

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.12 Инженерная графика

Направление подготовки (специальность): 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль образовательной программы: «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Форма обучения: очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 «Проецирование отрезка прямой линии»	3
1.2 Лекция № 2 «Плоскость. Пересечение плоскостей»	6
1.3 Лекция № 3 «АксонOMETрические построения»	9
1.4 Лекция № 4 «Геометрические построения»	12
1.5 Лекция № 5 «Способы соединения деталей»	14
1.6 Лекция № 6 «Требования к выполнению и оформлению электрических принципиальных схем»	19
1.7 Лекция № 7 «Требования к выполнению и оформлению перечней элементов к схемам электрическим принципиальным»	21
1.8 Лекция № 8, 9 «Позиционные обозначения элементов на схемах»	27
2. Методические материалы по проведению практических занятий	33
2.1 Практическое занятие № ПЗ-1 «Проецирование отрезка прямой линии»	33
2.2 Практическое занятие № ПЗ-2 «Плоскость. Пересечение плоскостей»	35
2.3 Практическое занятие № ПЗ-3 «АксонOMETрические построения»	38
2.4 Практическое занятие № ПЗ-4 «Геометрические построения»	41
2.5 Практическое занятие № ПЗ-5 «Способы соединения деталей»	45
2.6 Практическое занятие № ПЗ-6 «Требования к выполнению и оформлению электрических принципиальных схем»	50
2.7. Практические занятия № ПЗ-7 «Требования к выполнению и оформлению перечней элементов к схемам электрическим принципиальным»	52
2.8 Практические занятия № ПЗ-8, 9 «Позиционные обозначения элементов на схемах»	54

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция №1 (2часа)

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 проецирующую 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.

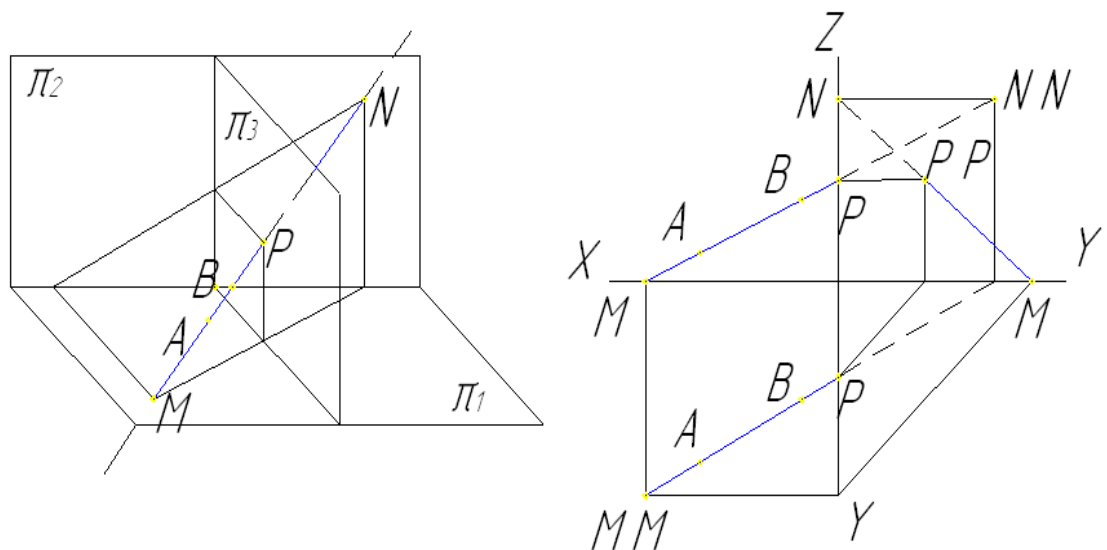
Причем использование указанного метода позволяет обеспечить обратимость чертежа, т. е. возможность установления истинного положения точки в пространстве по ее ортогональным проекциям.

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 π_1*), другую – вертикально (*фронтальная плоскость проекций π_2*). Линия пересечения этих плоскостей называется *осью проекций* и обозначается буквой *X* или комбинацией букв π_2/π_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**).

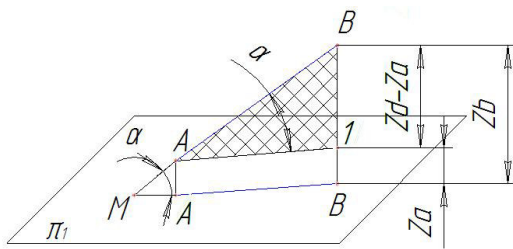
Чтобы найти фронтальный след прямой необходимо продолжить горизонтальную проекцию прямой до пересечения с осью **X** (**Н'** - горизонтальная проекция фронтального следа), через точку **Н'** провести перпендикуляр к оси **X** до пересечения с продолжением фронтальной проекции прямой (**Н''** - фронтальная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

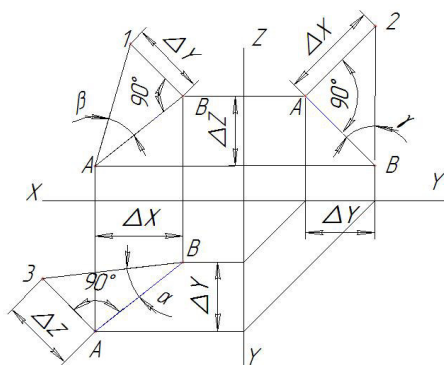
- к профильной проекции отрезка под прямым углом отложить разность абсцисс концов отрезка и построить гипотенузу треугольника.

4. Естественная 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 π_1 . Таким образом можно определить натуральную величину отрезка на эюре.



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 – α ; между гипотенузой и фронтальной проекцией – β ; между гипотенузой и профильной проекцией – γ .

1.2 Лекция №2 (2 часа)

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 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.

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

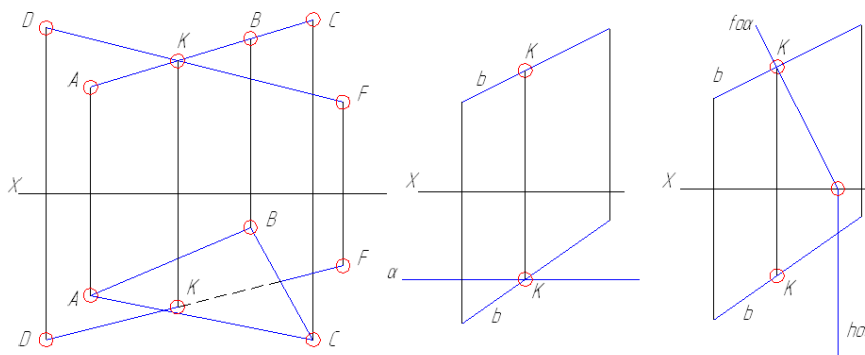
Две плоскости в пространстве могут быть параллельными и пересекающимися.

Если плоскости пересекаются, то линией их пересечения является прямая. Как известно, прямую линию можно построить по двум точкам. Поэтому, для построения линии пересечения 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 (2 часа)

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. Аксонетрические 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 х 841 мм, площадь которого равна 1 м², 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
A0	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, A0 x 2, A4 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.

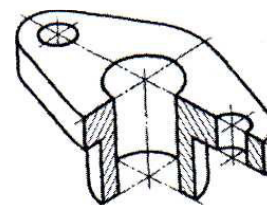
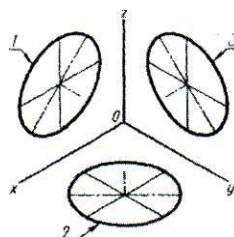
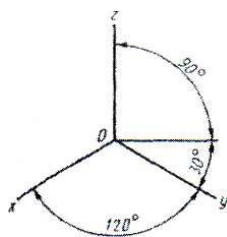
4.1.2. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы.

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 y .



1.2.3. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются 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 (2 часа)

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.

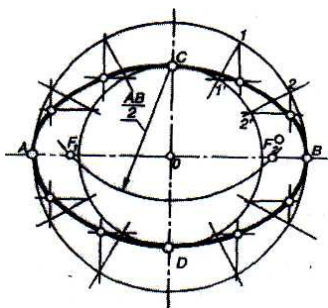
Сопряжение двух прямых линий

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.

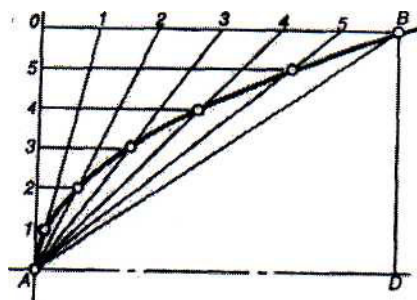
Эллипс (рис. 5) — замкнутая плоская кривая, для которой сумма расстояний от любой ее точки до двух заданных в той же плоскости (фокусов эллипса) есть величина постоянная, равная большой оси эллипса. Отрезок AB — большая ось эллипса, отрезок CD — малая ось. Если из точек C или D провести дугу радиусом $R = AB:2$, то на большой оси эллипса будут отмечены его фокусы (точки F и F_1).



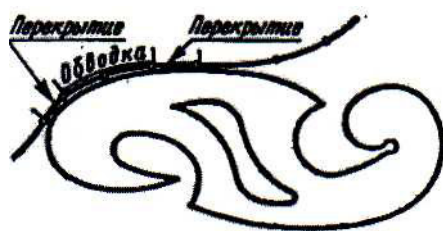
Построение эллипса по двум его осям. На заданных осях эллипса (большой AB и малой CD) строят как на диаметрах две концентрические окружности. Одну из них делят на 8 ... 12 равных или неравных частей и через точку деления и центр O проводят радиусы до

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 прямой линии 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 (2 часа)

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 отверстии - 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 сбега). 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 $/i?$ 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 и 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 (2 часа)

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

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* (3), 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° 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 (2 часа)

Тема «Требования к выполнению и оформлению перечней 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 Буква кода	Группа видов элементов	Двух и трех буквенный код	Вид элемента
1	2	3	4
A	Усилители, устройства		
	Преобразователи неэлектрических величин в электрические	BA	Громкоговоритель
B		BL	Фотоэлемент
		BM	Микрофон
C	Конденсаторы		
		DA	Схема аналоговая
D	Схемы интегральные	DD	Схема цифровая
		EK	Элемент нагревательный
E	Элементы разные	EL	Лампа осветительная
F	Разрядники, предохранители,		

устройства защитные

G	Источники питания, элементы	GB	Батарея элементов
	гальванические, генераторы		
H	Устройства индикационные, сигнальные	HL	Прибор световой сигнализации
		HLG	Лампа сигнальная зеленая
		HLR	То же, красная
		HLW	То же, белая
			Окончание табл. 2.5
	Реле, контакторы, пускатели	K	Реле электротепловое
		T	Реле времени
		V	Реле напряжения
	Катушки индуктивности,		
	Дроссели		
	Двигатели		
	Приборы измерительные, Оборудование	A	Амперметр
		F	Частотомер
		T	Часы

	V	Вольтметр
	G	Осциллограф
Выключатели и разъединители в силовых цепях		
Резисторы		
Устройства коммутационные в цепях управления		Выключатель, переключатель
Трансформаторы		Выключатель кнопочный
Преобразователи электрических величин в электрические (кроме трансформаторов)	G	Блок питания
	F	Преобразователь частоты
Приборы электровакуумные, Полупроводниковые	D	Диод, стабилитрон
	L	Прибор электровакуум- ный
	T	Транзистор
	S	Тиристор
Антенны	A	Электрические Магнитные
		Штырь

	P	
Соединения контактные	S	Гнездо
		Соединение разборное
	A	Электромагнит
Устройства механические с	B	Тормоз с электромагнит-
электромагнитным приводом		ным приводом
	C	То же, муфта
Резонаторы	Q	Кварцевые
		П

2. Наименование функций элементов и меток вывода интегральных схем

Наименование функций элементов и меток выводов интегральных микросхем

Функции		Функции		Метки выводов	
Аналоговых	од	цифровых	од	Метки выводов	од
Элементов		элементов		Установка на-	
Умножение	xY	Вычислитель	R	чального значения	
Деление	:Y	Процессор		Установка в со-	
Дифференци-	/dt	Логическое И		стоянии нуль	
Рование			ли	Пуск	T
				Балансировка	
Интегрирование		Логическое ИЛИ		(коррекция нуля)	C
	ли				

Логарифмирование	NT og	Счетчик двоич- ный	Т2	Коррекция час- отная	C
Усилитель	или	Сравнение	=	Питание (от ис- точника – 15в)	15V
Преобразование цифроаналоговое	/^	Генератор		Общий вывод	V
Преобразование аналого-цифровое	/#	Триггер		Вывод корпуса схемы	

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, 9 (4 часа)

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 содер-

жат 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 U проставлять номинал напряжения, при этом вместо буквы U использовать букву V, после буквы U проставлять поясняющую информацию, например:	
– указатель питания цифровой части элемента;	$U\#$
– указатель питания аналоговой части элемента;	$U \cap$ или $U \wedge$
– признак информационного питания	UD
Общий вывод (общее обозначение):	OV
– для аналоговой части элемента;	$OV \cap$ или $OV \wedge \uparrow$
– для цифровой части элемента.	$OV\#$

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 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 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. Двухнаправленные 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 вида схем	Код
Электрические	Э
Гидравлические	Г
Пневматические	П
Газовые	Х
Кинематические	К
Вакуумные	В
Оптические	Л
Энергетические	Р
Деления	Е
Комбинированные	С

Таблица 6.2 – Типы схем

Наименование типа схем	Код
Структурные	1

Функциональные	2
Принципиальные (полные)	3
Соединений (монтажные)	4
Подключения	5
Общие	6
Расположения	7
Объединенные	0

Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы, например, схема электрическая принципиальная будет иметь код Э3.

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 МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1 Практическое занятие №1 (2 часа).

Тема «Проецирование отрезка прямой линии»

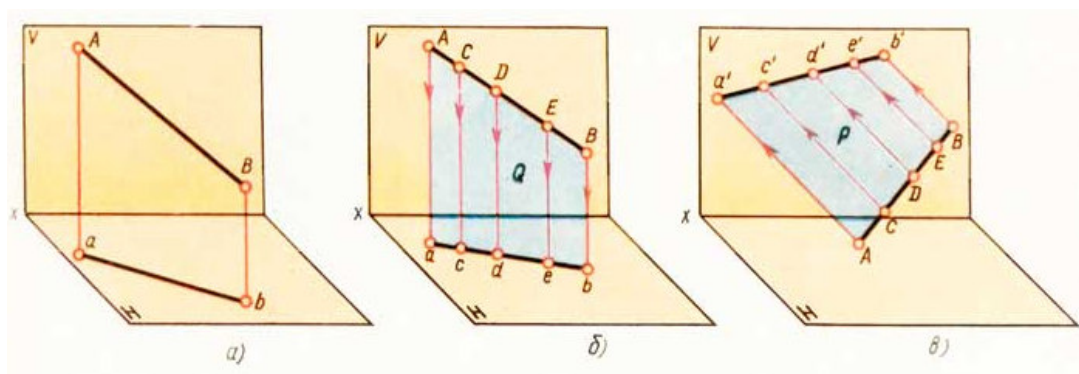
2.1.1 Вопросы к занятию:

1. Проецирование отрезка.
2. Фронтально-проецирующая прямая.
3. Горизонтально-проецирующая прямая.

2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Проецирование отрезка.

Прямая линия AB определяется двумя точками, которые находятся на концах отрезка. Прямоугольную проекцию отрезка AB можно построить следующим образом.



Опустив перпендикуляры из точек и на плоскость H , получим проекции a и b этих точек. Соединив точки a и b прямой линией, получим искомую горизонтальную проекцию отрезка AB .

Если взять на отрезке прямой линии AB точки A, C, D, E, B (рис. б) и из каждой точки опустить перпендикуляры на плоскость H , то совокупность этих перпендикуляров

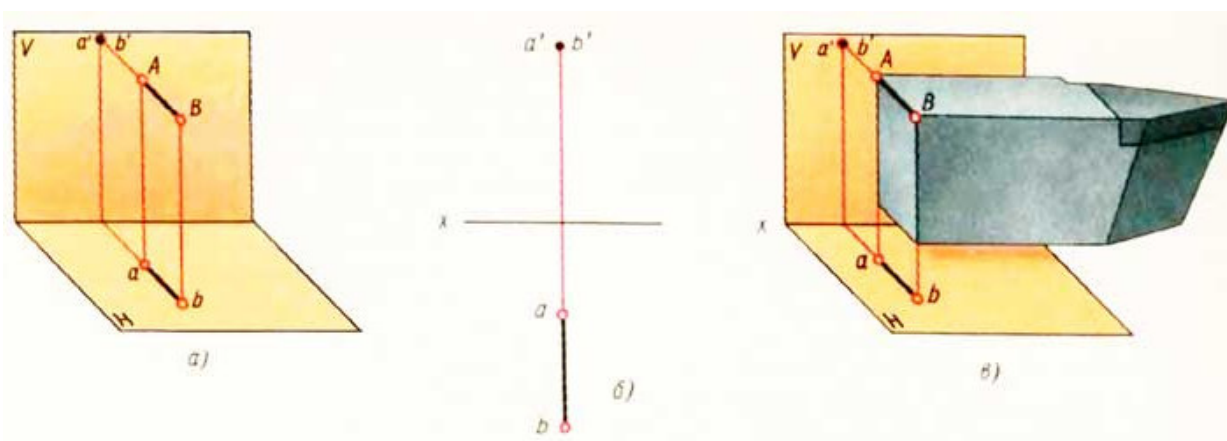
можно рассматривать как плоскость Q , перпендикулярную к плоскости H . Плоскость Q пересечет плоскость H по прямой линии, на которой располагаются точки пересечения всех перпендикуляров с плоскостью H . Так как эти точки являются проекциями точек отрезка AB , то, следовательно, и отрезок ab будет проекцией отрезка AB . Таким образом, проекцию отрезка AB на плоскости H можно получить, если через отрезок AB провести плоскость, перпендикулярную к плоскости H , до их взаимного пересечения. Линия пересечения плоскостей и будет горизонтальной проекцией отрезка AB .

На (рис. в) показано построение фронтальной проекции отрезка AB . Плоскость P перпендикулярна плоскости V .

Рассмотрим различные случаи расположения отрезков прямой линии по отношению к плоскостям проекций H , V и W .

2. Фронтально-проецирующая прямая.

1. Прямая, перпендикулярная к плоскости V , называется фронтально-проецирующей прямой (рис. а).

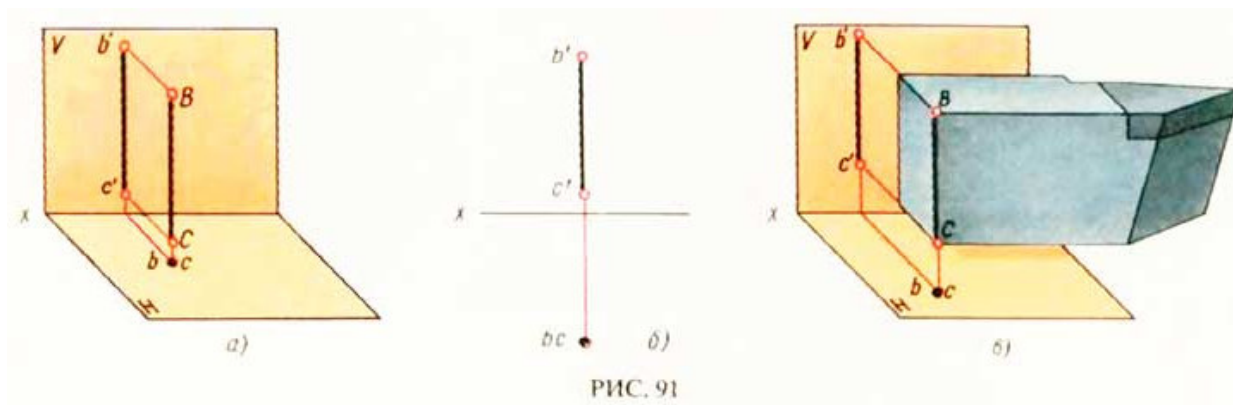


Из комплексного чертежа отрезка AB (рис. 90, б) видно, что горизонтальная проекция ab перпендикулярна к оси x и подлине равна отрезку AB фронтальная проекция $a'b'$ является точкой.

Если, например, резец расположить так, чтобы его длинные ребра были параллельны плоскостям V и H , то ребро AB будет фронтально-проецирующей прямой (рис. 90, в).

3. Горизонтально-проецирующая прямая.

Прямая, перпендикулярная к плоскости H (рис. а), называется горизонтально-проецирующей прямой.



Из комплексного чертежа отрезка (рис. 91, б) видно, что фронтальная проекция $b'c'$ перпендикулярна к оси x и по длине равна отрезку BC , а горизонтальная проекция bc является точкой. Ребро BC резца на рис. 91, в является горизонтально-проецирующей прямой.

2.1.3 Результаты и выводы:

Научились проецировать отрезок прямой линии.

2.2 Практическое занятие №2 (2 часа).

Тема: «Плоскость. Пересечение плоскостей»

2.2.1 Вопросы к занятию:

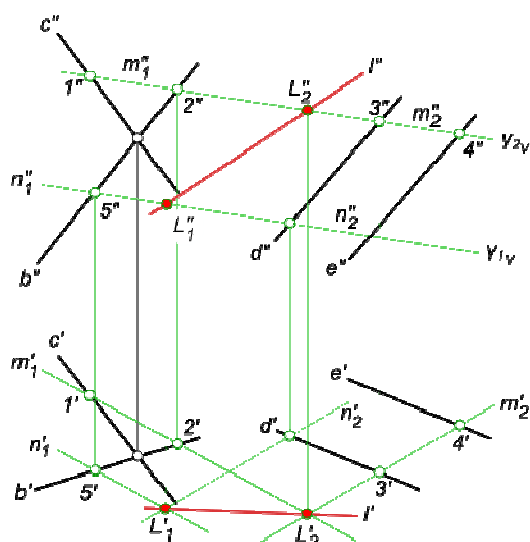
1. Пересечение двух плоскостей.

2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Пересечение двух плоскостей общего положения представляет собой прямую линию, поэтому для ее определения достаточно найти две точки, принадлежащие одновременно каждой из двух заданных плоскостей - так называемые общие точки.

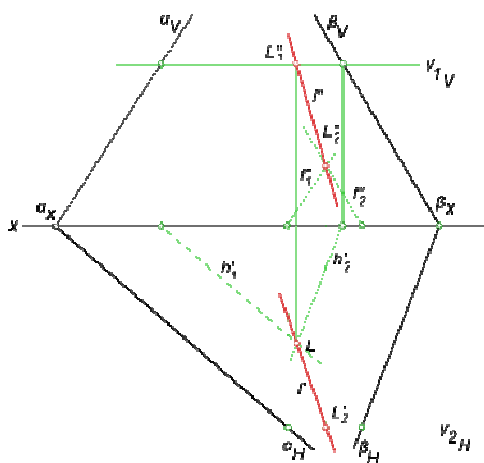
Чтобы найти общие точки, достаточно ввести одну или две вспомогательные секущие плоскости γ_1 и γ_2 .

Найти **пересечение двух плоскостей** общего положения линию l , если плоскости заданы пересекающимися прямыми b c и параллельными прямыми d e .

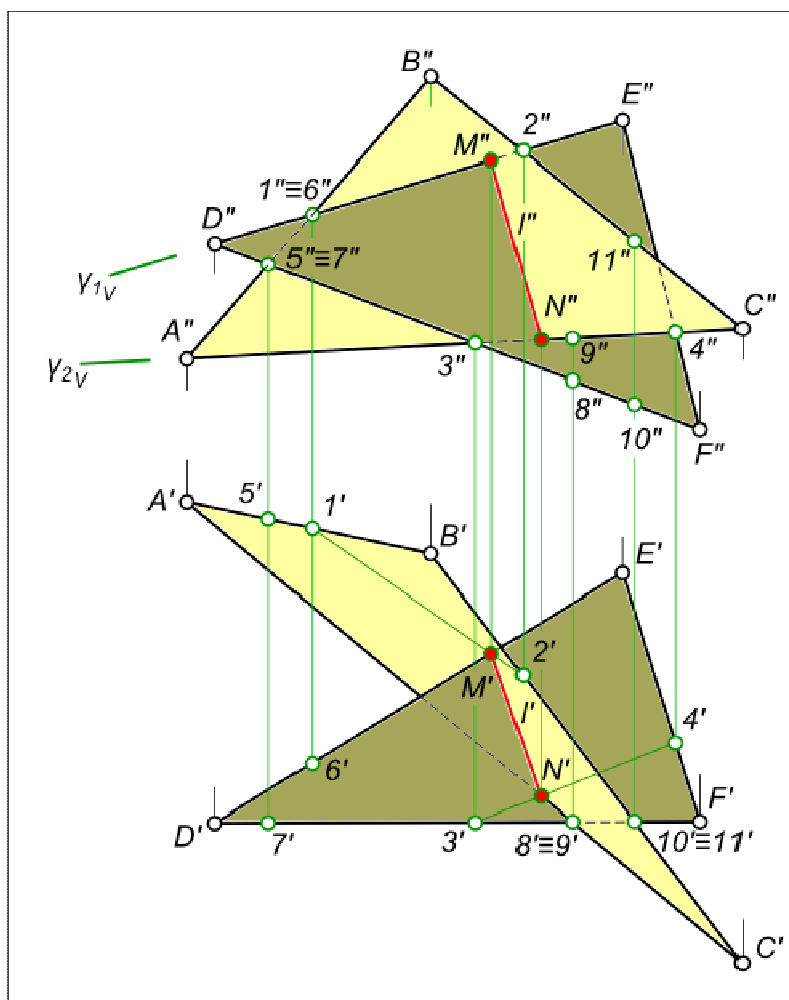


Вспомогательная плоскость γ_1 пересекает заданные плоскости по прямым n_1 и n_2 , которые пересекаясь между собой дают первую точку искомой линии. Вспомогательная плоскость γ_2 пересекает заданные плоскости по прямым m_1 и m_2 , которые пересекаясь между собой дают вторую точку искомой линии. Проведя через найденные точки L_1 и L_2 прямую линию получаем искомое, **пересечение двух плоскостей** - линию l .

Задача на пересечение плоскостей заданных следами α_H, α_V и β_H, β_V .



Пересечение двух плоскостей, заданных треугольниками ABC и DEF .



Вспомогательная плоскость γ_1 пересекает заданные плоскости по прямым $l-2$ и DE , которые пересекаясь между собой дают первую точку искомой линии - точка M . Вспомогательная плоскость γ_2 пересекает заданные плоскости по прямым $3-4$ и AC , которые пересекаясь между собой дают вторую точку искомой линии - точка N . Соединяем точки MN прямой линией получаем искомую линию l пересечения двух плоскостей.

Определение видимости пересекающихся плоскостей на плоскостях проекций выполняем, используя Конкурирующие точки:

- на фронтальной плоскости проекций - $1'' \equiv 6''$; $1'$, $6'$ и $5'' \equiv 7''$; $5'$, $7'$ - будет видна вершина D с прилегающими сторонами до линии пересечения;
- на горизонтальной плоскости проекций - $8' \equiv 9'$; $8''$, $9''$ и $10' \equiv 11'$; $10''$, $11''$ - будет видна вершина C с прилегающими сторонами до линии пересечения.

2.2.3 Результаты и выводы:

Изучили пересечение плоскостей.

2.3 Практическое занятие №3 (2 часа).

Тема: «АксонOMETрические построения»

2.3.1 Вопросы к занятию:

1. Положение осей.
2. Построение фронтальной диметрической и изометрической проекций.
3. Порядок построения.

2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

Построение аксонометрических проекций начинают с проведения аксонометрических осей.

1. Положение осей. Оси фронтальной диметрической проекции располагают, как показано на рис. 85, а: ось x - горизонтально, ось z - вертикально, ось y - под углом 45° к горизонтальной линии.

Угол 45° можно построить при помощи чертежного угольника с углами 45° , 45° и 90° , как показано на рис. 85, б.

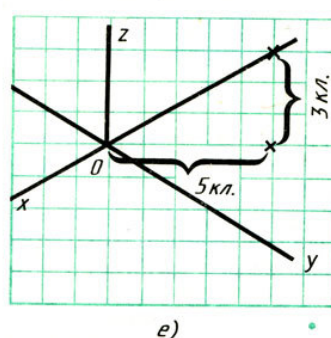
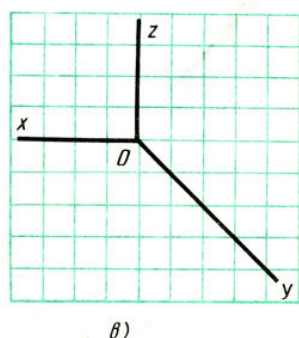
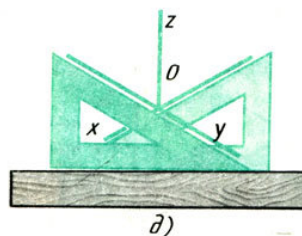
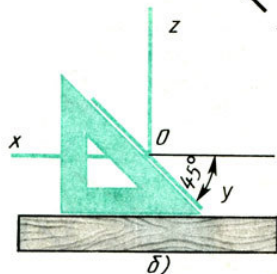
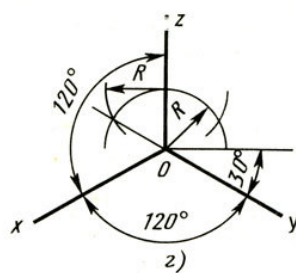
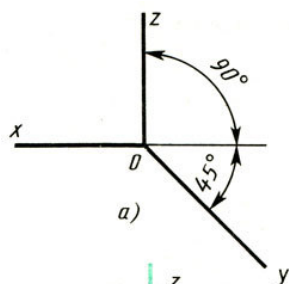
Положение осей изометрической проекции показано на рис. 85, г. Оси x и y располагают под углом 30° к горизонтальной линии (угол 120° между осями). Построение осей удобно проводить при помощи угольника с углами 30° , 60° и 90° (рис. 85, д).

Чтобы построить оси изометрической проекции с помощью циркуля, надо провести ось z , описать из точки O дугу произвольного радиуса; не меняя раствора циркуля, из точки пересечения дуги и оси z сделать засечки на дуге, соединить полученные точки с точкой O .

При построении фронтальной диметрической проекции по осям x и z (и параллельно им) откладывают действительные размеры; по оси y (и параллельно ей) размеры сокращают в 2 раза, отсюда и название "диметрия", что по-гречески означает "двойное измерение".

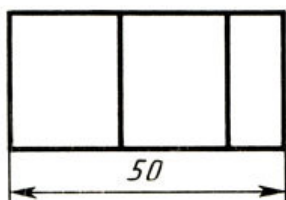
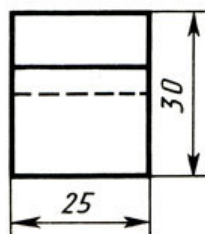
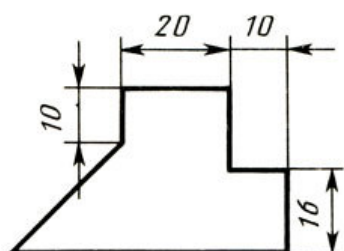
При построении изометрической проекции по осям x , y , z и параллельно им откладывают действительные размеры предмета, отсюда и название "изометрия", что по-гречески означает "равные измерения".

На рис. 85, в и е показано построение аксонометрических осей на бумаге, разлинованной в клетку. В этом случае, чтобы получить угол 45° , проводят диагонали в квадратных клетках (рис. 85, в). Наклон оси в 30° (рис. 85, г) получается при соотношении длин отрезков 3 : 5 (3 и 5 клеток)



2. Построение фронтальной диметрической и изометрической проекций.

Построить фронтальную диметрическую и изометрическую проекции детали, три вида которой приведены на рис. 86.



3. Порядок построения

Порядок построения проекций следующий (рис. 87):

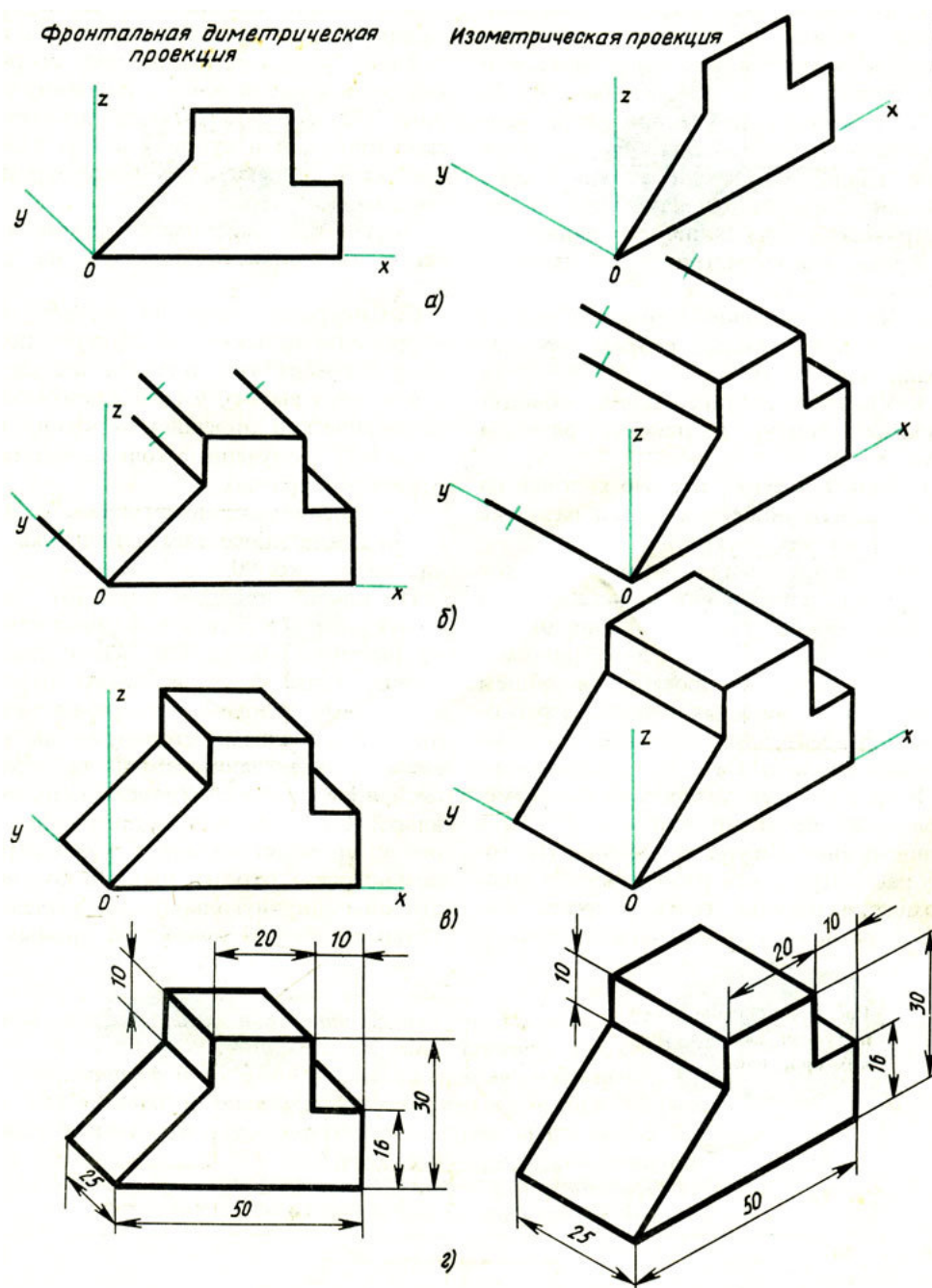
1. Проводят оси. Строят переднюю грань детали, откладывая действительные величины высоты - вдоль оси z , длины - вдоль оси x (рис. 87, а).
2. Из вершин полученной фигуры параллельно оси v проводят ребра, уходящие

вдаль. Вдоль них откладывают толщину детали: для фронтальной диметрической проекции - сокращенную в 2 раза; для изометрии - действительную (рис. 87, б).

3. Через полученные точки проводят прямые, параллельные ребрам передней грани (рис. 87, в).

4. Удаляют лишние линии, обводят видимый контур и наносят размеры (рис. 87, г).

Сравните левую и правую колонки на рис. 87. Что общего и в чем различие данных на них построений?



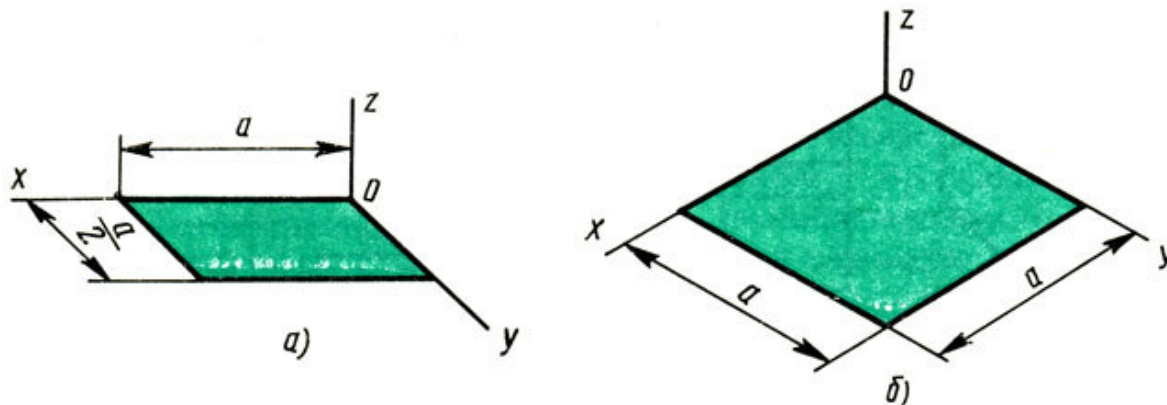
Из сопоставления этих рисунков и приведенного к ним текста можно сделать вывод о том, что порядок построения фронтальной диметрической и изометрической проекций в общем одинаков. Разница заключается в расположении осей и длине отрезков, от-

кладываемых вдоль оси y .

В ряде случаев построение аксонометрических проекций удобнее начинать с построения фигуры основания. Поэтому рассмотрим, как изображают в аксонометрии плоские геометрические фигуры, расположенные горизонтально.

Построение аксонометрической проекции квадрата показано на рис. 88, а и б.

Вдоль оси x откладывают сторону квадрата a , вдоль оси y - половину стороны $a/2$ для фронтальной диметрической проекции и сторону a для изометрической проекции. Концы отрезков соединяют прямыми.



2.3.3 Результаты и выводы:

Изучили аксонометрические построения.

2.4 Практическое занятие № 4 (2 часа)

Тема: «Геометрические построения»

2.4.1 Вопросы к занятию:

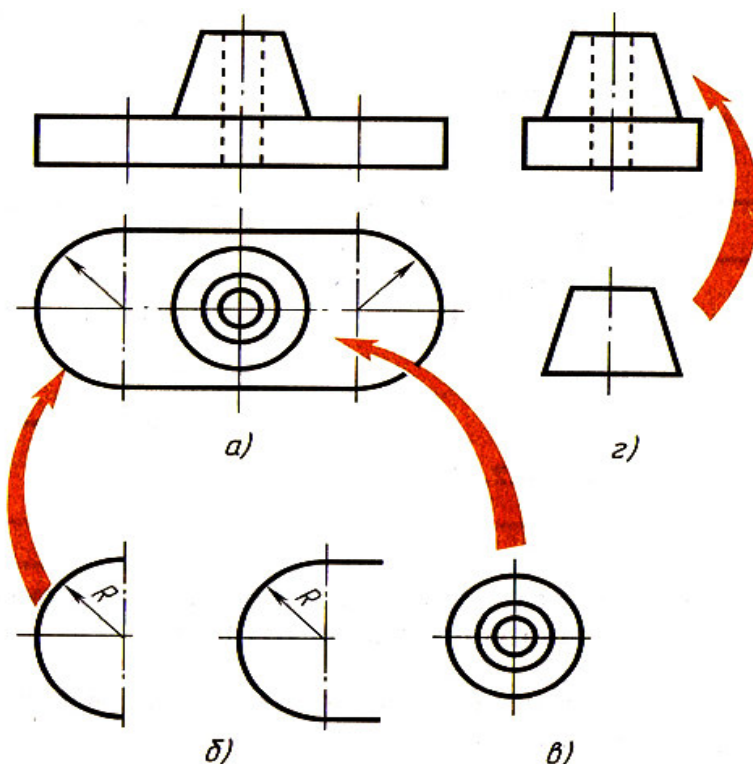
1. Анализ графического состава изображений.
2. Деление окружности на равные части.
3. Применение геометрических построений на практике.

2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

При вычерчивании деталей, построении разверток поверхностей вам приходится выполнять различные геометрические построения, например делить на равные части отрезки и окружности, строить углы, выполнять сопряжения и др.

1. Анализ графического состава изображений.

Прежде чем приступить к выполнению чертежа, надо определить, какие геометрические построения потребуется применить в данном случае. Рассмотрим пример.



На рисунке А приведены три проекции опоры. Чтобы начертить этот предмет, надо выполнить ряд графических построений:

- 1) провести параллельные прямые;
- 2) построить сопряжение (скругление) двух параллельных прямых дугой заданного радиуса (рис. б);
- 3) провести три концентрические окружности (рис. в);
- 4) вычертить трапецию (рис. г).

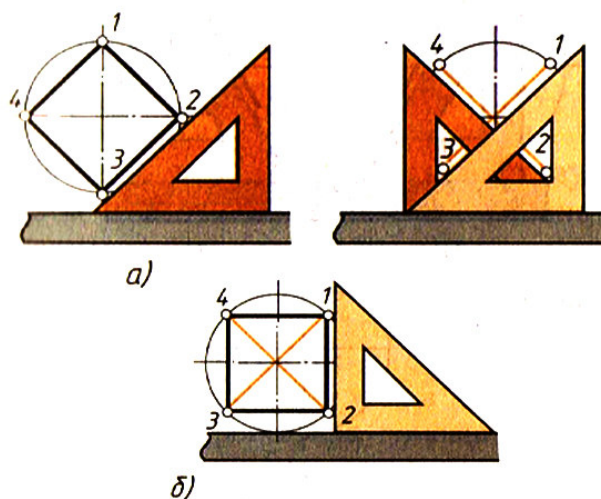
Расчленение процесса выполнения чертежа на отдельные графические операции называется анализом графического состава изображений.

2. Деление окружности на равные части.

Многие детали имеют равномерно расположенные по окружности элементы, например отверстия, спицы и т. д. Поэтому возникает необходимость делить окружности на равные части.

Деление окружности на четыре равные части. Чтобы разделить окружность на четыре равные части, нужно провести два взаимно перпендикулярных диаметра.

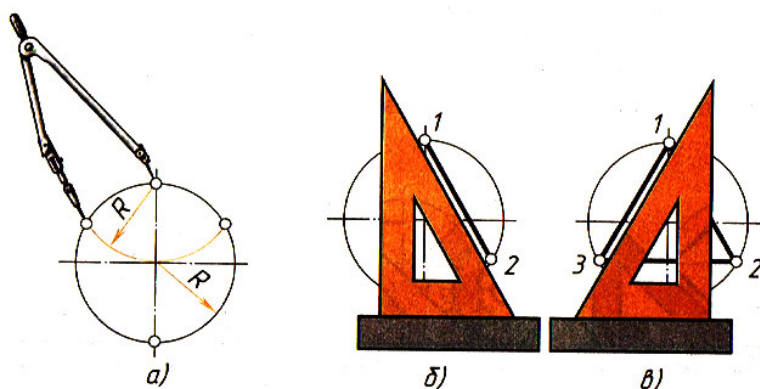
Два случая таких построений показаны на рисунке. На рисунке А диаметры проведены по линейке и катету равнобедренного угольника, а стороны вписанного квадрата — по его гипотенузе. На рисунке Б, наоборот, диаметры проведены по гипотенузе угольника, а стороны квадрата — по линейке и катету угольника.



Деление окружности на три равные части. Поставив опорную ножку циркуля в конце диаметра (рис. а), описывают дугу радиусом, равным радиусу R окружности. Получают первое и второе деление. Третье деление находится на противоположном конце диаметра.

Ту же задачу можно решить с помощью линейки и угольника с углами 30, 60 и 90°. Для этого устанавливают угольник большим катетом параллельно вертикальному диаметру. Вдоль гипотенузы из точки 1 (конца диаметра) проводят хорду, получают второе деление (рис. б). Повернув угольник и проведя вторую хорду, получают третье деление (рис. в).

Соединив точки 2 и 3 отрезком прямой, получают равносторонний треугольник.

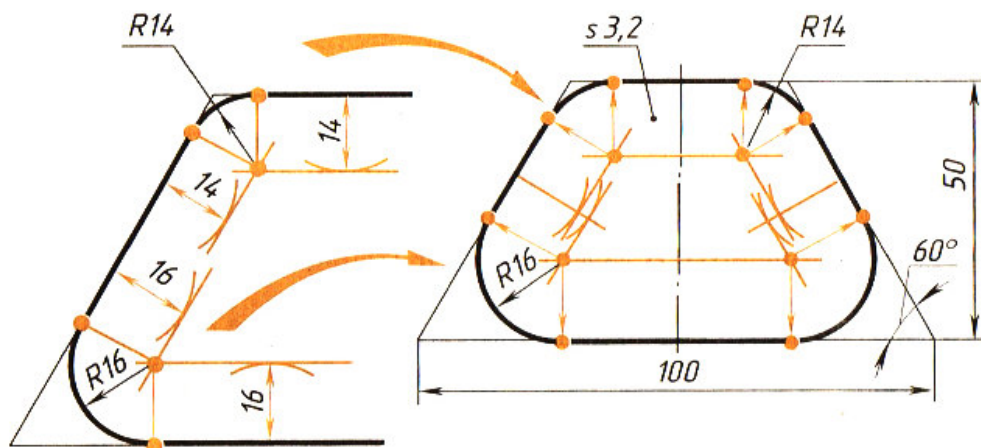


3. Применение геометрических построений на практике.

Чтобы изготовить из металлического листа деталь, например шаблон, изображенный на рисунке 130, надо прежде очертить на металле его контур, т. е. сделать разметку. Между выполнением чертежа и разметкой много общего.

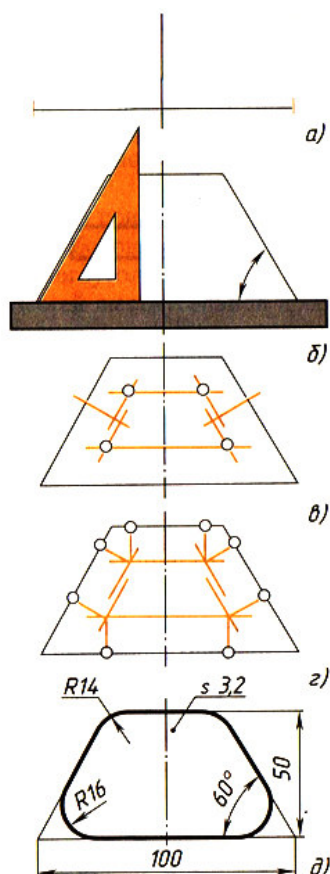
При выполнении чертежа или разметки надо определить, какие геометрические построения следует при этом применить, т. е. провести анализ графического состава изображений. Слева на рисунке показаны эти построения.

В результате анализа устанавливаем, что вычерчивание контура шаблона складывается в основном из построения угла 60° и сопряжений острого и тупого углов дугами заданных радиусов.



Правильная последовательность построения чертежа показана на рисунке. Сначала проводят те линии чертежа, положение которых определяется заданными размерами и не требует дополнительных построений, а затем строят сопряжения.

Таким образом, построение ведут в такой последовательности. Вначале проводят осевую линию и прямую, на которой лежит основание шаблона (рис. а). На этой прямой вправо и влево от осевой линии откладывают половину длины основания, т. е. по 50 мм. Затем строят углы 60° и проводят прямую параллельно основанию на расстоянии 50 мм от него (рис. б). После этого находят центры и точки сопряжений (рис. в и г). В заключение проводят дуги сопряжений. Обводят видимый контур и наносят размеры (рис. д).



2.4.3 Результаты и выводы:

Изучили геометрические построения.

2. 5 Практическое занятие № 5 (2 часа)

Тема: «Способы соединения деталей»

2.5.1 Вопросы к занятию:

1. Болтовое соединение
2. Шпильчного соединения
3. Винтовое соединение

2.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

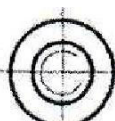
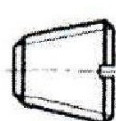
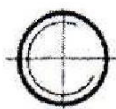
1. Болтовое соединение

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

но равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (черт. 1, 2);



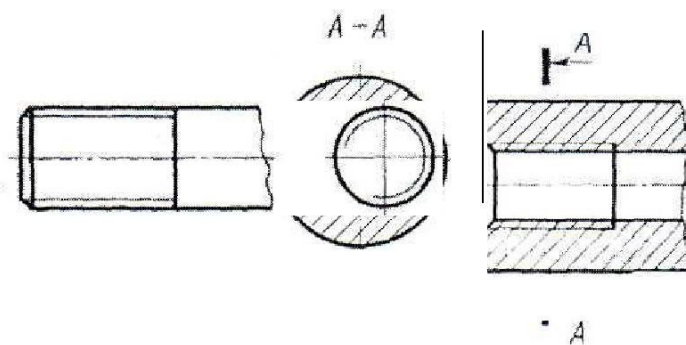
Черт.1

Черт.2

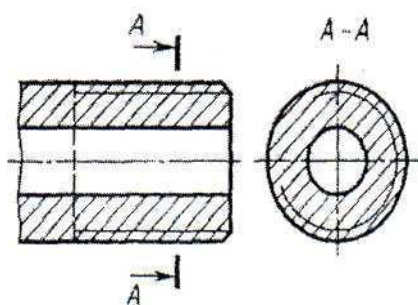
б) в отверстии - сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными топкими линиями - по наружному диаметру.

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 сбega). 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.

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

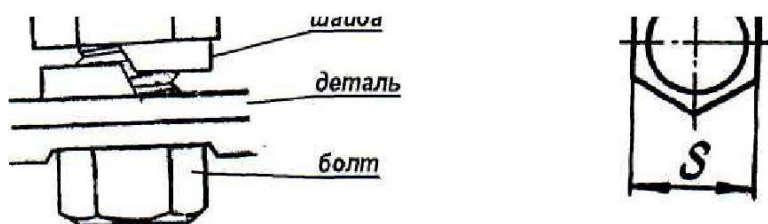


Рис.1

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. 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.)

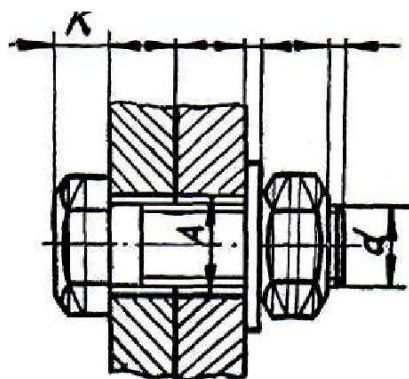


Рис.2

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.

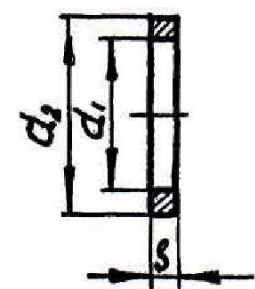
Гайки навинчивают на резьбовой конец болта или шпильки. При завинчивании гайки соединяемые детали зажимаются между гайкой и головкой болта. По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными и круглыми. Гайки изготавливаются нормальной, повышенной и грубой точности. Наиболее употребительны шестигранные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

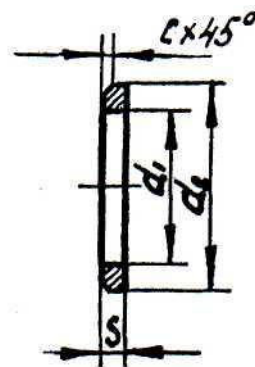
б) если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задиrow при затяжке гайки ключом;

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).



$$d_w = (0,9 - 0,955)$$

Исполнение 1



Исполнение 2

Рис. 4

2. 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_i 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 величины:

$l_j = d$ - для стальных, бронзовых и латунных деталей (ГОСТ 22032-76, 22033-78);
 $l_j = 1,25d$ - для чугунных деталей (ГОСТ 22036-76, 22037-76); $l_j = 2d$ - для деталей из легких сплавов (ГОСТ 22038-76 ГОСТ 22041-76) (d - наружный диаметр резьбы). Резьбовой конец шпильки l_0 называется просто резьбовым 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_1 высотой гайки, толщиной шайбы.

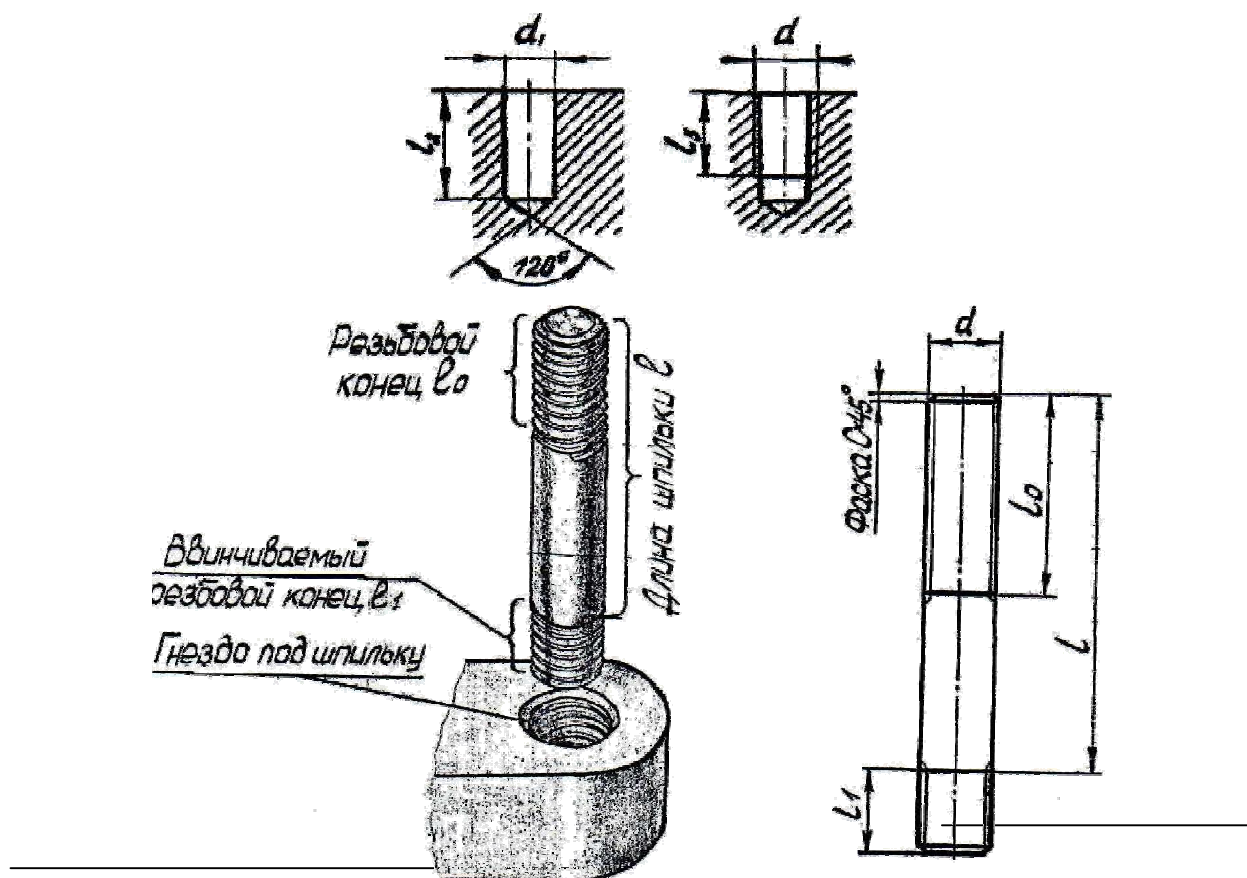


Рис. 7

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 шпильчатого 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). Отверстие заканчивается с конической поверхностью с углом конуса 120° .

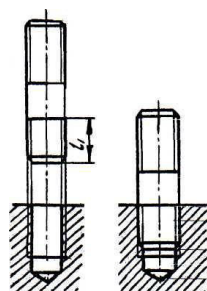


Рис. 8

3. Винтовое соединение

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. На рис 11 приведены чертежи этих винтов. Винты можно вычертить по параметрам, рекомендуемым стандартом или по относительным размерам.

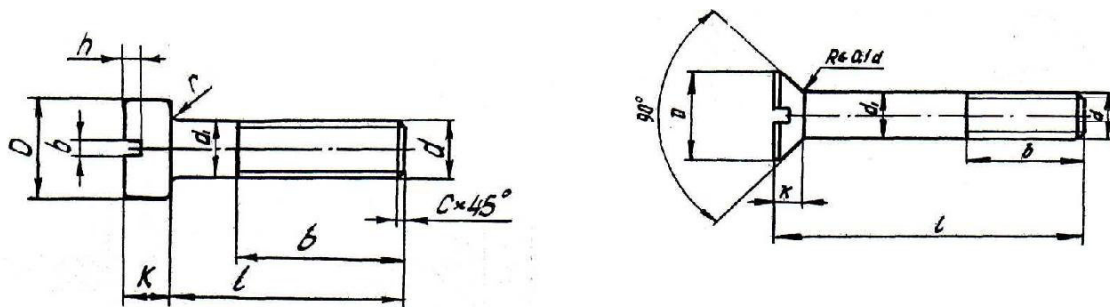


Рис.11

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.

2.5.3 Результаты и выводы:

Изучили способы соединения деталей.

2.6 Практическое занятие №6 (2 часа)

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

2.6.1 Вопросы к занятию:

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

2.6.2 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 обо-

значений, 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.

2.6.3 Результаты и выводы:

Изучили требования к выполнению и оформлению электрических принципиальных схем.

2.7. Практические занятия №7 (2 часа)

Тема: «Требования к выполнению и оформлению перечней элементов к схемам электрическим принципиальным»

2.7.1 Вопросы к занятию:

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

2.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

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 вида схем	Код
Электрические	Э
Гидравлические	Г

Пневматические	П
Газовые	Х
Кинематические	К
Вакуумные	В
Оптические	Л
Энергетические	Р
Деления	Е
Комбинированные	С

Таблица 6.2 – Типы схем

Наименование типа схем	Код
Структурные	1
Функциональные	2
Принципиальные (полные)	3
Соединений (монтажные)	4
Подключения	5
Общие	6
Расположения	7
Объединенные	0

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 принципиаль-

ная 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.

2.7.3 Результаты и выводы:

Изучили требования к выполнению и оформлению перечней элементов к схемам электрическим принципиальным.

2.8 Практические занятия №8, 9 (4 часа)

Тема: «Позиционные обозначения элементов на схемах»

2.8.1 Вопросы к занятию:

1. Построение чертежа схемы цифровой вычислительной техники

2. Составление перечня элементов схемы

2.8.2 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:

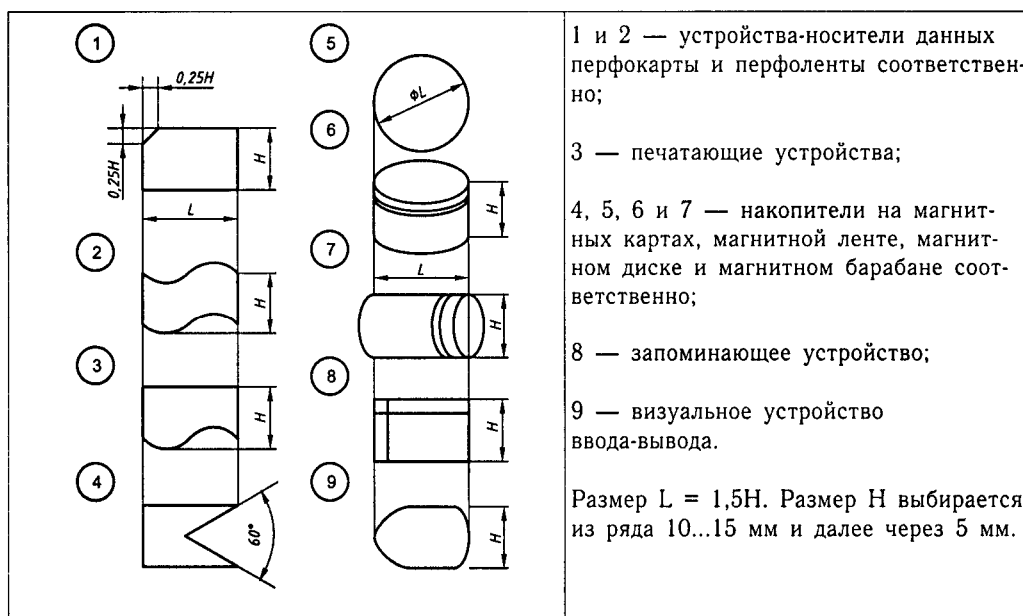


Рисунок 5.13 — УГО для структурных схем вычислительной техники

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.

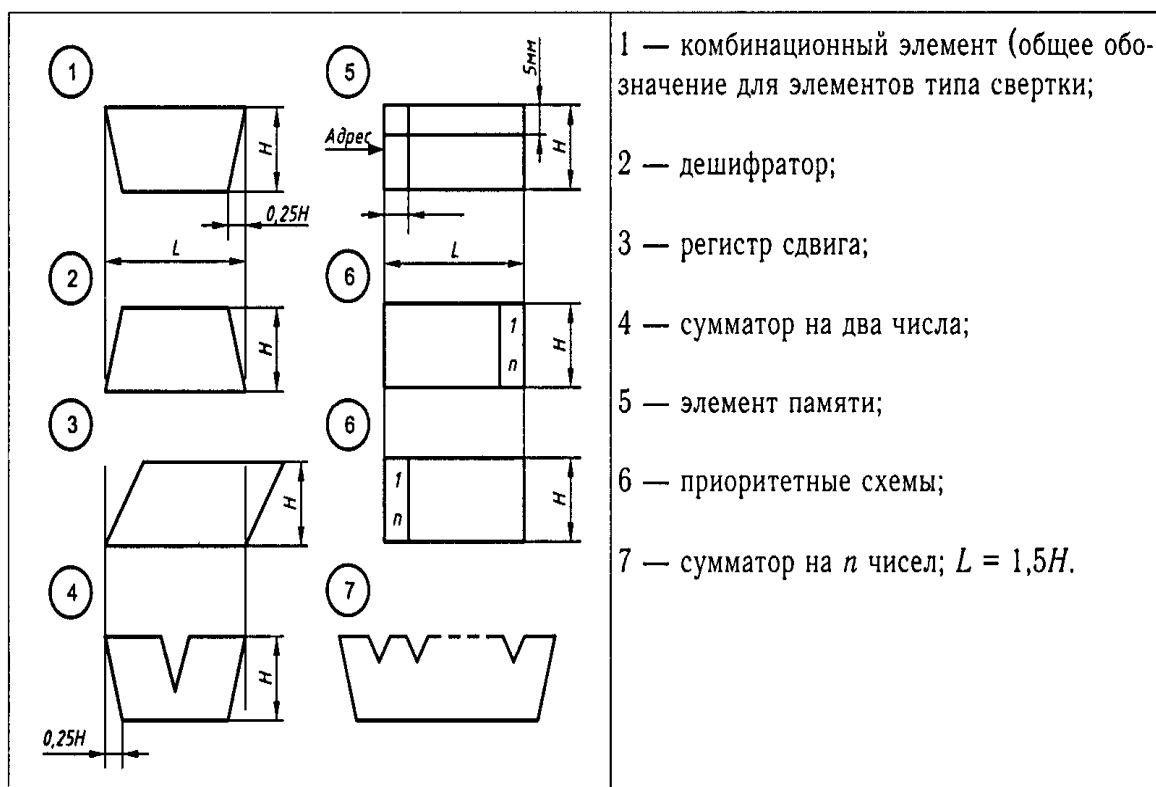


Рисунок 5.14 — УГО для функциональных схем вычислительной техники

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° ;
- 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 логическим операциям, 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 вертикальные 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.

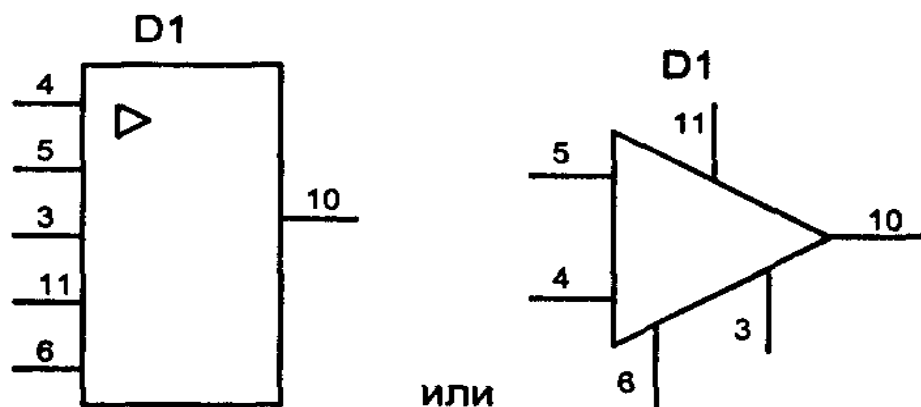


Рисунок 5.15 — Условные изображения операционного усилителя микросхемы К553УД2

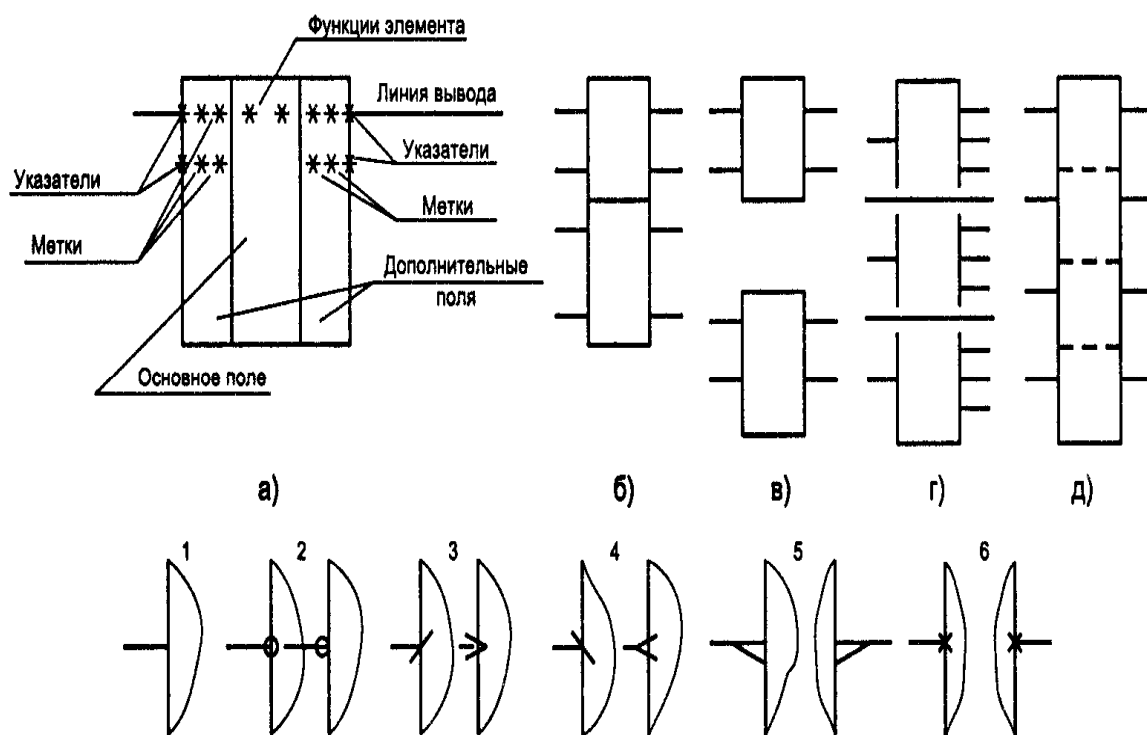


Рисунок 5.16 — УГО логических элементов цифровой и аналоговой вычислительной техники

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.

2.8.3 Результаты и выводы:

Изучили позиционные обозначения элементов на схемах.