



## ПРАКТИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

**В.Н. ГУЗНЕНКОВ,**

к. т. н., доц. кафедры графики

Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана

E-mail: vn@bmstu.ru

### ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

*Дано определение профессиональной геометро-графической компетентности. Рассмотрена структура геометро-графических дисциплин в техническом университете, среди каковых выделены начертательная геометрия, технический рисунок, инженерная графика и компьютерная графика. Описаны результаты педагогического эксперимента.*

**Ключевые слова:** геометро-графическое образование, начертательная геометрия, технический рисунок, инженерная графика, компьютерная графика.

#### Описание проблемы

В современных условиях к подготовке специалистов предъявляются повышенные требования. Основная цель ВПО — подготовка квалифицированного работника, т.е. специалиста, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентирующегося в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, профессиональной и социальной мобильности.

Новая образовательная парадигма ориентирует на развитие компетентности, эрудиции, творчества и культуры личности. Это новая качественная ступень, ставящая во главу угла не только знания, умения и навыки, но и воспитание, формирование профессиональных компетентностей<sup>1</sup>.

Профессиональная подготовка студентов в техническом университете ставит перед геометро-графическим образованием нижеследующие основные цели:

- ◆ интеллектуально развивать студентов, формируя качества мышления, которые характерны для геометро-графической деятельности в выбран-

ной 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, 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.

Под профессиональной геометро-графической компетентностью понимаются:

- ◆ 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;
- ◆ свободная ориентация в графических информационных технологиях.

Таким образом, геометро-графическое образование следует рассматривать как важнейшую составляющую современной профессиональной подготовки специалиста в техническом университете. Она предназначена обеспечивать системные связи в техническом университете за счет геометро-графических методов исследования пространственных форм, от-

<sup>1</sup> В соответствии с ФГОС ВПО результаты обучения предполагается описывать с помощью компетенций, представляющих собой совокупность знаний, умений, навыков, творческих способностей и личностных качеств, которые студент может продемонстрировать после завершения образовательной программы (или ее части).

ношений, закономерностей, свойств, присущих объектам реального мира. Геометро-графическое образование:

- ◆ создает базу для обучения специалиста, способного к профессиональному росту не только в одной узковыбранной области, но и в смежных областях;
- ◆ оказывает большое влияние на профессиональное становление будущих специалистов (развитие логики, мышления, проективного видения и интеллекта), обуславливая универсальные способности специалиста и его конкурентоспособность.

В настоящее время разработаны научные основы формирования структуры и содержания, а также методологические подходы к обучению дисциплинам графического цикла<sup>2</sup>. Однако необходимо отметить, что проблема геометро-графического образования с систематизирующим ядром — теорией геометрического моделирования — не нашла еще должного отражения в теории и методике профессионального технического образования [1].

## Геометро-графические дисциплины технического университета

Весь комплекс геометро-графических дисциплин технического университета можно разделить на:

- ◆ научную дисциплину (начертательная геометрия);
- ◆ практические дисциплины (технический рисунок и инженерная графика);
- ◆ технологическую дисциплину (компьютерная графика).

Современная начертательная геометрия может быть определена как раздел математики, изучающий теорию методов отображения пространств различных структур и размерностей друг на друга [2]. 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.

**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 [3]. 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 — это приближенное представление какого-либо множества объектов, явлений внешнего мира в виде 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 др.;
- ◆ алгебраические выражения, направленные на численную реализацию количественных (и качественных) закономерностей (свойств) модели, а следовательно, и реального моделируемого объекта.

Таким образом, геометрическое моделирование позволяет с помощью геометрических преобразований исследовать пространственные (пространственно-подобные) формы, отношения (количественные и качественные), закономерности, свойства, присущие объектам реального мира [4].

Геометрическое моделирование включает нижеследующие составные части — четыре принципа построения моделей:

- ◆ объект моделирования (с указанием области отображения) — определение прообраза / оригинала модели или геометрическое множество, которое следует отобразить (моделировать);
- ◆ носитель модели (указание области принятия отображения) — какое множество служит для конструирования модели;
- ◆ отображение (модель) — чем отображается оригинал на носителе данной модели, как конструируется модель или какое геометрическое множество служит моделью (областью прибытия);
- ◆ аппарат отображения: основным способом конструирования отображений в классических методах начертательной геометрии является композиция (произведение) проецирования и сечений.

Выделенные четыре принципа построения геометрических моделей позволяют развивать, дополнять и уточнять уже разработанные теории и строить новые геометрические теории.

### Геометрическая модель

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 др.). Графическая визуализация геометрических моделей представляет собой образ (зрительно / визуально воспринимаемый) идеализированных геометрических объектов, составляющих геометрическую модель.

Геометрическая модель — идеальная форма существования реального объекта, т.е. прежде чем конструировать какое-либо изображение, необходимо вначале заменить объект реального пространства на геометрический объект, называемый оригиналом, поскольку в реальном мире мы не всегда оперируем точками, плоскостями и др. Иными словами, сначала нужно скон-

<sup>2</sup> Г.Ф. Горшков, Л.П. Григорьевская, Г.С. Иванов, Г.А. Иващенко, Ю.Ф. Катханова, И.Б. Кордонская, А.А. Павлова, М.В. Покровская, В.А. Рукавишников, Р.М. Сидорук, Е.И. Шангина, В.И. Якунин и др.

струировать модель реального пространства, а затем построить его изображение — геометрическую модель. Поэтому можно сказать, что геометрическое моделирование занимается построением «модели моделей».

Таким образом, геометрическая модель является общим случаем моделей реальных объектов, поскольку позволяет получать различные модели, выходящие за рамки реальных объектов: например, построение моделей многомерных пространств. Такие модели находят применение для отображения процессов и явлений в различных сферах нашей действительности (экономических, экологических, технологических, социальных и др.).

Выпускник технического университета должен быть всесторонне графически грамотным. Одно из средств, повышающих графическую культуру, это рисунок.

Цель дисциплины «Технический рисунок» состоит в получении студентами знаний, приемов и правил для выполнения объемных изображений с натуры и по ортогональному чертежу, построению на них собственных и падающих теней. Задачи рисунка сводятся к тому, чтобы развить у студентов пространственное восприятие формы, чувство пропорций, красоты и совершенства формы. Курс технического рисунка:

- ◆ систематизирует материал по выбору метода наглядного изображения;
- ◆ знакомит с построением перспективного изображения, вопросами цвета, отмывки и штриховки;
- ◆ дает краткие сведения по построению светотени и падающих теней.

## Учебная дисциплина «Инженерная графика»

Учебная дисциплина «Инженерная графика» охватывает область графического документирования и включает освоение инженерных языков графического представления информации, прежде всего о геометрических свойствах изделий, обеспечивающих организацию и управление разработкой и эксплуатацией технических систем. 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.

В настоящее время актуально геометрическое компьютерное моделирование, при котором геометрическая модель представляется информационной (компьютерной) моделью с помощью средств компьютерной графики.

**Компьютерная графика** — отрасль знаний, которая, с одной стороны, представляет комплекс аппаратных и программных средств, используемых для формирования, преобразования и выдачи информации в визуальной форме. С другой стороны, под компьютерной графикой понимают совокупность методов и приемов для преобразования данных в графическое представление. Компьютерная графика — область де-

ятельности, в которой компьютеры используются в качестве инструмента как для создания изображений, так и обработки визуальной информации, полученной из реального мира.

Для моделирования в среде графического редактора используется обобщенная информационная модель геометрического объекта. Она включает:

- ◆ изображаемый объект (его геометрическую форму или рисунок);
- ◆ его параметры (размеры, пропорции, цвет);
- ◆ действия по формированию изображения (перемещение, копирование, редактирование, поворот, отражение, изменение размеров и пропорций).

Стратегически новым подходом к информатизации геометрической и графической подготовки становится обеспечение требований информационной поддержки жизненного цикла изделий [5]. В данной связи основополагающей представляется трехмерная геометрическая модель — математическое описание структуры изделия, полный набор координат и геометрических характеристик его элементов.

Электронным воплощением геометрической модели становится *электронная модель изделия*. По существу, электронная модель представляет собой набор данных, однозначно определяющий требуемую форму и размеры изделия. Именно электронная модель играет роль первоисточника для всех этапов жизненного цикла изделий. Она хранится в базе данных проекта изделия и обеспечивает решение инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации.

Современный уровень развития трехмерной параметрической компьютерной графики, используемой в системах автоматизированного проектирования, принципиально изменил сферу проектно-конструкторской деятельности и ее проявление в графическом документировании.

Параметрическая база данных, представленных в форме 3D-моделей, становится источником готовых моделей типовых конструкций узлов и деталей. Гибкость и простота изменения любых геометрических параметров позволили моделировать процессы сборки и разборки, а при необходимости и процесс соответствующей технологии обработки. Основными исходными данными для всех систем прочностного анализа, а также анализа кинематики и динамики нагруженных деталей и сборочных единиц являются трехмерные геометрические модели деталей и сборок. Принципиально изменяется процесс разработки чертежей по их трехмерным моделям. Интуитивно понятный интерфейс и подсистема помощи обеспечивают возможность быстрого и самостоятельного освоения системы непосредственно в процессе ее практического использования. За традиционными графическими средствами инженерной графики остается разработка содержательных эскизов, по которым могут быть получены не только их двухмерные, но и трехмерные компьютерные представления.

Отдельно следует выделить компьютерную поддержку учебного процесса [6; 7]. Современные информационно-коммуникационные технологии становятся

системообразующим фактором в развитии инженерной графики. Их инновационный характер в рассматриваемой нами области вносит изменения в нижеследующие стороны образовательного процесса:

- ◆ изменяется традиционная система организации когнитивных процессов. Облегчая многие рутинные операции, информационные технологии высвобождают обучаемым время для профессиональной творческой деятельности, выводят их на путь раскованной, быстрореализуемой поисковой продуктивной работы;
- ◆ расширяется междисциплинарная область приложения инженерной графики, что обеспечивает качественно новый уровень создания широкого спектра графических образных моделей, визуализацию любой научно-технической информации;
- ◆ изменяется темп развития мыслительной деятельности, активизируется мотивационная составляющая образования;
- ◆ преобразуется коммуникативная сфера как в области субъект-объектных, так и субъект-субъектных отношений, делая их мультивариативными, внося в становление личности осознание причастности к мировому сообществу.

Информационные и телекоммуникационные технологии позволяют создавать новые формы изложения учебного материала в виде электронных учебников, компьютерных лекций и лабораторных работ, телеконференций, дистанционного обучения.

### Экспериментальная реализация учебной дисциплины

На основе предложенной выше концепции разработан и реализован экспериментальный учебный процесс на факультете «Машиностроительные технологии» (МТ) МГТУ им. Н.Э. Баумана<sup>3</sup>. В качестве контрольных были выбраны факультеты «Специальное машиностроение», «Энергомашиностроение» и отраслевой факультет «Ракетно-космическая техника» (студенты обучались по традиционной методике).

Уровень начальных знаний студентов традиционно примерно одинаков. Это подтверждается сравнением проходных баллов, ЕГЭ и результатами тестирования студентов экспериментальных и контрольных групп на первом курсе.

Анализ развития отечественной промышленности и требований работодателей, проведенный кафедрой «Инженерная графика» и выпускающими кафедрами научно-учебного комплекса «Машиностроительные технологии», определил выбор основного пакета компьютерной графики *Autodesk Inventor*. Анализ учебных планов специальностей факультета МТ показал возможность использования пакета *Autodesk Inventor* практически во всех дисциплинах блоков общеинженерной подготовки и специальной подготовки студентов.

Учебная деятельность студентов экспериментальных групп на кафедре «Инженерная графика» осуществ-

лялась по 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 также 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 данных и иные возможности [8].

Сравнительный качественный и количественный анализ итогов эксперимента свидетельствует об эффективности разработанной системы обучения. Повтор эксперимента в последующие годы показал хорошую сходимостью результатов.

На следующем этапе эксперимента оценивалась успеваемость студентов по общеинженерным дисциплинам «Теория механизмов и машин» и «Детали машин». Преподаватели кафедр «Теория механизмов и машин» и «Детали машин» отметили, что сдача заданий в срок по факультету МТ возросла на 10—15%, при этом оценки улучшились.

На этапе курсовых проектов, помимо преподавателей выпускающих кафедр, экспертами выступали 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 т.ч. при оформлении наглядного материала к защите курсовых проектов.

### Заключение

В нашем эксперименте приняли участие более 1400 студентов и 25 преподавателей кафедры «Инженерная графика», а также преподаватели кафедр «Теория механизмов и машин», «Детали машин», выпускающих кафедр факультета МТ, сотрудники деканатов, работники Учебного управления и Методического управления МГТУ им. Н.Э. Баумана, специалисты производства, работодатели. Ресурсное обеспечение эксперимента включало обеспечение:

- ◆ нормативно-правовое;
- ◆ научно-методическое;
- ◆ информационное;
- ◆ кадровое;
- ◆ материальное (дидактическое, техническое, технологическое);
- ◆ мотивационное.

Массовость эксперимента, анализ результатов на старших курсах, повтор положительного результата в последующие годы подтверждают правильность разработанной и реализованной в МГТУ им. Н.Э. Баумана концепции геометро-графического образования в техническом университете.

<sup>3</sup> Участвовали 445 студентов на курсе.

Литература

1. Якунин В.И., Гузненков В.Н. Геометрическое моделирование как обобщение методов прикладной геометрии и ее разделов // Интеграл. — 2012. — № 5. — С. 26—27.
2. Иванов Г.С. Теоретические основы начертательной геометрии. — М.: Машиностроение, 1998.
3. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Модель как ключевое понятие геометро-графической подготовки // Alma mater (Вестник высшей школы). — 2013. — № 4. — С. 82—87.
4. Якунин В.И., Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Геометрическое моделирование как междисциплинарный язык // Дискуссия. — 2012. — № 12. — С. 161—166.
5. 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 // Материалы Международной научно-методической конференции, посвященной 80-летию АГТУ. — Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. — С. 228—234.
6. Гузненков В.Н. Информационные технологии в графических дисциплинах технического университета // Образование и общество. — 2012. — № 6. — С. 57—60.
7. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Информационное оснащение аудиторных занятий // Теория и практика общественного развития. — 2013. — № 12. — С. 249—252.
8. Информационная управляющая система МГТУ им. Н.Э. Баумана «Электронный университет»: концепция и реализация. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.

References

1. Yakunin, V.I., Guznenkov, V.N. Geometric modeling as generalization of methods of applied geometry and it's parts // Integral. — 2012. — No. 5. — P. 26—27.
2. Ivanov, G.S. Theoretical fundamentals of descriptive geometry. — M.: Mashinostroenie, 1998.
3. Guznenkov, V.N., Zhurbenko, P.A. Model as key meaning of geometry graphic training // Alma mater (Vestnik vysshei shkoly). — 2013. — No. 4. — P. 82—87.
4. Yakunin, V.I., Guznenkov, V.N., Zhurbenko, P.A. Geometric modeling as inter-disciplinary language // Discussion. — 2012. — No. 12. — P. 161—166.
5. Yakunin, V.I., Sidoruk, R.M., Raikin, L.I., Sosnina, O.A. Innovative strategy for complex informatization of geometry & graphic training in higher technical professional education at modern stage // Materials of International scientific methodical conference as to 80<sup>th</sup> anniversary of AGTU. — Astrakhan, AGTU Publ., 2010. — P. 228—234.
6. Guznenkov, V.N. Information technologies in graphic disciplines at technical university // Education & society. — 2012. — No. 6. — P. 57—60.
7. Guznenkov, V.N., Zhurbenko, P.A. Informational fitting out of auditorium lessons // Theory & practice of social development. — 2013. — No. 12. — P. 249—252.
8. Information management system of N.E. Bauman's MG TU "Electronic university": conception & development. — M.: N.E. Bauman's MG TU Publ., 2009.



**М.Е. САНГАЛОВА,**

*к. педагог. н., доц.*

*кафедры математики, теории и методики обучения математике*

*Арзамасский филиал*

*Нижегородского государственного университета*

*им. Н.И. Лобачевского*

*E-mail: smolyanka77@mail.ru*

## ПОСТАНОВКА ЦЕЛЕЙ И РАЗРАБОТКА КУРСОВ ПО ФГОС НА ПРИМЕРЕ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА»

*Обсуждена проблема постановки целей при разработке учебных курсов. Представлена трехуровневая схема взаимодействия целей и содержания обучения — методология проекта Tuning Educational Structures in Europe, адаптированная к задачам разработки курсов. Представлен пошаговый алгоритм разработки курсов на теоретическом уровне и показана его реализация для курса «Математическая логика».*

**Ключевые слова:** *постановка целей, разработка учебных курсов, высшее образование, математическая логика.*

Реформирование системы ВПО ставит перед преподавателем вуза новые задачи. Прежде всего, это предоставление образовательных услуг на современном уровне. Отсюда вытекает необходимость переработки имеющихся и создания новых курсов.

Современным требованиям должны отвечать содержание, методы проведения занятий, средства обучения и контроля. Все перечисленное определяет взаимосвязанные задачи, которые должен решить

преподаватель при разработке учебного курса и подготовке к конкретному занятию.

Приоритет решения данных задач определяет, конечно, сам разработчик. Однако очевидно, что изменение методов проведения занятий повлечет за собой те или иные изменения предметного содержания, потребует других средств обучения, повлияет на контроль знаний. Аналогично и для других компонентов образовательного процесса.