

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖ-  
ДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.1.34 Инженерная графика**

**Специальность 100503-01 «Информационная безопасность автоматизированных систем»**

**Профиль подготовки - Безопасность автоматизированных систем**

**Квалификация (степень) выпускника                      бакалавр**

**Форма обучения                      очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                        |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>1. Конспект лекций .....</b>                                                                                        |  |
| <b>1.1 Лекция № 1</b> Проецирование отрезка прямой линии».....                                                         |  |
| <b>1.2 Лекция № 2</b> Плоскость. Пересечение плоскостей.....                                                           |  |
| <b>1.3 Лекция № 3</b> Аксонометрические построения .....                                                               |  |
| <b>1.4 Лекция № 4</b> Геометрические построения.....                                                                   |  |
| <b>1.5 Лекция № 5</b> Способы соединения деталей.....                                                                  |  |
| <b>1.6 Лекция № 6</b> Требования к выполнению и оформлению электрических принципиальных схем.....                      |  |
| <b>1.7 Лекция №7</b> Требования к выполнению и оформлению перечня элементов к схемам электрическим принципиальным..... |  |
| <b>1.8 Лекция №8</b> Позиционное обозначение элементов на схемах.....                                                  |  |
| <b>2. Методические указания по проведению лабораторных работ.....</b>                                                  |  |
| <b>2.1 Практическое занятие №1-2</b> Проецирование точки на три плоскости проекций.....                                |  |
| <b>2.2 Практическое занятие № 3-4</b> Прямая и точка в плоскости.....                                                  |  |
| <b>2.3 Практическое занятие № 5-6</b> Выполнение рабочего чертежа детали .....                                         |  |
| <b>2.4 Практическое занятие № 7-8</b> Чертеж лекальных кривых.....                                                     |  |
| <b>2.5 Практическое занятие № 9-10</b> Чертеж соединения.....                                                          |  |
| <b>2.6 Практическое занятие №11-12</b> Изображение УГО радиоизделий.....                                               |  |
| <b>2.7 Практическое занятие № 13-14</b> Выполнение чертежей схем электрических принципиальных различных устройств..... |  |
| <b>2.8 Практическое занятие №15-</b> Выполнение чертежей схем цифровой вычислительной техники.....                     |  |
| <b>2.9 Практическое занятие № 16</b> Выполнение чертежей схем печатных плат.....                                       |  |
| <b>3. Методические указания по проведению семинарских занятий.....</b>                                                 |  |
| <b>4. Методические указания по проведению лабораторных работ.....</b>                                                  |  |

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция №1

### Тема: «Проецирование отрезка прямой линии»

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Предмет инженерной графики. Эпюр Монже. Проецирование точки на две и три плоскости проекций
2. Положение прямой относительно плоскостей проекций и особые случаи положения прямой
3. Следы прямой
4. Натуральная величина отрезка (метод прямоугольного треугольника)

#### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### **1. Предмет инженерной графики. Эпюр Монже. Проецирование точки на две и три плоскости проекций**

Теоретическую базу точного изображения предметов дает начертательная геометрия, излагающая методы изображения, проекционно-графические способы решения пространственных задач, в том числе с использованием электронной вычислительной техники, и применяемая при разработке графических редакторов, графических пакетов подпрограмм и языков. Правила изображения предметов на чертежах, установленные ЕСКД ГОСТ 2.305-68, предусматривают проецирование на плоскости.

В основе правил построения изображений, рассматриваемых в начертательной геометрии и применяемых в черчении, лежит *метод проекций* (от латинского *projection* – бросание вперед, вдаль). Изучать этот метод следует с наиболее простого – построения проекции точки, так как любой объект представляет совокупность точек, а проекцией фигуры называется совокупность проекций всех ее точек.

При центральном проецировании задают произвольную *плоскость проекций* и *центр проекции*. Центр проекции – это точка, не лежащая в плоскости проекции.

Для проецирования произвольной точки через нее и центр проекций проводят прямую. *Точка пересечения этой прямой с плоскостью проекций и является центральной проекцией заданной точки на выбранной плоскости проекций.*

Таким образом, для однозначного определения положения точки в пространстве необходимы дополнительные условия, например, можно задать второй центр проекций.

Так как любая линия или поверхность состоит из множества точек, то центральная проекция этой линии или поверхности может быть построена как множество центральных проекций всех ее точек. При этом проецирующие прямые образуют проеци-

рующую поверхность или могут оказаться в одной плоскости, которая называется проецирующей.

Для построения проекций линий, поверхностей или тел часто достаточно построить проекции лишь некоторых характерных точек. Например, для построения проекции треугольника достаточно построить проекции его вершин.

В силу своих преимуществ (простота геометрических построений, сохранение на проекциях при определенных условиях формы и размеров проецируемой фигуры) прямоугольное проецирование применяется для разработки чертежей.

Накопленные сведения и приемы изображения на плоскости пространственных форм впервые систематизировал и развил французский ученый конца XVIII – начала XIX века Гаспар Монж (1746-1818 гг.).

Гаспар Монж – крупный французский ученый, инженер, общественный и государственный деятель в период революции 1789-1794 гг. и правления Наполеона I, участник работы по введению метрической системы мер и весов.

Изложенный Монжем метод заключается в ортогональном проецировании на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций, обеспечивая выразительность и точность изображений объемных форм на плоскости. Это основной метод составления технических чертежей.

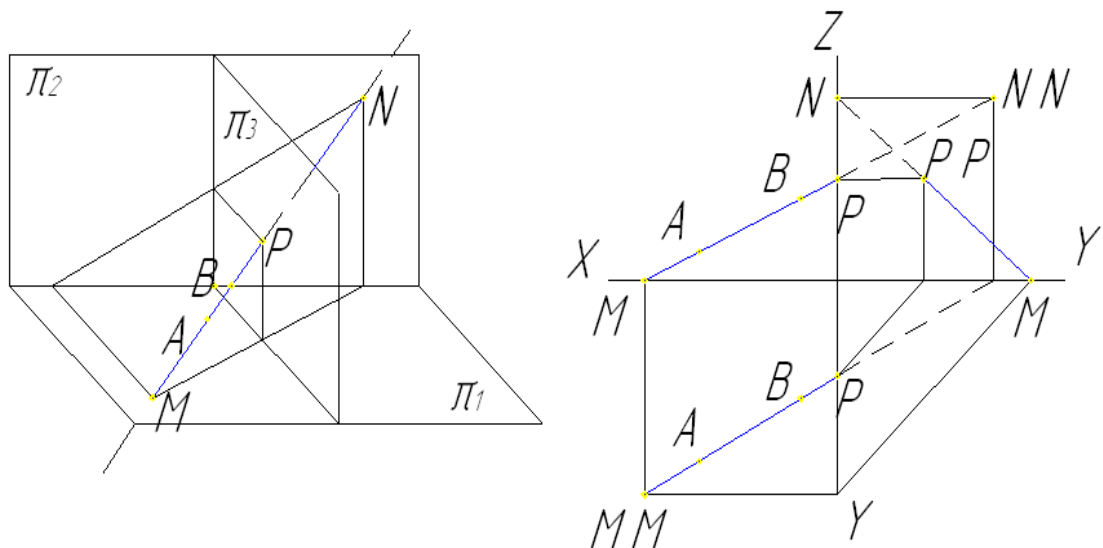
Причем использование указанного метода позволяет обеспечить обратимость чертежа, т. е. возможность установления истинного положения точки в пространстве по ее ортогональным проекциям.

## **2. Положение прямой относительно плоскостей проекций и особые случаи положения прямой**

Для удобства проецирования в качестве двух плоскостей проекций выбирают две взаимно перпендикулярные плоскости. Одну из них располагают горизонтально (*горизонтальная плоскость проекций  $\pi_1$* ), другую – вертикально (*фронтальная плоскость проекций  $\pi_2$* ). Линия пересечения этих плоскостей называется *осью проекций* и обозначается буквой **X** или комбинацией букв  $\pi_2/\pi_1$ .

Для полного выявления наружных и внутренних форм сложных деталей необходимо три и более изображений. В этих случаях вводят три и более плоскостей.

## **3. Следы прямой линии**



На рисунке показана прямая **AB**, которая в точках **М** и **Н** и **Р** пересекает горизонтальную, фронтальную и профильную плоскости проекций:

Точка **М** называется горизонтальным следом прямой;

Точка **Н** называется фронтальным следом прямой;

Точка **Р** называется профильным следом прямой.

*Чтобы найти горизонтальный след прямой необходимо продолжить фронтальную проекцию прямой до пересечения с осью **X** (**М'** - фронтальная проекция горизонтального следа), через точку **М'** провести перпендикуляр к оси **X** до пересечения с продолжением горизонтальной проекции прямой (**М'** - горизонтальная проекция горизонтального следа, совпадает с самим горизонтальным следом **М**).*

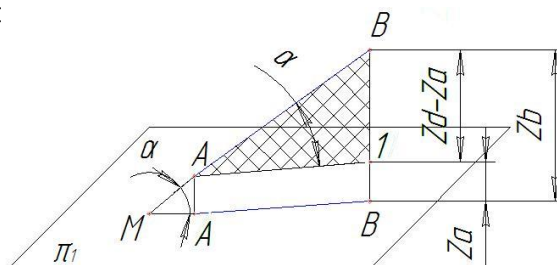
*Чтобы найти фронтальный след прямой необходимо продолжить горизонтальную проекцию прямой до пересечения с осью **X** (**Н'** - горизонтальная проекция фронтального следа), через точку **Н'** провести перпендикуляр к оси **X** до пересечения с продолжением фронтальной проекции прямой (**Н'** - фронтальная проекция фронтального следа, совпадает с самим фронтальным следом **Н**).*

Если прямая параллельна плоскости, то она не имеет следа с этой плоскостью. Кроме того, по проекциям и следам прямой можно определить октанты, через которые она проходит.

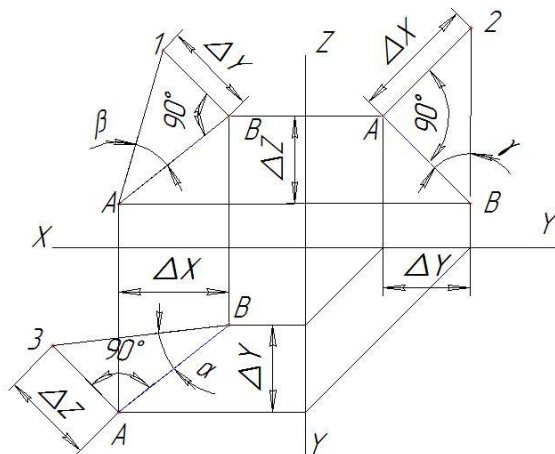
- к профильной проекции отрезка под прямым углом отложить разность абсцисс концов отрезка и построить гипотенузу треугольника.

#### 4. Натуральная величина отрезка (метод прямоугольного треугольника)

Рассмотрим рисунок:



Натуральная величина (истинный размер) отрезка **AB** прямой общего положения является гипотенузой прямоугольного треугольника **AB1**. Катет **A1** параллелен горизонтальной плоскости и равен по длине горизонтальной проекции **A'B'**. Величина второго катета **B1** равна разности расстояний точек **A** и **B** до плоскости  $\pi_1$ . Таким образом можно определить натуральную величину отрезка на эпюре.



Для построения натуральной величины отрезка прямой необходимо:

- к горизонтальной проекции отрезка под прямым углом отложить разность аппликат концов отрезка и построить гипотенузу треугольника.
- к фронтальной проекции отрезка под прямым углом отложить разность ординат концов отрезка и построить гипотенузу треугольника.
- к профильной проекции отрезка под прямым углом отложить разность абсцисс концов отрезка и построить гипотенузу треугольника.

При этом угол между гипотенузой и горизонтальной проекцией отрезка –  $\alpha$ ; между гипотенузой и фронтальной проекцией –  $\beta$ ; между гипотенузой и профильной проекцией –  $\gamma$ .

## 1.2 Лекция №2

### Тема «Плоскость. Пересечение плоскостей»

#### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Способы задания плоскостей
2. Положение плоскости относительно плоскостей проекций. Прямая и точка в плоскости
3. Взаимное положение плоскостей. Параллельность плоскостей
4. Пересечение плоскостей общего и частного положений
5. Пересечение прямой линии с плоскостью частного и общего положений

#### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Способы задания плоскостей

На чертеже плоскость может быть задана: *проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой; проекциями прямой и точки; проекциями двух пересекающихся прямых, проекциями двух параллельных прямых.*

Более наглядно *плоскость может быть задана прямыми, по которым она пересекает плоскости проекций.* Такие прямые называют следами плоскости. *След плоскости* – это линия, по которой пересекаются плоскости. Любая прямая, лежащая в плоскости и не параллельная плоскости проекций, пересекает последнюю. Очевидно, что след прямой будет располагаться на следе плоскости. След плоскости – это линия. Для построения прямой линии достаточно иметь две точки, принадлежащие прямой. Поэтому для определения следов плоскости необходимо определить следы двух прямых, лежащих в этой плоскости.

## **2. Положение плоскости относительно плоскостей проекций. Точка и прямая в плоскости**

Относительно плоскостей проекций плоскость может занимать следующие положения:

- не перпендикулярна плоскостям проекций (*плоскость общего положения*);
- перпендикулярна одной плоскости проекций (*плоскость частного положения*);
- перпендикулярна двум плоскостям проекций (*плоскость частного положения*).

*Что значит: прямая принадлежит плоскости? Это значит, что прямая проходит через две точки, лежащие в плоскости или через одну точку параллельно прямой, лежащей в этой плоскости. То есть, если взять плоскость, заданную треугольником ABC, отметить на стороне BC точку I и провести через точки I и A прямую линию, то прямая AI будет принадлежать плоскости ABC. Или, если через точку B провести прямую параллельную стороне AC, то прямая BI будет принадлежать плоскости ABC.*

## **3. Взаимное положение плоскостей. Параллельность плоскостей**

*Если две пересекающиеся прямые одной плоскости соответственно параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости, то плоскости параллельны.* Если необходимо через точку F провести плоскость параллельную некоторой плоскости, заданной пересекающимися прямыми **a** и **b**, необходимо через нее провести пересекающиеся прямые **c** и **d**, параллельные данным. При задании плоскостей следами условие их параллельности звучит следующим образом: *если два пересекающихся между собой следа одной плоскости параллельны одноименным с ними следам другой плоскости, то плоскости параллельны между собой.*

## **4. Пересечение плоскостей частного и общего положений**

*Две плоскости в пространстве могут быть параллельными и пересекающимися.*

*Если плоскости пересекаются, то линией их пересечения является прямая. Как известно, прямую линию можно построить по двум точкам. Поэтому, для построения линии пересе-*

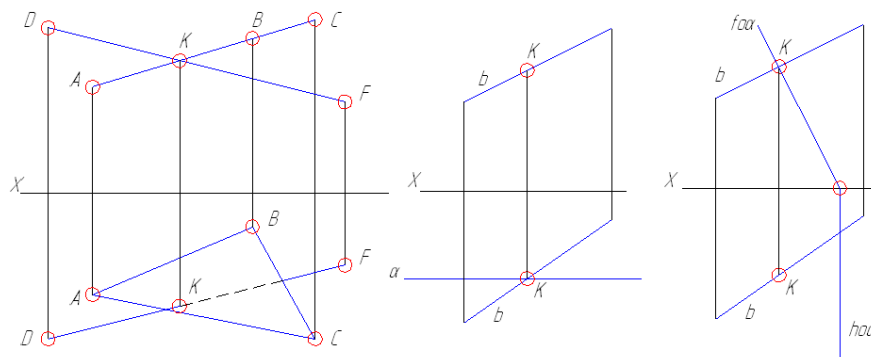
чения двух плоскостей достаточно определить две точки, принадлежащие как одной, так и второй плоскости.

Допустим необходимо через точку **A** провести плоскость параллельную заданной. В этом случае выдержать два условия: точка **A** принадлежит плоскости; плоскости между собой параллельны. Параллельность плоскостей устанавливается параллельностью одноименных следов. А для осуществления первого условия необходимо через точку **A** провести прямую частного положения (например горизонталь **AN**) параллельно следу плоскости. След этой горизонтали определит фронтальный след плоскости, который проводится параллельно фронтальному следу заданной плоскости. Остается определить горизонтальный след.

## 5. Пересечение прямой линии с плоскостью частного и общего положения.

Как известно, любая плоскость частного положения является проецирующей. Это значит, что все точки, лежащие в плоскости проецируются на ее соответствующую проекцию плоскости (прямую линию). То же относится и к точке пересечения прямой с плоскостью:

Для определения точки пересечения прямой с плоскостью общего положения необходимо:



- 1) через данную прямую провести вспомогательную плоскость частного положения таким образом, чтобы один из следов плоскости проходил через одноименную проекцию прямой;
- 2) построить линию пересечения данной и вспомогательной плоскостей;
- 3) на полученной линии определить точку пересечения прямой с плоскостью.

## 1.3 Лекция №3

### Тема «Аксонетрические построения»

#### 1.3.1 Вопросы лекции:

1. Конструкторская документация. Оформление чертежей
2. Элементы оформления
3. ГОСТ 2.305-68. Виды, разрезы, сечения
4. ГОСТ 2.317-69. Аксонометрические проекции

#### 1.3.2 Краткое содержание вопросов:

## 1. Конструкторская документация. Оформление чертежей

### ФОРМАТЫ ГОСТ 2.301-68\*

1. Настоящий стандарт устанавливает форматы листов чертежей и других документов, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию всех отраслей промышленности и строительства.

2. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий

3. Формат с размерами сторон 1189 x 841 мм, площадь которого равна 1 м<sup>2</sup>, и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

Таблица 1

| Обозначение формата | Размеры сторон формата, мм- |
|---------------------|-----------------------------|
| АО                  | 841x1189                    |
| A1                  | 594x841                     |
| A2                  | 420x594                     |
| A3                  | 297x420                     |
| A4                  | 210x297                     |

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148x210 мм.

5. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

Размеры производных форматов, как правило, следует выбирать по табл. 2.

Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности согласно табл. 2, например, АО x 2, А4 x 8 и т. л.

### МАСШТАБЫ

1. Настоящий стандарт устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Стандарт не распространяется на чертежи, полученные фотографированием, а также на иллюстрации в печатных изданиях и т. п.

2. В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**масштаб:** Отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре.

**масштаб натуральной величины:** Масштаб с отношением 1:1.

**масштаб увеличения:** Масштаб с отношением большим, чем 1:1 (2:1 и т.д.).

**масштаб уменьшения:** Масштаб с отношением меньшим, чем 1:1 (1:2 и т.д.).

**(Введен дополнительно, Изм. № 2).**

2. Масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующего ряда:

|                      |                                                                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Масштабы уменьшения  | 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000 |
| Натуральная величина | 1:1                                                                                                      |
| Масштабы увеличения  | 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1                                                      |

3. При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

5. Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д.

## 2. Элементы оформления

2.1. Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.

2.2. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно к размерным.

2.3. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально. Допускается располагать выносные линии размера дуги радиально, и, если имеются еще концентричные дуги, необходимо указывать, к какой дуге относится размер.

2.5. Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии, кроме случаев, приведенных в пп. 2.16, 2.17, 2.20 и 2.21, и при нанесении линии радиуса, ограниченной стрелкой со стороны определяемой дуги или округления.

## 3. ГОСТ 2.305-68. Виды, разрезы, сечения

*Сечение* — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

*Вид* - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

*Разрез* - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета.

## 4. ГОСТ 2.317-69\* Аксонометрические проекции

4.1.1 Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , т. е. приняв коэффициент искажения равным 1.

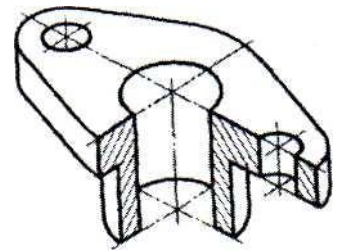
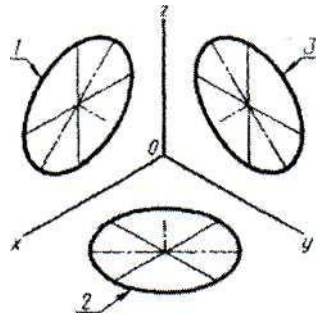
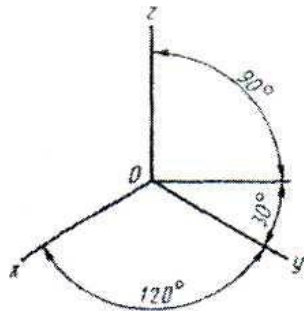
4.1.2. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы.

Если изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна 1,22, а малая ось - 0,71 диаметра окружности.

Если изометрическую проекцию выполняют с искажением по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности, а малая ось - 0,58 диаметра окружности.

#### 4.2. Диметрическая проекция

Диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям  $x$  и  $z$  и с коэффициентом искажения 0,5 по оси.



1.2.3. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проектируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы.

Если диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x$  и  $z$ , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна 1,06 диаметра окружности, а малая ось эллипса 1 - 0,95, эллипсов 2 и 3 - 0,35 диаметра окружности.

Если диметрическую проекцию выполняют с искажением по осям  $x$  и  $z$ , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности, а малая ось эллипса 1 - 0,9, эллипсов 2 и 3 - 0,33 диаметра окружности.

## **1.4 Лекция №4**

### **Тема «Геометрические построения»**

#### **1.4.1 Вопросы лекции**

1. Сопряжения. Лекальные кривые
2. Изображения и обозначение элементов деталей

#### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Сопряжения. Лекальные кривые**

##### **Построение сопряжений**

Сопряжение есть плавный переход одной линии в другую, выполненный при помощи промежуточной линии. Чаще всего промежуточной линией служит дуга окружности. Переход окружности в прямую только тогда будет плавным, когда данная прямая будет касательной к окружности. В общем случае существует три основных типа построения сопряжений:

- сопряжение двух прямых линий;
- сопряжение прямой линии с окружностью;
- сопряжение двух окружностей.

##### **Сопряжение двух прямых линий**

Для построения сопряжения двух пересекающихся прямых  $I_1$  и  $I_2$  необходимо на расстоянии заданного радиуса  $R$  провести две вспомогательные прямые, соответственно параллельные заданным  $I_1$  и  $I_2$ . Точка пересечения этих прямых является центром  $O$  радиуса сопряжения  $R$ . Из полученного центра опускаем перпендикуляры на заданные прямые -

получаем точки сопряжений  $A$  и  $B$ . Из центра  $O$  величиной заданного радиуса  $R$  проводим дугу пределах между найденными точками  $A$  и  $B$ .

### Построение плоских кривых

Рассмотрим построение некоторых из них, имеющих в контурах кулачков.

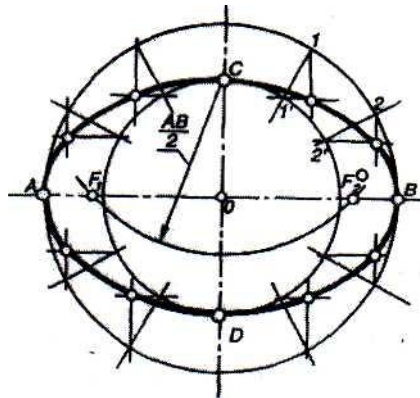
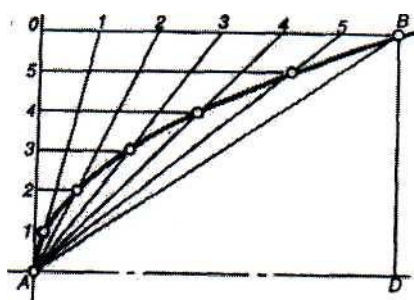


Рис. 5

Эллипс (рис. 5) — замкнутая плоская кривая, для которой сумма расстояний от любой ее точки до двух заданных в той же плоскости (фокусов эллипса) есть величина постоянная, равная большой оси эллипса. Отрезок  $AB$  — большая ось эллипса, отрезок  $CD$  — малая ось. Если из точек  $C$  или  $D$  провести дугу радиусом  $R = AB/2$ , то на большой оси эллипса будут отмечены его фокусы (точки  $F$  и  $F'$ ).

Построение эллипса по двум его осям. На заданных осях эллипса (большой  $AB$  и малой  $CD$ ) строят как на диаметрах две concentric окружности. Одну из них делят на 8 ... 12 равных или неравных частей и через точку деления и центр  $O$  проводят радиусы до их пересечения с большой окружностью. Через точки 1, 2 ... деления большой окружности проводят прямые, параллельные малой оси  $CD$ , а через точки 1, 2 ... деления малой окружности — прямые, параллельные большой оси  $AB$ . Точки пересечения соответствующих прямых принадлежат искомому эллипсу. Полученную совокупность точек, включая точки на большой и малой осях, последовательно соединяют от руки плавной кривой, которую затем обводят по лекалу. Есть и другие способы построения эллипса.



Парабола — плоская кривая, каждая точка которой расположена на одинаковом расстоянии от заданной прямой (директрисы) и точки (фокуса), расположенной в той же плоскости.

Эвольвента — траектория, описываемая каждой точкой скольжения (развертка круга).



## **2.Изображения и обозначение элементов деталей**

Лекальные кривые строят по точкам. Соединяют эти точки с помощью лекал, предварительно от руки прорисовывая кривую по точкам. принцип соединения отдельных точек кривой заключается в следующем:

Выбираем ту часть дуги лекала, которая лучше всего совпадает с наибольшим количеством точек очерчиваемой кривой. Далее проведем не всю дугу кривой, совпадающую с лекалом, а лишь среднюю часть ее. После этого подберем другую часть лекала, но так, чтобы эта часть касалась примерно одной трети проведенной кривой и не менее двух последующих точек кривой, и так далее. Таким образом обеспечивается плавный переход между отдельными дугами кривой.

### **1.5 Лекция № 5**

#### **Тема «Способы соединения деталей»**

##### **1.5.1 Вопросы лекции:**

- 1.ГОСТ 2. 311 – 68. Изображение метрической резьбы
- 2.Выполнение болтового, шпилечного и винтового соединения
- 3.Соединения сваркой, пайкой, склеиванием
- 4.Эскизирование, рабочие чертежи детали, сборочный чертеж, спецификация

##### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. ГОСТ 2. 311 – 68. Изображение метрической резьбы**

Настоящий стандарт устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Резьбу изображают:

а) на стержне - сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте;

б) в отверстиях - сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте. Сплошную тонкую линию при изображении резьбы

наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру. Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбег). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая. Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии.

## **2.Выполнение болтового, шпилечного и винтового соединения**

Составными элементами болтового соединения являются; болт, шайба, гайка и скрепляемые детали.

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом - участок с резьбой (длина нарезанного участка  $l$ , так называемого стяжного конца). Для увеличения прочности болта в месте, перехода от стержня к головке выполняют округления радиуса (галтель). Под термином "длина болта" подразумевается только длина стержня размер. Во избежание "забоя" резьбы и для облегчения навинчивания гайки конец стержня с резьбой обычно обтачивают на конус (снимают фаску.)

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, концы которого имеют резьбу. Наибольшее распространение получили шпильки, изготавливаемые по ГОСТ 22032-76 (нормальной точности для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях).

Резьбовой конец шпильки  $l_1$  называется ввинчиваемым или посадочным резьбовым концом. Он предназначен для завинчивания в резьбовое отверстие одной из соединяемых, деталей. Длина ввинчиваемого резьбового конца определяется материалом детали.

В винтовом соединении, как и в шпилечном, резьбовая часть винта ввинчивается в резьбовое отверстие детали. Граница резьбы винта должна быть несколько выше линии разреза деталей. Верхние детали в отверстиях резьбы не имеют. Между стенками гладкого отверстия и винтом должен быть зазор. Винты разделяются на: винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. В учебном чертеже требуется вычертить соединения винтами двух типов: винтом с цилиндрической и винтом с конической головкой.

## **3. Соединения сваркой, пайкой, склеиванием**

Неразъемные соединения сваркой, пайкой, склеиванием широко применяются в технологическом оборудовании, в электронных приборах, радиотехнических устройствах, в вычислительной технике, устройствах автоматики и телемеханики. Конструктивно и технологически эти соединения весьма разнообразны.

Сварка – процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном, или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимый – сплошной основной линией; невидимый – штриховой линией.

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Над полкой или под полкой линии-выноски наносят условное обозначение шва.

При пайке детали соединяет специальный материал – припой, который заполняет зазор между деталями и прочно соединяется с ними. Во время пайки детали и припой нагревают до расплавления припоя и заполнения им зазора соединения. Изображают и обозначают паяные соединения в соответствии с ГОСТ 2.313-68. Паяное соединение на чертежах изображают линией, толщина которой в два раза больше, чем линия обводки видимого контура, т.е. 2s. К изображению паяного соединения проводят выносную линию полудуги. Для швов, выполненных по периметру, линию-выноску заканчивают окружностью диаметром 3-4 мм, от которой проводят полочку.

Склеивание как метод получения неразъемных соединений, находит большее распространение для соединения металлических материалов, неметаллических с металлическими и др. Применяют различные синтетические клеи. Клеевые швы изображают на чертежах в разрезах и на видах, как т паяные, линией толщиной 2s и выносной линией со стрелкой.

#### **4.Эскизирование, рабочие чертежи детали, сборочный чертеж, спецификация**

В условиях производства (например, при ремонтных работах) и при проведении научно-исследовательских и конструкторских работ часто возникает необходимость выполнения эскизов деталей. Эскиз детали представляет собой чертеж, выполненный от руки, без точного соблюдения масштаба, но с сохранением пропорций между размерами отдельных элементов детали.

Эскизы выполняются на листах в клетку, остро заточенным карандашом твердости «ТМ», «НВ». При съемке эскизов используют простые измерительные инструменты: линейки, штангенциркуль, нутромер, резьбомер и т.д.

На эскизах наносят все размеры, необходимые для изготовления и контроля изображенного предмета.

При разработке рабочих чертежей необходимо учитывать оптимальное применение стандартных и покупных изделий, рациональное ограничение номенклатуры материалов (по маркам и сортаменту) и номенклатуры резьб, шлицев и других конструктивных элементов, необходимую степень взаимозаменяемости изделий и др.

На каждое изделие выполняют отдельный чертеж, за исключением группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками, на которую выпускают групповой чертеж (ГОСТ 2.113-75).

На каждом чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней (по ГОСТ 2.104 — 68). При выполнении чертежа на нескольких листах на первом листе выполняют основную надпись по форме 1 (высотой 55 мм), на последующих листах — по форме 2а (высотой 15 мм). Обозначение изделия на всех листах должно быть одинаковым. В графе 5 основной надписи чертежей деталей и сборочных приводят расчетную или фактическую массу изделия в килограммах без указания единицы величины.

Сборочный чертеж по ГОСТ 2.109 — 73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182 — 78) должен давать представление о расположении и взаимной связи соединяемых составных частей изделия и обеспечивать возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

В соответствии с ГОСТ 2.108 — 68 к сборочному чертежу составляется спецификация, выполняемая на отдельных листах формата А4.

При выполнении сборочного чертежа следует применять упрощения и условности, допускаемые стандартами ЕСКД.

Различные мелкие элементы (фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и т. п.)\* а также зазоры между стержнем и отверстием на чертеже не показываются.

В разрезах и сечениях смежные детали штрихуются в разные стороны или в одну сторону — со смещением штрихов или с изменением расстояния между ними. На различных изображениях наклон и частота штриховки каждой детали сохраняются одинаковыми. Элементы, толщина которых на чертеже 2 мм и менее, в разрезах и сечениях зачерняются независимо от вида материала, из которого они изготавливаются.

Шарики в разрезах и сечениях всегда изображают нерассеченными. Винты, болты, заклепки, шпильки, штифты, шпонки, шайбы, гайки и другие стандартные крепежные изделия при продольном разрезе показывают нерассеченными. Непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки; и т. п. при продольном разрезе также изображают нерассеченными: (не штрихуют и проводят все линии видимого контура). Для большей наглядности чертежа такие элементы, как спицы, маховики шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п., в разрезе не штрихуют, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны, этого элемента.

На разрезе в сборочном чертеже составные части изделия, представляющие собой самостоятельные единицы, изображают нерассеченными, если на них оформлены самостоятельные сборочные чертежи.

Составные части изделия, в том числе заимствованные (ранее разработанные), типовые и покупные, допускается изображать упрощенными, а в разрезе — нерассеченными, вычерчивая только их контурное очертание с упрощением (без мелких выступов, впадин и т. п.), если при этом обеспечено понимание конструктивного устройства разрабатываемого изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия.

ГОСТ 2.108 — 68 устанавливает форму и порядок заполнения спецификации конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности.

*Спецификацией* называется таблица, содержащая перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторских документов, относящихся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям. Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 (210 х 297 мм) на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект (рис. 4); на заглавном листе основная надпись выполняется по форме 2, а на последующих — по форме 2а.

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходима для их изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий. В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также в конструкторские документы. Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: «Документация», «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы», «Комплекты». Наличие тех или иных разделов в таблице спецификации определяется составом специфицируемого изделия.

## 1.6 Лекция 6

### Тема: «Требования к выполнению и оформлению электрических принципиальных схем»

#### 1.6.1 Вопросы лекции:

1. Варианты оформления электрических принципиальных схем
2. Варианты исполнения монтажных плат
3. Упрощенный классификатор обозначения схем электрических принципиальных
4. Исполнение таблиц выводов

#### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Варианты оформления электрических принципиальных схем

*Схема* - документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений части изделия и связи между ними.

Схемы подразделяют по виду элементов и типу, зависящему от связей и основного назначения схемы. В курсе инженерной графики рассматривается в качестве примера электрическая принципиальная схема, код которой ЭЗ характеризует ее вид - *электрическая* и тип - *принципиальная* (З), наиболее типичная и широко применяемая

Схемы выполняются согласно ГОСТ 2.701-84 без соблюдения масштаба на форматах, установленных ГОСТ 2.301-68.

Применяются три способа графического оформления схем:

элементы схемы изображаются условными графическими обозначениями (УГО), установленными в стандартах ЕСКД; отдельные устройства изображаются геометрическими фигурами, например, квадратами; элементы схем изображаются упрощенными внешними очертаниями (в том числе - в аксонометрии). Этот способ характерен для кинематических схем.

Условные графические обозначения элементов показывают в размерах, установленных в стандартах на УГО. Обозначение элементов, размеры которых в стандартах не установлены, изображают на схеме в размерах, в которых они выполнены в стандартах. Допускается поворачивать УГО на угол, кратный  $45^\circ$  по сравнению с изображением, приведенным в стандарте, или изображать зеркально повернутым. Размеры УГО, а также толщину их линий делают одинаковыми на всех схемах данного изделия. Линии связи между элементами схемы должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Стандарт ГОСТ 2.701-84 устанавливает толщину линий связи от 0,2 до 1 мм, рекомендуемая толщина - от 0,3 до 0,4 мм.

Толщина линии связи равняется толщине линий УГО ее элементов. Расстояние между двумя соседними линиями связи - не менее 3 мм, а между графическими изображениями - не менее 2 мм. Основная надпись такая же, как на чертежах. Таблицы, располагаемые на схеме, не должны выходить за габарит основной надписи, в случае надобности могут быть продолжены слева от нее.

*Электрическая принципиальная схема* – документ, определяющий полный состав электрических элементов изделия, дающий детальное представление о принципах работы изделия, служит основой для разработки конструкции и используется при изготовлении и эксплуатации изделий. Схема содержит перечень элементов. Элементы на схемах изображают *совмещенным* и *разнесенным* способами. При совмещенном способе составные части элементов или устройств показываются на схеме в непосредственной близости друг к другу; при разнесенном - в разных местах для большей наглядности. При изображении на схеме элемента

разнесенным способом позиционное обозначение элемента проставляют возле каждой составной части.

Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи.

Элементы на схемах изображают *совмещенным* и *разнесенным* способами. При совмещенном способе составные части элементов или устройств показываются на схеме в непосредственной близости друг к другу; при разнесенном - в разных местах для большей наглядности. При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционное обозначение элемента проставляют возле каждой составной части.

Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи.

## **2. Варианты исполнения монтажных плат**

В приборах с радио- или электротехническими устройствами широко применяют печатные узлы. Обычно их конструируют по модульному принципу - как ячейки, обладающие свойствами совместимости, с единой системой габаритных и присоединительных размеров.

Основные правила оформления печатных плат-деталей устанавливает ГОСТ 2.417-78. Рекомендуются масштабы 4:1; 2:1; 1:1. На чертежах дают вид с печатным монтажом и отверстиями. На этом виде наносят прямоугольную координатную сетку тонкими линиями. Проводники должны располагаться на линиях сетки. При ширине до 2, 5 мм их изображают сплошной толстой основной линией, соответствующей оси симметрии проводника. Действительную ширину указывают в технических требованиях. Все монтажные отверстия изображают окружностями. Действительные размеры и другие данные отверстий приводят в таблице.

## **3. Упрощенный классификатор обозначения схем электрических принципиальных**

Элементы схем изображаются упрощенными внешними очертаниями. Этот способ характерен для кинематических схем. Условное графическое изображение радиоизделий в схемах приведено в таблице.

### **1.7 Лекция №7**

#### **Тема «Требования к выполнению и оформлению перечня элементов к схемам электрическим принципиальным»**

##### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Основные буквенные коды для обозначения для обозначения наиболее распространенных видов элементов
2. Наименование функций элементов и меток вывода интегральных схем
3. Упрощенный классификатор обозначения перечня элементов схем электрических принципиальных

##### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

1. **Основные буквенные коды для обозначения для обозначения наиболее распространенных видов элементов**

Буквенные коды радиоизделий и рекомендуемые надписи к ним приведены в табл.

Основные буквенные коды для обозначения наиболее распространенных УГО схем электрических принципиальных (ГОСТ 2.710–81)

| Первая<br>буква<br>кода<br>1 | Группа видов элементов<br>2                                            | Двух и трех<br>буквенный<br>код<br>3 | Вид элемента<br>4                                                                             |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                            | Усилители, устройства                                                  |                                      |                                                                                               |
| B                            | Преобразователи неэлектри-<br>че-<br>ских величин в электриче-<br>ские | BA<br>BL<br>BM                       | Громкоговоритель<br>Фотоэлемент<br>Микрофон                                                   |
| C                            | Конденсаторы                                                           |                                      |                                                                                               |
| D                            | Схемы интегральные                                                     | DA<br>DD                             | Схема аналоговая<br>Схема цифровая                                                            |
| E                            | Элементы разные                                                        | EK<br>EL                             | Элемент нагревательный<br>Лампа осветительная                                                 |
| F                            | Разрядники, предохранители,<br>устройства защитные                     |                                      |                                                                                               |
| G                            | Источники питания, элемен-<br>ты<br>гальванические, генераторы         | GB                                   | Батарея элементов                                                                             |
| H                            | Устройства индикационные,<br>сигнальные                                | HL<br>HLG<br>HLR<br>HLW              | Прибор световой<br>сигнализации<br>Лампа сигнальная зеленая<br>То же, красная<br>То же, белая |
| Окончание табл. 2.5          |                                                                        |                                      |                                                                                               |
| K                            | Реле, контакторы, пускатели                                            | KK<br>KT<br>KV                       | Реле электротепловое<br>Реле времени<br>Реле напряжения                                       |
| L                            | Катушки индуктивности,<br>дрессели                                     |                                      |                                                                                               |
| M                            | Двигатели                                                              |                                      |                                                                                               |
|                              |                                                                        | PA                                   | Амперметр                                                                                     |

|   |                                                                                     |    |                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------|
| P | Приборы измерительные,<br>оборудование                                              | PF | Частотомер                              |
|   |                                                                                     | PT | Часы                                    |
|   |                                                                                     | PV | Вольтметр                               |
|   |                                                                                     | PG | Осциллограф                             |
| Q | Выключатели и разъединители<br>в силовых цепях                                      |    |                                         |
| R | Резисторы                                                                           |    |                                         |
| S | Устройства коммутационные<br>в цепях управления                                     | A  | Выключатель,<br>переключатель           |
|   |                                                                                     | B  | Выключатель кнопочный                   |
| T | Трансформаторы                                                                      |    |                                         |
| U | Преобразователи электрических<br>величин в электрические<br>(кроме трансформаторов) | UG | Блок питания<br>Преобразователь         |
|   |                                                                                     | UF | частоты                                 |
| V | Приборы электровакуумные,<br>полупроводниковые                                      | VD | Диод, стабилитрон                       |
|   |                                                                                     | VL | Прибор электровакуум-<br>ный            |
|   |                                                                                     | VT | Транзистор                              |
|   |                                                                                     | VS | Тиристор                                |
| W | Антенны                                                                             | WA | Электрические                           |
|   |                                                                                     |    | Магнитные                               |
| X | Соединения контактные                                                               | XP | Штырь                                   |
|   |                                                                                     | XS | Гнездо                                  |
|   |                                                                                     | X  | Соединение разборное                    |
| Y | Устройства механические с<br>электромагнитным приводом                              | YA | Электромагнит                           |
|   |                                                                                     | YB | Тормоз с электромагнит-<br>ным приводом |

|   |            |    |              |
|---|------------|----|--------------|
|   |            | YC | То же, муфта |
| Z | Резонаторы | ZQ | Кварцевые    |
|   |            |    | П            |

## 2. Наименование функций элементов и меток вывода интегральных схем

Наименование функций элементов и меток выводов интегральных микросхем

| Функции<br>аналоговых<br>элементов | Код                  | Функции<br>цифровых<br>элементов | Код           | Метки выводов                      | Код     |
|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|---------|
| Умножение                          | XxY                  | Вычислитель                      | CR            | Установка на-<br>чального значения | S       |
| Деление                            | X:Y                  | Процессор                        | R             | Установка в со-<br>стоянии нуль    | R       |
| Дифференци-<br>рование             | d/dt                 | Логическое И                     | &<br>или<br>И | Пуск                               | ST      |
| Интегрирование                     | $\int$<br>или<br>ИНТ | Логическое ИЛИ                   | I             | Балансировка<br>(коррекция нуля)   | NC      |
| Логарифмирование                   | log                  | Счетчик двоичный                 | CT2           | Питание (от ис-<br>точника – 15В)  | FC      |
| Усилитель                          | >или<br>>            | Сравнение                        | = =           | Общий вывод                        | -15V    |
| Преобразование<br>цифроаналоговое  | #/\wedge             | Генератор                        | G             | Вывод корпуса                      | OV      |
| Преобразование<br>аналого-цифровое | \wedge/#             | Триггер                          | T             | схемы                              | $\perp$ |

### **3. Упрощенный классификатор обозначения перечня элементов схем электрических принципиальных**

Устройствам, не имеющим самостоятельных принципиальных схем, и функциональным группам рекомендуется также присваивать обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710 – 81.

Позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах изделия. Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например, С1, С2, С3 и т.д. Буквенные коды элементов схем электрических приведены в приложении Л.

Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

В технически обоснованных случаях допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимости от размещения элементов или функциональной последовательности процесса передачи сигналов (информации).

При внесении изменений в схему (корректировке схемы) последовательность присвоения порядковых номеров может быть нарушена.

Позиционные обозначения проставляются на схеме рядом с УГО элементов с правой стороны или над ними.

При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционное обозначение проставляют около каждой составной части в соответствии с рисунком 6.16.

Если в состав изделия входят устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, то на схемах таких изделий допускается позиционные обозначения элементам устройств присваивать в пределах каждого устройства.

Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, то позиционные обозначения элементам устройств следует присваивать в пределах этих устройств.

## **1.8 Лекция №8**

### **Тема «Позиционное обозначение элементов на схемах»**

#### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Состав схем электрических принципиальных
2. Коды схем электрических принципиальных
3. Обозначение элементов аналоговой техники
4. Обозначение элементов цифровой техники
5. Присвоение кодов перечню элементов
6. Общий порядок выполнения схем электрических принципиальных

#### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Состав схем электрических принципиальных**

Схема электрическая принципиальная (код Э3) – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

На схеме допускается изображать соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии.

В обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

Элементы и устройства, УГО которых установлены в стандартах ЕСКД, изображают на схеме в виде этих УГО.

Элементы или устройства, используемые в изделии частично, допускается изображать неполностью, ограничиваясь изображением только используемых частей или элементов.

Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу. При разнесенном способе составные части элементов и устройств изображают на схемах в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно. Разнесенным способом допускается изображать все и отдельные элементы или устройства схемы.

## **2. Коды схем электрических принципиальных**

Схема – документ, на котором показаны в виде условных графических изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на виды. В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на типы. Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы, например, схема электрическая принципиальная будет иметь код ЭЗ.

Для изделия, состоящего из элементов разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа, например, схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная для передающего устройства с жидкостным охлаждением. Вместо двух схем возможна разработка одной схемы комбинированной, например, электрогидравлической для приведенного выше примера.

На схемах одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, которые непосредственно влияют на работу изделия, а также элементы и устройства, не входящие в изделие, на которое разработана схема, но необходимые для разъяснения принципов работы изделия. Графическое обозначение таких элементов и устройств отделяют (или обводят) на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывающие местонахождение этих элементов и необходимые данные.

Схему деления изделия на составные части выпускают только для определения состава изделия.

К схемам или взамен схем в случаях, установленных правилами выполнения конкретных схем, выпускают в виде самостоятельных документов таблицы, которые содержат сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и другую необходимую информацию. Таким документам присваивают код соответствующей схемы, перед которым проставляют букву Т. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений будет иметь код ТЭ4.

В основной надписи (графа 1) данного документа после наименования изделия приводят наименование документа «Таблица соединений».

## **3. Обозначение элементов аналоговой техники**

Общие правила построения УГО элементов аналоговой техники установлены ГОСТ 2.759-82. УГО элементов аналоговой техники соответствуют УГО элементов цифровой техники,

приведенным в 6.11 данного пособия, с учетом дополнений, изложенных ниже. Обозначения основных меток выводов элементов аналоговой техники приведены в таблице 6.5, обозначения основных функций приведены в таблице 6.6, примеры обозначения аналоговых элементов – в таблице 6.7.

Для обозначения сложной функции элемента допускается применять составное обозначение, составленное из более простых обозначений функций, например, обозначение функции интегрирующего усилителя, составленного из символов интегрирования и усиления, будет иметь вид:



Таблица– Обозначения основных меток выводов элементов аналоговой техники

| Наименование                                                                                                                                                                                     | Обозначение                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Начальное значение интегрирования                                                                                                                                                                | <i>I</i>                     |
| Установка начального значения                                                                                                                                                                    | <i>S</i>                     |
| Установка в состояние «0»                                                                                                                                                                        | <i>R</i>                     |
| Установка в исходное состояние (сброс)                                                                                                                                                           | <i>SR</i>                    |
| Поддержание текущей величины сигнала                                                                                                                                                             | <i>H</i>                     |
| Строб, такт                                                                                                                                                                                      | <i>C</i>                     |
| Пуск                                                                                                                                                                                             | <i>ST</i>                    |
| Балансировка (коррекция «0»)                                                                                                                                                                     | <i>NC</i>                    |
| Коррекция частотная                                                                                                                                                                              | <i>FC</i>                    |
| Питание от источника напряжения                                                                                                                                                                  | <i>U</i>                     |
| Допускается перед буквой <i>U</i> проставлять номинал напряжения, при этом вместо буквы <i>U</i> использовать букву <i>V</i> , после буквы <i>U</i> проставлять поясняющую информацию, например: |                              |
| – указатель питания цифровой части элемента;                                                                                                                                                     | <i>U#</i>                    |
| – указатель питания аналоговой части элемента;                                                                                                                                                   | <i>U ∩</i> или <i>U ∧</i>    |
| – признак информационного питания                                                                                                                                                                | <i>UD</i>                    |
| Общий вывод (общее обозначение):                                                                                                                                                                 | <i>OV</i>                    |
| – для аналоговой части элемента;                                                                                                                                                                 | <i>OV ∩</i> или <i>OV ∧↑</i> |
| – для цифровой части элемента.                                                                                                                                                                   | <i>OV#</i>                   |

#### 4. Обозначение элементов цифровой техники

Общие правила построения УГО элементов цифровой техники в схемах, выполняемых вручную или с помощью печатающих и графических устройств ЭВМ, устанавливает ГОСТ 2.743-91. Определения цифровой и микропроцессорной микросхем, их элемен-

тов и компонентов – по ГОСТ 17021-88, определения цифровой микросборки, ее элемента или компонента – по ГОСТ 26975-86.

При выполнении функциональных и принципиальных схем изделий цифровой техники условные графические обозначения элементов цифровой техники строят на основе прямоугольника. В общем виде УГО может содержать основное поле и два дополнительных поля, расположенных по обе стороны основного в соответствии с рисунком 6.47. Дополнительные поля допускается разделять на зоны, которые отделяют горизонтальной чертой. Основное и дополнительное поля могут быть не отделены линией. При этом расстояние между буквенными, цифровыми или буквенно-цифровыми обозначениями, помещенными в основное и дополнительные поля, определяется однозначностью понимания каждого обозначения, а для обозначений, помещенных на одной строке, должно быть не менее двух букв (цифр, знаков), которыми выполнены эти обозначения.

В первой строке основного поля УГО помещают обозначение функции, выполняемой элементом. В последующих строках основного поля располагают информацию по ГОСТ 2.708.

Выводы элементов делят на входы, выходы, двунаправленные выводы и выводы, не несущие логической информации. Входы элемента изображают с левой стороны УГО, выходы – с правой стороны. Двунаправленные выводы и выводы, не несущие логической информации, изображают с правой или с левой стороны УГО.

Допускается другая ориентация УГО, при которой входы располагают сверху, выходы – снизу.

## 5. Присвоение кодов перечню элементов

Общий порядок выполнения схем электрических принципиальных

**1** Схема – документ, на котором показаны в виде условных графических изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на виды. В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на типы. Наименования видов и типов схем и их кодовое обозначение приведены в таблицах 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 – Виды схем

| Наименование<br>вида схем | од |
|---------------------------|----|
| Электрические             |    |
| Гидравлические            |    |
| Пневматические            |    |
| Газовые                   |    |
| Кинематические            |    |
| Вакуумные                 |    |
| Оптические                |    |
| Энергетические            |    |
| Деления                   |    |
| Комбинирован-             |    |

|     |  |
|-----|--|
| ные |  |
|-----|--|

Таблица 6.2 – Типы схем

| Наименование типа<br>схем   | од |
|-----------------------------|----|
| Структурные                 |    |
| Функциональные              |    |
| Принципиальные<br>(полные)  |    |
| Соединений (мон-<br>тажные) |    |
| Подключения                 |    |
| Общие                       |    |
| Расположения                |    |
| Объединенные                |    |

Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схе-мы, и цифровой части, определяющей тип схемы, например, схема электрическая принципиальная будет иметь код ЭЗ.

Для изделия, состоящего из элементов разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа, например, схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная для передающего устройство с жидкостным охлаждением. Вместо двух схем возможна разработка одной схемы комбинированной, например, электрогидравлической для приведенного выше примера.

На схемах одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, которые непосредственно влияют на работу изделия, а также элементы и устройства, не входящие в изделие, на которое разработана схема, но необходимые для разъяснения принципов работы изделия. Графическое обозначение таких элементов и устройств отделяют (или обводят) на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывающие местонахождение этих элементов и необходимые данные.

Схему деления изделия на составные части выпускают только для определения состава изделия.

К схемам или взамен схем в случаях, установленных правилами выполнения конкретных схем, выпускают в виде самостоятельных документов таблицы, которые содержат сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и другую необходимую информацию. Таким документам присваивают код соответствующей схемы, перед которым проставляют букву Т. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений будет иметь код ТЭ4.

В основной надписи (графа 1) данного документа после наименования изделия приводят наименование документа «Таблица соединений».

Таблицы соединений записывают в спецификацию изделия после схем, к которым они выпущены, или вместо них.

В необходимых случаях допускается выпускать схемы совмещенные, когда на схемах одного типа помещают сведения, характерные для схем другого типа. Например, на схеме расположения изделия показывают соединения его частей. При выполнении схем совмещенных должны быть соблюдены все правила, установленные для схем соответствующих типов.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Не предусмотрено РУП

## **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Не предусмотрено РУП

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **3.1 Практическое занятие №1-2 (4 часа).**

**Тема «Проецирование точки на три плоскости проекций»**

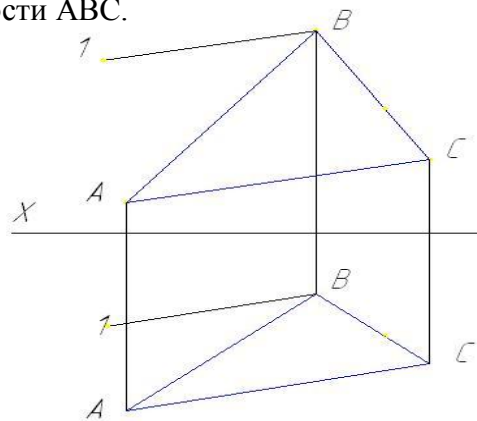
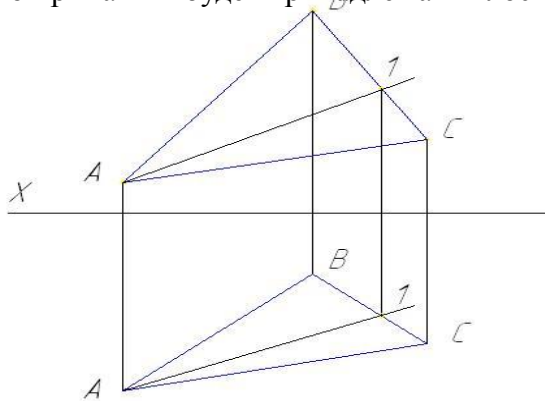
##### **3.1.1 Задание для работы:**

1. Определение плоскостей проекций
2. Построение наглядного изображения
3. Построение комплексного чертежа
4. Определение положения точек относительно плоскостей проекций

##### **3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

##### **1. Определение плоскостей проекций**

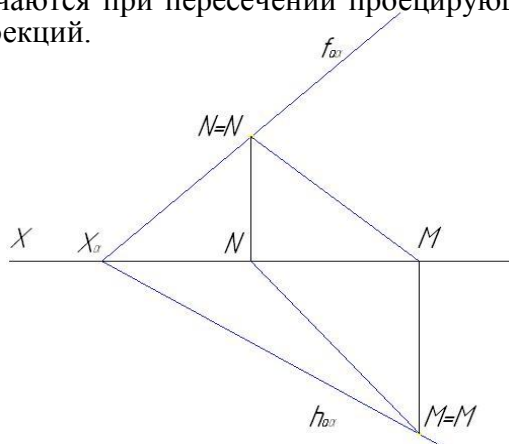
Что значит: прямая принадлежит плоскости? Это значит, что прямая проходит через две точки, лежащие в плоскости или через одну точку параллельно прямой, лежащей в этой плоскости. То есть, если взять плоскость, заданную треугольником ABC, отметить на стороне BC точку 1 и провести через точки 1 и A прямую линию, то прямая A1 будет принадлежать плоскости ABC. Или, если через точку B провести прямую параллельную стороне AC, то прямая B1 будет принадлежать плоскости ABC.



Для случая задания плоскости следами можно сказать следующее:

- если прямая принадлежит плоскости, то следы этой прямой принадлежат одноименным следам плоскости (см. рисунок): прямая  $MN$  принадлежит плоскости  $\alpha$ .

На рисунке центральной проекцией точки  $A$  является точка  $A_0$  – точка пересечения прямой  $AS$  с плоскостью  $\pi_0$ . Таким же образом построены центральные проекции  $A_1, A_2, B, B_1, B_2, B_3$ . Они получаются при пересечении проецирующих прямых (проецирующих лучей) с плоскостью проекций.

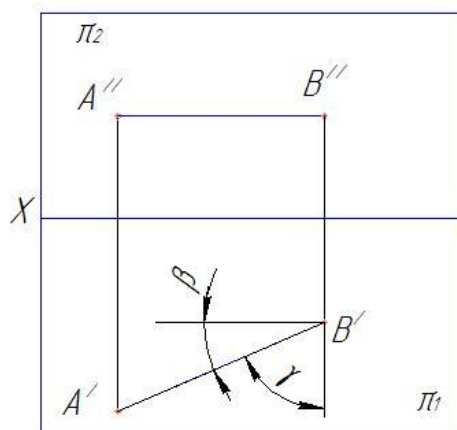
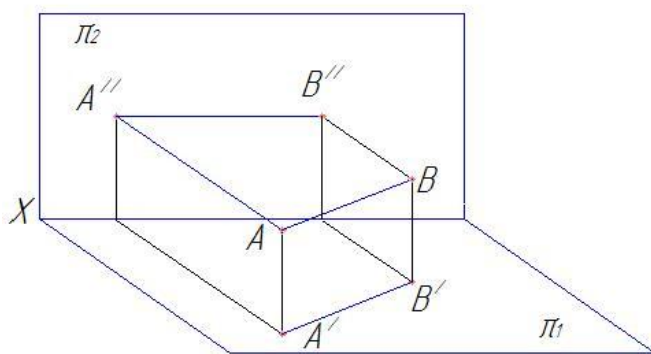


## 2. Построение наглядного изображения

Относительно плоскостей проекций прямая может занимать следующие положения:

- 1 *прямая не параллельна ни одной из плоскостей проекций – прямая общего положения;*
- 2 *прямая параллельна одной из плоскостей проекций (прямая может принадлежать этой плоскости) – прямая частного положения;*
- 3 *прямая параллельна двум плоскостям проекций, т. е. перпендикулярна третьей – прямая частного положения.*

Если прямая параллельна горизонтальной плоскости проекций, ее называют *горизонтальной прямой*.

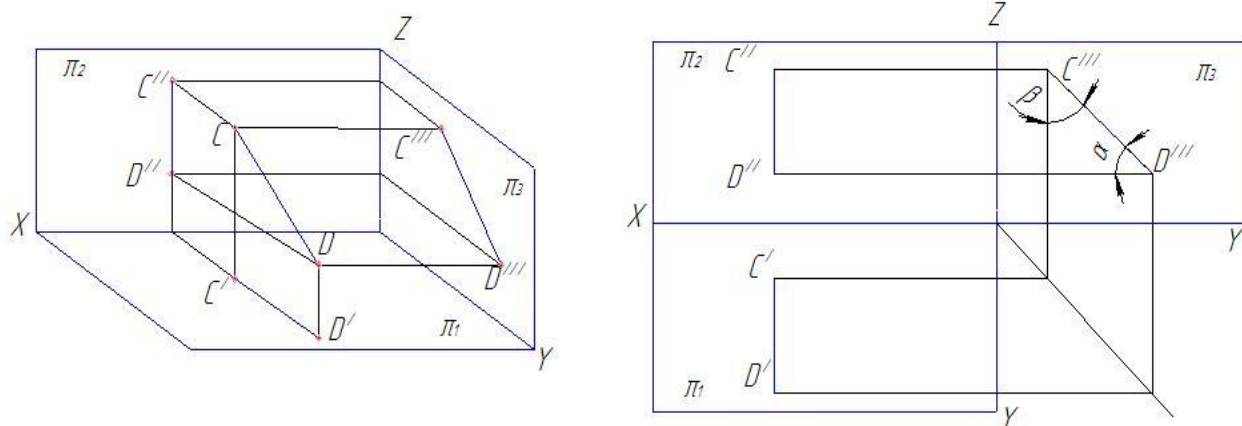


Ее фронтальная  $A''B''$  проекция параллельна оси  $X$ ; длина горизонтальной проекции отрезка  $A'B'$  равна длине самого отрезка  $AB$  (*натуральная величина*); угол  $\beta$  наклона горизонтальной проекции к оси  $X$  равен углу наклона прямой к фронтальной плоскости проекций; угол  $\gamma$  наклона горизонтальной проекции к оси  $Y$  равен углу наклона прямой к профильной плоскости проекций

Если прямая параллельна фронтальной плоскости проекций, ее называют *фронтальной прямой*.

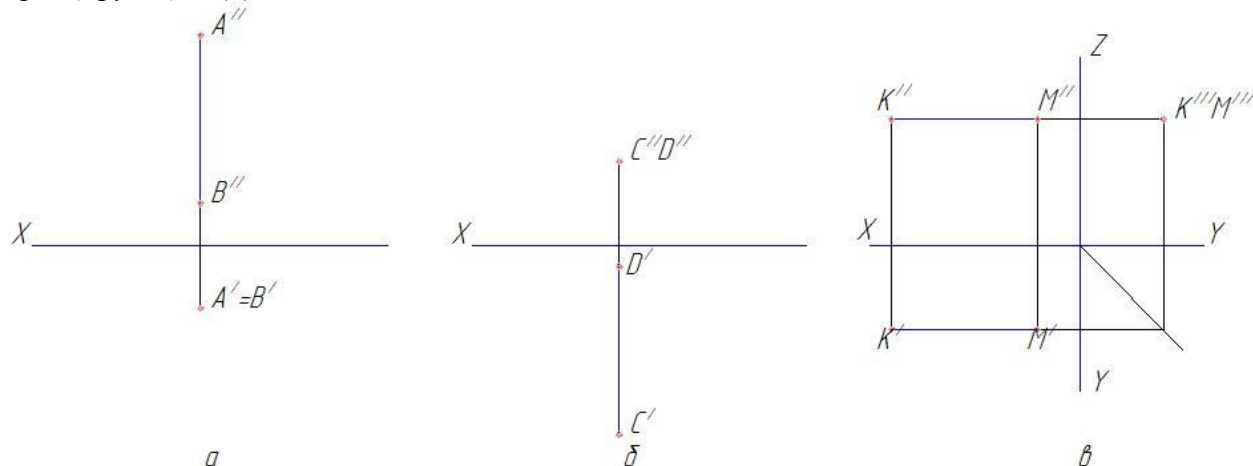
## 4. Построение комплексного чертежа

Если прямая параллельная профильной плоскости проекций, ее называют *профильной прямой*.



Ее горизонтальная и фронтальная проекции параллельны оси **Z**; длина профильной проекции отрезка **K'''M'''** равна длине самого отрезка **KM**; углы наклона **α** и **β**, образованные профильной проекцией с осями координат **Y** и **Z**, равны углам наклона прямой к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций соответственно.

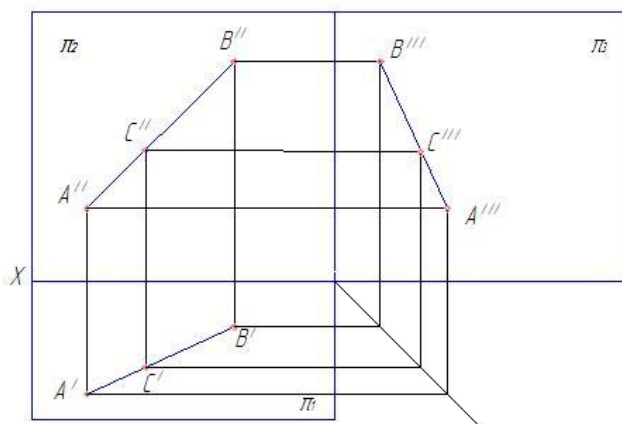
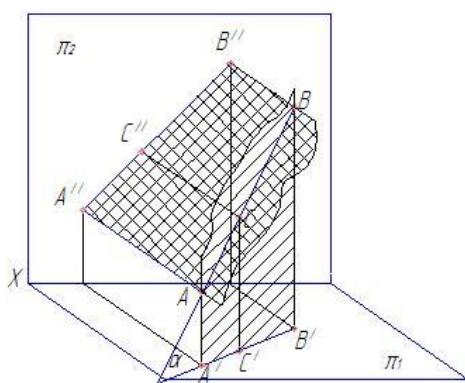
Прямая, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций называется *горизонтально-проецирующей* (а); перпендикулярная фронтальной плоскости проекций – *фронтально-проецирующей* (б); профильной плоскости проекций – *профильно-проецирующей* (в).



#### 4. Определение положения точек относительно плоскостей проекций

Определим длину проекций отрезка прямой:

$$|A'B'| = |AB| \cdot \cos \alpha; |A''B''| = |AB| \cdot \cos \beta; |A'''B'''| = |AB| \cdot \cos \gamma,$$



где  $\alpha$  – угол между прямой и горизонтальной плоскостью проекций;  $\beta$  – угол между прямой и фронтальной плоскостью проекций;  $\gamma$  – угол между прямой и профильной плоскостью проекций.

Из формул видно, что при  $\alpha=0$  отрезок проецируется в натуральную величину; при  $\alpha=90^\circ$  отрезок проецируется в точку. В остальных случаях длина проекции меньше длины самого отрезка.

*Если какая-либо точка принадлежит прямой, то ее проекция принадлежит проекции этой прямой. В нашем случае это точка С. Причем, если точка на отрезке делит его длину в данном отношении, то проекция точки делит длину одноименной проекции отрезка в том же отношении:*

$$AC/CB = A'C'/C'B' = A''C''/C''B''$$

### 3.2 Практическое занятие №3-4 (4 часа).

#### Тема: «Прямая и точка в плоскости»

##### 3.2.1 Задание для работы:

1. Определение плоскостей проекций
2. Построение наглядного изображения
3. Построение комплексного чертежа
4. Определить положение отрезка относительно плоскостей проекций

##### 3.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Предположим, что даны точки **A** и **B** в пространстве, через которые проходит прямая и притом только одна. Найдем проекции этих точек на горизонтальную ( $A'$ ,  $B'$ ) и фронтальную ( $A''$ ,  $B''$ ) плоскости проекций.

Соединив соответствующие проекции прямой линией, получим горизонтальную и фронтальную проекции прямой **AB**.

С другой стороны, прямая **AB** имеет множество точек, через которые проходит множество проецирующих прямых. Эти прямые образуют проецирующие плоскости, перпендикулярные горизонтальной и фронтальной плоскости. Линией пересечения двух плоскостей является прямая линия, которая и будет проекцией прямой **AB**.

Относительно плоскостей проекций прямая может занимать следующие положения:

- 4 прямая не параллельна ни одной из плоскостей проекций – прямая общего положения;
- 5 прямая параллельна одной из плоскостей проекций (прямая может принадлежать этой плоскости) – прямая частного положения;
- 6 прямая параллельна двум плоскостям проекций, т. е. перпендикулярна третьей – прямая частного положения.

Если прямая параллельна горизонтальной плоскости проекций, ее называют *горизонтальной*.

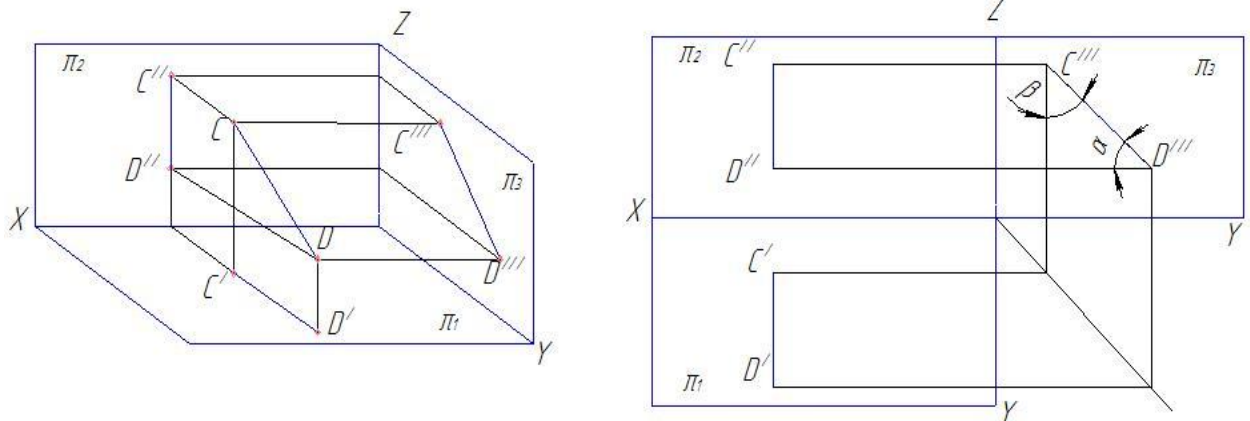
Ее фронтальная  $A''B''$  проекция параллельна оси **X**; длина горизонтальной проекции отрезка  $A'B'$  равна длине самого отрезка **AB** (*натуральная величина*); угол  $\beta$  наклона горизонтальной проекции к оси **X** равен углу наклона прямой к фронтальной плоскости проекций; угол  $\gamma$  наклона горизонтальной проекции к оси **Y** равен углу наклона прямой к профильной плоскости проекций

Если прямая параллельна фронтальной плоскости проекций, ее называют *фронтальной прямой*.

Ее горизонтальная проекция параллельна оси **X**; длина фронтальной проекции отрезка  $C''D''$  равна длине самого отрезка **CD**; угол наклона  $\alpha$  наклона фронтальной проекции к оси **X** равен углу наклона прямой к горизонтальной плоскости проекций; угол  $\gamma$  наклона

горизонтальной проекции к оси  $Z$  равен углу наклона прямой к профильной плоскости проекций

Если прямая параллельна профильной плоскости проекций, ее называют *профильной прямой*.



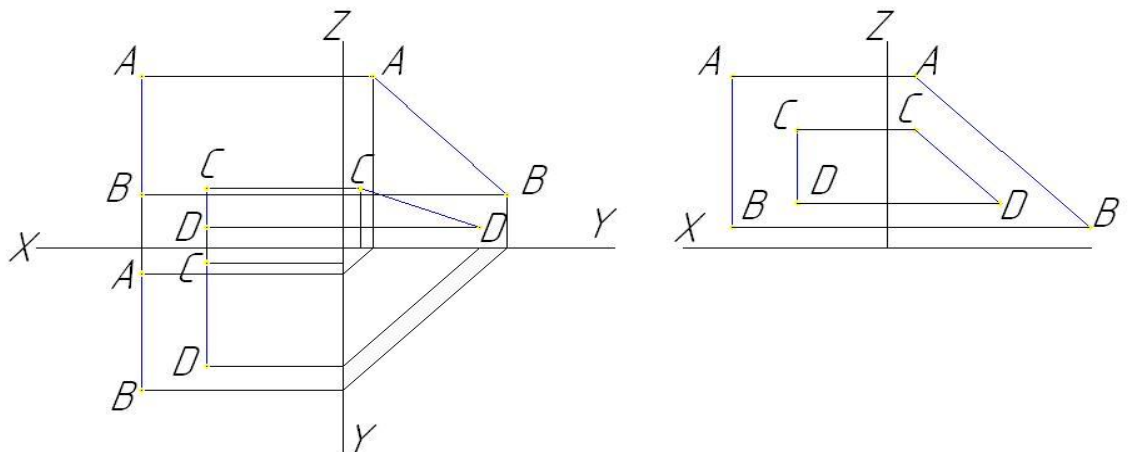
Ее горизонтальная и фронтальная проекции параллельны оси  $Z$ ; длина профильной проекции отрезка  $K'''M'''$  равна длине самого отрезка  $KM$ ; углы наклона  $\alpha$  и  $\beta$ , образованные профильной проекцией с осями координат  $Y$  и  $Z$ , равны углам наклона прямой к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций соответственно.

Прямые в пространстве могут быть *пересекающимися*, *параллельными* и *скрецивающими*.

#### - пересекающиеся прямые:

если прямые пересекаются, то они имеют общую точку (точку пересечения), точку, принадлежащую как одной, так и второй прямой. Как известно из материала прошлой лекции, если точка принадлежит прямой, то проекции этой точки принадлежат одноименным проекциям прямой. Следовательно, у

*пересекающихся прямых проекции их точки пересечения будут являться точками пересечения одноименных проекций. Или: если две прямые пересекаются, то их одноименные проекции пересекаются между собой, а проекции точек пересечения лежат на одной линии связи.*



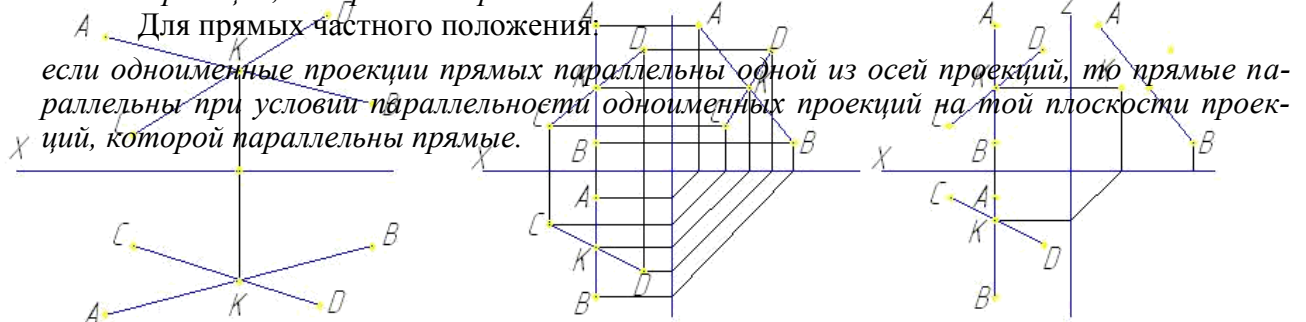
Для прямых, кроме профильных, в системе  $\pi_1\pi_2$ , справедливо и обратное утверждение:

*если в системе  $\pi_1\pi_2$  точки пересечения одноименных проекций прямых, кроме профильных, лежат на одной линии связи, то прямые пересекаются.*

#### - параллельные прямые:

*если в пространстве прямые параллельны, то их одноименные проекции параллельны между собой.*

Для прямых общего положения условие параллельности следующее:  
 если одноименные проекции прямых общего положения параллельны в системе двух плоскостей проекций, то прямые параллельны.



#### **скрещивающиеся прямые:**

скрещивающиеся прямые – прямые, не имеющие общих точек.

*Точки пересечения одноименных проекций скрещивающихся прямых не лежат на одной линии связи.*

### **3.3 Практическое занятие № 3-4 (4 часа)**

**Тема: «Выполнение рабочего чертежа детали»**

#### **3.3.1 Задание для работы:**

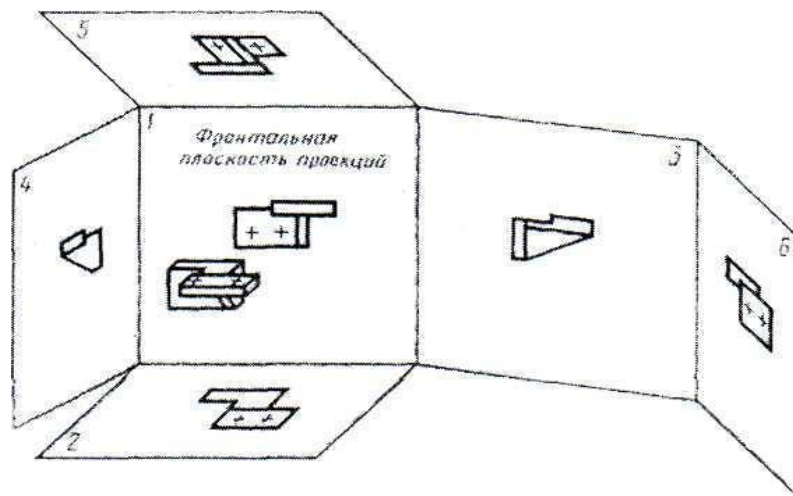
1. Определение необходимого количества проекций
2. Построение главного вида
3. Построение дополнительных видов
4. Проставление размеров
5. Указание технических требований
6. Оформление чертежа
7. Заполнение основной надписи

#### **3.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

**ГОСТ 2.305-68** устанавливает правила изображения предметов (изделий, сооружений и составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

##### **1. Общие сведения о изображениях.**

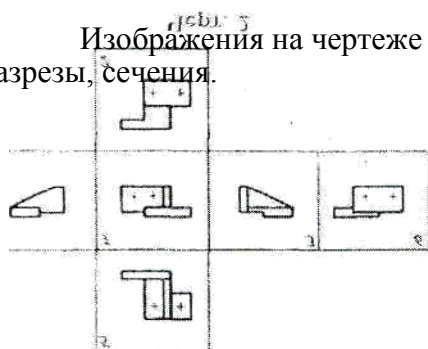
Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (черт. 1).



Черт. 1  
За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба; грани совмещают с плоскостью, как показано на черт. 2. Грань 6 допускается располагать рядом с гранью 4.

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

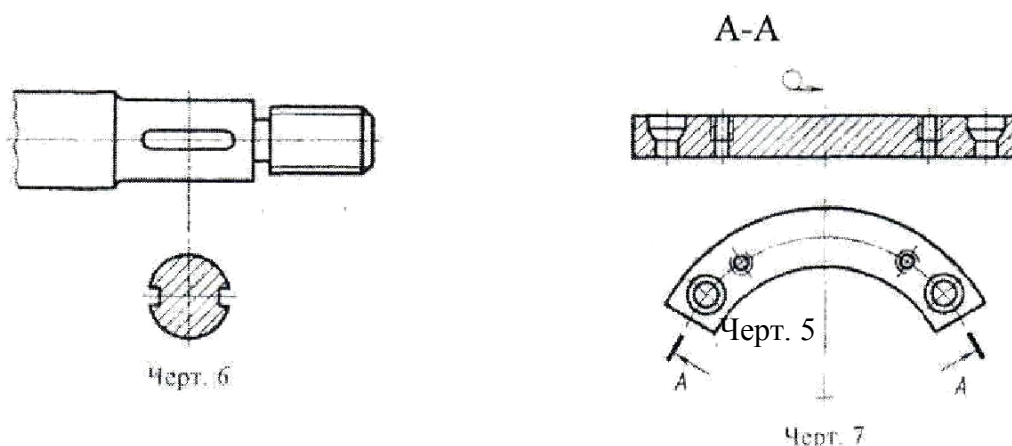
Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.



**Вид** - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий (черт. 3).

**Разрез** - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (черт. 4). Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета (черт. 5).





*Сечение* — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (черт. 6). На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость (черт. 7).

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

## 2. Виды.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекции (основные виды, черт. 2):

- 1 - вид спереди (главный вид);
- 2 - вид сверху;
- 3 - вид слева;
- 4 - вид справа;
- 5 - вид снизу;
- 6 - вид сзади.

В строительных чертежах в необходимых случаях соответствующим видам могут присваиваться другие названия, например «фасад».

Названия видов на чертежах надписывать не следует, за исключением случая, предусмотренного в п. 2.2. В строительных чертежах допускается надписывать название вида с присвоением ему буквенного, цифрового или другого обозначения.

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекции) то направление проектирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву (черт. 8).

### 3.4 Практическое занятие № 7-8 (4 часа)

#### Тема: «Чертеж лекальных кривых»

##### 3.4.1 Задание для работы:

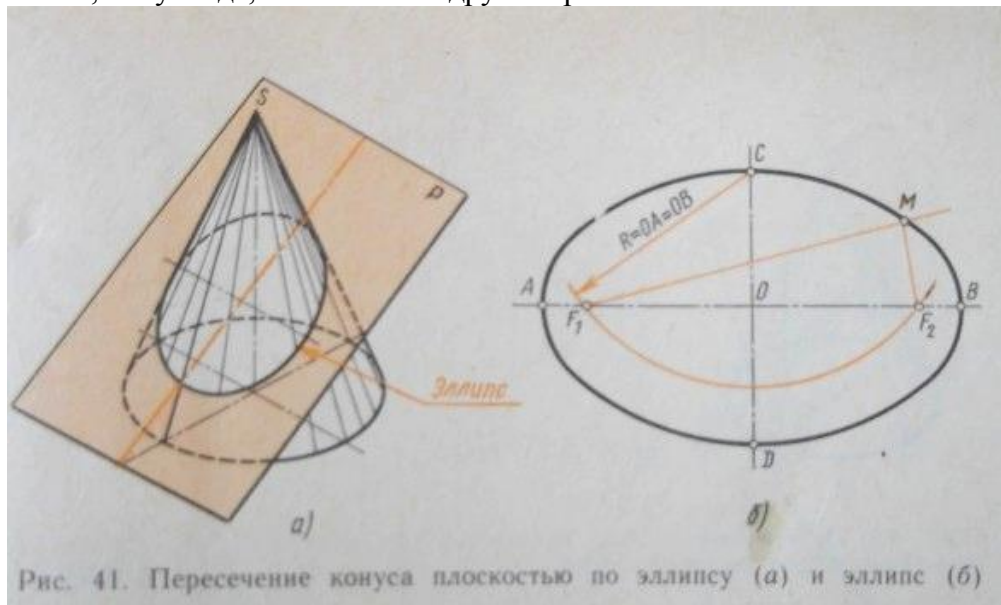
1. Подбор необходимых лекал
2. Построение эвольвенты
3. Построение гиперболы
4. Построение эллипса

##### 3.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

Построение лекальных кривых осуществляют следующим образом:

Сначала определяют точки принадлежащие кривой а затем соединяют их с помощью лекала. К лекальным кривым относят так называемые конические сечения парабола, гипербола, эллипс, получаемые в результате сечения кругового конуса плоскостью, эвольвента, синусоида и другие

Эллипс это коническое сечение которое относится к так называемым лекальным кривым. Эллипс, гипербола и парабола получаются в результате сечения кругового конуса плоскостью, синусоида, эвольвента и другие кривые.



Для того чтобы построить лекальные кривые(парабола,эллипс,гипербола),определяют точки которые принадлежат кривой а затем все точки соединяются с помощью лекала. В случае когда рассекают поверхность кругового конуса плоскостью наклонной -Р,таким образом чтобы наклонная плоскость пересекала все образующие кругового конуса, то в самой плоскости сечения образуется эллипс.(Смотри рисунок 41, а).

Эллипс это плоская замкнутая кривая, у которой сумма расстояний каждой из ее точек-М до двух заданных точек F1 и F2,-является постоянной величиной. Эта постоянная величина равняется большей оси эллипса  $MF1 + MF2 = AB$ .малая ось эллипса CD а также большая ось АВ являются взаимно перпендикулярны и одна ось делит другую пополам.

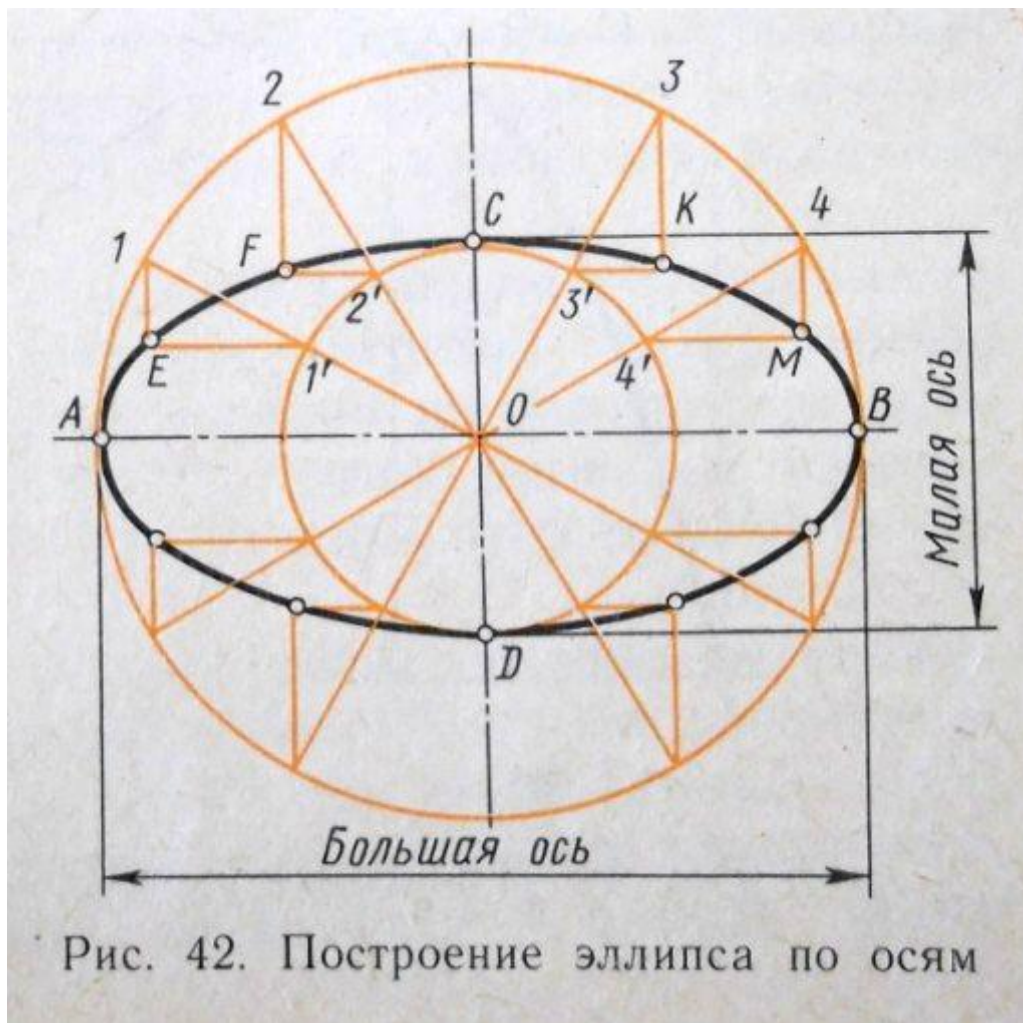


Рис. 42. Построение эллипса по осям

Рисунок 42. Построение эллипса по осям

Таким образом оси делят кривую эллипса на четыре попарно симметричных равных частях. Если из концов малой оси CD, как из центров описать дугу окружности радиусом, равным половине большой оси эллипса  $R=OA=OB$ , то она пересечет ее в точках F1 и F2, которые называются фокусами.

На рисунке 42 приводится пример построения эллипса по его осям. На заданных осях AB и CD, как на диаметрах строим две концентрические окружности с центром в точке O. Делим на произвольное число частей большую окружность и соединяем полученные точки прямыми с центром O.

Из точек пересечения 1; 2; 3; 4; со вспомогательными окружностями проводим отрезки горизонтальных и вертикальных прямых до их взаимного пересечения в точках E, F, K, M, которые принадлежат эллипсу. Далее с помощью лекала соединяются построенные точки плавной кривой и получают в результате эллипс.

Если расечь наклонной плоскостью P круговой конус, параллельной одной из его образующих, то в плоскости сечения образуется парабола. (смотри рисунок 43 а). Парабола это незамкнутая плоская кривая линия. Каждая точка параболы расположена от данной прямой -MN, и от фокуса -F на одинаковом расстоянии.

Прямая MN является направляющей и расположена перпендикулярно оси параболы. Между направляющей -MN и фокусом -F, прямо посередине расположена вершина параболы A. Для того чтобы построить параболу по фокусу и заданной направляющей, через точку фокуса -F, проведем ось параболы -X, перпендикулярно направляющей -MN.

Разделим пополам отрезок -EF и получим вершину параболы -A. От вершины параболы на произвольном расстоянии проведем прямые перпендикулярно оси параболы. Из

точки -F радиусом который равен расстоянию-L, от соответствующей прямой до направляющей, например СВ, делаем на это прямой засечки. В данном случае точки С и В.

Таким образом построив несколько пар симметричных точек, проведем с помощью лекала через них плавную кривую. На рисунке( 43 в) приводится пример построения параболы касательной к двум прямым

### **Синусоида**

Синусоидой называется проекция траектории точки, движущейся по цилиндрической винтовой линии, на плоскость, параллельную оси цилиндра. Движение точки складывается из равномерно -вращательного движения (вокруг оси цилиндра) и равномерно-поступательного ( параллельно от цилиндра).



Рис. 46. Построение синусоиды

Рисунок 46. Построение синусоиды

Синусоида представляет собой плоская кривая, которая показывает изменение тригонометрической функции синуса в зависимости от изменения величины угла. для построения синусоиды ( рисунок 46) через центр О окружности диаметра D проведем прямую ОХ и на ней отложим отрезок О1 А, равный длине окружности  $\pi D$ . Этот отрезок и окружность делим на одинаковое число равных частей. Из полученных и занумерованных точек проведем взаимно перпендикулярные прямые. Полученные точки пересечения этих прямых соединим с помощью лекала плавной кривой.

### **Вычерчивание лекальных кривых**

Лекальные кривые строят по точкам. Соединяют эти точки с помощью лекал, предварительно от руки прорисовывая кривую по точкам. принцип соединения отдельных точек кривой заключается в следующем:

Выбираем ту часть дуги лекала, которая лучше всего совпадает с наибольшим количеством точек очерчиваемой кривой. Далее проведем не всю дугу кривой, совпадающую с лекалом, а лишь среднюю часть ее. После этого подберем другую часть лекала, но так, чтобы эта часть касалась примерно одной трети проведенной кривой и не менее двух последующих точек кривой , и так далее. Таким образом обеспечивается плавный переход между отдельными дугами кривой.

## **3.5 Практическое занятие № 9-10 (4 часа)**

### **Тема: «Чертеж соединения»**

#### **3.5.1 Задание для работы:**

1. Построение болтового соединения

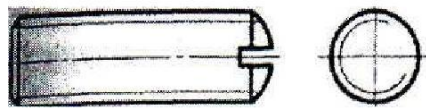
2. Построение шпилечного соединения
3. Построение винтового соединения

### 3.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

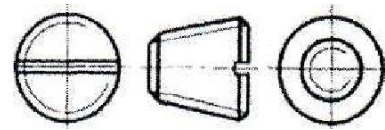
Резьбу изображают:

а) на стержне - сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (черт. 1, 2);



Черт. 1

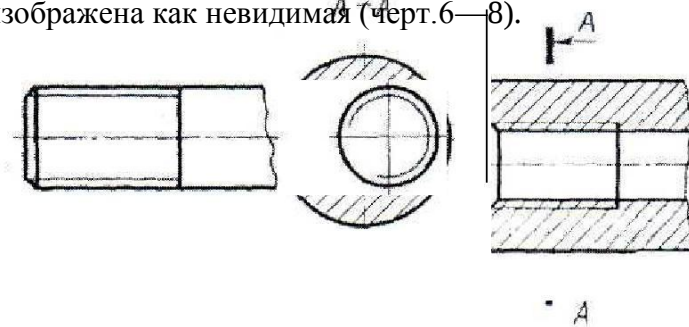


Черт. 2

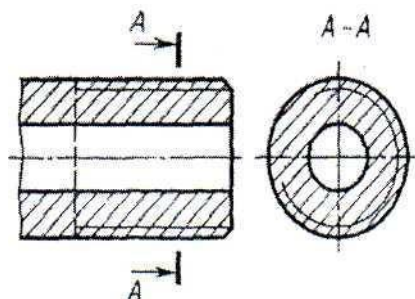
б) в отверстии - сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (черт. 6—8).



Черт. 3



#### Черт. 4

Стандартные крепежные детали можно разделить на две группы:

- 1) резьбовые крепежные детали (болты, винты, шпильки, гайки);
- 2) крепежные детали без резьбы – шайбы (обыкновенные, пружинные, стопорные) и шплинты.

В зависимости от требований, предъявляемых к соединению, оно может выполняться или только деталями I группы, или этими же деталями совместно с деталями II группы.

#### 2. Болтовое соединение.

Составными элементами болтового соединения являются; болт, шайба, гайка и скрепляемые детали.

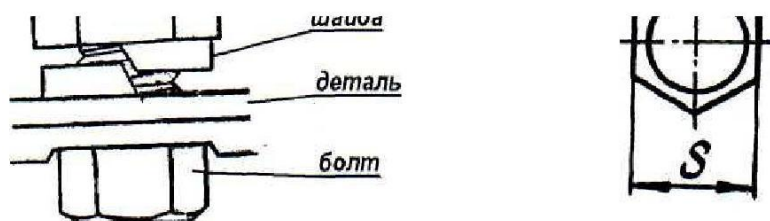


Рис.1

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом - участок с резьбой (длина нарезанного участка  $L$ , так называемого стяжного конца). Для увеличения прочности болта в месте, перехода от стержня к головке выполняют округления радиуса (галтель). Под термином "длина болта" подразумевается только длина стержня размер. Во избежание "забоя" резьбы и для облегчения навинчивания гайки конец стержня с резьбой обычно обтачивают на конус (снимают фаску.)

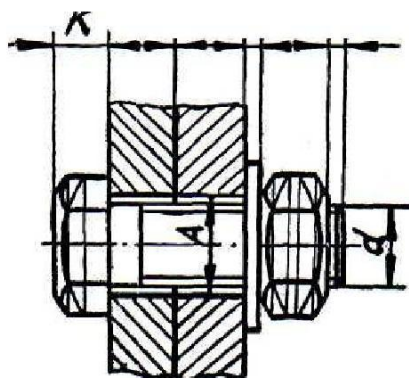


Рис.2

Каждому диаметру, болта  $d$  соответствуют определенные размеры его головки. При

одном и том же диаметре резьбы болта  $d$  болт может изготавливаться различной длины  $l$ , которая стандартизована. Длина резьбовой части болта  $B$  также стандартизована и устанавливается в зависимости от его диаметра  $d$  и длины.

На рис. 2 представлен чертеж болта и показаны необходимые построения, выполняемые в учебном процессе.

Гайки навинчивают на резьбовой конец болта или шпильки. При завинчивании гайки соединяемые детали зажимаются между гайкой и головкой болта. По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными и круглыми. Гайки изготавливаются нормальной, повышенной и грубой точности. Наиболее употребительны шестигранные гайки нормальной точности по ГОСТ 5915-70 в двух исполнениях: с двумя одной наружными фасками. Чертеж гайки выполняется по размерам, взятым из соответствующего ГОСТа.

Шайба устанавливается:

- а) если отверстие под болты или шпильку некруглое (овальное, прямоугольное), когда мала опорная поверхность у гаек;
- б) если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задигов при затяжке гайки ключом;
- в) если детали изготовлены из мягкого материала (алюминия, латуни, бронзы, дерева и др.), в этом случае нужна большая опорная поверхность. Под гайкой для предупреждения смятия детали. Размеры стальных плоских шайб для болтов и гаек берут по ГОСТ 11371 - 78 или СТ СЭВ 28-76 и 281-76. Наиболее часто применяемые шайбы имеют два исполнения: исполнение I - без фаски исполнение 2-е фаской (рис. 4).



Рис. 4

### 3. Шпильчное соединение.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, концы которого имеют резьбу. Наибольшее распространение получили шпильки, изготавливаемые по ГОСТ 22032-76 (нормальной точности для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях).

Резьбовой конец шпильки  $l_f$  называется ввинчиваемым или посадочным резьбовым концом. Он предназначен для завинчивания в резьбовое отверстие одной из соединяемых деталей. Длина ввинчиваемого резьбового конца определяется материалом детали, в которую он должен ввинчиваться и может выполняться равной величине:

$l_f = d$  - для стальных, бронзовых и латунных деталей (ГОСТ 22032-76, 22033-78);  $l_f = 1,25d$  - для чугуновых деталей (ГОСТ 22036-76, 22037-76);  $l_f = 2d$  - для деталей из легких сплавов

(ГОСТ 22038-76 ГОСТ 22041-76) ( $d$  - наружный диаметр резьбы). Резьбовой конец шпильки  $l_0$  называется просто резьбовым

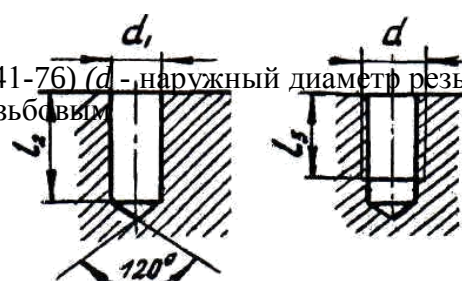
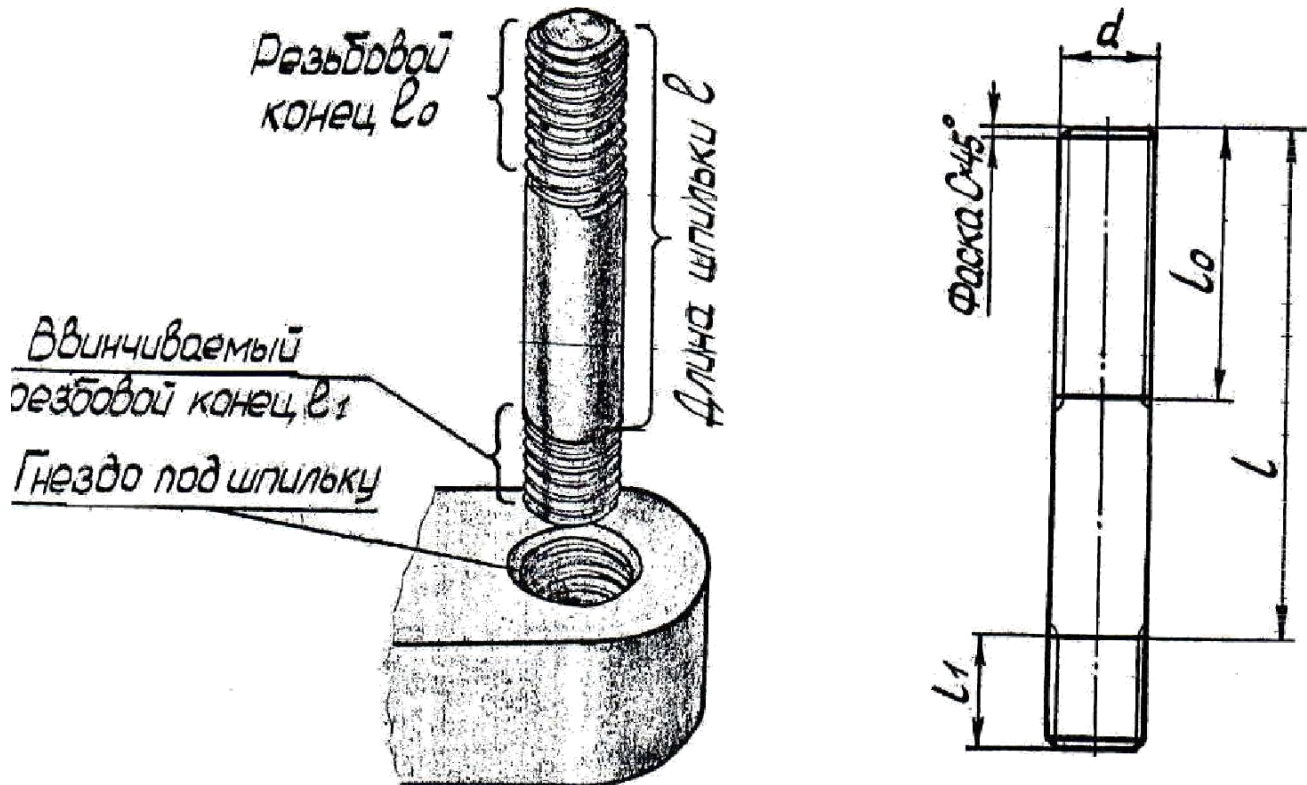



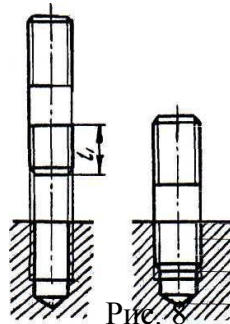
Рис. 7

концом и предназначен для навинчивания на него гайки при соединении скрепляемых деталей. Под длиной шпильки понимается длина стержня без ввинчиваемого резьбового конца. Длина резьбового (гаечного) конца может иметь различные значения, определяемые диаметром резьбы  $d_{19}$  высотой гайки, толщиной шайбы.

Шпильки изготавливаются на концах с одинаковыми диаметрами резьбы и гладкой части посередине нормальной и повышенной точности,

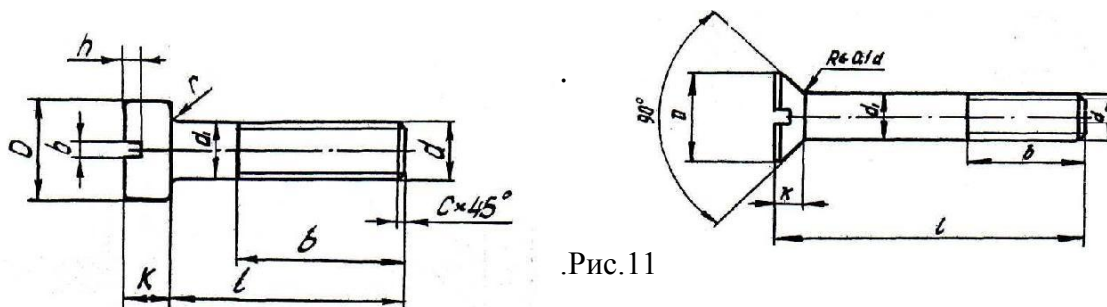
В учебном чертеже рекомендуется выбрать шпильку по ГОСТ 22032-76. Технологическая последовательность выполнения отверстия с резьбой под шпильку, и порядок сборки шпилечного соединения следующие: Вначале сверлят отверстие диаметром  $d_j$ . На учебных чертежах принимается равным  $0,85 d$  на глубину  $l_2 - l_j + 6P$  ( $P$  - шаг резьбы). От-

верстие заканчивается с конической поверхностью с углом конуса  $120^\circ$ .



#### 4. Винтовое соединение

В винтовом соединении, как и в шпильчном, резьбовая часть винта ввинчивается в резьбовое отверстие детали. Граница резьбы винта должна быть несколько выше линии разреза деталей. Верхние детали в отверстиях резьбы не имеют. Между стенками гладкого отверстия и винтом должен быть зазор. Винты разделяются на: винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. В учебном чертеже требуется вычертить соединения винтами двух типов: винтом с цилиндрической и винтом с конической головкой. На рис 11 приведены чертежи этих винтов. Винты можно вычертить по параметрам, рекомендуемым стандартом или по относительным размерам.



Рассмотрим пример вычерчивания соединения винтом с цилиндрической головкой по стандартным размерам. Исходными данными являются две детали, в одной из которых имеется резьбовое отверстие, в другой - сквозное с цилиндрической зенковкой.

### 3.6 Практическое занятие №11-12 (4 часа)

Тема: «Изображение УГО радиоизделий»

#### 3.6.1 Задание для работы:

1. Условные графические обозначения общего применения
2. Условные графические обозначения полупроводниковых приборов
3. Условные графические обозначения элементов цифровой техники

#### 3.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

Схема электрическая принципиальная (код Э3) – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

На схеме допускается изображать соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии.

В обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

Элементы и устройства, УГО которых установлены в стандартах ЕСКД, изображают на схеме в виде этих УГО.

Элементы или устройства, используемые в изделии частично, допускается изображать неполностью, ограничиваясь изображением только используемых частей или элементов.

Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу. При разнесенном способе составные части элементов и устройств изображают на схемах в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно. Разнесенным способом допускается изображать все и отдельные элементы или устройства схемы.

Общие правила построения УГО элементов цифровой техники в схемах, выполняемых вручную или с помощью печатающих и графических устройств ЭВМ, устанавливает ГОСТ 2.743-91. Определения цифровой и микропроцессорной микросхем, их элементов и компонентов – по ГОСТ 17021-88, определения цифровой микросборки, ее элемента или компонента – по ГОСТ 26975-86.

При выполнении функциональных и принципиальных схем изделий цифровой техники условные графические обозначения элементов цифровой техники строят на основе прямоугольника. В общем виде УГО может содержать основное поле и два дополнительных поля, расположенных по обе стороны основного. Дополнительные поля допускается разделять на зоны, которые отделяют горизонтальной чертой. Основное и дополнительное поля могут быть не отделены линией. При этом расстояние между буквенными, цифровыми или буквенно-цифровыми обозначениями, помещенными в основное и дополнительные поля, определяется однозначностью понимания каждого обозначения, а для обозначений, помещенных на одной строке, должно быть не менее двух букв (цифр, знаков), которыми выполнены эти обозначения.

В первой строке основного поля УГО помещают обозначение функции, выполняемой элементом. В последующих строках основного поля располагают информацию по ГОСТ 2.708.

Выводы элементов делят на входы, выходы, двунаправленные выводы и выводы, не несущие логической информации. Входы элемента изображают с левой стороны УГО, выходы – с правой стороны. Двунаправленные выводы и выводы, не несущие логической информации, изображают с правой или с левой стороны УГО.

Допускается другая ориентация УГО, при которой входы располагают сверху, выходы – снизу.

### **3.7 Практическое занятие № 13-14 (4 часа)**

**Тема: «Выполнение чертежей схем электрических принципиальных различных**

устройств»

### 3.7.1 Задание для работы:

1. Построение чертежа схемы электрической принципиальной
2. Составление перечня элементов схемы

### 3.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

Схема – документ, на котором показаны в виде условных графиче-ских изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на виды. В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на типы. Наименования видов и типов схем и их кодовое обозначение приведены в таблицах 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 – Виды схем

| Наименование<br>вида схем | од |
|---------------------------|----|
| Электрические             |    |
| Гидравлические            |    |
| Пневматические            |    |
| Газовые                   |    |
| Кинематические            |    |
| Вакуумные                 |    |
| Оптические                |    |
| Энергетические            |    |
| Деления                   |    |
| Комбинирован-<br>ные      |    |

Таблица 6.2 – Типы схем

| Наименование типа<br>схем   | од |
|-----------------------------|----|
| Структурные                 |    |
| Функциональные              |    |
| Принципиальные<br>(полные)  |    |
| Соединений (мон-<br>тажные) |    |
| Подключения                 |    |

|              |  |
|--------------|--|
| Общие        |  |
| Расположения |  |
| Объединенные |  |

В таблице 6.2 в скобках приведены наименования для схем электрических энергетических сооружений.

Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы, например, схема электрическая принципиальная будет иметь код ЭЗ.

Для изделия, состоящего из элементов разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа, например, схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная для передающего устройства с жидкостным охлаждением. Вместо двух схем возможна разработка одной схемы комбинированной, например, электрогидравлической для приведенного выше примера.

На схемах одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, которые непосредственно влияют на работу изделия, а также элементы и устройства, не входящие в изделие, на которое разработана схема, но необходимые для разъяснения принципов работы изделия. Графическое обозначение таких элементов и устройств отделяют (или обводят) на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывающие местонахождение этих элементов и необходимые данные.

Схему деления изделия на составные части выпускают только для определения состава изделия.

К схемам или взамен схем в случаях, установленных правилами выполнения конкретных схем, выпускают в виде самостоятельных документов таблицы, которые содержат сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и другую необходимую информацию. Таким документам присваивают код соответствующей схемы, перед которым проставляют букву Т. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений будет иметь код ТЭ4.

В основной надписи (графа 1) данного документа после наименования изделия приводят наименование документа «Таблица соединений».

Таблицы соединений записывают в спецификацию изделия после схем, к которым они выпущены, или вместо них.

В необходимых случаях допускается выпускать схемы совмещенные, когда на схемах одного типа помещают сведения, характерные для схем другого типа. Например, на схеме расположения изделия показывают соединения его частей. При выполнении схем совмещенных должны быть соблюдены все правила, установленные для схем соответствующих типов.

### **3.8 Практическое занятие № 15 (2 часа)**

**Тема: «Выполнение чертежей схем цифровой вычислительной техники»**

#### **3.8.1 Задание для работы:**

1. Построение чертежа схемы цифровой вычислительной техники
2. Составление перечня элементов схемы

#### **3.8.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Схемы вычислительной техники выполняются по общим правилам в соответствии с ГОСТ 2.702 (см. пп. 5.5.2 — 5.5.4), а специфические требования регламентированы ГОСТ 2.708. Эта специфичность обусловлена следующими особенностями электронно-вычислительных машин (ЭВМ):

- конструкция устройств ЭВМ строится по модульному принципу на базе единых унифицированных конструктивных элементов;
- состав ЭВМ включает тысячи соединенных между собой элементов при сравнительно небольшом числе их типов.

Функциональные части в структурных схемах (цифровой код 101) изображают в виде прямоугольников. Допускается изображать функциональные части в виде УГО по ГОСТ 2.708.

На структурных схемах основные устройства изображаются в соответствии с ГОСТ 2.708. На рисунке 5.13 приведены УГО, а именно:

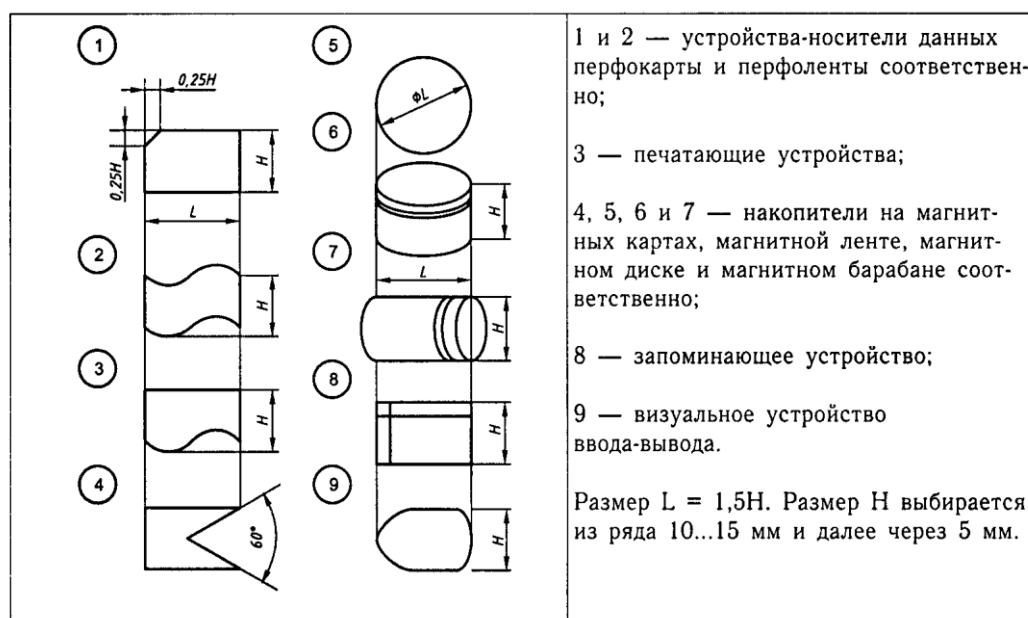


Рисунок 5.13 — УГО для структурных схем вычислительной техники

На функциональных схемах (цифровой код 102) функциональные части изображают в виде прямоугольников. Допускается изображать функциональные части в виде УГО по ГОСТ 2.708. Функциональная схема БИС представлена в приложении Б на рисунке Б.8.

На схемах 102 основные функциональные части устройства изображаются в соответствии с ГОСТ 2.708; они приведены на рисунке 5.14.

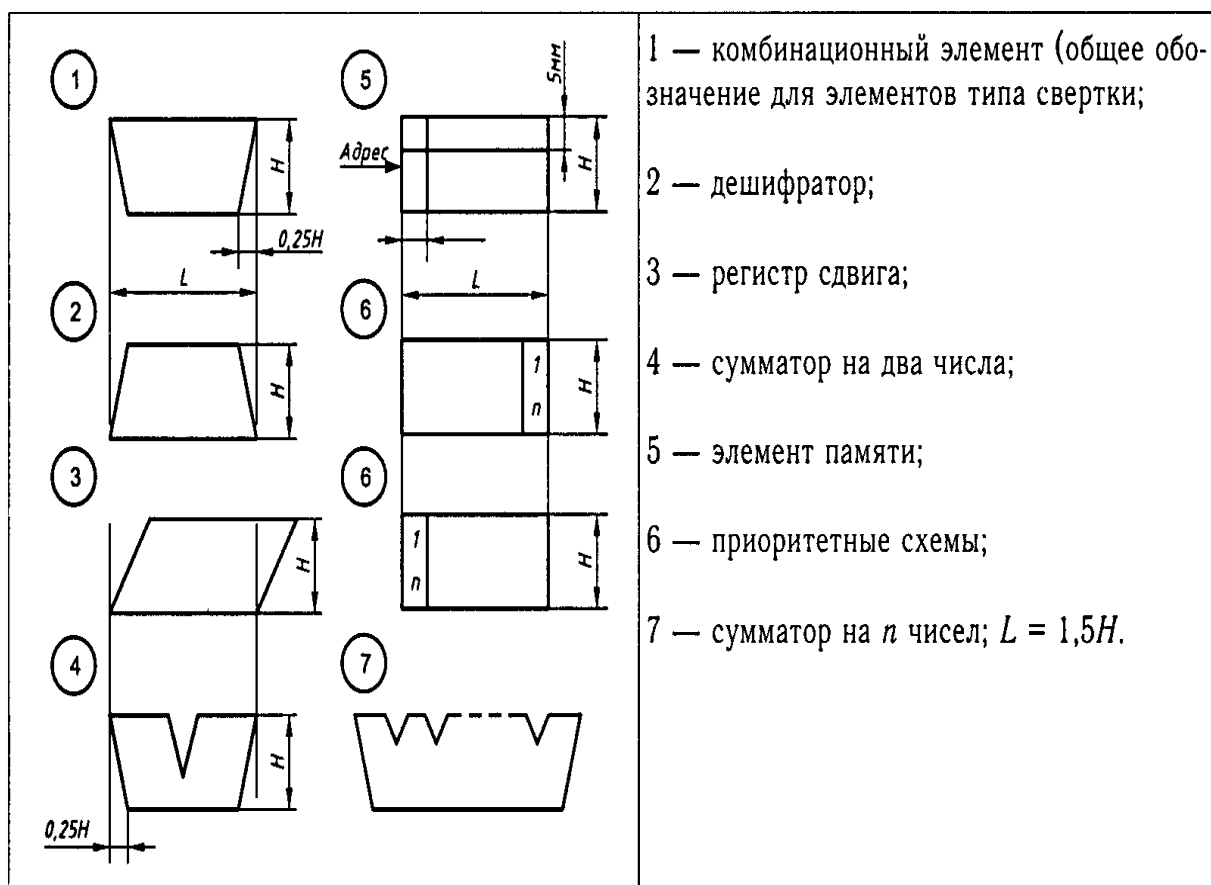


Рисунок 5.14 — УГО для функциональных схем вычислительной техники

Для каждой функциональной части внутри УГО указывают ее наименование и (или) условное обозначение. Допускается указывать символ функции. Порядковые номера функциональным частям и группам присваивают по общему правилу.

При выполнении схем (102) допускается:

- поворачивать УГО функциональных частей на  $90^\circ$ ;
- указывать разрядность функциональных частей;
- совмещать УГО функциональных частей по большей их стороне, если выходы каждой полностью соответствуют входам другой.

Функциональные части логических элементов на схемах изображают по ГОСТ 2.743.

Принципиальные схемы имеют цифровой код 201. Элементы схемы изображаются по ГОСТ 2.743 и ГОСТ 2.759.

Пример схемы 201 дан в приложении на рисунке Г.4. На этой схеме все устройства, предназначенные в изделии логических операций, изображают в виде логических элементов, составляющих эти устройства.

При большой графической насыщенности листов схемы допускается делить поле листа на колонки, ряды, зоны или применять метод координат. Верхний контур формата листа, на котором изображена схема, разделяют на участки 01, 02, 03, .... 24, от которых идут верти-

кальные колонки, которые, как правило, не наносятся. Слева и справа контура листа наносят шкалы А, В, С, D, ..., от которых идут горизонтальные линии, тоже не наносимые. Участки АВ, ВС, ... называются зонами. Зоны делятся метками на 10 частей с шириной не менее 2 мм. Участки (01...) и зоны (А 01...) позволяют легко определять положение УГО элементов на схеме (см. рисунки 7.13 — 7.15).

УГО на схемах 201 изображают в виде прямоугольников, к которым подводят линии выводов. Линии выводов и контуры УГО имеют одинаковую толщину.

В дипломных проектах допускается, как это принято в технической и справочной литературе, операционные усилители изображать в виде треугольника (рисунок 5.15).

Размеры УГО зависят от размеров и количества надписей и количества линий выводов (рисунок 5.16). Ширина дополнительного поля не менее 5 мм при ручном и не менее ширины одного символа при автоматизированном выполнении.

В схемах (201) с повторяющимися элементами одного типа и имеющими большое число выводов одного функционального назначения изображают один элемент полностью, а остальные повторяют сокращенно. Допускается применять пакетный метод сжатия информации. Пакетное изображение элементов и их связей включает данные: идентификаторов сигналов, конструктивных адресов элементов и сигналов, координат элементов на схеме, количество элементов в пакете и т. д.

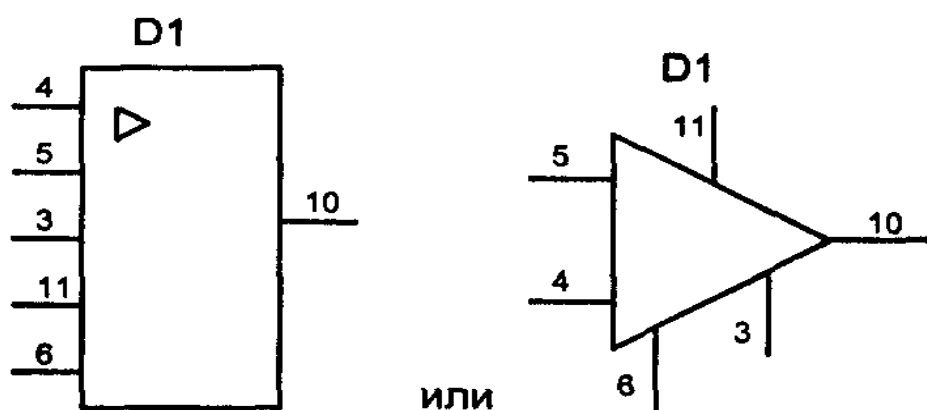


Рисунок 5.15 — Условные изображения операционного усилителя микросхемы К553УД2

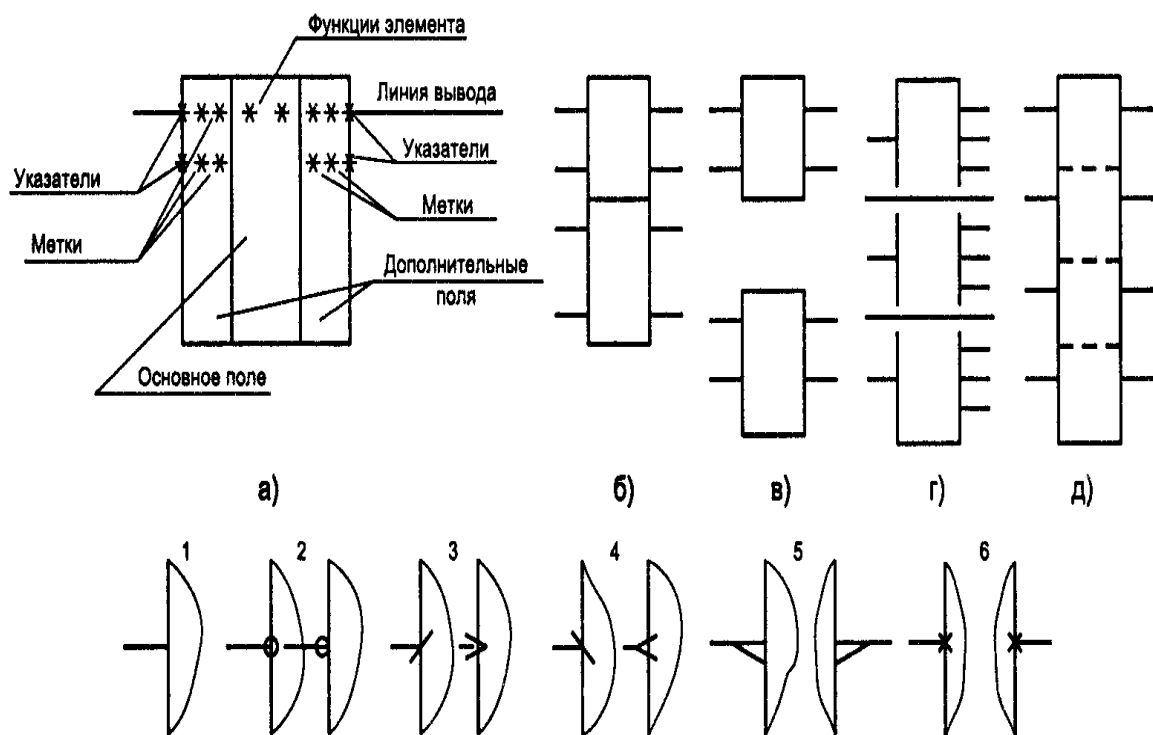


Рисунок 5.16 — УГО логических элементов цифровой и аналоговой вычислительной техники

Группы однотипных элементов, изображенных совместно, могут содержать общий графический блок для всех элементов группы. Общий блок отделяют двойной линией. Элементы в группе отделяют штриховой линией.

В основном поле УГО помещают информацию: в первой строке — обозначение основной функции (символ); во второй строке — полное или сокращенное наименование (или тип) или код устройства (элемента), т. е. идентификатор; в последующих строках — буквенно-цифровое обозначение или порядковый номер, обозначение конструктивного расположения, адресное обозначение УГО элемента на месте и другую информацию. На рисунке 5.16 показано:

а — расположение информации;

б, в — совмещенное и несовмещенное расположения групп элементов;

г — с разделением УГО линиями связи;

д — сокращенное обозначение групп УГО;

е — обозначение указателей входов-выходов.

Буквенно-цифровое обозначение элементов и устройств является обязательным, допускается помещать его над УГО. Стандарт разрешает изображать УГО в повернутом на 90° виде. Входы располагают сверху, выходы — снизу (рисунок 5.8).

Выводы элементов (входы и выходы), подразделяют на статические и динамические, не несущие и несущие логическую информацию, а также на прямые и инверсные.

Стандартом регламентировано обозначение указателей входов-выходов (рисунок 5.16е):

- 1 и 2 — прямой и инверсный статические входы;
- 3 и 4 — инверсные динамические входы;
- 5 — вход и выход указателя поляризации;
- 6 — выводы, не несущие логической информации.

### **3.9 Практическое занятие № 16 (2 часа)**

**Тема: «Выполнение чертежей схем печатных плат»**

#### **3.9.1 Задание для работы:**

- 1. Построение чертежа схемы печатной платы
- 2. Составление перечня элементов схемы

#### **3.9.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Работа по размещению элементов на плате значительно упрощается, если воспользоваться следующим приемом. На лист ватмана с размерами будущей платы наносят слой пластилина толщиной 2—4 мм. Этот лист в нескольких точках приклеивают к другому листу ватмана или миллиметровки.

В пластилин, слегка вдавливая выводы, устанавливают радиоэлементы и микросхемы. Необходимо при этом учитывать принципиальные особенности устройства (взаимовлияния цепей, температурные режимы элементов и т.д.), уменьшать длину соединительных проводников, не делать перемычек.

Выводы элементов предварительно изгибают соответствующим образом (формируют). Линии будущих печатных проводников прочерчивают на пластилине шилом. Перемещая элементы, находят наиболее рациональную компоновку.

Затем, поочередно снимая каждый элемент с макета, прокалывают шилом оба листа в точках будущих отверстий в плате. По несколько проколов тонкой иглой делают вдоль будущих печатных проводников. После этого элемент устанавливают на прежнее место.

Отклеивают нижний лист, рисуют на нем соединения и обозначают места расположения элементов. Рисунок соединений переносят на фольгированную заготовку. После этого детали с макетной платы снимают. Макетная плата может быть использована несколько раз. В качестве основы для макетирования можно применить пластину пенопласта толщиной 25—30 мм. В этом случае выводы элементов формируют и вдавливают в пенопласт. Когда наиболее рациональный вариант размещения выбран, на пенопласте чертят две взаимно перпендикулярные базовые линии. С помощью чертежного измерителя расстояния от базовых линий до контактных площадок измеряют и переносят на миллиметровую бумагу. Отметки соединяют линиями, завершая тем самым подготовку рисунка печатной платы.

Лист миллиметровой бумаги можно сразу наложить на пластину и, устанавливая элементы, прокалывать и бумагу. После определения наилучшей компоновки рисуют на миллиметровке соединения и снимают поочередно элементы, помечая на бумаге их схемный номер.

**Разметка печатной платы** под некоторые микросхемы и малогабаритные элементы (миниатюрные трансформаторы, реле и др.) с торцевым расположением выводов довольно трудоемка.

Разметка упрощается, если на поверхность платы в предполагаемом месте установки нанести слой пластилина толщиной 0,5—1 мм. Слой должен быть гладким и ровным. Затем готовят элемент (микросхему): выводы укорачивают до одинаковой длины (10—12 мм) и подгибают так, чтобы они были перпендикулярны основанию корпуса.

Элемент (микросхему) опускают на предполагаемое место установки и вдавливают выводы в пластилин до упора в поверхность платы, затем осторожно вынимают и шилом или остро заточенным кернером намечают по оставшимся следам выводов центры будущих отверстий в плате. После разметки слой пластилина снимают и сверлят отверстия.

Этот способ удобен и при компоновке элементов на плате.