

З.Н. Уласевич В.П. Уласевич Д.В. Омесь

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Практикум

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений высшего образования
по техническим специальностям

2-е издание, переработанное



Минск
«Вышэйшая школа»
2020

УДК 744:621(076.58)

ББК 30.11я73

У47

Рецензенты: кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля» Белорусского национального технического университета (заведующий кафедрой доктор педагогических наук, профессор *Л.С. Шабeka*); заведующий кафедрой «Инженерная графика» учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» кандидат технических наук, доцент *Г.И. Касперов*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

ISBN 978-985-06-3156-5

© Уласевич З.Н., Уласевич В.П., Омесь Д.В., 2015
© Уласевич З.Н., Уласевич В.П., Омесь Д.В., 2020,
с изменениями
© Оформление. УП «Издательство “Вышэйшая школа”», 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Значительные социально-экономические преобразования в Республике Беларусь предъявляют новые требования к творческому и интеллектуальному потенциалу инженера. Современный инженер должен обладать развитым нестандартным творческим мышлением, владеть современными компьютерными технологиями, быть конкурентоспособным эрудитом.

Инженерная графика – одна из учебных дисциплин, которые стоят у истоков формирования инженерного мышления будущего специалиста. Цель дисциплины – развитие у студента таких качеств мышления, как сравнение, обобщение, способность к абстрактному анализу, к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов и зависимостей, выработка навыков, необходимых для выполнения и чтения технических чертежей при разработке проектной документации.

Задачи дисциплины: изучение способов получения определенных графических моделей пространства, основанных на ортогональном проецировании; решение задач, связанных с пространственными формами и отношениями; овладение необходимыми знаниями для построения чертежа; чтение и составление графической и текстовой конструкторской документации в соответствии с требованиями нормативных документов, государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД); приобретение навыка геометрического моделирования графических объектов в среде современных интерактивных графических систем для решения задач автоматизации чертежно-графических работ на примере современных версий систем автоматизированного проектирования AutoCAD компании «Autodesk» и КОМПАС-3D российской компании «Аскон».

Учебными планами инженерных специальностей по курсу «Инженерная графика» предусмотрены *аудиторные занятия* в виде практических и лабораторных работ, а также *самостоятельная работа* студентов. Достаточно большой объем чертежных работ предполагает их выполнение как вручную, так и с использованием компьютерных технологий (разработка чертежа в автоматизированном режиме).

Несмотря на то что современные методы обучения в учреждениях высшего образования постоянно совершенствуются, изучение курса «Инженерная графика», как показывает опыт преподавания, по-прежнему проблематично для большинства студентов. Среди многочисленных причин – неуверенность студента в его личных способностях усвоить большой объем учебной информации, непривычной для понимания вчерашнего школьника, сложность восприятия материала, а также недооценка значимости курса в последующей общеинженерной подготовке студента, необходимой как в процессе его обучения, так и в его дальнейшей профессиональной деятельности. Отметим также, что сложившаяся система графического образования не обеспечивает с должной эффективностью реализацию познавательной и развивающей функции этой учебной дисциплины. Данное учебное пособие с вариантами заданий для практических и лабораторных занятий призвано повысить эффективность работы студента как на практических занятиях, так и в процессе его самостоятельной работы.

Чертеж – международный язык инженера, средство графического выражения его мыслей. Представленный в учебном пособии материал позволяет сделать акцент на том, что эти мысли не только должны быть изложены в соответствии с действующими стандартами, в частности с ГОСТ ЕСКД, по разработке и выполнению чертежа и оформлению его как графического документа, но и дает ответ обучающемуся, как это правильно сделать.

В соответствии с этим для каждого из разделов пособия приведены:

- действующие ГОСТы;
- сущность данного ГОСТа;
- пример выполнения графической работы с применением ГОСТа;
- варианты индивидуальных заданий.

Многолетний опыт чтения курса «Инженерная графика» указывает на то, что уровень знаний студентов во многом зависит от правильной организации учебного процесса, обеспеченности его учебно-методической литературой, использования технических средств обучения (ТСО). Вся графическая информация учебного пособия может рассматриваться как визуализированный методический комплекс (ВМК). В данном случае под ВМК понимается совокупность методик обучения и технических мультимедийных средств, обеспечивающих высокий уровень подготовки студентов. Это дает возможность преподавателю организовать аудиторные занятия с *визуализацией графической информации*, когда устная информация подтверждается демонстрацией алгоритмов решения задач инженерной графики с эффективным использованием мультимедийного оборудования. Трудность подготовки таких занятий состоит в необходимости донести содержание занятий студенту в графической форме, предельно близкой к той, которую он должен выполнить в последующем в виде самостоятельной работы. Возможность проведения таких занятий по каждому разделу пособия обеспечена наличием примеров выполнения задания в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД. Последовательность изложения материала позволит системно накапливать знания с учетом взаимосвязи одной темы с другой, что удобно как для обучающегося, так и для преподавателя.

Понятие «компьютерная графика» в широком смысле предложено рассматривать как способ представления множества графических изображений, выводимых на экран современного компьютера. Приведена классификация компьютерной графики по различным признакам. Показано, что с инженерной точки зрения наибольший интерес представляет компьютерная конструкторская графика как средство автоматизации процесса подготовки конструкторских чертежей. В качестве такого средства рассмотрена компьютерная программа AutoCAD 2007 компании «Autodesk», начальный навык работы с которой предложено получить путем детального освоения студентом ее интерфейса двухмерного моделирования чертежей, а также программа трехмерного моделирования КОМПАС-3D компании «Аскон». Приведены основные положения интерфейса, команды настроек и управления графическим изображением. Изложена методика разработки чертежа и его редактирования, основы нанесения размеров; показана методика работы с листами чертежей для их распечатки на печатающем устройстве.

Успехи в развитии инженерной графики и совершенствовании методических аспектов представления теоретического, практического, справочного материала достигнуты в результате педагогической и научной работы крупных ученых кафедр «Начертательная геометрия и инженерная графика» ведущих вузов Российской Федерации и Республики Беларусь: ведется работа по созданию учебников и учебных пособий, организуются научные семинары и конференции, посвященные совершенствованию преподавания графических дисциплин. Становление и развитие инженерной графики состоялось благодаря достижениям таких российских ученых, как Н.А. Бабулин, С.А. Фролов, С.К. Боголюбов, Е.И. Годик, А.М. Хаскин, В.А. Федоренко, А.И. Шошин, В.В. Рассохин и др.

Значимый вклад в научно-методическое обеспечение преподавания инженерной графики в технических вузах, в издание учебной литературы по совершенствованию методики преподавания внесли белорусские ученые В.Н. Виноградов, Л.С. Шабека, П.В. Зеленый, Л.И. Новичихина, В.Ю. Гракович, И.А. Ройтман и др. При разработке практикума по инженерной графике использовались положения ГОСТ ЕСКД, а также учебные и учебно-методические пособия Л.И. Новичихиной, В.В. Рассохина, В.Ю. Граковича, М.Г. Сальникова.

Авторы выражают благодарность рецензентам учебного пособия: доктору педагогических наук, профессору Л.С. Шабеке и коллективу возглавляемой им кафедры «Инженерная графика машиностроительного профиля» Белорусского национального технического университета; заведующему кафедрой «Инженерная графика» Белорусского государственного технологического университета кандидату технических наук, доценту Г.И. Касперову. Ценные замечания и советы рецензентов способствовали улучшению содержания рукописи.

Авторы

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

ТЕМА 1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

Построение чертежа осуществляется с обязательным выполнением требований ГОСТов.

Государственный стандарт Единой системы конструкторской документации (ГОСТ ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации.

ГОСТы и понятия	Характеристика ГОСТов и понятий					
ГОСТ 2.301-68* «Форматы»	Устанавливает основные и дополнительные форматы листов чертежей.					
	Обозначение основных форматов	A0	A1	A2	A3	A4
	Размеры сторон формата, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
	Предельные отклонения, мм	±3,0			±2,0	
	<p>Формат оформляется рамкой – сплошной основной линией на соответствующем расстоянии: с левой стороны – 20 мм, с остальных сторон – по 5 мм. В правом нижнем углу в угловом штампе соответствующей формы выполняется основная надпись.</p>					
ГОСТ 2.104-2006, ГОСТ 2.201-80, ГОСТ 2.701-84	<p>ГОСТ 2.104-2006 устанавливает формы, реквизиты, номенклатуру реквизитов и порядок заполнения основной надписи и дополнительных граф к ней в конструкторских документах.</p> <p>Основные надписи на чертежах классифицируют и выполняют в соответствии с ГОСТ 2.201-80 и системой обозначений изделий и конструкторских документов.</p> <p>ГОСТ 2.701-84 устанавливает виды и типы схем и общие требования к их выполнению.</p>					
Угловой штамп	<p>Выполняется на каждом чертеже (конструкторском документе) и соответствует размеру, установленному ГОСТ 2.201-80. Размещается в правом нижнем углу чертежа по направлению линии рамки чертежа. Для формата А4 его также располагают в правом нижнем углу, но обязательно по направлению линии рамки меньшей стороны формата.</p>					

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА	5
Тема 1. Оформление чертежа	5
1.1. Нанесение размеров на чертежах	8
1.2. Обозначения материалов на чертежах	12
Тема 2. Перспектива	16
2.1. Построение оптимальных параметров перспективных изображений	16
2.2. Линейная перспектива трехмерного объекта	17
Тема 3. Изображения: виды, разрезы, сечения. Аксонометрия	20
РАЗДЕЛ 2. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ	39
Тема 4. Резьбовые соединения деталей на чертежах	39
4.1. Метрическая резьба	41
4.1.1. Стандартные крепежные детали с метрической резьбой	41
4.1.2. Изображение на чертежах соединения деталей с метрической резьбой	43
4.2. Трубная резьба	44
4.2.1. Стандартные крепежные детали с трубной резьбой	44
4.2.2. Изображение на чертежах соединения деталей с трубной резьбой	44
Тема 5. Форма и методы представления графической информации для сборочного чертежа	52
5.1. Сборочные чертежи разъемных соединений	54
5.1.1. Сборочная единица болтового, винтового, шпилечного соединений	54
5.1.2. Сборочная единица трубного соединения	64
5.1.3. Сборочная единица «Вентиль запорный»	70
5.1.4. Сборочная единица «Кран пробковый»	82
5.2. Сборочные чертежи неразъемных соединений	88
5.2.1. Соединение деталей пайкой, склеиванием и опрессовкой	88
5.2.2. Соединение деталей сваркой	105
5.3. Чтение сборочного чертежа (деталирование)	113
5.3.1. Деталирование 1	114
5.3.2. Деталирование 2	121
РАЗДЕЛ 3. СХЕМЫ	132
Тема 6. Электрические схемы	133
Тема 7. Кинематические схемы	139

Тема 8. Схемы санитарно-технических систем	147
Тема 9. Общие сведения о сборочных строительных чертежах	166
РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ	173
Тема 10. Компьютерная графика как способ обмена графической информацией	173
Тема 11. AutoCAD как эффективное средство подготовки конструкторских чертежей	174
Тема 12. Интерфейс двумерного моделирования чертежей в AutoCAD	176
12.1. Общая характеристика структуры интерфейса	176
12.2. Команды настроек параметров редактора чертежа	178
12.3. Основные команды управления изображением чертежа	182
12.4. Разработка графических объектов: базовые понятия	184
12.5. Особенности работы с текстом	188
12.6. Основы методики нанесения размеров на чертежах	189
12.7. Работа с листами чертежей для их распечатки	190
Тема 13. Основы трехмерного моделирования в КОМПАС-3D	191
13.1. Краткая характеристика структуры интерфейса КОМПАС-3D	192
13.2. Основные принципы твердотельного моделирования	194
13.3. Создание эскиза	195
13.4. Построение геометрических объектов	196
13.5. Построение трехмерной модели детали «Масленка»	196
Приложение. Проекция с числовыми отметками	200
Литература	204

Уласевич, З. Н.

У47 Инженерная графика : практикум : учебное пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, Д. В. Омель. – 2-е изд., перераб. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 206 с. : ил.

ISBN 978-985-06-3156-5.

Пособие соответствует действующим образовательным стандартам для технических специальностей учреждений высшего образования, утвержденным Министерством образования Республики Беларусь. Материал систематизирован в виде таблиц, образцов выполнения графических заданий, примеров чертежей и спецификаций. Представлены качественные разработки детализированных чертежей, выполненных на базе графического комплекса AutoCAD.

Предыдущее издание вышло в 2015 г.

Для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям. Может эффективно использоваться при самостоятельной подготовке, а также студентами заочной и дистанционной форм обучения. Содержание пособия согласуется с курсом «Черчение» в системе общего среднего, профессионально-технического образования, а также с курсом «Инженерная графика» в системе среднего специального образования. В целом пособие представляет инновационную форму обучения.

УДК 744:621(076.58)

ББК 30.11я73

Учебное издание

Уласевич Зинаида Николаевна
Уласевич Вячеслав Прокофьевич
Омель Дмитрий Владимирович

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ПРАКТИКУМ

Учебное пособие

2-е издание, переработанное

Редактор *Е.В. Савицкая*
Художественный редактор *В.А. Ярошевич*
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*
Компьютерная верстка *А.Н. Бабенковой*
Корректор *Е.В. Савицкая*

Подписано в печать 03.01.2020. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 24,18. Уч.-изд. л. 18,2. Тираж 500 экз. Заказ 3.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.
Пр. Победителей, 11, 220004, Минск.
e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Республиканское унитарное предприятие «СтройМедиаПроект».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/42 от 13.02.2014.
Ул. В. Хоружей, 13/61, 220123, Минск.