

УДК 378.147:372.8

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

Гузников В.Н., Журбенко П.А., Винцулина Е.В.

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

В статье представлена учебная дисциплина инженерная графика. Показаны ее объемы и методика преподавания. Описаны разделы учебной дисциплины. Первый раздел посвящен геометрическим построениям на плоскости. Второй раздел – «Построение изображений». Этот раздел имеет основополагающее значение в инженерной графике. Описаны этапы выполнения заданий этого раздела. Объем следующих разделов: «Соединения и их элементы», «Эскизирование», «Выполнение чертежа общего вида», «Деталирование» и «Составление сборочного чертежа» – от одного до трех семестров. Цель раздела «Эскизирование» – изучить правила выполнения эскизов деталей, способов обмера деталей и выполнение по эскизу чертежа детали. Описаны рекомендуемые этапы выполнения эскизов. Выполняемый студентами чертеж общего вида сборочной единицы должен содержать необходимое и достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений). Основная цель раздела «Деталирование» – совершенствование знаний и навыков в чтении чертежей и закрепление знаний по выполнению чертежей деталей. Это самый сложный раздел курса инженерной графики. Последний раздел учебной дисциплины инженерная графика – «Составление сборочного чертежа». Параллельно во втором семестре предусмотрены лабораторные работы по компьютерной графике в объеме 17 часов. Цель лабораторных работ – научиться создавать электронные геометрические модели деталей и выполнять электронные чертежи с использованием системы автоматизированного проектирования. Дальнейшая интенсификация процесса обучения по инженерной графике связана с увеличением объемов компьютерной графики.

Ключевые слова: высшее техническое образование, инженерная графика, компьютерная графика, электронная геометрическая модель детали, электронный чертеж

METHOD OF TEACHING ENGINEERING GRAPHICS IN BMSTU

Guznikov V.N., Zhurbenko P.A., Vintsulina E.V.

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

The article presents the academic discipline engineering graphics. Showing its volume and methods of teaching. The sections of the discipline are described. The first section is devoted to geometric constructions on the plane. The second section «Building images». This section is fundamental in engineering graphics. The stages of the tasks in this section are described. The scope of the following sections: «Connections and their elements», «Sketching», «Making a general view drawing», «Detailing» and «Drawing an assembly drawing» – from one to three semesters. The purpose of the «Sketching» section is to study the rules for making sketches of details, methods for measuring details and performing a detail drawing on a sketch. The recommended steps for sketching are described. The general form drawing by the students of an assembly unit must contain the necessary and sufficient number of images (views, sections, cross sections). The main objective of the «Detailing» section is to improve the knowledge and skills in reading drawings and consolidate knowledge on the implementation of detail drawings. This is the most difficult section of the course of engineering graphics. The last section of the discipline engineering graphics – «Drawing an assembly drawing». In parallel, the second semester provided laboratory work on computer graphics in the amount of 17 hours. The purpose of laboratory work is to learn how to create electronic geometric models of details and carry out electronic drawings using a computer-aided design system. Further intensification of the engineering graphics learning process is associated with an increase in the volume of computer graphics.

Keywords: higher technical education, engineering graphics, computer graphics, electronic geometric model details, electronic drawing

Учебная дисциплина «инженерная графика» относится к общеобразовательным дисциплинам в высшем техническом образовании. Это первая дисциплина инженерного цикла [1]. Наличие в инженерной графике ком-

пьютерной составляющей позволяет говорить о сквозной информационной подготовке в течение всего времени обучения [2]. В Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

инженерную графику преподают всем студентам. При разном объеме изучаемого материала – от двух семестров до четырех семестров, в зависимости от направления подготовки – содержание учебной дисциплины остается примерно одинаковым [3].

Содержание учебной дисциплины

Первый раздел посвящен геометрическим построениям на плоскости. Помимо выполнения различных видов сопряжений, построения касательных, деления отрезков и окружностей на равные части, этот раздел является компенсационным. Отсутствие с конца прошлого века предмета черчение в обязательной программе средней образовательной школы вынуждает объяснять студентам даже правила пользования чертежными инструментами.

В ходе выполнения задания «Плоский контур» студенты изучают стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД): ГОСТ 2.301-68 Форматы; ГОСТ 2.302-68 Масштабы; ГОСТ 2.303-68 Линии; ГОСТ 2.301-81 Шрифты чертежные.

Второй раздел «Построение изображений». Основу всякого чертежа составляют изображения, которые в совокупности должны дать полное, точное и однозначное представление о геометрической форме предмета. Следует понимать, что сведения о форме предмета, которые содержатся в изображениях на чертеже, не могут быть переданы никаким другим способом (например, с помощью словесного описания или рисунка) с той же полнотой, однозначностью и наглядностью. Поэтому этот раздел имеет основополагающее, фундаментальное значение в инженерной графике. Правила изображения пространственных форм на чертеже установлены ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды, разрезы, сечения. Задания по этой теме включают наиболее часто встречающиеся простейшие поверхности: плоскость, цилиндрическая, коническая, сферическая.

Задания носят индивидуальный характер и состоят из шести задач, расположенных по мере усложнения. Условия каждой задачи представлены двумя проекциями предмета. Нужно построить

третью проекцию, на изображениях выполнить необходимые разрезы. Каждая задача имеет свою специфику. В задаче 1 надо выполнить местный разрез. В задаче 2 надо выполнить простые разрезы, чтобы показать внутренние полости, в том числе для выявления отверстий, расположенных по окружности на круглом фланце. В задаче 3 предусмотрено наличие прямоугольного фланца с отверстиями, и обязательными элементами являются ребра жесткости. Разрезы выполняются простые и сложные, используется условность изображения ребер жесткости в разрезе. В задачах 4 и 5 требуется построить линии пересечения исходных тел (гранных и тел вращения) с гранями призматических сквозных отверстий. В задаче 6 задан полый шар с отверстиями. Задачи решаются в порядке задания, тем самым обеспечивается переход от простого к более сложному и поэтапность проработки материала. Каждую задачу студенты сначала выполняют на так называемых черновиках. Фактически это предварительная проработка задания с помощью чертежных инструментов с последующим переносом задания на лист ватмана. При этом задачи выполняются без применения масштабов уменьшения.

Работа над каждой задачей складывается из следующих этапов:

- прочитать чертеж-задание, т.е. понять, из каких геометрических форм составлен данный предмет, какими размерами определяется каждый из его элементов;
- вычертить две заданные проекции предмета и построить третью проекцию;
- в последних трех задачах построить изображения сквозных отверстий;
- выполнить необходимые разрезы, чтобы выявить внутренние полости.

Все перечисленные этапы относятся к предварительному выполнению задач на черновиках. После того как преподаватель разрешит перенести задачу на лист, студент вычерчивает задание с решением тонкими линиями и наносит размеры. Обводку чертежа производят с разрешения преподавателя.

Первый и второй разделы учебной дисциплины – инженерная графика по объему занимают весь первый семестр.

Следующие разделы: «Соединения и их элементы», «Эскизирование», «Выполнение чертежа общего вида», «Деталирование» и «Составление сборочного чертежа». Общий объем этих разделов от одного до трех семестров. Для немашиностроительных направлений подготовки некоторые разделы объединяются. Например, соединения деталей рассматриваются в разделе «Выполнение чертежа общего вида», а сборочный чертеж составляют по условиям раздела «Деталирование».

Цель раздела «Эскизирование» – изучить правила выполнения эскизов деталей, способов обмера деталей и выполнение по эскизу чертежа детали.

Выполнение чертежей деталей студентами отличается от практики производства. Сначала необходимо научить студентов анализировать поверхности, ограничивающие деталь, и изображать саму деталь, ограниченную этими поверхностями. Студенту трудно представить деталь, не видя ее в натуре. Поэтому студенты начинают со знакомства с самой деталью и выполнения ее эскиза, а потом выполняют чертеж детали.

Эскиз должен быть выполнен настолько понятно, подробно и технически грамотно, чтобы по нему можно было составить чертеж, не прибегая к повторному изучению и обмеру детали.

В этом разделе максимально прорабатывается стандарт ГОСТ 2.307-68 Нанесение размеров и предельных отклонений. В качестве задания используются реальные детали различной степени сложности. Отдельные детали не связаны между собой в изделии, неизвестна их роль в механизме, поэтому нанесение размеров главным образом связано с удобством их использования при изготовлении деталей. Наносить размеры следует так, чтобы по ним можно было легко разметить деталь перед обработкой, провести необходимые замеры во время и после обработки.

Рекомендуемые этапы выполнения эскиза:

- выполнить рамку и заполнить основную надпись;
- тонкими линиями вычертить габаритные прямоугольники изображений;

– сразу на всех изображениях нанести осевые линии, а также основные контурные;

- нанести все видимые контурные линии, учитывая необходимые разрезы;
- провести выносные и размерные линии (этот этап можно выполнить без детали);
- обмерить деталь и вписать размеры;
- окончательно оформить эскиз.

Все этапы контролируются преподавателем.

Выполняя чертеж детали, студент проверяет ее эскиз. В первую очередь проверке подвергаются размеры. Ведь чертеж детали выполняют по размерам которые указаны на эскизе. Если на эскизе не окажется какого-либо размера, его необходимо измерить по детали, внести в эскиз и после этого использовать для чертежа детали.

Выполняемый студентами чертеж общего вида сборочной единицы должен содержать необходимое и достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений) для того, чтобы по нему можно было установить:

- основные размеры сборочной единицы;
- какие детали и в каком количестве входят в сборочную единицу;
- форму и размеры каждой детали;
- способы соединения деталей между собой;
- устройство сборочной единицы и принцип ее работы;
- обработку, выполняемую в процессе сборки.

Основная цель раздела «Деталирование» – совершенствование знаний и навыков в чтении чертежей и закрепление знаний по выполнению чертежей деталей. Это самый сложный раздел курса инженерной графики. При выполнении задания студент имеет перед собой чертеж и по нему, не видя самих деталей, должен определить их форму и размеры, а также взаимосвязь в сборочной единице.

Цель раздела «Составление сборочного чертежа» – закрепить знания и навыки чтения чертежей, ознакомить студентов с содержанием сборочного чертежа, требованиями к нему и правилами его составления, знать правила выполнения спецификации, развивать

знания и умения в подборе стандартных деталей (в том числе крепежных) для сборочной единицы.

Сборочный чертеж должен содержать изображение сборочной единицы, дающее представление о взаимном расположении составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность сборки и контроля сборочной единицы. Сборочный чертеж целесообразно выполнять с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД [4].

Это последний раздел учебной дисциплины «инженерная графика».

Параллельно во втором семестре предусмотрены лабораторные работы по компьютерной графике в объеме 17 часов [5]. Объем и содержание лабораторных работ одинаковы для всех направлений подготовки. Занятия проводятся в компьютерных классах. Цель лабораторных работ – научиться создавать электронные геометрические модели деталей и выполнять электронные чертежи с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР). Занятия проводятся в компьютерном классе с возможностью печати чертежей. В зависимости от направления подготовки студенты работают в САПР Autodesk Inventor или SolidWorks [6].

На занятиях студенты изучают алгоритмы и методы решения задач построения электронных геометрических моделей и выполнения электронных чертежей деталей. Моделирование начинается с построения плоского контура, предназначенного для проработки построения примитивов, наложения геометрических зависимостей и простановки размерных зависимостей. Потом студенты создают электронные модели геометрических тел: призма, пирамида со сквозным отверстием, шар со сквозными отверстиями. Для построения моделей в этих задачах используются базовые операции. Далее рассматриваются предметы, близкие по конфигурации к деталям, которые часто используют в машиностроении – тела вращения и не тела вращения. При построении моделей в этих операциях используются как базовые операции, так и конструкционные. При

выполнении чертежей изучаются построения видов, выполнение простых, сложных (ступенчатых) и местных разрезов, сечений, выносных элементов, соединение вида и разреза на одном изображении, нанесение размеров на чертеже. Моделирование и выполнение чертежей осуществляется с учетом стандартов ЕСКД на электронный документооборот.

Заключение

Дальнейшая интенсификация процесса обучения по инженерной графике связана с увеличением объемов компьютерной графики [7]. Только выполнение эскизов нельзя осуществлять с помощью компьютеров (технологии Sketch пока не применяются при обучении студентов). Компьютерную графику можно преподавать начиная с первого семестра [8]. Раздел «Построение изображений» необходимо дополнить электронным геометрическим моделированием с изучением стандартов ЕСКД на электронный документооборот. Так, из компьютерной графики второго семестра можно перенести задачи по моделированию и выполнению чертежей призмы, пирамиды со сквозным отверстием (рис. 1), шара со сквозными отверстиями (рис. 2).

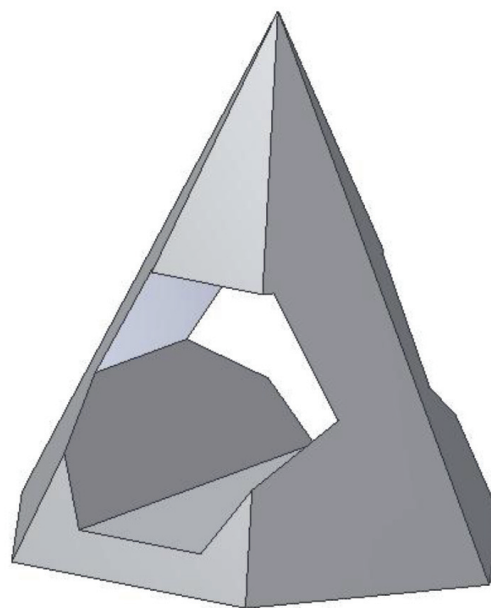


Рис. 1. Электронная геометрическая модель пирамиды со сквозным отверстием



Рис. 2. Электронная геометрическая модель полого шара со сквозными отверстиями

В дальнейшем студенты будут практиковаться в выполнении электронных геометрических моделей деталей и сборочных единиц [9]. А для того, чтобы использовать несомненное преимущество моделирования в системе автоматизированного проектирования – при внесении изменений в геометрию модели детали чертеж детали перестраивается автоматически – необходимо придерживаться стратегии построения электронных геометрических моделей деталей [10]. При этом тематика заданий должна быть максимально приближена к будущей специальности студентов [11]. Это повышает мотивацию изучения дисциплины.

Выполнение творческих задач, участие в олимпиадах и практических соревнованиях различного уровня также способствует повышению интереса к изучаемой дисциплине [12, 13].

Еще один резерв связан с тем, что преподаватель, как правило, больше времени уделяет отстающим студентам. Создание обучающих материалов нового типа – видеолекции, видеоуроки [14] – как дополнительный материал для отстающих студентов позволит преподавателю больше времени уделять всем студентам.

Наконец, компенсационную часть первого раздела можно сократить, если его скорректировать по результатам входного тестирования знаний, умений и навыков по инженерной графике бывших абитуриентов на первом занятии. Это особенно важно для направлений

подготовки с малым объемом инженерной графики.

Список литературы

1. 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.
2. Бочарова И.Н., Демидов С.Г. Инженерная графика как база интеграции общеинженерных дисциплин в техническом университете // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 4–5. С. 25–28.
3. 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.
4. Седов Л.А., Коробочкина Н.В. Сборочный чертеж: метод. указания к домашнему заданию по курсу «Инженерная графика». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 26 с.
5. Демидов С.Г. Компьютерное моделирование в графической подготовке студентов технического университета // Российский научный журнал. 2015. № 1 (44). С. 143–145.
6. Гузнецков В.Н., Журбенко П.А., Бондарева Т.П. SolidWorks 2016: Трехмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 124 с.
7. Guznenkov V., Zhurbenko P. Electronic Geometric Modeling is the Basis of Modern Geometric Graphic Education in the Technical University. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 809. P. 1268–1273.
8. Покровская М.В. Инженерная графика: панорамный взгляд: научно-педагогическое исследование. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1999. 137 с.
9. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А. Применение компьютерных технологий в инженерно-графической подготовке студентов // Альманах современной науки и образования. 2012. № 10. С. 41–43.
10. Гузнецков 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. 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.
12. Danilova U., Gavrilenko G. Biomimetical approach Training Students of Technical Institutes in Graphic Disciplines with Aim of Developing Creativity and Formation of Professional Culture of the Engineer. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 809. P. 1572–1581.
13. Гавриленко Г.А., Данилова У.Б. Профессиональные соревнования как один из аспектов формирования образовательной креативной среды // Новые информационные технологии в образовании: сборник научных трудов 18-й международной научно-практической конференции / Под общ. ред. Д.В. Чистова. 2018. С. 489–491.
14. Гузнецков В.Н., Журбенко П.А. Учебная дисциплина «Компьютерная графика» для системы открытого образования // Информатизация инженерного образования – ИНФОРИНО-2018: материалы IV Международной научно-практической конференции (23–26 октября 2018 г., Москва). М.: Издательство МЭИ, 2018. С. 84–87.