерных языков графического представления информации – прежде всего, о геометрических свойствах изделий, обеспечивающих организацию и управление разработкой и эксплуатацией технических систем [11], – перекрывается учебной дисциплиной «инженерная графика». Основная цель дисциплины – развитие системного мышления, подготовка к решению прикладных задач геометрического моделирования средствами традиционной и компьютерной технологий, а также обучение основам графического документирования при решении задач разработки конструкторской документации.

Выпускник технического университета должен быть всесторонне графически грамотным. Одним из средств, повышающих графическую культуру, является рисунок. Именно технический рисунок предоставляет студентам знания, приемы и правила для выполнения объемных изображений с натуры и по ортогональному чертежу. Выполнение

эскизов как реализация графической мысли, осуществляется также традиционными средствами инженерной графики.

Именно в таком сочетании: научная дисциплина «начертательная геометрия», с ее модельной идеологией, и практическая дисциплина «инженерная графика» как графическое документирование, – геометро-графические дисциплины, поддержанные компьютерными технологиями, обеспечат студентам компетенцию не только в предметной области «инженерная графика», но и в общеинженерных и специальных дисциплинах, вплоть до дипломной работы и практического использования на производстве [12].

Заключение

На кафедре «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э. Баумана разработан учебный процесс с использованием современных информационно-коммуникационных технологий [13, 14]. На факультете «Машиностроительные технологии» («МТ») для современного обучения геометро-графическим дисциплинам выбран пакет *Inventor*. Учебная деятельность студентов экспериментальных групп осуществлялась по разработанным учебно-методическим комплексам дисциплин в контексте формирования междисциплинарных знаний.

Проводилась дискретно-непрерывная форма контроля: на учебных занятиях контролировались посещаемость, успеваемость, сдача заданий в срок, уровень междисциплинарных знаний. Использовалась так же традиционная форма контроля – осуществлялся контроль «выходных» знаний по окончании циклов обучения. Комплексная оценка результатов эксперимента проводилась с помощью информационной управляющей системы МГТУ им. Н.Э. Баумана «Электронный Университет», программный аппарат которой содержит контрольно-измерительные приборы, методы математической обработки статистических данных и другие возможности [15].

В эксперименте приняли участие также преподаватели кафедр «Теория механизмов и машин» и «Детали машин». В качестве экспертов были приглашены представители промышленности: РКК «Энергия», НТЦ «Конструктор», Русская промышленная компания, ЗАО «ПМСОФТ» *National instruments, CSoft, Autodesk CIS, Samsung Electronics, Digital Design* и др. Эксперты отметили качество выполнения курсовых проектов, а также высокую эффективность использования современных информационных технологий, в том числе, при оформлении наглядного материала к защите курсовых проектов.

В эксперименте принимали участие более 1400 студентов, 25 преподавателей кафедры «Инженерная графика», преподаватели кафедр «Теория механизмов и машин», «Детали машин», выпускающих кафедр факультета «МТ» МГТУ им. Н.Э. Баумана, а так же специалисты производства и работодатели.

Результаты эксперимента свидетельствуют об эффективности разработанной технологии обучения в контексте формирования междисциплинарных знаний и обеспечения требований ФГОС ВПО.

Список литературы

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013–2020 годы (Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 295). // *Тематический сборник журнала «Вестник московского образования»*. 2014. № 2. С. 8.
2. Покровская М.В. *Инженерная графика: панорамный взгляд (научно-педагогическое исследование)*. // М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. 1999. 138 с.
3. Гузненков В.Н., Якунин В.И. Геометро-графическая подготовка как интегрирующий фактор образовательного процесса. // *Образование и общество*. 2014. Т. 2. №85. С. 26–28.
4. Якунин В.И., Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Соснина О.А. Инновационная стратегия комплексной информатизации геометрической и графической подготовки в высшем техническом профессиональном образовании на современном этапе. // *Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе. Сб. тр. Междунар. науч.-метод. конф. посвящ. 80-летию АГТУ*. (5-17 сентября 2010 года.) Астрахань: Изд-во АГТУ. 2010. С. 228–235.
5. Джапаридзе И.С. *Начертательная геометрия в свете геометрического моделирования*. Тбилиси: Изд-во «Ганатлеба». 1984. 208 с.
6. *Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации (КГП-2014)* // *Материалы IV Международной интернет-конференции. Пермь: февраль – март 2014 г.* Режим доступа: <http://dgng.pstu.ru/conf2014/> (дата обращения: 10.02.2015).
7. Гузненков В.Н. Преподавание информационных технологий в графических дисциплинах технического университета. // *Открытое образование*. 2013. № 1. С. 4–7.
8. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Модель как ключевое понятие геометро-графической подготовки. // *Alma mater (Вестник высшей школы)*. 2013. № 4. С. 82–87.
9. Иванов Г.С. Перспективы начертательной геометрии как учебной дисциплины. // *Геометрия и графика*. 2013. Т. 1. вып.1. С. 26–27.
10. Якунин В.И., Гузненков В.Н. Геометрическое моделирование как обобщение методов прикладной геометрии и ее разделов. // *Интеграл*. 2012. № 5. С. 26–27.
11. Горшков Г.Ф. *Графические основы геометрического моделирования: Учебное пособие*. М.: Изд-во ГОУ ВПО «Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет)». 2009. 154 с.
12. Гузненков В.Н. Геометро-графическая подготовка в техническом университете. // *Российский научный журнал*. 2013. № 6. С. 159–166.
13. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Учебный процесс с использованием графических пакетов. // *Теория и практика общественного развития*. 2014. № 1. С. 173–175.

14. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Информационное оснащение аудиторных занятий. // *Теория и практика общественного развития*. 2013. № 12. С. 249–252.
15. Федоров И.Б., Черненький В.М., ред. *Информационная управляющая система МГТУ им. Н.Э. Баумана «Электронный университет»: концепция и реализация*. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009. 376 с.