



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

Политехнический колледж (ПК БГТУ)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ПК БГТУ

В.М. Малащенко

« 30 » 08 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по изучению учебной дисциплины  
**ОП.04 Инженерная графика**

Специальность:	<b>15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	2 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	среднее общее образование

Брянск 2019

**Методические рекомендации**  
по изучению учебной дисциплины ОП.04 Инженерная графика  
для специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации  
технологических процессов и производств (по отраслям)  
(далее — МР)

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ



Ю.Ф. Степанов

Рассмотрены и одобрены на заседании предметно-цикловой комиссии «Автоматизация технологических процессов и производств» (далее — «АТПП») ПК БГТУ (далее — ПЦК)

от « 29 » 08 2019 г., протокол № 1

Председатель ПЦК



В.Н. Копелиович

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе



Т.Е. Балашова

© Степанов Ю. Ф.  
© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

# Графическая работа №1

**ТЕМА: Шрифты**

**Время на работу-4 часа**

## ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.

Выполнение работы предусматривает изучение студентами государственных стандартов ЕСКД на форматы, масштабы, линии, чертежные шрифты, то есть охватывает применение общих правил черчения.

Работа над ГР 1 опирается -на графические знания и навыки, полученные студентами в школе при изучении черчения и первом занятии по данному предмету.

Работа состоит из оформления листа для ГР форматом А4, написания размером шрифта 10 алфавита прописных и строчных букв, цифр и некоторых знаков, принятых при оформлении чертежей, написания текста шрифтом № 5.

### 2. Правила оформления чертежа.

Работа выполняется на формате А4 ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78), размер которого 210x297 мм. На формате изображается рамка поля чертежа, которая отступает от рамки формата слева 20 мм со всех остальных сторон по 5 мм. В нижней части вплотную к рамке формата помещается основная надпись форма, габариты и заполнение которой установлены ГОСТ 2.104-68 (СТ СЭВ 6306-88). В верхнем левом углу помещается дополнительная надпись (рис. 1).

## Практическая работа №2

1. **Тема:** выполнение чертежа детали с применением деления окружности на равные части и построение сопряжений.

2. **Цель работы:** Формирование умений выполнения сопряжений между прямыми, прямыми и дугами, между двух дуг и деления дуг окружности на равные части.

3. Продолжительность: 4 часа

4. **Материальное и документальное обеспечение:**

4.1. Задания №2 по вариантам

4.2. Методические рекомендации по выполнению графической работы

4.3. Плакаты «Деление окружности», «Сопряжения»

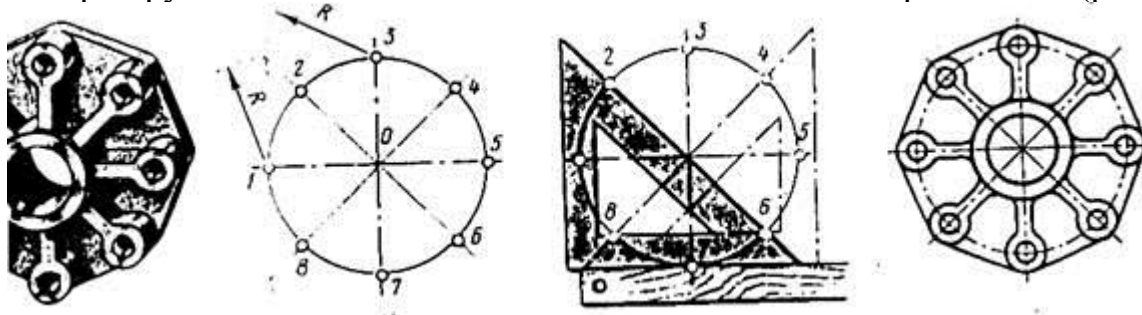
## 5. Общие и теоретические положения по теме занятий

### 5.1 Деление окружности на равные части.

Эти действия часто производятся при вычерчивании фланцев, крышек и других подобных деталей.

#### 5.1.1 Деление окружности на четыре и восемь равных частей.

Построение окружности начинается с проведения двух взаимно перпендикулярных осей, которые определяют центр окружности и сами делят окружность на 4 части. Для деления на 3 частей нужно, взяв центрами точки 1 и 3, провести две пересекающиеся дуги. Из точки пересечения провести линию через центр окружности. Находим точки 2 и 6. Аналогично строим 4 и 8 (рис. 1).



#### 5.1.2. Деление окружности на пять и семь равных частей.

При делении на 7 частей (рис.2) из точки А радиусом равным радиусу этой окружности проводят дугу, пересекающую окружность в точке n. Из точки n опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию. Длину перпендикуляра  $nc$  откладывают от точки 1 семь раз.

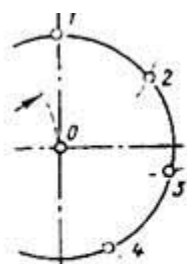


Рис.2

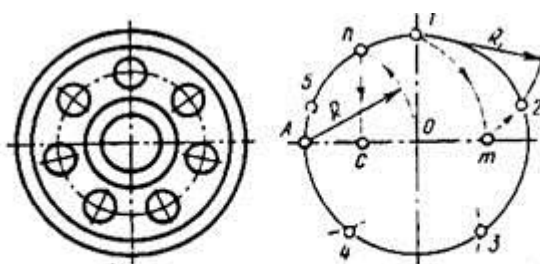
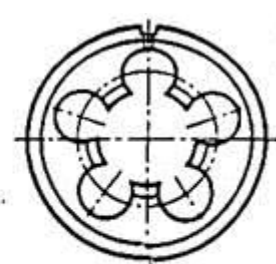


Рис.3



Для деления на 5 частей (рис.3), так же как при деление на 7 частей строят перпендикуляр  $nc$ . Из точки С радиусом  $C1$  проводят дугу  $1m$ . Из точки 1 радиусом  $1m$  проводят дугу  $m2$  до пересечения с окружностью. Точки 1 и 2 – искомые точки. Хорда 1-2 равна  $1/5$  окружности. Длину хорды 1-2 откладывают на окружности и находят точки 3,4,5.

Другой способ-способ хорд. Диаметр окружности умножают на коэффициент К, соответствующий числу делений, получая при этом длину хорды, которую откладывают циркулем на окружности  $n$  раз.

3	0,87
5	0,71
6	0,5
7	0,43
9	0,34
10	0,31
11	0,28

### 5.2. Сопряжения

Сопряжением называют плавный переход одной линии в другую. Точка сопряжения - общая точка, в которой осуществляется плавный переход.

#### 5.2.1 Сопряжение дуги и касательной и двух дуг.

Точка сопряжения  $m$  дуги и касательной находится в основании перпендикуляра, опущенного из центра окружности на прямую  $Am$  (рис.4).

Точка сопряжения двух дуг радиусом  $R$  и  $R_1$  находится на прямой соединяющей два центра дуг  $O$  и  $O_1$  (рис.5).

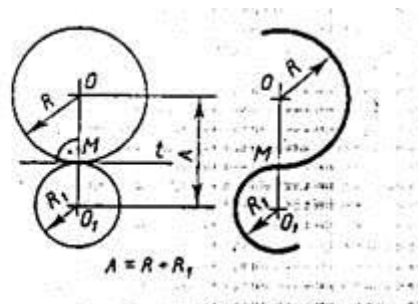
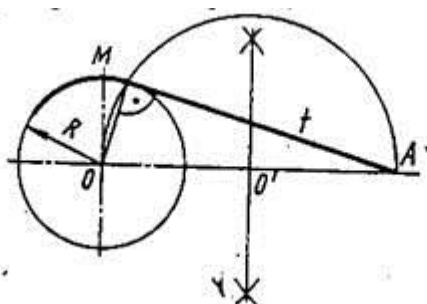
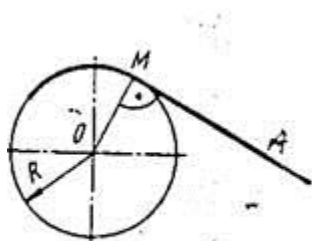


Рис.4

Рис.5

#### 5.2.2. Сопряжение двух сторон прямого, острого или тупого угла.

Центр дуги сопряжения должен находиться на расстоянии, радиуса дуги сопряжения от каждой из сторон угла. Проводят две линии параллельные сторонам угла на расстоянии  $R$  от сторон. Точка пересечения линий является центром дуги сопряжения  $O$ . Перпендикуляры из центра  $O$  на боковые стороны определяют точки сопряжения  $n$  и  $m$  (рис.6).

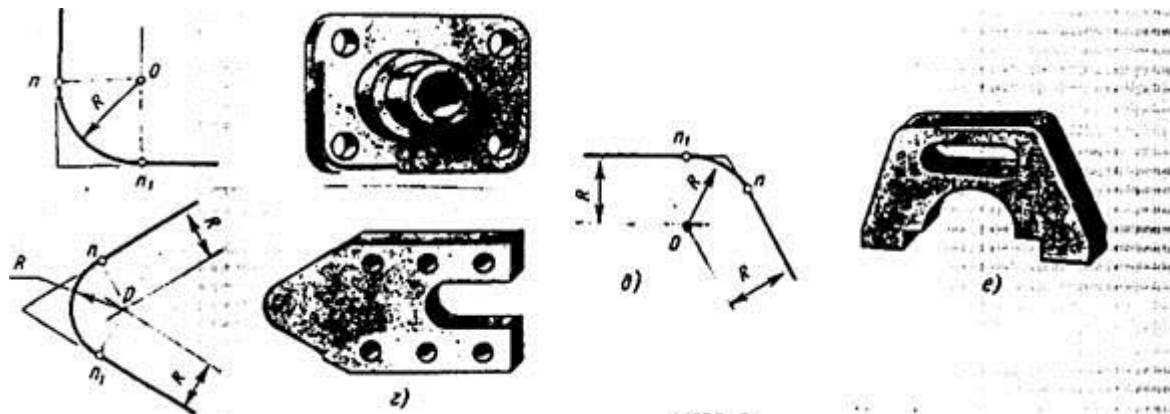
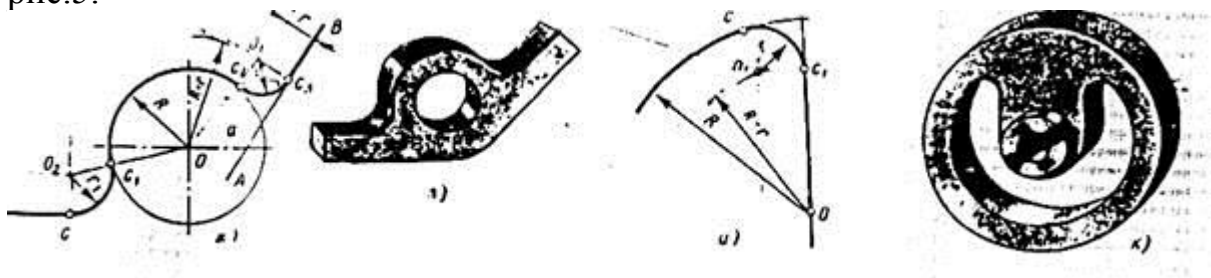


рис.6

### 5.2.3 Сопряжение дуги и произвольной прямой.

Центр дуги сопряжения  $O$  должен находиться на расстоянии радиуса дуги сопряжения от прямой и сопрягаемой дуги. При построении нужно провести линии, отстоящие на одинаковом расстоянии  $R$  от дуги с радиусом  $R_1$  и центром  $O$  и прямой линий.

Для дуги это будет вторая дуга с радиусом  $R - r$ . Для прямой – параллельная прямая на расстоянии  $r$  от заданной. Точка пересечения  $O_1$  будет центром дуги сопряжения. Точки сопряжения – точка  $c_2$ , образуемая при пересечении дуги отрезком  $OO_1$ , и точка  $c_3$  – перпендикуляр из  $O$  к прямой.



### 5.2.4. Сопряжение двух дуг

При внешнем сопряжении центры  $O_1$  и  $O_2$ , сопрягаемых дуг радиусом  $R_1$  и  $R_2$ , лежат вне сопрягаемой дуги радиуса  $R$  (рис.8а). Центр дуги сопряжения  $O$  должен находиться от обеих дуг на расстоянии  $R$ . Для определения точки  $O$  из центра  $O_1$  проводим дугу радиусом  $R_1 + R$ , а из центра  $O_2$  – дугу радиусом  $R_2 + R$ . Точка пересечения – центр  $O$  дуги сопряжения. Если соединить центры  $O_1$  и  $O_2$  с  $O$  прямыми линиями, они пересекут окружности в точках  $M$  и  $N$  (точки сопряжения).

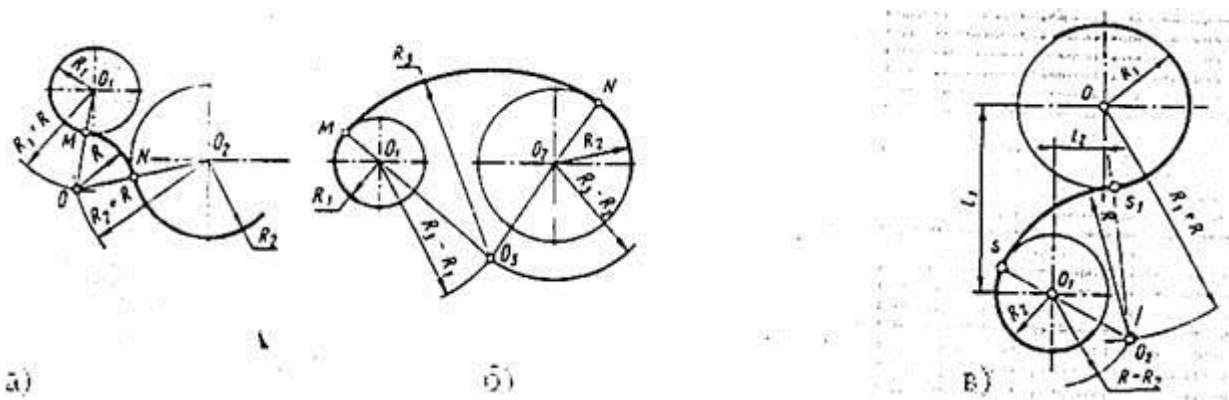


рис.8

2. При внутреннем сопряжении центры дуг лежат внутри дуги сопряжения (рис.8б). Поэтому расстояния от центров  $O_1$  и  $O_2$  сопрягаемых дуг до центра  $O$  дуги сопряжения будут определяться  $R-R_1$  и  $R-R_2$ . Проведение дуг полученными радиусами определяет центр  $O_3$  сопрягаемой дуги. Прямые проведенные из точки  $O_3$  через центры  $O_1$  и  $O_2$  до пересечения с окружностями определит точки сопряжения дуг
3. При смешанном сопряжении (рис. 8 в) для одной дуги это будет внешним сопряжением и дуга из центра проводится радиусом  $R-R_1$ , для другой дуги – внутреннем сопряжением и дуга проводится радиусом  $R-R_2$ . Точка пересечения дуг  $O_2$  – центр дуги сопряжения.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.19-24)

## 6. Порядок выполнения работы.

- 6.1. Получить задания у преподавателя.
- 6.2. Подготовить формат А4 для работы.
- 6.3. Определить габаритные размеры чертежа и разметить его на формате так, чтобы было место для проведения размерных линий.
- 6.4. Провести оси и центральные линии.
- 6.5. Построить в тонких линиях окружности дуги, прямые линии.
- 6.6. Построить сопряжения.
- 6.7. Изобразить выносные и размерные линии.
- 6.8. показать работу преподавателю для проверки.
- 6.9. Обвести линии контура детали.
- 6.10. Проставить размеры.
- 6.11. Заполнить основную надпись.
- 6.12. показать результат работы преподавателю.

## 7. Домашнее задание.

- 7.1. Закончить графическую работу.
- 7.2. Подготовить формат А3 для ГР №3

## 8. Вопросы для самоконтроля.

1. Как поделить окружность на 3 и 6 частей.
2. Что такое сопряжение?
3. Что такое точка сопряжения?
4. Где должен находиться центр сопряжения прямых пересекающихся линий?
5. Где должен находиться центр сопряжений двух дуг при: а) внешнем сопряжении? б) внутренним сопряжении?

## **9. Рекомендуемая литература.**

### Основная

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000.
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания. – М, высшая школа.1994.

### Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

## **Практическая работа №3**

**1. Тема:** Комплексные чертежи и аксонометрические изображения геометрических тел с нахождением проекции точек.

**2. Цель работы:** Формирование умений выполнять аксонометрические проекции геометрических тел.

**3. Продолжительность:** 6 часов.

### **4. Материальное и документальное обеспечение:**

- 4.1. Задания на ГР №5 по вариантам.
- 4.2. Методические рекомендации по выполнению ГР.
- 4.3. Плакат « Аксонометрические проекции ».
- 4.4. Диафильм « Построение наглядных изображений ».

### **5. Общие и теоретические положения при выполнении графической работы:**

При выполнении чертежей, любую деталь можно мысленно расчленить на отдельные геометрические тела.

Геометрические тела, ограниченные плоскими фигурами - многоугольниками, называются многогранниками. Например: пирамида, призма.

К телам вращения относятся цилиндр, конус, шар, кольцо, тор.



### 5.1. Проекция призмы:

Построение начинается с горизонтальной плоскости. У правильной шестигранной призмы это правильный шестиугольник. Затем, применяя линии связей, строят фронтальную проекцию основания (отрезок прямой). От неё откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Вычерчивают фронтальные проекции рёбер.

Проецируя точки оснований, строится профильная проекция призмы (рис. 1).

Горизонтальные проекции граней изображаются в виде отрезков прямых. Средняя боковая грань 1234 изображается на плоскости  $V$  в действительном виде, а на плоскости  $V'$  - в виде прямой линии. Фронтальные и профильные проекции остальных граней изображаются с искажением. Точки А и В в фронтальной проекции проецируются на горизонтальной проекции на отрезки шестиугольника.

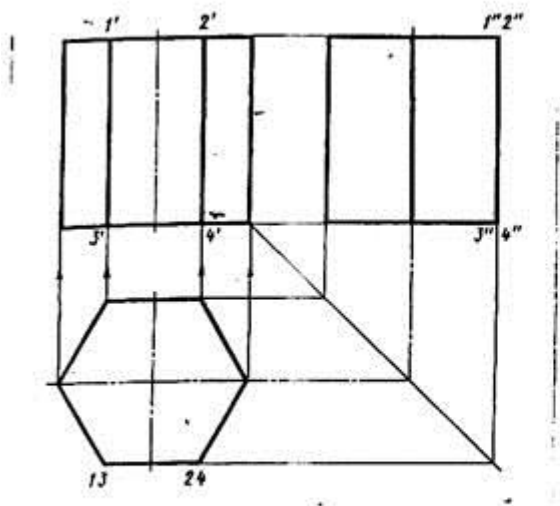


Рис. 1

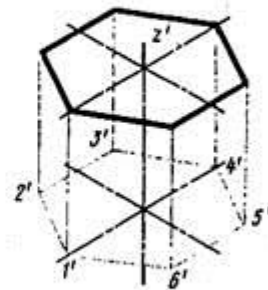


Рис. 2

Построение изометрической проекции призмы можно ускорить, проведя одну из осей координат через центр основания. Построив изометрию основания призмы (см. ГР №4), проводят прямые, параллельные этой оси координат. На них откладывают высоту призмы и соединяют полученные точки. Затем отделяем видимые линии от невидимых (рис. 2). Расположение точек А и В определяются на изометрической проекции, откладывая координаты точек от центра по линиям параллельным осям  $X$  и  $Y$  до пересечения с ребром основания соответствующей грани и из полученных точек отложив высоту, до точек А и В. Если точка будет невидимой, соответствующая буква берётся в скобках. Например: (В)

### 5.2. Проекция пирамид:

Построение трёхгранной пирамиды начинается с построения горизонтальной проекции, которая представляет действительный вид треугольника.

Из горизонтальной проекции вершины пирамиды 8 проводят вертикальную линию связи и на фронтальной проекции от оси  $X$  откладывают высоту (точка 8). Соединив точки 1, 2, 3 с точкой 8, получают фронтальные проекции рёбер.

Аналогично строятся пирамиды с большим числом граней.

Проекции точки находящейся на грани призмы находят, проведя через точку вспомогательную линию. На рис. 3а линия проходит через точку А, пересекает два ребра. Точки пересечения проецируют на рёбра другой проекции, через них проводят вторую вспомогательную линию, на которую и проецируют точку А.

На рис. 3б вспомогательная линия проходит через точку А и вершину. Точку пересечения вспомогательной линии с основанием проецируют на другую плоскость проекции.

При построении аксонометрической проекции применяются те же правила, что и для призмы.

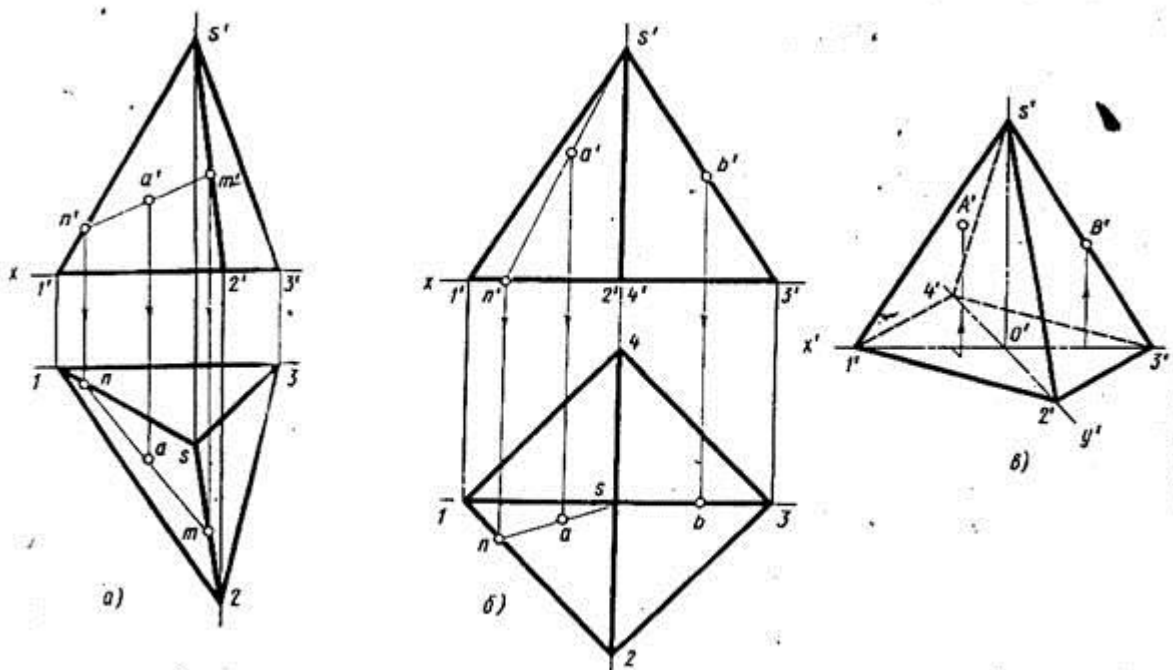


Рис. 3

### 5.3. Проекция цилиндров:

Боковая поверхность цилиндра образована движением отрезка АВ вокруг вертикальной оси по направляющей окружности (рис. 4а).

Построение начинают с изображений проекций оснований на горизонтальную плоскость (рис. 4б).

Фронтальная проекция основания - отрезок прямой линии, равный диаметру окружности.

Затем на фронтальной проекции проводят две крайние образующие и на них откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок фронтальной проекции верхнего основания цилиндра (рис. 4в).

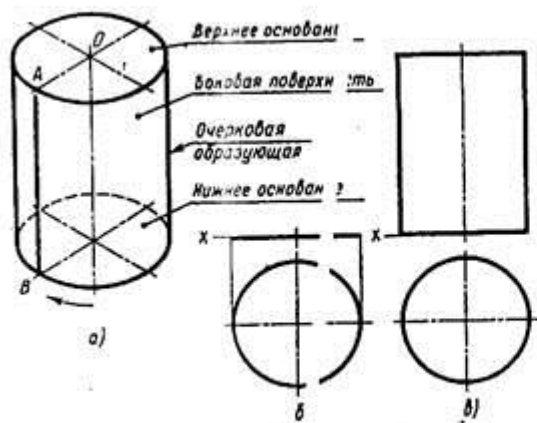


Рис. 4

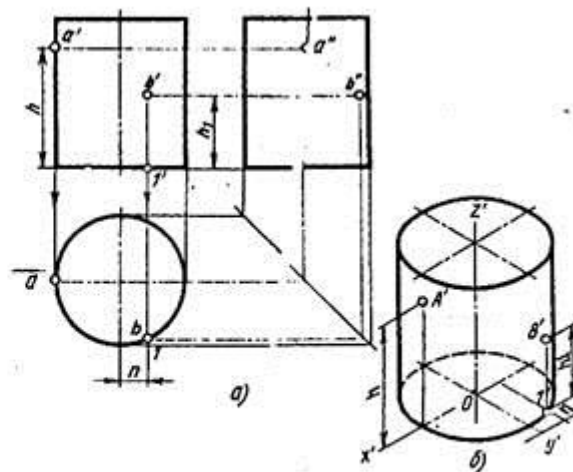


Рис. 5

Проекции точек, которые переносятся на горизонтальную плоскость, должны располагаться на окружности проекции основания (рис. 5а). Профильные проекции точек строят при помощи горизонтальных и вертикальных линий связи.

Изометрическую проекцию цилиндров вычерчивают, как показано на рис. 5.

Изометрию точек А и В строят по их координатам. Так для построения точки В от начала координат О по оси О' Э' Х откладывают координату  $X_B = n$ , а затем через её конец проводят прямую, параллельную оси О У до пересечения с эллипсом или овалом основания в точке 1'. Из этой точки параллельно оси О' Z' проводят прямую, на которой откладывают координату  $Z_B = h_1$  точки В.

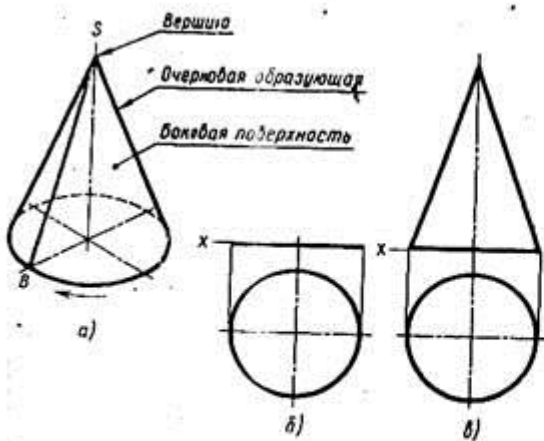
#### 5.4. Проекции конусов:

Наглядное изображение конуса показано на рис. 6а. Последовательность построения двух проекций конуса дана на рис. 6б и 6в. Горизонтальной проекцией основания будет окружность, а фронтальной - отрезок прямой, равный диаметру окружности. На фронтальной проекции находят вершину конуса и соединяют прямыми с концами фронтальной проекции основания (рис. 6в).

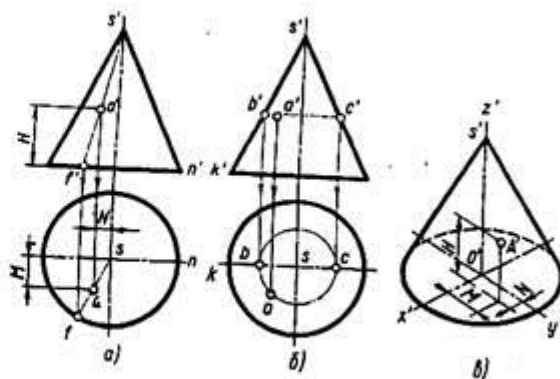
Если на поверхности конуса задана одна из проекций точки А, то две другие проекции находят с помощью вспомогательных линий — образующей, проведённой через вершину конуса и точку А (рис. 7а) или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса (рис. 7б).

Изометрическую проекцию точки А, находящейся на поверхности конуса, строят по трём координатам точки:

$X_A = N$ ;  $Y_A = M$ ;  $Z_A = H$  (рис. 7б)



**Рис. 6**



**Рис. 7**

Эти координаты последовательно откладывают по направлениям, параллельным изометрическим осям.

## 6. Порядок выполнения графической работы:

1. Получить задание у преподавателя.
2. Начертить по двум проекциям фигуры, данные в задании в ортогональной проекции.
3. Построить третью проекцию фигуры.
4. Построить проекции точек А и В на всех трёх видах. Если точка невидима, буква берётся в скобки.
5. Построить изометрию каждой фигуры в тонких линиях и проекции точек.
6. Показать работу преподавателю для консультации.
7. Обвести линии контура и выполнить основную надпись.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.58-67)

## 7. Домашнее задание:

Закончить выполнение чертежа. Подготовить формат А3 для следующей графической работы.

С. К. Боголюбов « Черчение » М. « Машиностроение » 1984, с. 87

## 8. Вопросы для самоконтроля:

1. Что представляет проекция оснований каждой фигуры на горизонтальную и фронтальную плоскости?
2. Где находятся проекции точек на горизонтальной плоскости у цилиндра и призмы?
3. Какие есть способы нанесения проекции точек на пирамиде и конусе?

4. Какой порядок нахождения точек А и В на аксонометрической проекции?

## **9. Рекомендуемая литература:**

### **Основная**

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000.
2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания. – М, высшая школа.1994.

### **Дополнительная**

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

30 5

Рамка формата

Рамка поля чертежа

20

7 10 23 15 10

5x11=55

					2	15	17	18
						Лист	Масштаб	Масштаб
					1	4	5	6
						Лист	Лист	8
					3	20		9

В графах основной надписи (рис.2) студент указывает:

В графе 1 - наименование изделия (в ГР 1 - «Шрифты чертежные»)

В графе 2 - обозначение документа по ГОСТ 2.201-80 или по принятой форме ( см. рис 3)

В графе 3 - обозначение материала детали ( в ГР 1 не заполняется).

В графе 6 - масштаб, в котором выполнен чертеж (в соответствии с ГОСТ 2.302-68).

В графе 7 - порядковый номер листа (если чертеж выполнен на одном листе графа не заполняется).

В графе 8 - общее число листов чертежа данного изделия (графу заполняют только на первом листе).

В графе 9 - наименование или индекс предприятия, выпустившего чертеж. На учебных чертежах проставляется индекс группы (например: Гр.22 ТОМ).

Все надписи выполняются по середине граф.

### **ПКТУ. ИГ 01 02. 003**

01- № графической работы

02- № по журналу

003- № варианта работы

рис. 3

Все буквенные и цифровые надписи на чертеже всех графических работ выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. В основной надписи:

- графы 1;2;6;9 - заполняются шрифтом размером 7;
- графа 3 - заполняется шрифтом размером 5;
- остальные графы - шрифтом размером 3,5 мм.

В дополнительной надписи пишется тоже что и в графе 2 (рис.3), но с поворотом на 180°.

### **3. Выполнение графической работы**

Графическая работа №1 содержит русский алфавит прописных и строчных букв, арабских цифр принятых в чертежах, выполненные шрифтом размером 5, 7 и 10..

Чертежом называют такое изображение предмета на плоскости, по которому можно судить о его форме, устройстве, параметрах и размерах.

Согласно ГОСТ 2.204-81 надписи, наносимые на чертеже и на других технических документах, выполняются шрифтом с наклоном 75° или без наклона с толщиной линий 2:14 (тип А) или 1:10 (тип Б) размера шрифта. Размер шрифта определяет высота прописных букв в мм, измеряемая перпендикулярно основания строки.

В учебных работах надписи выполняются шрифтом типа Б с наклоном 75°. Параметры шрифта приведены в таблице 1.

Примечания:

Образец выполнения букв и цифр типа Б с наклоном  $75^\circ$  приведен на рис. 3. на нем также показано выполнение вспомогательной сетки, образованной вспомогательными тонкими линиями, в которую вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины  $d$  линий шрифта.

Толщина линий шрифта  $d$  определяется в зависимости от типа и размера шрифта согласно табл. 1.

Размеры таких параметров шрифта, как расстояние между буквами в словах «а», высота строчных букв «е», ширина букв и цифр «g» минимальное расстояние между словами «е», расстояние между основаниями строк «b», для наиболее применяемых размеров шрифта типа Б следует брать из табл.1.

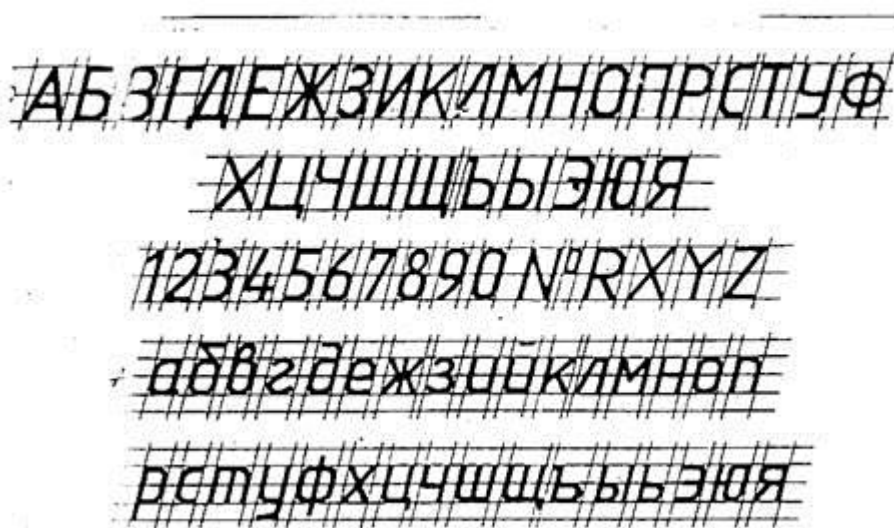


Рис. 4

Для написания текста шрифтом размера 5, вместо сетки, как на рис. используют упрощенную сетку, на которой проводят горизонтальные линии для размеров  $h$ ,  $s$ ,  $b$  как на рис. 3 и несколько наклонных линий под углом  $75^\circ$  град, для того, чтобы не сбиваться с заданного наклона букв и цифр.

Все надписи выполняются от руки.

При выполнении ГР необходимо обратить внимание на:

1. разную ширину букв
2. правильность их написания;
3. расстояние между буквами (оно уменьшается между буквами Г и Д; С и Т и т.д.)
4. правильность написания цифр

После выполнения работы в тонких линиях и проверки преподавателем, обводку выполняют мягким карандашом. Шрифты чертежные выполняются под углом  $75^\circ$  градусов.



№ шрифта	3.5	5	7	10
Прописные буквы : высота	3,5	5	7	10
ширина букв, кроме А,Ж,М,Ш,Щ,Ы,Ю	2	2,8	4	5,7
для букв Ж,Ф,Ш,Щ,Ю	3	4,3	6	8,6
для букв А,М	2,5	3,6	5	7
Строчные буквы: высота букв, кроме б, в, д, р, у, ф	2,5	3,5	5	7
высота букв б, в, д, р, у, ф	3,5	5	7	10
ширина букв, кроме ж, м, т, ф, ш, щ, ы, ю	1,5	2,1	3	4,3
ширина букв ж, т, ф, ш, щ, ы, ю,	2,5	3,5	5	7
Цифры: высота	3,5	5	7	10
ширина цифр, кроме 1	2	2,8	4	5,7
Толщина линий букв и цифр 1/10 № шрифта	0,35	0,5	0,7	1.0
Расстояние между буквами	1	1,4	2	3
Расстояние между словами: не менее ширины букв				
Расстояние между основаниями строк не менее	5,3	7,5	10,5	15

При заполнении таблиц буквы и цифры не должны касаться линий таблицы.

#### 4. Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое, формат листа чертежа, чем он определяется?
2. Что такое основные и вспомогательные форматы, как их получить?
3. Что такое масштаб изображения на чертеже? Какие масштабы Вы знаете?
4. Какие типы чертежных шрифтов Вы знаете?
5. Какой размер является исходным, для определения размеров элементов букв

и цифр чертежного шрифта?

### **Пример текста титульного листа журнала чертежей**

*Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»*

## ***ЖУРНАЛ***

*графических работ по инженерной графике за I семестр*

*ПКТУ. ИГ ОI 12. 000*

*Студент*

*Иванов И.И.*

*Группа*

*23ТМ*

*Отделение*

*дневное*

*Преподаватель*

*Степанов Ю.Ф.*

*Дата*

*Оценка*

*2017*

### **Список рекомендуемой литературы.**

#### **Основная**

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.-с.325
2. С.К. Боголюбов Индивидуальные задания по курсу черчения –М.:Высшая школа, 1994, -с.368
3. ГОСТ .304-68 - шрифты чертежные.

#### **Дополнительная**

1. ГОСТ. .301-68-форматы
2. ГОСТ .: 104-68 -основная надпись 3: ГОСТ :.3012-68 - масштаб
3. В.С. Левицкий Машиностроительное черчение.- М., «Высшая школа»,1994-260 с.
4. С.К. Богомолов, А.В. Волков, Инженерная графика, - М: «Машиностроение», 2008 - с.196

## **Практическая работа №4**

**1. Тема:** Сечение геометрических тел плоскостью. Построение сечения натуральной величины и развёртки тела.

**2. Цель работы:** Формирование умений выполнять сечения тел плоскостью и построение развёртки тела.

**3. Продолжительность:** 12 часов.

**4. Материальное и документальное обеспечение:**

- 4.1. Задания на ГР №6 по вариантам.
- 4.2. Методические рекомендации по выполнению ГР.
- 4.3. Плакаты: « Сечение призмы плоскостью », « Плоскости ».

**5. Общие и теоретические положения при выполнении графической работы:**

Плоское сечение геометрического тела представляет собой плоскую фигуру, ограниченную замкнутой линией.

При пересечении плоскостью многогранника (призма, пирамида и др.) в сечении получается многоугольник с вершинами, расположенными на рёбрах многогранника. При пересечении тел вращения (цилиндр, конус и др.) фигура ограничивается кривой линией.

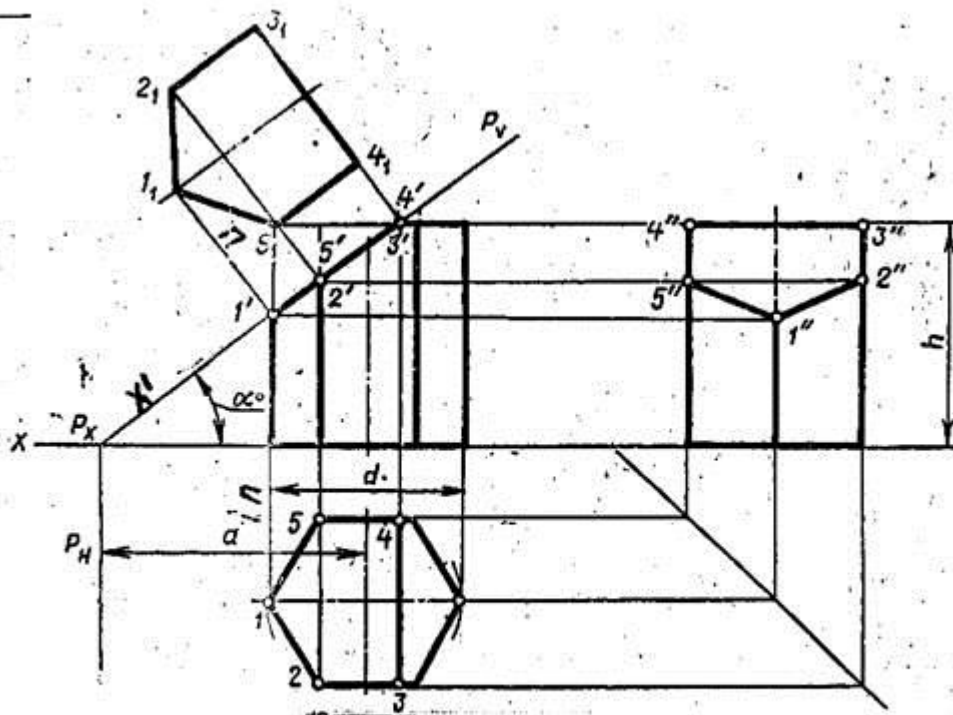
### **5.1 Сечение призмы плоскостью:**

Сечение призмы плоскостью представляет плоский многоугольник, число углов которого зависит от места пересечения многогранника.

Для построения проекции фигуры сечения находят проекции точек пересечения плоскости с рёбрами и соединяют их прямыми линиями.

Фронтальные проекции этих точек получают при пересечении фронтальных проекций рёбер призмы плоскостью Р (рис. 1).

Горизонтальные проекции точек пересечения совпадают с горизонтальными проекциями рёбер. Имея 2 проекции этих точек, с помощью линий связи строят профильные проекции точек (рис. 1).



**Рис. 1**

Действительный вид фигуры сечения можно строить разными способами.

Применим способ перемены плоскостей проекции. Ось новой плоскости проекции  $X_1$  будет совпадать с фронтальным видом плоскости  $P$ .

Для построения проекции фигуры сечения из точек 1, 2 и т.д. восстанавливают перпендикуляры к новой оси. От точки  $1'$  откладывают на перпендикуляре расстояние от оси  $X$  до точки 1 на горизонтальной проекции отрезок  $n$ . Аналогично откладывают точки 21, 31, 41 и др. Соединив полученные точки прямыми линиями, получают фигуру сечения.

Развёртку боковой поверхности с основанием и фигурой сечения строят следующим образом. Проводят прямую, на которой откладывают шесть отрезков, равных длинам сторон шестиугольника основания призмы. Из полученных точек проводят перпендикуляры, на которых откладывают действительные размеры рёбер усечённой призмы, беря их с фронтальной или профильной проекции.

Если секущая плоскость проходит через верхнее основание, то по верхнему ребру определяют точки 31 и 41. Расстояние до этих точек определяют на горизонтальной проекции призмы (рис.1,2).

К развёртке боковой проекции пристраивают фигуру сечения. Если секущая плоскость проходит через верхнее основание, к фигуре сечения пристраивают неотсечённую часть верхнего основания, которую берут с горизонтальной проекции.

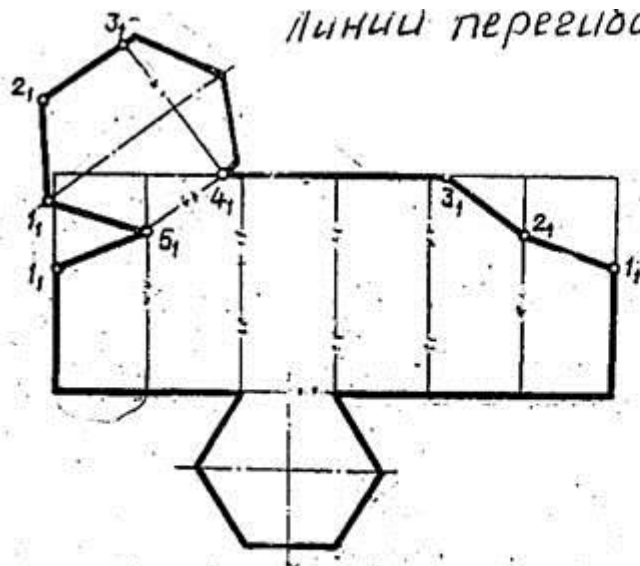


Рис. 2

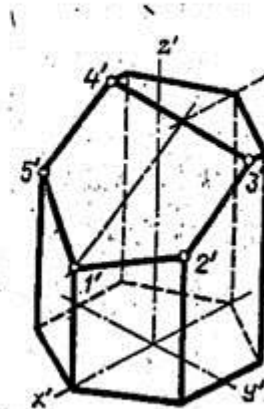


Рис. 3

При построении изометрической проекции полученной фигуры, строят изометрическую проекцию основания призмы; проводят вертикальные рёбра, на которых откладывают действительные длины, полученные точки соединяют прямыми. В случае прохождения секущей плоскости через верхнее основание, от заднего ребра проводят ось параллельную оси  $X$ ; откладывают по ней высоту фигуры, оставшейся неотсечённой на горизонтальной проекции и достраивают эту фигуру в изометрии. Затем соединяют полученные точки (рис. 3).

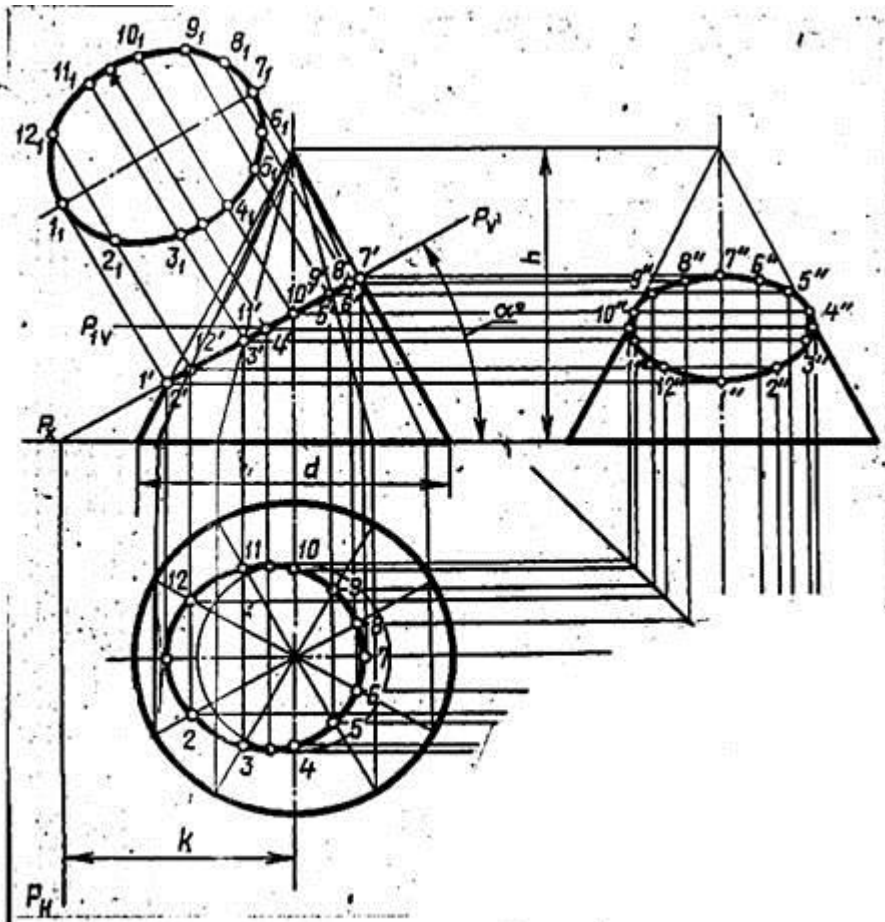
## 5.2. Сечение конуса плоскостью:

Конус пересекается плоскостью  $P$ . Основание конуса располагается на плоскости  $H$ . Фигура сечения ограничивается эллипсом (рис. 4).

Для построения горизонтальной проекции контура фигуры сечения окружность основания делят на 12 частей. Через точки деления на горизонтальной и фронтальной проекции проводят вспомогательные образующие. Сначала находят фронтальные проекции точек 1 - 12, лежащие на плоскости  $PV$ . Затем с помощью линий связи находят их горизонтальные проекции.

Профильную проекцию фигуры сечения строят с помощью горизонтальных и вертикальных линий связи.

Действительную фигуру сечения строят также как и при сечении пирамиды. Из точек 1 - 12 на секущей плоскости восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают расстояния от оси  $X$  до точек 1 - 12 на горизонтальной проекции. Полученные точки обводят с помощью лекальной линейки.



**Рис. 4**

Построение развёртки поверхности конуса начинают с проведения дуги окружности радиусом, равным длине образующей конуса. На этой дуге откладывают 12 частей окружности основания. Полученные точки соединяют с центром дуги прямыми линиями. От центра на прямых откладывают действительные длины отрезков образующих от вершины до секущей плоскости  $P$  (рис. 5).

Действительные длины отрезков находят способом вращения около вертикальной оси, проходящей через вершину конуса. Например, точку 2 на фронтальной проекции горизонтальной линией совмещают с боковой образующей, и расстояние от вершины до полученной точки откладывают на соответствующей линии развёртки.

К развёртке конической поверхности пристраивают фигуры сечения и основания конуса.

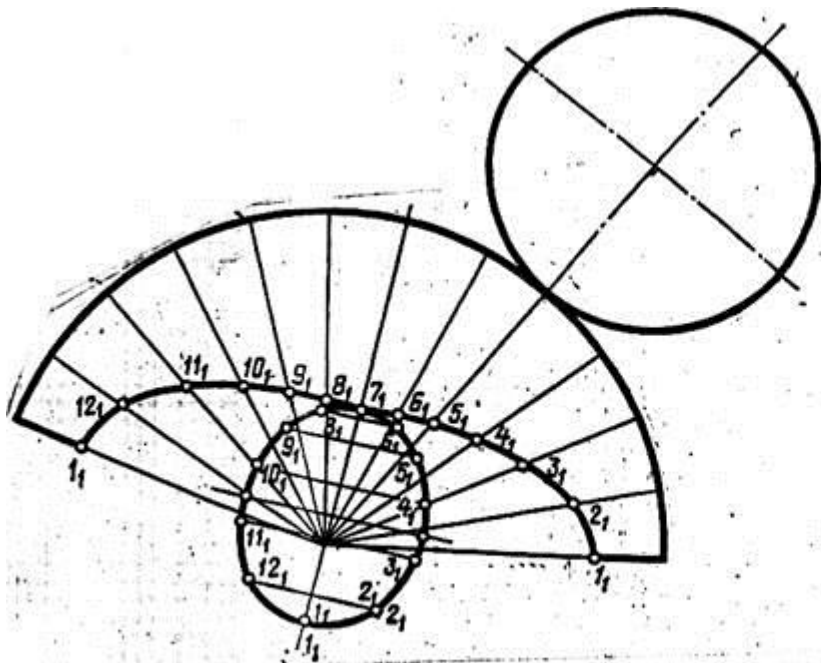


Рис. 5

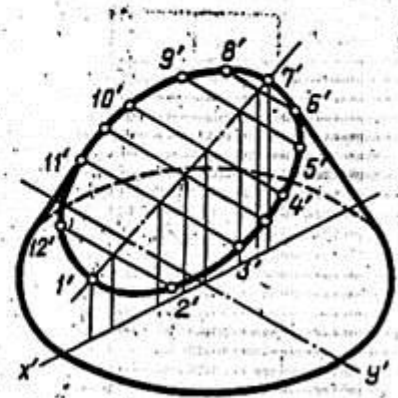


Рис. 6

Построение прямоугольной изометрической проекции начинают с основания - эллипса (рис. 6). Изометрию любой точки кривой сечения находят при помощи трех координат. На оси  $X'$  откладывают отрезки проекций точек  $1'$  -  $12'$  на оси  $X$  (рис. 4). Из полученных точек проводят вертикальные прямые, на которых откладывают длины от оси  $X$  до точек  $1'$  -  $7'$  на фронтальной проекции. Через полученные на наклонной оси эллипса точки проводят линии параллельные оси  $Y'$  и на них откладывают отрезки  $21$  -  $121$ ;  $31$  -  $111$  и др. с действительной фигуры сечения.

Найденные точки соединяют по лекалу. Крайние образующие проводят от вершины конуса по касательной к контуру основания.

## **6. Порядок выполнения работы:**

Работа состоит из двух отдельных чертежей:

- 1) сечение шестигранной призмы плоскостью;
- 2) сечение конуса плоскостью;

## 6.1. Получить задание у преподавателя по вариантам:

а) для сечения призмы

Обоз- начение	мм																													
	№ варианта																													
d	50	52	60	55	70	50	54	58	70	55	59	52	56	60	54	55	58	54	50	58	55	70	52	53	52	60	52	55	54	50
h	60	62	65	63	40	60	60	60	40	60	64	60	58	62	64	60	55	60	62	64	60	40	60	60	60	64	58	60	65	60
α	85	45	40	35	60	85	55	45	50	75	42	88	50	45	36	70	50	88	48	40	38	60	70	82	52	50	36	70	80	84
α°	30	45	60	60	30	30	45	45	30	30	60	30	45	45	60	30	45	30	45	45	60	30	30	30	45	45	60	30	30	30

б) для сечения конуса

Обоз- начение	№ варианта																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
d	54	60	70	80	60	70	72	80	64	74	68	76	68	66	68	64	56	74	68	58	66	66	58	72	70	62
h	50	60	70	80	58	58	70	70	80	70	72	75	70	80	75	80	52	74	78	54	76	78	54	72	70	76
k	37	40	45	50	35	40	40	50	38	43	40	43	40	38	42	36	36	43	40	38	40	40	38	40	40	44
α°	30	30	30	30	45	30	45	30	45	45	30	45	30	45	45	45	30	45	45	45	45	45	30	45	30	45

6.2. Выполнить три проекции фигуры и провести плоскость сечения.

6.3. В соответствии с разделом 5 выполнить фигуру сечения.

6.4. Выполнить развёртку боковой поверхности основания, плоскости сечения.

6.5. Выполнить изометрию фигуры.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.78и 84)

## 7. Домашнее задание

7.1. Закончить чертёж.

7.2. Подготовить формат А3 для ГР №7.

## 8. Вопросы для самоконтроля:

8.1. Как показать следы плоскости в проекциях?

8.2. Какие фигуры получаются при сечении плоскостью призмы и конуса?

8.3. Порядок построения действительной плоскости сечения фигуры?

8.4. Порядок построения боковой поверхности призмы, конуса рассечённых плоскостью?

8.5. Порядок построения изометрии рассечённой фигуры?

## 9. Рекомендуемая литература:

Основная

1. С.К. Боголюбов. А.В. Инженерная графика. – М, Машиностроение. 2000.



2. С.К. Боголюбов. Индивидуальные задания. – М, высшая школа.1994.

Дополнительная

1. Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов Инженерная графика М.: Машиностроение, 2000.

## **1. Практическая работа №5**

2. Тема: Взаимное пересечение поверхностей тел.

3. Цель работы: Формирование умений строить линии пересечения многогранников и тел вращения в ортогональной и аксонометрической проекции.

3. Продолжительность: 12 часов.

4. Материальное и документальное обеспечение:

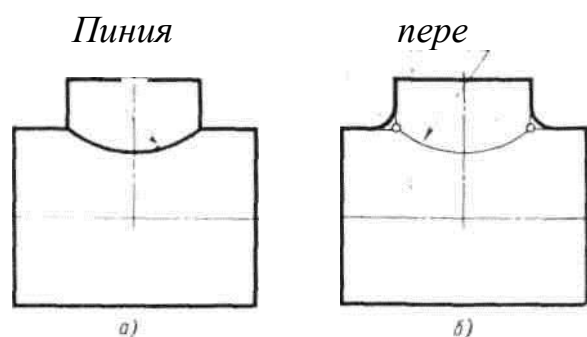
4.1. Задания ГР№7 по вариантам.

4.2. Методические рекомендации по выполнению работы.

4.3. Плакаты « Пересечение поверхностей призм »,  
« Пересечение поверхностей цилиндра и конуса ».

5. Общие и теоретические положения по теме задания:

На чертеже линии пересечения поверхностей изображаются сплошными основными линиями. В литых и штампованных деталях чёткой линии пересечения нет. Эта линия называется линией перехода и изображается тонкой линией. Линия будет начинаться, и заканчиваться в точках пересечения продолжения контуров пересекающихся поверхностей (рис. 1).



сечен  
ия —

Линия  
переход  
а

Рис. 1

### 5.1. Общие правила построения линий пересечения поверхностей:

При построении линий пересечения вначале находят, так называемые, очевидные точки, определяемые без графических построений. На рис. 1 (пересечение призм) это точки 1, 2, 3, 4, 5 (рис. 1). На рис. 2 (пересечение призмы с конусом) - точки а, в. Затем определяют характерные точки, расположенные, например, на других проекциях рёбер призмы или образующих тел вращения (цилиндрической, конической и др.), отделяющих видимую часть линии перехода от невидимой.

На рис. 2 это точки с, d, в, а.

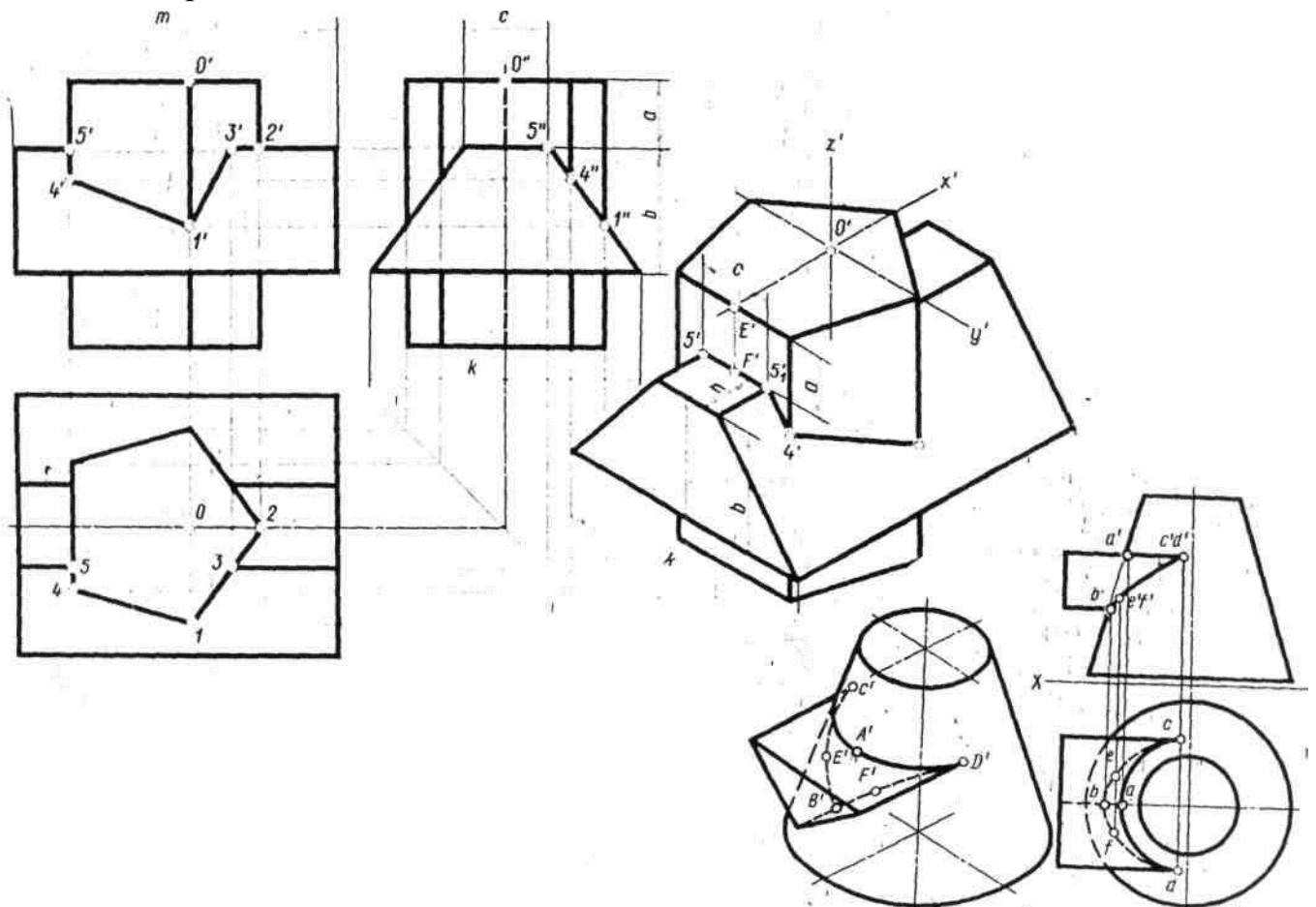


Рис.2

Все остальные точки называются промежуточными. Эти точки нужно находить при построении пересечения тел вращения. Чаще всего для

нахождения промежуточных точек применяют вспомогательные взаимно параллельные секущие плоскости или сферические поверхности.

Эти плоскости должны пересекать обе фигуры по простым линиям - прямым или окружностям. Проводятся секущие плоскости параллельно какой-либо плоскости проекции.

### 5.2. Пересечение поверхностей призм:

i

При построении пересечения призм, если рёбра их взаимно перпендикулярны (рис.1), то линии пересечения строят следующим образом.

В данном случае горизонтальная и профильная проекции линии пересечения совпадают с горизонтальной проекцией шестиугольника (основания призмы) и с профильной проекцией треугольника (основания второй призмы). Фронтальную проекцию ломаной линии пересечения строят по точкам пересечения рёбер основной призмы с гранями другой.

Например, взяв горизонтальную и профильную проекцию точки 3, находят фронтальную проекцию этой точки. Невидимые линии пересечения проводят пунктирной линией; видимые - основной контурной линией.

При построении изометрии пересечения призм определяют координаты точек пересечения рёбер - одной призмы с гранями другой призмы (рис. 3).

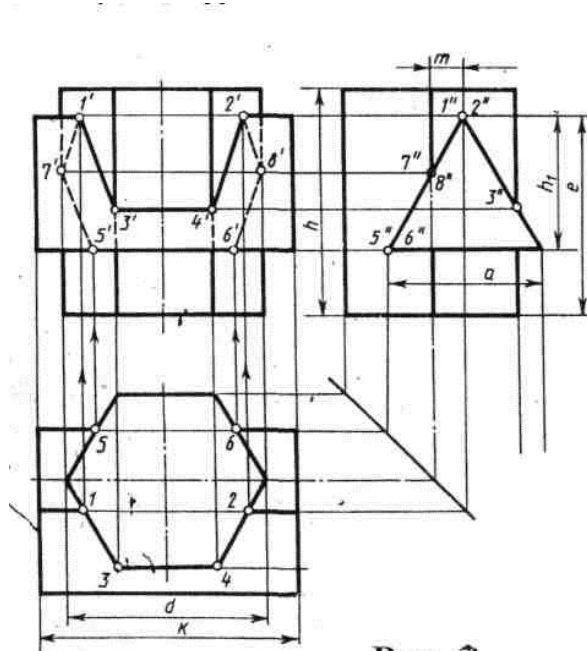


Рис. 2

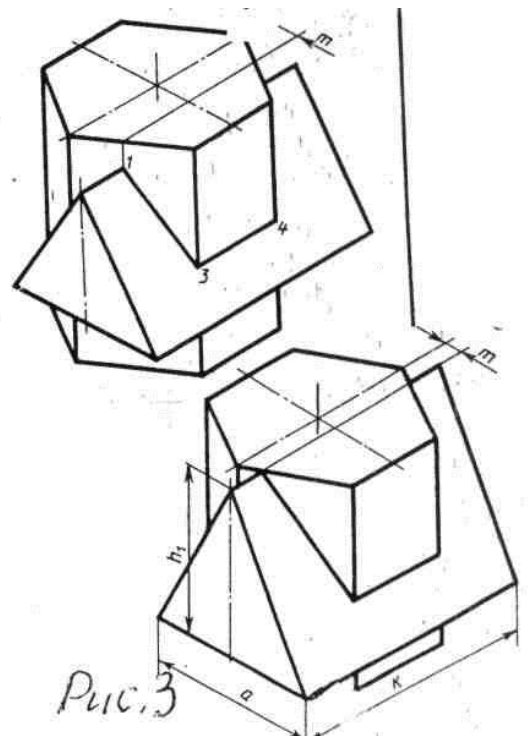


Рис. 3

Например, изометрию точки 1 находят, отложив от центра верхнего основания расстояние вдоль оси  $Y(zn)$ . Затем через полученную точку проводят вспомогательную прямую до пересечения с гранями основания параллельно оси  $X$ . Из полученной точки проводят вниз вертикальную линию, на которой откладывают расстояние от верхней грани вертикальной призмы до ребра

горизонтальной. Это расстояние берут с фронтальной проекции. Так же строят остальные точки и соединяют их с прямыми видимого и невидимого контура.

### 5.3. Пересечение тел вращения:

Пересечение тел вращения рассмотрим на примере пересечения

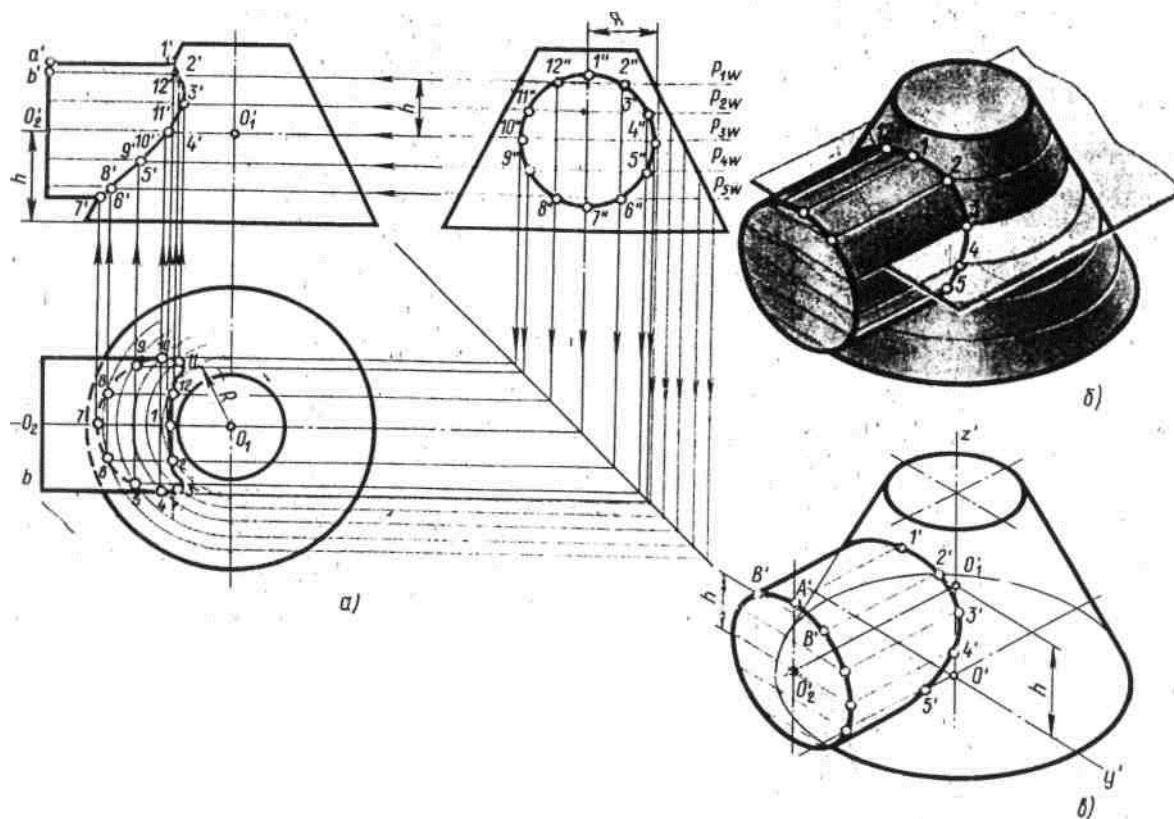


Рис.4

цилиндра и конуса (рис. 4 и 5).

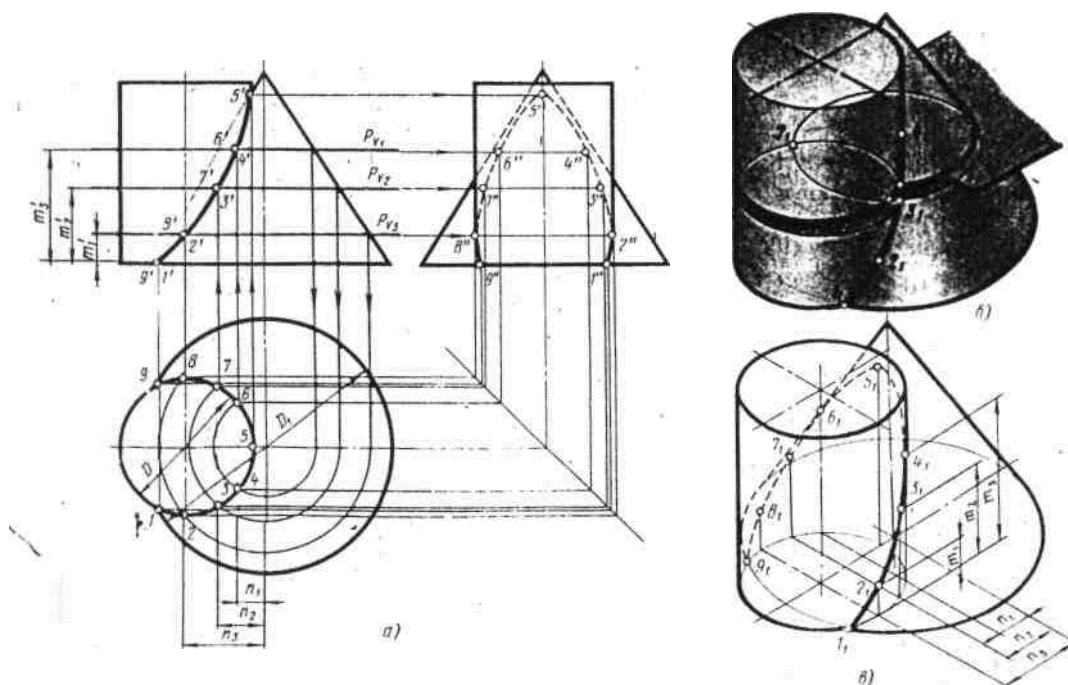


Рис.5

Как и ранее, вначале определяем проекции очевидных и характерных точек.

Для определения промежуточных точек выбирают вспомогательные, взаимно параллельные секущие плоскости. В данных примерах лучше взять горизонтальные плоскости, т.к. конус они будут рассекают по окружностям, а цилиндр по образующим на рис. 4 или по окружностям на рис. 5. Эти линии являются простыми. Искомые точки находятся на пересечениях линий, точки соединяют лекальными кривыми.

Изометрическую прямоугольную проекцию на рис. 4 вычерчивают в такой последовательности. Вначале выполняют изометрию конуса. Затем от центра нижнего основания  $O$  по его оси вверх откладывают  $h$  и из полученной точки проводят ось цилиндра, параллельную оси  $OX$ . От точки  $O_1$  откладывают длину  $O^{\wedge}$  и определяют центр основания цилиндра  $O_2$ .

Для построения линии точек пересечения находят изометрические проекции точек этой линии при помощи их координат, взятых с комплексного чертежа.

В данном примере достаточно двух координат  $X$  и  $Z$  каждой искомой точки. Например, для нахождения точки 2, за начало координат принимаем  $O_2$  (центр основания цилиндра). От точки  $O_2$  параллельно оси  $OZ$  откладывают координату  $Z_2 = Z_{X_2} = p$ . Через конец этого отрезка проводят прямую, параллельную оси  $OY$ , до пересечения с овалом в точках  $B$ . Из этих точек параллельно оси  $OX$  проводят прямые - образующие цилиндра, на них откладывают координаты  $X_2 = B_2 = B_{12}$ . В результате построения получаем точки 2 и 12 линии пересечения.

Координата  $Z_2 = Z_{12}$  берётся с фронтальной или профильной проекции комплексного чертежа, а  $X_2 = X_{12}$  с фронтальной или горизонтальной проекции. Через найденные точки проводят кривую линию по лекалу.

Построение изометрии для рис. 5 производится по этапам аналогично рис. 4. Начинается построение с проведения изометрических осей конуса и цилиндра, затем их оснований - эллипсов с центрами на расстоянии друг от друга по координате  $p_2$ . Линию пересечения строят по их координатам на комплексном чертеже.

## 6. Порядок выполнения работы:

Работа состоит из двух отдельных чертежей:

- 1) пересечение призм;
- 2) пересечение тел вращения.

6.1. Получить задание у преподавателя

6.2. Построить три проекции комплексного чертежа пересекающихся фигур.

6.3. Построить линии пересечения фигур в соответствии с разделом 5 данных рекомендаций.

6.4. Построить изометрию пересечения фигур в соГУШ/С >/£> • данных рекомендаций.

Варианты заданий приведены в литературе ( 2 стр.126 и129)

## 7. Домашнее задание:

7.1. Закончить чертёж

7.2. Подготовить формат А3 для ГР №8

### **8. Вопросы для самоконтроля:**

1. При выполнении комплексного чертежа какие точки пересечения фигур строятся первыми?
2. Какие точки пересечения будут очевидными  
при пересечении призм?  
при пересечении тел вращения?
3. Какие точки пересечения будут характерными?
4. В чём заключается метод сечения взаимно параллельными плоскостями?

### **9. Рекомендуемая литература:**

С. К. Богомолов, А. В. Воинов, Черчение, М., «  
Машиностроение », 1984, с. 103