

***НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ  
ГЕОМЕТРИЯ***

*Издательство ТГТУ*

Министерство образования Российской Федерации  
Тамбовский государственный технический университет

***НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ  
ГЕОМЕТРИЯ***

Методические рекомендации для студентов, обучающихся  
по специальностям 170500, 170600, 290300, 290500

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2004

УДК 514.18  
ББК В151.34я73-5  
Н365

**Р е ц е н з е н т**  
Профессор, доктор технических наук  
*А.А. Арзамасцев*

НЗ65 Начертательная геометрия: Метод. рекомендации / Сост.: С.И. Лазарев, Э.Н. Очнев. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 24 с.

Даны тексты задач и контрольные вопросы, предназначенные для домашней подготовки к практическим занятиям и решения задач при изучении практической части «Начертательной геометрии». Приведены вопросы для подготовки к экзаменам.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальностям 170500, 170600, 290300, 290500.

УДК 514.18  
ББК В151.34я73-  
5

© Тамбовский государственный  
технический университет  
(ТГТУ), 2004

Учебное издание

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ  
ГЕОМЕТРИЯ**

Методические рекомендации

Составители: Лазарев Сергей Иванович,  
Очнев Эдуард Николаевич

Редактор М.А. Евсейчева  
Компьютерное макетирование Е.В. Кораблевой

Подписано в печать 18.02.04  
Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная  
Гарнитура Times New Roman. Объем: 1,40 усл. печ. л.; 1,26 уч.-изд. л.  
Тираж 50 экз. С. 130<sup>М</sup>

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета,  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## Принятые обозначения

Плоскости проекций:

горизонтальная	$\pi_1$
фронтальная	$\pi_2$
профильная	$\pi_3$
дополнительные	$\pi_4$

### **ОСИ ПРОЕКЦИЙ И КООРДИНАТНЫЕ ОСИ**

$$\frac{\pi_1}{\pi_2} = x, \frac{\pi_1}{\pi_3} = y, \frac{\pi_2}{\pi_3} = z,$$

### **ПЛОСКОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ**

$\alpha, \beta, \gamma, \dots$

Проекции точки, прямой, плоскости:

горизонтальная	$A', G'$
фронтальная	$A'', G''$
профильная	$A''', G'''$
дополнительная	$A_4, G_4$

Перпендикулярность

$\perp$

Параллельность

$\parallel$

Совпадение (тождество)

$\equiv$

Пересечение двух геометрических элементов

$\cap$

Результат геометрического построения

$=$

Угол

$\sphericalangle$

Прямой угол

L

Принадлежность одного геометрического элемента другому

$\in$

Следует

$\rightarrow$

Отрицание

$\neq$

Касание

$\underline{\cup}$

## З а н я т и е 1

### **Проецирование точки и прямой линии. Частные положения прямой относительно плоскостей проекций. Взаимное положение двух прямых в пространстве**

*Вопросы:*

- 1 Сущность центрального и параллельного проецирования.
- 2 Что представляет собой метод ортогональных проекций (метод Монжа)?
- 3 Что называется горизонтальной, фронтальной и профильной проекцией точки?

- 4 Что такое комплексный чертеж (эпюр) и механизм его образования?
- 5 Что называется координатами точки?
- 6 Какими координатами определяются горизонтальная, фронтальная и профильная проекции точки?
- 7 Как на чертеже определить расстояние от точки до плоскости проекций?
- 8 Могут ли совпадать на чертеже горизонтальная и фронтальная проекции точки?
- 9 Где находятся проекции точки, лежащей в одной из плоскостей проекций?
- 10 Что означает равенство нулю одной из координат точки?
- 11 Какие частные положения может занимать в пространстве прямая?
- 12 Когда длина проекции отрезка равна самому отрезку?
- 13 В каком случае проекция прямой обращается в точку?
- 14 Как расположены проекции прямой, лежащей в одной из плоскостей проекций?
- 15 Как расположена фронтальная проекция отрезка прямой, если его горизонтальная проекция равна самому отрезку?
- 16 Как могут быть взаимно расположены в пространстве две прямые?
- 17 Что на чертеже служит признаком параллельности прямых в пространстве?
- 18 Что на чертеже служит признаком пересечения прямых в пространстве?
- 19 Что представляет собой точка пересечения проекций двух скрещивающихся прямых?

*Задачи:*

- 1 Построить три проекции и наглядное изображение точки  $A(30, 25, 15)$ .
- 2 По двум проекциям построить третью проекцию точки  $A$ . Рассмотреть некоторые возможные варианты.
- 3 Построить горизонтальные и фронтальные проекции точек  $A(x, 20, 20)$ ,  $B(x, 15, -25)$ ,  $C(x, -20, 0)$ ,  $D(x, 0, 0)$ ,  $E(x, -25, 25)$ , указать удаленность их от плоскостей проекций.
- 4 Даны три проекции точки  $B$ . Определить положение оси  $x$  и расстояние (мм) точки  $B$  до плоскостей проекций.
- 5 Точка  $B$  симметрична точке  $A$  относительно плоскости  $\pi_1$ . Написать координаты точки  $B$ . Построить чертеж этих точек.
- 6 Во фронтальной плоскости  $\pi_2$  установлено зеркало. Точка  $B$  является зеркальным отражением точки  $A(x, 20, 15)$ . Определить расположение точки  $B$ , написать ее координаты и построить чертеж точек  $A$  и  $B$ .
- 7 Построить горизонтальную и фронтальную проекции отрезка прямой  $AB$  по координатам ее концов  $A(30, 10, 25)$ ,  $B(10, 5, 15)$ .
- 8 На отрезке прямой  $AB$ , заданной горизонтальной и фронтальной проекциями, построить точку  $C$ , удаленную от горизонтальной плоскости проекции на 15 мм.
- 9 На чертеже отрезка прямой  $AB$  найти точку  $E$ , равноудаленную от плоскостей проекций.
- 10 Построить чертеж двух пересекающихся прямых  $AB$  – общего положения и  $MK$  – горизонтальной прямой.
- 11 Построить чертеж треугольника  $ABC$ , в котором стороны  $AB$ ,  $AC$ ,  $BC$  являются соответственно горизонтальной, фронтальной и профильной прямыми.
- 12 Построить чертеж двух горизонтальных прямых, отстоящих от горизонтальной плоскости проекций на 20 мм.
- 13 На чертеже двух прямых общего положения  $AB$  и  $CD$  построить пересекающую их горизонтальную прямую  $KM$ .
- 14 Через точку  $C$  провести прямую  $CE$ , пересекающую заданную прямую общего положения  $AB$  и ось аппликата.

15 На чертеже прямых  $AB$  (горизонтально проецирующая) и  $CD$  (общего положения) построить прямую  $EM$ , проходящую через точку  $C$  и пересекающую обе заданные прямые.

## З а н я т и е 2

### Определение истинной величины отрезка прямой линии и углов наклона его к плоскостям проекций. Деление отрезка в данном отношении. Следы прямой. Проецирование прямого угла

*Вопросы:*

- 1 Каким углом измеряется угол между прямой и плоскостью?
- 2 Каков порядок определения натуральной величины отрезка методом прямоугольного треугольника?
- 3 Как определить угол наклона отрезка общего положения к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций?
- 4 Сформулировать условия принадлежности точки прямой на чертеже.
- 5 Как на чертеже разделить отрезок прямой в заданном отношении?
- 6 Что называется следом прямой?
- 7 Какая прямая имеет один, два и три следа в системе трех плоскостей проекции?
- 8 Может ли прямая иметь горизонтальный и фронтальный следы сливающиеся в одну точку на чертеже?
- 9 Как построить следы прямой и их проекции на чертеже?
- 10 Когда прямой угол проецируется в виде прямого угла на одну из плоскостей проекции? На две плоскости проекций?

*Задачи:*

- 1 На чертеже отрезка прямой  $AB$  построить отрезок  $AC$  длиной 30 мм и определить угол его наклона к плоскостям проекций.
- 2 Достроить чертеж отрезка  $AB$  по заданной горизонтальной проекции и углу наклона к горизонтальной плоскости проекций.
- 3 Отрезок прямой общего положения разделить на два отрезка в отношении 5 : 3.
- 4 На чертеже профильного отрезка найти фронтальную проекцию точки  $C$  по заданной горизонтальной. Найти натуральную величину заданного отрезка.
- 5 В треугольнике  $ABC$  основание  $AC$  – расположено горизонтально. По чертежу треугольника  $ABC$  определить натуральную величину высоты  $BD$ .
- 6 В равнобедренном треугольнике  $ABC$  основание  $AB$  расположено фронтально. Достроить чертеж треугольника по заданной его горизонтальной проекции. Определить натуральный вид треугольника.
- 7 Построить чертеж квадрата  $ABCD$ , в котором стороны  $AB$  и  $CD$  фронтально проецирующие, а стороны  $AC$  и  $BD$  фронтальные прямые.
- 8 Построить прямоугольный треугольник  $ABC$  с вершиной  $A$  на прямой  $EP$  прямым углом  $B$  и стороной  $BC$  – горизонтальной прямой.
- 9 Построить следы  $M$  и  $N$  прямой общего положения.
- 10 Построить имеющиеся следы прямой частного положения.

## З а н я т и е 3

Задание плоскости на чертеже. Плоскости общего и частного положения. Прямая и точка в плоскости. Прямые особого положения в плоскости. Пересечение плоскостей, прямой и плоскости

*Вопросы:*

- 1 Какими способами можно задать плоскость на чертеже?

- 2 Что называется следом плоскости?
- 3 Где располагаются следы прямой, лежащей в заданной следами плоскости?
- 4 Как построить следы плоскости?
- 5 Где находятся не обозначаемые проекции следов плоскости?
- 6 Каковы отличительные признаки плоскостей частного положения?
- 7 Чему равен в пространстве угол между горизонтальным и фронтальным следами для горизонтально-проецирующей плоскости.
- 8 Сформулировать признак принадлежности точки плоскости.
- 9 Когда прямая принадлежит данной плоскости?
- 10 Что называется горизонталью, фронталью и линиями наибольшего наклона плоскости к плоскости проекций?
- 11 Какие плоскости можно провести через прямую общего положения?
- 12 Какие плоскости можно провести через прямую частного положения?
- 13 Какое взаимное положение в пространстве могут занимать две плоскости?
- 14 В чем заключается алгоритм построения линии пересечения двух плоскостей?
- 15 Какие плоскости обычно принимаются в качестве вспомогательных и почему?
- 16 Где располагаются следы прямой пересечения двух плоскостей, заданных следами?
- 17 Что представляет собой линия пересечения плоскости общего положения с плоскостью уровня?
- 18 Где располагается одна из проекций линии пересечения плоскости общего положения и проецирующей плоскости?
- 19 Какое взаимное положение в пространстве могут занимать прямая и плоскость?
- 20 Как найти точку пересечения прямой с плоскостями проецирующими и уровня?
- 21 В чем заключается алгоритм построения точки пересечения прямой линии с плоскостью?
- 22 Как определяется видимость на чертеже при пересечении прямой с плоскостью?

*Задачи:*

- 1 По известной фронтальной проекции точки  $K$ , принадлежащей плоскости, заданной отрезком  $AB$  и точкой  $C$ , построить ее горизонтальную проекцию.
- 2 Построить недостающую проекцию прямой  $AB$ , расположенной в плоскости общего положения, заданной различными способами.
- 3 Построить недостающую проекцию треугольника  $ABC$ , расположенного в заданной плоскости.
- 4 Достроить горизонтальную проекцию плоской фигуры.
- 5 Построить фронтальный след плоскости  $\alpha$ , заданной горизонтальным следом и точкой  $A$ .
- 6 Определить угол наклона заданной плоскости к одной из плоскостей проекций.
- 7 Построить горизонталь и фронталь плоскости, для которой отрезок  $AB$  является линией ската.
- 8 От поверхности земли вглубь идут три шахты  $AB$ ,  $CD$  и  $EF$  до встречи с пластом, определяемым тремя точками  $B$ ,  $D$  и  $F$ , лежащими на различной глубине. Определить глубину четвертой шахты до ее встречи с тем же пластом. (Пласт принять плоским.)
- 9 Определить направление движения шара  $A$ , скатывающегося с наклонной плоскости  $BCDE$ , заданной чертежом.
- 10 Построить линию пересечения плоскости общего положения, заданной следами с:
  - а) горизонтальной плоскостью;
  - б) фронтальной плоскостью;
  - в) плоскостью общего положения, заданной следами.
- 11 Построить линию пересечения двух плоскостей.
- 12 Построить точку пересечения плоскости общего положения, заданной двумя пересекающимися прямыми с прямой общего положения.
- 13 Построить точку пересечения прямой общего положения с плоскостью частного положения (уровня, проецирующей).
- 14 Построить точку пересечения прямой общего положения с профильно-проецирующей плоскостью, заданной следами.
- 15 Построить линию пересечения двух непрозрачных плоских пластин.

## Параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей

### Вопросы:

- 1 Как располагаются проекции прямой, перпендикулярной к плоскости общего положения?
- 2 Как из точки, принадлежащей плоскости, восстановить перпендикуляр?
- 3 Как определить натуральную величину расстояния от точки до фронтально-проецирующей плоскости?
- 4 Как через точку провести плоскость, перпендикулярную к заданной прямой?
- 5 Как опустить перпендикуляр из точки на прямую общего положения?
- 6 Признак перпендикулярности двух плоскостей. Как через прямую провести плоскость, перпендикулярную заданной плоскости?
- 7 Признак параллельности прямой и плоскости.
- 8 Как через прямую провести плоскость, параллельную другой плоскости?
- 9 Как через точку провести плоскость, параллельную данной плоскости?

### Задачи:

- 1 По заданной горизонтальной проекции отрезка прямой  $AB$  построить его фронтальную проекцию из условия параллельности  $AB$  и плоскости, заданной двумя параллельными прямыми (следами).
- 2 Из точки  $A$ , лежащей в плоскости, заданной двумя параллельными прямыми, восстановить перпендикуляр длиной 50 мм.
- 3 Через точку  $A$ , провести плоскость перпендикулярную отрезку прямой  $BC$ .
- 4 Определить угол между отрезком  $AB$  общего положения и плоскостью заданной следами.
- 5 Через прямую  $AB$  провести плоскость перпендикулярную заданной плоскости.
- 6 Достроить горизонтальную проекцию отрезка  $AB$ , параллельного заданной плоскости.
- 7 Определить параллельны ли  $AB$  и плоскость  $\alpha$ .
- 8 Через точку  $A$  провести прямую, параллельную заданной плоскости и фронтальной плоскости проекций.
- 9 Через точку  $K$  провести плоскость, параллельно прямым  $AB$  и  $CD$  общего положения.

## З а н я т и е 5

### Контрольная работа № 1

Задача 1. На прямой  $AB$  общего положения найти точку  $C$ , отстоящую от горизонтальной плоскости проекций на 15 мм и точку  $D$ , отстоящую от фронтальной плоскости проекций на 20 мм. Определить длину отрезка  $CD$  и угол наклона к горизонтальной плоскости проекций.

Задача 2. В плоскости, заданной на чертеже следами (параллельными, пересекающимися прямыми) построить треугольник, со сторонами, занимающими положение горизонтали, фронтали, профильной прямой. Определить натуральную величину треугольника.

Задача 3. Из точки  $A$ , принадлежащей плоскости общего положения, заданной следами, восстановить перпендикуляр  $AB$  равный 50 мм. Через точку  $B$  провести плоскость, параллельную заданной.

## З а н я т и е 6

### Преобразование чертежа способом перемены плоскостей проекций

### Вопросы:

- 1 В чем состоит способ замены плоскостей проекций?
- 2 Какие координаты точек остаются неизменными при замене горизонтальной (фронтальной) плоскости проекций?
- 3 Как надо располагать новые плоскости проекций, чтобы отрезок прямой общего положения спроецировался в натуральную величину, в точку?
- 4 Как расположить новую плоскость проекций, чтобы заданная плоскость стала проецирующей?

5 При каком расположении треугольника можно определить его натуральную величину с помощью замены только одной плоскости проекций?

6 В каком случае двугранный угол плоскости спроецируется на плоскость проекций в натуральную величину?

*Задачи:*

1 Определить натуральную величину отрезка общего положения и угол наклона его к горизонтальной плоскости проекций.

2 Определить угол наклона данной плоскости (заданной следами, треугольником) к одной из плоскостей проекций.

3 Плоскость задана пересекающимися горизонталью и фронталью. Заменить плоскость проекций так, чтобы заданная плоскость стала проецирующей.

4 Найти точку пересечения заданных прямой и плоскости общего положения.

5 Определить расстояние между заданными точкой и прямой общего положения.

6 Заданы фронтальный отрезок прямой и горизонтальная проекция точки вне прямой. Определить фронтальную проекцию точки, если расстояние от точки до прямой равно 20 мм.

7 Определить кратчайшее расстояние между двумя скрещивающимися прямыми.

8 Определить величину двугранного угла  $ABCD$ .

9 Определить расстояние от заданной точки до плоскости общего положения.

10 Построить проекции центра окружности, описанной вокруг треугольника  $ABC$  общего положения.

11 Плоскость общего положения задана следами. На прямой  $AB$ , не принадлежащей плоскости, найти точку  $C$ , удаленную от плоскости на 30 мм.

## З а н я т и е 7

### Способ вращения

*Вопросы:*

1 В чем заключается способ вращения?

2 Назвать элементы вращения.

3 Как перемещаются проекции точки, при вращении ее вокруг горизонтально-проецирующей оси.

4 Какая из проекций отрезка или плоской фигуры не изменяет своей величины (формы) при вращении вокруг фронтально-проецирующей оси?

5 Как прямую общего положения повернуть до положения проецирующей прямой?

6 Какую проецирующую прямую следует принять за ось вращения, чтобы плоскость общего положения стала в результате вращения фронтально-проецирующей?

7 В чем состоит сущность способа плоско-параллельного перемещения?

8 В какой проецирующей плоскости перемещается точка при вращении вокруг горизонтали (фронтали)?

9 Как определить радиус вращения точки при ее вращении вокруг горизонтали или фронтали?

10 Что является осью вращения при совмещении заданной плоскости с горизонтальной (фронтальной) плоскостью проекций?

*Задачи:*

1 На прямой общего положения  $AB$  найти точку  $C$  так, чтобы  $AC$  равнялась 30 мм.

2 Заданы плоскость общего положения  $ABC$  и точка  $K$  вне плоскости. Поворотом точки  $K$  вокруг горизонтально-проецирующей прямой ввести ее в плоскость  $ABC$ .

3 Вращением определить угол наклона заданной плоскости к одной из плоскостей проекций.

4 Способом плоско-параллельного перемещения определить расстояние от точки  $K$  до плоскости треугольника  $ABC$ .

5 Определить истинную величину треугольника способом плоско-параллельного перемещения.

6 Определить угол между стрелой  $AB$  подъемного крана и тросом, удерживающим груз  $C$ .

7 Определить величину плоского угла  $ABC$  способом вращения вокруг линии уровня.

- 8 Параллелограмм повернуть вокруг его горизонтали на угол  $30^\circ$ .
- 9 Совмещением плоскости  $\alpha$ , заданной следами, с плоскостью проекций определить натуральную величину отрезка прямой  $AB$ , лежащей в плоскости  $\alpha$ .
- 10 По совмещенному положению плоскости  $\alpha$ , с фронтальной плоскостью проекций построить горизонтальный след плоскости  $\alpha$ .

## З а н я т и е 8

### *Кривые линии и поверхности*

#### *Вопросы:*

- 1 В чем различие между плоской и пространственной кривыми линиями?
- 2 Привести примеры особых точек плоских кривых линий.
- 3 Что называется касательной (нормалью) к кривой линии?
- 4 На какие две группы можно разделить поверхности по возможности совмещения их разверток с плоскостью?
- 5 Привести примеры развертывающихся поверхностей.
- 6 Чем можно задать поверхность вращения?
- 7 Как образуются поверхности вращения: сфера, тор, эллипсоид, параболоид, гиперболоид.
- 8 Какие линии на поверхности вращения называются параллелями и меридианами?
- 9 Как образуются цилиндрическая и коническая поверхность общего вида?
- 10 Как построить проекции произвольной точки, принадлежащей заданной поверхности?

#### *Задачи:*

- 1 На чертеже конуса (цилиндра, шара, тора, произвольного тела вращения) в системе трех плоскостей проекций заданы по одной проекции трех различных точек, принадлежащих заданной поверхности. Построить недостающие проекции точек и назвать точку, расположенную дальше от горизонтальной плоскости проекций.
- 2 Построить недостающую проекцию точки, принадлежащей цилиндрической поверхности, заданной на чертеже в системе двух плоскостей проекций направляющей (пространственной кривой) и образующей (прямой линией).
- 3 Построить недостающую проекцию точки, принадлежащей конической поверхности, заданной на чертеже в системе двух плоскостей проекций направляющей (пространственная кривая) и вершиной.
- 4 Построить проекции тора, образованного вращением заданной образующей (части окружности, лежащей во фронтальной плоскости) вокруг горизонтально-проецирующей прямой, принятой за ось вращения.
- 5 Построить проекции однополостного гиперболоида, образованного перемещением образующей по двум направляющим окружностям, лежащим в двух различных горизонтальных плоскостях.
- 6 Построить проекции правой винтовой линии, проходящей через точку, принадлежащую поверхности прямого кругового цилиндра. В качестве шага винтовой линии принять высоту цилиндра.

## З а н я т и е 9

### **Пересечение поверхности плоскостью**

#### *Вопросы:*

- 1 Что представляет собой сечение многогранника?
- 2 Как построить линию сечения многогранника плоскостью?
- 3 В чем состоит алгоритм построения сечения линейчатой поверхности?
- 4 Какие линии получаются при сечении прямого кругового цилиндра плоскостью?
- 5 Какие линии получаются при сечении конуса плоскостью?

- 6 Какие линии получаются при сечении сферы плоскостью и какие могут быть проекции этих линий?
- 7 Чему равна малая ось эллипса при сечении прямого кругового цилиндра плоскостью?
- 8 Как определить малую ось эллипса при сечении кругового конуса проецирующей плоскостью?
- 9 Какими способами можно найти натуральную величину сечения тела плоскостью?
- 10 Какие сечения призмы и цилиндра называются нормальными?
- 11 Что называется разверткой поверхности?
- 12 Как построить развертку поверхности пирамиды?
- 13 Как построить развертку поверхности призмы прямой (наклонной)?
- 14 Как построить развертку поверхности конуса прямого (наклонного)?
- 15 Как построить развертку поверхности цилиндра прямого (наклонного)?
- 16 Как построить развертку сферы?

*Задачи:*

- 1 Построить проекции сечения пирамиды с основанием, расположенным в горизонтальной плоскости проекций, фронтально-проецирующей плоскостью.
- 2 Построить сечение призмы горизонтально-проецирующей плоскостью и определить натуральную величину фигуры сечения.
- 3 Построить проекции сечения призмы плоскостью общего положения, заданной следами.
- 4 Построить проекции сечения пирамиды плоскостью общего положения, заданной горизонталью и фронталью.
- 5 Построить проекции конического сечения, образованного горизонтально-проецирующей плоскостью, параллельной оси конуса.
- 6 Построить проекции сечения цилиндра плоскостью общего положения.
- 7 Построить сечение шара (тора) проецирующей плоскостью.

По результатам решения задач 1 – 6 занятия 9 построить развертки полной поверхности тел.

## **З а н я т и е 10**

### **Контрольная работа № 2**

Задача 1. Преобразованием чертежа определить центр окружности, описанной около треугольника *ABC*.

Задача 2. Построить чертеж конического сечения плоскостью, параллельной образующей конуса и развертку верхней отсеченной части конуса.

Задача 3. Построить чертеж сечения тора горизонтально-проецирующей плоскостью.

## **З а н я т и е 11**

### **Взаимное пересечение поверхностей**

*Вопросы:*

- 1 Как построить линию пересечения двух многогранников?
- 2 Какую линию представляет собой линия пересечения двух многогранников? Двух кривых поверхностей? Многогранника с кривой поверхностью?
- 3 В чем заключается способ посредников при построении точек, общих для двух пересекающихся поверхностей?
- 4 Какие геометрические объекты могут быть использованы в качестве посредников?
- 5 Каков основной принцип выбора посредников?
- 6 По каким линиям пересекаются поверхности вращения, имеющие общую ось?
- 7 В каких случаях возможно и целесообразно применение способа концентрических сфер?
- 8 Как выбирается наименьший и наибольший радиусы концентрических сфер-посредников?
- 9 Какие участки линии пересечения поверхностей на чертеже будут видимыми?

10 Когда два цилиндра пересекаются по плоской кривой?

*Задачи:*

1 Построить проекции линии пересечения прямого кругового цилиндра с основанием, расположенным в горизонтальной плоскости проекций с трехгранной призмой, боковые ребра которой занимают фронтально-проецирующее положение.

2 Построить линию пересечения прямого кругового конуса и полусферы с основанием, расположенными в горизонтальной плоскости проекций, у которых плоскость симметрии фронтальная, а расстояние между осями конуса и полусферы равно  $R$ .

3 Выполнить чертеж пирамиды с основанием, расположенным в горизонтальной плоскости проекций, и имеющей сквозное отверстие в виде трехгранной призмы, боковые ребра которой занимают фронтально-проецирующее положение.

4 Построить чертеж полусферы со сквозным цилиндрическим отверстием.

5 Построить чертеж линии пересечения тора и цилиндра. Ось вращения тора профильно-проецирующая прямая, ось цилиндра – горизонтально-проецирующая прямая. Оси вращения пересекаются между собой.

6 Построить чертеж линии пересечения тора и конуса. Ось вращения тора – горизонтально-проецирующая прямая, ось конуса фронтальная прямая, образующая конуса с горизонтальной плоскостью проекций образует угол  $45^\circ$ .

## З а н я т и е 12

### Пересечение прямой линии с поверхностью

*Вопросы:*

1 Каков алгоритм нахождения точек пересечения прямой с поверхностью?

2 Какие вспомогательные плоскости применяются при определении точек пересечения прямой и поверхностью?

3 Как определяется видимость точек пересечения прямой с поверхностью геометрических тел различного вида?

*Задачи:*

1 Построить точки пересечения прямой общего положения с поверхностью пирамиды.

2 Построить точки пересечения сферы с горизонтально-проецирующей прямой.

3 Построить точки пересечения кругового полукольца с профильно-проецирующей прямой.

4 Построить точки пересечения прямого кругового конуса с прямой общего положения.

5 Построить точки пересечения прямой общего положения с цилиндрической поверхностью.

6 Построить точки пересечения прямой общего положения с призмой, ребра которой наклонены к плоскости проекций.

7 Построить точки пересечения прямой общего положения с круговым цилиндром, ось которого является фронтальной прямой.

## З а н я т и е 13

### Касательная плоскость

*Вопросы:*

1 Что такое обыкновенная (правильная) точка поверхности?

2 Привести примеры особых точек поверхности.

3 Каков алгоритм построения плоскости, касательной к поверхности?

4 Каков принцип выбора пересекающихся кривых на поверхности для проведения плоскости, касательной к поверхности?

*Задачи:*

- 1 Построить плоскость касательную к сфере в заданной точке. Плоскость задать двумя пересекающимися прямыми (следами).
- 2 Построить плоскость касательную в заданной точке к поверхности тора (кольцеобразного, яблокообразного, лимонобразного).
- 3 Построить плоскость касательную в заданной точке к поверхности конуса.
- 4 Построить плоскость касательную в заданной точке поверхности тела вращения.

## **З а н я т и е 14**

### **Аксонометрия**

*Вопросы:*

- 1 В чем заключается способ аксонометрического проецирования?
- 2 Что называется коэффициентом (показателем) искажения?
- 3 Что такое изометрическая, диметрическая, триметрическая аксонометрические проекции?
- 4 В чем различие между косоугольной и прямоугольной аксонометрическими проекциями?
- 5 Каковы величины углов между осями в прямоугольной изометрии и диметрии?

*Задачи:*

- 1 Построить изометрическую проекцию квадрата в горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостях проекций.
- 2 Построить прямоугольную диметрическую проекцию прямоугольника, расположенного в горизонтальной плоскости проекций.
- 3 Построить прямоугольную изометрическую и диметрическую проекции правильного шестиугольника, расположенного в горизонтальной плоскости проекций.
- 4 Построить изометрическую проекцию окружности, расположенной во фронтальной плоскости проекций.
- 5 Построить диметрическую проекцию кругового плоского кольца, расположенного в горизонтальной плоскости проекций.
- 6 Построить изометрическую (диметрическую) проекцию заготовки болта с шестигранной головкой.

## **З а н я т и е 15**

### **Построение теней в ортогональных проекциях. Тени элементов зданий. Тени в аксонометрических проекциях**

*Вопросы:*

- 1 Понятие о собственных и падающих тенях.
- 2 Выбор направления светового луча при построении теней в ортогональных проекциях.
- 3 Понятие тени от точки, прямой и плоскости.
- 4 Методы построения теней.
- 5 Метод лучевых сечений.
- 6 Метод обратного луча.

*Задачи:*

- 1 Построить тень от прямой  $AB$ .
- 2 Построить тень от круга.
- 3 Построить тень от треугольника  $ABC$ .
- 4 Построить тень от прямоугольника  $ABCD$ .

- 5 Построить тень от пирамиды  $SABCDEF$ .
- 6 Построить тень от шеста  $AB$  на здании  $MDEFCN$ . Построить падающие тени от опор  $AB$  и  $CD$  на скаты крыши  $DEFM$ ,  $DEFM$  и  $MFN$ .
- 7 Построить тень от антенны  $AB$  на здания.
- 8 Построить собственные и падающие тени от плит-козырьков.
- 9 Построить тень от трубы на скат крыши.
- 10 Построить тень ниши и выступа.
- 11 Построить фронтальную проекцию объекта по его горизонтальной проекции и падающей тени на плоскость.
- 12 Построить собственные и падающие тени от крыльца в ортогональных проекциях.

## З а н я т и е 16

### Построение перспективы. Тени в перспективе

*Вопросы:*

- 1 Геометрические основы перспективы.
- 2 Перспектива точки.
- 3 Перспектива прямых общего и частного положения.
- 4 Перспектива плоскости.
- 5 Выбор точки зрения, картинной плоскости и высоты горизонта.
- 6 Методы построения перспективных изображений.
- 7 Разновидности метода архитектора построения перспективных изображений.
- 8 Метод архитектора с двумя точками схода и опущенным планом.

*Задачи:*

- 1 Построить перспективу прямой  $AB$ .
- 2 Построить перспективу исходной фигуры  $ABCDK$ , которая расположена в предметной плоскости.
- 3 Построить методом архитекторов перспективу шестигранной призмы с опущенным планом.
- 4 Построить перспективу пятигранной пирамиды, собственную и падающую тень.

## З а н я т и е 17

### Проекция в числовых отметках

*Вопросы:*

- 1 Сущность проекции в числовых отметках.
- 2 Проекция точек и прямой в числовых отметках.
- 3 Взаимное положение прямых в проекциях с числовыми отметками.
- 4 Проекция плоскости в числовых отметках.
- 5 Проекция поверхности в числовых отметках.

*Задачи:*

- 1 Построить проекции точек  $A, B, C$  в числовых отметках.
- 2 Построить проекции прямых  $AB, CD, EF$  в числовых отметках.
- 3 Построить линию пересечения двух плоскостей, заданных масштабом уклонов в числовых отметках.
- 4 Построить линию пересечения конической и цилиндрической поверхностей в числовых отметках.
- 5 Построить линию пересечения в топографической поверхности и гиперболического параболоида в проекциях с числовыми отметками.

## РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

## **Эпюр № 1. Точка, прямая и плоскость**

*Цель работы:* Изучить основные правила решения позиционных и метрических задач.

*Содержание задания:* Вычертить в ортогональных проекциях в масштабе 1 : 200 часть здания (фасад и план), ограниченную горизонтально-проецирующими плоскостями в повернутом положении так, чтобы конек крыши  $EF$  составлял с фронтальной плоскостью проекций угол  $\beta$ .

*Требуется:* Построить следы плоскостей  $\alpha$  и  $\beta$  скатов крыши  $AEFD$  и  $DEC$ . Определить расстояние от верхней точки антенны  $G$  до ската крыши  $AEFD$ .

Построить плоскость, параллельную плоскости ската крыши  $AEFD$  и расположенную на расстоянии 3 м.

Построить плоскость, перпендикулярную к плоскости ската крыши  $AEFD$  и проходящую через конек крыши  $EP$ .

*Последовательность выполнения задания № 1:*

Изучить основные правила решения позиционных и метрических задач в ортогональных проекциях.

Вычертить исходный план и фасад здания в масштабе 1 : 200.

Выполнить построения в тонких линиях по пунктам задания 1 – 4.

Проверить правильность построений и представить чертеж на проверку преподавателю.

Выполнить обводку чертежа, необходимые надписи и представить к защите.

## **Эпюр № 2. Способы преобразования проекционного чертежа**

*Цель работы:* Изучить основные приемы решения позиционных и метрических задач способами преобразования чертежа.

*Содержание задания:* Начертить в масштабе ортогональные проекции здания (фасад и план), положение проецирующей плоскости.

*Требуется:* Построить в ортогональных проекциях наложенное сечение поверхности здания плоскостью  $\alpha$ .

Определить натуральный вид сечения методом замены плоскости проекций.

Определить способом плоско-параллельного перемещения расстояние от точки  $A$  до ребра  $BC$ .

Способом замены плоскостей проекций определить величину двугранного угла между плоскостями  $VCD$  и  $VCE$ .

Для большей наглядности и выразительности чертежа произвести отмывку здания.

*Последовательность выполнения задания № 2:*

Изучить основные приемы решения метрических и позиционных задач способом преобразования чертежа.

Вычертить исходный план и фасад здания.

Выполнить построения в тонких линиях по 1 – 4. Проверить правильность построений и представить чертеж на проверку преподавателю.

Выполнить обводку чертежа и необходимые надписи.

Для большей наглядности и выразительности чертежа произвести отмывку поверхности здания сильно разведенной акварелью или тушью и представить к защите.

## **Эпюр № 3. Построение линий пересечения кривых поверхностей**

*Цель работы:* Ознакомление с методами построения линии пересечения тел вращения – методом вспомогательных секущих плоскостей и методом концентрических сфер.

*Содержание задания:* Дана фронтальная и горизонтальная проекция тел вращения.

*Требуется:* Построить линию пересечения тел вращения методом секущих плоскостей и методом концентрических сфер. Выполнить развертку боковой поверхности конуса с нанесением линии пересечения.

*Последовательность выполнения задания № 3:*

Изучить методы построения линии пересечения кривых поверхностей.

Начертить горизонтальную и фронтальную проекции по данному заданию.

Строим линию пересечения первой пары тел вращения методом секущих плоскостей.

Строим линию пересечения второй пары тел вращения методом концентрических сфер.

Выполняем развертку боковой поверхности конуса, с нанесением линии пересечения.

Производим обводку чертежа и делаем необходимые надписи.

#### **Эпюр № 4. Тени в ортогональных проекциях**

*Цель работы:* Изучить способы построения теней в ортогональных проекциях.

*Содержание задания:* Начертить в масштабе ортогональные проекции здания (план и фасад), направления световых лучей.

*Требуется:* Построить собственные и падающие тени на плане и фасаде здания, а также падающую тень от здания на землю, условно приняв за поверхность земли плоскость  $\Pi$ . Произвести отмывку поверхности собственной и падающей тени.

*Последовательность выполнения задания № 4:*

Изучить способы построения теней в ортогональных проекциях на примерах, приведенных в рекомендуемой литературе.

Изучить ортогональные проекции объекта.

Вычертить исходный текст и фасад объекта, увеличить здание в 2 раза.

Построить в тонких линиях контуры собственных и падающих теней, учитывая положение проекции луча света, которое задано для каждого варианта, проверить правильность построений и представить на проверку преподавателю.

Выполнить отмывку, обводку, необходимые надписи и представить к защите.

#### **Эпюр № 5. Перспектива объекта и тени**

*Цель задания:* Изучить способы построения перспективных проекций и теней в перспективе. Приобрести навыки в построении перспективы строительных объектов и теней в перспективе.

*Содержание задания:* Даны ортогональные проекции здания (фасад и план).

*Требуется:* Построить линейную перспективу объекта с опущенным планом и тенями (собственными и падающими). Произвести отмывку поверхности здания, собственных и падающих теней.

*Последовательность выполнения задания № 5:*

Изучить способы построения архитектурных перспектив и теней в перспективе на конкретных примерах, приведенных в рекомендуемой литературе.

Изучить ортогональные проекции объекта, определить основные элементы линейной перспективы.

Произвести компоновку чертежа.

Вычертить исходный план и фасад объекта (в том же масштабе) с нанесением элементов линейной перспективы.

Построить в тонких линиях опущенный план и перспективу объекта с увеличением исходных данных в 4 раза.

Произвести проверку правильности всех построений и представить чертеж на проверку преподавателю.

Принять положение естественного источника света в пространстве и построить в тонких линиях контуры собственных и падающих теней.

Выполнить отмывку, обводку чертежа, необходимые надписи и представить к защите.

#### **Эпюр № 6. Определение границ земельных работ (числовые отметки)**

*Цель задания:* Позволяет практически закрепить раздел начертательной геометрии (числовые отметки), который используется в строительном деле.

*Содержание задания:* Дан план земельного участка размером  $40 \times 50$ , рельеф которого задан горизонталями.

*Требуется определить:* Положение линии нулевых работ.  
 Границы земельных работ.  
 Построить профиль земельного сооружения по плоскости  $E - E$ .  
*Последовательность выполнения задания № 6:*  
 Вычертить в масштабе 1 : 200 план земельного сооружения.  
 Построить масштаб уклонов.  
 Определить точки нулевых работ на кромке сооружения.  
 В местах нулевых работ построить масштаб уклона откоса выемки с масштабом уклона откоса насыпи.  
 Прodelать градуирование масштаба уклонов откоса, а также оси дороги.  
 Построить линии пересечения откосов выемок и насыпей земельного сооружения по заданной линии  $E - E$ .  
 Построить линии пересечения откосов выемок и насыпей земельного сооружения с топографической поверхностью.  
 Построить профиль земельного сооружения по заданной линии  $E - E$ .  
 Проверить правильность обводки чертежа.  
 Выполнить отмывку, обводку чертежа, необходимые надписи и представить к защите.

### **Вопросы для подготовки к экзаменам**

- 1 Метод проецирования.
- 2 Проецирование точки и прямой на две и три плоскости проекций.
- 3 Прямые общего и частного положения.
- 4 Взаимное положение прямых в пространстве. Метод конкурирующих точек.
- 5 Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения и углов его наклона к плоскости проекций.
- 6 Деление отрезка прямой в данном отношении.
- 7 Проецирование прямого угла.
- 8 Следы прямой.
- 9 Задание плоскости на чертеже.
- 10 Плоскости общего и частного положения.
- 11 Принадлежность точки и прямой плоскости.
- 12 Главные линии плоскости.
- 13 Общий прием построения точки пересечения прямой линии с плоскостью.
- 14 Признак параллельности и перпендикулярности прямой и плоскости.
- 15 Признак параллельности и перпендикулярности двух плоскостей.
- 16 Построение линии пересечения двух плоскостей. Определение видимости.
- 17 Сущность способов преобразования чертежа вращением и заменой плоскостей проекций.
- 18 Способ вращения и его разновидности. Вращения вокруг проецирующей оси.
- 19 Способ вращения вокруг линии уровня и следа плоскости. Способ плоскопараллельного перемещения.
- 20 Способы задания плоскостей.
- 21 Плоские и пространственные кривые линии.
- 22 Поверхности. Многогранные поверхности.
- 23 Способ граней. Развертывание многогранных поверхностей способом нормального сечения.
- 24 Способ ребер. Развертывание многогранных поверхностей способом триангуляции.
- 25 Кривые поверхности (поверхности линейчатые развертываемые и неразвертываемые, поверхности нелинейчатые, поверхности вращения).
- 26 Пересечение кривых поверхностей прямой линией и плоскостью.
- 27 Взаимное пересечение кривых поверхностей. Метод вспомогательных секущих плоскостей.
- 28 Метод концентрических сфер для построения линии пересечения двух поверхностей вращения.
- 29 Развертывание кривых поверхностей.
- 30 Тени. Выбор направления светового луча при построении теней в ортогональных проекциях. Понятия о собственных и падающих тенях.
- 31 Тени от точки, прямой и плоскости.

- 32 Методы построения теней. Метод лучевых сечений.
- 33 Методы построения теней. Метод обратного луча.
- 34 Перспектива. Геометрические основы линейчатой перспективы.
- 35 Перспектива точки, прямой и плоскости.
- 36 Выбор проведения основания картинной плоскости, угла зрения и высоты горизонта.
- 37 Методы построения перспективных изображений.
- 38 Построения перспективных изображений методом архитектора.
- 39 Построения теней в перспективе.
- 40 Проекция с числовыми отметками. Сущность метода.
- 41 Проекция точек и прямых в числовых отметках.
- 42 Взаимное положение прямых в проекциях с числовыми отметками.
- 43 Плоскость в проекциях с числовыми отметками. Взаимное положение плоскостей.
- 44 Поверхности в проекциях с числовыми отметками.
- 45 Топографическая поверхность в проекциях с числовыми отметками.
- 46 Взаимное пересечение поверхностей в проекциях с числовыми отметками.
- 47 Аксонометрические проекции. Сущность метода. Теорема Польке.
- 48 Виды аксонометрических проекций. Прямоугольная диметрия.
- 49 Виды аксонометрических проекций. Прямоугольная изометрия.
- 50 Построение наглядных изображений в прямоугольной изометрии и диметрии.

---

---

### Список литературы

- 1 Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: Учеб. пособие для втузов. 24-е изд. / Под ред. В.О. Гордона и Ю.Б. Иванова. М.: Высшая школа, 1981. 272 с.
- 2 Кузнецов Н.С. Начертательная геометрия: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1981. 262 с.
- 3 Гордон В.О., Иванов Ю.Б., Солнцева Т.Е. Сборник задач по начертательной геометрии. М.: Наука, 2003.
- 4 Лазарев С.И., Очнев Э.Н. Элементы инженерно-строительной геометрии в курсах проектирования: Учеб. пособие. М.: Машиностроение-1, 2003. 92 с.