

А. Ф. Кokoшко

ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

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

Минск
«ТетраСистемс»
2009

УДК 514.18(075.8)
ББК 22.151.3я73
К59

А в т о р

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

Р е ц е н з е н т ы:

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.

К59 Основы начертательной геометрии : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений по техн. специальностям / А. Ф. Кокошко. – Минск : ТетраСистемс, 2009. – 192 с.
ISBN 978-985-470-847-8.

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 в основном для студентов-заочников технических специальностей высших учебных заведений.

УДК 514.18(075.8)
ББК 22.151.3я73

ISBN 978-985-470-847-8

© Кокошко А. Ф., 2009
© Оформление. НТООО «ТетраСистемс», 2009

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.

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

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В учебном пособии принято обозначать:

1. Точки пространства – прописными буквами латинского алфавита: $A, B, C \dots$ или арабскими цифрами 1, 2, 3 ...

2. Прямые и кривые линии пространства – по точкам, определяющим линию, и строчными буквами латинского алфавита: $a, b, c \dots$

3. Плоскости – строчными буквами греческого алфавита: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ и ε

4. Поверхности – прописными буквами греческого алфавита: $\Theta, \Sigma, \Phi, \Omega \dots$

5. При образовании комплексного чертежа горизонтальная плоскость проекций обозначается Π_1 , фронтальная плоскость проекций – Π_2 , профильная плоскость проекций – Π_3 .

6. Проекции точек, прямых и плоскостей обозначают теми же буквами, что и их оригиналы, с добавлением подстрочного индекса, соответствующего индексу плоскости проекций. Так проекции точки A , прямой a и плоскости Σ обозначают:

– на плоскости Π_1 – A_1, a_1, Σ_1 ,

– на плоскости Π_2 – A_2, a_2, Σ_2 ,

– на плоскости Π_3 – A_3, a_3, Σ_3 .

7. Для указания способа задания плоскости рядом с буквенным обозначением плоскости в скобках пишут обозначения тех элементов, которыми она задана.

Например:

• $\alpha (A, B, C)$ – плоскость задана тремя точками A, B и C ;

• $\beta (a, A)$ – плоскость задана прямой a и точкой A ;

• $\gamma (a \cap b)$ – плоскость задана пересекающимися прямыми a и b ;

• $\delta (l \parallel m)$ – плоскость задана параллельными прямыми l и m .

8. Линии уровня обозначают:

горизонталь – $h(h_1, h_2, h_3)$; фронталь – $f(f_1, f_2, f_3)$.

9. Обозначения прямых:

$[AB]$ – отрезок прямой, ограниченный точками A и B .

10. Обозначение углов:

$\angle ABC$ – угол с вершиной в точке B , а также строчными буквами греческого алфавита φ, ψ, ω . Прямой угол обозначается прямоугольником.

11. Расстояние между геометрическими фигурами:

$|AB|$ – расстояние между точками A и B (длина отрезка AB).

12. Оси проекций – прописными буквами X, Y и Z или $X_{14}, X_{24} \dots$ (при введении дополнительных плоскостей).

13. Начало координатных осей – прописной буквой O .
14. Центр проецирования – прописной буквой латинского алфавита S .
15. Направление проецирования — строчной буквой латинского алфавита s .
16. Следы прямой – $A_{\Pi_1}, A_{\Pi_2} \dots$, точки схода следов плоскости – $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$.
17. Последовательность геометрических фигур – надстрочным индексом:
 точек – A^1, A^2, A^3, \dots ; прямых – a^1, a^2, a^3, \dots ; плоскостей – $\alpha^1, \alpha^2, \alpha^3$.
18. Новая плоскость проекций при замене плоскостей проекций – буквой Π с добавлением подстрочного индекса: Π_4, Π_5, Π_6 .
19. Основные операции:
- совпадение двух геометрических фигур \equiv , например $a \equiv b, A_1 \equiv B_1$;
 - включает, содержит \subset , например $l \subset \alpha$, прямая l принадлежит плоскости α ;
 - взаимная принадлежность геометрических фигур \in , например $A \in a, a \in B$;
 - пересечение двух геометрических фигур и множеств \cap , например $l \cap \alpha, \beta \cap \gamma$;
 - результат геометрической операции $=$, например $K = l \cap \alpha$.

Рекомендуемая литература

1. *Арустамов. Х.А.* Сборник задач по начертательной геометрии. – Москва, 1978.
2. *Бубенников А.В.* Начертательная геометрия. – Москва, 1985.
3. *Бубенников А. В., Громов М. Я.* Начертательная геометрия – Москва, 1973.
4. *Винницкий Н.Г.* Начертательная геометрия. – Москва, 1975.
5. *Виноградов В.Н.* Начертательная геометрия. – Москва, 2004.
6. *Гордон В.О.* Курс начертательной геометрии / В.О. Гордон, М.А Семенцов-Огиевский; под ред. В.О. Гордона, Ю.Б. Иванова. – Москва, 2000.
7. *Гордон В.О.* [и др.]. Сборник задач по курсу «Начертательной геометрии». – Москва, 1977.
8. *Кузнецов Н.С.* Начертательная геометрия. – Москва, 1969.
9. *Локтев О.В.* Задачник по начертательной геометрии. – Москва, 1999.
10. *Локтев О. В.* Краткий курс начертательной геометрии. – Москва, 2003.
11. *Начертательная геометрия* / под ред. Крылова Н. Н. – Москва, 2000.
12. *Пеклич В. А.* Задачи по начертательной геометрии. – Москва, 1997.
13. *Посвянский А. Д.* Краткий курс начертательной геометрии. – Москва, 1970.
14. *Фролов С.А.* Начертательная геометрия. – Москва, 1983.

Содержание

Предисловие	3
Принятые обозначения	5
Занятие 1. КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД ПРОЕЦИРОВАНИЯ	7
1.1. Предмет начертательной геометрии	7
1.2. Сущность метода проецирования	7
1.3. Основные модели проецирования	8
1.4. Независимые (инвариантные) свойства параллельного проецирования	9
1.5. Координатный метод проецирования	12
Решить задачи	15
Ответить на вопросы	16
Занятие 2. ПРОЕКЦИИ ТОЧКИ, ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ	18
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
Занятие 3. ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ	32
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
Занятие 4. МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ	45
4.1. Общие положения	45
4.2. Определение расстояний	45
4.3. Определение углов	49
Решить задачи	52
Ответить на вопросы	53
Занятие 5. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА	54
5.1. Способ замены плоскостей проекций	54
5.2. Способ плоскопараллельного перемещения	58
5.3. Способ вращения вокруг проецирующей прямой	59
Решить задачи	65
Ответить на вопросы	66

Занятие 6. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)	67
6.1. Способ вращения вокруг линии уровня	67
6.2. Вращение вокруг следа плоскости (способ совмещения)	68
6.3. Способ вспомогательного проецирования	71
Решить задачи	74
Ответить на вопросы	74
Занятие 7. КРИВЫЕ ЛИНИИ	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
Занятие 8. ОБРАЗОВАНИЕ И ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ. ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ	87
8.1. Задание и классификация поверхностей	87
8.2. Линейчатые поверхности	88
Решить задачи	96
Ответить на вопросы	96
Занятие 9. ПОВЕРХНОСТИ НЕЛИНЕЙЧАТЫЕ	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
Занятие 10. ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И ВИНТЫ	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
Занятие 11. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ И ЛИНИЕЙ	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

Занятие 12. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ	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
Занятие 13. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ	142
13.1. Общие сведения	142
13.2. Способ вспомогательных секущих плоскостей	142
Решить задачи	148
Ответить на вопросы	148
Занятие 14. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ	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
Занятие 15. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	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
Занятие 16. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)	169
16.1. Построение условных разверток неразвертываемых поверхностей ..	169
Решить задачи	173
Ответить на вопросы	174
Занятие 17. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ	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
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	188

По вопросам **оптового** приобретения книг обращаться
по тел.: **219-73-88, 219-73-90, 298-59-85, 298-59-87**

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

Учебное издание

Косошко Анатолий Федорович

ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

**Учебное пособие для студентов высших учебных заведений
по техническим специальностям**

Ответственный за выпуск *С. В. Процко*
Компьютерная верстка *А. Л. Потеев*

Подписано в печать 16.12.2008.

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага типографская № 2. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 13,51. Тираж 1500 экз.
Заказ

Научно-техническое общество с ограниченной ответственностью
«ТетраСистемс».

ЛИ № 02330/0056815 от 02.03.2004.

Удостоверение о государственной гигиенической регистрации
№ 08-33-2.79451 от 14.10.2008.

220116, г. Минск, а/я 139 (тел. 219-74-01; e-mail: rtsmink@mail.ru;
<http://www.ts.by>).

Унитарное полиграфическое предприятие
«Витебская областная типография».

Ул. Щербакова-Набережная, 4, 210015, г. Витебск.