

З.Н. Уласевич В.П. Уласевич Д.В. Омель

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

## Практикум

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



Минск  
«Вышэйшая школа»  
2015

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. Шабека*); 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.*

**Уласевич, З. Н.**

У47 Инженерная графика. Практикум : учеб. пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, Д. В. Омесь. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 207 с. : ил.  
ISBN 978-985-06-2580-9.

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 детализировочных чертежей, выполненных на базе графического комплекса AutoCAD.

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

ISBN 978-985-06-2580-9

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

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Значительные социально-экономические преобразования, происходящие 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, и 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 высших технических учебных заведениях 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 то, 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, возможности использования преподавателем технических средств обучения (ТСО). Весь комплекс графической информации учебного пособия может рассматриваться как визуализированный методический комплекс (ВМК). В данном случае под ВМК понимается совокупность методик обучения и технических мультимедийных средств, обеспечивающих возможность подготовки студентов. Это дает возможность преподавателю организовать аудиторные занятия с *визуализацией графической информации*, когда его устная информация подтверждается демонстрацией алгоритмов решения задач инженерной графики с эффективным использованием мультимедийного оборудования. Трудность подготовки таких занятий состоит в необходимости преподнести 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.

В разделе «Основы инженерной компьютерной графики» 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 в пособии рассмотрена компьютерная программа AutoCAD 2007 компании «Autodesk», начальный навык работы с которой предложено получить путем детального освоения студентом ее интерфейса двумерного моделирования чертежей, а также программа трехмерного моделирования КОМПАС-3D компании «Аскон». Приведены необходимые и достаточные знания основных положений интерфейса, основные команды настроек и управления графическим изображением. Изложена методика разработки чертежа и его редактирования, основы методики проставления размеров; показана методика работы с листами чертежей для их распечатки на печатающем устройстве.

Успехи в развитии 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. Ими, помимо педагогической деятельности, велась и 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 российских ученых: Н.А. Бабулина, С.А. Фролова, С.К. Боголюбова, Е.И. Годика, А.М. Хаскина, В.А. Федоренко, А.И. Шошина, В.В. Рассохина 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. Шабeka, 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. Шабeka 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*

## ЛИТЕРАТУРА

- Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей: учеб. пособие для вузов / под. ред. В.В. Рассохина. М.: Машиностроение, 1974.
- Бабулин, Н.А.* Построение и чтение машиностроительных чертежей / Н.А. Бабулин. М.: Высшая школа, 1974.
- Боголюбов, С.К.* Курс технического черчения / С.К. Боголюбов, А.В. Воинов. М.: Машиностроение, 1973.
- Гракович, В.Ю.* Сборник задач по инженерной графике (разъемные и неразъемные соединения радиотехнических изделий) / В.Ю. Гракович, Г.Л. Шимкович. Минск: Вышэйшая школа, 1976.
- Короев, Ю.И.* Строительное черчение и рисование / Ю.И. Короев. М.: Высшая школа, 1983.
- Новичихина, Л.И.* Сборник заданий по техническому черчению / Л.И. Новичихина. Минск: Вышэйшая школа, 1974.
- Новичихина, Л.И.* Справочник по техническому черчению / Л.И. Новичихина. Минск: Книжный дом, 2008.
- Общие правила оформления чертежей: сборник: ГОСТы ЕСКД. М.: Изд-во стандартов, 1984.
- Орлов, А.* Видеосоучитель AutoCAD 2008(+CD) / А. Орлов. СПб: Питер, 2008.
- Федоренко, В.А.* Справочник по машиностроительному черчению / В.А. Федоренко, И.М. Шошин. М.: Машиностроение, 1983.
- Строительное черчение / под ред. Б.М. Будасова. М.: Стройиздат, 1990.
- Уласевич, В.П.* О роли и месте геометро-графических дисциплин в процессе инженерной подготовки конструкторов-проектировщиков / В.П. Уласевич, О.А. Якубовская, З.Н. Уласевич // Образовательные технологии в преподавании графических дисциплин: материалы V Респ. научн-практ. конф... / под. ред. Л.С. Шабека и П.В. Зеленого. Брест: БрГТУ, 2013. С. 89–92.
- Уласевич, З.Н.* Начертательная геометрия: учеб. пособие для студентов строительных специальностей / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, О.А. Якубовская. Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2009.
- Уласевич, З.Н.* Практикум по инженерной графике / З.Н. Уласевич [и др.]. Брест, 2011.
- Фролов, С.А.* Машиностроительное черчение / С.А. Фролов [и др.]. М.: Машиностроение, 1981.
- Талалай, П.Г.* Начертательная геометрия. Инженерная графика: интернет-тестирование базовых знаний: учеб. пособие / Талалай П.Г. [и др.]. СПб.: Лань, 2010.
- Кудрявцев, Е.М.* КОМПАС-3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем / Е.М. Кудрявцев. М.: ДМК Пресс, 2008.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<b>РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА .....</b>	<b>5</b>
Тема 1. Оформление чертежа .....	5
1.1. Нанесение размеров на чертежах .....	8
1.2. Обозначения материалов на чертежах .....	12
Тема 2. Изображения: виды, разрезы, сечения. Аксонометрия .....	16
<b>РАЗДЕЛ 2. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ .....</b>	<b>32</b>
Тема 3. Резьбовые соединения деталей на чертежах .....	32
3.1. Метрическая резьба .....	34
3.1.1. Стандартные крепежные детали с метрической резьбой .....	34
3.1.2. Изображение на чертежах соединения деталей с метрической резьбой .....	36
3.2. Трубная резьба .....	37
3.2.1. Стандартные крепежные детали с трубной резьбой .....	37
3.2.2. Изображение на чертежах соединения деталей с трубной резьбой .....	37
Тема 4. Форма и методы представления графической информации для сборочного чертежа .....	45
4.1. Сборочные чертежи разъемных соединений .....	47
4.1.1. Сборочная единица болтового, винтового, шпилечного соединений .....	47
4.1.2. Сборочная единица трубного соединения .....	59
4.1.3. Сборочная единица «Вентиль запорный» .....	66
4.1.4. Сборочная единица «Кран пробковый» .....	78
4.2. Сборочные чертежи неразъемных соединений .....	84
4.2.1. Соединение деталей пайкой, склеиванием и опрессовкой .....	84
4.2.2. Соединение деталей сваркой .....	111
4.3. Чтение сборочного чертежа (деталирование) .....	120
4.3.1. Деталирование 1 .....	121
4.3.2. Деталирование 2 .....	128
<b>РАЗДЕЛ 3. СХЕМЫ .....</b>	<b>144</b>
Тема 5. Электрические схемы .....	145
Тема 6. Кинематические схемы .....	151
Тема 7. Схемы санитарно-технических систем .....	159
<b>РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ .....</b>	<b>178</b>
Тема 8. Компьютерная графика как способ обмена графической информацией .....	178

Тема 9. AutoCAD как эффективное средство подготовки конструкторских чертежей .....	179
Тема 10. Интерфейс двумерного моделирования чертежей в AutoCAD .....	181
10.1. Общая характеристика структуры интерфейса .....	181
10.2. Команды настроек параметров редактора чертежа .....	183
10.3. Основные команды управления изображением чертежа .....	187
10.4. Разработка графических объектов: базовые понятия .....	189
10.5. Особенности работы с текстом .....	193
10.6. Основы методики нанесения размеров на чертежах .....	194
10.7. Работа с листами чертежей для их распечатки .....	195
Тема 11. Основы трехмерного моделирования в КОМПАС-3D .....	196
11.1. Краткая характеристика структуры интерфейса КОМПАС-3D .....	197
11.2. Основные принципы твердотельного моделирования .....	199
11.3. Создание эскиза .....	200
11.4. Построение геометрических объектов .....	201
11.5. Построение трехмерной модели детали «Масленка» .....	201
Л и т е р а т у р а .....	205

Учебное издание

**Уласевич Зинаида Николаевна  
Уласевич Вячеслав Прокофьевич  
Омель Дмитрий Владимирович**

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ПРАКТИКУМ**

Учебное пособие

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

Подписано в печать 24.11.2015. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 24,18. Уч.-изд. л. 18,2. Тираж 600 экз. Заказ 507.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”»  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.  
Пр. Победителей, 11, 220048, Минск. e-mail: [market@vshph.com](mailto:market@vshph.com) <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Полиграфкомбинат им. Я.Коласа».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 2/3 от 04.10.2013.  
Ул. Корженевского, 20, 220024, Минск.