

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ С С С Р ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ордена ЛЕНИНА и ордена ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено  
учебным управлением МЭИ

Методические указания  
по курсу  
"Инженерная графика"  
ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

744

М 545

УДК: 744:69/077/

Теория построения чертежа. Методические указания по курсу "Инженерная графика". Колотилина Т.Ф., Губарев А.Ю., Трофимченко С.И./Под ред. К.К.Александрова. -М.: Моск.энерг.ин-т, 1988. - 40 с.

Методические указания предназначены для студентов вечернего отделения МЭИ, изучающих раздел "Теория построения чертежа" курса инженерной графики. По каждой теме раздела даны примеры решения и оформления задач, вопросы для подготовки к практическим занятиям и задачи для самостоятельного решения.

---

С

Московский энергетический институт, 1988 г.

### 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При изучении раздела "Теория построения чертежа" курса инженерной графики студенты вечернего отделения выполняют графические работы по следующим темам.

1. Оформление чертежей по ГОСТ ЕСКД.
2. Метод проецирования.
3. Построение видов.
4. Образование поверхностей.
5. Пересечение поверхностей.
6. Разрезы и сечения.

В данном пособии по каждой теме даны вопросы для подготовки, примеры решения и оформления задач, задачи для решения в аудитории. Кроме приведенных задач студенты по некоторым темам выполняют индивидуальные графические работы (ИГР).

Задачи, представленные для решения, выполняются на форматах А4 миллиметровой бумаги. Индивидуальные графические работы выполняются на форматах А3 или А4 чертежной бумаги. Все работы оформляются основной надписью (рис.1.1). Пример оформления графических работ приведен на рис.1.2.

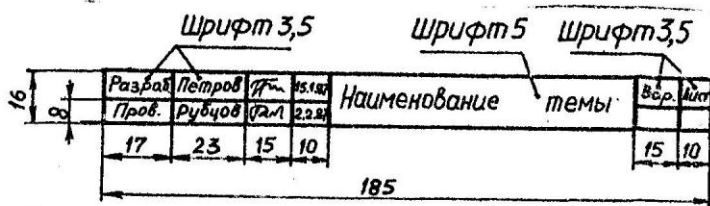


Рис.1.1. Пример заполнения основной надписи

При подготовке к каждому занятию студенты должны:

- 1) изучить теоретический материал по рекомендованной литературе и конспекту лекций;
- 2) ответить на вопросы для подготовки по теме;
- 3) проработать задачи, предложенные в качестве примера;

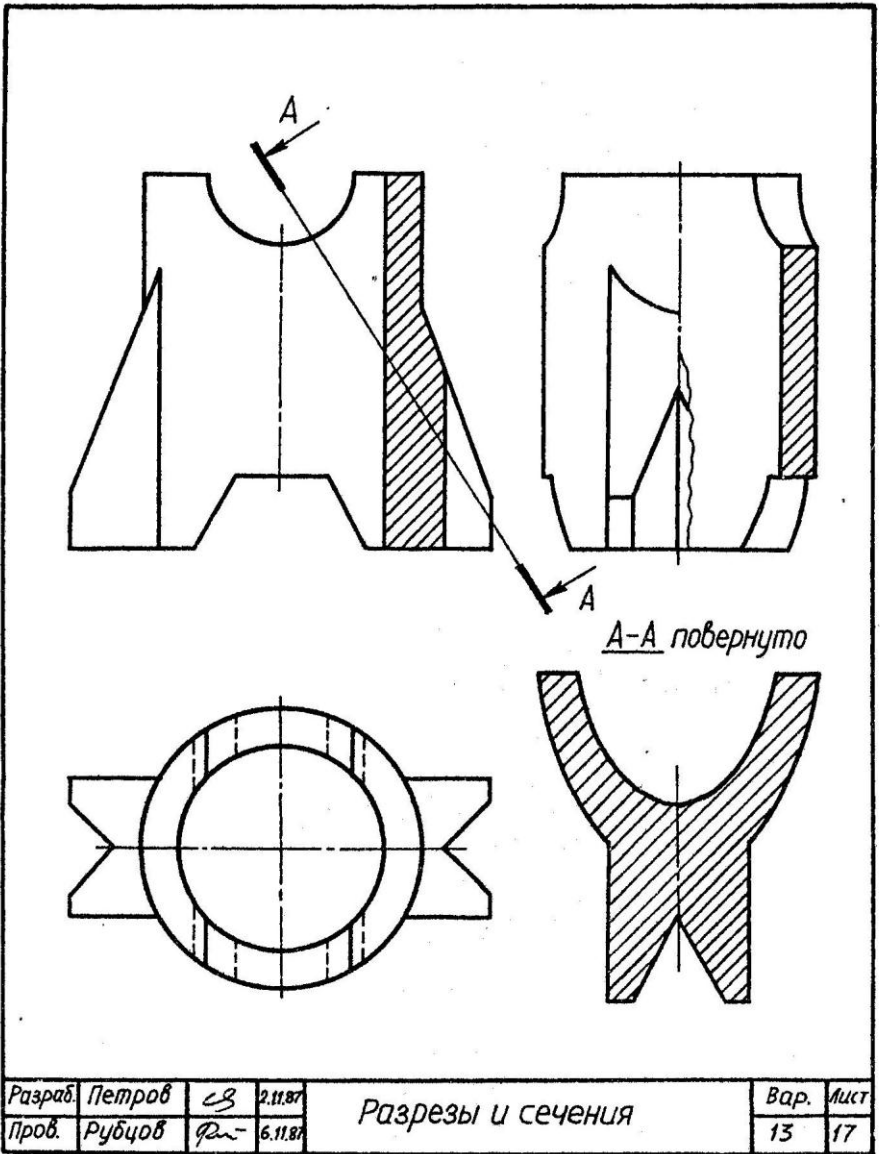


Рис. 1.2. Пример оформления графических работ



4) вычертить условия задач для решения на миллиметровой бумаге в тонких линиях.

Решенные на практических занятиях задачи студенты оформляют дома. Индивидуальные графические работы студенты выполняют самостоятельно. Номер индивидуального задания соответствует номеру студента в списке группы по журналу. ИТР выполняются сначала в тонких линиях и после проверки преподавателем оформляются по ГОСТ 1001. Все оформленные работы (задачи, решенные в аудитории, и ИТР) принимается и подписывается преподавателем после собеседования со студентом по изучаемой теме.

С целью проверки усвоения учебного материала в течение семестра проводится контрольная работа по теме "Пересечение поверхностей" и проверочная работа по теме "Разрезы и сечения".

К последнему занятию студенты выполняют обложку на формате А4 чертёжной бумаги (рис.1.3) и скрепляют все работы. В конце семестра студенты сдают зачет с оценкой.

## 2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО ГОСТ ВСКД

Чертежи оформляются по Государственным стандартам Единой системы конструкторской документации. Чертежи выполняют:

- а) на форматах по ГОСТ 2.301-68 (рис.2.1);
- б) в масштабе по ГОСТ 2.302-68 (рис.2.1);
- в) линиями по ГОСТ 2.303-68 (рис.2.2).

Надписи на чертежах выполняют шрифтом по ГОСТ 2.304-81 (рис.2.3). Изображения (виды, разрезы, сечения и т.д.) выполняются и оформляются по ГОСТ 2.305-68. Штриховка материалов в разрезах и сечениях производится по ГОСТ 2.306-68. Основная надпись выполняется по ГОСТ 2.104-68 (рис.2.1) [1]

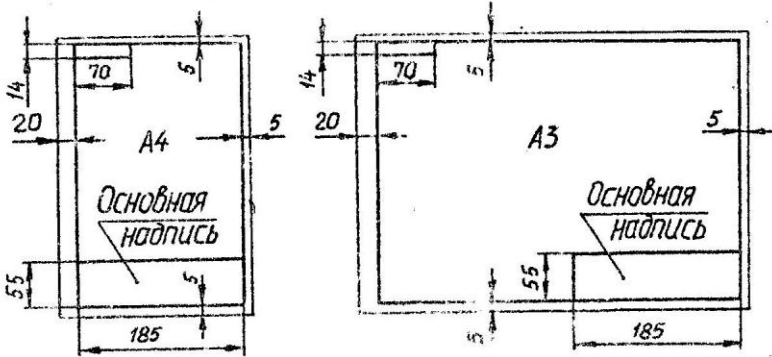
### 2.1 Вопросы для подготовки

1. Какие форматы по ГОСТ 2.301-68 Вы знаете? Как оформляется формат? Какими линиями проводят внутреннюю рамку формата?
2. Какие масштабы по ГОСТ 2.302-68 Вы знаете?
3. Какие названия, толщину и начертание имеют линии, которые используют при выполнении чертежей?
4. Какой размер шрифта по ГОСТ 2.304-81 является его основным параметром?

ФОРМАТЫ. ГОСТ 2.301-68

Обозначение формата,	A0	A1	A2	A3	A4
Размер сторон формата в мм	1189x841	594x841	594x420	297x420	297x210

Оформление формата



МАСШТАБЫ. ГОСТ 2.302-68

Масштабы уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10 . . .
Натуральная величина			1:1		
Масштабы увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1 . . .

ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ. ГОСТ 2.104-68 (Форма I)

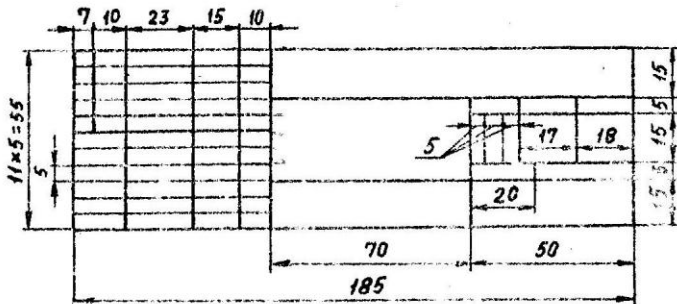


Рис. 2.1. Форматы, масштабы, основная надпись по ГОСТ 2.301-68

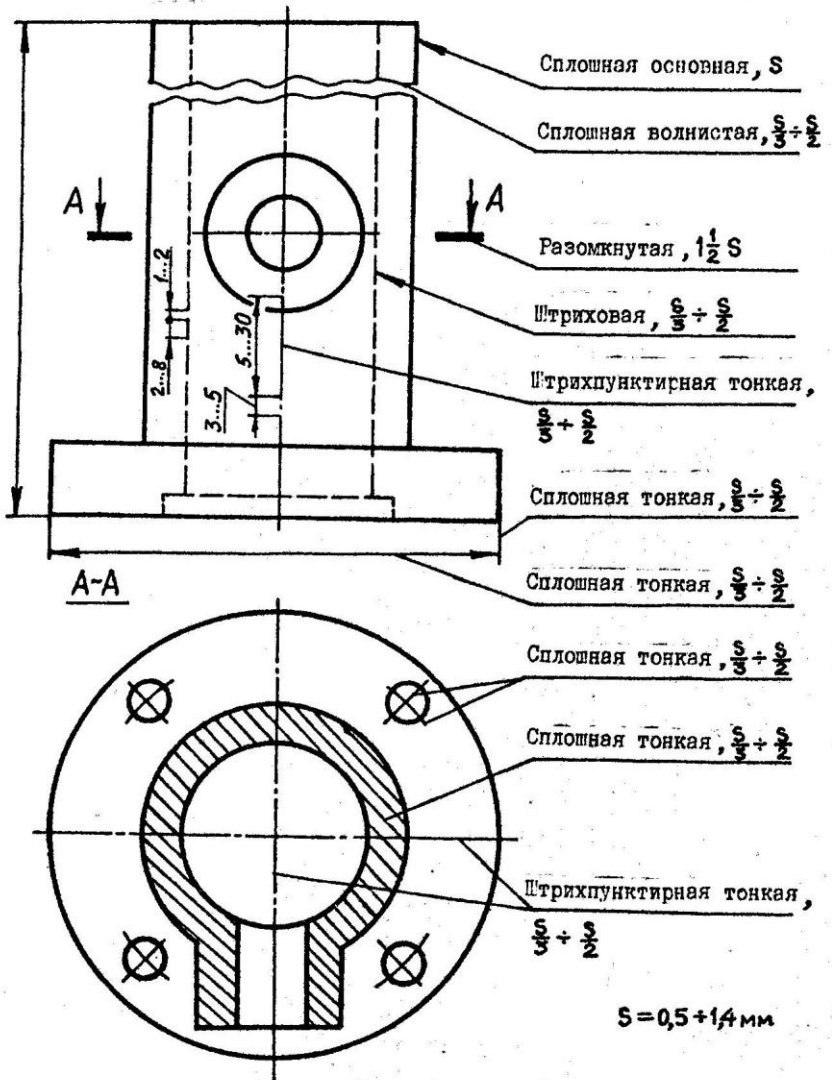


Рис.2.2.2.Образцы линий по ГОСТ 2.303-68



А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч

Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м

н о п р с т у ф х ц ч ш

щ ъ ы ь э ю я R N°

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3 φ

Рис. 2.3. Пример рекомендуемого шрифта по ГОСТ 2.504-81

### 3. МЕТОД ПРОЕКЦИОННОЙ АНИМАЦИИ

#### 3.1 Основные обозначения

Точки в пространстве . . . . .	$A, B, C, \dots 1, 2, 3, \dots$
Линии в пространстве . . . . .	$a, b, c, \dots$
Поверхности в пространстве . . . . .	$\alpha, \beta, \gamma, \dots$
Плоскости проекций	
горизонтальная . . . . .	$H$
фронтальная . . . . .	$V$
профильная . . . . .	$W$
Обозначение проекций точек, линий, поверхностей при проецировании на	
горизонтальную плоскость проекций . . . . .	$A', a', \alpha' \dots$
фронтальную плоскость проекций . . . . .	$A'', a'', \alpha'' \dots$
профильную плоскость проекций . . . . .	$A''', a''', \alpha''' \dots$
Принадлежит, является элементом . . . . .	$\in$
Включает, содержит . . . . .	$\subset$
Пересекается . . . . .	$\cap$
Совпадают . . . . .	$\equiv$

#### 3.2 Вопросы для подготовки

1. В чем состоит сущность метода проецирования?
2. Какие способы проецирования Вам известны?
3. Какие свойства параллельного проецирования Вы знаете?
4. Какой способ проецирования называется прямоугольным?
5. Какие прямые и плоскости называются проецирующими?
6. Какие точки называются конкурирующими? Как располагается проекция конкурирующих точек на плоскости проекции? Как определяется их видимость?
7. Как называются и как взаимно располагаются плоскости проекций?
8. Какие координаты на чертеже определяют горизонтальную и фронтальную проекции точки?
9. Какие прямые называются прямыми уровнями? Перечислите характерные особенности проекций этих прямых.
10. В чем состоит отличительная особенность прямоугольных проекций проецирующей прямой?

11. Какие прямые называются прямыми общего положения?
12. Какие плоскости называются плоскостями уровня? В чем состоят отличительные особенности их прямоугольных проекций?
13. Как проецируются геометрические элементы, принадлежащие плоскостям уровня?
14. В чем состоит отличительная особенность прямоугольных проекций проецирующихся плоскостей?
15. Какая линия называется линией проекционной связи? Как располагаются линии проекционной связи относительно проекций осей координат?
16. Что называется комплексным чертежом?

### 3.3 Пример решения задачи

Условие. Через точку  $C$  проходит фронталь  $f$ , пересекающая отрезок  $AB$ . Определить взаимное положение отрезка  $BD$  и фронтали  $f$ . Построить три проекции данных линии. Координаты точек:

	$A$	$B$	$C$	$D$
$x$	50	20	10	60
$y$	10	30	20	40
$z$	50	10	50	20

Решение (рис.3.1).

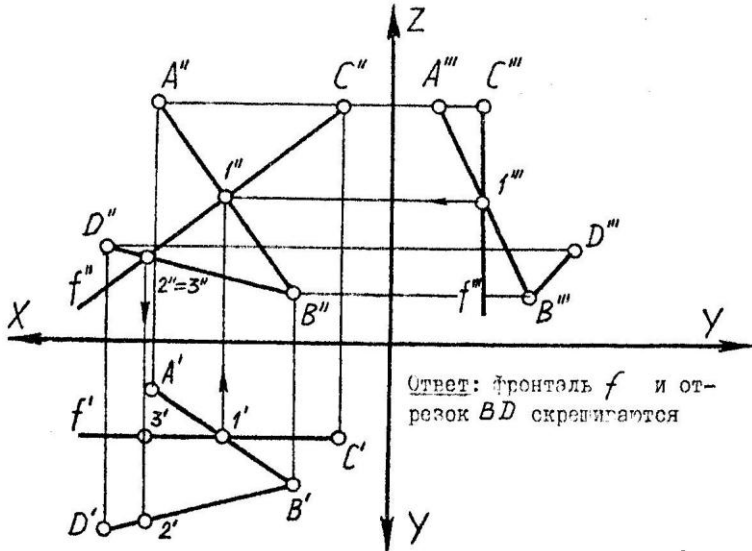
1. Построить проекции координатных осей. Построить три проекции точек  $A, B, C, D$  по заданным координатам, откладывая координаты  $x, y, z$  вдоль соответствующих осей. Построить проекции отрезков  $AB$  и  $BD$ , соединяя одноименные проекции точек  $A''B'' - A'B' - A'''B'''$  и  $B''D'' - B'D' - B'''D'''$ .

2. Построить три проекции фронтали  $f$ :

а) фронталь параллельна фронтальной плоскости проекций, поэтому ее горизонтальная проекция  $f' // x$  и профильная проекция  $f''' // z$ ; фронталь проходит через точку  $C$ , поэтому ее проекции  $f'', f'$  и  $f'''$  должны проходить через одноименные проекции точки  $C$ :  $C'', C'$  и  $C'''$ ; в данном случае построение проекций фронтали начато с горизонтальной проекции: нужно провести  $f' // x$ ,  $f' \supset C'$ ;

б) по условию фронталь  $f$  и отрезок  $AB$  пересекаются; предположим, что точкой пересечения является точка  $I$ . По свойству параллельного проецирования проекции точки пересечения прилах летят на одноименных проекциях прямых. В данном случае  $f' \cap A'B' = I'$ ;

$f'' \cap A''B'' = 1''$ . Фронтальная проекция  $1''$  точки  $I$  определяется по линии проекционной связи на фронтальной проекции  $A''B''$  отрезка  $AB$  из условия принадлежности точки  $I$  отрезку  $AB: 1'' \in A''B''; 1'' \in A''B''$ .



Ответ: фронталь  $f$  и отрезок  $BD$  скрещиваются

Рис. 3.1. Пример решения и оформления задачи по теме "Метод проекций"

в) Фронтальная проекция  $f''$  фронтали  $f$  проходит через фронтальные проекции  $1''$  и  $3''$  точек  $I$  и  $C$ . Профильная проекция фронтали строится аналогично.

3. Определить взаимное положение фронтали  $f$  и отрезка  $BD$ . Если фронталь  $f$  и отрезок  $BD$  пересекаются в пространстве, то проекции их точки пересечения должны лежать на одной линии проекционной связи и принадлежать проекциям каждого из примых. По четкому видно, что фронтальные проекции  $f''$  и  $B''D''$  фронтали  $f$  и отрезка  $BD$  пересекаются в некоторой точке; однако, если через все проекции линии проекционной связи, то можно определить, что эта точка является фронтальной проекцией точки 2, лежащей на отрезке  $BD$ , и точки 3, лежащей на фронтали.

Ответ: фронталь  $f$  и отрезок  $BD$  в пространстве не пересекаются, в то же время они не параллельны, так как не принадлежат ни одному из проекционных плоскостей; вывод: фронталь и отрезок  $BD$  скрещиваются.

3.4 Задачи для решения

3.4.1. Даны пересекающиеся отрезки  $AB$  и  $CD$ .  $AB$  - отрезок фронтально-проецирующей прямой,  $CD$  - отрезок горизонтально-проецирующей прямой.  $|CD| = 50$  мм. Построить три проекции отрезков, если известно, что в точке пересечения они делятся пополам. Координаты точек:

	$A$	$B$	$C$	$D$
$x$	30	-	-	-
$y$	10	50	-	-
$z$	70	-	50	-

3.4.2. Построить три проекции равнобедренного треугольника  $ABC$ , расположенного в горизонтально-проецирующей плоскости. Высота  $AD$  к основанию  $AC$  равна 40 мм. Основание  $AC$  треугольника параллельно плоскости  $H$ .  $|AC| = 50$  мм. Координаты точек:

	$A$	$B$	$C$
$x$	50	-	10
$y$	15	-	-
$z$	10	-	-

3.4.3. В плоскости параллелограмма  $ABCD$  построить три проекции отрезков горизонтальной и фронтальной прямых, удаленных от параллельных им плоскостей проекций соответственно на 25 мм и 40 мм. Координаты точек:

	$A$	$B$	$C$
$x$	70	50	10
$y$	70	30	10
$z$	30	10	20

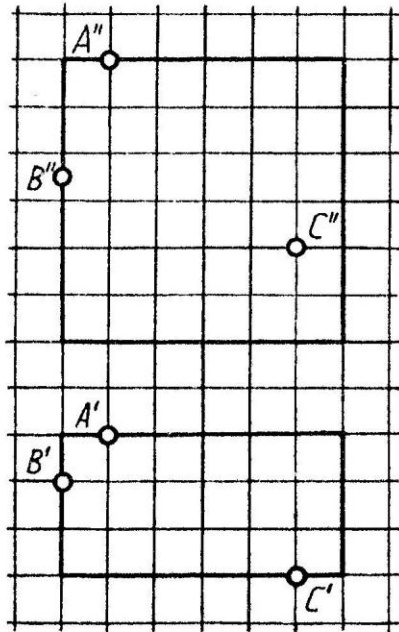
3.4.4. Построить три проекции прямоугольной пластины размером 30 x 20 x 10. Пластина расположена большей гранью параллельно профильной плоскости проекций и удалена от каждой плоскости проекций на 15 мм.

3.4.5. Построить фронтальную проекцию плоского пятиугольника. Координаты точек:

	$A$	$B$	$C$	$D$	$E$
$x$	70	50	10	10	40
$y$	30	10	10	50	60
$z$	10	30	-	-	10

3.4.6. Даны фронтальная и горизонтальная проекции прямоугольного параллелепипеда и проекции точек  $A$ ,  $B$  и  $C$ , см. прил.

надлежащих:



а) построить проекции отрезка  $BD // AC$ . Определить проекции точки пересечения  $BD$  с леведней гранью параллелепипеда;

б) через верхнюю заднюю вершину правой грани построить отрезок  $EF$  прямой так, чтобы она пересекала отрезок  $AC$  и горизонтально-проецирующую прямую, совпадающую с нижним ребром левой грани;

в) определить взаимное положение отрезков  $EF$  и  $BD$ .

Указание. При перемеривании считать, что одна клетка сетки равна 10 мм.

#### 4. ПОСТРОЕНИЕ ВИДОВ

##### 4.1 Вопросы для подготовки

1. Какое изображение предмета называется видом?
2. Какие виды предмета называются основными? Какое количество

основных видов устанавливает ГОСТ ЕСКД?

3. Какие названия ГОСТ ЕСКД устанавливает для основных видов? Какой вид называется главным? Как располагаются на чертеже относительно главного вида остальные основные виды?

4. Как обозначаются основные виды, смещенные на чертеже относительно своего регламентированного положения?

5. С какой целью допускается использование на видах штриховых линий?

6. Какой вид называется дополнительным? С какой целью строится дополнительные виды?

7. Какая разница между основным и дополнительным видами?

8. Как указывается на чертеже направление, по которому строится дополнительный вид? Какой надписью сопровождается дополнительный вид? Когда применяется на чертеже надпись "повернуто"?

9. Как строится на базе двух основных видов третий вид (основной или дополнительный)?

10. Какое изображение называется местным видом?

#### 4.2 Пример решения задачи

Условие (рис.4.1). Даны виды предмета спереди и слева. Построить вид сверху и истинную величину отсека лобовой проецирующей плоскости.

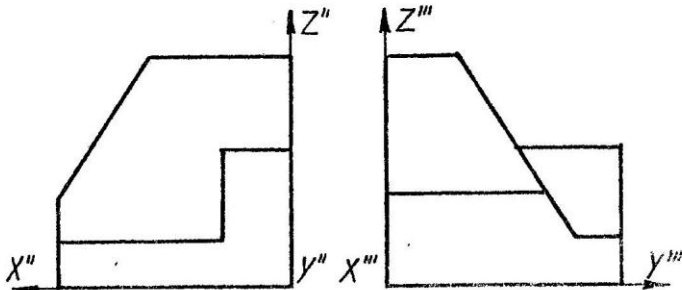


Рис. 4.1. Условие задачи

Решение (рис.4.2).

1. Провести анализ условия задачи: выяснить форму и расположение отсеков плоскостей, которые ограничивают предмет, обозначить эти плоскости. При анализе следует учесть, что отсек лобовой проецирующей

и она может быть изображена какой-либо фигурой или отрезком прямой, расположенным в определенных пределах.

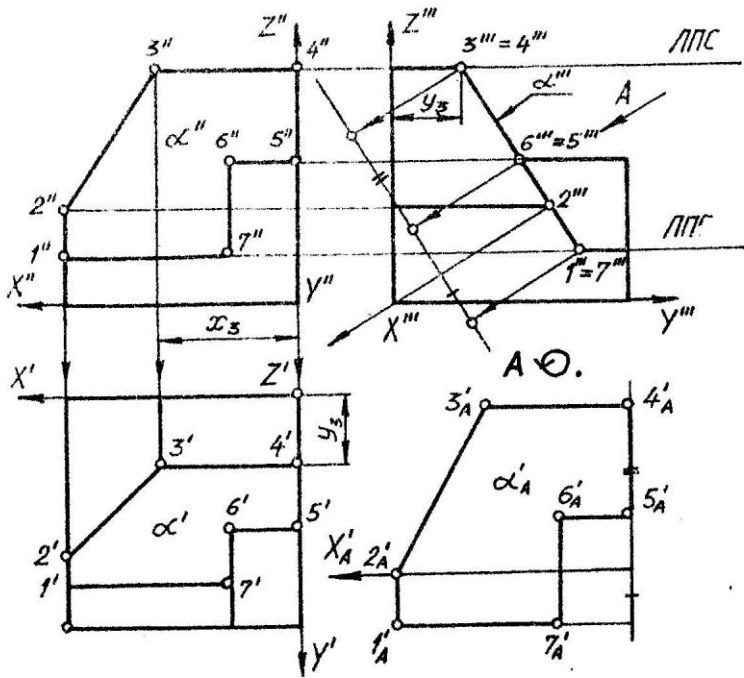


Рис.4.2. Пример решения задачи по теме "Построение видов"

Например, вывелим на виде слева многоугольник, обозначим его вершины  $1''$ ,  $2''$ , ...,  $7''$ . Этот многоугольник является проекцией отрезка плоскости  $\alpha$ . Определим профильную проекцию этой плоской фигуры. Для этого в направлении вида слева проведем от граничных элементов многоугольника линии проекционной связи (ЛПС). В промежутке между этими линиями на виде слева будет располагаться проекция многоугольника - либо плоская фигура с тем же количеством вершин, либо отрезок прямой. В данном случае проекцией многоугольника является отрезок прямой, на который проецируются точки  $1''$ ,  $2''$ , ...,  $7''$  - их проекции  $1'''$ ,  $2'''$ , ...,  $7'''$ . Если плоская фигура изображается на виде слева отрезком прямой, то она перпендикулярна профильной плоскости проекций. Поскольку отрезок  $1'''...7'''$  расположен к  $Z'''$  и  $Y'''$  под углом, плоскости  $\alpha$  занимает профильно-проецирующее положение.

Аналогичный анализ следует провести для каждой грани предмета.



2. Построить вид сверху предмета. Для построения его нужно знать две координаты  $X$  и  $Y$  каждой характерной точки предмета. Координата  $X$  определяется по виду спереди,  $Y$  - по виду слева. Для примера рассмотрим многоугольник 1-2-3-4-5-6-7. Для каждой его вершины определим координаты  $X$  и  $Y$ , например, для точки 3:  $X_3$ ,  $Y_3$ . Вид сверху строится в непосредственной проекционной связи с видом спереди. Проведем от фронтальной проекции каждой вершины линии проекционной связи, определяя таким образом координату  $X$  для каждой точки. Построим горизонтальную проекцию каждой точки, откладывая от начала координат вдоль оси  $Y$  координату  $Y$ . Обозначим горизонтальную проекцию каждой точки  $1'$ ,  $2'$ , ...,  $7'$  и соединим их последовательно.

Аналогично строятся горизонтальные проекции всех граней предмета.

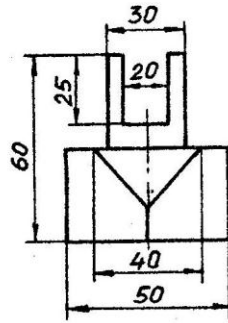
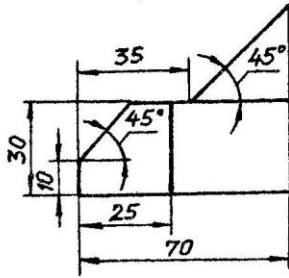
3. Построить истинную величину отсека проецирующей плоскости. Многоугольник 1-2-3-4-5-6-7 занимает профильно-проецирующее положение; чтобы определить его истинную величину, следует построить его проекцию на дополнительную плоскость проекций, которая будет ему параллельна. Поскольку профильно-проецирующая плоскость параллельна оси  $X$ , координаты точек вдоль этой оси на дополнительном виде изображаются без искажения - это первый линейный параметр отсека плоскости. Вторым линейным параметром определяется расстоянием между линиями проекционной связи, проведенными на базовом виде (виде слева) параллельно направлению взгляда. Показываем направление взгляда стрелкой, перпендикулярной  $\alpha'''$ , и обозначаем его буквой  $A$ . Строим дополнительный вид в любом удобном месте чертежа и надписываем его " $A \ominus$ ", так как построенное изображение повернуто относительно базового вида.

#### 4.3 Задачи для решения

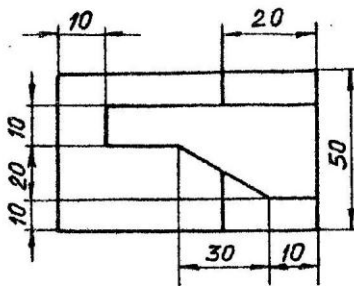
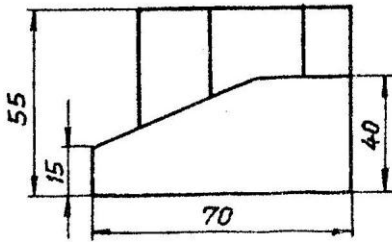
В задачах 4.3.1 - 4.3.6 построить по двум заданным основным видам третий основной вид и истинную величину отсека любой проецирующей плоскости (грани предмета). В задаче 4.3.7 по виду сверху и дополнительному виду куба со сквозным отверстием построить два его основных вида.

Указание. Заданные изображения расположены в проекционной связи по ГОСТ 2.305-68. Во всех задачах построение следует вести в пределах видов спереди, сверху, слева.

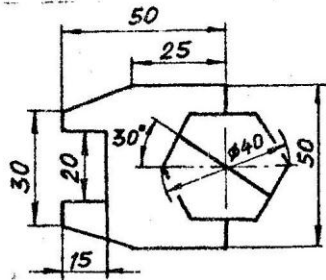
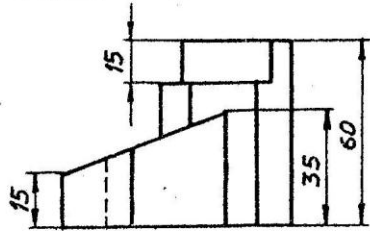
4.3.1.



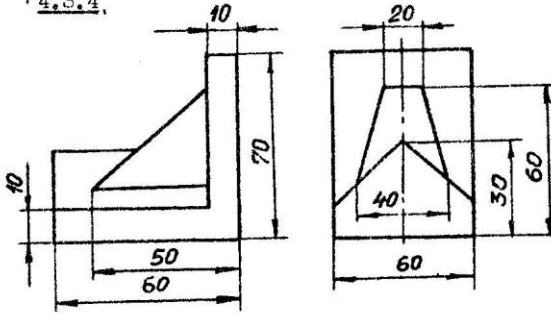
4.3.2.



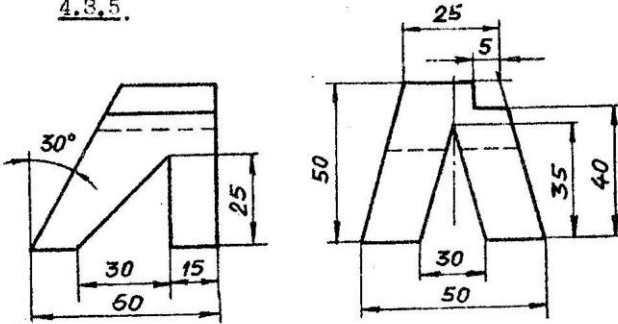
4.3.3.



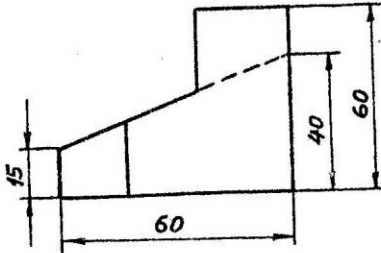
4.3.4.



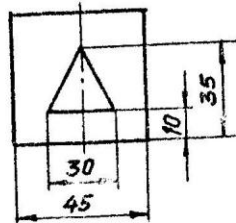
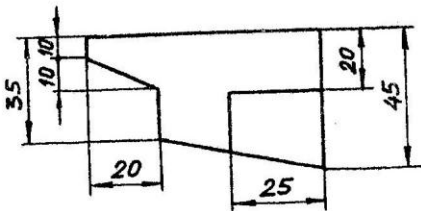
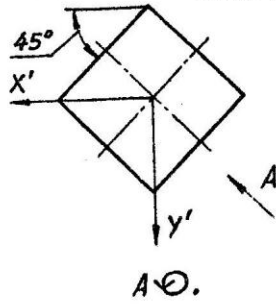
4.3.5.



4.3.6.



4.3.7.



## 5. ОБРАТОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### 5.1 Вопросы для подготовки

1. В чем состоит сущность образования поверхности кинематическим способом?
2. Что называется определителем поверхности?
3. Какие линии при образовании поверхности называются образующей и направляющей?
4. Что называется каркасом поверхности? Какие каркасные линии Вы знаете?
5. Что такое очерк поверхности?
6. Как задается поверхность на чертеже?
7. Какие поверхности называются поверхностями вращения?
8. Какие поверхности вращения Вы знаете? Как они образуются?
9. Какие линии называются параллелями? Какие линии называются горлом и экватором поверхности вращения?
10. Какие линии называются меридианами? Какая линия называется главным меридианом поверхности вращения?
11. Как изображаются очерковые линии поверхности вращения на основных видах?
12. В чем состоит особенность изображения проецирующих поверхностей?
13. Как строятся на чертеже проекции геометрических элементов (например, точек и линий), принадлежащих поверхности?
14. Какие точки, линии, принадлежащие поверхности, называются характерными?

### 5.2 Пример решения задачи

**Условие.** Поверхность вращения задана определителем. Построить виды спереди и сверху данной поверхности и проекции принадлежащих ей геометрических элементов - точки  $C$  и линии  $a$  (рис. 5.1).

**Решение.** Образующая  $\ell$  данной поверхности вращения - дуга окружности, ограниченная точками  $A$  и  $B$ . Центр дуги не лежит на оси  $i$  вращения;  $\ell \parallel V$ ;  $i \perp H$ . Следовательно, данная поверхность - тоговая. Очерком проекции на виде спереди



параллели наибольшего радиуса. Главный фронтальный меридиан состоит из двух образующих  $\ell$  и  $\ell_1$ , их проекции  $\ell''$  и  $\ell_1''$ ; фронтальная проекция экватора -  $P_A$ . Очерком проекции поверхности на виде сверху является окружность радиуса  $r_A$  - горизонтальная проекция экватора  $P_A$ .

Проекции точек и линий, принадлежащих поверхности, в общем случае строятся с помощью каркасных линий торовой поверхности - параллелей. Точка  $C$  лежит на параллели  $P_C$  радиуса  $r_C$  за фронтально-осевой плоскостью  $\sigma$ , так как на виде спереди ее фронтальная проекция  $C''$  задана как невидимая. Горизонтальная проекция  $C'$  точки  $C$  строится по принадлежности параллели  $P_C$ . Определяем радиус  $r_C$  параллели  $P_C$  по фронтальной проекции и проводим горизонтальную проекцию  $P_C'$  параллели - окружность. Проводим линию проекционной связи из фронтальной проекции точки  $C''$ . Точка пересечения этих линий является горизонтальной проекцией  $C'$  точки  $C$ . Отметим:  $C'' \in P_C''$ ,  $C' \in P_C'$ .

Линия  $\alpha$  изображается на виде сверху отрезком прямой, следовательно, это плоская линия. Кроме того, можно отметить, что линия  $\alpha$  разомкнутая и симметричная относительно плоскости общей симметрии  $\sigma_1$ . Характерные точки линии  $\alpha$ :

- 1 и 2 - точки начала и конца линии; лежат на экваторе  $P_A$ .
- 3 - экстремальная (высшая) точка; лежит в плоскости общей симметрии  $\sigma_1$  и расположена ближе всех других точек к вершине тора.
- 4 - граница видимости линии на фронтальной проекции; лежит во фронтально-осевой плоскости  $\sigma$  на главном фронтальном меридиане  $\ell_1$ .
- 5 - граница видимости линии на профильной проекции; лежит в профильной осевой плоскости  $\sigma_2$  на главном профильном меридиане  $\ell_3$ .

В качестве промежуточной точки для более точного построения фронтальной проекции линии  $\alpha$  возьмем одну промежуточную точку лежащую на параллели  $P_C$ ,  $C' \in P_C'$ .

Построение: точки 1, 2 и 4 лежат на линиях очерка и строятся по линиям проекционной связи

$$\begin{aligned} 1' \in P_A' & , \text{ поэтому } 1'' \in P_A'' & ; \\ 2' \in P_A' & , \text{ поэтому } 2'' \in P_A'' & ; \\ 4' \in \ell_1' & , \text{ поэтому } 4'' \in \ell_1'' & . \end{aligned}$$

Остальные точки строятся с помощью параллелей торовой поверхности: точки 5 и 6 лежат на параллели  $P_C$ ,  $5', 6' \in P_C'$ , поэтому  $5'', 6'' \in P_C''$ .

Определение видимости: на виде спереди видна часть линии между точками 1-5-3-4 и не видна часть линии между точками 4-6-2.

Оформление чертежа: видимые линии проводятся сплошными основными линиями, невидимые линии - штриховыми.

### 5.3 Задачи для решения

Указание. В задачах 5.3.1 - 5.3.5 проекции поверхностей строятся по заданному положению геометрических элементов определителя:  $i$  - ось,  $l$  - образующая. В каждой задаче обозначить проекции линий очерка поверхности и по заданию преподавателя построить проекции линии, принадлежащей поверхности.

5.3.1. Построить три проекции цилиндра вращения:  $i \perp H$ ;  $l // i$ ;  $l // i$  = 25 мм;  $l$  = 50 мм. Построить проекции точек:  $A$  - видимой на видах спереди и слева на высоте 30 мм;  $B$  - не видимой на видах спереди и слева на высоте 15 мм.

5.3.2. Построить три проекции конуса вращения:  $i \perp H$ ;  $l // V$ ;  $l // i$  = 30°;  $l$  = 60 мм. Построить проекции точек  $A$  - видимой на видах спереди и слева на высоте 25 мм;  $B$  - не видимой на видах спереди и слева на высоте 30 мм.

5.3.3. Построить три проекции сферы:  $i \perp H$ ;  $l // V$ ;  $l$  - дуга окружности радиуса 25 мм. Построить проекции точек:  $A$  - видимой на всех видах;  $B$  - видимой на виде слева и не видимой на видах спереди и сверху;  $C$  - не видимой на всех видах.

5.3.4. Построить три проекции самопересекающегося тора:  $i \perp W$ ;  $l // V$ ;  $l$  - дуга окружности радиуса 60 мм; диаметр экватора 60 мм. Построить проекции точек:  $A$  - видимой на всех видах;  $B$  - не видимой на всех видах;  $C$  - видимой на видах спереди и слева и не видимой на виде сверху.

5.3.5. Построить две проекции кольцевого тора:  $i \perp H$ ;  $l // V$ ;  $l$  - окружность радиуса 25 мм; расстояние от оси  $i$  до центра образующей окружности 45 мм. Построить проекции точек:

$A$  - лежащей на параллели диаметром 100 мм и видимой на видах спереди и сверху;  $B$  - лежащей на параллели диаметром 60 мм в передней части тора и не видимой на виде сверху;  $C$  - лежащей на параллели диаметром 90 мм в задней части тора и видимой на виде сверху.

## 6. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### 6.1 Вопросы для подготовки

1. Каким методом строятся проекции линии пересечения двух непроецирующих поверхностей в общем случае? Изложите общий принцип решения этой задачи.

2. Какая поверхность называется поверхностью-посредником?

3. Каковы условия выбора поверхности-посредника? Какие поверхности выбираются в качестве посредника наиболее часто?

4. В каких случаях для построения проекций линии пересечения поверхностей применяется посредник-плоскость? Изложите принцип решения этой задачи.

5. Изложите принцип построения проекций линии пересечения двух проецируемых поверхностей.

6. Изложите принцип построения проекций линии пересечения проецирующей и непроецирующей поверхностей.

7. Какие точки линии пересечения поверхностей называются характерными?

8. Как называются точки, ограничивающие видимость линии пересечения поверхностей? Где они располагаются? Как строятся их проекции?

9. Как определяется видимость линии пересечения поверхностей и их очерков?

10. Как оформляются на чертеже мелкие элементы изображения?

11. В каких случаях плоскость пересекает поверхность прямого кругового конуса: по двум пересекающимся прямым, по окружности, по эллипсу, по параболе, по гиперболе?

12. По каким линиям сфера пересекается плоскостью? Как могут проецироваться эти линии?

13. По каким линиям пересекаются две поверхности вращения, имеющие общую ось? Что представляют собой фронтальные и горизонтальные проекции этих линий, если ось перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций?



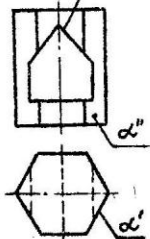
6.2 Примеры решения задач

В задачах 6.2.1 – 6.2.5 построить проекции линии пересечения поверхностей, ограничивающих заданные геометрические тела.

Задача 6.2.1.

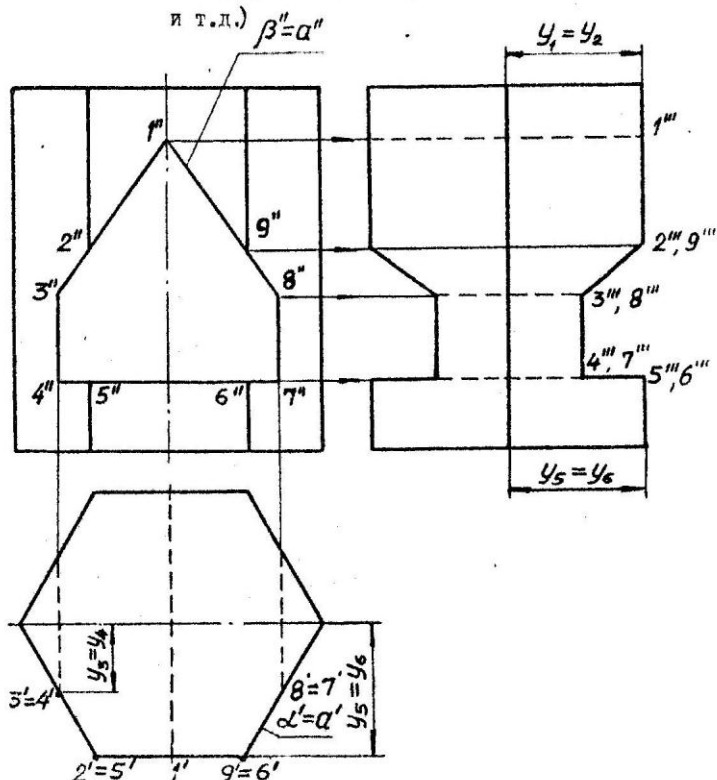
Условие

$\beta$  (Сквозное отв.)



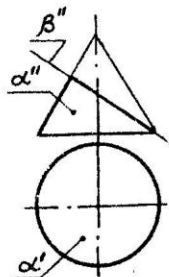
В данном случае пересекаются две призмы  $\alpha$  и  $\beta$ , ограниченные боковыми проецирующими гранями и плоскостями уровня. Поэтому на чертеже уже заданы две проекции линии пересечения  $a : a'' = \beta'' ; a' = \alpha'$ , так как  $\beta \perp V$  и  $\alpha \perp H$ . Профильная проекция линии пересечения строится координатным способом.

Ответим, что линия  $a$  представляет собой ломаную пространственную линию, состоящую из отрезков прямых, по которым пересекаются боковые проецирующие грани призмы (1-2, 2-2', 3-4, 4-5, 5-7 и т.д.)



Задача 6.2.2.

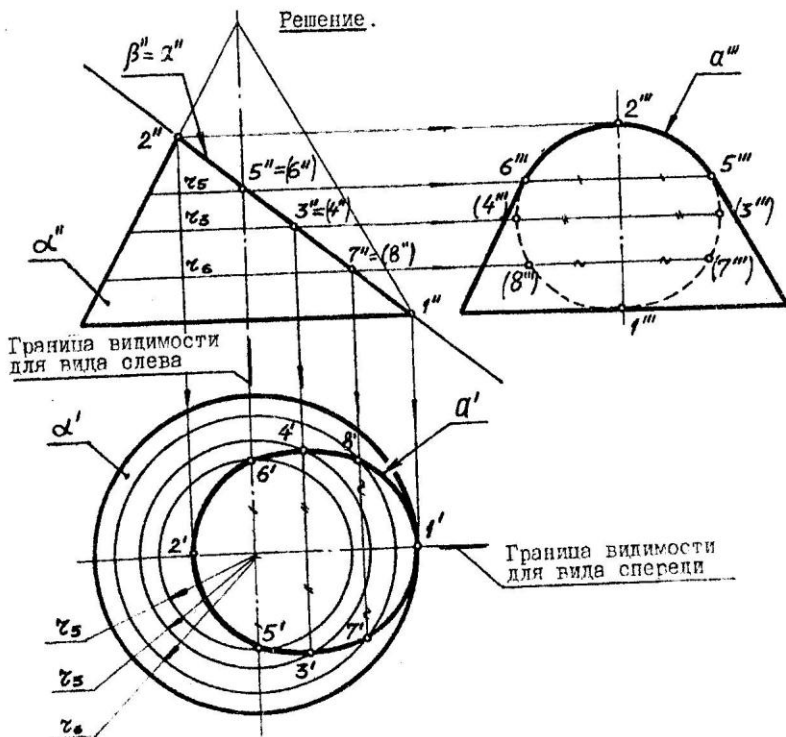
Условие.



Плоскость  $\beta$ , пересекающая коническую поверхность  $\alpha$ , занимает фронтально-проецирующее положение ( $\beta \perp V$ ), поэтому на чертеже уже задана фронтальная проекция линии пересечения:  $\alpha = \alpha \cap \beta$ ,  $\alpha'' = \beta''$ . Горизонтальная проекция линии пересечения определяется по принадлежности к конической поверхности с помощью параллелей.

Отметим, что в данном случае линия пересечения конической поверхности и плоскости - эллипс. Оси эллипса: 1-2 - большая ось, 3-4 - малая ось. Характерные точки: 1 и 2 - концы большой оси одновременно являются высшей и нижней точками и делят линию на видимую и невидимую часть на фронтальной проекции; 3 и 4 - концы малой оси; 5 и 6 делят линию на видимую и невидимую часть на профильной проекции.

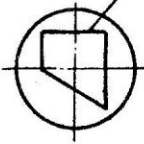
Решение.



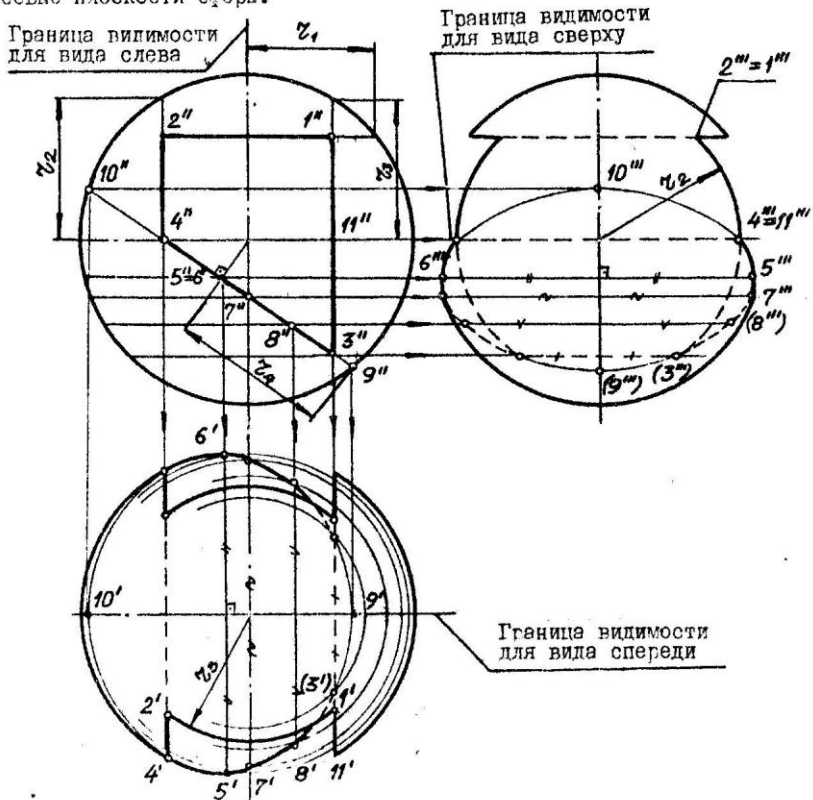
Задача 6.2.3.

Условие.

Сквозное отв.



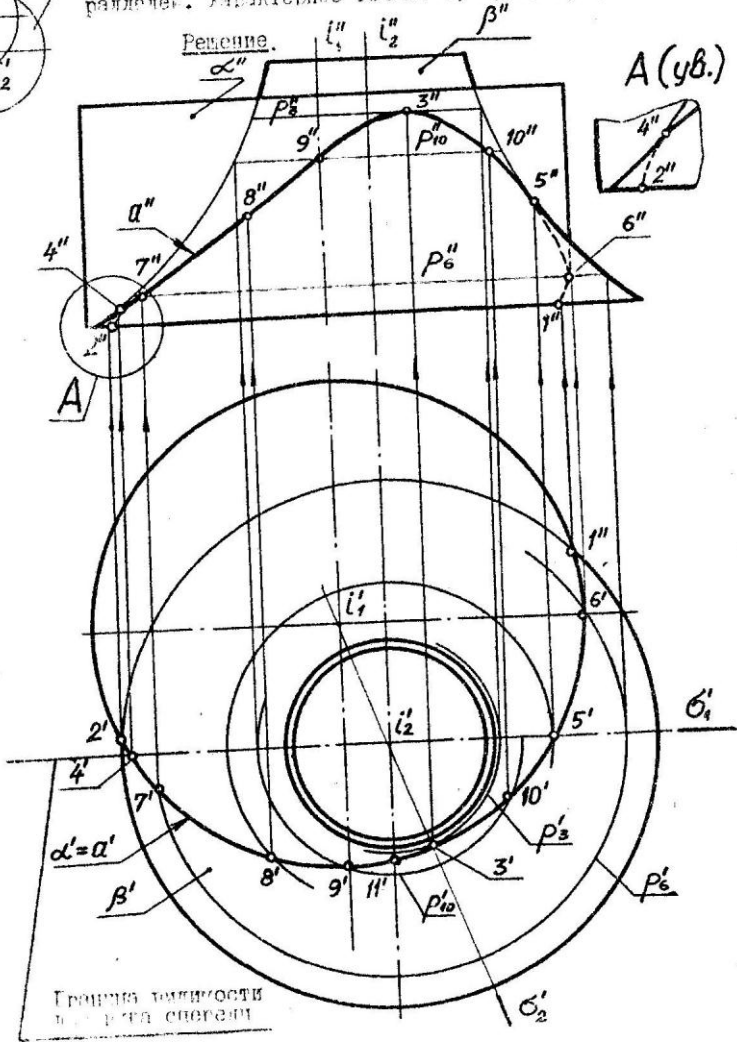
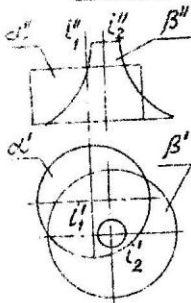
При пересечении сферической поверхности гранями (плоскостями) призматического отверстия получаются отсеки четырех окружностей радиусов  $r_1$ ,  $r_2 = r_3$ ,  $r_4$ . Окружность радиуса  $r_4$  проецируется на видах сверху и слева в форме эллипсов с осями 5-6 и 9-10. Остальные окружности проецируются отрезками прямых или в истинную величину в зависимости от положения плоскости, в которой они лежат. Грани призматического отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости проекций, поэтому фронтальные проекции окружностей уже заданы. Горизонтальная и профильная проекции эллипса строятся по принадлежности к поверхности сферы с помощью ее параллелей. Видимость линии пересечения определяют горизонтальная, фронтальная и профильная осевые плоскости сферы.



Задача 6.2.4.

Условие.

Горизонтальная цилиндрическая поверхность  $\alpha$  и торовая поверхность  $\beta$  пересекаются по плавной пространственной разомкнутой линии, симметричной относительно плоскости  $\sigma_2$ . Поскольку  $\alpha \perp \beta$ , горизонтальная проекция линии пересечения совпадает с проекцией цилиндра:  $\alpha' = \alpha'$ . Фронтальная проекция линии строится по принадлежности к торовой поверхности с помощью параллелей. Укажите точки: I, 2, 3, 4, 5, 6, II.

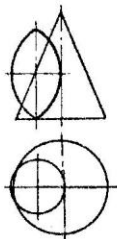


A (ув.)

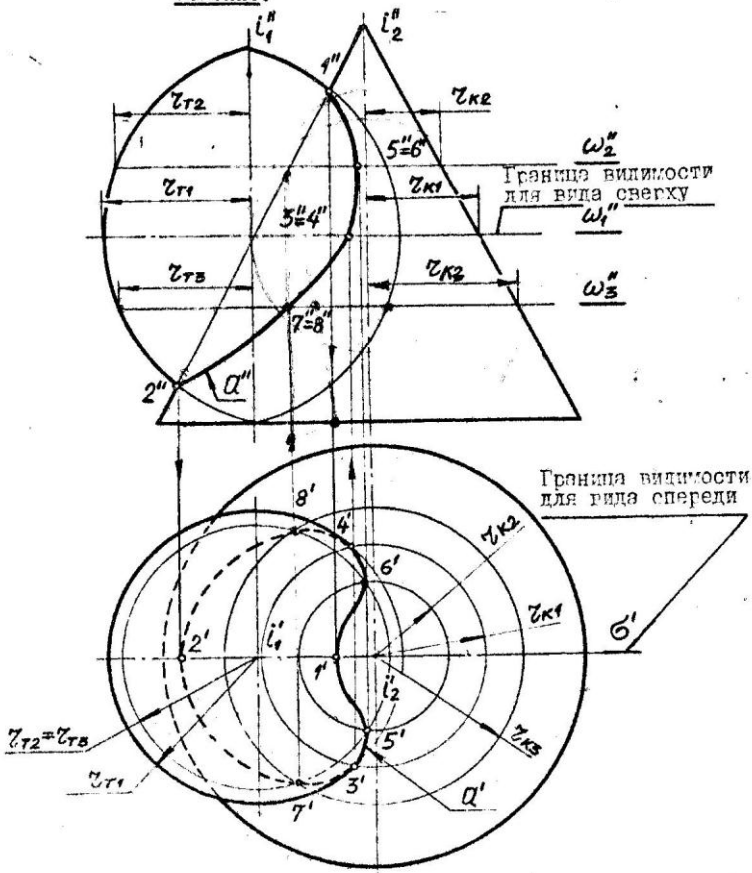
Задача 6.2.5.

Условие.

Две непроецируемые поверхности с параллельными осями  $\alpha$  - торовая и  $\beta$  - коническая пересекаются по линии  $\alpha$  - плавной пространственной замкнутой кривой, симметричной относительно плоскости общей симметрии  $\sigma$ . Для определения проекций  $\alpha''$  и  $\alpha'$  следует воспользоваться поверхностями-посредниками, в качестве которых целесообразно выбрать плоскости семейства  $\omega$ , параллельные горизонтальной плоскости проекций. Эти плоскости пересекают заданные поверхности по параллелям радиусов  $r_k$  - для конической поверхности и  $r_T$  - для торовой поверхности. Для удобства построения плоскости-посредники выбраны так, чтобы  $r_2 = r_3$ .



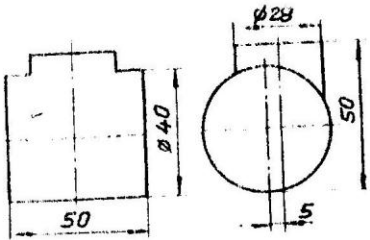
Решение.



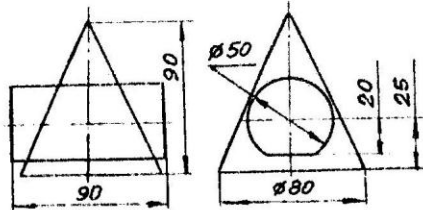
6.2 Задачи для решения

В задачах 6.2.1 - 6.2.6 построить три основных вида геометрического тела и прояснить линии пересечения поверхностей, которые его ограничивают. (При черчении условия размеры не ставити.)

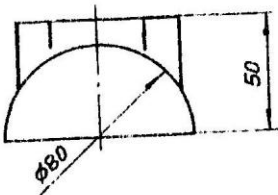
6.2.1.



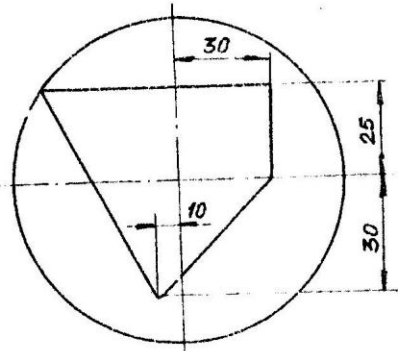
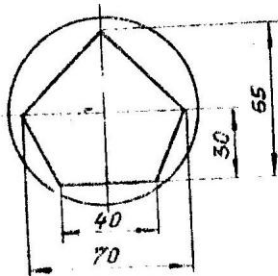
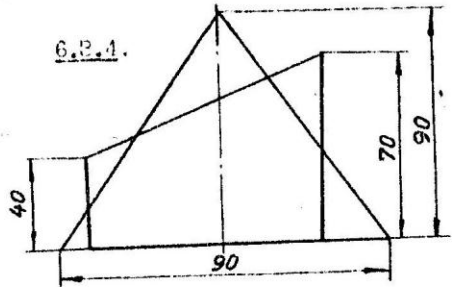
6.2.2.



6.2.3.

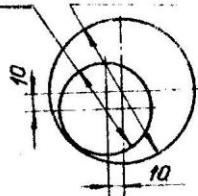


6.2.4.

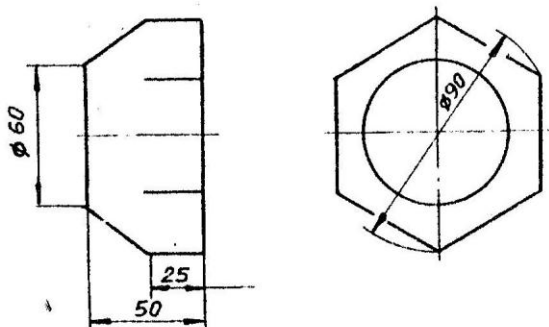


6.3.5.

Скрытое отверстие  $\phi 50$  Сфера  $\phi 100$

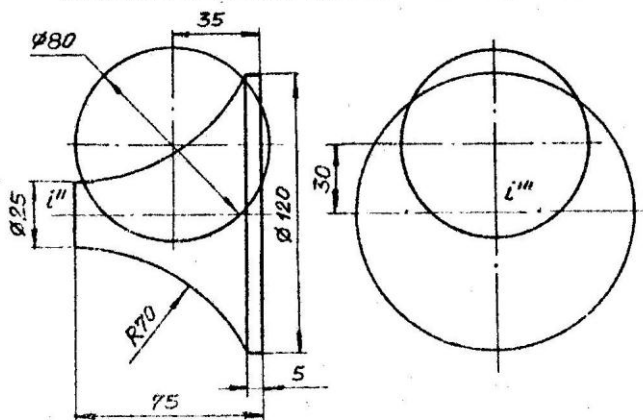


6.3.6.



6.3.7.

Построить проекции линии пересечения заданных поверхностей.  
Указание. При пересечении условия ось  $L$  расположить перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций.



## 7. РАЗРЕЗЫ И СЕЧЕНИЯ

### 7. I. Вопросы для подготовки

1. С какой целью применяются разрезы и сечения?
2. Какое изображение называется сечением?
3. Какое изображение называется наклонным сечением? Как оно строится?
4. Как классифицируются сечения в зависимости от расположения относительно базового изображения?
5. Как изображаются и обозначаются вынесенные и наложенные сечения? В каком случае вынесенные сечения не обозначаются?
6. Какое изображение называется разрезом?
7. Как классифицируются разрезы в зависимости от:
  - а) количества секущих плоскостей?
  - б) расположения секущей плоскости относительно предмета?
  - в) расположения секущей плоскости относительно плоскостей проекции?
  - г) полноты изображения?
8. Как указывают на чертеже положение секущей плоскости при выполнении простого разреза? сложного разреза? Как указывают направление взгляда? Как отмечают разрез на чертеже?
9. Как выполняются ступенчатые разрезы?
10. Как выполняются ломаные разрезы?
11. Какой разрез называется местным? В каких случаях применяют местные разрезы?
12. Как рекомендуется выполнять разрезы симметричных предметов?
13. В каких случаях секущая плоскость и разрез на чертеже не обозначаются?
14. В каком случае часть вида и часть разреза разделяет сплошная волнистая линия и в каком случае осевая линия?
15. С какой стороны от оси рекомендуется располагать разрез при соединении части вида и части разреза?
16. Как производится штриховка в разрезах?
17. Какие условности при изображении в разрезах отдельных конструктивных элементов предмета на чертеже Вы знаете?



### 7.2. Пример решения задачи

Условие. По двум данным видам построить вид слева, выполнить фронтальный и профильный разрезы; построить наклонное сечение (рис.7.1).

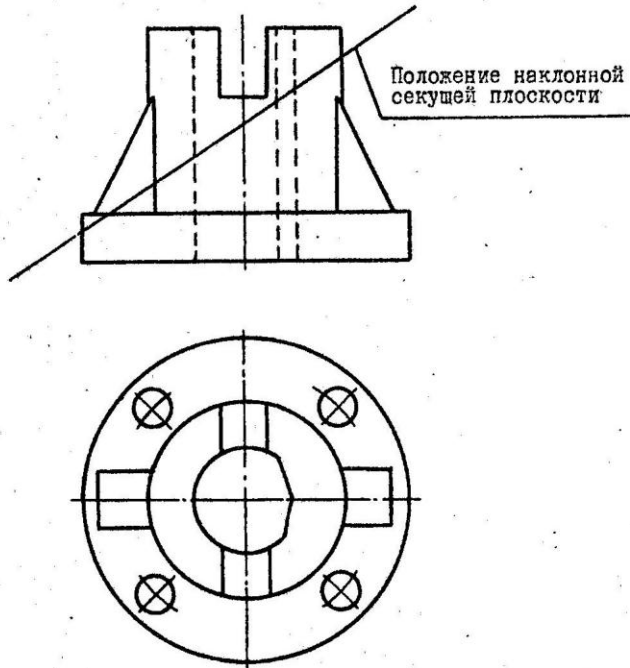


Рис.7.1. Условие задачи

Решение. (рис.7.2).

- I. Анализ условия; выяснить:
- какие поверхности ограничивают предмет, как они изображаются на данных видах;
  - какие линии получаются при пересечении этих поверхностей;
  - взаимное расположение и расположение в системе плоскостей проекций геометрических элементов предмета;
  - какими секущими плоскостями следует выполнить указанные разрезы; как эти плоскости располагаются в системе плоскостей проекций и относительно предмета;

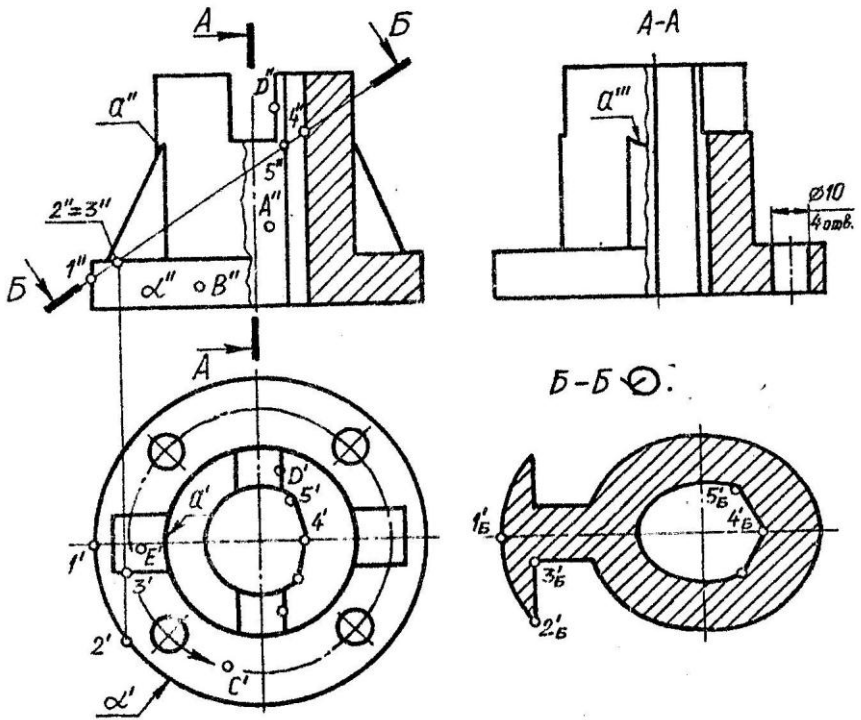


Рис. 7.2. Пример решения задачи

д) следует ли указывать и обозначать секущие плоскости и выполненные разрезы; как это нужно делать при необходимости?

Данный предмет состоит из сочетания геометрических тел, которые ограничены горизонтально-проецирующими цилиндрическими поверхностями и плоскостями частного положения (проецируемыми и уровня).

Предмет имеет фронтальную осевую плоскость симметрии и в целом он не симметричен относительно профильной осевой плоскости.

Фронтальный разрез следует выполнять секущей плоскостью, которая пройдет через фронтальную осевую плоскость предмета, поэтому секущая плоскость не указывается и фронтальный разрез, если его расположить на месте вида спереди, не подписывается. Поскольку предмет не симметричен относительно профильной осевой плоскости, следует выполнить или полный разрез, или сообразить часть вида и часть разреза, разделяя их сплошной волнистой линией.

Профильный разрез следует выполнять профильной секущей плоскостью, которая проходит через профильную осевую плоскость предмета. Поскольку относительно этой плоскости предмет не симметричен, следует указать ее положение разомкнутой линией, указать стрелками направление взгляда и обозначить буквой "А", над профильным разрезом в этом случае нужно сделать надпись А-А, которая подчеркивается тонкой сплошной линией. Расположим профильный разрез на месте вида слева. Предмет имеет фронтальную плоскость симметрии, поэтому можно было бы соединить половину вида слева и половину профильного разреза. Однако учитывая, что проекция линии пересечения двух плоских граней отверстия изображается сплошной основной линией и совпадает с проекцией оси, разрез следует увеличить и ограничить его сплошной волнистой линией.


Чтобы показать глубину отверстий  $\varnothing 10$ , равномерно расположенных по окружности, одно отверстие условно перемещают по этой окружности в профильную секущую плоскость.

2. Построить вид слева, выполнить фронтальный и профильный разрезы в тонких линиях.

3. Построить наклонное сечение — значит построить истинную величину плоской фигуры, которая получается при пересечении данного предмета секущей плоскостью (см. гл. 4, построение дополнительного вида):

а) определить положение наклонной секущей плоскости, указать ее положение, стрелками указать направление взгляда и обозначить буквами (на чертеже "Е"); в данном случае секущая плоскость занимает фронтально-проецирующее положение;

б) определить линии пересечения секущей плоскости с внешними и внутренними поверхностями предмета; определить их характерные точки. Например, 1-2 — участок эллипса, который получается при пересечении цилиндрической поверхности  $\alpha$  и секущей плоскости; отрезки прямой 2-3 и 4-5, которые получаются при пересечении секущей плоскости с плоскостями предмета;

в) построить наклонное сечение в тонких линиях. Над сечением выполняется надпись "Е-Е" с , так как изображение повернуто относительно базового вида.

4. Оформить чертеж: обвести, заштриховать фигуры сечений, выполнить необходимые надписи, обозначить точки.

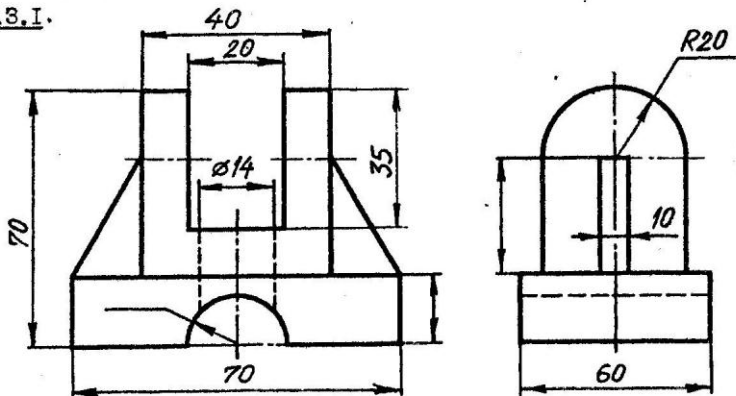
Указание. При обработке материала определить как называются и обозначаются поверхности, на которых заданы проекция точек А, В, С, D, E? Какие поверхности пересекаются по линии  $\alpha$ ? Определить на всех изображениях проекции этих поверхностей.

7.3. Задачи для решения

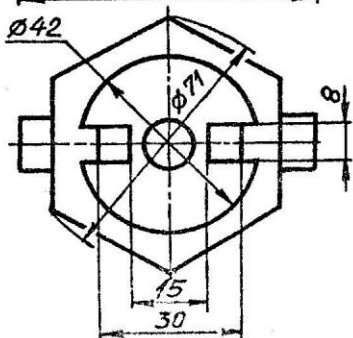
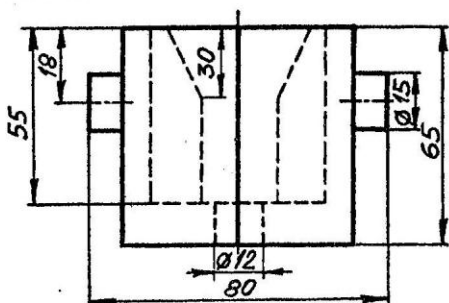
В задачах 7.3.1 - 7.3.6 по двум данным видам построить третий основной вид, фронтальный и профильный разрезы. Горизонтальный разрез и наклонное сечение построить по заданию преподавателя.

Указание. При перечерчивании условия размеры не ставить.

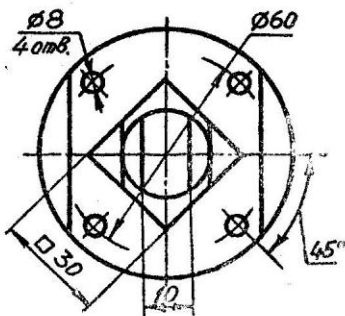
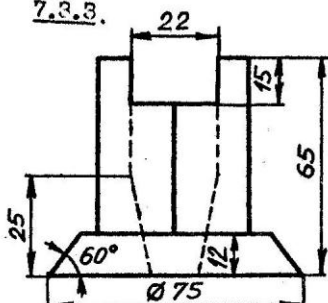
7.3.1.



7.3.2.



7.3.3.





### ЛИТЕРАТУРА

1. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. М.: изд-во стандартов, 1981. 220 с.
  2. Фролов С.А. Начертательная геометрия. М.: Машиностроение, 1983. 240 с.
  3. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Черчение. М.: Машиностроение, 1981. 303 с.
- 

### СОДЕРЖАНИЕ

1. Методические рекомендации . . . . .	3
2. Оформление чертежей по ГОСТ 21341 . . . . .	6
3. Метод проецирования . . . . .	10
4. Построение видов . . . . .	14
5. Образование поверхностей . . . . .	20
6. Пересечение поверхностей . . . . .	24
7. Разрезы и сечения . . . . .	32
Литература . . . . .	38

---

Т.Ф.Колотилина, А.Ю.Губарев, С.И.Трофимченко  
Редактор К.К.Александров

Методические указания  
по курсу

"Инженерная графика"

ТЕОРИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

(Кафедра инженерной графики)

Корректор Л.М.Кожухова

---

Темплан издания МЭИ 1988 г., поз. 143 (метод.)

Подписано к печати 20.05.88 г.

Формат бумаги 60x84/16

Поч.л. 2,5

Уч.-изд.л. 2,0

Тираж 2000

Заказ 1509

Бесплатно

---

Типография МЭИ, ротап rint, Красноказарменная, 13