

744
0-75

И. А. Чермных, В. И. Нестеренко,
Е. А. Краевская, А. В. Силичев

**О С Н О В Ы
ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ
С ЭЛЕМЕНТАМИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
КОНСТРУИРОВАНИЯ**

Учебник

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
“Харьковский политехнический институт”

И. А. Черных, В. И. Нестеренко, Е. А. Краевская, А. В. Силичев

**ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ
С ЭЛЕМЕНТАМИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
КОНСТРУИРОВАНИЯ**

Учебник
для студентов высших технических учебных заведений

Под редакцией И. А. Черных

Утверждено Министерством образования и науки Украины

Харьков
НТУ“ХПИ”
2016

ББК 22.18
УДК 515
О-75

Рецензенты:

Л. Н. Куценко, д-р техн. наук, проф. кафедры инженерной и аварийно-спасательной техники Национального университета «УГЗУ»;
Ю. М. Тормосов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механики и графики Харьковского государственного университета питания и торговли.

Утверждено Министерством образования и науки Украины как учебник для студентов высших технических учебных заведений, письмо № 1/11-4596 от 31.03.2014 г.

Підручник складається з двох частин. У першій частині розглянуто теорію і методи побудови на площині зображень просторових геометричних об'єктів, а також методи графічних рішень метрологічних задач. У другій частині розглянуто методи та правила розробки конструкторської документації. Підручник містить електронну версію з тривірневим викладом навчального матеріалу з використанням сучасних технологій мультимедіа та анімації.

Призначено для студентів вищих навчальних закладів інженерно-технічних спеціальностей

Чермных И. А.

О-75 Основы инженерной графики с элементами профессионального конструирования : учебник / И. А. Чермных, В. И. Нестеренко, Е. А. Краевская, А. В. Силичев ; под ред. И. А. Чермных. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2016. – 300 с. – На рус. яз.

ISBN 978-617-05-0208-7

Учебник состоит из двух частей. В первой части рассмотрены теория и методы построения на плоскости изображений пространственных геометрических объектов, а также методы графических решений метрологических задач. Во второй части рассмотрены методы и правила разработки конструкторской документации. Учебник включает и электронную версию с трехуровневым изложением учебного материала с использованием современных технологий мультимедиа и анимации.

Предназначен для студентов высших учебных заведений инженерно-технических специальностей.

Ил. 144.

ББК 30.11 я 73
УДК 514.18(075)

ISBN 978-617-05-0208-7

© Чермных И. А., Нестеренко В. И.,
Краевская Е. А., Силичев А. В., 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ.	
Предмет инженерной графики, ее задачи и методы	
1. МЕТОД ПРОЕЦИРОВАНИЯ.....	8
1.1. Понятие чертежа. Свойства чертежа.....	8
1.2. Метод центрального проецирования.....	9
1.3. Метод параллельного проецирования.....	11
1.4. Ортогональное проецирование и его свойства.....	15
1.5. Метрические соотношения при ортогональном проецировании.....	16
1.5.1. Длина отрезка.....	17
1.5.2. Проецирование плоского угла.....	17
2. КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	21
3. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ.....	27
3.1. Трехкартинный комплексный чертеж.....	27
3.2. Проецирование точки на две плоскости (двухкартинный чертеж).....	29
4. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ.....	31
4.1. Проецирование прямой общего положения.....	31
4.2. Следы прямой общего положения.....	33
4.2.1. Следы прямой на пространственном макете.....	34
4.2.2. Следы прямой на комплексном чертеже.....	35
4.3. Проецирование прямых, параллельных плоскостям проекций.....	37
4.3.1. Прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекции (Π_1).....	37
4.3.2. Прямая, параллельная фронтальной плоскости проекций (Π_2).....	38
4.3.3. Прямая, параллельная профильной плоскости проекции (Π_3).....	39
4.4. Проецирующие прямые.....	40
4.4.1. Горизонтально-проецирующая прямая.....	40
4.4.2. Фронтально-проецирующая прямая.....	42

4.4.3. Профильно-проецирующая прямая.....	42
4.5. Взаимное расположение прямых в пространстве.....	42
4.5.1. Проецирование параллельных прямых.....	43
4.5.2. Проецирование пересекающихся прямых.....	43
4.5.3. Проецирование скрещивающихся прямых.....	45
4.6. Определение натуральной величины (длины) отрезка и углов наклона к плоскостям проекций.....	47
5. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ.....	50
5.1. Задание плоскости.....	50
5.1.1. Задание плоскости тремя точками.....	50
5.2. Прямые и точки плоскости.....	53
5.3. Расположение плоскости относительно плоскостей проекции.....	54
5.3.1. Проецирующие плоскости.....	55
5.3.1.1. Горизонтально-проецирующая плоскость.....	55
5.3.1.2. Фронтально-проецирующая плоскость.....	56
5.3.1.3. Профильно-проецирующая плоскость.....	56
5.3.2. Плоскости уровня.....	58
5.4. Линии уровня плоскости.....	60
5.4.1. Проецирование горизонтали плоскости.....	60
5.4.2. Проецирование фронтали плоскости.....	62
5.4.3. Проецирование профильной прямой плоскости.....	62
5.5. Линии наибольшего наклона плоскости. Углы наклона плоскости к плоскостям проекций.....	65
5.5.1. Построение ЛННП ₂ и угла наклона плоскости к фронтальной плоскости проекций.....	66
5.5.2. Построение ЛННП ₁ и угла наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций.....	67
5.5.3. Построение ЛННП ₃ и угла наклона плоскости к профильной плоскости проекций.....	68
5.6. Взаимное расположение плоскостей.....	72
5.6.1. Параллельные плоскости.....	72
5.6.2. Пересекающиеся плоскости.....	74

5.7.	Взаимное расположение прямой и плоскости.....	78
5.7.1.	Условия принадлежности прямой плоскости.....	78
5.7.2.	Прямая, параллельная плоскости.....	80
5.7.3.	Прямая пересекается с плоскостью.....	81
5.7.4.	Прямая, перпендикулярная плоскости.....	85
5.7.5.	Определение расстояния от точки до плоскости.....	86
6.	ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА.....	90
6.1.	Проецирование на дополнительную плоскость.....	90
6.2.	Вращение вокруг оси, перпендикулярной одной из плоскостей проекций.....	94
6.3.	Плоскопараллельное перемещение.....	95
6.4.	Вращение плоскости вокруг прямой уровня.....	97
6.5.	Вращение плоскости вокруг следа.....	98
7.	АКСОНОМЕТРИЯ.....	101
7.1.	Основные понятия, определения и соотношения.....	101
7.2.	Изометрия.....	107
7.3.	Диметрия.....	109
7.4.	АксонOMETрические проекции окружностей расположенных на плоскостях, параллельных координатным плоскостям проекций.....	111
7.4.1.	Изометрические проекции окружностей, расположенных на координатных плоскостях Π_1, Π_2, Π_3 , или на плоскостях, параллельных координатным.....	112
7.4.2.	Диметрические проекции окружностей, расположенных на координатных плоскостях Π_1, Π_2, Π_3 , или на плоскостях, параллельных координатным.....	113
7.4.3.	Построение наиболее распространенных кривых.....	114
8.	МНОГОГРАННИКИ.....	120
8.1.	Виды многогранников.....	120
8.1.1.	Призмы.....	120
8.1.2.	Пирамиды.....	122

8.1.3. Призматоиды.....	123
8.1.4. Антипризмы.....	124
8.1.5. Ромбоэдр.....	125
8.1.6. Правильные многогранники.....	126
8.2. Построение чертежей многогранников и проецирование точек, принадлежащих их поверхностям.....	128
8.2.1. Проецирование призмы.....	128
8.2.2. Проецирование пирамиды.....	131
8.2.3. Проецирование точек, лежащих на боковой поверхности гранного тела.....	132
8.3. Пересечение многогранников проецирующей плоскостью	135
8.3.1. Сечение призмы проецирующей плоскостью.....	135
8.3.2. Сечение пирамиды проецирующей плоскостью.....	136
8.4. Взаимное пересечение многогранников.....	137
8.4.1. Проецирование призмы с призматическим отверстием.....	137
8.4.2. Проецирование пирамиды с призматическим отверстием.....	140
8.4.3. Проектирование наклонной призмы общего положения, которая пересекается прямой общего положения (построение комплексного чертежа).....	142
8.4.4. Проецирование двух наклонных пересекающихся призм общего положения. Построение комплексного чертежа.....	143
9. ПОВЕРХНОСТИ.....	146
9.1. Кинематическое образование поверхностей.....	147
9.2. Определитель поверхности.....	148
9.3. Задание поверхности на чертеже.....	149
9.4. Линейчатые разворачиваемые поверхности.....	150
9.4.1. Цилиндрическая поверхность.....	151
9.4.2. Коническая поверхность.....	153
9.5. Поверхности вращения.....	157
9.5.1. Тор.....	158
9.5.2. Сфера.....	160
9.6. Сечение поверхностей проецирующей плоскостью.....	161

9.6.1. Сечение цилиндра.....	161
9.6.2. Сечение конуса.....	163
9.6.3. Сечение сферы.....	170
9.7. Пересечение поверхностей.....	172
9.7.1. Пересечение призмы с цилиндром.....	172
9.7.2. Пирамида с цилиндрическим отверстием.....	174
9.7.3. Пересечение цилиндра с призмой.....	175
9.7.4. Пересечение сферы с призмой.....	176
9.7.5. Пересечение поверхностей.....	177
9.7.5.1. Пересечение поверхностей вращения со сферой.....	177
9.7.5.2. Пересечение двух цилиндров равных диаметров.....	178
9.7.5.3. Цилиндр с цилиндрическим отверстием.....	179
9.7.6. Пересечение конуса с цилиндром.....	181
9.8. Сечение геометрических фигур проецирующей плоскостью.....	182
9.8.1. Сечение призмы с цилиндрическим отверстием.....	182
9.8.2. Сечение пирамиды с цилиндрическим отверстием.....	183
9.8.3. Сечение сферы с призматическим отверстием.....	184
9.8.4. Сечение цилиндра с цилиндрическим отверстием проецирующей плоскостью.....	186
9.8.5. Сечение конуса с цилиндрическим отверстием проецирующей плоскостью.....	188

ЧАСТЬ 2. ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

10. Общие правила оформления чертежей (форматы, масштабы, типы линий).....	190
11. Виды, разрезы, сечения.....	200
12. Основные сведения о нанесении размеров, предельных отклонений и шероховатостей поверхности.....	232
13. Эскизирование.....	262
14. Разъемные соединения.....	273
15. Неразъемные соединения.....	287