

**А. Ф. Кокошко**

# **ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов  
высших учебных заведений по техническим специальностям

*2-е издание, исправленное*

Минск  
«ТетраСистемс»

УДК 514.18(075.8)

ББК 22.151.3я73

K59

Автор

кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Брестского государственного технического университета *А. Ф. Кокошко*

Рецензенты:

*кафедра инженерной графики и САПР Белорусского государственного аграрного технического университета*; кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой инженерной графики машиностроительного профиля Белорусского национального технического университета  
*П. В. Зеленый*

**Кокошко, А. Ф.**

**K59** Основы начертательной геометрии : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений по техн. специальностям / А. Ф. Кокошко. – 2-е изд., испр. – Минск : ТетраСистемс, 2013. – 192 с.

ISBN 978-985-536-392-8.

Содержание данного учебного пособия соответствует действующей учебной программе по курсу «Начертательная геометрия» для высших учебных заведений. В учебном пособии изложены вопросы ортогонального проецирования, построения изображений геометрических образов – точек, прямых линий, поверхностей. Рассматриваются общие алгоритмы решения позиционных и метрических задач основными способами и способами преобразования комплексного чертежа. Рассматриваются вопросы, связанные с образованием и изучением плоских и пространственных кривых линий, изображением поверхностей на чертеже, алгоритмы построения каркасов поверхностей, а также аксонометрические поверхности.

Учебное пособие предназначено для студентов технических специальностей высших учебных заведений.

УДК 514.18(075.8)

ББК 22.151.3я73

ISBN 978-985-536-392-8

© Кокошко А. Ф., 2009

© Кокошко А. Ф., 2013, с изменениями

© Оформление. ООО «ТетраСистемс», 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Начертательная геометрия является одной из учебных дисциплин, составляющих основу инженерного образования. Она изучает способы построения плоских чертежей геометрических фигур трехмерного пространства, а также методы решения геометрических задач по плоским чертежам.

С первых шагов изучения дисциплины студент-заочник испытывает определенные трудности организационного и методического характера. Это трудности в планировании учебного времени, определении объема учебного материала для изучения за одно занятие, выделении главных вопросов, в подборе и изучении теоретического материала по учебникам, вопросов самоконтроля.

Цель учебного пособия – оказание практической помощи студенту-заочнику в организации самостоятельной работы по изучению начертательной геометрии, составлению календарного графика, в выделении необходимого теоретического материала для изучения, в ориентации среди учебников, в организации самоконтроля получаемых знаний и подготовке к экзамену. В нем студент-заочник найдет ответы почти на все вопросы организационного и методического характера.

В пособии приводится учебная программа курса, даются методические рекомендации по организации учебного процесса и изучению предмета.

Содержание учебного пособия соответствует существующей программе по курсу «Начертательная геометрия», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь для технических специальностей высших учебных заведений.

В нем излагаются: сущность проецирования, центральное и параллельное проецирование, получение комплексного чертежа на две и три плоскости проекций (метод Монжа), независимые (инвариантные) свойства параллельного проецирования; приводятся классификации позиционных и метрических задач. Из позиционных задач выделены группы задач на принадлежность и на взаимное пересечение. Метрические задачи разделены на четыре группы:

- 1) определение расстояний между геометрическими элементами,
- 2) определение углов между геометрическими элементами,
- 3) определение натуральной величины плоских фигур и построение разверток,
- 4) построение проекций геометрических фигур по заданным условиям (конструктивные задачи).

Алгоритмы решения задач рассматриваются на конкретных примерах. Подробно изложен материал, связанный с определителем поверхностей, и общий подход построения на его основе наиболее распространенных видов поверхностей. Рассмотрены также алгоритмы построения точек пересечения поверхностей линией, построения линии пересечения поверхности плоскостью и взаимное

пересечение поверхностей; приводятся способы построения аксонометрических проекций.

Весь теоретический материал курса разбит на 17 занятий. Каждое занятие построено по следующей схеме:

1. Приводится название темы занятия по рабочей программе.
2. Основные вопросы темы каждого занятия приводятся в учебной программе курса.
3. Далее следует изложение теоретических положений темы. Этот материал можно рассматривать как лекцию и как конспект при подготовке к экзамену.
4. Более полное изучение темы необходимо осуществить по учебнику из приведенного списка (указываются главы и параграфы). Не обязательно приобретать все указанные учебники, вполне достаточно одного-двух.
5. Для закрепления теоретических знаний в разделе «Решить задачи» приводятся задачи, которые рекомендуется решить по памяти, т.е. никуда не заглядывая. Решаются также и задачи по теме, выданные преподавателем.
6. На приведенные в конце каждого занятия вопросы ответы необходимо давать, не заглядывая в учебник, кратко, в письменном виде, а затем сравнить ответы с учебником.

Данная схема построения каждого занятия позволит студенту-заочнику избежать ненужных потерь учебного времени, выделить главное при изучении курса, добиться желаемого результата.

В связи с тем, что существующие учебники вызывают определенные трудности в поисках и использовании учебного материала, в пособии приводится список основных учебников с указанием необходимых тем для изучения в каждом занятии, а по некоторым разделам программы и для изучения дополнительного материала рекомендуется дополнительная литература.

Для контроля уровня знаний при изучении предмета в конце каждого занятия даны вопросы для самоконтроля.

Автор выражает глубокую признательность рецензентам:

**коллективу кафедры «Инженерная графика машиностроительного профиля»** Белорусского национального технического университета (*заведующий кафедрой П. В. Зеленый – кандидат техн. наук, ст. научный сотрудник*),

**коллективу кафедры «Инженерная графика и САПР»** Белорусского государственного аграрного технического университета (*заведующая кафедрой О. В. Ярошевич – кандидат пед. наук, доцент*).

Автор благодарен сотрудникам кафедры НГ и ИГ Брестского государственного технического университета Н. С. Винник, Н. С. Житеновой и В. А. Морозовой за помощь в подготовке чертежей и старшему преподавателю кафедры НГ и ИГ Брестского государственного технического университета С.А. Матюх за помощь в подготовке второго издания пособия.

Замечания по содержанию учебного пособия можно направлять по адресу: БГТУ, кафедра НГ и ИГ (ул. Московская 267, г. Брест, 224017).

## Рекомендуемая литература

### а) учебники, учебные пособия

1. *Белякова Е.И.* Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов вузов/ Е.И. Белякова, П.В. Зеленый. – Минск: Новое знание, 2010.
2. *Бубенников А.В.* Начертательная геометрия: учебник для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1985.
3. *Виноградов В.Н.* Начертательная геометрия: учебник для студ. пед. и техн. спец. вузов. – Минск: Амаля, 2001.
4. *Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.Я.* Курс начертательной геометрии: учебное пособие для ВТУзов / под редакцией Гордона В. О., Иванова Ю. Б. – М.: Высшая школа, 2004.
5. *Королев Ю.И.* Начертательная геометрия: учебник для вузов инж.-техн. спец./ Ю.И. Королев. – СПб.: Питер, 2009.
6. *Локтев О.В.* Краткий курс начертательной геометрии: учебник для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 2001.
7. Начертательная геометрия /под редакцией Н. Н. Крылова. – М.: Высшая школа, 2000.
8. *Посвянский А. Д.* Краткий курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 1974.
9. *Фролов С. А.* Начертательная геометрия: учебник / С. А. Фролов. – М.: ИНФРА-М, 2007.

### б) задачки

1. *Арустамов Х.А.* Сборник задач по начертательной геометрии: учебное пособие для вузов./ Х.А. Арустамов. – М.: Машиностроение, 1978.
2. *Гордон В.О.* Сборник задач по курсу начертательной геометрии: учебное пособие для вузов / В. Гордон, Б. Иванов, Е. Солнцева. – М, Высшая школа, 2000.
3. *Георгиевский О.В.* Начертательная геометрия: сборник задач с решениями типовых примеров/ О.В. Георгиевский. – М.: АСТ, 2008.
4. *Королев Ю.И.* Сборник задач по начертательной геометрии: учебное пособие для вузов./ Ю.И. Королев, С.Ю. Устюжанина. – СПб.: Питер, 2008.
5. *Локтев О.В., Числов П.А.* Задачник по начертательной геометрии: учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1999.

# Содержание

Предисловие .....	3
Принятые обозначения .....	5
<b>Занятие 1. КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Предмет начертательной геометрии .....	7
1.2. Сущность метода проектирования .....	7
1.3. Основные модели проектирования .....	8
1.4. Независимые (инвариантные) свойства параллельного проектирования .....	9
1.5. Координатный метод проектирования .....	12
Решить задачи .....	15
Ответить на вопросы .....	16
<b>Занятие 2. ПРОЕКЦИИ ТОЧКИ, ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ .....</b>	<b>18</b>
2.1. Проекции точки .....	18
2.2. Проекции прямой линии .....	18
2.3. Взаимное положение двух прямых линий .....	20
2.4. Плоскость: способы задания .....	22
2.5. Следы плоскости .....	24
2.6. Главные линии плоскости .....	24
2.7. Взаимное положение прямой и плоскости .....	25
2.8. Взаимное положение двух плоскостей .....	28
Решить задачи .....	29
Ответить на вопросы .....	31
<b>Занятие 3. ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ .....</b>	<b>32</b>
3.1. Общие положения .....	32
3.2. Решение задач на взаимную принадлежность .....	32
3.3. Решение задач на взаимное пересечение геометрических фигур .....	38
Решить задачи .....	43
Ответить на вопросы .....	44
<b>Занятие 4. МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ .....</b>	<b>45</b>
4.1. Общие положения .....	45
4.2. Определение расстояний .....	45
4.3. Определение углов .....	49
Решить задачи .....	52
Ответить на вопросы .....	53
<b>Занятие 5. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО     ЧЕРТЕЖА .....</b>	<b>54</b>
5.1. Способ замены плоскостей проекций .....	54
5.2. Способ плоскопараллельного перемещения .....	58
5.3. Способ вращения вокруг проектирующей прямой .....	59
Решить задачи .....	65
Ответить на вопросы .....	66

<b>Занятие 6. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)</b> .....	67
6.1. Способ вращения вокруг линии уровня .....	67
6.2. Вращение вокруг следа плоскости (способ совмещения).....	68
6.3. Косоугольное вспомогательное проецирование .....	71
Решить задачи .....	74
Ответить на вопросы .....	74
<b>Занятие 7. КРИВЫЕ ЛИНИИ</b> .....	75
7.1. Общие сведения .....	75
7.2. Плоские кривые линии.....	76
7.3. Пространственные кривые линии .....	80
Решить задачи .....	86
Ответить на вопросы .....	86
<b>Занятие 8. ОБРАЗОВАНИЕ И ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ. ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ</b> .....	87
8.1. Задание и классификация поверхностей .....	87
8.2. Линейчатые поверхности .....	88
Решить задачи .....	96
Ответить на вопросы .....	96
<b>Занятие 9. ПОВЕРХНОСТИ НЕЛИНЕЙЧАТЫЕ</b> .....	97
9.1. Поверхности нелинейчатые с образующей переменного вида .....	97
9.2. Поверхности с образующей постоянного вида.....	98
9.3. Поверхности параллельного переноса.....	99
9.4. Поверхности вращения.....	100
Решить задачи .....	104
Ответить на вопросы .....	105
<b>Занятие 10. ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И ВИНТЫ</b> .....	107
10.1. Образование винтовой поверхности .....	107
10.2. Линейчатые винтовые поверхности.....	107
10.3. Винтовые поверхности с криволинейными образующими .....	114
10.4. Винты .....	116
Решить задачи .....	117
Ответить на вопросы .....	117
<b>Занятие 11. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ И ЛИНИЕЙ</b> .....	118
11.1. Пересечение многогранников плоскостью .....	118
11.2. Пересечение поверхностей вращения плоскостью.....	119
11.3. Пересечение линии с поверхностью .....	122
Решить задачи .....	126
Ответить на вопросы .....	127

<b>Занятие 12. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	128
12.1. Построение линии пересечения .....	128
12.2. Пересечение поверхностей вращения плоскостью общего положения .....	135
12.3. Построение проекций конических сечений .....	138
Решить задачи .....	141
Ответить на вопросы .....	141
<b>Занятие 13. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ</b> .....	142
13.1. Общие сведения .....	142
13.2. Способ вспомогательных секущих плоскостей .....	142
Решить задачи .....	148
Ответить на вопросы .....	148
<b>Занятие 14. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ</b> .....	149
14.1. Пересечение соосных поверхностей вращения .....	149
14.2. Построение линии пересечения поверхностей вращения способом сфер .....	149
14.3. Частные случаи пересечения поверхностей второго порядка .....	156
Решить задачи .....	159
Ответить на вопросы .....	159
<b>Занятие 15. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ</b> .....	160
15.1. Общие понятия и определения .....	160
15.2. Построение разверток многогранников .....	161
15.3. Построение развертки цилиндрической поверхности .....	164
15.4. Построение развертки конической поверхности .....	166
Решить задачи .....	168
Ответить на вопросы .....	168
<b>Занятие 16. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)</b> .....	169
16.1. Построение условных разверток неразвертываемых поверхностей .....	169
Решить задачи .....	173
Ответить на вопросы .....	174
<b>Занятие 17. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ</b> .....	175
17.1. Образование аксонометрической проекции .....	175
17.2. Виды аксонометрии .....	176
17.3. Основная теорема аксонометрии (теорема К. Польке) .....	177
17.4. Зависимость между коэффициентами искажения и углом проецирования .....	178
17.5. Стандартные виды аксонометрии .....	180
17.6. Построение аксонометрии по ортогональному чертежу .....	182
Решить задачи .....	187
Ответить на вопросы .....	187
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	188



По вопросам **оптового** приобретения книг в Республике Беларусь  
обращаться по тел.: (+375 17) **219-73-88, 219-73-90, 298-59-85, 298-59-87**

По вопросу поставок белорусских книг в Россию обращаться  
в ООО «Матица-М». Тел. в Москве (+107 495) **771-22-48**.  
E-mail: **tetrasystems@rambler.ru**

Книжный интернет-магазин <http://www.litera.by>

*Учебное издание*

**Кокошко Анатолий Федорович**

**ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**  
**Учебное пособие для студентов высших учебных заведений**  
**по техническим специальностям**  
*2-е издание, исправленное*

Ответственный за выпуск *А. Д. Титов*  
Компьютерная верстка *А. Л. Потеев*

Подписано в печать 04.04.2013.  
Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бумага типографская № 2. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 13,51. Тираж 1500 экз.  
Заказ **2 85 0**.

Научно-техническое общество с ограниченной ответственностью «ТетраСистемс».  
ЛИ № 02330/0494056 от 03.02.2009.  
Ул. Железнодорожная, 9, 220014, г. Минск. Тел. 219-74-01,  
e-mail: [rtsminsk@mail.ru](mailto:rtsminsk@mail.ru), <http://www.ts.by>.

Унитарное полиграфическое предприятие  
«Витебская областная типография».  
ЛП № 02330/0494165 от 03.04.2009.  
Ул. Щербакова-Набережная, 4, 210015, г. Витебск.