

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна  
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета  
Дата подписания: 23.09.2023 17:44:52  
Уникальный программный ключ:  
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8e1961

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске**  
**Колледж института сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Специальности СПО 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы**

Методические указания для практических занятий по дисциплине «Инженерная графика» составлены в соответствии с ФГОС СПО. Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы».

Рассмотрены на заседании ПЦК ИСТиД (филиал) СКФУ в г. Пятигорске  
Протокол №\_8\_от\_12.03\_\_\_2020 г.

Составитель



Т.В. Икаева

Директор



З.А. Михалина

## **Цели и задачи**

Выполнение студентами практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;
- на формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- на развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и т.д.
- на выработку, при решении поставленных задач таких профессионально значимых, качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений.

В соответствии с ведущей дидактической целью, содержанием практических работ является решение разного рода задач: выполнение чертежей, работа с измерительными инструментами, работа с нормативными документами, справочниками, составление проектной документации.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Практические занятия могут носить:

- репродуктивный характер. При их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература;
- частично поисковый характер (студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий). Это требует от студента выбора способа выполнения работы в инструктивной и справочной литературе;

Формы организации студентов на практических занятиях:

- фронтальная (все студенты выполняют одну и ту же работу)
- групповая (по 2-5 человек)
- индивидуальная (1 человек).

## **ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ.**

**Перечень приспособлений, принадлежностей, материалов, необходимых для выполнения работ:**

чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, набор лекал, транспортир, готовальня.

1. Все чертежи должны выполняться в соответствии со стандартами единой системы конструкторской документации и отличаться четким и аккуратным оформлением.
2. Тонкие линии чертежа рекомендуется выполнять карандашами твердости 2Т и Т, а для линий обводки - карандашами твердости ТМ, М. Возможны отступления от указанных норм, в зависимости от качества бумаги. Линии обводки должны быть четкими, немного вдавленными в бумагу. Их выполняют карандашом, и заточенным в длину 20-25мм, и конической формы грифелем. Перед началом работы необходимо организовать рабочее место, привести в порядок и состояние чистоты инструменты, разместить чертежную доску под углом 15-20° к горизонту, пособия и учебники расположить справа, осветительный прибор - слева. С помощью инструментов линии следует проводить слева направо и снизу вверх.
3. Чертежи практических работ выполняют на листах чертежной бумаги. Стандартные размеры форматов листов чертежей определены ГОСТ 2.301-68 и имеют следующие обозначения и размеры сторон (табл.1), (рис.1):

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Табл.1

В соответствии с ГОСТ 2.104-68 чертёж имеет рамку на расстоянии от левой границы формата 20мм, от трех других сторон - на 5мм. Рамка выполняется сплошной основной линией. Левое поле чертежа используется для брошюровки в альбом. Чертеж сопровождается основной надписью, которую располагают в правом нижнем углу (рис.20).

На листе формата А4 (210x197мм) основную надпись располагают только вдоль короткой его стороны.

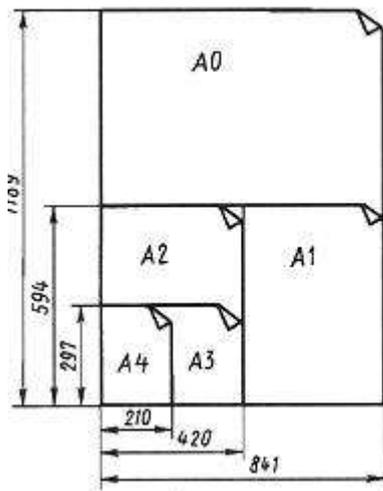


Рис. 1. Схема построения форматов

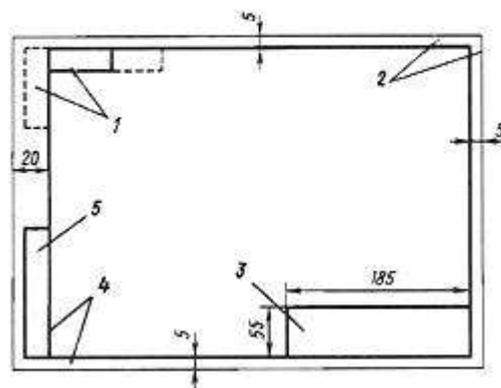


Рис. 2. Оформление чертежа рамкой, основной надписью и дополнительными графами: 1 — обозначение документов, 2 — границы формата, 3 — основная надпись, 4 — рамка чертежа, 5 — кивентарные номера и подписи



Рис. 3. Основная надпись технических чертежей

Форма и содержание основной надписи (ГОСТ 2.104-68) приведены на рисунке 3..

В учебном заведении в графах основной надписи указывают: в листах разделов курса 1 и 2 - наименование чертежа; раздела 3 - наименование изделия; 2 - обозначение чертежа, которое включает индекс раздела курса (ГЧ-1 раздел, ПЧ-2 раздел, МЧ-3 раздел), номер задания и номер варианта в двузначном представлении; 3 - в разделах 1 и 2 не заполняют, в разделе 3 - материал изделия; 6 - масштаб; 7,8 - номер листа и количество листов; 9 -

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 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:20; 1:40; 1:50; 1:100  
Начинать работу над чертежом необходимо с его разметки: нанесение основных изображений в целях равномерного заполнения поля чертежа. Все линии при этом выполняют тонкими, чтобы легко было удалить их резинкой. Затем проводят оси симметрии, центровые линии. Проводят линии контура и прочерчивают отдельные элементы изображения (пазы, отверстия и т.п.), затем - выносные и размерные линии. Выполняют штриховку и надписи.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

### Тема 1. Правила оформления чертежей

#### Выполнение титульного листа.

**Цель работы:** Изучение построения чертежного шрифта по ГОСТ 2.304-81; приобретение навыков построения букв и цифр в соответствии со стандартом; освоение выполнения надписей.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Все надписи на чертежах и других технических документах всех отраслей промышленности и строительства должны выполняться чертежным шрифтом. Размер шрифта  $h$  определяет высоту (в мм) прописных букв, которая измеряется перпендикулярно основанию строки. Высота строчных букв  $с$  определяется из отношения их высоты к размеру шрифта (например,  $с=7/10$ ).

По отношению к высоте прописных букв определяются и все прочие параметры шрифта:  $g$  - ширина буквы;  $d$  - толщина линии шрифта; ( $d=l/10h$ );  $a$  - расстояние между буквами;  $b$  - минимальный шаг строк;  $e$  - минимальное расстояние между словами. ГОСТ 2.304-81 устанавливает два типа шрифта: тип А и тип Б с наклоном и без наклона.

Минимальным расстоянием между словами, разделенными знаками препинания, является расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом

В настоящем пособии рассмотрен шрифт типа Б с наклоном  $75^\circ$  (рис.1.1). Этот шрифт и рекомендуется для выполнения надписей на чертежах. Шрифт размером 1,8 применять следует только в исключительных случаях. При изучении шрифта рекомендуется сгруппировать буквы по конструктивным элементам. Сначала стоит освоить написание букв только с прямолинейными элементами (Г, П, Ш и т.п.), затем с прямолинейными элементами и закруглениями (Ч, С, Э и т.п.), далее буквы, включающие элемент буквы О (Ю, У, а, р. и т.п.) т.д. При анализе конструкции букв и цифр необходимо проследить и их ширину. Например, по своей ширине прописные буквы, включая отрезки, распределяются так:

5/10 (ширина букв составляет 5 клеток по горизонтали) - Г, Е, З, С; 6/10 (6 клеток) - Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я; 7/10 (7 клеток) - Д, М, Х, Ы, Ю;

8/10 (8 клеток) - Ж, Ф, Ш, Ь; 9/10 (9 клеток) - Щ.



Рис.1.1

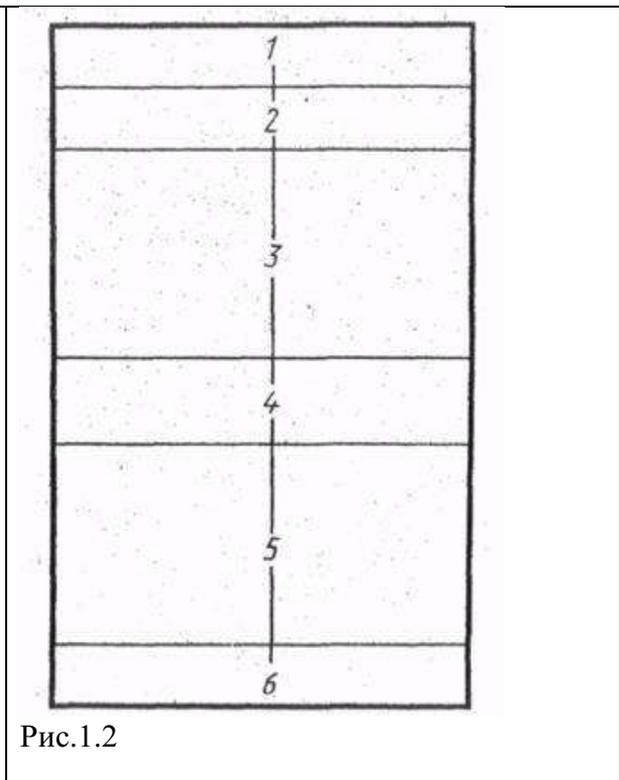


Рис.1.2

Шрифт типа Б с наклоном

\* Применять при необходимости отличить от буквы «Ч».

\*\* Римские цифры допускаются ограничивать горизонтальными линиями.

Примечание:

Расстояние между двумя буквами, соседние линии которых непараллельные между собой, может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину  $d$  линии шрифта.

Пример выполнения задания



**Ход работы:**

1. На листе формат А4 выполнить рамку. Титульный лист включает (рис.1.2): поле 1 - наименование колледжа; 2 - не заполнять; 3 - наименование документа; 4 - фамилия преподавателя; 5 - данные об учащемся и его подпись; 6 - город и год выполнения работы (без указания слова год). Данная форма титульного листа отвечает ГОСТ 2.105-79. Надписи в зонах 4, 5, 6 выполняются шрифтом размера 5, в зоне 1, 3 размером 10

2. Ответить на вопросы

1. Сколько типов шрифтов существует?

2. Чем отличается выполнение надписей на чертежах от обычного письма?

3. Что определяет размер шрифта?

## Практическая работа №2

### Тема 2. Основные правила нанесения размеров на чертежах

#### Нанесение размеров на чертежах деталей простой конфигурации

**Цель работы:** Изучение основных правил нанесения размеров на чертежах по ГОСТ 307-68; приобретение навыков в выполнении геометрических построений, закрепление навыков работы с чертежными инструментами и оформления чертежа.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Правила нанесения размеров установлены ГОСТ 2.307 68\*. Размеры на чертежах указывают размерными линиями. Размерные линии ограничивают стрелками, которые острием касаются выносных линий, линий контура, осевых линий. Выносная линия выступает за стрелку на 1-3 мм. Размерную линию проводят параллельно отрезку, размер которой указывают, по возможности, вне контура изображения. Расстояние от размерной линии до контура и между параллельными размерными линиями должно быть 8-10мм. Размерные линии не должны быть продолжением линий контура, центровых осевых и выносных линий. Все перечисленные линии не должны быть использованы в качестве размерных. Размерные линии не должны пересекаться с выносными, поэтому меньшие размеры наносят ближе к линиям контура, а большие - дальше.

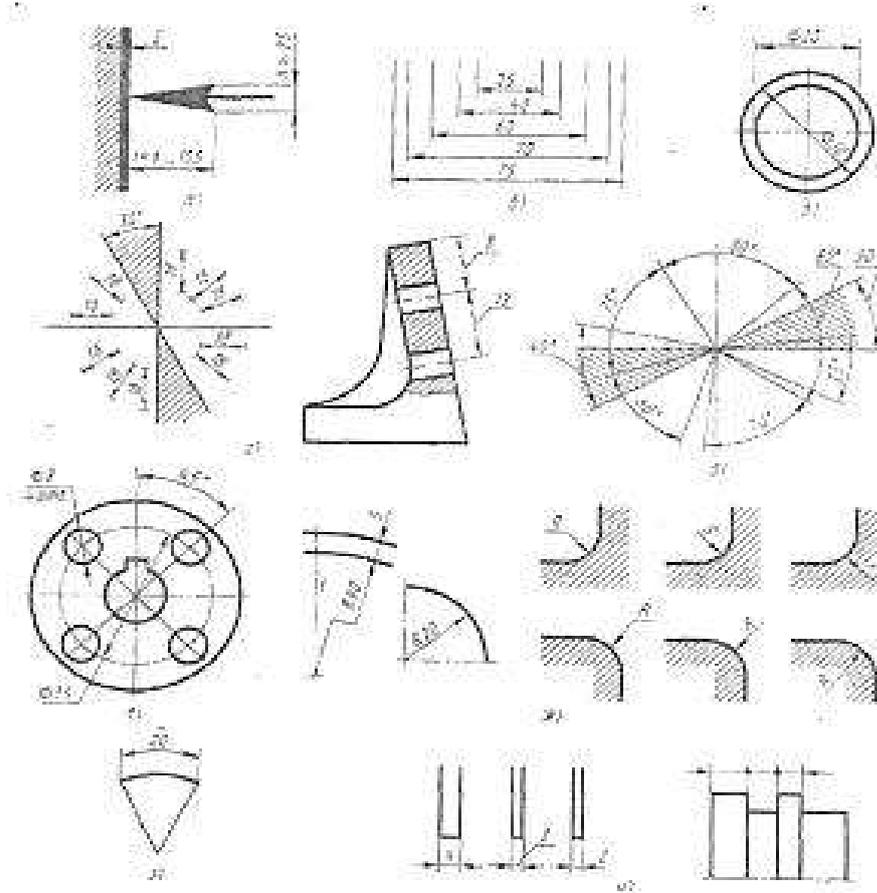


Рисунок 2.3. Правила нанесения размеров

а- форма и размеры стрелки, б- параллельные размерные линии, в- при недостатке места для стрелки, линии возле него прерывают, г- расположение размерных чисел при наклонных размерных линиях, д- угловые размеры, е- повторяющиеся элементы, ж-

нанесение радиусов, 3- нанесение размеров дуги, и- нанесение размеров при недостатке места.

Форма стрелки и её размеры выдерживаются на чертеже одинаковыми. Каждый размер указывается только один раз. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к её середине. Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единиц. Угловые единицы указывают на чертеже и градусах ( $^{\circ}$ ), минутах ( $'$ ) и секундах ( $''$ ). Ни в коем случае рабочий не должен производить измерения масштабной линейкой недостающих размеров по чертежу. Правила нанесения размеров на эскизах и рабочих чертежах деталей регламентированы в ГОСТе. Для обозначения диаметра перед размерным числом наносят знак  $\varnothing$ , для обозначения радиуса - R, размеров квадратных элементов - □. Размерную линию при указании величины углов проводят в виде дуги с центром в вершине угла.

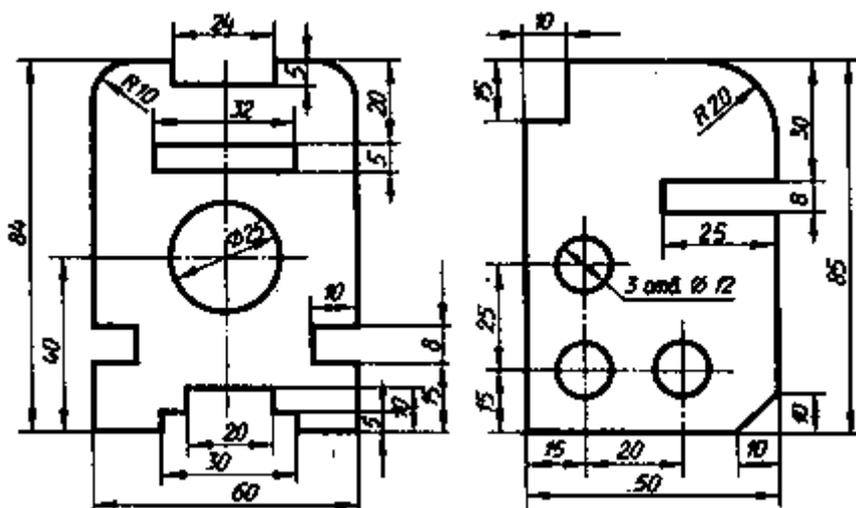
#### Ход работы:

1. Перечертить прокладку и пластину, определяя размеры по клеткам. Сторона клетки равна 5 мм. Проставить размеры.

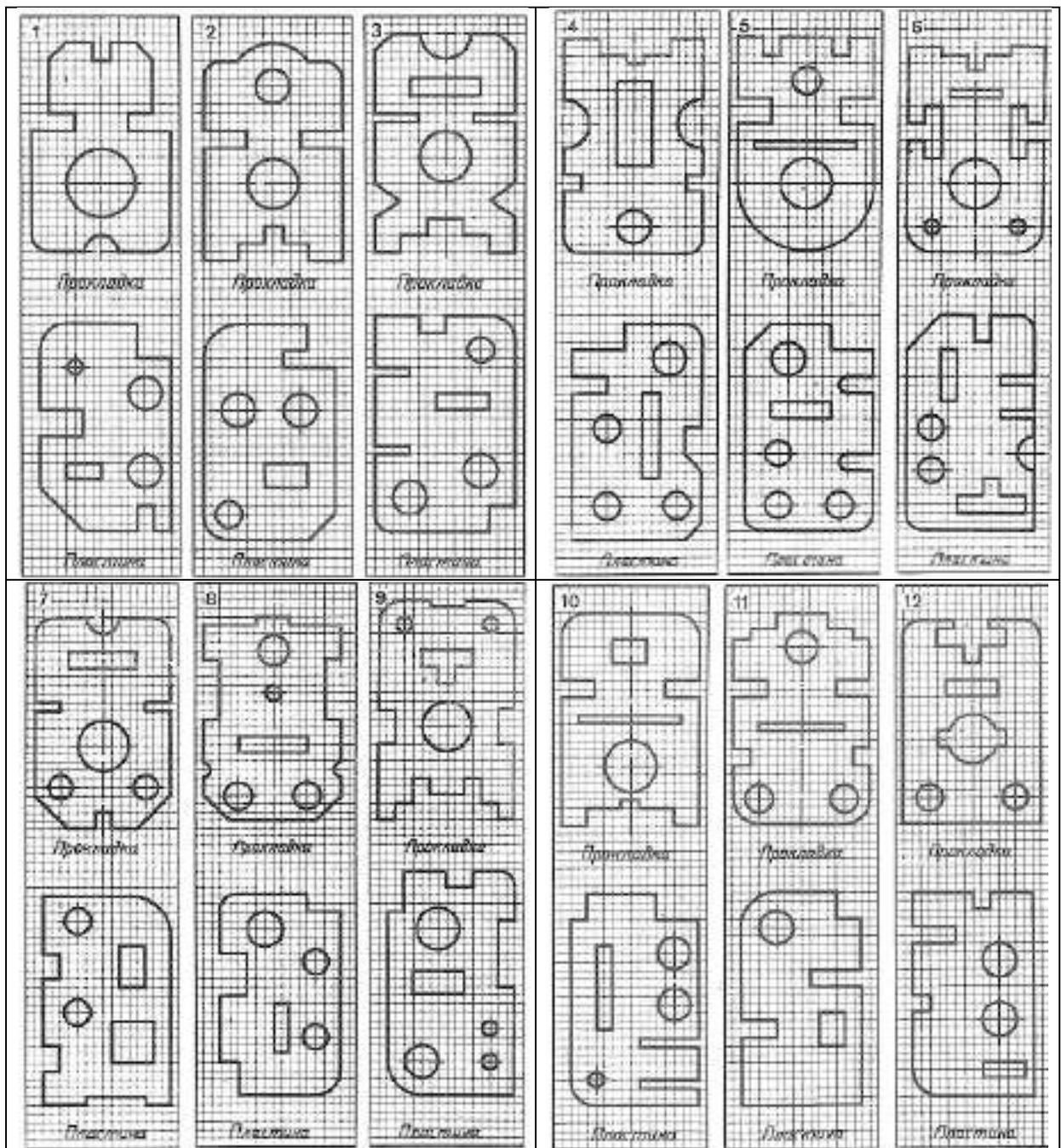
В каждом варианте дано по два примера, которые позволяют проработать основные принципы нанесения размеров на симметричную и несимметричную детали. Чертежи выполнены на клетчатом фоне. Для определения размеров детали считать сторону клетки равной 5 мм. Размеры проставлять с точностью до 1 мм. При выполнении особое внимание нужно обратить на нанесение размеров отдельных элементов прокладки и пластины (прямоугольных вырезов и пазов; цилиндрических и прямоугольных отверстий; скруглений т. п.). При этом нужно решить следующие вопросы: какими размерами можно определить форму того или иного элемента; его местоположение по отношению к какой-то выбранной базе или другому элементу; как расставить размеры всех элементов на чертеже, как скомпоновать их; при этом нужно стремиться к тому, чтобы размеры одного и того же элемента были сосредоточены в одном месте (для удобства чтения) там, где этот элемент и его расположение наиболее наглядно и удобно читаются.

Полезно рассмотреть и сравнить различные варианты нанесения размеров одного и того же, элемента и понять разницу в нанесении размеров некоторых элементов на деталях, имеющих ось симметрии и не имеющих ее (рис.). Такой подход к нанесению размеров приучает с самого начала изучения предмета анализировать изображаемые формы, разлагать их на простейшие составные элементы, а это очень важно, так как выполнение различных изображений по заданным размерам часто делается механически, без представления того, какие размеры заданы и почему.

#### Пример выполнения задания



Варианты заданий к работе.



2. Ответить на вопросы:

1. Чему равны габаритные размеры контура детали, изображенной на чертеже? Проведите подсчет этих размеров.
2. В каких единицах указываются линейные размеры?
3. Какие линии не должны быть использованы в качестве размерных?
4. Каким должно быть расстояние от размерной линии до контура и между параллельными размерными линиями?
5. Где располагают размерные числа?
6. Что такое масштаб?
7. Чем отличается нанесение размеров на деталях, имеющих ось симметрии и не имеющих ее?
8. Какие вспомогательные знаки используются при простановке размеров?

## Практическая работа №3

### Тема3. Геометрические построения и приемы вычерчивания контуров технической детали

#### Построение плоской детали.

**Цель работы:** Изучение правил деления окружности на равные части, методы построения сопряжений, основные правила нанесения размеров на чертежах по ГОСТ 307-68; приобретение навыков в выполнении сопряжений, закрепление навыков работы с чертежными инструментами и оформления чертежа.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Геометрические построения — это способ решения задачи, при котором ответ получают графическим путем, например рис. 3.1.

Построения выполняют чертежными инструментами при максимальной точности и аккуратности работы, так как от этого зависит правильность решения.

Условия задач и вспомогательные построения выполняют сплошными тонкими линиями.

Другой способ - это способ хорд. Длину хорды, которую откладывают на заданной окружности, определяют умножением ее на коэффициент  $k$ . Значения этого коэффициента для числа делений до 10 приведены в таблице 3.1.

	<p>Таблица 3.1 Значение коэффициентов.</p> <table border="1"><thead><tr><th>Число делений</th><th><math>k</math></th></tr></thead><tbody><tr><td>3</td><td>0,866</td></tr><tr><td>4</td><td>0,707</td></tr><tr><td>5</td><td>0,588</td></tr><tr><td>6</td><td>0,500</td></tr><tr><td>7</td><td>0,434</td></tr><tr><td>8</td><td>0,383</td></tr><tr><td>9</td><td>0,342</td></tr><tr><td>10</td><td>0,309</td></tr></tbody></table>	Число делений	$k$	3	0,866	4	0,707	5	0,588	6	0,500	7	0,434	8	0,383	9	0,342	10	0,309
Число делений	$k$																		
3	0,866																		
4	0,707																		
5	0,588																		
6	0,500																		
7	0,434																		
8	0,383																		
9	0,342																		
10	0,309																		

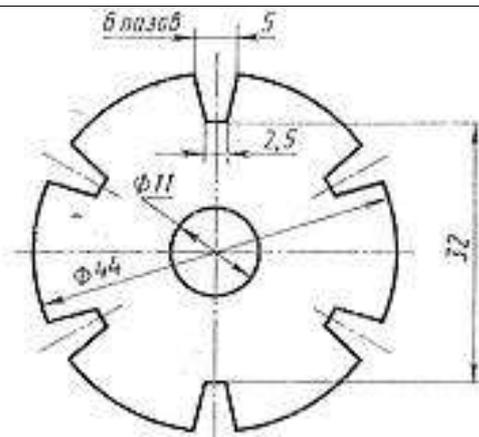
Рис. 3.1

Выбор рационального способа решения задачи сокращает время, затрачиваемое на работу. Деление окружности на равные части приведено на рисунке 3.1. Эту задачу решают с помощью циркуля и угольников.

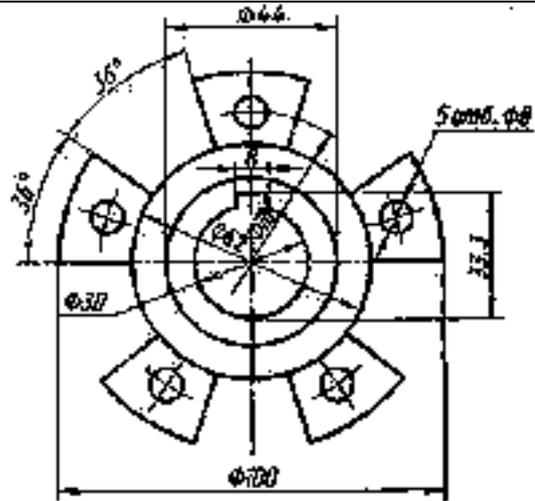
#### Ход работы:

1. Вычертить контур плоской детали, ответить на контрольные вопросы к чертежу. Отчет о выполненной работе студенты представляют в письменном виде рабочей тетради. Некоторые ответы можно заменить графическим изображением.

#### Варианты заданий к работе.

<p><b>Задание 1.</b> Масштаб чертежа 2:1. Наименование детали — Прокладка. Материал — Ст3 ГОСТ 380-71.</p> <p>Контрольные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?</li> <li>2. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу?</li> <li>3. Сколько плоскостей можно определить по чертежу?</li> <li>4. Какими размерами определя-</li> </ol>	 <p>ются шесть пазов у детали?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Приведите все способы деления окружности на шесть равных частей.</li> <li>6. Какими линиями выполняют вспомогательные построения?</li> </ol>
<p><b>Задание 2.</b> Масштаб чертежа 1:1. Наименование детали — Храповик. Материал — сталь - 40 ГОСТ 1050-74.</p> <p>Контрольные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?</li> <li>2. Зависит ли нанесение размеров на чертеже от масштаба?</li> <li>3. Какие габаритные размеры детали может определить по чертежу?</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Сколько плоскостей можно определить по чертежу?</li> <li>5. Расскажите о всех способах деления окружности на восемь равных частей.</li> <li>6. Какие линии необходимо применить для выполнения данного чертежа?</li> </ol>
<p><b>Задание 3.</b> Масштаб чертежа 1:1. Наименование детали — Зубчатка. Материал — сталь 45 ГОСТ 1050-74.</p> <p>Контрольные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?</li> <li>2. Какой стандарт предусматривает правила применения масштабов на чертежах?</li> <li>3. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. На окружности какого диаметра расположены пять отверстий 0 8 мм?</li> <li>6. Какие способы деления окружности на пять и десять равных частей вы знаете?</li> <li>7. Какими линиями выполняют вспомогательные построения? Какова толщина сплошной основной линии, рекомендованная стандартом</li> </ol>

4. Сколько плоскостей можно определить по чертежу?



**Задание 4.**

Масштаб чертежа 1:1. Наименование детали — Матрица. Материал — сталь У8А ГОСТ 1435-74.

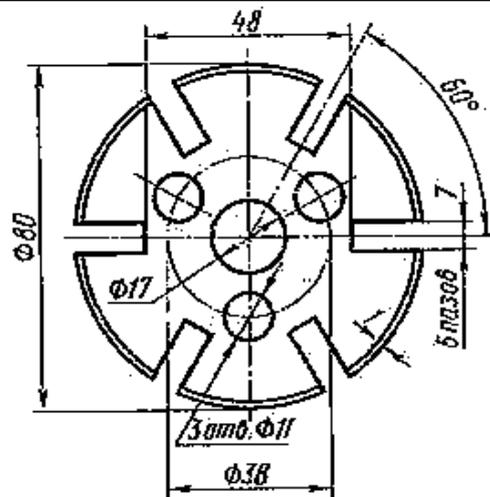
Контрольные вопросы: 1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами; как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?

2. Что такое масштаб и как он обозначается на чертеже?

3. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу?

4. Сколько плоскостей можно определить по чертежу?

5. Какими размерами определяются прорези у матрицы?



6. Какие способы деления окружностей на три, шесть и двенадцать равных частей вы знаете?

7. Какими линиями определены центры трех окружностей  $\varnothing 11$  мм?

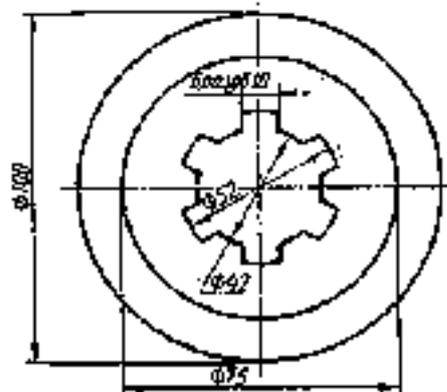
**Задание 5.** Масштаб чертежа 1:1. Наименование детали — Муфта шлицевая. Материал — сталь 50 ГОСТ 1050—74.

Контрольные вопросы: 1. Прочитайте основную надпись: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?

2. Что значит «начертить деталь в М1 : 1»?

3. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу?

4. Сколько шлицев у детали и какими



размерами они определены?

5. Перечислите способы деления окружности на шесть равных частей

6. Каково назначение на чертежах сплошных основных линий?

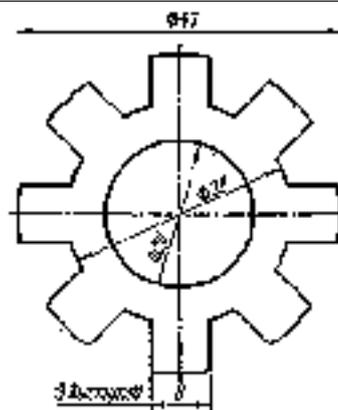
Задание 6. Масштаб чертежа 2,5:1.  
 Наименование детали — Шайба предохранительная. Материал — Ст0 ГОСТ 380—71.

Контрольные вопросы: 1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?

2. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу?

3. Сколько плоскостей детали можно определить по чертежу?

4. В каких единицах измерений



указывают размеры на чертежах?

5. Какими построениями вы разделили окружность на восемь равных частей?

6. Какие линии определяют центр окружности?

## Практическая работа №4

### Тема 4. Проекционное черчение.

#### Проецирование точки.

**Цель работы:** Изучение основ начертательной геометрии и проекционного черчения (проецирование точки).

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Изображение на плоскости предмета, расположенного в пространстве перед этой плоскостью, называется проекцией этого предмета на данную плоскость. Слово проекция — латинское. В переводе на русский язык, оно означает бросить вперед, вдаль. Это надо понимать таким образом: проекция есть изображение предмета, отброшенное на плоскость при помощи прямых линий-лучей. Эти прямые-лучи проводятся через каждую характерную точку предмета до пересечения с плоскостью. Точки пересечения лучей с плоскостью называются проекциями точек предмета, а плоскость — плоскостью проекций. Если все эти лучи, называемые проектирующими прямыми, проводятся из одной точки  $O$ , то полученное на плоскости проекций изображение или проекция всего предмета будет называться центральной проекцией предмета.

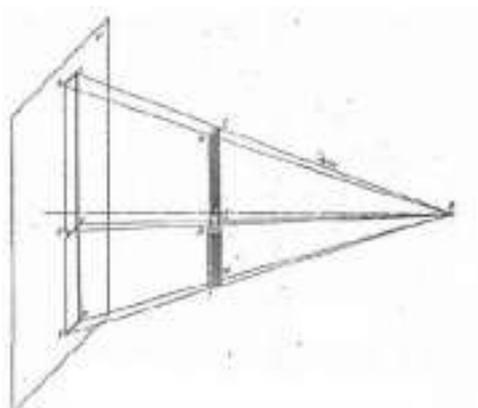


Рис.4.1

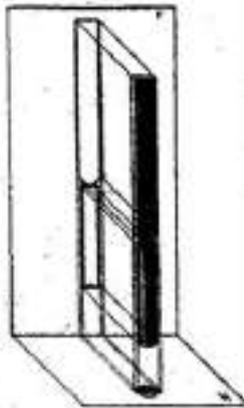


Рис.4.2

Так; например, центральная проекция получается таким образом: из точки  $O$  (рис. 4.1), называемой точкой схода лучей, мысленно проведем ряд лучей через все наиболее

характерные точки В,С,D,E,F,М до пересечения с плоскостью проекций — в точках b, c, d, e, f и m. Затем эти точки соединим между собой линиями и получим фигуру, являющееся центральной проекцией. Рассматривая центральную проекцию, заметим, что изображение его получается искаженным, размеры изображения не соответствуют действительным размерам. Такое изображение дает прекрасное представление о форме предмета, но создает большие неудобства при суждении о размерах предмета и простановке этих размеров. Поэтому центральные проекции в технике машиностроения применяются очень редко. Наиболее распространенными в машиностроении являются прямоугольные или ортогональные проекции. Все производственные чертежи отдельных частей (деталей) машин, изделий и узлов выполняются именно в прямоугольных проекциях. Здесь проектирующие лучи взаимнопараллельны. Предмет располагается перед плоскостью проекций так, чтобы большинство его линий и плоских поверхностей (рис. 4.2) были параллельны этой плоскости. Тогда эти ребра и грани будут изображаться на плоскости проекций в истинном виде. Так как такое изображение не будет полным, на нем отсутствует, например, толщина его, то прямоугольные проекции выполняются не на одной плоскости проекций, а на двух или трех, взаимно-перпендикулярных плоскостях. По такому чертежу можно свободно представить себе форму и размеры элементов.

**Ход работы:**

1. Задание заключается в том, что студенты выполняют отдельные упражнения по основам начертательной геометрии и проекционного черчения. Отчет о выполненной работе студенты представляют в письменном виде в рабочей тетради.  
Задание 1. Точка.

№	A			B			C			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
вар												
1	10	20	30	0	20	30	25	0	15	20	40	0
2	30	20	15	20	30	0	0	30	40	40	0	35
3	15	30	40	30	0	20	30	20	0	0	30	15
4	40	30	20	0	30	40	20	0	35	15	20	0
5	35	40	15	40	0	20	0	40	20	40	20	0
6	20	30	15	30	40	0	15	0	35	0	40	30
7	35	20	10	0	25	40	10	40	0	25	0	30
8	30	40	15	35	0	15	0	20	30	35	20	0
9	45	30	30	15	30	0	15	0	20	0	40	20
10	20	40	30	0	40	30	40	30	0	10	0	30
11	15	20	30	25	0	30	0	40	15	25	15	0
12	30	30	40	30	15	0	35	0	25	0	30	20
13	25	30	35	0	25	15	15	40	0	20	0	30
14	10	30	40	15	0	30	0	20	10	30	40	0
15	25	20	35	35	40	0	30	0	10	0	40	15
16	35	40	20	0	25	30	25	40	0	35	0	10
17	15	30	15	10	0	40	0	30	15	10	20	0
18	20	10	30	15	20	0	20	0	10	0	25	10

1. По заданным в таблице координатам построить наглядное изображение точек А, В, С и D и эпюры этих точек. Для построения каждой точки выполнить отдельный чертеж рис. 4.1. При построении наглядного изображения ось OY проводится из точки O под углом 45° к горизонта-ли; по оси OY откладывается половина заданного в таблице размера, по осям

	<p>OX, OZ, — натуральная величина.          При построении ортогональных проекций точек и отрезка прямой по заданным координатам указанные в таблице размеры откладывают по осям координат (X, Y и Z) от точки O в натуральную величину.</p>
--	--

2. Ответить на вопросы:

1. Как называют проекции, полученные на плоскостях V, W, H?
2. Как располагают проекции на чертеже?
3. Что означает «проекционная связь»?

### Практическая работа №5

#### Тема 4. Проекционное черчение.

##### Проецирование отрезка.

**Цель работы:** Построение ортогонального чертежа отрезка.

##### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

##### Теоретическая часть

1. По заданным в табл. 4.2 координатам построить наглядное изображение отрезка прямой АВ, CD и MN и эюр (рис.4.2).

При построении наглядного изображения ось OY проводится из точки O под углом 45° к горизонтали; по оси OY откладывается половина заданного в таблице размера, по осям OX, OZ, — натуральная величина. При построении ортогональных проекций точек и отрезка прямой по заданным координатам указанные в таблице размеры откладывают по осям координат (X, Y и Z) от точки O в натуральную величину.

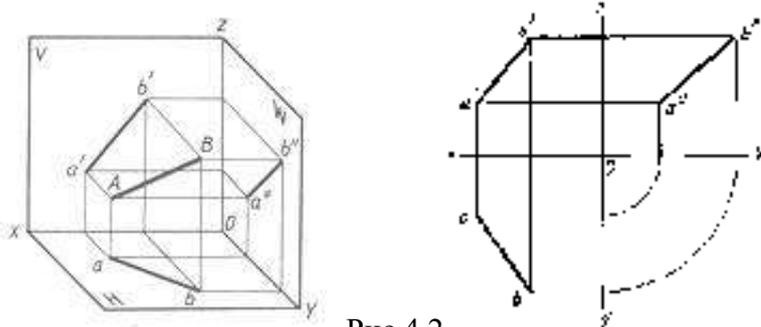


Рис.4.2

№	A			B			C			D			M			N		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	35	40	15	15	20	30	0	20	35	40	40	10	0	20	30	40	20	30
2	15	20	35	30	30	15	20	0	40	40	30	15	30	20	0	30	20	45
3	40	20	45	20	40	20	30	40	0	10	20	35	30	0	20	30	40	20
4	50	10	15	20	30	35	0	30	20	30	45	10	20	50	5	20	40	45
5	45	20	5	15	40	25	40	0	10	20	30	40	0	30	5	40	30	5
6	30	40	45	10	40	15	35	20	0	10	40	30	40	0	25	40	30	25
7	40	30	15	15	30	40	0	40	15	35	20	40	15	40	0	15	40	35
8	30	10	40	35	40	20	25	0	35	40	30	20	0	40	35	40	40	35
9	20	40	30	40	20	10	40	30	0	20	40	35	30	20	20	30	50	20
10	50	30	25	15	20	10	0	40	25	40	30	5	25	0	15	25	55	15
11	10	20	40	25	40	10	45	0	10	10	50	40	30	40	0	30	40	35
12	25	10	35	40	20	20	50	40	0	10	10	30	40	20	30	0	20	30
13	15	30	15	30	20	40	0	40	50	45	20	20	50	50	25	50	0	25
14	35	20	10	15	30	40	30	0	10	15	50	35	45	40	35	45	40	0

2. Ответить на вопросы:

1. Какое изображение на чертеже принято за исходное (основное)? В каком положении изображают на нем предмет?
2. Для чего служит «вспомогательная прямая»? Под каким углом ее проводят?
3. Как строят чертеж предмета в трех проекциях

## Практическая работа №6

### Тема 4. Проекционное черчение

#### Проецирование плоскости.

**Цель работы:** Построение ортогонального чертежа плоскости общего положения и пересечение прямой и плоскости.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Плоскость изображается на эюре различно в зависимости от того, чем она задана. Плоскость задается: а) тремя точками, не лежащими на одной прямой линии; в) прямой линией и точкой, лежащей вне этой прямой; с) двумя пересекающимися прямыми линиями; d) двумя параллельными прямыми линиями. В проекционном черчении очень часто на эюре плоскость изображается не произвольно взятыми на ней двумя пересекающимися прямыми, а такими прямыми, по которым эта плоскость пересекает плоскости проекций  $H$ ,  $V$  и  $W$ . Эти линии называются следами данной плоскости.

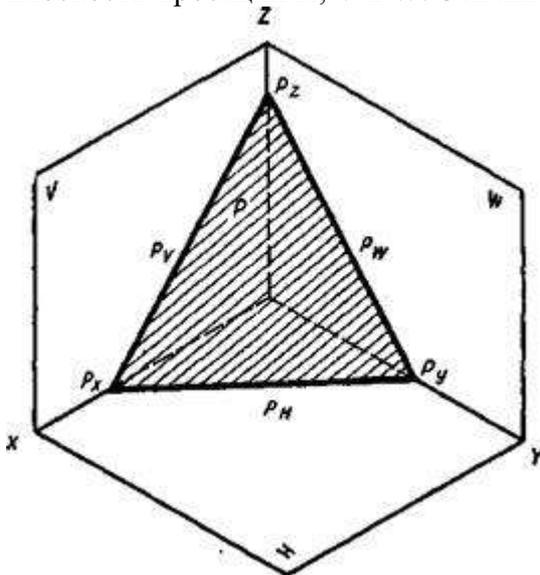


Рис.4.3

Так, например, линия пересечения данной плоскости  $P$  с горизонтальной плоскостью проекций  $H$  является горизонтальным следом плоскости  $P$  (рис.4.2). Горизонтальный след плоскости обозначается на эюре одинаковой буквой с обозначением самой плоскости с индексом  $H$ , т. е.  $P_H$ . Линия пересечения плоскости  $P$  с фронтальной плоскостью проекции называется фронтальным следом этой плоскости и обозначается  $P_V$ . Наконец, линия пересечения плоскости  $P$  с профильной плоскостью проекций называется профильным следом этой плоскости и обозначается  $P_W$ . Следы плоскости пересекаются попарно на осях проекций.

Точки пересечения следов плоскости с осями проекций называются точками схода следов. Они обозначаются буквами  $P_x$ ,  $P_y$  и  $P_z$ .

Надо иметь в виду, что две из трех проекций каждого следа плоскости расположены на соответствующих осях проекций. Следы плоскости  $P$  на эюре располагаются по отношению к осям проекций различно, и это определяет положение самой плоскости проекций.

Так, например, если плоскость  $P$  имеет фронтальный и профильный следы  $P_V$  и  $P_W$  параллельными оси  $XO$ , то эта плоскость является горизонтальной. Подобно этому, плоскость  $P$ , имеющая следы  $P_H$  и  $P_W$  параллельными осям проекций  $XO$  и  $ZO$ , называется фронтальной. А плоскость  $P$  со следами  $P_V$  и  $P_H$ , параллельными осям проекций  $YO$  и  $ZO$ , называется профильной.

Если фронтальный след  $P_V$  плоскости  $P$  перпендикулярен оси  $XO$ , а горизонтальный след  $P_H$  наклонен к ней под углом, то такая плоскость перпендикулярна плоскости  $H$ . Она

называется горизонтально-проектирующей. Аналогично, фронтально-проектирующей плоскостью называется плоскость, перпендикулярная к фронтальной плоскости проекций. Горизонтальный след этой плоскости перпендикулярен оси XO. Фронтальный след этой плоскости наклонен к оси XO под некоторым углом.

И, наконец, профильно-проектирующей плоскостью называется плоскость, перпендикулярная к плоскости W. Следы Pv и Pn этой плоскости параллельны оси XO.

Если все три следа Pv, Pn и Pw плоскости P наклонены к осям проекций XO, YO и ZO, то плоскость P наклонена к плоскости проекций V, H и W под разными углами, отличными от 90°. Такая плоскость называется плоскостью общего положения. Как расположение следов на эпюре, так и название плоскостей необходимо запомнить.

**Ход работы:**

1.Задание заключается в том, что студенты выполняют отдельные упражнения по основам начертательной геометрии и проекционного черчения. Отчет о выполненной работе студенты представляют в письменном виде в рабочей тетради.

**Задание 1.**

Построить ортогональный чертеж плоскости общего положения, заданной параллелограммом с вершинами D, E, F, G. За диагональ параллелограмма принять прямую DF в вариантах 1-3; 5 - 6; прямую EF— в варианте 4 и прямую DE — в остальных вариантах.  
 При построении чертежа координаты трех точек (D, E,F), определяющих плоскость, взять из табл. 4.8, а вершину G найти построением как точку, принадлежащую заданной плоскости.

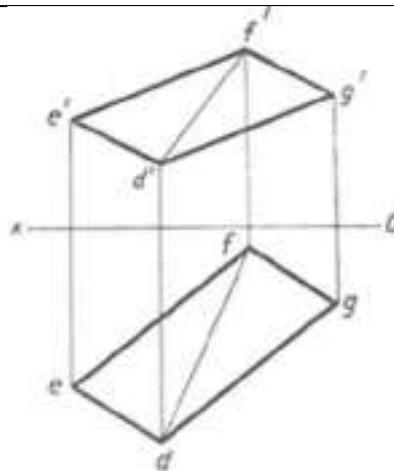


рис.4.4

№ варианта	A			B			C			D			E			F			G		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	55	50	50	15	25	0	95	0	15	15	15	35	85	35	0	50	0	35			
2	95	0	20	65	55	50	15	40	0	30	25	50	55	45	0	85	0	40			
3	110	35	10	45	0	50	20	55	10	95	50	40	50	10	0	15	25	15			
4	50	45	35	20	30	20	95	10	0	20	10	0	95	20	0	75	50	0			
5	25	50	0	40	10	50	95	35	0	50	0	0	80	50	35	20	15	15			
6	85	50	40	15	20	40	110	5	0	100	15	50	70	50	0	40	35	20			
7	100	0	0	80	35	40	20	50	35	85	45	0	115	0	30	50	0	30	--	--	--
8	60	5	40	90	55	0	15	15	0	90	10	5	75	0	25	30	45	25	--	--	--
9	10	15	0	80	55	50	90	5	0	55	45	0	100	10	35	70	10	35	--	--	--
10	15	15	20	70	50	50	100	0	0	95	45	0	60	0	45	20	0	45	--	--	--
11	115	20	0	10	55	0	35	5	45	65	15	0	95	55	50	60	45	50	--	--	--
12	90	5	45	10	40	25	75	55	0	95	5	0	60	5	0	20	55	45	--	--	--
13	105	35	15	70	50	55	30	5	15	70	0	40	110	20	0	50	40	0	--	--	--
14	65	0	10	15	0	0	80	40	50	100	0	35	40	0	50	10	50	15	--	--	--
15	80	0	0	55	50	45	10	25	40	65	45	0	90	20	35	50	0	35	--	--	--

Задание 2.Построить ортогональный чертеж плоскости общего положения P, заданной следами. Углы наклона следов плоскости к оси OX ( $\alpha$  и  $\beta$ ) даны лишь для построения и обозначать их при выполнении упражнения не нужно (рис.4.4)Табл.4.4

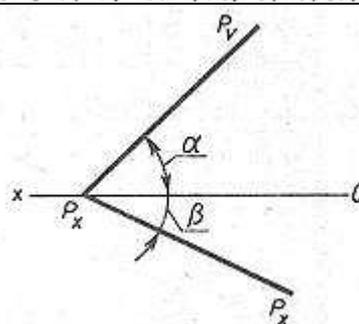


рис.4.5

Задание 3.На ортогональном чертеже построить линию пересечения двух плоскостей P и Q, заданных следами (табл. 4.4).

Для правильного размещения чертежа ось OX провести на расстоянии A от верхней

рамки чертежа, а расстояния от правой и левой линий рамки до точек  $P_x$  и  $Q_x$  сделать одинаковыми (рис. 4.6).

	Плоскость P		Плоскость Q		A
	Плоскость P		Плоскость Q		
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha_1$	$\beta_1$	
	град				
1	70	40	55	60	120
2	60	70	65	40	130
3	60	60	55	45	130
4	75	40	45	73	125
5	68.	39	52	76	135
6	76	50	46	72	120
7	80	45	45	75	130
8	48	66	76	40	130
9	54	58	70	56	125
10	42	64	82	47	130
11	74	49	50	70	125
12	81	46	45	60	135
13	60	65	60	35	135
14	48	74	76	46	125
15	73	55	45	60	135

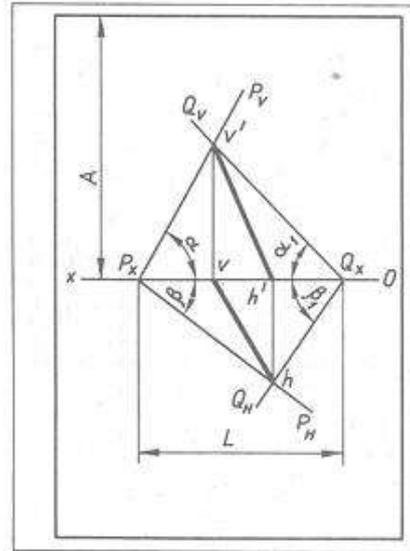


рис. 4.6

2. Ответить на вопросы:

1. Как может задаваться плоскость в пространстве?
2. Если все три следа  $P_v$ ,  $P_h$  и  $P_w$  плоскости  $P$  наклонены к осям проекций  $XO$ ,  $YO$  и  $ZO$ , то как она расположена к плоскости проекций  $V$ ,  $H$  и  $W$  и как она называется?
3. Что называется проекцией предмета?

## Практическая работа №7

### Тема 4. Проекционное черчение

#### Пересечение прямой с плоскостью.

**Цель работы:** Построение ортогонального чертежа пересечение прямой и плоскости.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Задание 1.

Построить горизонтальную проекцию точки  $K$ , принадлежащей плоскости треугольника  $ABC$ . Через точку  $M$  провести прямую  $MN$ , параллельную плоскости треугольника  $ABC$  (рис. 4.5). Координаты вершин треугольника взять из табл. 8, координаты точек  $K$  и  $M$  из табл.4.5.

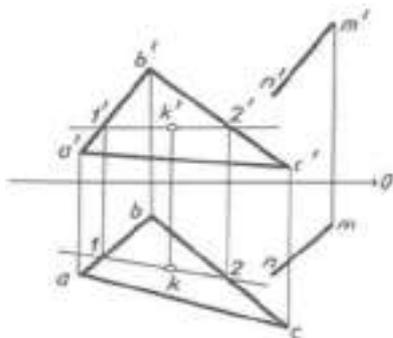


Рис. 4.5

Табл.4.5

№ варианта	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M
X	70	15	65	30	50	95	75	20	40	80	80	100	75	20	65	30	60	100
Y	—	15	—	25	—	50	—	10	—	50	-	15	-	50	-	45	-	10
Z	30	35	30	50	20	40	10	0	20	35	25	5.	25	35	15	25	10	10

№ варианта	10		11		12		13		14		15		16		17		18	
	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M
X	60	95	40	95	60	20	70	30	55	10	45	25	50	20	75	30	80	15
Y	—	45	—	55	—	55	—	40	—	50	—	25	-	25	-	45	-	30
Z	30	0	25	50	30	45	35	0	20	15	30	0	35	0	30	10	25	40

## Задание 2.

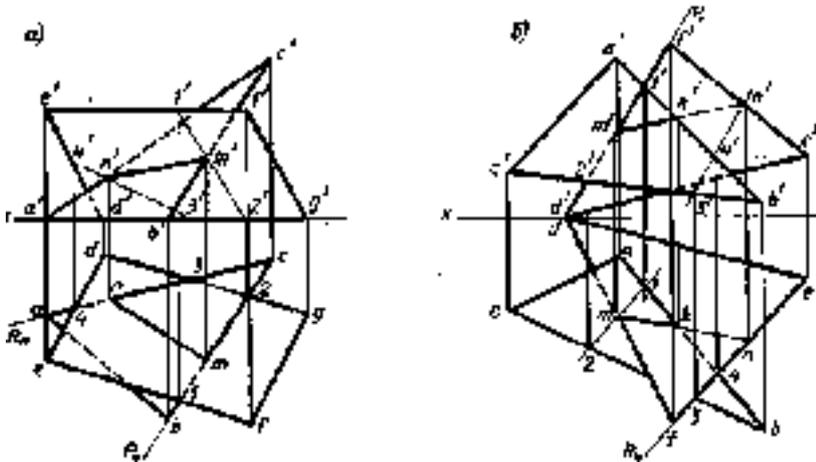
Построить точку пересечения прямой А В с плоскостью Р, заданной следами (табл.4.6, рис.4.7)..

№ варианта	Плоскость	А						В										
		α		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z						
		град																
1	100	45	30	70	30	40	45	10	5									
2	100	45	30	60	45	60	40	15	20									
3	100	45	30	80	45	35	50	15	20									
4	100	45	30	45	50	50	25	15	15									
5	100	45	30	55	35	65	10	0	10									
6	100	30	45	70	40	30	45	5	10									
7	100	30	45	60	60	45	40	20	15									
8	100	30	45	80	35	45	50	20	15									
9	100	30	45	45	50	50	25	15	15									
10	10	30	45	55	65	35	100	10	0									
11	10	30	45	65	50	50	85	15	15									
12	10	30	45	30	35	45	60	20	15									
13	10	30	45	50	60	45	70	20	15									
14	10	30	45	40	40	30	65	5	10									
15	10	45	30	55	35	65	100	0	10									
16	10	45	30	30	45	35	60	15	20									
17	10	45	30	50	45	60	70	15	20									
18	10	45	30	40	30	40	65	10	5									

Рис. 4.7

## Задание 4.

Построить точку пересечения прямой АС с плоскостью параллелограмма DEFG (для вариантов 7, 13 — 16, 18), прямой DF с плоскостью треугольника ABC (для вариантов 1—3, 5, 6, 11 и 17), прямой DF с плоскостью треугольника ABC (для вариантов 8 — 10, 12) и прямой АС с плоскостью треугольника DEF (для варианта 4, табл.8). Основные принципы построения и оформления чертежа см. на рис. 4.7, а, б.



№ варианта	A			B			C			D			E			F			G		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	55	50	50	15	25	0	95	0	15	15	15	35	85	35	0	50	0	35			
2	95	0	20	65	55	50	15	40	0	30	25	50	55	45	0	85	0	40			
3	110	35	10	45	0	50	20	55	10	95	50	40	50	10	0	15	25	15			
4	50	45	35	20	30	20	95	10	0	20	10	0	95	20	0	75	50	0			
5	25	50	0	40	10	50	95	35	0	50	0	0	80	50	35	20	15	15			
6	85	50	40	15	20	40	110	5	0	100	15	50	70	50	0	40	35	20			
7	100	0	0	80	35	40	20	50	35	85	45	0	115	0	30	50	0	30	--	--	--
8	60	5	40	90	55	0	15	15	0	90	10	5	75	0	25	30	45	25	--	--	--
9	10	15	0	80	55	50	90	5	0	55	45	0	100	10	35	70	10	35	--	--	--
10	15	15	20	70	50	50	100	0	0	95	45	0	60	0	45	20	0	45	--	--	--
11	115	20	0	10	55	0	35	5	45	65	15	0	95	55	50	60	45	50	--	--	--
12	90	5	45	10	40	25	75	55	0	95	5	0	60	5	0	20	55	45	--	--	--
13	105	35	15	70	50	55	30	5	15	70	0	40	110	20	0	50	40	0	--	--	--
14	65	0	10	15	0	0	80	40	50	100	0	35	40	0	50	10	50	15	--	--	--
15	80	0	0	55	50	45	10	25	40	65	45	0	90	20	35	50	0	35	--	--	--

Табл.4.8

2. Ответить на вопросы:

1. Что называется центральной проекцией предмета?
2. Какое проецирование является распространенным в машиностроении?
3. Как строят чертеж предмета в трех проекциях

### Практическое занятие №8.

#### Тема 5. Аксонометрические проекции

#### Построение аксонометрических проекций детали плоских фигур.

**Цель работы:** изучение проецирования плоских фигур в аксонометрических проекциях, расположенных в различных плоскостях проекций.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

#### Теоретическая часть

Построение изображений плоских многоугольников сводится к построению аксонометрических проекций их вершин, которые соединяют между собой прямыми линиями. В виде примера рассмотрим построение пятиугольника, изображенного на рис. 34.1.

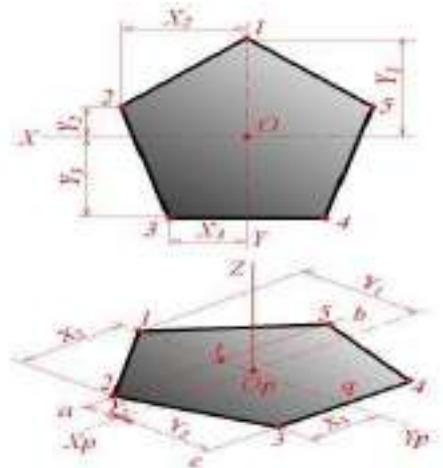


Рис. 34.1

Линии X, Y примем за координатные оси. Проводим изометрические оси  $X_p$  и  $Y_p$  (рис. 34.1). Для построения изображения точки 1 достаточно на оси  $Y_p$  отложить отрезок  $O_p-1$ , равный по величине координате  $Y_1$ . Затем откладываем в ту же сторону от точки  $O_p$  отрезок  $O_p-t$ , равный координате  $Y_2$ , и через точку t проводим прямую ab, параллельную оси  $X_p$ . Координаты  $X_2$  вершин 2 и 5 пятиугольника одинаковы по величине, но различны по знакам; поэтому на изометрическом изображении откладываем в обе стороны от точки t отрезки  $t-2 = t-5 = X_2$ . Сторона 3-4 пятиугольника параллельна оси X. Отложив от точки q по оси  $Y_p$  отрезок  $q-O_p$ , равный координате  $Y_3$ , проводим прямую cd, параллельную оси  $X_p$ , и откладываем на ней отрезки  $q-3 = q-4 = X_3$ . Соединив точки 1, 2, 3, 4, 5 прямыми линиями, получаем аксонометрическую проекцию пятиугольника.

Построение аксонометрических проекций плоской кривой сводится к построению проекций ряда ее точек и соединению их в определенной последовательности. На рис. 34.2 показано построение эллипса, расположенного в плоскости координатных осей X, Y.

На эллипсе намечаем ряд точек и определяем их прямоугольные координаты  $X$  и  $Y$ . Проведя аксонометрические оси, откладываем от точки  $O_p$  вдоль оси  $X_p$  отрезки, равные по величине координатам  $X$  намеченных точек, а вдоль оси  $Y_p$  - отрезки, равные по величине половине координат  $Y$  (показано построение точек  $a, b, c, d$ ).

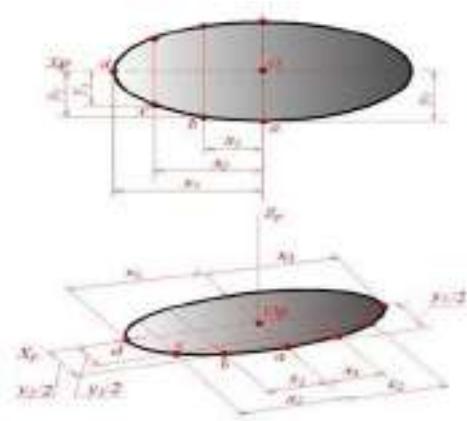


Рис. 34.2

Через концы отрезков проводим прямые, параллельные осям  $X_p, Y_p$ ; на их пересечении получаем аксонометрические проекции соответствующих точек, которые соединяем плавной линией.

### ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТИ

Как известно, прямоугольной проекцией окружности, расположенной в плоскости, составляющей угол  $V$  (рис. 34.3) с плоскостью проекций  $P$ , является эллипс. Большая ось  $A_pB_p$  эллипса - проекция диаметра  $AB$ , параллельного плоскости  $P$ . Из рис. 34.3 очевидно, что отрезок  $A_pB_p$  перпендикулярен к проекции  $C_pN_p$ , и малая ось  $D_pE_p$  эллипса (проекция диаметра  $DE$ ) совпадает с прямой  $C_pN_p$ .

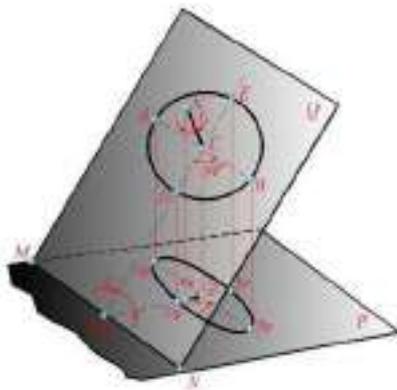


Рис. 34.3

При построении аксонометрических проекций часто приходится строить изображения окружностей, расположенных в координатных плоскостях  $XU$ ,  $XZ$ ,  $YZ$  или в плоскостях, им параллельных. В этом случае нормальными к плоскости окружностей являются соответственно оси  $Z$ ,  $Y$ ,  $X$ . Следовательно, направления больших осей эллипсов, изображающих проекции окружностей, всегда перпендикулярны соответственно осям  $Z_p$ ,  $Y_p$ ,  $X_p$  (рис. 34.4), а малые оси совпадают по направлению с этими осями. Большие оси соответствуют тем диаметрам изображаемых окружностей, которые параллельны картинной плоскости. Если аксонометрическое изображение выполняется с сокращением по направлениям осей  $X_p$ ,  $Y_p$ ,  $Z_p$ , то большие оси эллипсов 1, 2, 3 (рис. 34.4) равны диаметру  $d$  изображаемых окружностей. В изометрической проекции малые оси эллипсов равны  $0,58d$ . В диметрической проекции малые оси эллипсов 1, 3 (рис.34.4) равны  $d/3$ , а малая ось эллипса 2 равна  $0,88d$ .

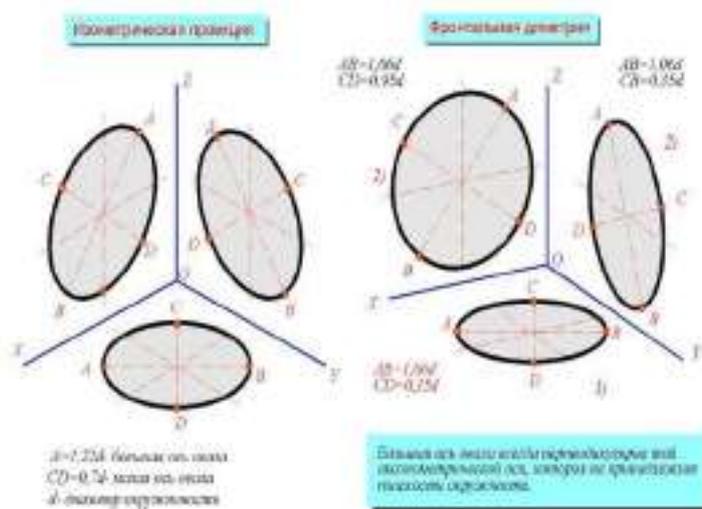


Рис. 34.4

Если изометрическая проекция строится без сокращения по координатным осям, то большие оси эллипсов равны  $1,22d$ , а малые оси эллипсов 1,3 равны  $0,35d$ , ось эллипса 2 равна  $0,95d$ .

### ДИАГРАММА УМНОЖЕНИЯ РАЗМЕРОВ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСКАЖЕНИЯ

Задача умножения величины линейных размеров ( $l$ ) на коэффициенты 1,22, 1,06 и т.д. значительно упрощается, если применить вместо арифметических подсчетов графические построения с помощью диаграммы (рис. 34.6).

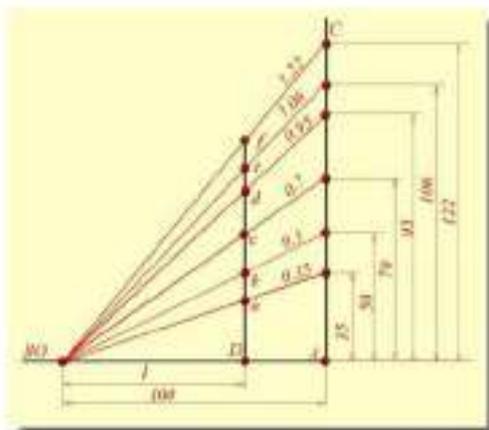


Рис. 34.6

Проведя две взаимно перпендикулярные прямые  $AB$  и  $AC$ , на одной из них, например на  $AB$ , от точки  $A$  откладывают 100 мм. Затем на  $AC$  от той же точки  $A$  откладывают 35, 50, 70, 95, 106, 122 мм. Полученные точки соединяют с точкой  $O$ . Если от точки  $O$  по горизонтали отложить размер  $l$ , то взятые по вертикали отрезки  $Da$ ,  $Db$ , ...,  $Df$  равны соответственно  $0,35 l$ ;  $0,5 l$ ; ...;  $1,22 l$ .

На наклонных линиях диаграммы наносят значения коэффициентов, которым эти линии соответствуют. Использование диаграммы значительно упрощается, если ее выполнить на миллиметровой бумаге.

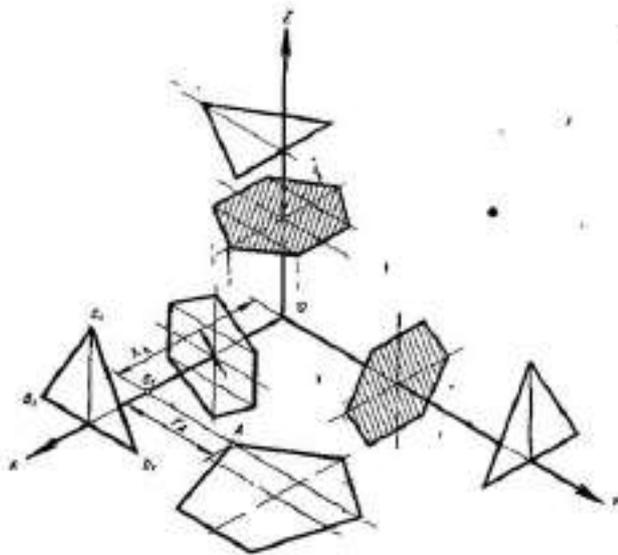


Рис.5.2

Изометрическую проекцию какой-либо плоской фигуры: треугольника (например, равностороннего треугольника, как показано на рис. 5.2), пятиугольника, шестиугольника и др., можно построить по точкам — вершинам (т. е. построением изометрических проекций вершин). На чертежах чаще встречаются плоские фигуры расположенные или на плоскости проекций  $H$ ,  $V$  и  $W$ , или на плоскостях, параллельных им. В этом случае построение изометрии фигуры несколько упрощается, так как одна из координат всех вершин фигуры будет одинакова (равна нулю или какой-либо постоянной величине). Так, у равностороннего треугольника  $A_1B_1C_1$  расположенного в плоскости, параллельной плоскости  $W$  (плоскости  $ZOY$ ) с основанием, лежащим на плоскости  $H$ , координаты  $X$  всех вершин одинаковы, а координаты  $Z$  вершин основания равны нулю. Если оси координат  $XO$ ,  $YO$ ,  $ZO$  проходят через точку пересечения осей симметрии фигуры (например, правильного заштрихованного шестиугольника), то координаты  $X$ ,  $Y$  или  $Z$  вершин, будут все одинаковы, а координаты  $ZX$ ,  $Y$  их — попарно равны. Фигура, расположенная на какой-либо плоскости проекции (например, пятиугольник на плоскости  $H$ ), строится в изометрии по вершинам, каждая из вершин—по двум координатам  $X$  и  $Y$ . Так, например, вершина  $A$  этого пятиугольника строится следующим образом. От точки  $O$  по направлению оси  $XO$  откладывается координата  $XA$ . Из конца отрезка  $Oa_1$  откладывается по направлению, параллельному оси  $YO$ , вторая координата  $YA$ . На конце ее получаем искомую изометрическую проекцию точки  $A$ . Окружности, расположенные в плоскостях, параллельных плоскостям проекций  $H$ ,  $V$ ,  $W$ , изображаются в аксонометрических проекциях в виде эллипсов. Во всех случаях изображения окружностей в виде эллипса малая ось эллипса должна быть перпендикулярна большой оси. Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости  $H$ , то эллипс должен иметь: большую ось  $AB$  — горизонтальную, малую ось  $CD$  — вертикальную (рис. 5.3, з, г). Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости  $V$  (рис. 5.3, з, д), то большая ось эллипса должна быть проведена под углом  $90^\circ$  к оси  $YO$ . Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости  $W$  (рис. 5.3, з), то большая ось эллипса располагается под углом  $90^\circ$  к оси  $XO$ . Если считать, что окружности вписаны в квадраты, а изометрические проекции квадратов являются ромбами, то большие оси всех указанных трех эллипсов будут направлены по большим диагоналям этих ромбов (рис. 5.3,з). При построении изометрической проекции предмета без сокращения по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  длина большой оси эллипса берется равной  $1,22$  диаметра изображаемой окружности (рис. 5.3, г, д). Длина малой оси эллипса равна  $0,7$  этого диаметра (рис. 5.3, г и д).

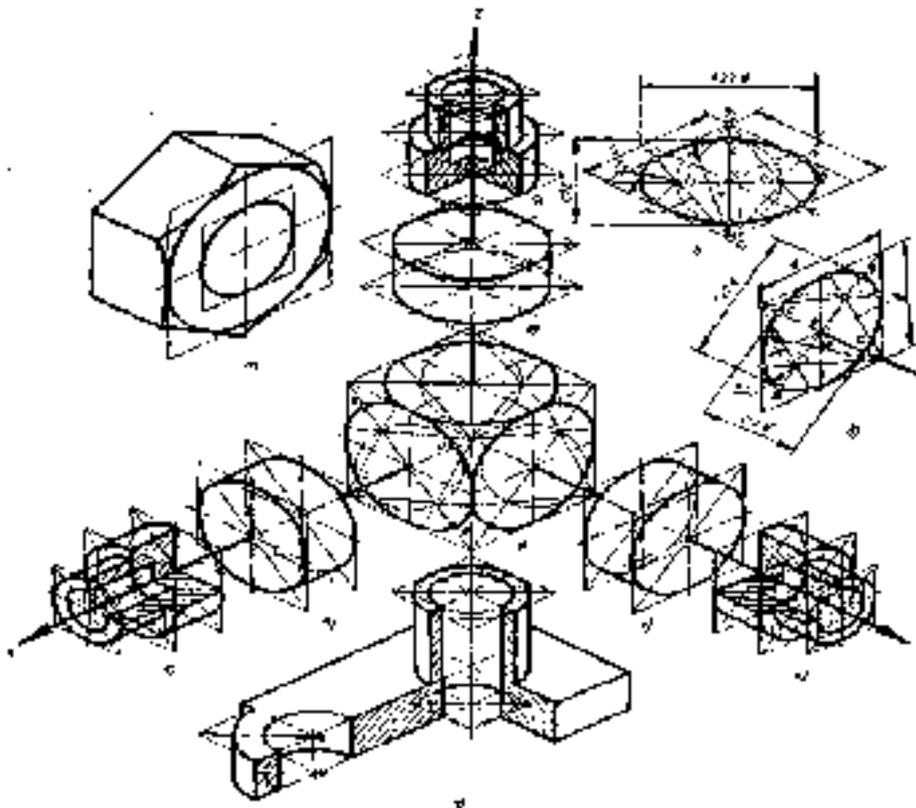


Рис.5.3

Построение овала по большой и малой его осям производят таким образом (рис. 5.3, г): 1) проводят две оси — горизонтальную и вертикальную и две изометрические оси  $OX$  и  $OY$ ; 2) из точки  $O$  по осям  $OX$  и  $OY$  откладывают отрезки, равные радиусу данной окружности; 3) через концы этих отрезков проводят прямые, параллельные осям  $OX$  и  $OY$ , до взаимного пересечения; 4) из центров  $O_1$  и  $O_2$  радиусами, равными  $R$ , проводят дуги окружностей овала, проходящие касательно сторонам ромба; 5) из точки  $O$  радиусом  $OC$ , равным половине длины малой оси овала, проводят дугу окружности. В точке пересечения этой дуги с большой осью овала получают центры  $O_3$  и  $O_4$  дуг малого радиуса  $R_{\text{овала}}$ ; 6) соединяют прямыми точки  $O_3$  и  $O_4$  с точками  $O_1$  и  $O_2$ ; получают точки сопряжений дуг овала — точки  $m$  и  $m_1$ ; 7) из центров  $O_3$  и  $O_4$  проводят дуги радиусами  $R_1$ , равными расстоянию  $O_3m$ . Упрощенный метод построения овалов в изометрии представлен на рис. 5.3, а, б, в.1. Проводят вертикальную и горизонтальную оси. Точки их пересечения  $O$ . 2. Из этой точки  $O$  проводят две вспомогательные концентричные окружности радиусами, равными половине длины большой и малой осей. 3. Точки  $O_1$  соединяют прямыми с точками  $p$ .

4. Из точек  $p$ , как из центров, радиусами, равными  $Dp$ , проводят дуги окружности.

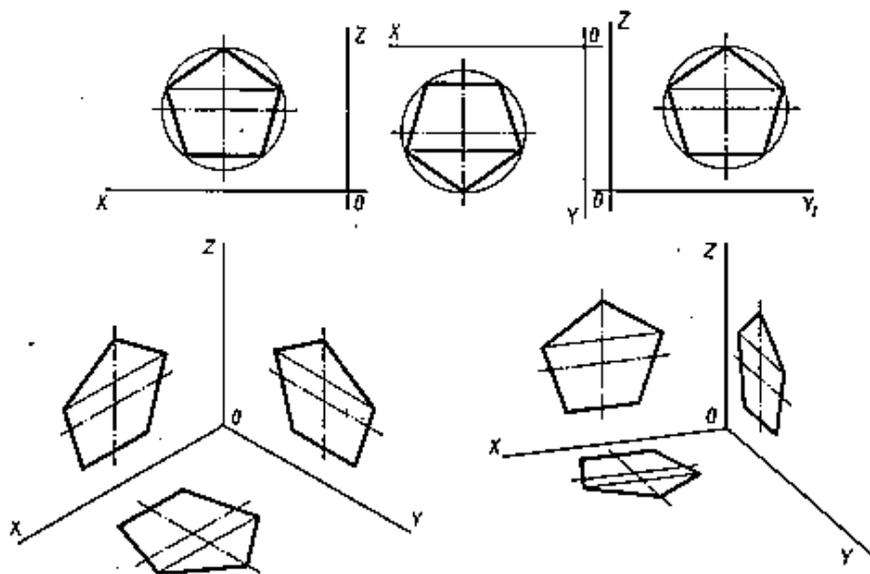
5. Эти дуги сопрягают дугами радиусов  $r$ , равных  $O_1m$ , проведенных из центра  $O_1$ . Рис. 5.3, в, ж, и иллюстрирует построение овалов у цилиндров и заготовки-шестигранной гайки (рис. 5.3, а). На рис. 5.3, б, е, к показано построение овалов у полой детали — стакана и выполнены разрезы стакана со штриховкой. Внизу показана полая деталь — корпус (рис. 5.3, л) с разрезом, выполненным по осям отверстий. При построениях части эллипса или овала, при вычерчивании в аксонометрических проекциях моделей или деталей необходимо предварительно выполнить построение целого эллипса (овала), как показано на рис. 5.3

#### Ход работы:

При выполнении заданий 1-3 рекомендуется построить изображения плоских фигур в натуральную величину по размерам, указанным в табл. 5.1-5.3. Затем нужно установить

взаимосвязь этого изображения и аксонометрических осей, т. е. «привязать» изображение плоской фигуры к аксонометрическим осям  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . Эта «привязка» показана на рис. 5.7, 5.8 и 5.9. Она позволит правильно вести построение плоской фигуры в выбранной плоскости ( $V$ ,  $H$  или  $W$ ). В ортогональных проекциях три одинаковые плоские фигуры изображены одной проекцией каждая. Они располагаются в трех плоскостях проекций на одинаковых расстояниях от осей проекций (рис. 5.4).

Рис.5.4. Пример выполнения задания



Задание 1.

Построить треугольник в изометрии и диметрии в плоскостях проекций  $V$ ,  $H$ ,  $W$  по размерам, указанным в табл. 5.1 (рис. . 5.7).

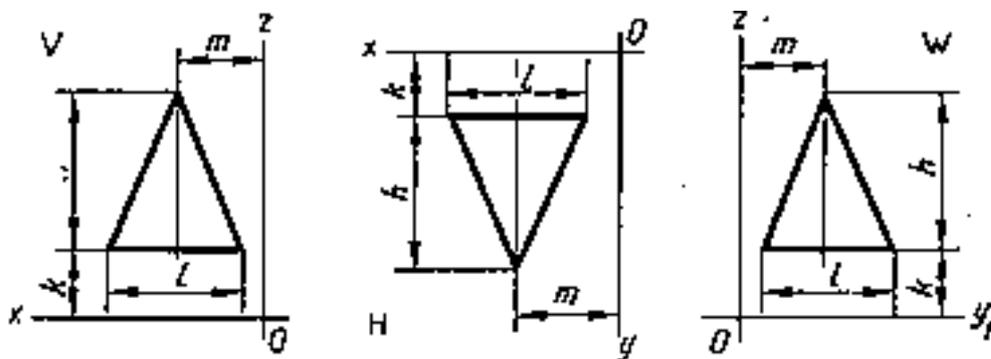


Рис. 5.7

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$h$	30	25	35	38	32	24	30	36	33	38	30	25	34	37	32	35	33	34
$l$	20	36	26	30	24	20	26	28	24	32	26	30	22	26	22	24	20	26
$m$	18	25	20	22	20	20	18	20	22	21	20	23	16	20	21	20	18	20
$k$	10	12	5	4	6	10	8	5	7	4	10	15	6	4	8	5	7	6

Задание 2.

Построить шестиугольник в изометрии и диметрии в плоскостях проекций  $V$ ,  $H$ ,  $W$  по размерам, указанным в табл. 5.2(рис. 5.8).

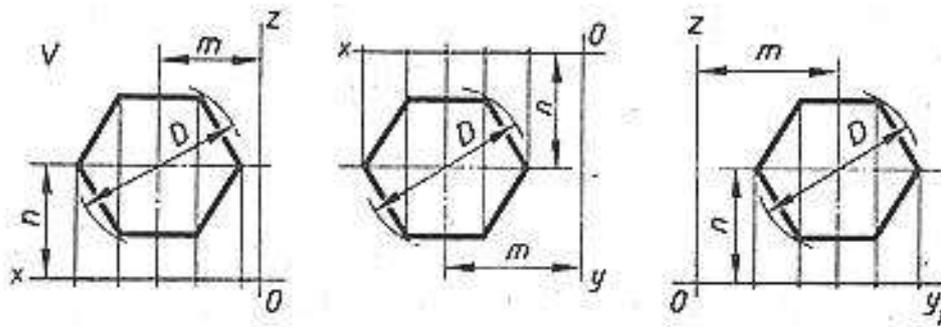


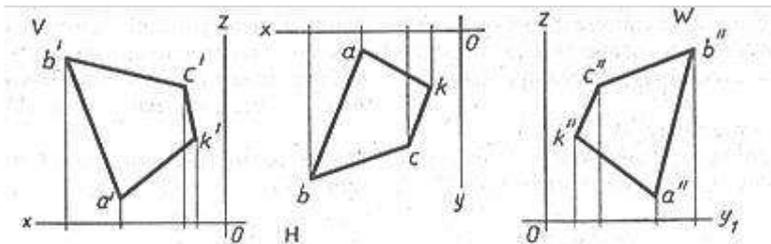
Рис. 5.8

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>D</i>	40	35	42	38	36	44	48	34	45	32	50	46	52	54	47	41	56	51
<i>m, n</i>	25	20	27	25	24	30	32	26	27	22	30	26	31	30	28	23	32	30

Табл.5.2

**Задание 3.**

Построить четырехугольник в изометрии и диметрии в плоскостях проекций V, H, W по размерам, указанным в табл. 5.3 (рис. 5.9)



№ варианта	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	<i>XY<sub>1</sub></i>	<i>ZY</i>	<i>ZY<sub>1</sub></i>	<i>ZY</i>	<i>ZY<sub>1</sub></i>	<i>ZY</i>	<i>ZY<sub>1</sub></i>	<i>ZY</i>	<i>XY<sub>1</sub></i>	<i>ZY</i>								
<i>A</i>	25	8	15	5	20	4	30	6	30	7	35	4	28	4	32	10	40	5
<i>B</i>	35	40	25	30	30	25	45	35	50	48	46	40	32	35	44	34	46	48
<i>C</i>	15	30	8	25	15	30	20	25	20	26	20	30	16	30	20	28	30	35
<i>K</i>	10	20	5	15	5	20	7	10	10	15	10	10	8	10	7	15	15	10

№ варианта	10		11		12		13		14		15		16		17		18	
	<i>XY<sub>1</sub></i>	<i>ZY</i>																
<i>A</i>	38	5	42	10	25	7	15	45	36	4	25	46	42	10	30	15	20	40
<i>B</i>	42	40	35	30	34	40	40	35	42	10	38	10	37	35	40	25	36	10
<i>C</i>	15	25	25	35	20	35	25	14	20	40	15	20	25	40	20	45	10	35
<i>K</i>	7	10	15	4	8	20	5	8	6	15	8	40	6	5	4	30	15	5

Табл.5.2

**Задание 4.**

Построить окружность  $\varnothing 50$  в изометрии и диметрии. Координаты центра окружности взять произвольно. При выполнении упражнений следует помнить, что направление малой оси эллипса, изображающего окружность, всегда совпадает с направлением оси координат, перпендикулярной плоскости, в которой лежит изображаемая окружность. Большая ось проводится перпендикулярно направлению малой оси эллипса.

**Ответить на вопросы:**

1. Какими фигурами изображаются во фронтальной диметрической проекции окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных осям *x* и *y<sub>1</sub>*.

2. Искажается ли во фронтальной диметрической проекции окружность, если ее плоскость перпендикулярна оси  $y$ ?
3. При изображении каких деталей удобно применять фронтальную диметрическую проекцию?
4. Какими фигурами изображаются в изометрической проекции окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных осям  $x$ ,  $y$ ,  $Z$ ?
5. Какими фигурами на практике заменяют эллипсы, изображающие окружности в изометрической проекции?
6. Из каких элементов состоит овал?
7. Чему равны диаметры окружностей, изображенных овалами, вписанными в ромбы, если стороны этих ромбов равны 40 мм?
8. Какие проекции называют аксонометрическими? Назовите их виды.
9. Что называют коэффициентом (показателем) искажения?
10. Укажите коэффициенты искажения по направлениям осей в прямоугольной изометрии, в диметрии.
11. Укажите направления и величины осей эллипсов как изометрических и диметрических проекций окружностей, вписанных в квадраты граней куба, ребра которого параллельны координатным осям.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

### Тема 5. Аксонометрические проекции.

#### Аксонометрические проекции трехмерных тел.

**Цель работы:** Изучение проецирования трехмерных тел в аксонометрических проекциях.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

#### Теоретическая часть

Построение проекций многогранников сводится к построению их вершин и ребер. Для призмы удобнее начинать с построения вершин полностью видимого основания. На рис. 35.1 показана шестиугольная призма, высота которой совпадает с осью  $Z$ , а верхнее основание расположено в плоскости осей  $X$  и  $Y$ . Изометрическая проекция этого основания строится точно так же, как проекция пятиугольника на рис. 34.1. Ход построения ясен из рис. 35.1.

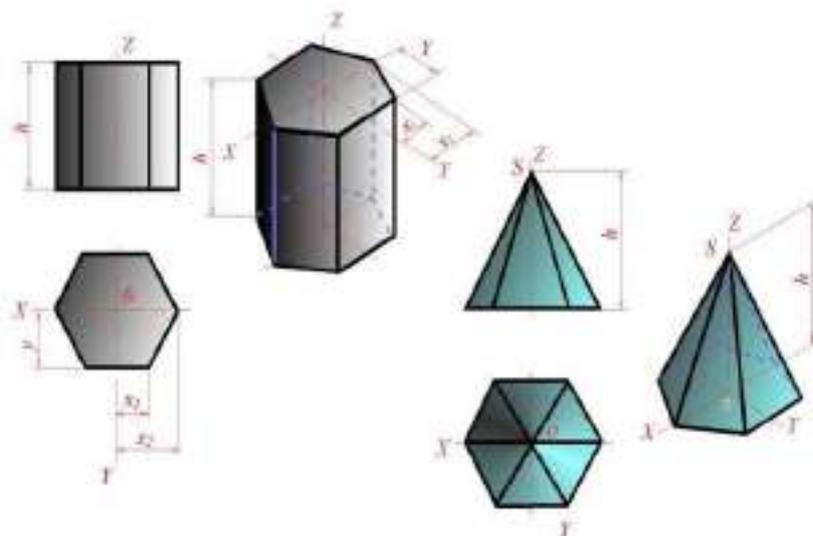


Рис. 35.1

Так как боковых

равна высоте призмы  $h$ , то для построения нижнего основания из вершин верхнего основания проведены прямые, параллельные оси  $Z_p$ , и на них отложены отрезки, равные  $h$ .

длина всех ребер призмы

Концы отрезков соединены прямыми линиями.

Построение аксонометрической проекции пирамиды, изображенной на рис. 35.1, следует начать с построения основания, а затем из точки  $O_p$  отложить на оси  $Z_p$  высоту пирамиды и полученную вершину пирамиды  $S_p$  соединить с вершинами основания.

**Ход работы:**

1. Пользуясь данными соответствующего варианта задания по рисунку, построить аксонометрическую проекцию. На листе бумаги формата А3 вычертить рамку и основную надпись. Внимательно изучить заданные проекции и построить аксонометрическую проекцию. Определите масштаб изображений, границы расположения всех фигур на чертеже.
2. Ответить на вопросы.
  1. Как располагают оси фронтальной диметрической и изометрической проекций? Как их строят?
  2. Какие размеры откладывают вдоль осей фронтальной диметрической и изометрической проекций и параллельно им?
  3. Вдоль какой аксонометрической оси откладывают размер уходящих вдаль ребер предмета?
  4. Назовите общие этапы построения для фронтальной диметрической и изометрической проекций.

**Задание.**

г					
r					
в					
б					
а					
Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	

**Практическое занятие №10**

**Тема 6. Виды изображений.**

**Выполнение комплексного чертежа**

**Цель работы:** изучение проецирования предмета в прямоугольных проекциях.

**Перечень используемого оборудования**

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспорир, готовальня.

**Теоретическая часть**

Построение третьей проекции геометрического тела по двум данным, базируется на знании основ начертательной геометрии.

По ГОСТ 2.305—68 изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При проецировании предмета на три взаимно перпендикулярные плоскости проекции (фронтальную - V, горизонтальную - H, профильную - W), фронтальная проекция его получается с помощью параллельных проецирующих лучей, проходящих через определенные точки предмета и направленных перпендикулярно плоскости V. Горизонтальная проекция — с помощью лучей, перпендикулярных плоскости H, а профильная проекция - с помощью лучей, перпендикулярных плоскости W. Предмет при этом располагается между глазом наблюдателя и соответствующей плоскостью проекций. Чертеж получается в результате совмещения трех плоскостей проекций в одну. Проецирование какой-либо точки, принадлежащей предмету, осуществляется с помощью линий связи, перпендикулярных соответствующим осям, вокруг которых проходило вращение плоскостей проекции при их совмещении в одну плоскость.

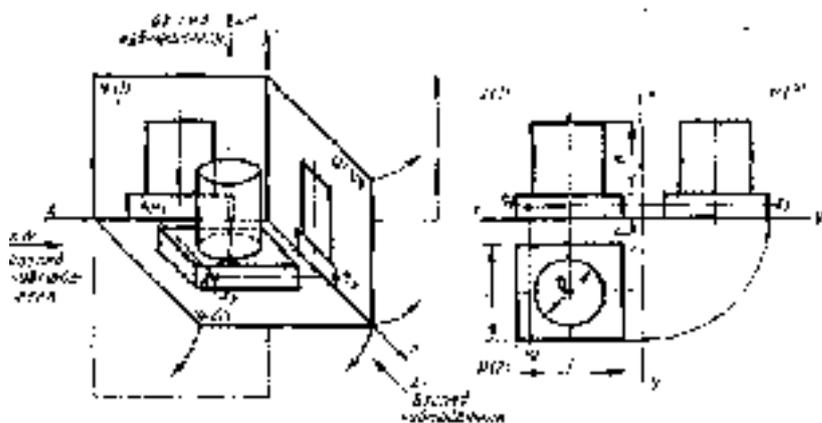


Рисунок 5.1.а)

Предмет помещенный в трехгранный угол.

б)

Комплексный чертеж

Комплексным чертежом (Рисунок 5.1, б) называют изображения предмета на совмещенных плоскостях проекций. При этом горизонтальная проекция (вид сверху) располагается под фронтальной, а профильная (вид слева) — справа от фронтальной и на одном уровне с ней. Нарушать это правило расположения проекций нельзя.

Фронтальную проекцию называют видом спереди, или главным видом. Главный вид, получаемый на фронтальной плоскости проекций, является исходным, он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Остальные проекции располагаются в зависимости от главного вида. Такое расположение проекций называют проекционной связью. Проекционная связь показана на рис. 5.1., б и в тонкими сплошными линиями, которые называются линиями связи.

При проведении линий связи между горизонтальной и профильной проекциями удобно пользоваться вспомогательной прямой, которую проводят под углом 45° примерно на уровне вида сверху, правее его (рис. 5.2, б). Линии связи, идущие от вида сверху, доводят до вспомогательной прямой. Из точек пересечения с нею восставляют перпендикуляры для построения вида слева.

Фронтальную проекцию точки обозначают строчной буквой со штрихом  $a'$ , горизонтальную - без штриха  $a$ , профильную - с двумя штрихами  $a''$  (рис. 5.2, б).

Чтобы сократить число изображений, допускается на видах показывать невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями.

Так строят чертежи в прямоугольных проекциях.

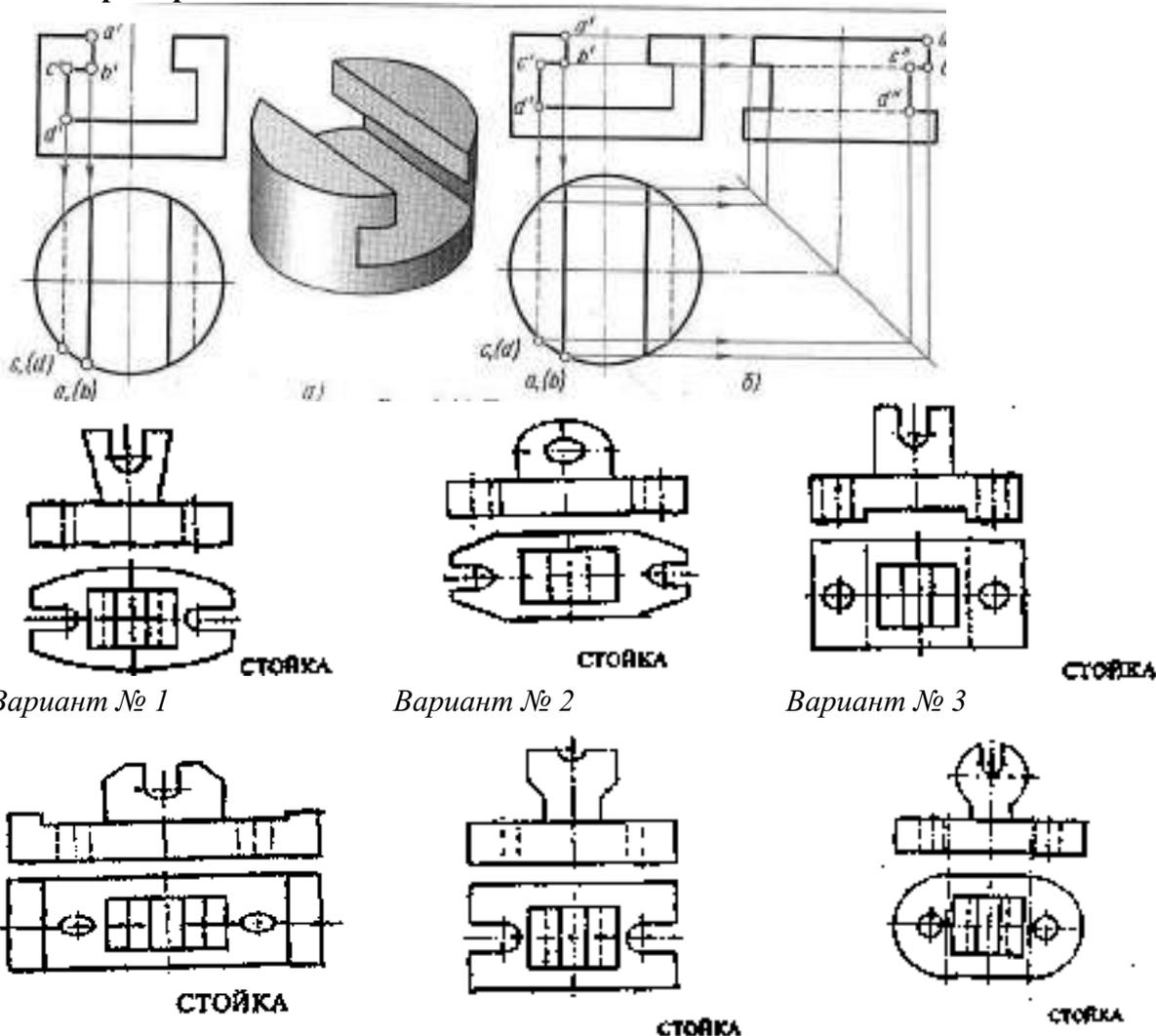
Однако нас интересует не только построение чертежей, но и их чтение, т. е. процесс представления пространственной формы предмета по его плоским изображениям.

Для того чтобы прочесть чертеж, нужно представить себе, почему получилось на нем то или иное изображение, т. е. подумать, какое тело могло дать такую проекцию. При этом нельзя рассматривать проекции отдельно одну от другой. Необходимо мысленно объединить представления о всех проекциях, данных на чертеже.

**Ход работы:**

1. Пользуясь данными соответствующего варианта задания по рисунку, построить три проекции (комплексный чертеж). На листе бумаги формата А3 вычертить рамку и основную надпись. Внимательно изучить заданные проекции и построить третью. Определите масштаб изображений, границы расположения всех фигур на чертеже.
2. Ответить на вопросы.
  1. Что называют комплексным чертежом?
  2. Для чего служит «вспомогательная прямая»? Под каким углом ее проводят?
  3. Как строят чертеж предмета в трех проекциях?

**Пример выполнения задания.**



## Тема 6. Виды изображений.

### Нахождение проекции точки, лежащей на поверхности предмета.

**Цель работы:** Изучение проецирования геометрических тел в прямоугольных проекциях и нахождение проекции точки, лежащей на поверхности предмета.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

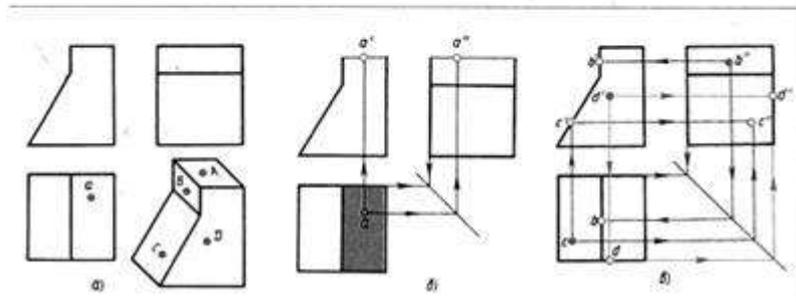
#### Теоретическая часть

Для построения изображений ряда деталей необходимо уметь находить проекции отдельных точек. Например, трудно вычертить вид сверху детали, приведенной на рис. 6.1, не строя горизонтальных проекций точек А, В, С, В, Е, Г и др.

Задача нахождения проекций точек по одной, заданной на поверхности предмета, решается следующим образом. Сначала находят проекции поверхности, на которой расположена точка. Затем, проведя линию связи к проекции, где поверхность изображается линией, находят вторую проекцию точки. Третья проекция лежит на пересечении линий связи.



Рис. 4.32. Деталь, для построения вида сверху которой необходимо найти проекции точек



Рассмотрим пример. Даны три проекции детали (рис. 6.1, а). Задана горизонтальная проекция а точки А, лежащей на видимой поверхности. Нужно найти остальные проекции этой точки.

Прежде всего надо провести вспомогательную прямую. Если даны два вида, то место вспомогательной прямой на чертеже выбирают произвольно, правее вида сверху, так чтобы вид слева оказался на нужном расстоянии от главного вида.

Если три вида уже построены (рис. 6.3, а), то место вспомогательной прямой произвольно выбирать нельзя; нужно найти точку, через которую она пройдет. Для этого достаточно продолжить до взаимного пересечения горизонтальную и профильную проекции оси симметрии и через полученную точку  $k$  (рис. 6.3, б) провести под углом  $45^\circ$  отрезок прямой, который и будет вспомогательной прямой. Если осей симметрии нет, то продолжают до пересечения в точке  $k_1$  горизонтальную и профильную проекции любой грани, проецирующейся в виде отрезков прямой (рис. 6.3, б).

Проведя вспомогательную прямую, приступают к построению проекций точки (см. рис. 6.2, б):

Фронтальная  $a'$  и профильная  $a''$  проекции точки А должны располагаться на соответствующих проекциях поверхности, которой принадлежит точка А. Находят эти проекции. На рис. 6.2, б они выделены цветом. Проводят линии связи, как указано

стрелками. В местах пересечения линий связи с проекциями поверхности находятся искомые проекции  $a'$  и  $a''$ .

Построение проекций точек В, С, D показано на рис. 6.2, в линиями связи со стрелками. Заданные проекции точек цветные. Линии связи проводят к той

Проекции, на которой поверхность изображается в виде линии, а не в виде фигуры.

Поэтому сначала находят фронтальную проекцию  $c'$  точки С. Горизонтальная проекция точки С определяется пересечением линий связи.

Если поверхность ни на одной проекции не изображается линией, то для построения проекций точек надо применять вспомогательную плоскость. Например, дана фронтальная проекция  $a'$  точки А, лежащей на поверхности конуса (рис. 6.4, а).

Через точку параллельно основанию проводят вспомогательную плоскость, которая пересечет конус по окружности; ее фронтальная проекция — отрезок прямой, а горизонтальная — окружность диаметром, равным длине этого отрезка (рис. 6.4, б).

Проведя к этой окружности из точки  $a'$  линию связи, получают горизонтальную проекцию  $a$  точки А.

Профильную проекцию  $a''$  точки А находят обычным способом на пересечении линий связи.

Рис. 6.3

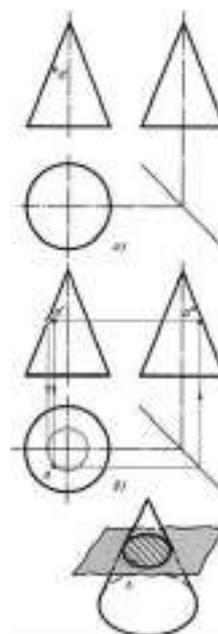
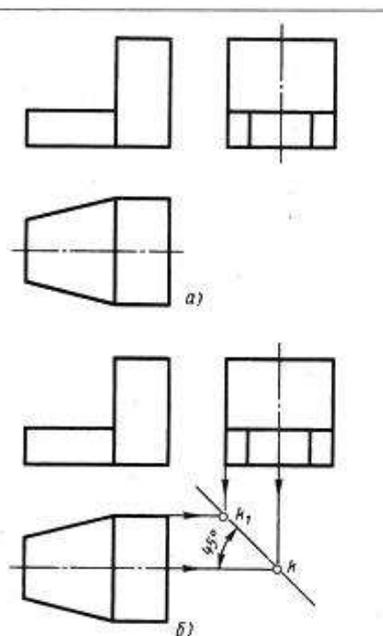


Рис. 6.4

Таким же приемом можно найти проекции точки, лежащей, например, на поверхности пирамиды или шара. При пересечении пирамиды плоскостью, параллельной основанию и проходящей через заданную точку, образуется фигура, подобная основанию. На проекциях этой фигуры лежат проекции заданной точки.

Таким же приемом можно найти проекции точки, лежащей, например, на поверхности пирамиды или шара. При пересечении пирамиды плоскостью, параллельной основанию и проходящей через заданную точку, образуется фигура, подобная основанию. На проекциях этой фигуры лежат проекции заданной точки.

1. Провести через данную точку (вернее через ее заданную проекцию) вспомогательную линию, расположенную на данной поверхности.
2. Найти вторую проекцию этой линии.
3. На найденную проекцию линии спроектировать заданную проекцию точки.

Применение второго приема решения задач показано на рис. 6.7, а и б для поверхности прямого кругового конуса и пирамиды, причем решение задачи может быть выполнено здесь двумя способами.

I способ. Дана фронтальная проекция  $a'$  точки А, лежащей на конической поверхности (рис. 6.7, а). Для нахождения горизонтальной проекции точки через точку  $a'$  проводят

вспомогательную линию — образующую конуса. Эта образующая должна пройти через вершину конуса. Таким образом, направление образующей вполне определяется двумя точками: данной  $a'$  и фронтальной проекцией вершины  $S'$ . Затем строят горизонтальную проекцию образующей. Она пройдет через горизонтальную проекцию вершины  $S$  и горизонтальную проекцию конца этой образующей, расположенного на окружности основания конуса (точку  $B$ ). В заключение на горизонтальную проекцию этой образующей проектируют заданную точку  $a'$ .

II способ. Задание то же (рис. 6.8, а). В качестве вспомогательной линии, проходящей через точку  $A$ , берут не образующую, а окружность, расположенную на конической поверхности и параллельную плоскости  $H$ . Фронтальная проекция этой окружности изобразится в виде отрезка горизонтальной прямой линии, так как эта окружность

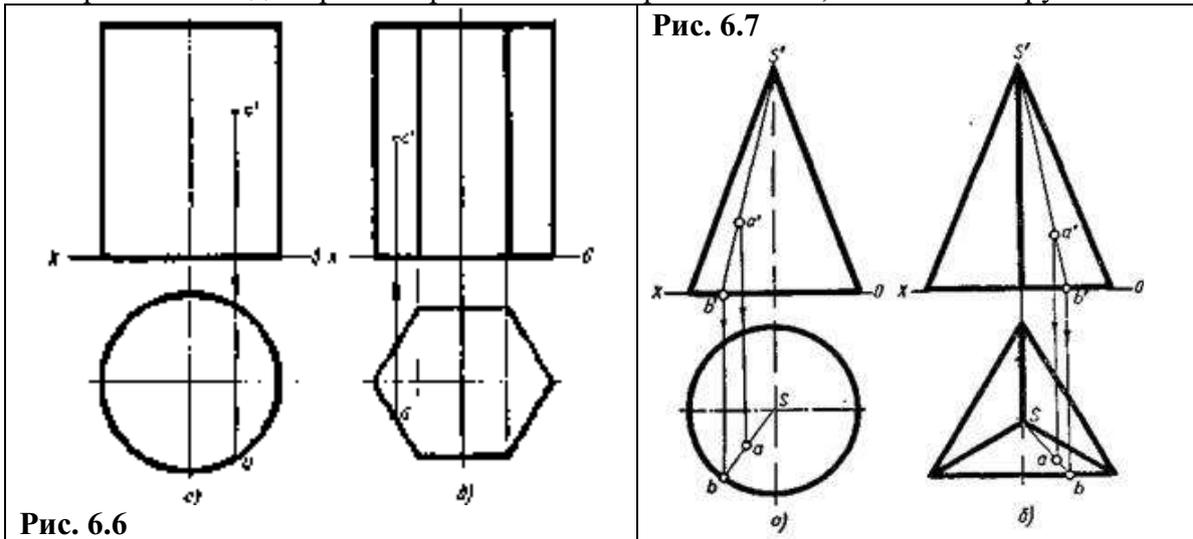


Рис. 6.6

Рис. 6.7

расположена в горизонтальной плоскости. Построив горизонтальную проекцию этой окружности (там она будет иметь истинный вид), возможно найти искомую горизонтальную проекцию точки  $A$ . Последняя располагается на горизонтальной проекции вспомогательной окружности. Много сходного с описанным построением имеет решение задачи нахождения второй проекции точки  $A$ , заданной на поверхности пирамиды.

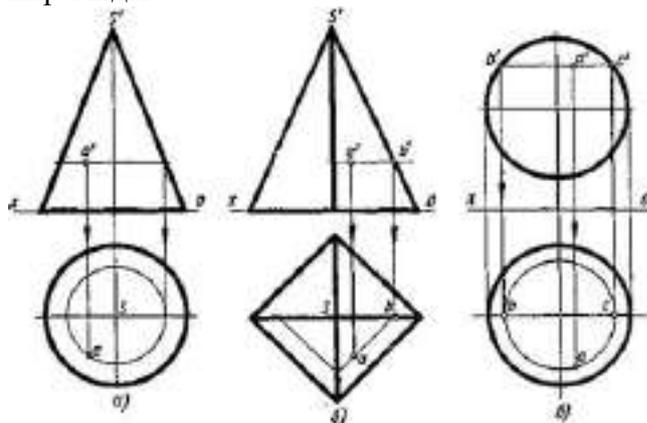


Рис. 6.8.

Рис. 6.7, б иллюстрирует применение I варианта, когда через точку  $a'$  проводят вспомогательную прямую. Эта прямая проведена через данную точку и вершину  $S'$  пирамиды. После определения горизонтальной проекции конца  $b$  вспомогательной прямой, расположенного на стороне треугольника — основания пирамиды, находят и горизонтальную проекцию самой вспомогательной прямой. Для этого точка  $b$  соединяется с точкой  $S$ . В заключение на нее проектируют заданную проекцию точки  $a'$  и получают искомую вторую проекцию точки  $a$ .

II вариант решения этой же задачи, но только для четырехгранной пирамиды, показан на рис. 6.8, б. В этом случае через точку  $a'$  проводят вспомогательную

горизонтальную прямую АВ, расположенную на грани пирамиды. На горизонтальную проекцию вспомогательной прямой проектируют данную проекцию точки  $a'$  и получают искомую проекцию  $a$ . Если точка расположена на шаровой поверхности (рис. 6.8, в), то вспомогательная линия, проводимая через точку, будет окружностью, расположенной в плоскости, параллельной какой-либо плоскости проекций (в данном случае в плоскости параллельной плоскости Н). На горизонтальной проекции вспомогательной окружности, где она изобразится в истинном виде, находят горизонтальную проекцию искомой точки  $a$ . Величину диаметра вспомогательной окружности находят на фронтальной проекции, она равна отрезку  $b'c'$ .

#### **Ход работы.**

I. Перечертить (см. размеры ниже) в трех прямоугольных проекциях призму, пирамиду, цилиндр, конус и шар и построить недостающие проекции точек.

II. Ответить на вопросы для всех заданий.

III. Провести раскраску граней призмы и пирамиды.

**Рекомендации по выполнению задания.** Каждое задание содержит пять геометрических тел: призму, пирамиду, цилиндр, конус и шар. Задание предусматривает их размеры: так призма и пирамиды имеют в основании правильные многоугольники, вписанные в окружность  $\varnothing 45$  мм, и высоту 65 мм; в основании цилиндра и конуса лежат круги  $\varnothing 45$  мм, а их высоты — по 65 мм; шар имеет размер  $\varnothing 45$  мм. Задания разнятся между собой формой призм и пирамид, а все фигуры в целом — заданием точек на их поверхностях. Все фигуры прямые (призма, пирамида, цилиндр, конус), т. е. их высоты перпендикулярны основаниям к центрам окружностей и кругов. Задание выполняется в М 1:1.

Разделите поле чертежа формата А3 на пять частей сплошными тонкими линиями.

Проведите осевые штрихпунктирные линии; вспомогательные линии, засечки и постоянные прямые безосных чертежей сплошными тонкими линиями. Вычертите призму, пирамиду, цилиндр, конус и шар в трех прямоугольных проекциях согласно заданию. Построение призмы и пирамиды начинайте с видов сверху, как проекций, обеспечивающих однозначное определение формы тела. При построении вначале используйте сплошные тонкие линии, а убедившись, что проекции фигур соответствуют заданию, обведите линии видимых контуров сплошными основными линиями, а линии невидимых контуров — штриховыми линиями.

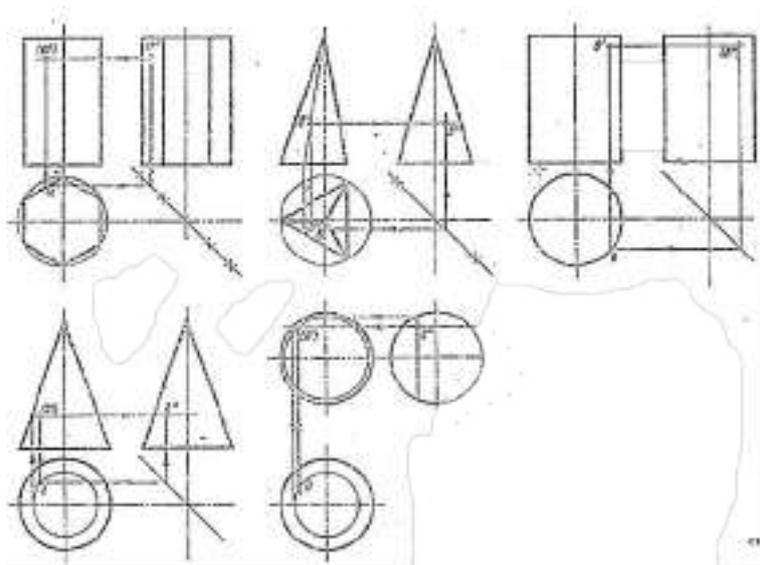
В глазомерном масштабе нанести проекции точек А, В, С, Д Е на изображениях фигур. Во всех заданиях проекции точек указаны видимыми.

В задании принята следующая система обозначения проекций точек. А — точка в пространстве, так ее обозначают на технических рисунках в аксонометрических проекциях;  $a$  — проекция точки А на горизонтальной плоскости проекций (на виде сверху);  $a'$  — проекция точки А на фронтальной плоскости проекций (на виде спереди);  $a''$  — проекция точки А на профильной плоскости проекций (на виде слева) Если точка видимая и лежит на поверхности, спроецированной в линию, то она указывается буквой без скобок. Если точка скрыта от глаз наблюдателя какой-либо поверхностью, то она указывается буквой, взятой в скобки.

Например,  $a$  — видимая проекция точки;  $(a)$  — невидимая проекция точки.

Итак, нанеся указанные в задании проекции точек, найдите на каждой фигуре две другие проекции точек. При определении проекций точек используйте линии проекционной связи, которые сохраните на чертеже для удобства контроля.

При построении проекций точек, принадлежащих поверхности пирамиды и конуса, следует применять способ, дающий наибольшую точность: либо «способ образующей», либо «способ секущих плоскостей». Оба способа на примере выполнения задания показаны.



### Пример выполнения задания

#### Вопросы ко всем заданиям:

1. Назовите фигуры, изображенные вами на чертеже.
2. Сколько видов (как они называются) вы использовали при построении каждой фигуры? Как располагаются приведенные выше виды по отношению друг к другу?
3. Что называется «комплексным чертежом»?
4. Что обеспечивает «постоянная прямая» безосного чертежа и почему она проводится под углом  $45^\circ$  к горизонтали (вертикали)?
5. Что обеспечивает «постоянная прямая» безосного чертежа и почему она проводится под углом  $45^\circ$  к горизонтали (вертикали)?
6. Какие линии чертежа вы применили при выполнении задания? Назовите их. Какой государственный стандарт предусматривает правила выполнения этих линий?
7. Что называется телом вращения? Какие геометрические тела из вычерченных вами относятся к телам вращения? Какие плоские фигуры обеспечивают получение этих тел вращения?
8. Дайте геометрический анализ пирамиды, выполненной вами в задании. Сколько у нее вершин, ребер, граней? Какие ребра проецируются на ту или иную плоскость проекций в натуральную величину? укажите это прямо на чертеже надписью: «натуральная величина ребра». Как определить истинную величину ребра, которое ни на одну из плоскостей проекций не проецируется в натуральную величину?
9. Дайте геометрический анализ призмы, выполненной вами в задании: Сколько у нее вершин, ребер, граней; сколько ребер вертикальных и горизонтальных, параллельных фронтальной, горизонтальной, профильной плоскостям проекций порознь, то же — перпендикулярных? Сколько граней вертикальных и горизонтальных, параллельных фронтальной, горизонтальной, профильной плоскости проекции порознь, то же — перпендикулярных; во что преобразуется проекция ребра, если оно перпендикулярно плоскости проекции? Во что преобразуется проекция грани, если она перпендикулярна плоскости проекции? Будет ли ребро проецироваться на плоскость проекции в натуральную величину, если оно параллельно этой плоскости проекции?

Будет ли грань проецироваться на плоскость проекции в натуральную величину (истинную форму), если она параллельна этой плоскости проекции?

Цветовая раскраска призмы и пирамиды. Цветовая раскраска предполагает, что вы присваиваете каждой грани свой цвет. На всех видах раскрасьте видимые грани присвоенными им цветами. Если на изображении грань проецируется в линию, то рядом с черной линией проведите цветную линию (цвет должен соответствовать цвету, присвоенному вами данной грани).

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5

## Практическое занятие № 12.

### Тема 6. Виды изображений.

#### Эскизы деталей

**Цель работы:** развить и закрепить умения и навыки по выполнению эскиза.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

На каждое изделие, подлежащее изготовлению, первоначально составляют эскиз, представляющий собой конструкторский документ временного характера, по которому составляют рабочий чертеж, в соответствии с ГОСТ 2.109-73.

Эскиз выполняется от руки на глаз, с проекционной связью между видами. Эскиз должен содержать минимальное число видов, разрезов, сечений, но достаточное для полного и ясного представления о предмете и его элементах. На эскизе наносят шероховатость поверхностей, от установленных базовых поверхностей указывают размеры, необходимые для изготовления детали. Заполняют основную надпись, указывая в ней материал, из которого сделана деталь. Рассмотрим, в качестве примера, крышку сальника на рис.9. 1 и 9.2.

Для выполнения эскиза выбирают главную - наиболее насыщенную элементами часть детали в рабочем положении, а также необходимое число видов, разрезов и сечений. После этого тонкими линиями (мягким карандашом) наносят на эскизе выбранные изображения с последующей обводкой линии контура. Последовательность выполнения эскиза показана на рисунке, где направление проецирования на фронтальную плоскость проекций (главный вид) отмечено стрелкой. Не следует допускать необоснованного уменьшения числа изображений, т.к. это может привести к неопределенности формы. Указывая размеры, следует избегать излишнего их количества, так как это затемняет чертеж, затрудняет его чтение. Не допускается повторения размера (в явном или скрытом виде). Выполняя изображения, следует соблюдать проекционную связь между ними (без нанесения линий связи), отсутствия которой усложняет чтение чертежа. Должно быть правильно установлено наименование детали и материал, из которого она изготовлена. Качество эскиза считается тем выше, чем более по внешнему виду он приближается к чертежу.

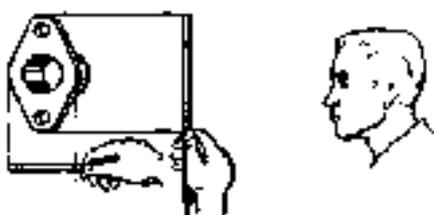


Рис.9.1 определяют размер на глаз - глазомерный масштаб.

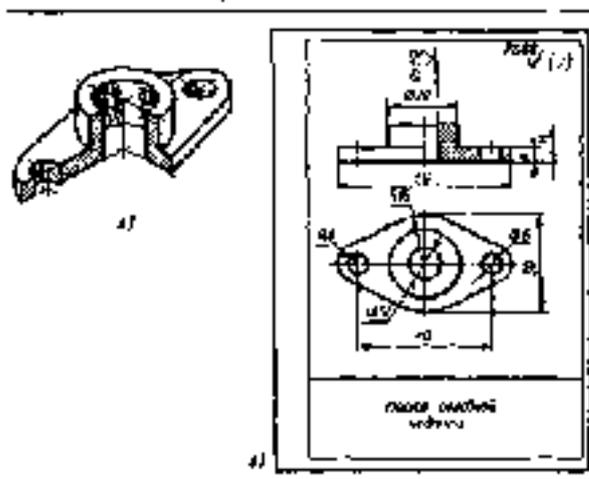


Рис.9.2 а - изображение крышки, Б - эскиз.

#### Ход работы:

1. На листе в клетку выполнить рамку и основную надпись по всем требованиям выполнения чертежей. По заданной аксонометрической проекции начертить эскиз и нанести размеры. Эскиз должен содержать минимальное число изображений. Размеры не повторять.

2. Ответить на вопросы.

1. Чем эскиз отличается от чертежа?
2. На какие этапы делится работа по составлению эскиза?
3. Чем руководствуются при выборе положения детали для зарисовки главного вида?
4. Каков порядок зарисовки изображений детали?
5. Как определить, где и какие размеры нанести на эскизе?

*Пример выполнения задания.*



## Выполнение комплексного чертежа усечённого геометрического тела.

**Цель работы:** Изучение сечения геометрических тел плоскостью, построение аксонометрических проекций и построение развертки.

### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

### Теоретическая часть

Построение аксонометрических проекций предметов помогают научиться читать чертежи и развить способность пространственного представления форм и чувства пропорций предметов и деталей машин. В производстве машин аксонометрические проекции применяются в качестве вспомогательных к ортогональным в тех случаях, когда требуется поясняющее наглядное изображение форм деталей, трудно читаемых в ортогональных проекциях. Аксонометрические проекции предмета получаются на плоскости проекций обычным способом проецирования проведением проецирующих лучей из каждой точки предмета до пересечения этих лучей с плоскостью проекций. Если проецирующие лучи перпендикулярны аксонометрической плоскости проекций, то проекция на нее называется прямоугольной аксонометрической.

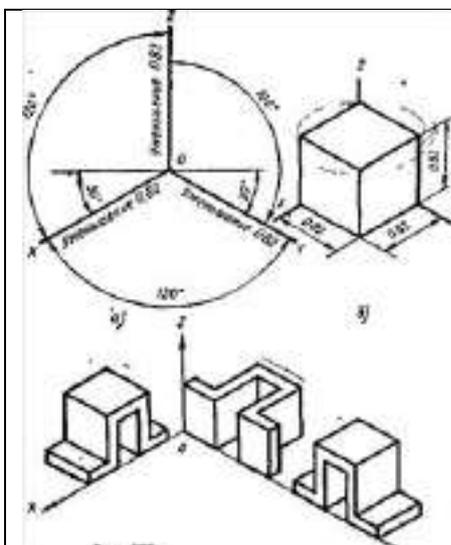


Рис. 7.1

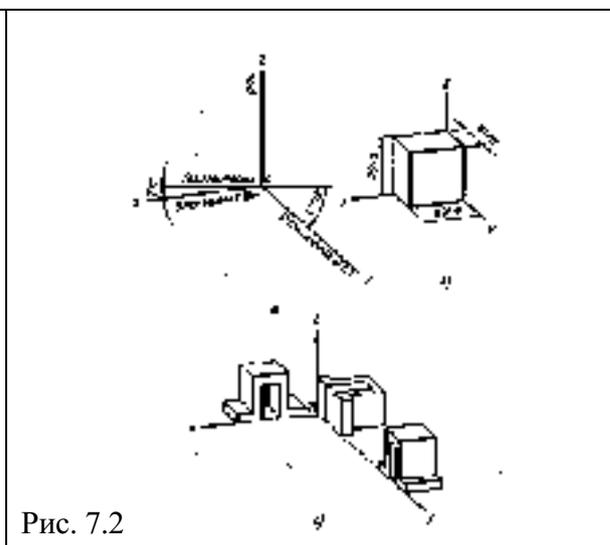


Рис. 7.2

Если проектирующие лучи взаимнопараллельны и наклонены под определенным углом  $\alpha$  к аксонометрической плоскости проекций, то проекция на нее называется косоугольной аксонометрической. В машиностроении рекомендуется применять три вида аксонометрических проекций: изометрическую (прямоугольную) (Рис.7.1, а,-в), диметрическую (прямоугольную), (Рис.7.2, а—в) и фронтальную диметрическую (косоугольную) (Рис.7.3, а—в). На этих фигурах изображены простейшее геометрическое тело — куб и одна деталь несложной формы. Эта деталь изображена в различном положении по отношению к осям координат.

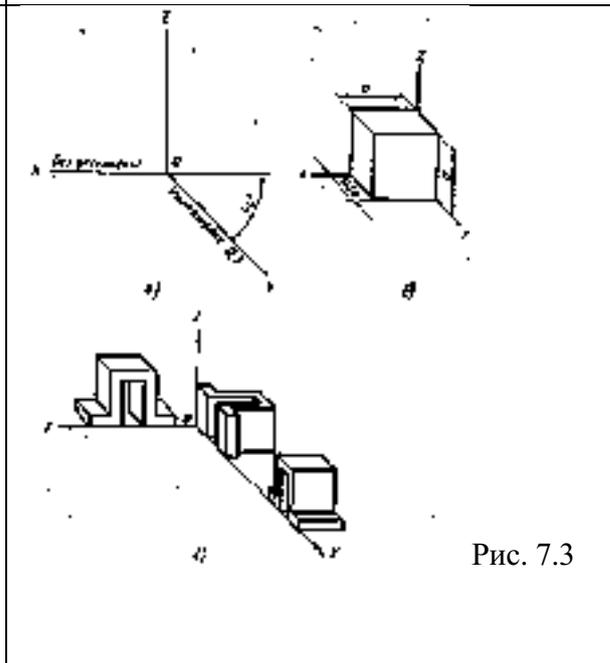


Рис. 7.3

Изометрические проекции геометрических тел призмы и пирамиды выполняются в такой последовательности:

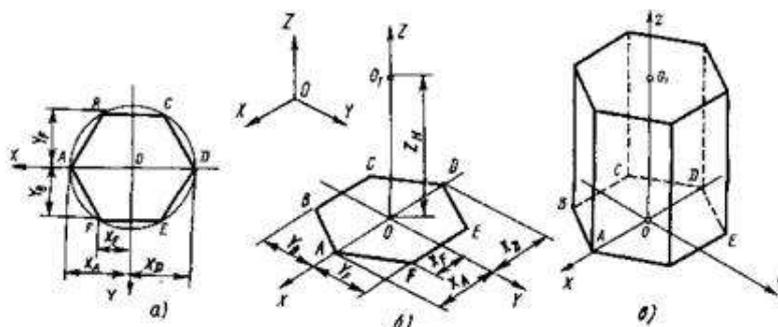
1. Вычерчивают изометрическую проекцию основания (рис. 7.4).
2. Далее строят изометрические проекции ребер призмы и второе ее основание. У пирамиды строят высоту и находят ее вершину.

Если пирамида усеченная, строят второе ее основание, а затем проводят ребра. Когда основание призмы или пирамиды — правильный многоугольник, то построение точек — вершин основания по координатам можно упростить, проведя одну из осей координат через середину основания.

Для изготовления кожухов машин, ограждений станков, вентиляционных устройств, трубопроводов необходимо из листового материала вырезать их развертки.

Разверткой поверхности многогранника называют плоскую фигуру, полученную при совмещении с плоскостью чертежа всех граней многогранника в последовательности их расположенные на многограннике.

Чтобы построить развертку поверхности многогранника, нужно определить натуральную величину граней, а вычертить на плоскости последовательно все грани. Истинные размеры ребер граней, если они спроецированы не в натуральную величину, находят способами вращения или перемены плоскостей проекции



Прямоугольная изометрия правильной шестигранной призмы:  
 а — прямоугольная проекция основания призмы, б — построение аксонометрии основания призмы, в — законченное изображение

Рассмотрим построение разверток поверхности некоторых простейших тел.

Развертка поверхности прямой призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней — прямоугольников и двух равных между собой многоугольников оснований. Для примера взята правильная прямая шестиугольная призма (рис. 7.6, а). Все боковые грани призмы — прямоугольники, равные между собой по ширине  $a$  и высоте  $H$ ; основания призмы — правильные шестиугольники со стороной, равной  $a$ . Так как истинные размеры граней нам известны, нетрудно выполнить построение развертки. Для этого на горизонтальной прямой последовательно откладывают шесть отрезков, равных стороне основания  $a$  шестиугольника, т. е.  $6a$ . Из полученных точек восстанавливают перпендикуляры, равные высоте призмы  $H$ , и через конечные точки перпендикуляров проводят вторую горизонтальную прямую. Полученный прямоугольник ( $H \times 6a$ ) является разверткой боковой поверхности призмы. Затем на одной оси пристраивают фигуры оснований — два шестиугольника со сторонами, равными  $a$ . Контур обводят сплошной основной линией, а линии сгиба — штрихпунктирной с двумя точками.

Подобным образом можно построить развертки прямых призм с любой фигурой в основании.

Развертка поверхности правильной пирамиды представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней — равнобедренных или равносторонних треугольников и правильного многоугольника основания. Для примера взята правильная четырехугольная пирамида (рис. 7.6, б). Решение задачи усложняется тем, что неизвестна

величина боковых граней пирамиды, так как ребра граней не параллельны ни одной из плоскостей проекций. Поэтому построение начинают с определения истинной величины наклонного ребра  $sa$ . Определив способом вращения (см. рис. 7.6, в) истинную длину наклонного ребра  $sa$ , равную  $s'a$  (рис. 7.6, б), из произвольной точки  $O$ , как из центра, проводят дугу радиусом  $s'a$ .

На дуге откладывают четыре отрезка, равные стороне основания пирамиды, которое спроецировано на чертеже в истинную величину. Найденные точки соединяют прямыми с точкой  $O$ . Получив развертку боковой поверхности, к основанию одного из треугольников пристраивают квадрат, равный основанию пирамиды.

Развертка поверхности прямого кругового конуса представляет собой плоскую фигуру, состоящую из кругового сектора и круга (рис. 7.6, в). Построение выполняют следующим образом. Проводят осевую линию и из точки, взятой на ней, как из центра, радиусом  $R$ , равным образующей конуса  $a'$ , очерчивают дугу окружности. В данном примере образующая, подсчитанная по теореме Пифагора, равна приблизительно 38 мм.

Этот угол строят симметрично относительно осевой линии с вершиной в точке  $s$ . К полученному сектору пристраивают круг с центром на осевой линии и диаметром, равным диаметру основания конуса.

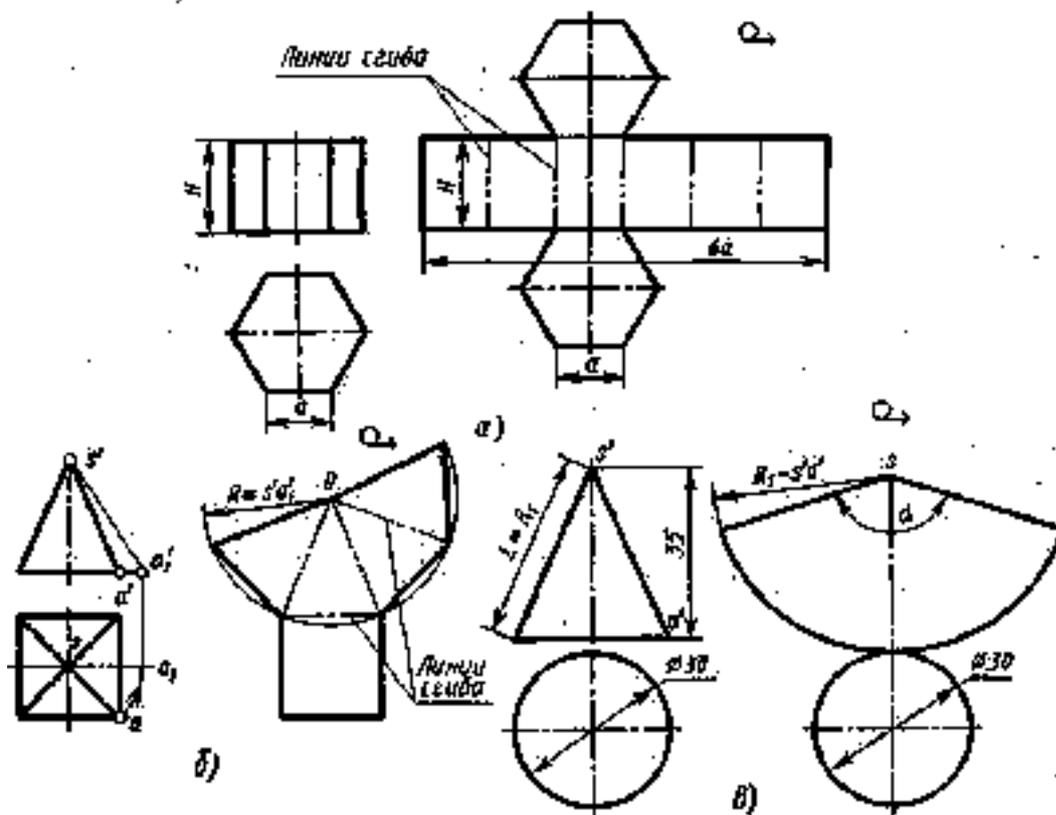


Рис.7.6

**Порядок выполнения листа**

1. Построить три проекции призмы.
2. По заданию преподавателя построить след секущей плоскости. Обозначить точки пересечения и спроецировать на виды призмы, найдя сечение призмы.
3. Построить действительный вид сечения.
4. Построить прямоугольную изометрию усеченной правильной прямой шестигранной призмы.
5. Построить развертку усеченной правильной прямой шестигранной призмы.

**Методические указания.**

Данная графическая работа учитывает теоретический материал практических работ №6 и №7. Пользуясь данными соответствующего варианта задания построить три проекции

(комплексный чертеж) усеченной призмы (цилиндра), развертки боковых поверхностей заданных тел и их изометрические проекции.

На листе формата А3 вычертить рамку и основную надпись. Внимательно изучить проекции геометрических тел в пространстве друг относительно друга и мысленно спроецировать на три плоскости проекций. Определить масштаб изображений, границы расположения всех фигур на чертеже. Линии связи и оси не убирать. Обвести чертеж. Заполнить основную надпись. Наименование листа определяется заданием.

#### Ход работы:

1. Построить три проекции призмы.
2. По заданию преподавателя построить след секущей плоскости. Обозначить точки пересечения и спроецировать на виды призмы, найдя сечение призмы.
3. Построить действительный вид сечения.
4. Построить прямоугольную изометрию усеченной призмы.
5. Построить развертку усеченной призмы.
6. Ответить на вопросы.
  1. Особенности построения усеченных призм.
  2. Назовите основные виды проекционных изображений.
  3. Что называют многогранником?
  4. Перечислите известные вам виды многогранников.
  5. Укажите порядок построения точек на поверхностях многогранников.
  6. Что называют разверткой поверхности геометрического тела?

#### Варианты заданий к работе.

• Таблица 19

№ варианта	α, град.	A
1	45	90
2	60	90
3	40	90
4	30	90
5	35	90
6	50	90
7	48	75
8	45	75
9	35	75
10	30	75
11	25	75
12	28	75
13	45	100
14	25	100
15	30	100
16	35	100
17	40	100
18	35	100

Построить три проекции шестиугольной призмы, усеченной плоскостью натуральной величины сечения, развертку и изометрию

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14.

#### Тема 7. Сечения.

##### Сечения.

**Цель работы:** Освоение и закрепление умений и навыков по выполнению сечений и нанесению размеров.

##### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

##### Теоретическая часть

Сечение — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Штриховка частей предмета, расположенных в секущей плоскости, осуществляется так же, как и в случае разреза. В качестве секущей плоскости допускается применять цилиндрическую поверхность, развертываемую потом в плоскость.

Сечения являются составной частью разреза. В случае, когда они изображаются самостоятельно, сечения подразделяют на вынесенные и наложенные. Вынесенные сечения — те, которые располагаются вне изображения предмета (рис.10.1). Наложённые сечения — те, которые совмещаются с соответствующим видом предмета (рис.10.2). Вынесенные сечения являются предпочтительными. Их располагают в разрыве между частями одного и того же вида на продолжении линии сечения (следа секущей плоскости, рис.10.1, б) или в любом месте поля чертежа.

Контур сечений, входящих в состав разреза, и вынесенных сечений изображают сплошными толстыми (основными) линиями, контур наложенных сечений — сплошными тонкими линиями, при этом контур изображения на месте наложенного сечения не прерывают.

Секущие плоскости выбирают таким образом, чтобы получить нормальные поперечные сечения.

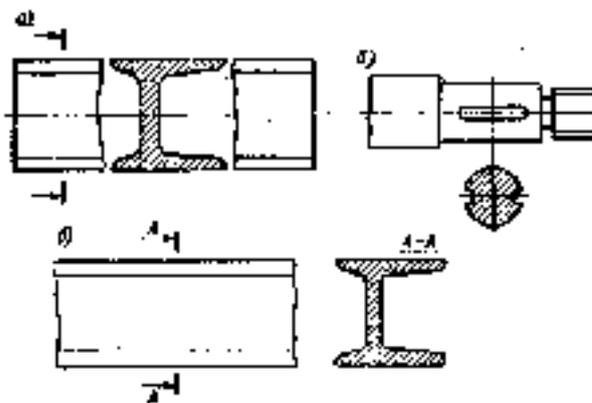


Рис.10.1. Расположение вынесенных сечений

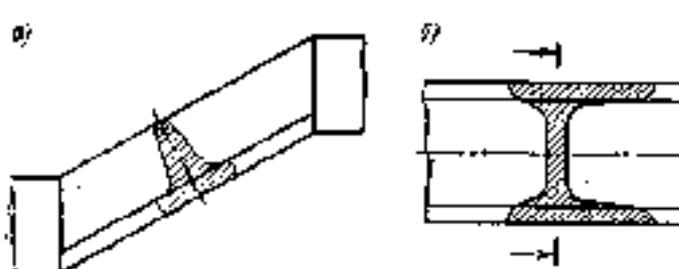


Рис. 10.2. Наложённые сечения!  
а) - симметричное; б)- несимметричное

Если секущая плоскость проходит через ось вращения цилиндрического, конического, сферического углублений, сквозного отверстия, то контуры отверстия или углубления в сечении показывают полностью. Обозначение сечений подобно обозначению разрезов и состоит из следов секущей плоскости и стрелки, указывающей направление взгляда, а также буквы, проставляемой с наружной стороны стрелки (рис.10.3). Вынесенное сечение не надписывают и секущую плоскость не показывают, если линия сечения совпадает с осью симметрии сечения, а само сечение расположено на продолжении следа секущей плоскости (см. рис.10.1, б) или в разрыве между частями вида. Для симметричного наложенного сечения секущую плоскость также не показывают. Если сечение несимметричное и расположено в разрыве (см. рис.10.1, а) или является наложенным (см, рис.10.2, б), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. Сечение допускается располагать с поворотом, изображая над сечением  $\odot$  или по старым ГОСТам словом «повернуто». Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линии сечений обозначают одной и той же буквой и вычерчивают одно сечение. В случаях, если сечение получается состоящим из отдельных частей, следует применять разрезы.

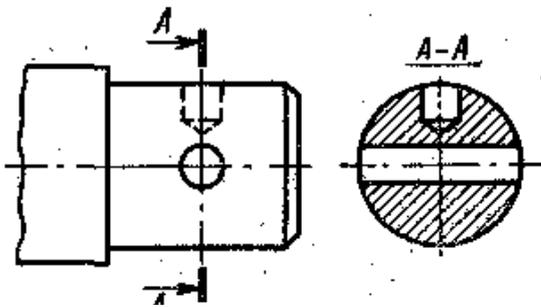
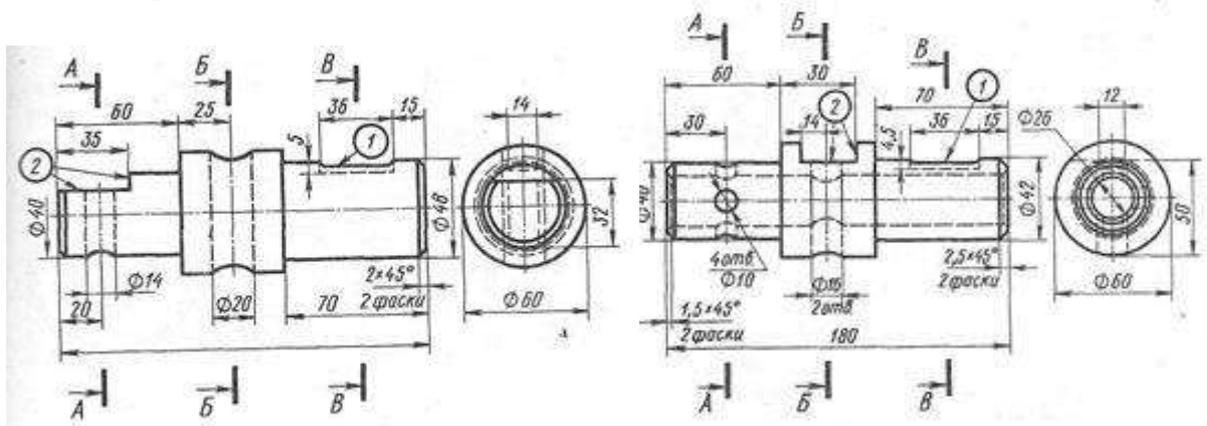


Рис.10.3  
Сечение по типу разреза

**Ход работы:**

1. Выполнить сечение детали.
2. Ответить на вопросы.
  1. Какое изображение называют сечением?
  2. Для чего применяют сечения?
  3. Как подразделяются сечения в зависимости от их расположения
  4. Линиями какой толщины обводят контур наложенного и вынесенного сечения?
  5. Как и для чего штрихуют сечения?
  6. Показывают ли в сечении то, что расположено за секущей плоскостью?
  7. В каких случаях сечение сопровождают надписью? Какие буквы используют для этого?
  8. Как изображают линию сечения? Каково начертание разомкнутой линии?
  9. Как обозначают несколько одинаковых сечений, относящихся к одному предмету?
  10. Где по отношению к обозначению сечения указывают символ  $\curvearrowright$  при выполнении сечения с поворотом?

**Задание к работе**

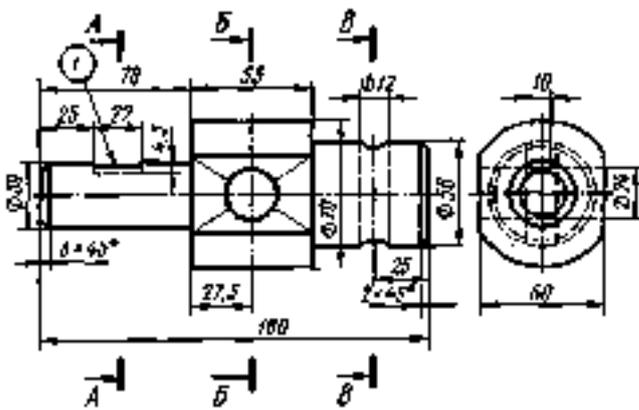


**Вариант № 1**

Выполнить 3 вынесенных сечения  $A-A$ ,  $B-B$ ,  $B-B$ . Наименование :Вал; Материал-Ст 50 ГОСТ 1050-74..

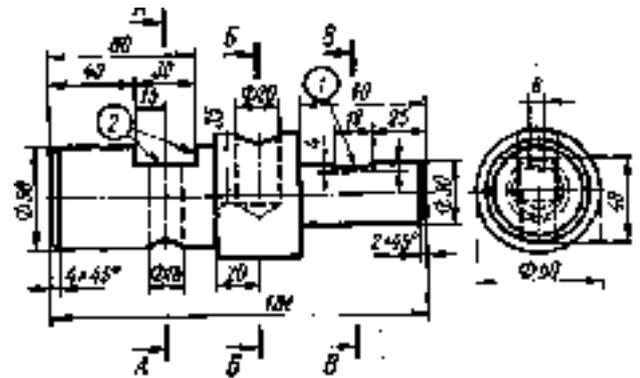
**Вариант №2**

Выполнить 3 вынесенных сечения  $A-A$ ,  $B-B$ ,  $B-B$ . Наименование: Вал Материал-Ст4 ГОСТ 380-71.



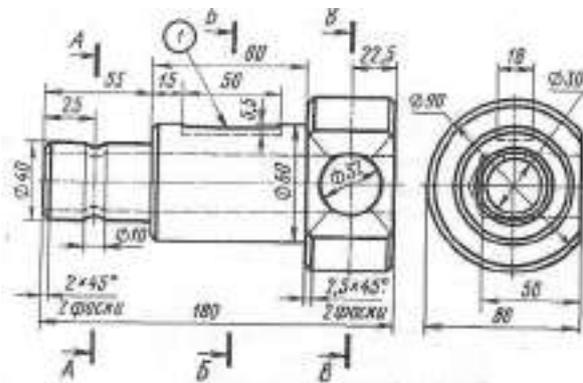
Вариант №3

Выполнить три вынесенных сечения А—А, Б—Б, В~В. Наименование детали — Вал. Материал-сталь 45 ГОСТ 1050-74.



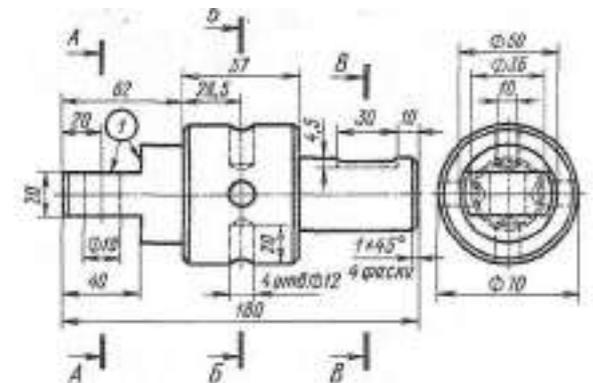
Вариант №4

Выполнить три вынесенных сечения А—А, Б—Б, В~В. Наименование детали — Вал. Материал-Сталь 45 ГОСТ 1050-74.



Вариант №5

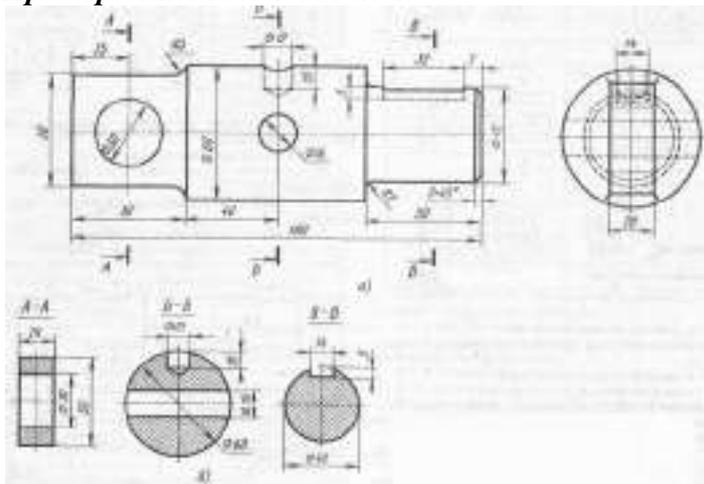
Выполнить три вынесенных сечения А-А, Б-Б, В-В. Наименование: Вал. Материал-Ст40 ГОСТ 380-71.



Вариант №6

Выполнить три вынесенных сечения А-А, Б-Б, В-В. Наименование : Вал. Материал-Ст3 ГОСТ 380-71.

**Пример выполнения задания.**



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15.

### Тема 8. Разрезы.

#### Простые разрезы

**Цель работы:** Освоение и закрепление умений и навыков по выполнению разрезов и соединению их с видом; выполнение аксонометрической проекции.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

### Теоретическая часть

*Разрез* — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменение других изображений того же предмета. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Все части предмета, пересекаемые плоскостью, заштриховывают, пустоты не штрихуют.

Разрезы разделяются в зависимости от положения секущей плоскости и от числа секущих плоскостей.

В зависимости от положения секущей плоскости разрезы бывают горизонтальными (секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций), вертикальными (секущая плоскость перпендикулярна плоскости проекций) и наклонными (секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью угол, отличный от прямого).

Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекции.

Разрезы бывают продольными, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (разрез А—А на рис. 11.1) и поперечными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно к длине или высоте предмета (разрез Б—Б на рис. 11.1). В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы бывают простыми (11.2), образованными одной секущей плоскостью, и сложными, образованными несколькими секущими плоскостями. Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны (разрез Б—Б на рис. 11.1), и ломаными, если секущие плоскости пересекаются (разрез А—А на рис. 11.1). При ломаном разрезе секущие плоскости условно поворачиваются до совмещения в одну плоскость.

Угол между плоскостями—тупой. Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называется местным (на виде сверху — рис. 11.3). На разрезах допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета.

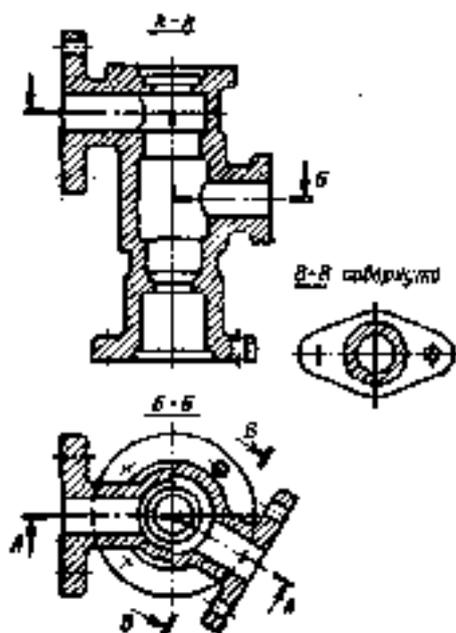


Рис. 11.1.

Разрезы различных типов

Фронтальные, горизонтальные и профильные разрезы обычно располагают на месте соответствующих основных видов. При обозначении разреза указывают положение секущей плоскости, а сам разрез отмечают двумя прописными буквами русского алфавита (через тире), подчеркнутыми сплошной тонкой линией. Положение секущей плоскости указывают разомкнутой линией. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки наносят на расстоянии 2—3 мм от конца штриха.

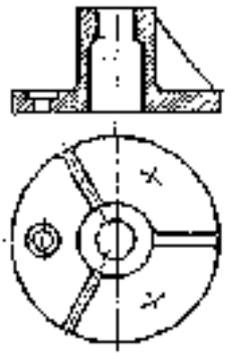


Рисунок 11.2  
Простой фронтальный разрез.

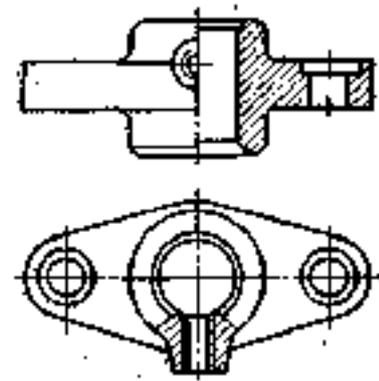


Рисунок 11.3  
Соединение вида и разреза

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения. Около стрелок, с их внешней стороны ставят одну и ту же букву, обозначающую разрез. Если разрез повернут относительно соответствующего вида, его обозначение дополняют словом «*повернуто*» (разрез *B—B* на рис. 11.1.), которое не подчеркивают или по новому ГОСТу значком .

Простые горизонтальные, фронтальные и профильные, разрезы не обозначают, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии и соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи (рис. 11.2.).

Местный разрез обычно также не обозначают. Его отделяют от вида сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Часть вида и часть разреза допускается соединять, разделяя их тонкой волнистой линией. Если при этом соединяются полови-на вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (см. рис. 11.3.). Соединять таким образом части несимметричной фигуры не допускается. Если часть предмета представляет собой тело вращения, допускается разделять вид и разрез не всего предмета, а его части — штрихпунктирной тонкой линией, совпадающей с осью симметрии этой части тела вращения.

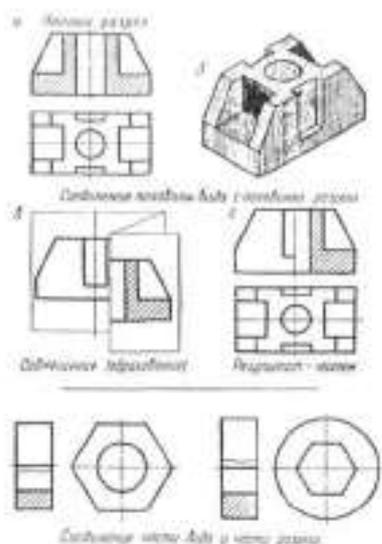


Рисунок 11.4. Порядок построения соединения половины вида с половиной разреза.

Таким образом, соединение на чертеже половины вида с половиной разреза дает возможность сохранить полное представление о наружной и внутренней форме детали.

Экономить время на выполнение чертежа, т.к. сокращаются затраты на нанесение штриховки, вычерчивание линий невидимого контура.

Построение разрезов в аксонометрии

Для выявления внутренней формы детали, вычерченной в аксонометрии, в некоторых случаях применяют разрезы, которые условно можно назвать вырезами. При этом используют две секущие плоскости, совпадающие с плоскостью симметрии (рис. 11.4).



Рисунок 11.5.  
Построение выреза в аксонометрии.

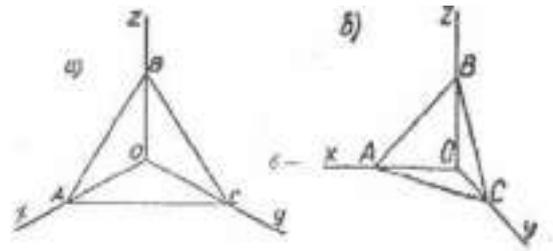


Рисунок 11.6. Положение осей.  
а) - в изометрической проекции  
б) во фронтальной диметрической проекции

Направление штриховки в вырезах.

Для этого строят оси аксонометрии. На каждой оси от точки  $O$  откладывают произвольные, но равные между собой отрезки. Соединив последовательно точки  $ABC$  между собой, получают равносторонний треугольник. Линии штриховки проводят параллельно сторонам этого треугольника. Чтобы определить направление штриховки во фронтальной диметрии, также строят треугольник. Только в этом случае по оси  $Y$  откладывают половину отрезка, построенного на осях  $X$  и  $Z$ . См. рис. 11.6.

Последовательность построения наглядного изображения детали с вырезом. (Рис. 11.7.)

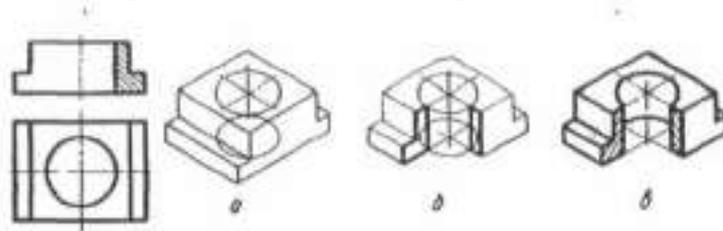
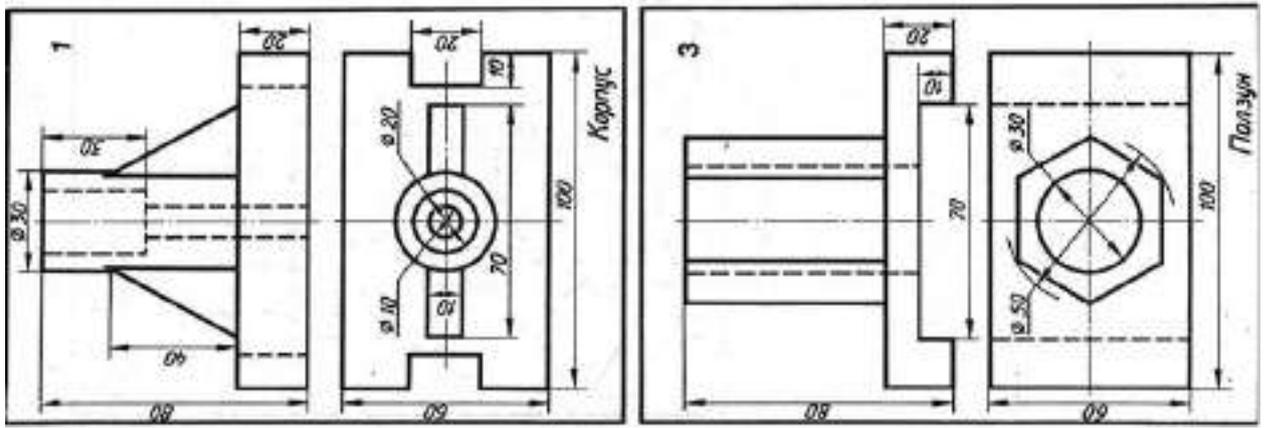


Рис. 11.7. Последовательность построения наглядного изображения детали с вырезом.

### Ход работы:

1. Условия задания предусматривают перечерчивание приведенных в заданиях видов, а затем выполнения на них соединения половины вида с половиной разреза. Дополнительно по комплексному чертежу построить аксонометрическое изображение детали с вырезом её четверти. Нанесение размеров на чертеже обязательно. Пример графического задания и его решения на рисунке. Чертеж выполняется на формате А3.
2. Ответить на вопросы
  1. Для чего применяются на чертежах разрезы?
  2. Какие изображения называются разрезами?
  3. Как изменится изображение, если вместо вида детали дать ее разрез?
  4. Изменяются ли виды сверху и слева, если главный вид заменить ее разрезом?
  5. Какой разрез называют простым?
  6. В зависимости от чего разрезы делятся на вертикальные, горизонтальные и наклонные?
  7. Какой разрез называют фронтальным?
  8. Какой разрез называют профильным?
  9. Какой разрез называют горизонтальным?
  10. Какой разрез называют наклонным?
  11. Какой разрез называют продольным и какой поперечным?
  12. В каких случаях рекомендуется соединять часть вида и часть разреза?
  13. Какой линией разделяют часть вида и часть разреза?
  14. В каких случаях рекомендуется соединять половину вида и половину разреза?
  15. Какой линией разделяют половину вида и половину разреза?
  16. Нужно ли показывать на половине вида внутренние очертания предмета? и





## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16.

### Тема 8. Разрезы.

#### Выполнение сложных разрезов.

**Цель работы:** Развитие и закрепление умений и навыков по выполнению сложных разрезов.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Сложным называют разрезы при двух и более секущих плоскостях. В зависимости от положения секущей плоскости сложные разрезы подразделяют на ступенчатые (рис.12.1) и ломаные (рис.12.2). Ступенчатым называется сложный разрез, когда секущие плоскости параллельны, но не совмещаются в плоскости чертежа. Ломаным называется сложный разрез, когда секущие плоскости пересекаются.

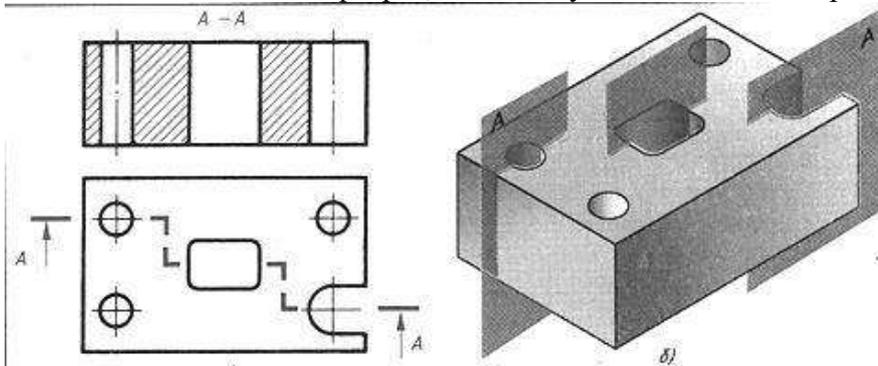


Рис.12.1

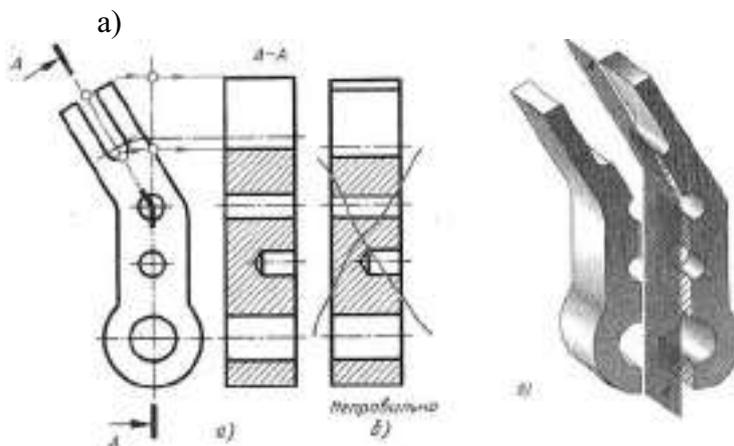
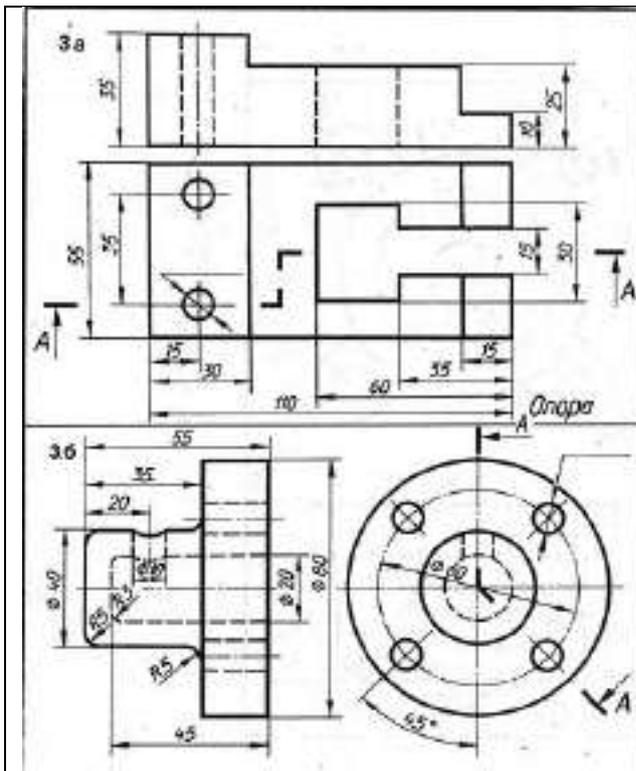


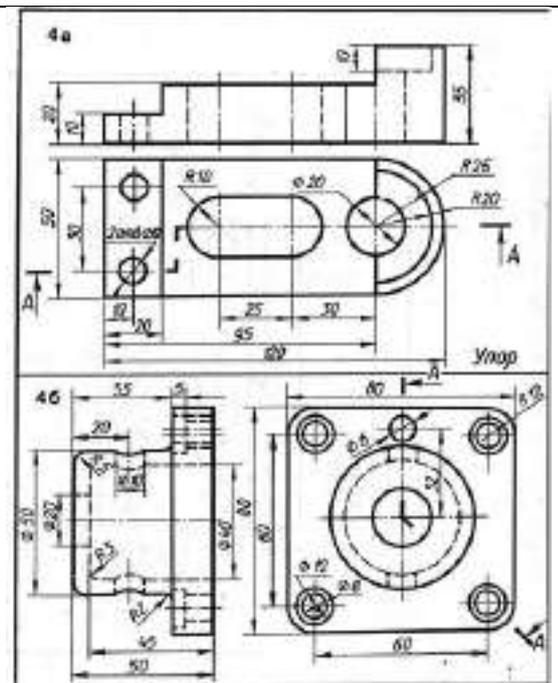
Рисунок 12.2.  
Сложный разрез (ломаный)

При построении ломаных разрезов, наклонную секущую плоскость условно поворачивают до совмещения с другой секущей плоскостью. При повороте плоскости наклонная часть детали изобразится на разрезе без искажения, т.е. в натуральную величину (рис. 12.2 а). Без поворота плоскости разрез проецируется как показано на рис.12.2 б и деталь представляется в искаженном виде.

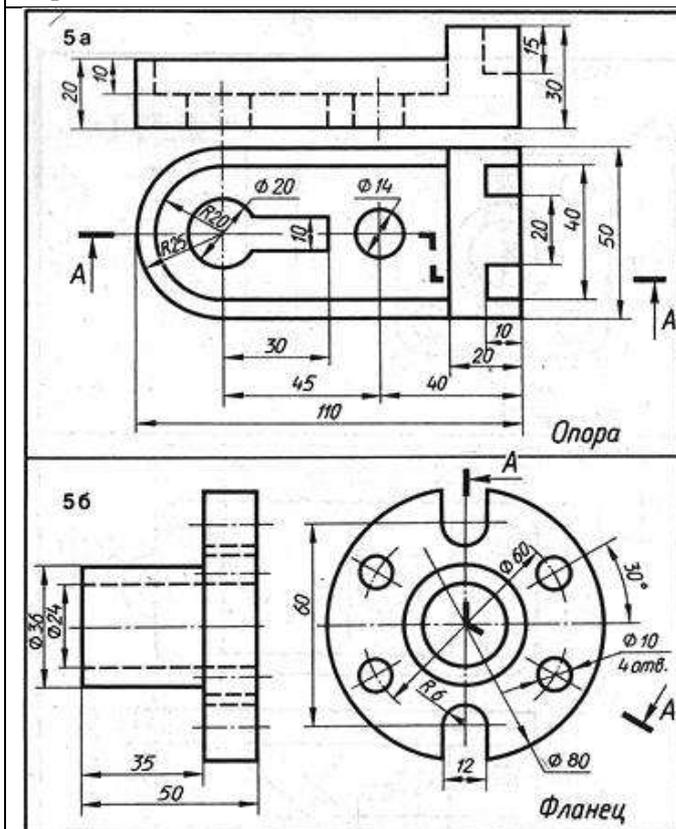




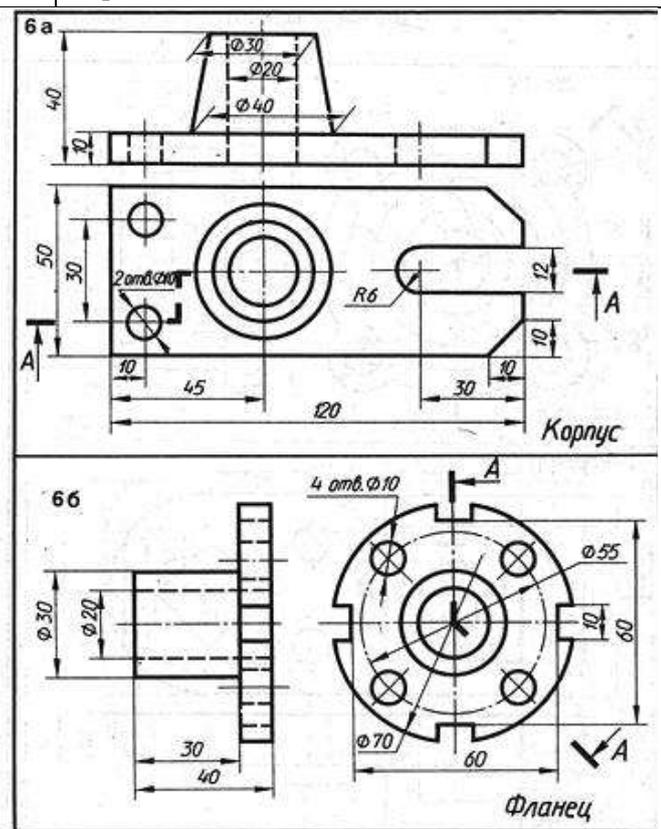
Вариант № 3



Вариант №4



Вариант №5



Вариант №6

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17.**

**Тема 9. Сборочные чертежи.**

**Чтение сборочного чертежа.**

**Цель работы:** Отработка навыка чтения сборочных чертежей.

**Перечень используемого оборудования**

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

### Теоретическая часть

Сборка, т. е. соединение деталей в сборочные единицы, а затем сборочных единиц и деталей в готовое законченное изделие, производится по *сборочным* чертежам.

Сборочные чертежи различаются между собой назначением, а от назначения зависит их содержание.

Сборочные чертежи входят в комплект рабочей документации и предназначаются непосредственно для производства. По ним ведут сборочные работы, соединяют детали в сборочные единицы, изделия и контролируют эти работы.

По сборочным чертежам можно представить взаимосвязи составных частей и способы соединения деталей (рис.12. 1). Состав изделия определяется спецификацией (рис.12.2).

Как видно из рисунка 31.1, сборочный чертеж содержит только два изображения в соответствии с его основным назначением обслуживать процесс сборки, т. е. дать полные сведения о взаимодействии деталей, сборочных единиц и о способах их соединения. Выявлять во всех подробностях форму элементов деталей здесь не требуется, поскольку на рабочее место слесаря-сборщика все детали и сборочные единицы обычно поступают в готовом виде (исключение составляют детали, которые изготавливают по данным самого сборочного чертежа). По этой причине спецификация обычно дается сокращенная, без указания сведений о материале, из которого изготовлены детали. Эти сведения получают непосредственно по чертежам деталей. Детали, из которых составлены сборочные единицы, входящие в изделие, в спецификации не перечисляются. Так, например, корпус и седло соединяются между собой посредством запрессовки по отдельному чертежу, образуя сборочную единицу, которая и поступает на сборку изделия (см. поз. 1 на рис. 31.1).

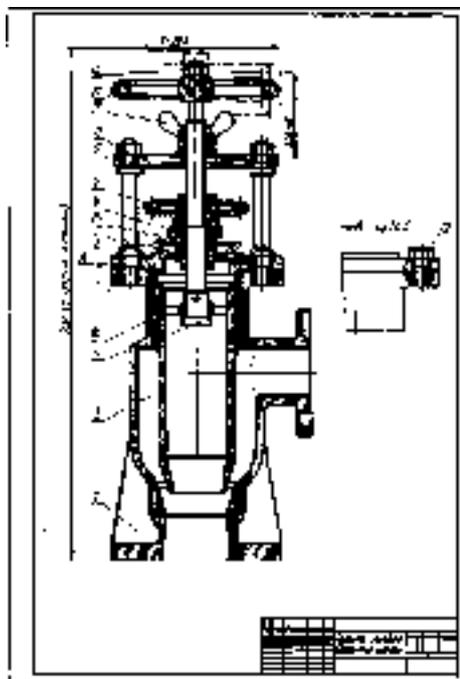


Рисунок.12.1 .

№	Наименование	Материал	Кол-во	Примечание
1	Корпус	Сталь	1	
2	Седло	Сталь	1	
3	Вал	Сталь	1	
4	Ролик	Сталь	2	
5	Ролик	Сталь	2	
6	Ролик	Сталь	2	
7	Ролик	Сталь	2	
8	Ролик	Сталь	2	
9	Ролик	Сталь	2	
10	Ролик	Сталь	2	
11	Ролик	Сталь	2	
12	Ролик	Сталь	2	
13	Ролик	Сталь	2	
14	Ролик	Сталь	2	
15	Ролик	Сталь	2	
16	Ролик	Сталь	2	
17	Ролик	Сталь	2	
18	Ролик	Сталь	2	
19	Ролик	Сталь	2	
20	Ролик	Сталь	2	
21	Ролик	Сталь	2	
22	Ролик	Сталь	2	
23	Ролик	Сталь	2	
24	Ролик	Сталь	2	
25	Ролик	Сталь	2	
26	Ролик	Сталь	2	
27	Ролик	Сталь	2	
28	Ролик	Сталь	2	
29	Ролик	Сталь	2	
30	Ролик	Сталь	2	
31	Ролик	Сталь	2	
32	Ролик	Сталь	2	
33	Ролик	Сталь	2	
34	Ролик	Сталь	2	
35	Ролик	Сталь	2	
36	Ролик	Сталь	2	
37	Ролик	Сталь	2	
38	Ролик	Сталь	2	
39	Ролик	Сталь	2	
40	Ролик	Сталь	2	
41	Ролик	Сталь	2	
42	Ролик	Сталь	2	
43	Ролик	Сталь	2	
44	Ролик	Сталь	2	
45	Ролик	Сталь	2	
46	Ролик	Сталь	2	
47	Ролик	Сталь	2	
48	Ролик	Сталь	2	
49	Ролик	Сталь	2	
50	Ролик	Сталь	2	
51	Ролик	Сталь	2	
52	Ролик	Сталь	2	
53	Ролик	Сталь	2	
54	Ролик	Сталь	2	
55	Ролик	Сталь	2	
56	Ролик	Сталь	2	
57	Ролик	Сталь	2	
58	Ролик	Сталь	2	
59	Ролик	Сталь	2	
60	Ролик	Сталь	2	
61	Ролик	Сталь	2	
62	Ролик	Сталь	2	
63	Ролик	Сталь	2	
64	Ролик	Сталь	2	
65	Ролик	Сталь	2	
66	Ролик	Сталь	2	
67	Ролик	Сталь	2	
68	Ролик	Сталь	2	
69	Ролик	Сталь	2	
70	Ролик	Сталь	2	
71	Ролик	Сталь	2	
72	Ролик	Сталь	2	
73	Ролик	Сталь	2	
74	Ролик	Сталь	2	
75	Ролик	Сталь	2	
76	Ролик	Сталь	2	
77	Ролик	Сталь	2	
78	Ролик	Сталь	2	
79	Ролик	Сталь	2	
80	Ролик	Сталь	2	
81	Ролик	Сталь	2	
82	Ролик	Сталь	2	
83	Ролик	Сталь	2	
84	Ролик	Сталь	2	
85	Ролик	Сталь	2	
86	Ролик	Сталь	2	
87	Ролик	Сталь	2	
88	Ролик	Сталь	2	
89	Ролик	Сталь	2	
90	Ролик	Сталь	2	
91	Ролик	Сталь	2	
92	Ролик	Сталь	2	
93	Ролик	Сталь	2	
94	Ролик	Сталь	2	
95	Ролик	Сталь	2	
96	Ролик	Сталь	2	
97	Ролик	Сталь	2	
98	Ролик	Сталь	2	
99	Ролик	Сталь	2	
100	Ролик	Сталь	2	

Рисунок.12.2.

На основе чертежа общего вида выполняют сборочный чертеж, входящий в состав рабочей документации. Этот чертеж показан как типовой пример для чтения.

По спецификации (рис.31.2) мы узнаем, что на сборку поступят пятнадцать наименований составных частей, из них девять деталей изготавливаются по чертежам, три наименования — стандартные крепежные изделия и два — предварительно собранные сборочные единицы. Количество для каждого наименования указано в спецификации.

По этому чертежу легко уяснить последовательность сборки деталей и сборочных единиц. Отметим, что в спецификации и на чертеже порядок записи и обозначения составных частей не связывают с последовательностью сборки, которая отражается в отдельном техническом документе – технологической карте.

**Ход работы:**

1. Прочитать чертеж по следующей последовательности.
1. Определить название изделия. Зная название изделия, которое указывается в основной надписи, легче читать чертеж.
2. Ознакомиться с описанием данного изделия (если имеется, в настоящем случае в нем нет необходимости из-за простоты изделий).
3. На отдельном листе выполняют спецификацию изделия (лист формата А4 (рис. 12. 2)).
4. Установить, какие изображения (виды, разрезы, сечения) даны на чертеже? В результате их сопоставления создается общее представление о форме и устройстве изделия. Определить взаимосвязь между изображениями. Это необходимо для того, чтобы с помощью измерений находить детали на сборочном чертеже.
5. Рассмотреть, пользуясь спецификацией, изображения каждой детали. Для этого выяснить по спецификации название первой детали и другие, относящиеся к ней данные. Найти изображения детали по обозначению ее позиции. Определить форму детали сопоставляя все ее изображения, данные на чертеже. Так поступают последовательно со всеми деталями.
6. Установить, как соединяются между собой детали (с помощью резьбы, шпонки, штифта, сварки, клепки и т. п.)? Выяснить, как перемещаются во время работы подвижные части изделия?

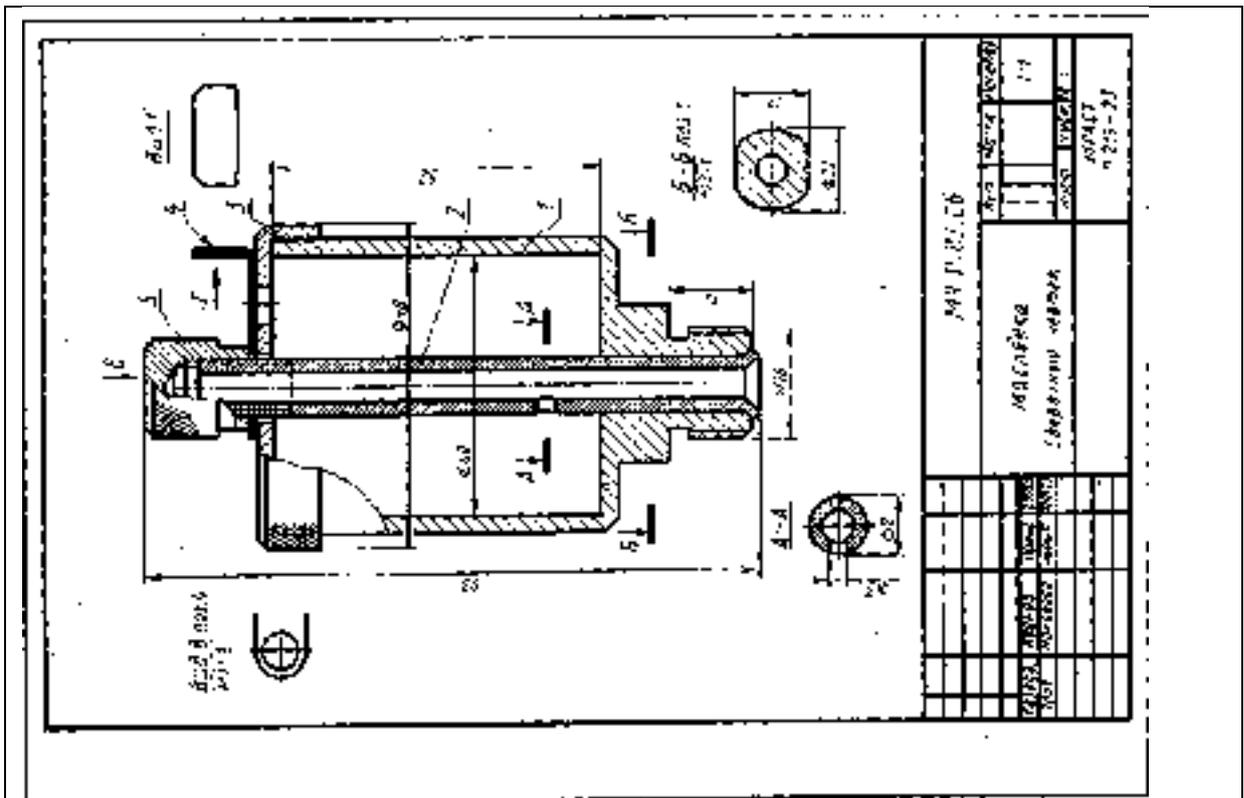
**2. Ответить на вопросы.**

1. Какова последовательность чтения сборочного чертежа?
2. Из какого документа можно получить сведения об основных размерах стандартных изделий, изображённых на сборочном чертеже?

Вариант 1  
 Основные детали: 1- прижим, 2 – планка, 3- рукоятка, 4- винт нажимной, 5-винт регулировочный. 6- пружина.

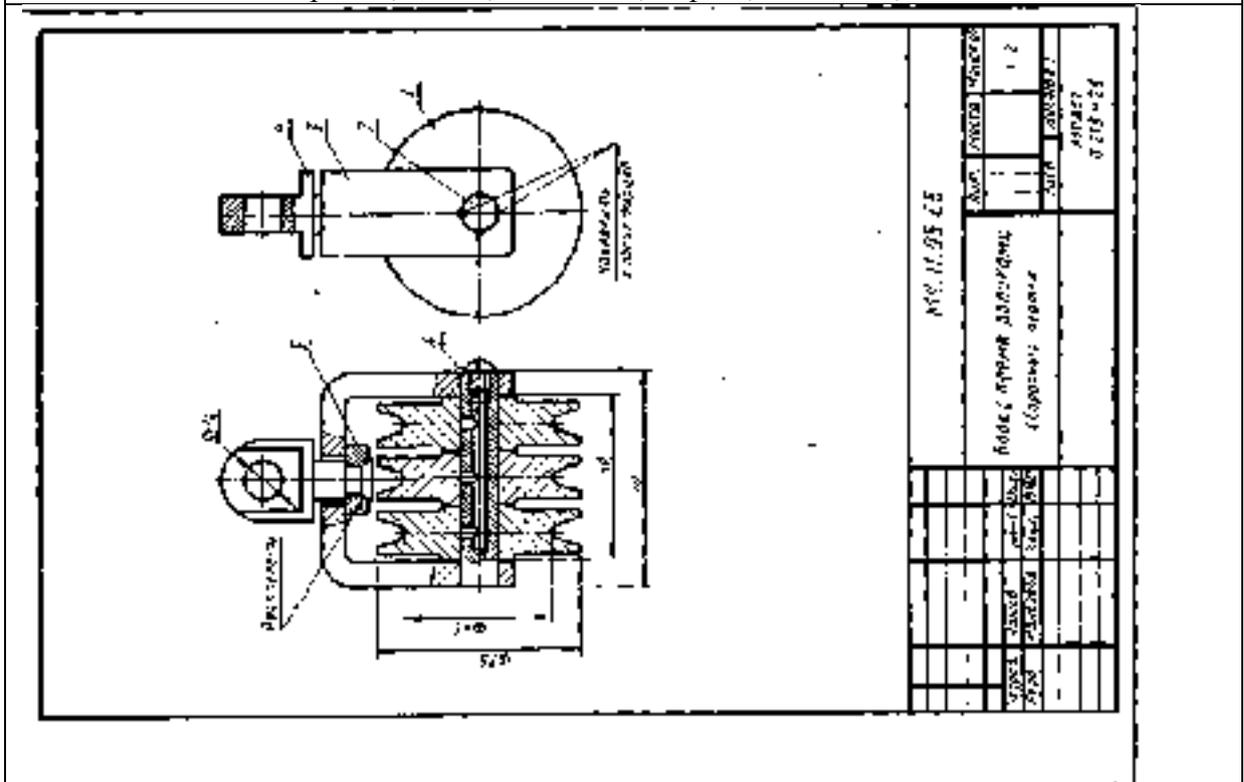
ИЗДАНИЕ		№	КОЛ-ВО	ПОДПИСЬ	СТАТУС	ДАТА
1	1	1	1			
ТИТУЛЪН НАСОБНОРНОУ ДЕТАЛЪН ДАКЪ СЪСТАВНОУ ДЕТАЛЪН ДАКЪ СЪСТАВНОУ ДЕТАЛЪН ДАКЪ СЪСТАВНОУ ДЕТАЛЪН ДАКЪ СЪСТАВНОУ						
ИЗДАНИЕ		№	КОЛ-ВО	ПОДПИСЬ	СТАТУС	ДАТА
1	1	1	1			





Вариант 5.

Основные детали: 1- ролик, 2- ось, 3- обойма, 4- рым, 5- кольцо, 6- винт.



Вариант 6.

Основные детали: 1- плечо, 2- палец, 3- вал, 4-штифт, 5- винт.



Графу не заполняют для разделов «Стандартные изделия», «Прочие Изделия» и «Материалы».

В графе «Наименование» указывают:

- для документов только их наименование, например: сборочный чертеж,
- для сборочных единиц и деталей - их наименование в соответствии с основной надписью на чертежах этих изделий;
- для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают их наименования, материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;
- для стандартных изделий и материалов - их наименования и условные Обозначения в соответствии со стандартами и техническими условиями.
- В графе «Кол» указывают количество составных частей, входящих в одно изделие, а для материалов - количество материала на одно изделие с указанием единицы измерения.

- В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к изделиям, документам, материалам, внесенным в сертификацию.

Совмещать спецификацию со сборочным чертежом допустимо только на листе формата А4 (ГОСТ 2.301-68). При этом спецификацию располагают ниже графического изображения

Спецификация, форма 2А (Рис.12. 2)

**Пример.**

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
			<u>Документация</u>		
		УП КубГТУ, 2001	Учебное пособие		
A2		54. 000. СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
A3	1	54. 001	Корпус	1	
A4	2	54. 002	Цилиндр корпуса	1	
A4	3	54. 003	Кольцо уплотнительное	1	
A4	4	54. 004	Шток клапана	1	
A4	5	54. 005	Седло выпускного клапана	1	
A4	6	54. 006	Прокладка регулиров.	8	
A4	7	54. 007	Шайба стопорная	1	
A4	8	54. 008	Гайка колпачковая	1	
A4	9	54. 009	Пружина	1	
A4	10	54. 010	Фильтр сетчатый	1	
A4	11	54. 011	Кольцо	1	
A4	12	54. 012	Пробка	1	
A4	13	54. 013	Пробка уплотнительная	1	
A4	14	54. 014	Фильтр металлокерамич.	1	
A4	15	54. 015	Кожух	1	
A4	16	54. 016	Кольцо пружинное	1	
			<u>Стандартные изделия</u>		
	17		Винт М4х10 ГОСТ 17473-80*	4	
	18		Гайка М12 ГОСТ 5915-70*	1	
	19		Шайба 4.65Г ГОСТ 6402-70*	4	
	20		Шарик Ø 7 мм Р ГОСТ 3722-81	4	

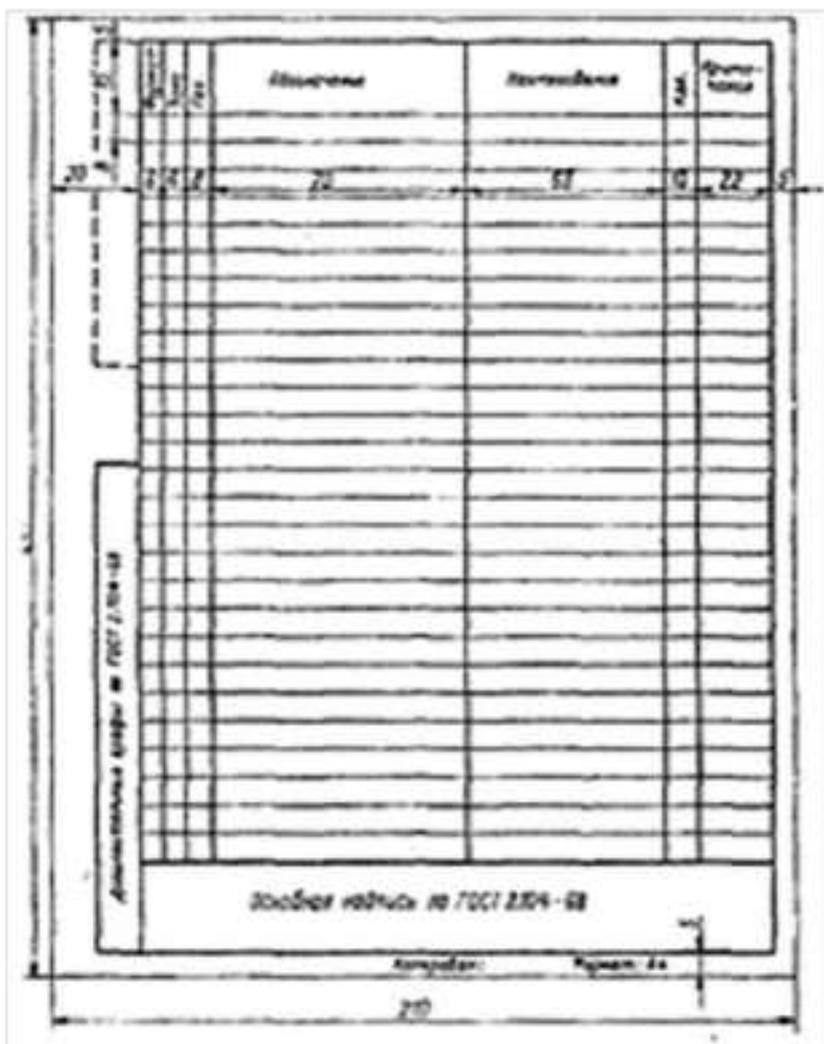


Рис. 12. 2

**Ход работы:**

1. Составить спецификацию.
2. Ответить на вопросы
  1. Что называется спецификацией?
  2. Сколько разделов вносится в спецификацию?
  3. Как оформляется спецификация?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №19.**

**Тема 9. Сборочные чертежи.**

**Деталирование сборочного чертежа.**

**Цель работы:** выполнение деталирования сборочного чертежа, развитие пространственного воображения; использование графика пропорционального масштаба; проставление размеров на детали.

**Перечень используемого оборудования**

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

**Теоретическая часть**

Деталированием называется процесс выполнения рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу.

Нужно предварительно тщательно изучить представленный на деталирование сборочный чертеж, выясняя назначение и принцип работы изделия. По спецификации устанавливают стандартные и попутные, не подлежащие деталированию. Определяют форму отдельных деталей, их взаимодействие и назначение. Изучают размеры, нанесенные на чертеже (габаритные, монтажные, установочные и др.). Обращают внимание на масштаб изображения.

Рабочий чертеж детали, выполненный по сборочному чертежу, должен содержать все размеры, необходимые для изготовления. Однако, на сборочном чертеже проставлены только габаритные размеры конструкции, размеры присоединительных и ответственных поверхностей. На предприятиях сборочные чертежи выполняют в определенном масштабе, и размеры отдельных элементов можно заимствовать прямо с чертежа. Масштабы изображений сборочных единиц в данном пособии отличаются от тех, что указаны в основной надписи и это требует выяснения масштаба. Для того чтобы определить истинные размеры деталей, пользуются графиком пропорционального масштаба, который выполняется на миллиметровой бумаге (рисунок 10.1). Для этого строят координатные оси  $z$  и  $x$ . На оси  $x$  от центра пересечения осей  $o$  откладывают размер 22мм (внутренний диаметр втулки), измеренный циркулем по чертежу, а на оси  $z$  - размер, указанный на чертеже — 30мм. Проведем из найденных точек линии, параллельные осям  $x$  и  $z$ , определим точку  $A$ , через которую пройдет прямой луч.

Для определения действительного размера элемента детали, замеренный циркулем, например, диаметр втулки  $D$ , откладывают по оси  $x$  от точки  $O$  и  $V$  находят действительный размер детали на оси  $z$  (40мм изучают ее наружную и внутреннюю форму).

Детализирование сборочного чертежа производится в следующей последовательности: на сборочном чертеже нужную деталь находят по номеру позиции, указанному на линии-выноске в соответствии со спецификацией на изделие. По проекциям, приведенным на сборочном чертеже. Для рабочего чертежа выбирают главное изображение детали, которое может и не совпадать с его изображением на сборочном чертеже, и определяют необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов).

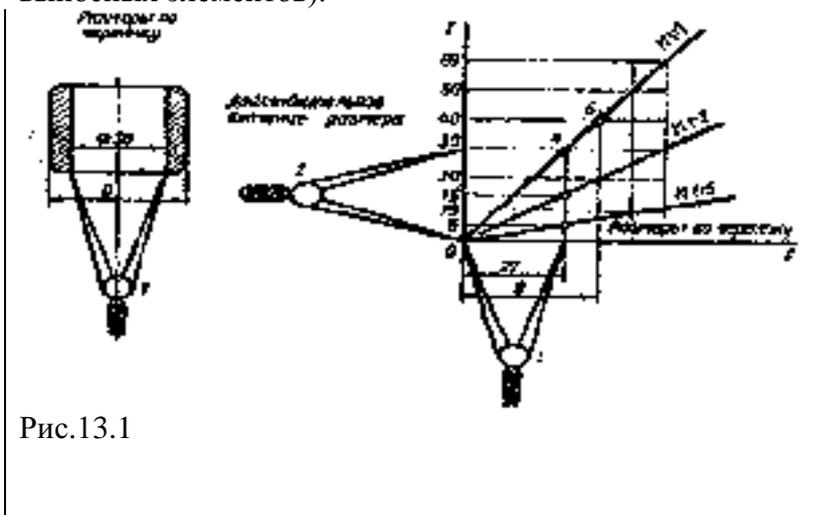


Рис.13.1

Выбирают масштаб изображения для рабочего чертежа детали и нужный формат бумаги с учетом размещения всех изображений детали и основной надписи. Намечают расположение всех изображений детали на чертеже выбранного формата и тонкими линиями наносят виды, разрезы, сечения и выносные элементы,

а также проводят выносные и размерные линии. Пользуясь графиком пропорционального масштаба, построенным для данного чертежа, определяют истинные элементы детали и проставляют их на чертеже.

Размеры фасок, проточек центровых отверстий и т.п. определяют не по сборочному чертежу, а по стандартам на эти элементы, после того как все изображения будут нанесены выполняют обводку чертежа, штриховку разрезов и сечений и нанесения обозначения шероховатостей поверхностей.

Ответы на вопросы к заданию потребуют от учащегося не только тщательного прочтения сборочного чертежа задания, но и повторения всего учебного материала по теме «Сборочные чертежи».

**Ход работы:**

- I. Выполнить эскизы деталей по сборочному чертежу.
- II. Ответить на вопросы.
  - 1. Что называют детализированием?

2. В чем заключается процесс детализации?
3. Перечислите этапы детализации.
4. Можно ли, составляя рабочие чертежи деталей, во всех случаях копировать с чертежа общего вида (или со сборочного чертежа) все их изображения, положение для главного изображения и пр.?
5. Что значит согласовать размеры?
6. Как называется изделие, изображенное на сборочном чертеже?
7. Для какой цели служит данное изделие?
8. Какие изображения даны на сборочном чертеже?
9. Из скольких деталей состоит изделие?
10. Какие виды разъемных и неразъемных соединений деталей имеет данное изделие?

Эскизы выполняются в рабочей тетради. Перед выполнением этой работы студент должен тщательно изучить и прочесть сборочный чертеж по рекомендациям, изложенным в учебной литературе.

Студент должен разобрать назначение каждой детали, взаимодействие деталей между собой; определить форму каждой детали и конструктивные элементы детали, которые не находят отражения на сборочных чертежах; определить минимально необходимое число изображений каждой детали. При этом надо помнить, что число изображений и положение на рабочем чертеже детали не обязательно должны соответствовать изображению детали на сборочном чертеже.

При определении и простановке размеров надо учитывать, что некоторые элементы детали должны иметь стандартные или нормальные размеры. При определении размеров детали необходимо верить масштабу сборочного чертежа. Параметры шероховатости поверхностей устанавливает и проставляет студент по согласованию с преподавателем. Выполнить эскизы деталей узла по указанию преподавателя. Для одной из деталей помимо эскиза выполняется аксонометрия. Проставить размеры.

При выполнении эскизов для определения размеров детали необходимо выяснить истинный масштаб чертежа и произвести необходимые расчеты.

Детали на эскизах следует изображать с наименьшим количеством видов, но их должно быть достаточно для определения формы и размеров детали. Располагать детали на эскизах следует с учетом того, как их будут обрабатывать. Так, точеные детали, поверхности которых являются поверхностями вращения, следует располагать с горизонтально расположенной осью вращения.

Для этих деталей часто бывает достаточно одного вида, так как знак  $\varnothing$  перед размером диаметра цилиндра говорит о том, что другая проекция этого элемента — окружность и ее нет необходимости вычерчивать.

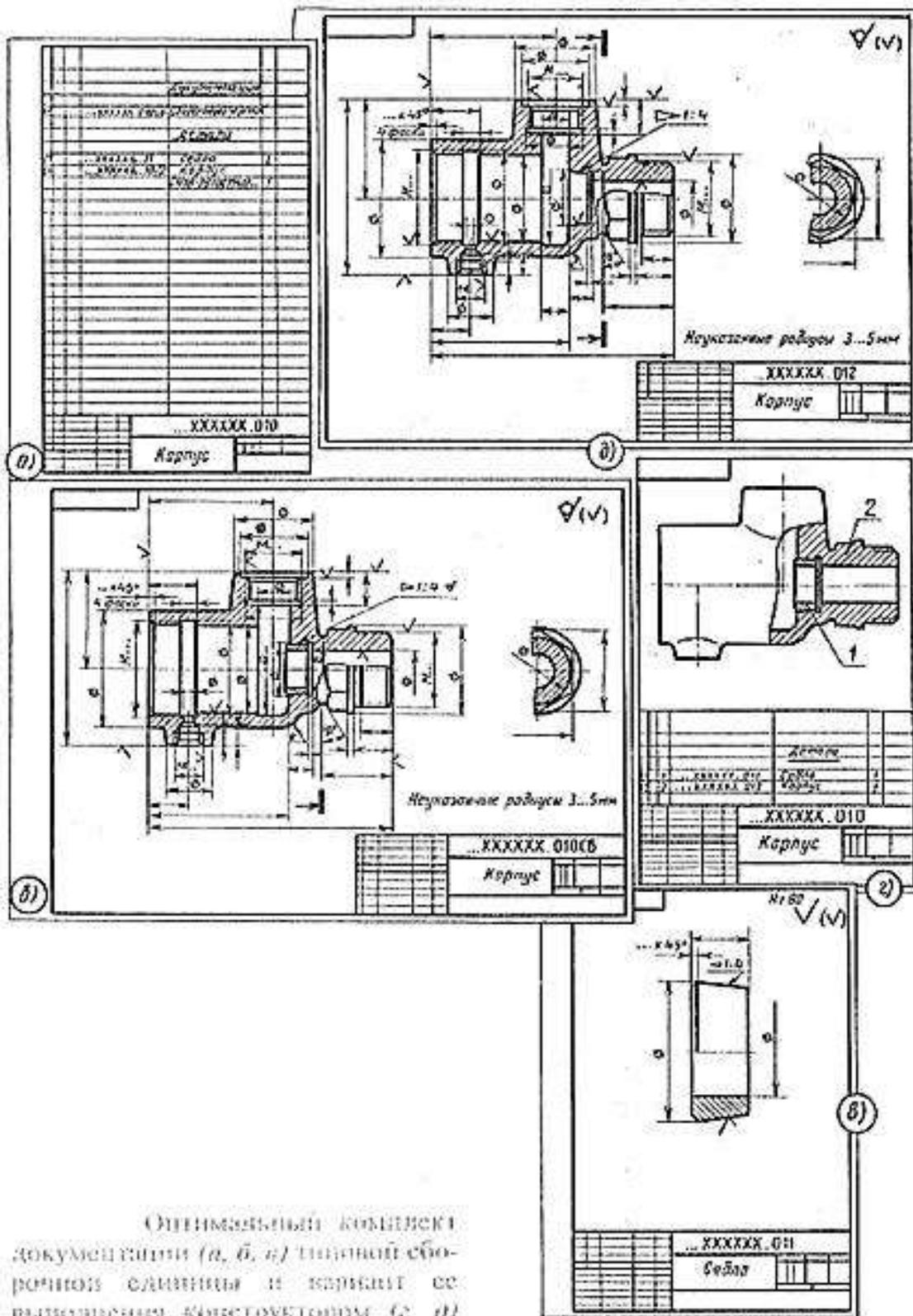
Особое внимание следует обратить на сопрягаемые размеры деталей, которые определяют характер их соединения. На отдельном листе выполняют спецификацию (формат А4 по форме 2А).

Пример задания и его решение показаны на рис. 13.3. Наименование изделия — Корпус.

Ответы на вопросы к заданию потребуют от учащегося не только тщательного прочтения сборочного чертежа задания, но и повторения всего учебного материала по теме «Сборочные чертежи».

Варианты заданий к работе даны в практической работе 12

Рисунок 13.3. Пример выполнения задания (детализация сборочного чертежа)



### Практическое занятие № 20.

#### Тема 10. Чертежи по специальности

#### Выполнение чертежа болтового соединения.

Цель работы: Рассчитать и выполнить чертеж болтового соединения.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

### Теоретическая часть

Соединение деталей в изделии может быть разъемным и неразъемным. Разъемное соединение позволяет многократно выполнять разборку и последующую сборку при этом целостность деталей, входящих в соединение не нарушается.

К разъемным соединениям относятся: резьбовые, шпоночные, зубчатые, на шлицах, штифтовые, клиновые. Среди разъемных соединений наибольшее распространение получили резьбовые соединения, к ним относятся: болтовые (Рис.15.1), шпилечные, винтовые.

Детали этих соединений - винты, болты, шпильки, гайки и шайбы имеют установленную стандартом форму размеры и условные обозначения. Пользуясь этими обозначениями, можно отыскать размеры крепёжных деталей в соответствующих таблицах стандартов. С изображением крепёжных деталей приходится сталкиваться на сборочных чертежах. Болт, шпильки и винты на чертежах показывают не рассеченными. Гайки и шайбы также показывают не рассеченными. На этих чертежах болты, шпильки, винты вычерчивают по относительным размерам и упрощенно. Это значит, что величину отдельных элементов определяют в зависимости от наружного диаметра резьбы ( $d$ ). Длина болта зависит от толщины соединяемых деталей. Болтовое соединение выполняется упрощенно, это заключается в следующем: фаски на головках болтов гаек, и стержне не изображают.

#### Болтовое соединение деталей по условным соотношениям

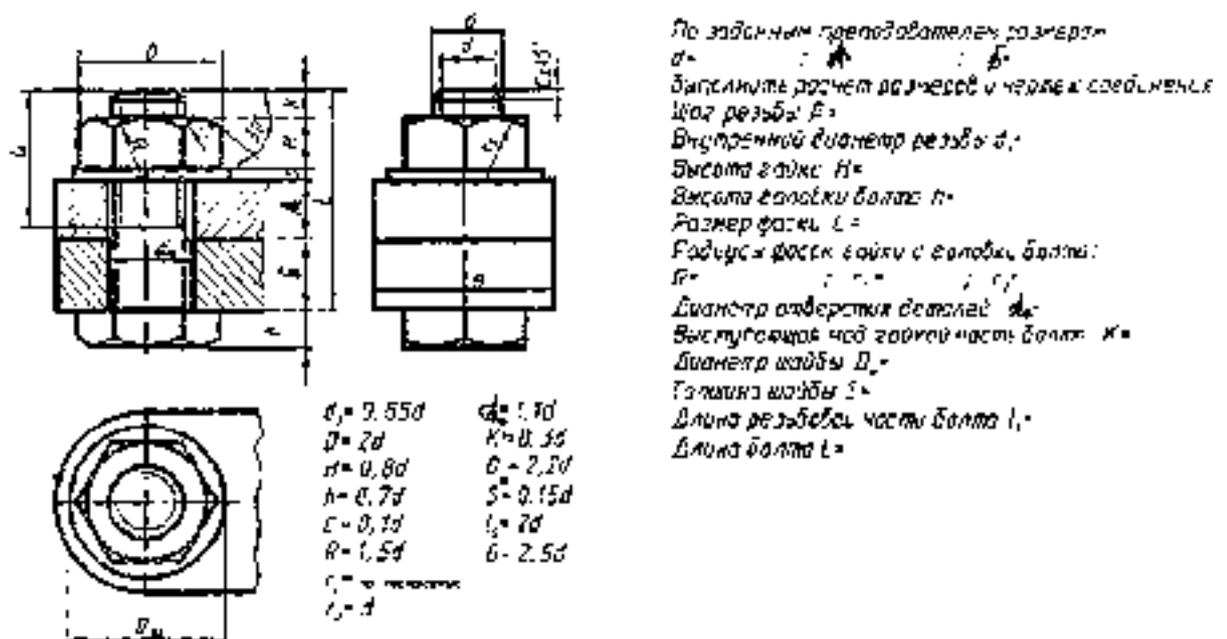


Рис.15.1

Зазор между стержнем болта и отверстия в соединенных деталях не показывают. Резьбу условно изображают по всей длине стержня. На видах перпендикулярных осей резьбы, резьба изображается одной окружностью соответствующей диаметру резьбы. Размеры крепёжных деталей на сборочных чертежах не наносит. Необходимые данные записывают в спецификацию. В спецификации для болтов указывают диаметр и тип резьбы, длину стержня и номер стандарта например: болт М12х1,25х60 ГОСТ 7748 76 означает болт с метрической резьбой 12мм, шаг 1,25 (мелкий), длина болта 60мм. Для гайки М16 означает гайка с метрической резьбой, диаметр 16мм.

### Ход работы:

1. Рассчитать и вычертить чертеж болтового соединения. По условным

соотношениям и по справочным данным таблицы. Каждая работа состоит из трёх самостоятельных заданий на расчет и вычерчивание резьбовых соединений.

2. Ответить на вопросы.
  1. Что обозначает буква «М» в обозначении резьбы?
  2. Какие резьбы вы изобразили на чертеже: ходовые или крепежные?
  3. В чем заключается условность изображения деталей с резьбой?
  4. Какую деталь называют болтом?
  5. В чем заключается условность, которую применяют при изображении шестигранных головок болтов?

### Практическое занятие № 21.

#### Тема 10. Чертежи по специальности

#### Выполнение чертежа шпилечного и винтовых соединений.

**Цель работы:** Рассчитать и выполнить чертежи шпилечного и винтовых соединений.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Шпилечное соединение (Рис.16.1) состоит из шпильки, гайки и шайбы. Шпилька представляет собой стержень, имеющий резьбу на обоих концах. Одним концом шпилька на всю длину резьбы вкручивается в глухое отверстие, на другой конец навинчивается гайка. Гайку, шайбу, шпильку изображают без фасок. Линию, определяющую границу резьбы на нижнем конце шпильки, всегда проводят на уровне поверхности детали, в которую она ввернута. Резьбу условно изображают по всей длине шпильки. Относительные размеры подсчитывают по тем же формулам, что у болтового соединения. Длина ввинчиваемого конца шпильки зависит от материала изделия:  $l_1 = d$  - для остальных бронзовых и латунных изделий,  $l_1 = 1.25d$  - для чугунных

$l_1 = 2d$  - для деталей из легких сплавов

Обозначение шпилька М 10х60 обозначает, что шпилька имеет метрическую резьбу диаметром 10мм, длина 60мм (до ввинчиваемого конца).

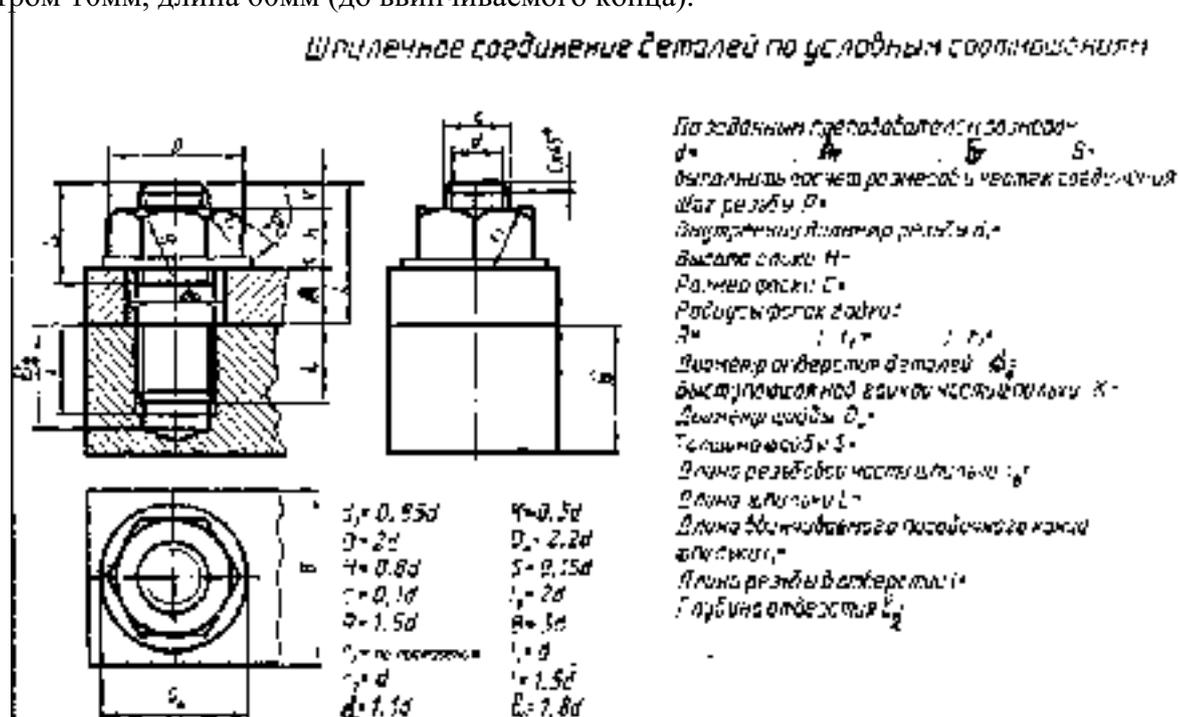
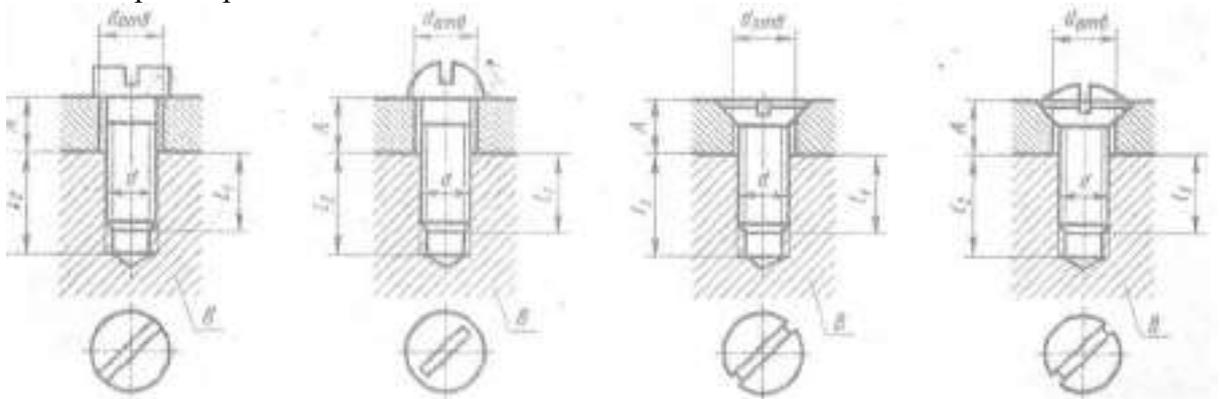


Рис.16.1

*Винтовые соединения.* (Задание выдается как самостоятельная работа)

Основной деталью винтового соединения является винт. Винтом называют цилиндрическим стержень на одном конце которого нарезана резьба, на другом имеется головка.

Винты бывают двух видов: крепежные, установочные. Некоторые виды установочных винтов не имеют головки (ГОСТ 1476-75). Их цилиндрическая часть обычно заканчивается резьбой. Такие винты применяют для разъемного соединения деталей без гаек. Винты установочные служат для регулировки зазоров и фиксации деталей при сборке.



Формы и размеры винтов стандартизованы в зависимости от формы головки. Винты различают на:

- винты с шестигранной головкой ГОСТ1481-75
- винты с квадратной головкой ГОСТ1482-75
- винты с цилиндрической головкой ГОСТ 1491-72
- винты с полукруглой головкой ГОСТ 17473-72
- винты с полупотайной головкой ГОСТ 17474-72
- винты с потайной головкой ГОСТ 17478-72

**Ход работы:**

1. Рассчитать и вычертить чертежи шпилечного и винтовых соединений.

По условным соотношениям и по справочным данным таблицы. Каждая работа состоит из трёх самостоятельных заданий на расчет и вычерчивание резьбовых соединений.

Виды	А				Б					В						
	Соединение без гайки				Соединение гайкой					Соединение винтом с цилиндрической головкой						
	d	d <sub>1</sub> мм	A <sub>1</sub> мм	B <sub>1</sub> мм	d	д <sub>1</sub> мм	A <sub>1</sub> мм	B <sub>1</sub> (по ГОСТ 1481-75)	h <sub>1</sub> мм	A <sub>1</sub> мм	d	d <sub>1</sub> мм	A <sub>1</sub> мм	B <sub>1</sub> (по ГОСТ 1481-75)	L <sub>1</sub> мм	L <sub>2</sub> мм
03.03.01	M24	28	24	36	M10	11	20	Алюминий	34	28	M12	12,5	14	Алюминий	33	38
03.03.02	M19	11	30	37	M18	20	26	Сталь	23	18	M14	14,5	16	Чугун	20	24
04.03.03	M18	20	28	40	M12	13	16	Чугун	21,5	18	M4	4,5	5	Бронза	6	8
05.03.04	M20	22	28	34	M22	24	25	Алюминий	67	58	M6	6,5	7	Сталь	6	8
05.03.05	M24	26	22	44	M14	15	20	Сталь	18	14	M8	8,5	9	Алюминий	22	26
05.03.06	M10	11	22	40	M30	32	30	Бронза	37	30	M10	10,5	12	Чугун	13	18
05.03.07	M16	17	20	40	M20	22	28	Алюминий	60	52	M12	12,5	14	Бронза	12	15,5
05.03.08	M20	22	18	45	M24	26	25	Сталь	10	24	M14	14,5	16	Сталь	14	18
05.03.09	M22	24	16	42	M18	17	13	Бронза	30	15	M4	4,5	5	Алюминий	19	22
05.03.10	M33	32	15	43	M27	29	18	Чугун	44	38	M6	6,5	6	Чугун	10	12

Заголовок	Г						А						Б					
	Соединение винтом с полнотрубчатой головкой						Соединение винтом с полнотрубчатой головкой						Соединение винтом с полнотрубчатой головкой					
	d	d <sub>н</sub> , мм	d <sub>в</sub> , мм	B (материал детали)	d <sub>н</sub> , мм	d <sub>в</sub> , мм	d	d <sub>н</sub> , мм	d <sub>в</sub> , мм	B (материал детали)	d <sub>н</sub> , мм	d <sub>в</sub> , мм	d	d <sub>н</sub> , мм	d <sub>в</sub> , мм	B (материал детали)	d <sub>н</sub> , мм	d <sub>в</sub> , мм
05.03.01	M4	4,5	5	Сталь	6	8	M14	14,5	19	Чугун	20	24	M8	8,5	7	Алюминий	19	22
05.03.02	M10	10,5	12	Алюминий	28	34	M4	4,5	5	Бронза	6	8	M3	3,5	9	Чугун	12	14,5
05.03.03	M8	8,5	9	Чугун	12	14,5	M6	6,5	7	Сталь	6	8	M10	10,5	12	Бронза	10	13
05.03.04	M6	6,5	7	Бронза	6	8	M8	8,5	9	Алюминий	28	34	M4	4,5	5	Сталь	6	8
05.03.05	M5	5,5	6	Сталь	6	8	M6	6,5	7	Чугун	10	12	M5	5,5	6	Алюминий	19	22
05.03.06	M4	4,5	5	Алюминий	19	22	M10	10,5	12	Бронза	10	13	M8	8,5	9	Чугун	12	14,5
05.03.07	M12	12,5	14	Чугун	18	21,5	M14	14,5	19	Сталь	14	18	M10	10,5	12	Бронза	10	13
05.03.08	M8	8,5	9	Бронза	8	10,5	M6	6,5	7	Алюминий	19	22	M4	4,5	5	Сталь	6	8
05.03.09	M6	6,5	7	Сталь	6	8	M5	5,5	6	Чугун	10	12	M5	5,5	6	Алюминий	19	22
05.03.10	M5	5,5	6	Алюминий	19	22	M8	8,5	9	Бронза	8	10,5	M6	6,5	7	Чугун	10	12

2. Ответить на вопросы.

6. Что обозначает буква «М» в обозначении резьбы?
7. Какие резьбы вы изобразили на чертеже: ходовые или крепежные?
8. В чем заключается условность изображения деталей с резьбой?
9. Какую деталь называют болтом?
10. В чем заключается условность, которую применяют при изображении шестигранных головок болтов?
11. Какие данные необходимы для вычерчивания болтов, гаек и шайб по стандартным размерам?
12. Какую деталь называют шпилькой?
13. Какую деталь называют винтом?
14. Какие данные необходимы для вычерчивания гаек, шпилек, винтов по стандартным размерам?

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №22.

#### Тема 10. Чертежи по специальности

#### Выполнение чертежа паяного соединения.

**Цель работы:** Выполнить чертеж паяного соединения, составить спецификацию, совершенствовать умения пользоваться методической и справочной литературой.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспорир

#### Теоретическая часть

В машиностроении встречаются изделия, полученные соединением деталей пайкой, склеиванием, сшиванием. Среди этих неразъемных соединений широкое распространение получают клеевые соединения деталей, изготовленные из разнородных материалов и обеспечивающие высокую прочность и надежность.

Правила изображения и обозначения соединений, получаемых пайкой и склеиванием. Места соединений элементов, начерченных как в разрезах, так и на видах, показывают толстой ( $\approx 1,5S$ ) сплошной линией (рис. 217, 218). В случае, когда соединяемые элементы показаны в сечении зачерненными (при толщине менее 2 мм), место соединения изображают просветом.

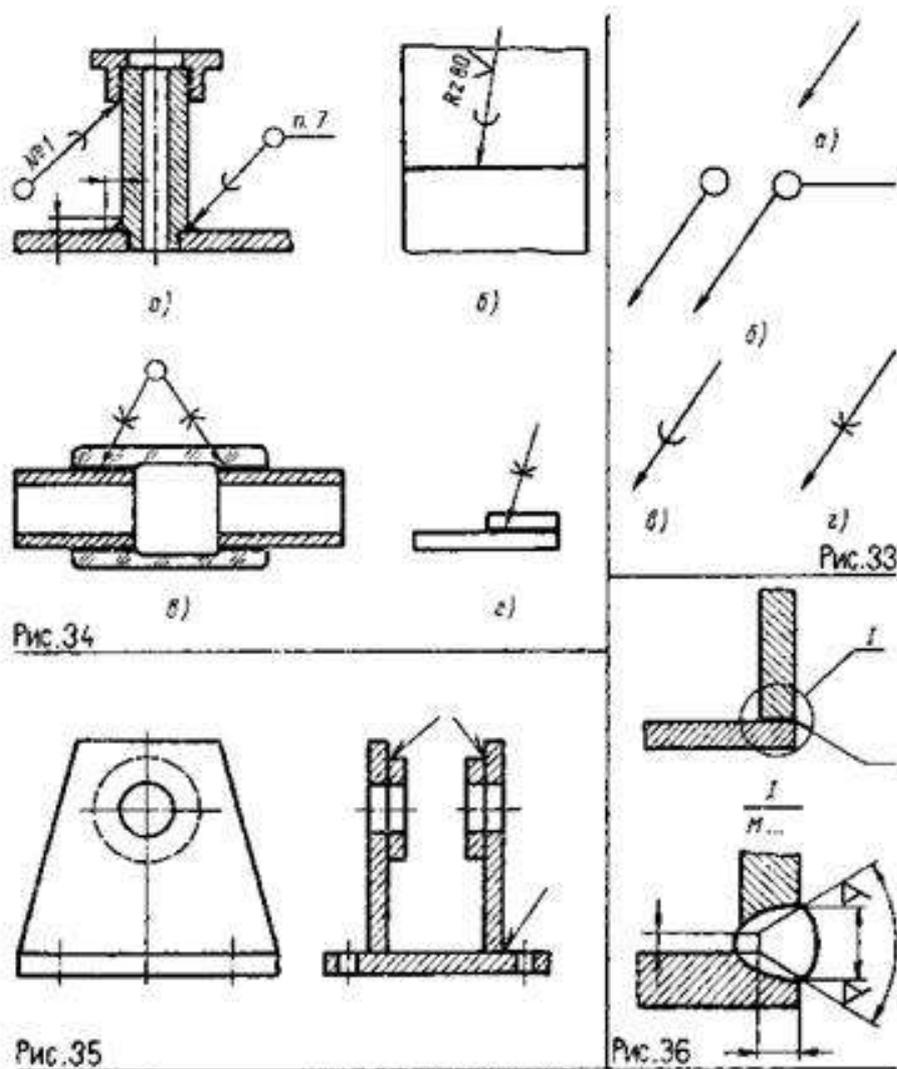
Обозначения соединений выполняют на линии-выноске с помощью символов (толщиной  $l$ -) для пайки — как показано на рис. 217, а, б, для склеивания — как показано на рис. 211, в. Линию-выноску заканчивают стрелкой непосредственно от шва или точкой 01 невидимых плоскостей соединения.

Швы протяженностью по всему периметру отмечают установленным  $O$  (окружностью 3—4 мм, рис. 217, 218), а швы на ограниченном участке наглядно поясняют утолщением линии обводки контура его изображения.



знак, показанный на рис. 33, в, а для обозначения склеивания — условный знак, показанный на рис. 33, г.

Припой (рис. 34, а, б) или клей (рис. 34, в, г) на разрезах и видах изображают сплошной основной линией толщиной 25, т. е. 1,2 - 3 мм.



При необходимости на изображении паяного соединения указывают размеры шва (рис. 34, а) и шероховатость поверхности (рис. 34, б).

Обозначение припоя или клея (клеящего вещества) по соответствующему стандарту или техническим условиям приводят в технических требованиях чертежа записью по типу: ПОС 40 ГОСТ... или Клей БФ-2 ГОСТ... При необходимости в том же пункте технических требований излагают требования к качеству шва. Ссылку на номер пункта помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва. При выполнении швов припоями или клеями различных марок всем швам, выполняемым одним и тем же материалом, присваивают один порядковый номер, который наносят на линии-выноске (см. рис. 34, а). При этом в технических требованиях материал указывают записью по типу:

ПОС 4 ГОСТ... (М 1), ПМЦ 36 ГОСТ ... (№ 2), Клей БФ-2 ГОСТ... (№ 3).

Требования к качеству швов приводят в технических требованиях, а на полке линии-выноски делают ссылку на соответствующий пункт технических требований (см. рис. 34, а).

На сборочных чертежах, в разрезах и сечениях сварные, паяные и клееные изделия из однородного материала штрихуют как монолитное тело (в одну сторону), изображая

границы между деталями сварного изделия сплошными основными линиями (рис. 35).

На сборочных чертежах неразъемных соединений единичного производства допускается показывать подготовку кромок под сварку, пайку и т. п. непосредственно на изображении соединения или в виде выносного элемента (рис. 36).

#### **Ход работы:**

1. Перечертить
2. Ответить на вопросы к заданию
  1. Какие размеры необходимо определить при вычерчивании заклепочных швов?
  2. Какие виды сварки относят к контактной сварке?
  3. Где и как наносят на чертежах данные о сварных швах?
  4. Чем отличаются линии-выноски для обозначения сварных, паяных и клееных швов?
  5. Как наносят штриховку на разрезах свариваемых деталей?
  6. Где помещают требования к качеству швов, выполненных пайкой и склеиванием?
  7. Как изображают швы неразъемных соединений на сборочных чертежах?
  8. Где указывают обозначение припоя или марку клея?
  9. Чем отличается условный знак, указывающий расположение паяного или клееного шва, от условного знака, используемого для обозначения сварного шва?
  10. Указывают ли на чертежах размеры и шероховатость поверхности паяного шва?
3. Составить спецификацию.

Основная задача, которая стоит перед студентами — это демонстрация умения прочитать и вычертить чертежи на основе знаний учебного материала и государственного стандарта.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №23.**

#### **Тема 11. Схемы по специальности**

##### **Выполнение чертежа электрической схемы.**

**Цель работы:** Изучение условных графических обозначений, применяемых в схемах, по действующим стандартам, приобретение навыков вычерчивания электрических схем.

##### **Перечень используемого оборудования**

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

##### **Теоретическая часть**

Изучение принципа и последовательности действий различных устройств по чертежам часто весьма затруднено. Поэтому, кроме чертежей, иногда составляют специальные схемы, позволяющие значительно быстрее разобраться в принципе и последовательности действий элементов того или иного устройства.

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними изображены условно. ГОСТ 2.701-76 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению схем (кроме электрических схем).

В зависимости от характера элементов и линий связей, входящих в состав устройства, схемы подразделяются на виды, каждый из которых часто обозначается буквой: кинематические (К), гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э), оптические (Л) и др.

Схемы в зависимости от основного назначения делятся на типы, каждый из которых часто обозначается цифрой:

а) структурные схемы (цифра 1) служат для общего ознакомления с изделием и определяют взаимосвязь составных частей изделия и их назначение; элементы схемы вычерчиваются простыми геометрическими фигурами (прямоугольниками) и прямыми линиями;

б) функциональные схемы (цифра 2) поясняют процессы, протекающие в изделии или в его функциональной части;

в) принципиальные (полные) схемы определяют полный состав элементов изделия и связей между ними, давая детальное представление о принципах действия изделия (принципиальные схемы обозначаются цифрой 3);

г) схемы соединений (монтажные) показывают соединения составных частей изделия, а также места присоединений и вводов и выявляют провода, кабели, трубопроводы и их арматуру (схемы соединений обозначаются цифрой 4);

д) схемы подключения (цифра 5) показывают внешнее подключение изделия.

Наименование схемы определяется ее видом и типом, например, схема гидравлическая принципиальная, схема электрическая функциональная и т. п. Шифр схемы, входящий в состав ее обозначения, состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей ее тип. Например, схема гидравлическая принципиальная имеет шифр ГЗ, схема электрическая структурная-Э1.

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, может быть разработана комбинированная схема, содержащая элементы и связи разных видов. Комбинированная схема обозначается буквой С, а ее наименование определяется комбинированными видами и типом (например, схема принципиальная, гидрокинематическая).

При составлении схем применяются следующие термины:

1. Элемент схемы - составная часть схемы, выполняющая определенную функцию (назначение) в изделии, которая не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, насос, соединительная муфта, конденсатор, резистор и т.п.).

2. Устройство-совокупность элементов, представляющая одну конструкцию (например, механизм храповой, печатная плата, шкаф).

3. Функциональная группа-совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и необъединенных в одну конструкцию.

4. Функциональная часть-элемент, оборудование или функциональная группа.

5. Линия взаимосвязи - отрезок линии на схеме, показывающей связь между функциональными частями изделия.

Схемы выполняются на листах стандартного формата (ГОСТ 2.301-68 и СТ СЭВ 140-74) с основной надписью для чертежей и схем по ГОСТ 2.104-68 и СТ СЭВ 365-76.

При выполнении схемы не соблюдаются масштабы. Действительное пространственное расположение составных частей изделия может на схеме не учитываться или учитываться приближенно.

Элементы, входящие в состав изделия, изображаются на схемах, как правило, в виде условных графических обозначений, устанавливаемых стандартами ЕСКД. Связь между элементами схемы показывается линиями взаимосвязи, которые условно представляют собой трубопроводы, провода, кабели, валы.

На схемах должно быть наименьшее количество изломов и пересечений линий связи, изображаемых горизонтальными и вертикальными участками. Схемы следует выполнять компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения.

Элементы, составляющие отдельное устройство, допускается выделять на схемах штрихпунктирными тонкими линиями

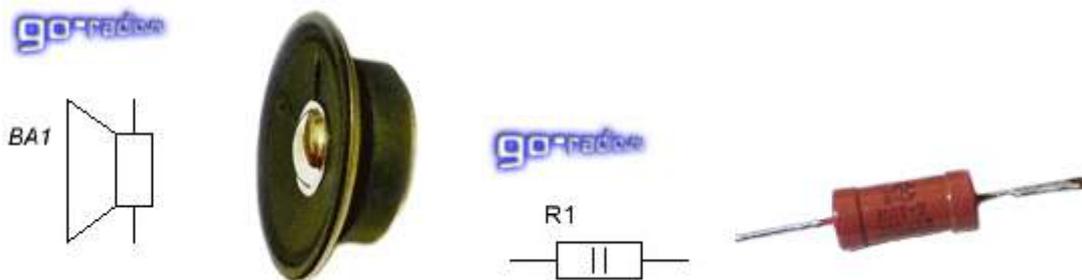
На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на действие изделия. Эти элементы и их связи изображаются тоже тонкими штрихпунктирными линиями. Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают порядковый номер, начиная от двигателя.

Условные обозначения для электрических схем установлены ГОСТ 2.770—68; наиболее часто встречающиеся из них приведены в таблице 12.2.

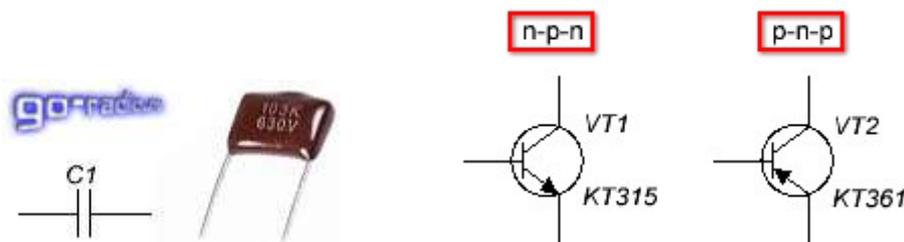
Условные знаки, применяемые в схемах, вычерчивают, не придерживаясь масштаба изображения. Однако соотношение размеров условных графических

обозначений взаимодействующих элементов должно примерно соответствовать действительному соотношению их размеров. При повторении одних и тех же знаков нужно выполнять их одинакового размера.

Именно на принципиальной схеме показано, как именно нужно соединять радиодетали, чтобы в итоге получить готовое электронное устройство, которое способно выполнять определённые функции. Чтобы понять, что же изображено на принципиальной схеме нужно, во-первых знать условное обозначение тех элементов, из которых состоит электронная схема. У любой радиодетали есть своё условное графическое обозначение – **УГО**. Как правило, оно отображает конструктивное устройство или назначение. Так, например, условное графическое обозначение динамика очень точно передаёт реальное устройство динамика. Вот так динамик обозначается на схеме.



Согласитесь, очень похоже. Вот так выглядит условное обозначение резистор. Обычный прямоугольник, внутри которого может указываться его мощность (В данном случае резистор мощностью 2 Вт, о чём свидетельствует две вертикальные черты). А вот таким образом обозначается обычный конденсатор постоянной ёмкости.



Это достаточно простые элементы. А вот полупроводниковые электронные компоненты, вроде транзисторов, микросхем, симисторов имеют куда более изощрённое изображение. Так, например, у любого биполярного транзистора не менее трёх выводов: база, коллектор, эмиттер. На условном изображении биполярного транзистора эти выводы изображены особым образом. Чтобы отличать на схеме резистор от транзистора, во-первых надо знать условное изображение этого элемента и, желательно, его базовые свойства и характеристики. Поскольку каждая радиодеталь уникальна, то в условном изображении графически может быть зашифрована определённая информация. Так, например, известно, что биполярные транзисторы могут иметь разную структуру: **р-п-р** или **п-р-п**. Поэтому и УГО транзисторов разной структуры несколько отличаются. Взгляните...

Поэтому, перед тем, как начать разбираться в принципиальных схемах, желательно познакомиться с радиодеталью и их свойствами. Так будет легче разобраться, что же всё-таки изображено на схеме.

Кроме условных изображений радиодеталей на принципиальной схеме указывается и другая уточняющая информация. Если внимательно посмотреть на схему, то можно заметить, что рядом с каждым условным изображением радиодетали стоят несколько латинских букв, например, **VT**, **BA**, **C** и др. Это сокращённое буквенное обозначение радиодетали. Сделано это для того, чтобы при описании работы или настройки схемы

можно было ссылаться на тот или иной элемент. Не трудно заметить, что они ещё и пронумерованы, например, вот так: VT1, C2, R33 и т.д.

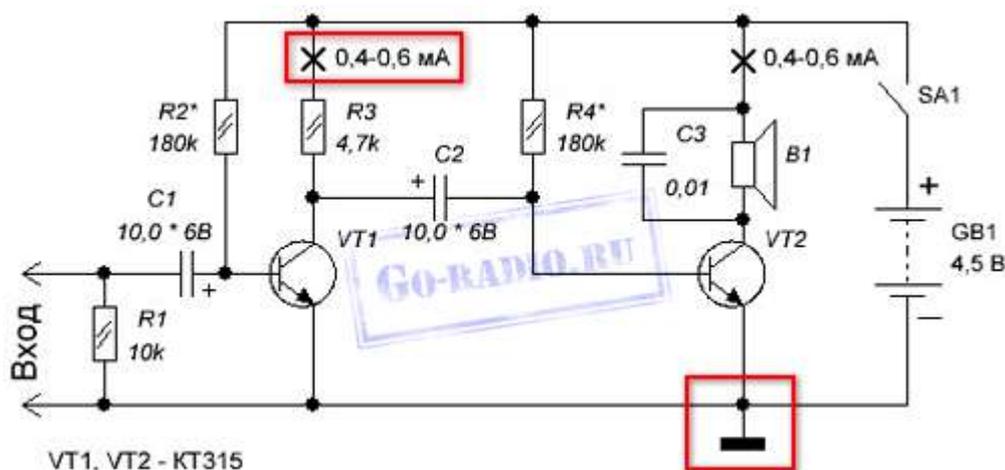
Понятно, что однотипных радиодеталей в схеме может быть сколь угодно много. Поэтому, чтобы упорядочить всё это и применяется нумерация. Нумерация однотипных деталей, например резисторов, ведётся на принципиальных схемах согласно правилу «И». Это конечно, лишь аналогия, но довольно наглядная. Взгляните на любую схему, и вы увидите, что однотипные радиодетали на ней пронумерованы начиная с левого верхнего угла, затем по порядку нумерация идёт вниз, а затем снова нумерация начинается сверху, а затем вниз и так далее. А теперь вспомните, как вы пишете букву «И». Думаю, с этим всё понятно.

Что же ещё рассказать о принципиальной схеме? А вот что. На схеме рядом с каждой радиодеталью указывается её основные параметры или типонаминал. Иногда эта информация выносится в таблицу, чтобы упростить для восприятия принципиальную схему. Например, рядом с изображением конденсатора, как правило, указывается его номинальная ёмкость в микрофарадах или пикофарадах. Также может указываться и номинальное рабочее напряжение, если это важно.

Рядом с УГО транзистора обычно указывается типонаминал транзистора, например, КТ3107, КТ315, Т1Р120 и т.д. Вообще для любых полупроводниковых электронных компонентов вроде микросхем, диодов, стабилитронов, транзисторов указывается типонаминал компонента, который предполагается для использования в схеме.

Для резисторов обычно указывается всего лишь его номинальное сопротивление в килоомах, омах или мегаомах. Номинальная мощность резистора шифруется наклонными чёрточками внутри прямоугольника. Также мощность резистора на схеме и на его изображении может и не указываться. Это означает, что мощность резистора может быть любой, даже самой малой, поскольку рабочие токи в схеме незначительны и их может выдержать даже самый маломощный резистор, выпускаемый промышленностью.

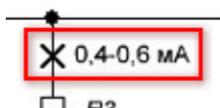
Вот перед вами простейшая схема двухкаскадного усилителя звуковой частоты. На схеме изображены несколько элементов: батарея питания (или просто батарейка) **GB1**; постоянные резисторы **R1**, **R2**, **R3**, **R4**; выключатель питания **SA1**, электролитические конденсаторы **C1**, **C2**; конденсатор постоянной ёмкости **C3**; высокоомный динамик **BA1**; биполярные транзисторы **VT1**, **VT2** структуры **n-p-n**. Как видите, с помощью латинских букв я ссылаюсь на конкретный элемент в схеме.



Что мы можем узнать, взглянув на эту схему?

Любая электроника работает от электрического тока, следовательно, на схеме должен указываться источник тока, от которого питается схема. Источником тока может быть и батарейка и электросеть переменного тока или же блок питания.

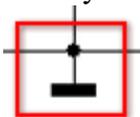
Итак. Так как схема усилителя питается от батареи постоянного тока GB1, то, следовательно, батарейка обладает полярностью: плюсом «+» и минусом «-». На условном изображении батареи питания мы видим, что рядом с её выводами указана полярность. Полярность. О ней стоит упомянуть отдельно. Так, например, электролитические конденсаторы C1 и C2 обладают полярностью. Если взять реальный электрический конденсатор, то на его корпусе указывается какой из его выводов плюсовой, а какой минусовой. А теперь, самое главное. При самостоятельной сборке электронных устройств необходимо соблюдать полярность подключения электронных деталей в схеме. Несоблюдение этого простого правила приведёт к неработоспособности устройства и, возможно, другим нежелательным последствиям. Поэтому не ленитесь время от времени поглядывать на принципиальную схему, по которой собираете устройство. На схеме видно, что для сборки усилителя понадобятся постоянные резисторы R1 - R4 мощностью не менее 0,125 Вт. Это видно из их условного обозначения. Также можно заметить, что резисторы **R2\*** и **R4\*** отмечены звёздочкой \*. Это означает, что номинальное сопротивление этих резисторов нужно подобрать с целью налаживания оптимальной работы транзистора. Обычно в таких случаях вместо резисторов, номинал которых нужно подобрать, временно ставится переменный резистор с сопротивлением несколько больше, чем номинал резистора, указанного на схеме. Для определения оптимальной работы транзистора в данном случае в разрыв цепи коллектора подключается миллиамперметр. Место на схеме, куда необходимо подключить амперметр указано на схеме вот так. Тут же указан ток, который соответствует оптимальной работе транзистора.



Напомним, что для замера тока, амперметр включается в разрыв цепи. Далее включают схему усилителя выключателем SA1 и начинают переменным резистором менять сопротивление **R2\***. При этом отслеживают показания амперметра и добиваются того, чтобы миллиамперметр показывал ток 0,4 - 0,6 миллиампер (мА). На этом настройка режима транзистора VT1 считается завершённой. Вместо переменного резистора R2\*, который мы устанавливали в схему на время наладки, ставится резистор с таким номинальным сопротивлением, которое равно сопротивлению переменного резистора, полученного в результате наладки.

Каков вывод из всего этого длинного повествования о налаживании работы схемы? А вывод таков, что если на схеме вы видите какую-либо радиодеталь со звёздочкой (например, **R5\***), то это значит, что в процессе сборки устройства по данной принципиальной схеме потребуются налаживать работу определённых участков схемы. О том, как налаживать работу устройства, как правило, упоминается в описании к самой принципиальной схеме.

Если взглянуть на схему усилителя, то также можно заметить, что на ней присутствует вот такое условное обозначение.



Этим обозначением показывают так называемый **общий провод**. В технической документации он называется корпусом. Как видим, общим проводом в показанной схеме усилителя является провод, который подключен к минусовому "-" выводу батареи питания GB1. Для других схем общим проводом может быть и тот провод, который подключен к плюсу источника питания. В схемах с двуполярным питанием, общий провод указывается обособленно и не подключен ни к плюсовому, ни к минусовому выводу источника питания.

Зачем "общий провод" или "корпус" указывается на схеме?

Относительно общего провода проводятся все измерения в схеме, за исключением тех, которые оговариваются отдельно, а также относительно его подключаются периферийные устройства. По общему проводу течёт общий ток, потребляемый всеми элементами схемы.

Общий провод схемы в реальности часто соединяют с металлическим корпусом электронного прибора или металлическим шасси, на котором крепятся печатные платы. Стоит понимать, что общий провод это не то же самое, что и "земля". "Земля" - это заземление, то есть искусственное соединение с землёй посредством заземляющего устройства. Обозначается оно на схемах так.



В отдельных случаях общий провод устройства подключают к заземлению.

Как уже было сказано, все радиодетали на принципиальной схеме соединяются с помощью токоведущих проводников. Токоведущим проводником может быть медный провод или же дорожка из медной фольги на печатной плате. Токоведущий проводник на принципиальной схеме обозначается обычной линией. Вот так.

Места пайки (электрического соединения) этих проводников между собой, либо с выводами радиодеталей изображаются жирной точкой. Вот так.



Стоит понимать, что на принципиальной схеме точкой указывается только соединение трёх и более проводников или выводов. Если на схеме показывать соединение двух проводников, например, вывода радиодетали и проводника, то схема была бы перегружена ненужными изображениями и при этом потерялась бы её информативность и лаконичность. Поэтому, стоит понимать, что в реальной схеме могут присутствовать электрические соединения, которые не указаны на принципиальной схеме.

### ***Ход работы***

I. Перечертить схему и дополнить ее изображениями недостающих деталей в местах, указанных стрелками с буквами.

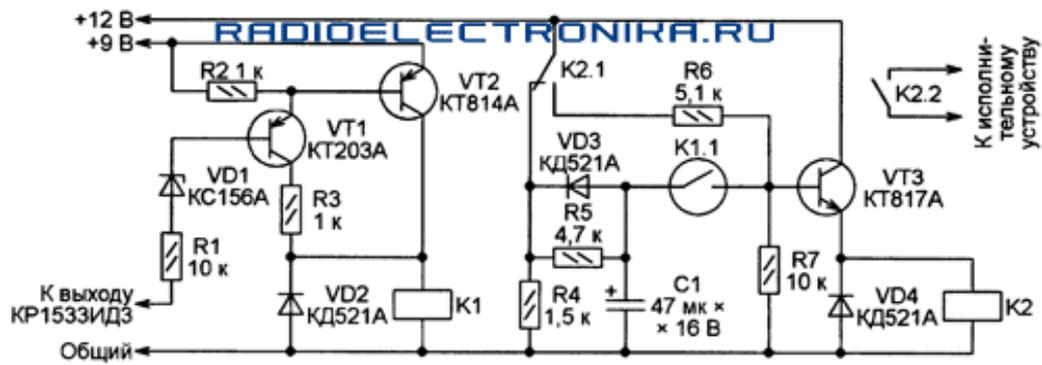
II. Ответить на вопросы.

1. В каких случаях пользуются чертежами-схемами?
2. Нужно ли соблюдать масштаб при вычерчивании условных обозначений на схемах?
3. Какие надписи наносятся на электрических схемах?

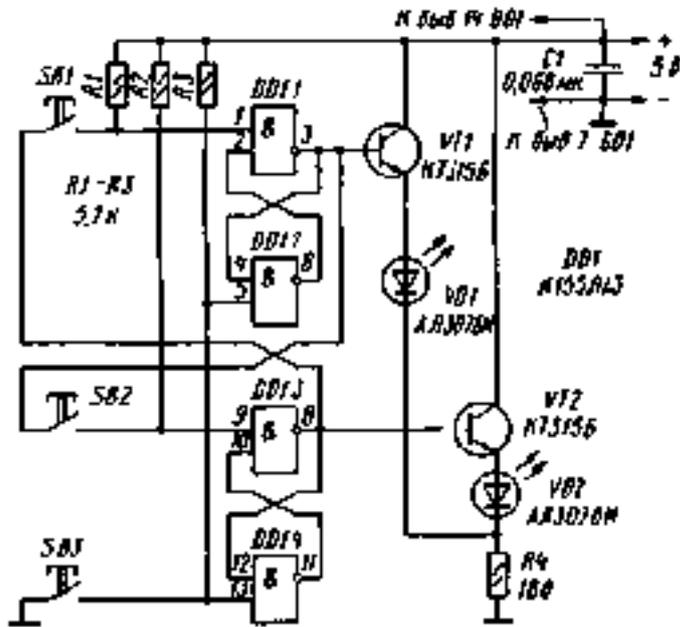
Основная задача, которая стоит перед студентами — это демонстрация умения прочитать и вычертить электрические схемы на основе знаний учебного материала и государственного стандарта.

### ***Варианты заданий к работе.***

#### **Вариант 1**



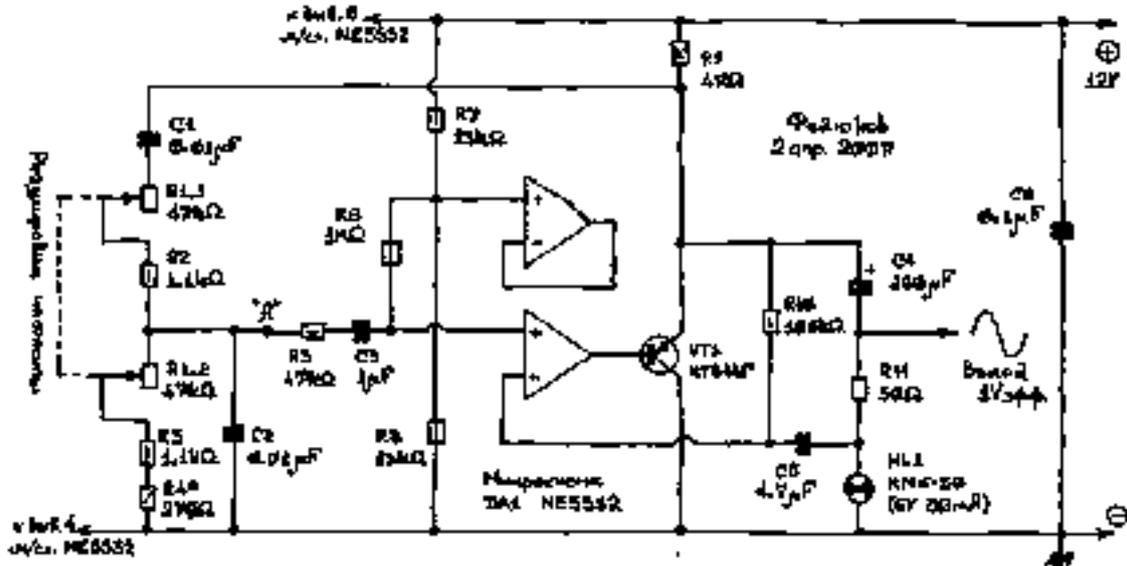
Вариант 2



Устройство «Кто первый»

Вариант 3

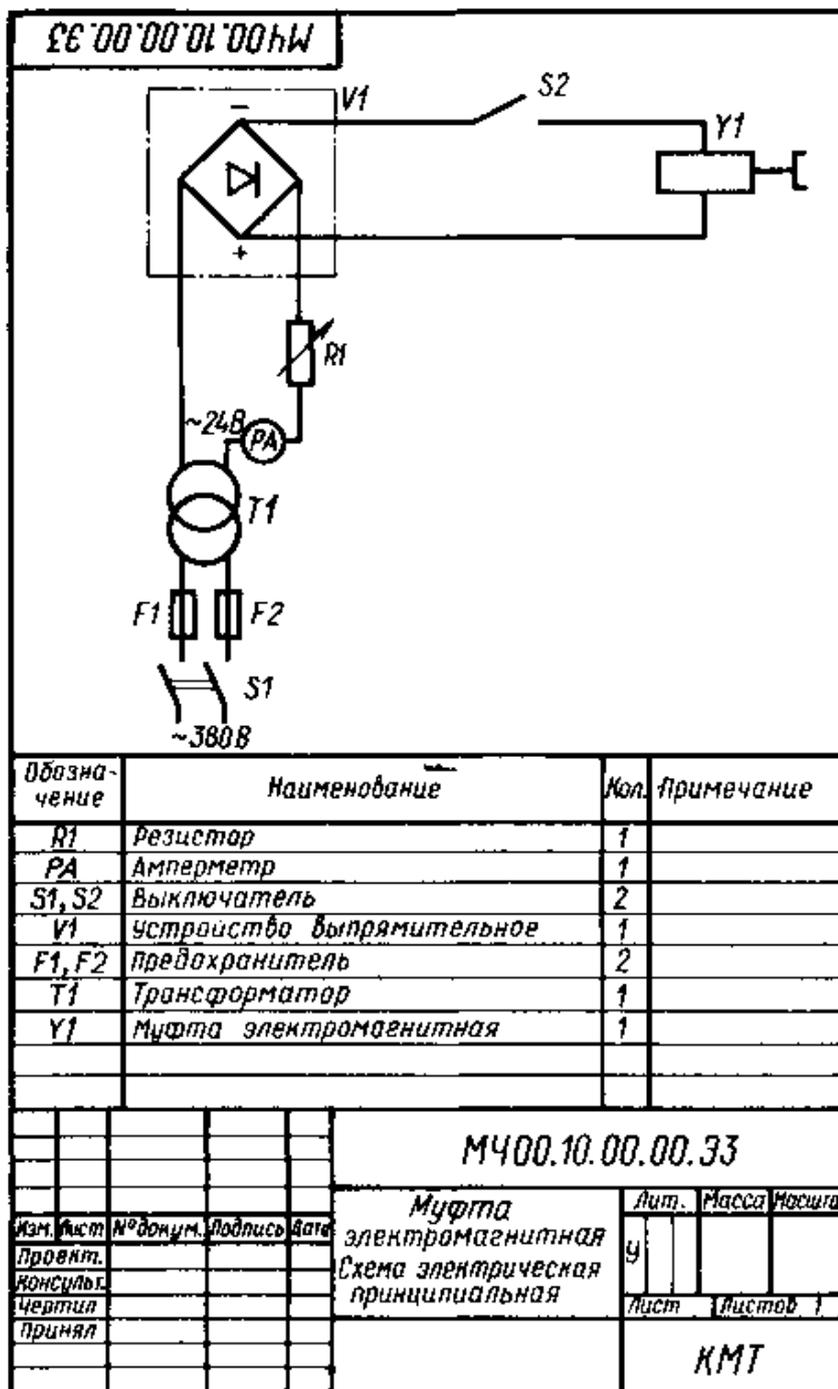
*Генератор синусоидальной волны частотой 100.*



Вариант 4.



переменного ток преобразуется в постоянный. Необходимый режим работы устанавливается при помощи регулируемого резистора  $R1$  и амперметра  $PA$ . Для защиты основных элементов схемы от перегрузок или от тока короткого замыкания предусмотрены плавкие предохранители  $FU 1$  и  $FU 2$



Образец выполнения перечень элементов

**Ход работы:**

1. Выполнить перечень элементов
2. Ответить на вопросы
  1. Что такое перечень элементов и к каким документам относится?
  2. Как выполняется перечень элементов?
  3. Можно ли выполнять перечень элементов на отдельном листе?

## Практическая работа №25.

### Тема 11. Схемы по специальности

#### Чтение электрической схемы.

**Цель работы:** Приобретение навыков чтения схем.

#### Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейшина, линейки и треугольники, транспортир

#### Теоретическая часть

Не секрет, что в схеме какая-либо радиодеталь, например микросхема может соединяться огромным количеством проводников с другими элементами схемы. Для того чтобы высвободить место на принципиальной схеме и убрать "повторяющиеся соединительные линии" их объединяют в своеобразный "виртуальный" жгут - обозначают групповую линию связи. На схемах **групповая линия связи** обозначается следующим образом.

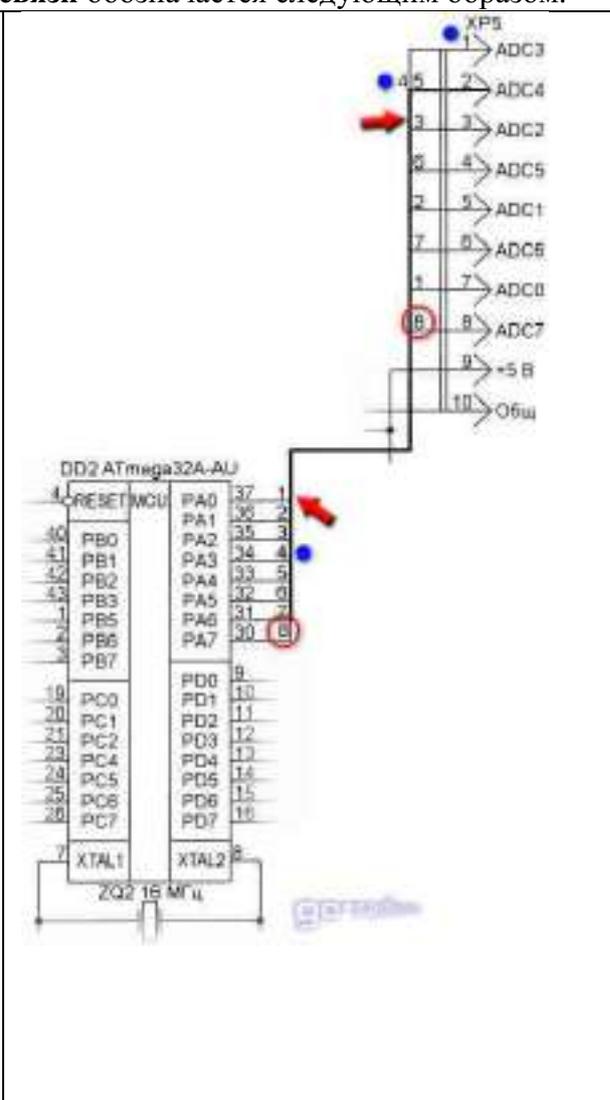
Вот взгляните на пример.



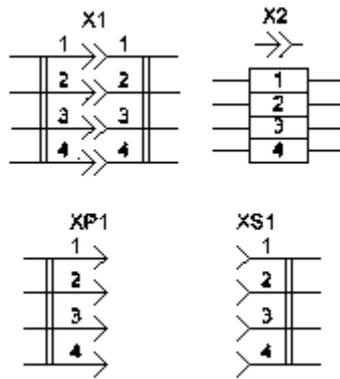
схеме.

Чтобы не запутаться, куда какие проводники идут, их нумеруют.

На рисунке я отметил соединительный провод под номером 8. Он соединяет 30 вывод микросхемы DD2 и 8 контакт разъёма XP5. Кроме этого, обратите внимание, куда идёт 4 провод. У разъёма XP5 он соединяется не со 2 контактом разъёма, а с 1, поэтому и указан с правой стороны соединительного проводника. Ко 2-му же контакту разъёма XP5 подключается 5 проводник, который идёт от 33 вывода микросхемы DD2. Отмечу, что соединительные проводники под разными номерами электрически между собой не связаны, и на реальной печатной плате могут быть разнесены по разным частям платы.



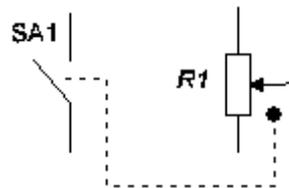
Электронная начинка многих приборов состоит из блоков. А, следовательно, для их соединения применяются разъёмные соединения. Вот так на схемах обозначаются разъёмные соединения.



**XP1** - это вилка (он же "Папа"), **XS1** - это розетка (она же "Мама"). Всё вместе это "Папа-Мама" или разъём **X1** (**X2**).

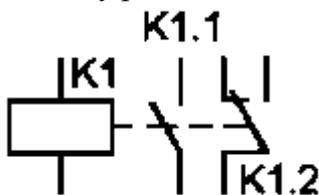
Также в электронных устройствах могут быть механически связанные элементы. Поясню, о чём идёт речь.

Например, есть переменные резисторы, в которые встроен выключатель. Вот так они обозначаются на принципиальной схеме. Где **SA1** - выключатель, а **R1** - переменный резистор. Пунктирная линия указывает на механическую связь этих элементов.



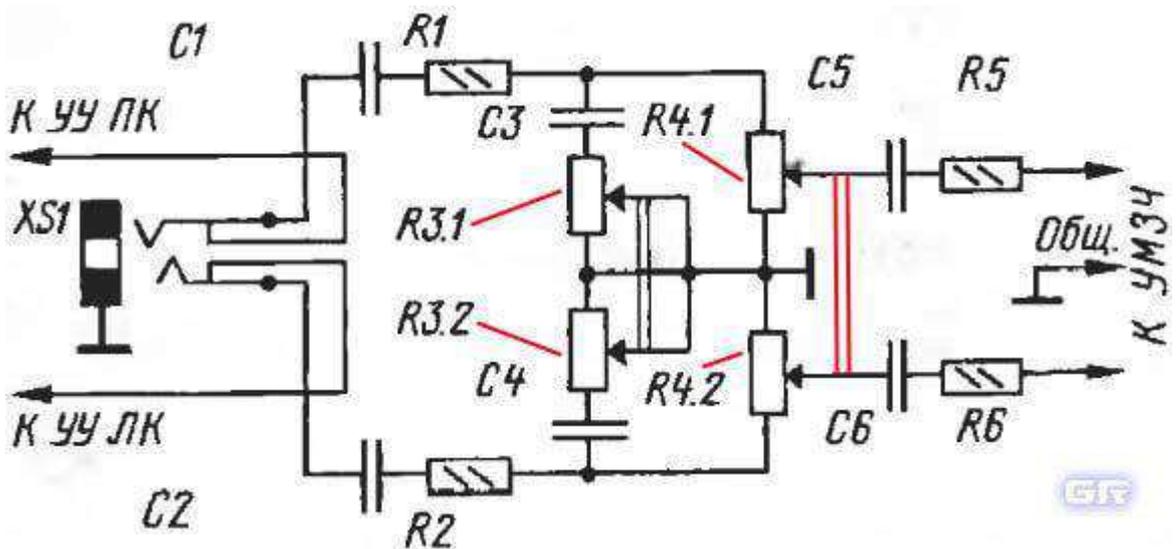
Ранее такие переменные резисторы очень часто применялись в портативных радиоприёмниках. При повороте ручки регулятора громкости (нашего переменного резистора) сначала замыкались контакты встроенного выключателя. Таким образом, мы включали приёмник и сразу той же ручкой регулировали громкость. Отмечу, что электрического контакта переменный резистор и выключатель не имеют. Они лишь связаны механически.

Такая же ситуация обстоит и с электромагнитными реле. Сама обмотка реле и его контакты не имеют электрического соединения, но механически они связаны. Подаём ток на обмотку реле - контакты замыкаются или размыкаются.

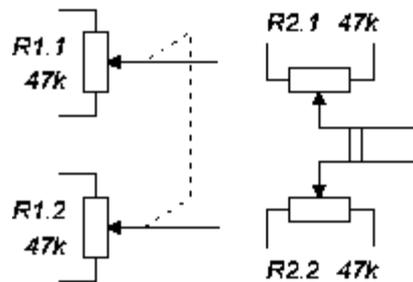


Так как управляющая часть (обмотка реле) и исполнительная (контакты реле) могут быть разнесены на принципиальной схеме, то их связь обозначают пунктирной линией. Иногда пунктирную линию **вообще не рисуют**, а у контактов просто указывают принадлежность к реле (**K1.1**) и номер контактной группы (**K1.1**) и (**K1.2**).

Ещё довольно наглядный пример - это регулятор громкости стереоусилителя. Для регулировки громкости требуется два переменных резистора. Но регулировать громкость в каждом канале по отдельности нецелесообразно. Поэтому применяются сдвоенные переменные резисторы, где два переменных резистора имеют один регулирующий вал. Вот пример из реальной схемы.

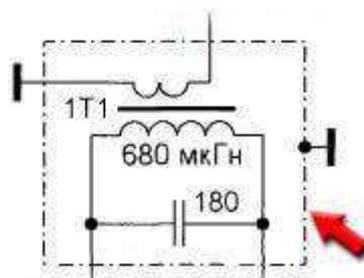


На рисунке я выделил красным две параллельные линии - именно они указывают на механическую связь этих резисторов, а именно на то, что у них один общий регулирующий вал. Возможно, вы уже заметили, что эти резисторы имеют особое позиционное обозначение R4.1 и R4.2. Где **R4** - это резистор и его порядковый номер в схеме, а **1** и **2** указывают на секции этого сдвоенного резистора. Также механическая связь двух и более переменных резисторов может указываться пунктирной линией, а не двумя сплошными.



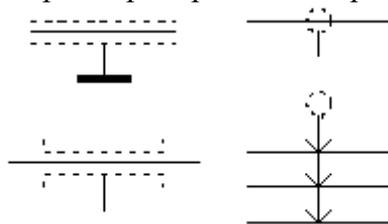
Электрически эти переменные резисторы **не имеют контакта** между собой. Их выводы могут быть соединены только в схеме.

Не секрет, что многие узлы радиоаппаратуры чувствительны к воздействию внешних или "соседствующих" электромагнитных полей. Особенно это актуально в приёмопередающей аппаратуре. Чтобы защитить такие узлы от воздействия нежелательных электромагнитных воздействий их помещают в экран, экранируют. Как правило, экран соединяют с общим проводом схемы. На схемах это отображается вот таким образом.

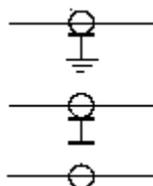


Здесь экранируется контур **1T1**, а сам экран изображается штрих-пунктирной линией, который соединён с общим проводом. Экранирующим материалом может быть алюминий, металлический корпус, фольга, медная пластина и т.д.

А вот таким образом обозначают экранированные линии связи. На рисунке в правом нижнем углу показана группа из трёх экранированных проводников.



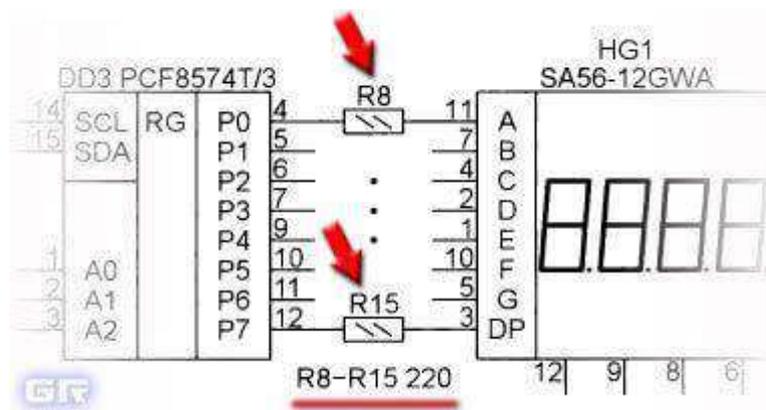
Похожим образом обозначается и коаксиальный кабель. Вот взгляните на его обозначение.



В реальности экранированный провод (коаксиальный) представляет собой проводник в изоляции, который снаружи покрыт или обмотан экраном из проводящего материала. Это может быть медная оплётка или покрытие из фольги. Экран, как правило, соединяют с общим проводом и тем самым отводят электромагнитные помехи и наводки.

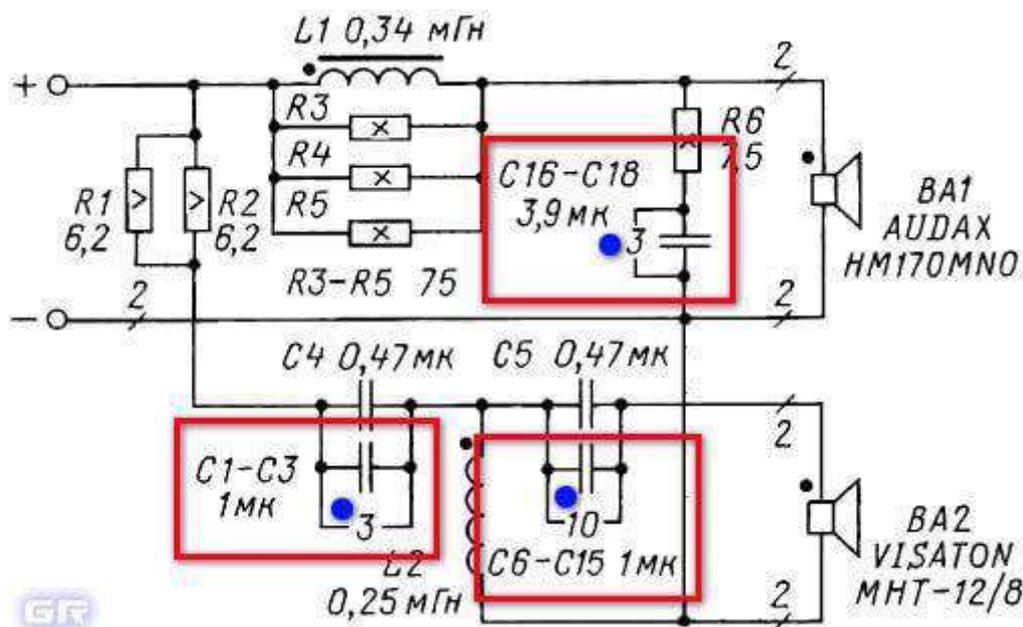
Повторяющиеся элементы.

Бывают нередкие случаи, когда в электронном устройстве применяются абсолютно одинаковые элементы и загромождать ими принципиальную схему нецелесообразно. Вот, взгляните на такой пример.



Здесь мы видим, что в схеме присутствуют одинаковые по номиналу и мощности резисторы R8 - R15. Всего 8 штук. Каждый из них соединяет соответствующий вывод микросхемы и четырёхразрядный семисегментный индикатор. Чтобы не указывать эти повторяющиеся резисторы на схеме их просто заменили жирными точками.

Ещё один пример. Схема кроссовера (фильтра) для акустической колонки. Обратите внимание на то, как вместо трёх одинаковых конденсаторов C1 - C3 на схеме указан лишь один конденсатор а рядом отмечено количество этих конденсаторов. Как видно из схемы, данные конденсаторы необходимо соединить параллельно, чтобы получить общую ёмкость 3 мкФ.



Аналогично и с конденсаторами С6 - С15 (10 мкФ) и С16 - С18 (11,7 мкФ). Их необходимо соединить параллельно и установить на место обозначенных конденсаторов. Следует отметить, что правила обозначения радиодеталей и элементов на схемах в зарубежной документации несколько иные.

**Цель работы:** Приобретение навыков по чтению схем.

**Перечень используемого оборудования**

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

**Теоретическая часть**

Чтение электрических схем рекомендуется начинать с изучения технического паспорта, по которому знакомятся с устройством механизма. Затем переходят к чтению схемы, находя основные детали, пользуясь при этом их условными обозначениями, часть из которых приведена в таблице.

**Ход работы:**

1. Прочитать электрическую схему.
2. Ответить на вопросы ко всем заданиям.

Краткие пояснения к заданию. Основная задача, которая стоит перед учащимися — это демонстрация умения прочитать кинематические схемы на основе знаний учебного материала и государственного стандарта 2.770—68.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №26.**

**Тема 12. Прикладные программы по инженерной графике**

**Основы работы с использованием системы AutoCAD.**

**Цель работы:** знакомство с AutoCAD. Изучение основ черчения.

**Перечень используемого оборудования**

компьютер с системным обеспечением AutoCAD.

**Теоретическая часть**

Процесс конструирования и проектирования неотделим от точных геометрических построений, в которых требуется восстанавливать перпендикуляры, проводить касательные, находить конечные точки и середины отрезков и дуг и т.п. Подобные задачи невозможно решать простым указанием точек на рабочем поле чертежа. Для этого в AutoCAD существует специальное средство – объектная привязка, позволяющее задать точку с определенными позиционными свойствами вместо ввода значений координат, привязывая курсор к характерным точкам имеющихся объектов, см. таблицу 1.

Таблица 1 – Режимы объектной привязки

Кнопка	Режим	Описание
	Конточка	Привязка к конечным точкам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Середина	Привязка к серединам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Пересечение	Привязка к точкам пересечений объектов
	Кажущееся пересечение	Привязка к пересечению объектов в текущей видовой проекции
	Продолжение линии	Привязка к мнимому продолжению отрезков, дуг
	Центр	Привязка к центрам окружностей, дуг, эллипсов
	Квадрант	Привязка к квадрантным точкам окружностей, дуг и эллипсов
	Касательная	Нахождение точек касания окружностей, дуг, эллипсов.
	Нормаль	Проведение линий, перпендикулярных указанным объектам
	Параллельно	Проведение линий, параллельных указанным прямым линиям
	Точка вставки	Привязка к точкам вставки блока или текстовой строки
	Узел	Привязка к точкам
	Ближайшая	Привязка к точкам, принадлежащим указанным объектам
	Ничего	Отключение режимов объектной привязки

### Задание объектной привязки

Для задания объектной привязки в запросе точки:

- Нажать кнопку объектной привязки на панели «**Объектная привязка**», рисунок 1.
- Нажать клавишу «**Shift**» и щелкнуть правой кнопкой мыши для вызова контекстного меню объектной привязки, рисунок 2.
- В командной строке ввести имя режима объектной привязки (три первые буквы).



Рисунок 1



- Установка точки отслеживания объектов



Установка базовой точки для отсчета полярных координат при относительном вводе координат точки. Нажатие этой кнопки «перемещает» положение последней введенной точки.

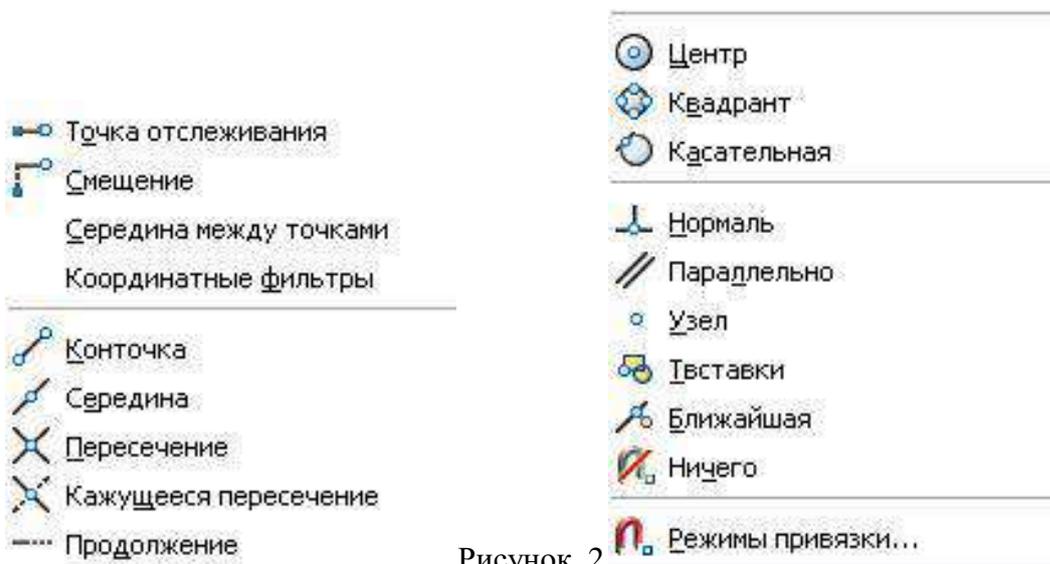


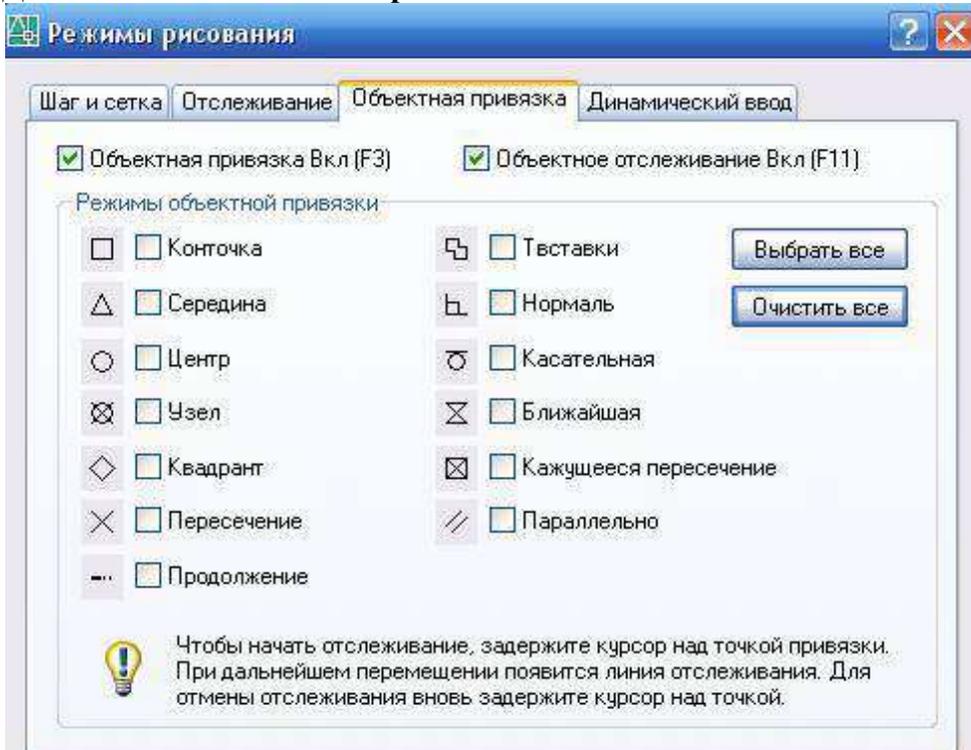
Рисунок 2

Объектная привязка работает только при запросах на указание точек. При попытке использования объектной привязки в ответ на подсказку «Команда» возникает сообщение об ошибке.

### Использование текущего режима объектной привязки

Если есть необходимость использовать один или несколько режимов объектной привязки более одного раза, то можно установить эти режимы в качестве текущих. Можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки на вкладке «Объектная привязка» в диалоговом окне «Режимы рисования», доступ к которому можно получить из меню «Сервис» или выбором пункта «Настройка» контекстного меню «ПРИВЯЗКА» статусной строки, рисунок 3.

Диалоговое окно «Режимы рисования»



Если включено несколько режимов объектной привязки, в выбранном положении может существовать более одной объектной привязки. Нажмите клавишу «ТАВ» для выбора необходимого режима до указания точки. По умолчанию при перемещении курсора над объектной привязкой на объекте отображаются *маркер и подсказка*. Эта функция

называется **AutoSnap** (Автопривязка). Она позволяет легко определять текущий режим объектной привязки.

Нажмите кнопку «**ПРИВЯЗКА**» в строке состояния или клавишу **F3** для включения или выключения текущих объектных привязок, рисунок 4.

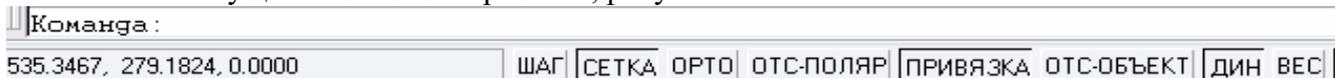


Рисунок 4

### Ход работы:

1. Запустите Автокад: **Пуск/Программы/AutoCAD 2000+**, или щелкните два раза по ярлыку на Рабочем столе.

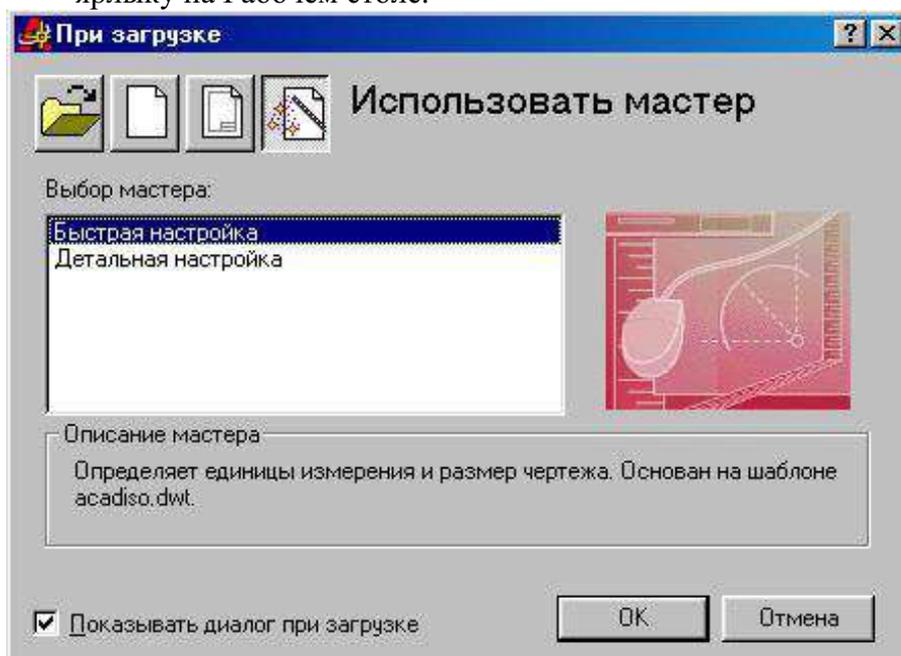


Рис. 1

2. Выберите пункт **Использовать мастер (Use Wizard)/Быстрая настройка (Quick Setup)** и нажмите кнопку **ОК** (рис. 1).  
Установите **десятичные** единицы измерения (**Decimal**) и нажмите кнопку **Далее (Next)** (рис. 2). Введите **ширину (Width) 40**, а **высоту (длину - Length) 30** и нажмите кнопку **Готово (Finish)** (рис. 3).
3. Сохраните рисунок в формате \*.dwg: **Файл/Сохранить (File/Save)** или инструмент в виде дискеты. При сохранении создайте на диске папку с именем **ExACAD** и присвойте рисунку имя **Занятие 1**.
4. Щелкните правой кнопкой мыши (ПКМ) на верхней панели инструментов **Стандартная панель инструментов (Standard)**. Посмотрите, какие панели отмечены галочкой, т.е. показаны в рабочей области экрана AutoCad (рис. 4).

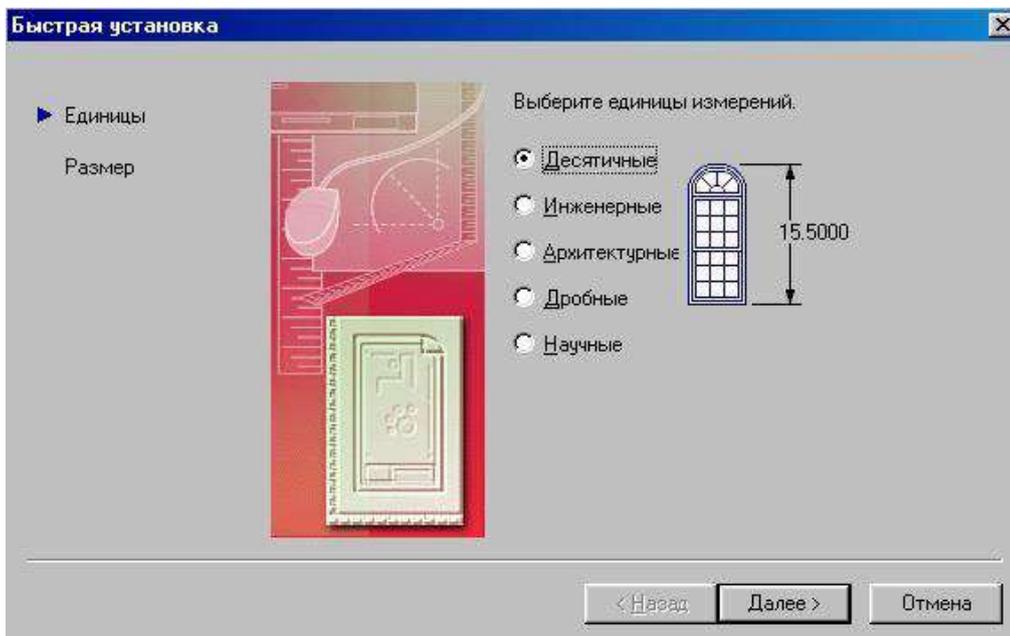


Рис. 2

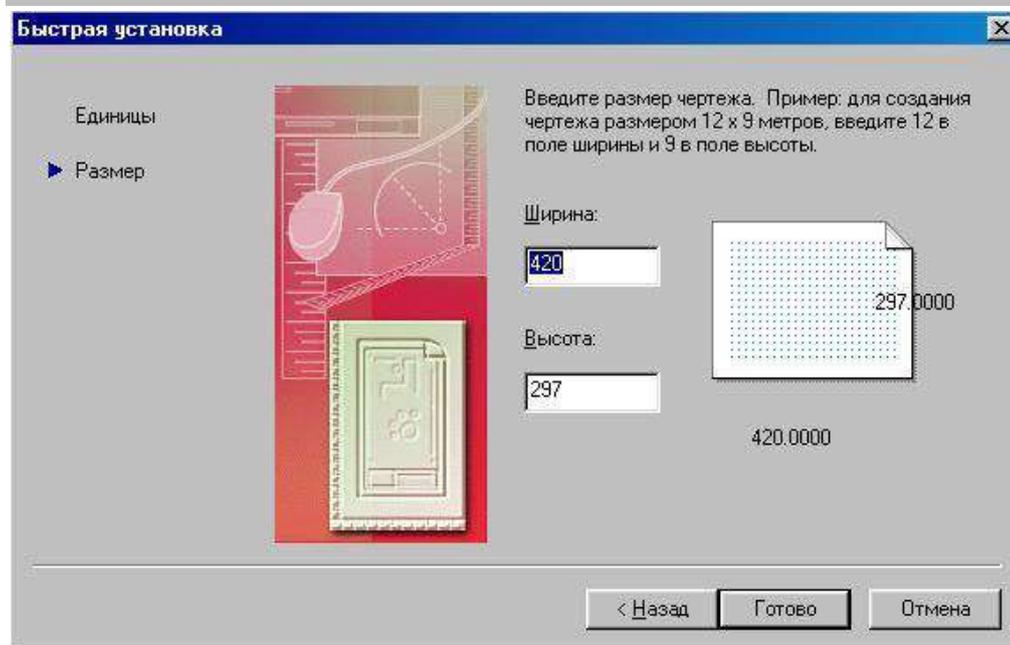


Рис. 3

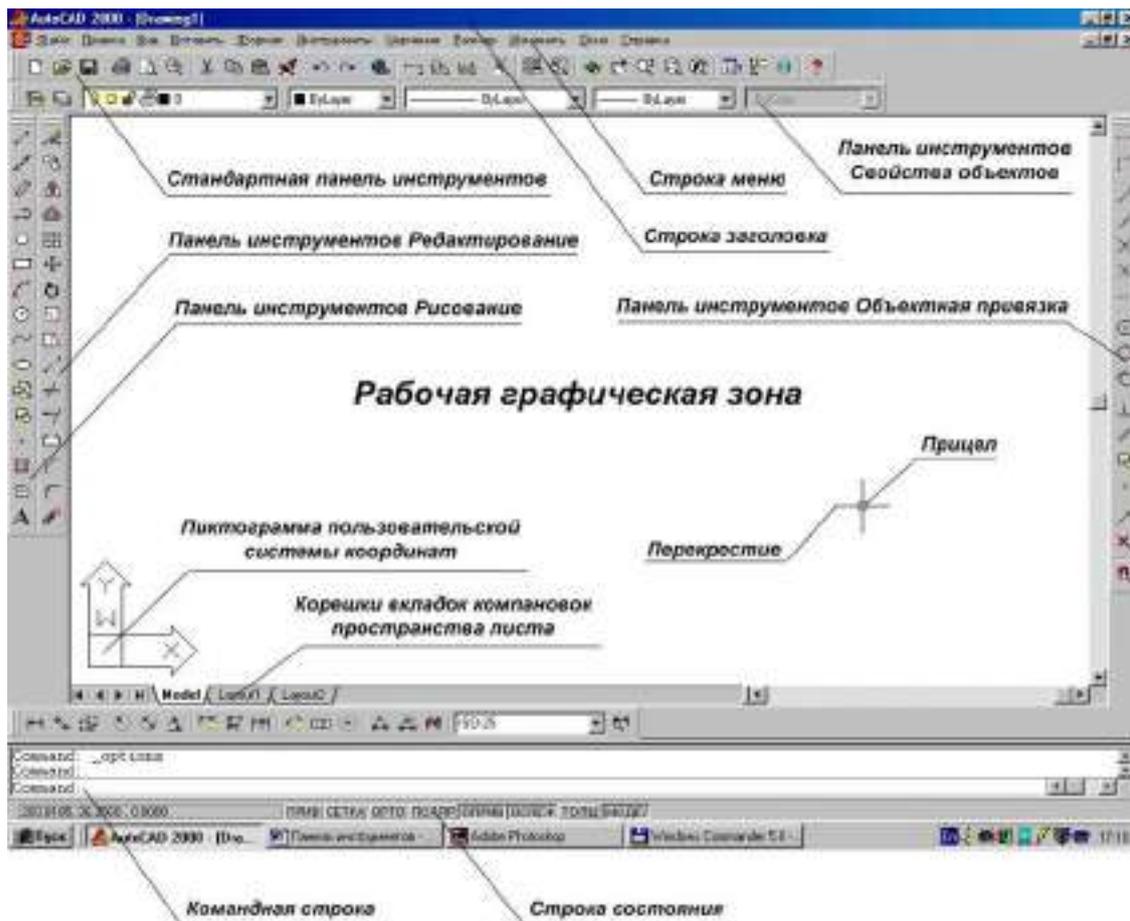


Рис. 4

5. Скройте и покажите панели **Черчение (Draw)**, **Изменение (Modify)** и др. Щелкните левой кнопкой мыши (ЛКМ) на двух черточках какой-либо панели (рис. 5) и, не отпуская мышь, передвиньте панель в другое место экрана.
6. Медленно перемещайте указатель мыши по инструментам **Стандартной** панели, **Черчение**, **Изменение** и изучите название инструментов. Для просмотра набора инструментов на выносных панелях (кнопка с треугольником внизу на пиктограмме) необходимо передвигать мышь при нажатой ЛКМ.
7. Покажите всю область черчения: **Вид/Увеличение/Весь лист (View/Zoom/All)** (рис. 6).
8. Установите видимой сетку и измените ее параметры: **Инструменты/Параметры чертежа (Tools/Drafting Settings)**. На вкладке **Привязка и сетка (Snap and grid)** установите флаг **Сетка включена (Grid On)** и шаг сетки (**Grid**) по X и Y равным 2 (рис. 7).
9. Нарисуйте прямую линию: выберите на панели **Черчение** инструмент **Линия (Line)** . Посмотрите в командной строке команду и укажите первую точку щелчком ЛКМ в любом месте экрана. Посмотрите команду в командной строке и укажите вторую точку на некотором расстоянии от первой щелчком ЛКМ. Нажмите **Enter**. Внизу в строке состояния можно наблюдать координаты точек. Начертите несколько линий таким же образом.



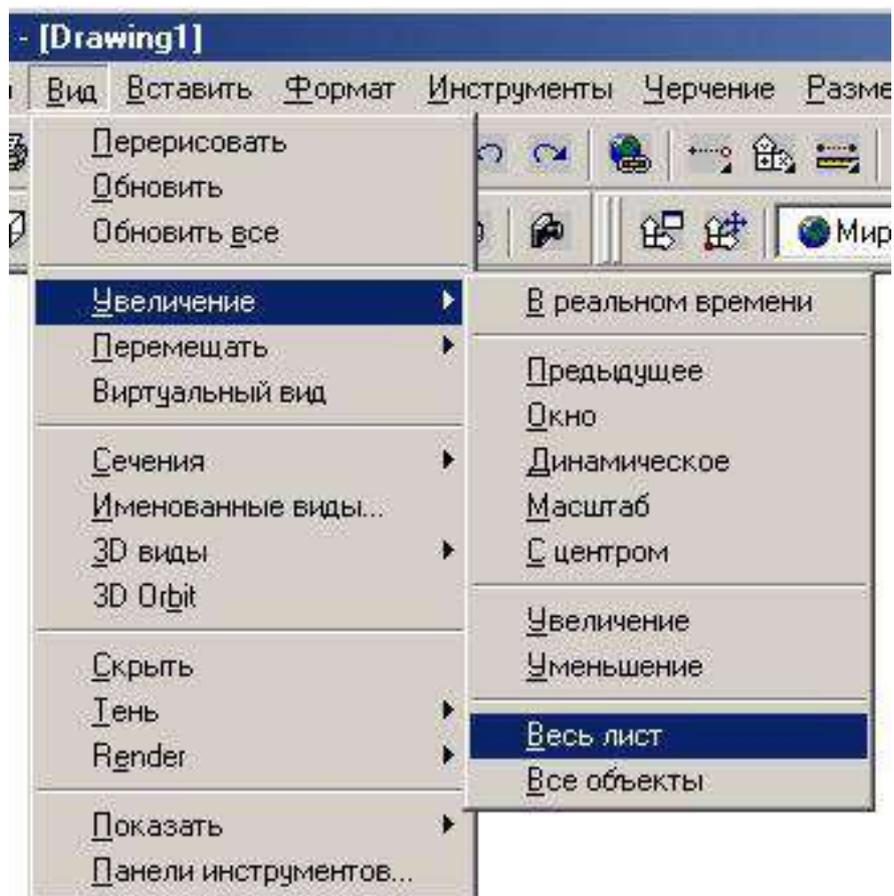


Рис. 6

10. Начертите линию путем ввода координат точек в командную строку: введите команду **L**, напечатайте **2,2** и нажмите **Enter**. Далее напечатайте **10,10** и нажмите 2 раза **Enter**. Подведите курсор к началу и концу линии и посмотрите значения ее координат в строке состояния. Посчитайте по узлам сетки координаты начала и конца линии. Нарисуйте таким же образом еще несколько линий.
11. Удалите лишние линии: отметьте щелчком ЛКМ линию и нажмите клавишу **Delete**.
12. Нарисуйте несколько линий, следующих друг за другом, путем последовательного ввода их координат с помощью клавиатуры или мыши.
13. Нарисуйте строго вертикальные и горизонтальные линии. Для этого перед рисованием нажмите на кнопку **ОРТО (ORTHO)** в строке состояния.
14. Нарисуйте линии с использованием относительных координат: введите последовательно **10,10 Enter @22,0 Enter @0,18 Enter @-22,0 Enter c Enter**. Буква **c** означает close –замкнуть.
15. Нарисуйте линии с использованием полярной системы координат: введите последовательно **10,10 Enter @22<0 Enter @18<90 Enter @22<180 Enter c Enter**.
16. Начертите линию с указанием направления и ее длины: укажите первую точку, передвиньте мышь в нужном направлении и введите длину линии, например 30.

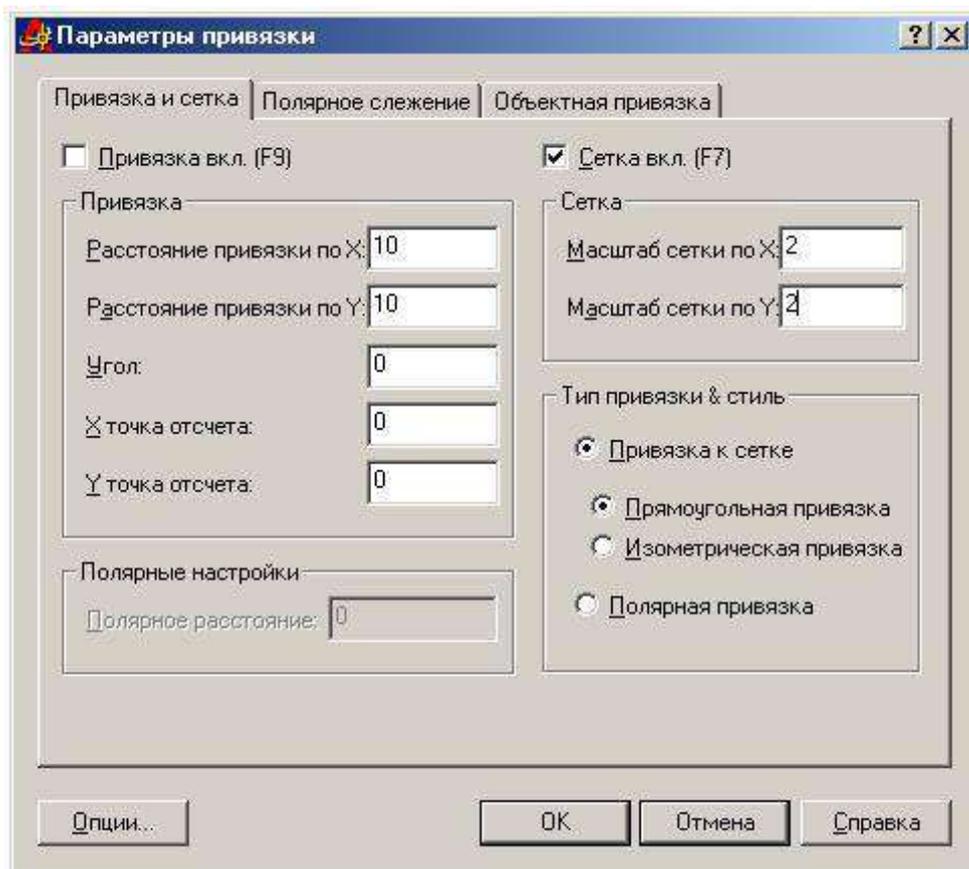
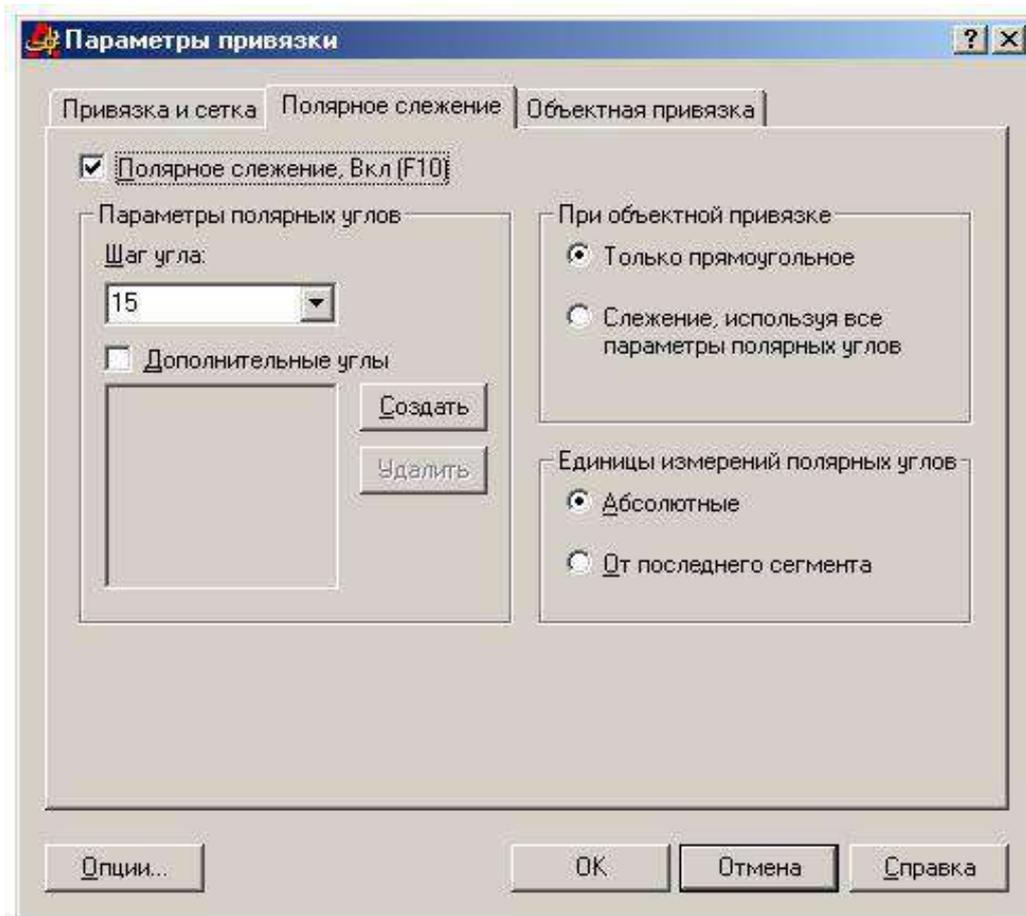


Рис. 7



17. Нарисуйте линию в режиме отслеживания полярных координат. Для этого предварительно нажмите на кнопку **ПОЛЯР (POLAR)** в строке состояния.

Установка шага отслеживания осуществляется в окне **Параметры чертежа (Drafting Settings)** на вкладке **Полярное слежение (Polar Tracking)**. Вызов окна осуществляется командой **Инструменты/Параметры чертежа (Tools/Drafting Settings)** или нажмите ПКМ на кнопке **ПОЛЯР (POLAR)** и выбором команды **Параметры (Settings)**. Установите шаг угла 15 и при смещении указателя мыши по кругу посмотрите изменение полярных координат (рис. 8).

18. Переместите рисунок с помощью инструмента **Перемещение в реальном времени** (рука)  на **Стандартной панели**. Для отмены команды нажмите **Esc**.
19. Измените масштаб просмотра с помощью инструмента **Масштаб в реальном времени (Zoom, Realtime)** (лупа) : команда **z**.
20. Возвратите прежний масштаб просмотра с помощью инструмента **Предыдущий масштаб (Zoom, Previous)** : команды **z, p**.
21. Увеличьте масштаб просмотра какой-либо детали, выделив ее с помощью инструмента **Увеличить до окна (Zoom, Window)** : команды **z, w**.
22. Обведите какую-нибудь линию на экране квадратом слева направо (сплошной линией) при нажатой ЛКМ. Копируйте ее и затем вставьте.
23. Выделите несколько линий, обведя их квадратом справа налево (пунктирной линией). Вырежете их, затем вставьте.
24. Начертите линии с использованием привязки к узлам сетки: для этого нажмите на кнопку **ПРИВ (SNAP)** в строке состояния. Обратите внимание на изменение координат в соответствии с шагом сетки.
25. В окне **Параметры чертежа (Drafting Settings)** на вкладке **Привязка и сетка (Snap and grid)** увеличьте шаг сетки и установите равные с шагом сетки параметры привязки: **Инструменты/Параметры чертежа (Tools/Drafting Settings)** (рис. 7).
26. Уберите привязку. Начертите линию с использованием команды **Линия (Line)** в меню **Черчение (Draw)**.
27. Начертите окружность, указав центр окружности и ее радиус: выберите инструмент **Окружность (Circle)** , щелкните в каком-либо месте на экране ЛКМ, затем в другом месте на удалении длины радиуса. Повторите команду с указанием точного значения радиуса и координат: для возобновления команды черчения окружности нажмите **Enter**, введите **50,50 Enter 60 Enter**.
28. Начертите окружность по трем точкам: нажмите **Enter**, введите **3P**, укажите мышкой три точки или введите с клавиатуры, нажимая **Enter** после каждого ввода.
29. Начертите окружности с использованием команды **Окружность (Circle)** в меню **Черчение (Draw)**. При этом используйте все 6 вариантов построения.
30. Начертите дуги с использованием команды **Дуга (Arc)**  в меню **Черчение (Draw)**. При этом используйте все варианты построения.

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №27.

### Тема 13. Плоское моделирование, черчение.

#### Изучение режимов объектной привязки.

**Цель работы:** Выполнение упражнений для изучения режимов объектной привязки

#### Перечень используемого оборудования

компьютер с системным обеспечением AutoCAD.

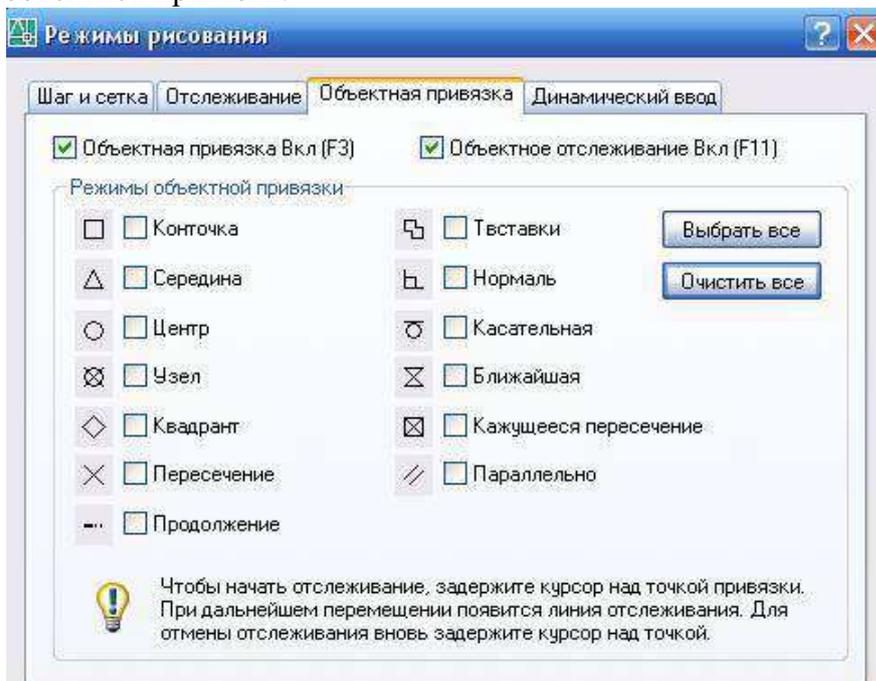
#### Теоретическая часть

Если есть необходимость использовать один или несколько режимов объектной привязки более одного раза, то можно установить эти режимы в качестве текущих. Можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки на вкладке «Объектная

**привязка»** в диалоговом окне **«Режимы рисования»**, доступ к которому можно получить из меню **«Сервис»** или выбором пункта **«Настройка»** контекстного меню **«ПРИВЯЗКА»** статусной строки, рисунок 3.

#### Диалоговое окно «Режимы рисования»

Если включено несколько режимов объектной привязки, в выбранном положении может существовать более одной объектной привязки. Нажмите клавишу **«TAB»** для выбора необходимого режима до указания точки. По умолчанию при перемещении курсора над объектной привязкой на объекте отображаются *маркер и подсказка*. Эта функция называется **AutoSnap** (Автопривязка). Она позволяет легко определять текущий режим объектной привязки.



Нажмите кнопку **«ПРИВЯЗКА»** в строке состояния или клавишу **F3** для включения или выключения текущих объектных привязок, рисунок 4.

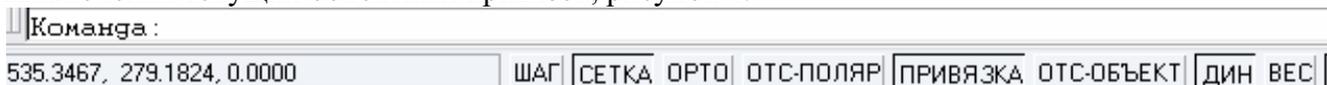
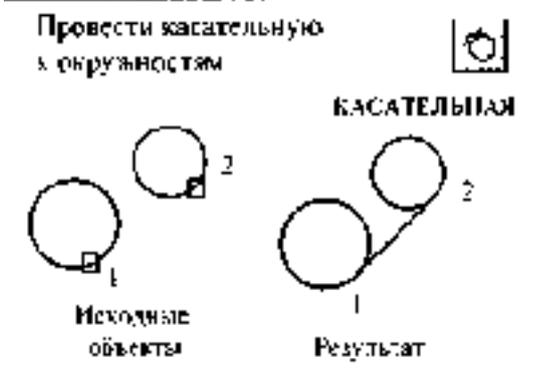


Рисунок 4

#### Ход работы

1.	<p><b>Привязка к точке маркеру чертежа</b></p> <p><b>УЗЕЛ</b></p> <p>Исходные объекты</p> <p>Результат</p>	<p>1. Формат \ Отображение точек — выбрать маркер.  <b>ТОЧКА</b> - расставить три точки.  <b>ОТРЕЗОК</b> - соединить точки с привязкой <b>Узел</b>.          Команда: <b>ОТРЕЗОК</b>          от точки: <b>УЗЕ</b> «Enter» (указать точку 1)          к точке: <b>УЗЕ</b> «Enter» {точка 2}          к точке: <b>УЗЕ</b> «Enter» {точка 3}          к точке: <b>Замкнуть</b></p>
----	--	--

<p>2.</p>	<p>Привязка к конечным точкам объектов</p> <p>Исходные объекты</p> <p>Результат</p> <p>КОНТОЧКА</p>	<p>1. Команды: ДУГА, ОТРЕЗОК - вычертить исходные объекты.</p> <p>2. <b>ОТРЕЗОК</b> - соединить точки с привязкой <b>Контточка</b>. Команда: <b>ОТРЕЗОК</b> от точки: <b>КОН</b> «Enter» <i>{указать точку 1}</i> к точке: <b>КОН</b> «Enter» <i>{указать точку 2}</i> к точке: «Enter»</p>
<p>3.</p>	<p>Привязка к произвольным точкам объектов</p> <p>Исходные объекты</p> <p>Результат</p> <p>БЛИЖАЙШАЯ</p>	<p>1. Команды: КРУГ, ОТРЕЗОК - вычертить исходные объекты.</p> <p>2. <b>ОТРЕЗОК</b> - соединить точки с привязкой <b>Ближайшая</b>. Команда: <b>ОТРЕЗОК</b> от точки: БЛИ «Enter» <i>{указать точку 1}</i> к точке: БЛИ «Enter» <i>{указать точку 2}</i> к точке: «Enter»</p>
<p>4.</p>	<p>Привязка к точкам пересечения объектов</p> <p>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ</p>	<p>1. Команда <b>КРУГ</b> - вычертить исходные объекты.</p> <p>2. <b>ОТРЕЗОК</b> - соединить точки с привязкой <b>Пересечение</b>. Команда: <b>ОТРЕЗОК</b> от точки: <b>ПЕР</b> «Enter» <i>{указать точку 1}</i> к точке: <b>ПЕР</b> «Enter» <i>{указать точку 2}</i> к точке: «Enter»</p>
<p>5.</p>	<p>Привязка к квадрантным точкам окружности</p> <p>КВАДРАНТ</p> <p>УЗЕЛ</p>	<p>1. Команды: <b>ТОЧКА, КРУГ</b> - вычертить исходные объекты.</p> <p>2. <b>ОТРЕЗОК</b> - соединить точки с привязкой <b>Узел, Квадрант</b>. Команда: <b>ОТРЕЗОК</b> от точки: <b>УЗЕ</b> «Enter» <i>{указать точку 1}</i> к точке: <b>КВА</b> «Enter» <i>{указать точку 2}</i> к точке: «Enter»</p>

<p>6.</p>	<p>Привести перпендикуляр из середины отрезка к двум элементам</p>  <p>Исходные объекты</p> <p>Результат</p>	<p><b>ПОЛИЛИНИЯ</b> - вычертить исходный объект. <b>ОТРЕЗОК</b> - провести перпендикуляры. Команда: <b>ОТРЕЗОК</b> от точки: <b>СЕР</b> «Епег» {указать точку 1) к точке: <b>НОР</b> «ЕШег» {указать точку 2) к точке: «Епег»</p>
<p>7.</p>	<p>Построить концентрическую окружность</p>  <p>Исходные объекты</p> <p>Результат</p>	<p>1. <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> - вычертить исходный объект. 2. <b>КРУГ</b> - провести окружность с привязкой <b>Центр</b>. Команда: <b>КРУГ</b> 3точки\2точки\Центр; «Еп1;ег» {указать оц?ужность) Диаметр \ &lt;Радиус&gt;: <b>32</b> «Еп1ег»</p>
<p>8.</p>	<p>Провести касательную к окружностям</p>  <p>Исходные объекты</p> <p>Результат</p>	<p>Команда <b>КРУГ</b> - вычертить исходные объекты. <b>ОТРЕЗОК</b> - соединить точки с привязкой <b>Касательная</b>. Команда: <b>ОТРЕЗОК</b> от точки: <b>КАС</b> «Еп1;ег» {указать точку 1) к точке: <b>КАС</b> «Еп1;ег» {указать точку 2) к точке: «Еп1ег»</p>
<p>9.</p>	<p>Простановка диаметра окружности</p>  <p>Исходные объекты</p> <p>Результат</p>	<p>1. Команда <b>КРУГ</b> - вычертить исходный объект. <b>РАЗМЕР Линейный</b> - проставить размер с привязкой <b>Квадрант</b>.</p>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №.28

### Тема 13. Плоское моделирование, черчение.

#### Изучение средств автоотслеживания объекта.

**Цель работы:** Выполнение упражнений для изучения режимов автоотслеживания объекта.

#### Перечень используемого оборудования

компьютер с системным обеспечением AutoCAD.

#### Теоретическая часть

Создаваемые объекты можно размещать в определенной зависимости относительно других объектов с помощью линий отслеживания. Средства автоотслеживания облегчают построение объектов в определенных направлениях или в определенной зависимости относительно других объектов рисунка. При включенных режимах автоотслеживания *специальные временные линии отслеживания* помогают выполнять точные построения. Автоотслеживание включает в себя два варианта отслеживания: *полярное отслеживание и отслеживание объектной привязки*.

Режимы автоотслеживания можно быстро включать и отключать нажатием кнопок «ОТС-ПОЛЯР» и «ОТС-ОБЪЕКТ» в строке состояния, рисунок 4.

Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Для использования объектного отслеживания необходимо наличие включенных режимов объектной привязки.

#### Полярное отслеживание

Полярное отслеживание - это процесс отслеживания фиксированного направления в полярных координатах от текущей точки. При построении отрезков, сегментов полилинии полярное отслеживание позволяет вводить с клавиатуры только *длину* объекта.

Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90, 45, 30, 22.5, 18, 15, 10 или 5 градусов. Можно определить другие значения углов, а при необходимости объектное отслеживание можно осуществлять вдоль всех текущих полярных углов отслеживания, рисунок 5.

Меню **Сервис / Режимы рисования / Отслеживание**

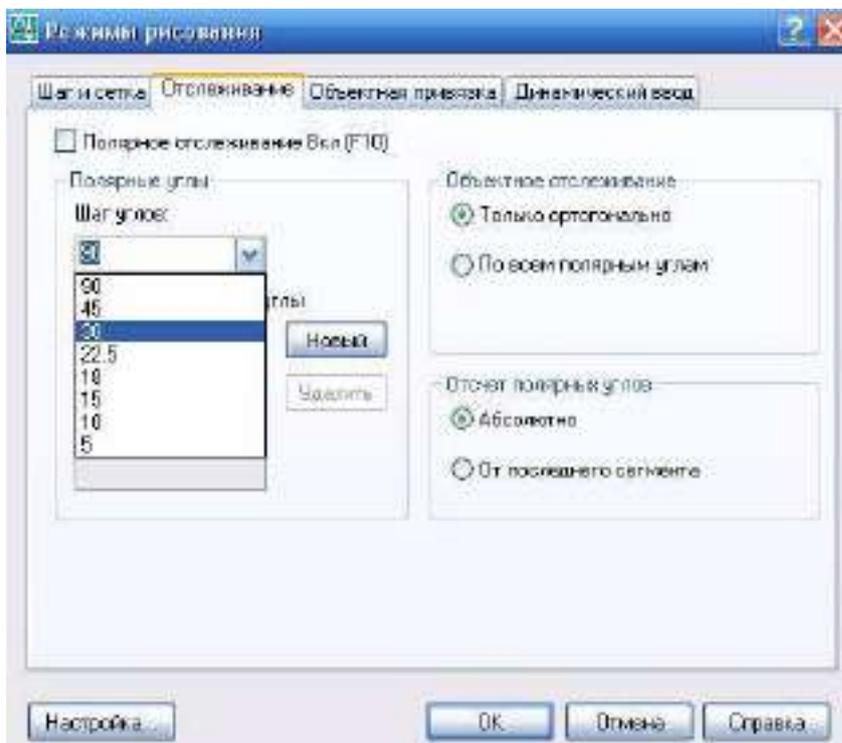


Рисунок 5

На рисунке 6 показаны некоторые из возможных линий полярного отслеживания при значении углового интервала  $30^\circ$

### Объектное отслеживание

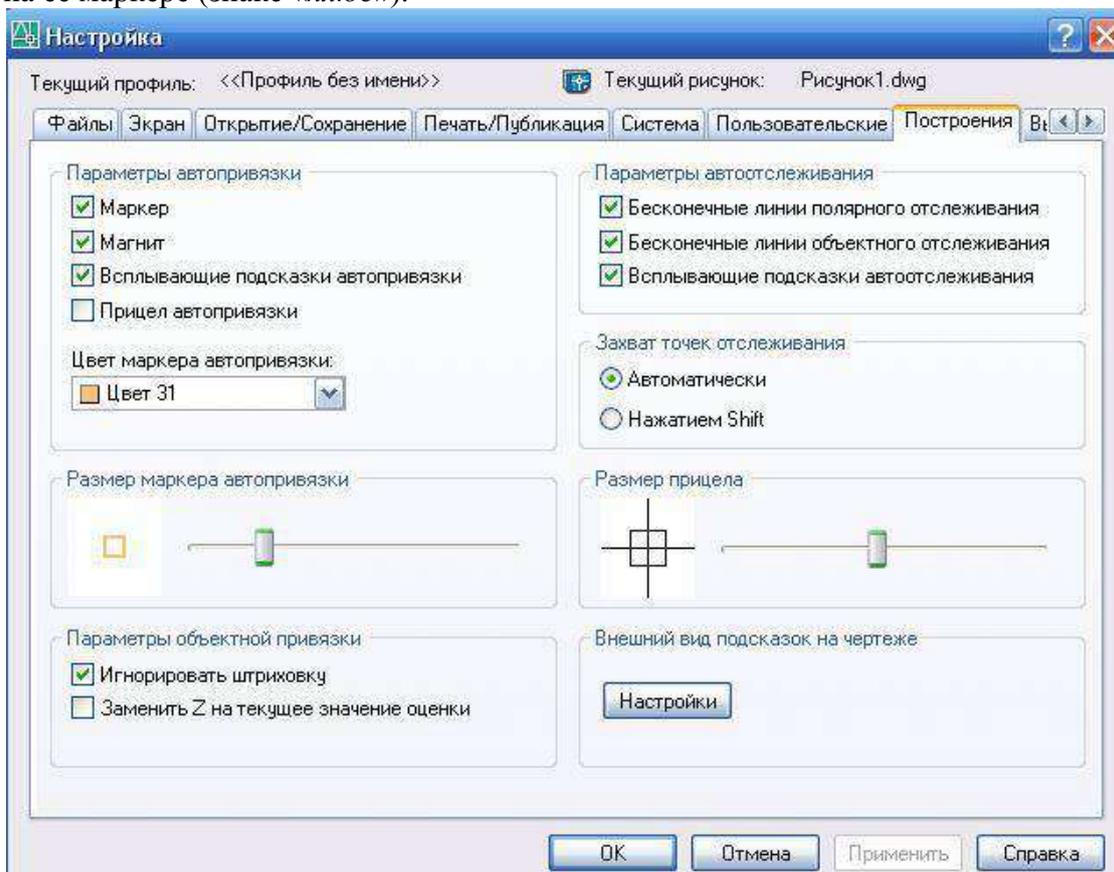
Объектное отслеживание облегчает выбор точек, которые лежат на линиях отслеживания, проходящих через характерные точки объектов. Захваченная точка помечается маркером в виде маленького знака «плюс» (+). Одновременно может быть захвачено до семи точек рисунка.

После захвата точки по мере передвижения курсора появляются вертикальные, горизонтальные или полярные линии отслеживания, проходящие через данную точку. Таким образом, можно, например, выбрать точку, лежащую на пересечении линий, проходящих через конечные точки или середины объектов, рисунок 7.

### Рекомендации по использованию объектного отслеживания

- Для выбора точек, лежащих на перпендикулярах к концам или серединам объектов, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки **Нормаль**, **Конточка** и **Середина**.

- Для выбора точек, лежащих на касательной к конечной точке дуги, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки **Касательная** и **Конточка**. Отслеживание можно осуществлять от так называемых *временных точек отслеживания*. Для задания такой точки в ответ на запрос команды выбрать точку, ввести «то» и указать нужную точку. Указанная точка помечается маленьким маркером в виде знака «плюс» (+). Далее, по мере перемещения курсора поочередно появляются линии отслеживания, проходящие через временную точку отслеживания. Для удаления временной точки нужно при перемещении задержать курсор на ее маркере (знаке «плюс»).



Можно выбрать точку, находящуюся на заданном расстоянии от точки объектной привязки вдоль линии отслеживания. Для этого после появления линии отслеживания следует ввести в командной строке требуемое расстояние.

- Изменение способа захвата точек осуществляется в диалоговом окне «**Настройка**» на вкладке «**Построения**» с помощью параметра «**Автоматически**» и «**Нажатием Shift**». По

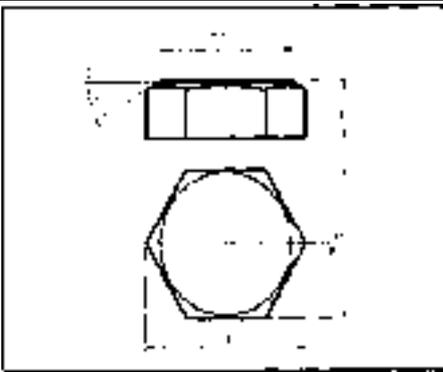
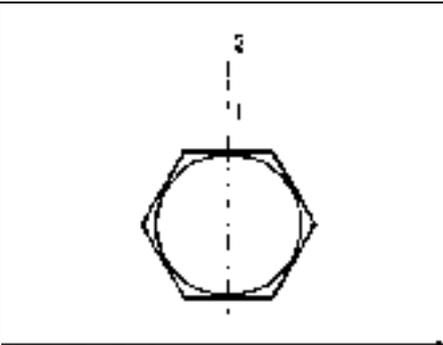
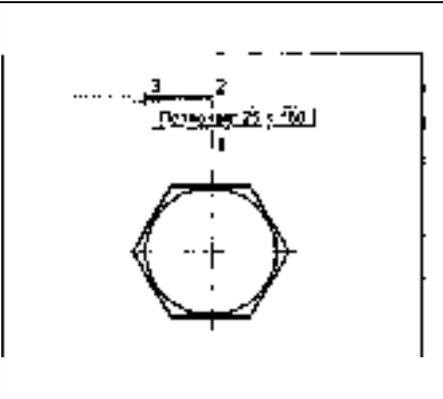
умолчанию устанавливается автоматический способ. Для предотвращения автоматического выбора точек в областях рисунка с высокой плотностью объектов можно удерживать нажатой клавишу «Shift», рисунок 8.

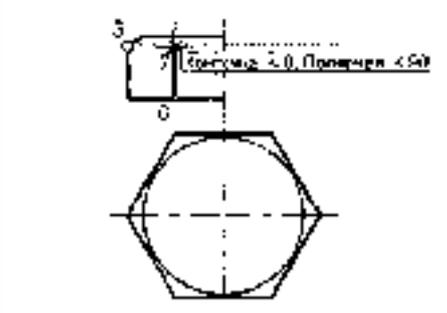
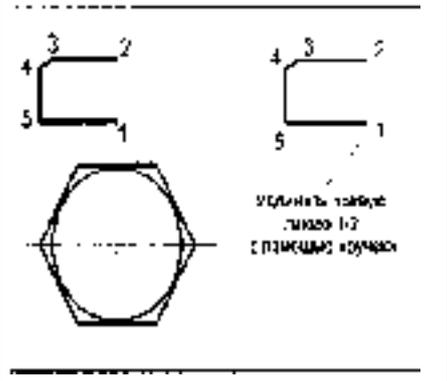
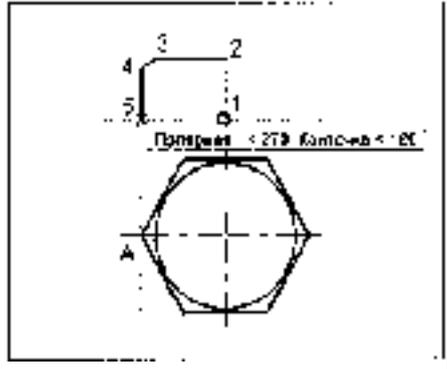
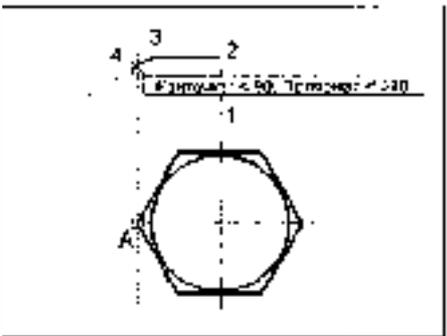
Меню **Сервис / Настройка**

**ЗАДАНИЕ:**

Построить два вида детали в проекционной связи с использованием средств полярного и объектного отслеживания.

### Ход работы

1		
		
		




**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №29.**

**Тема 13. Плоское моделирование, черчение.**

**Выполнение сопряжений**

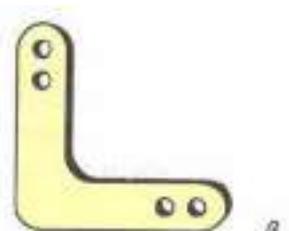
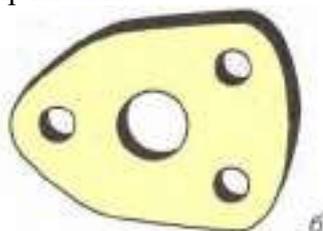
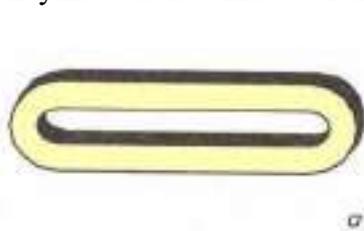
**Цель работы:** Изучение команд выполнения сопряжений

**Перечень используемого оборудования**

компьютер с системным обеспечением AutoCAD.

**Теоретическая часть**

Выполнение Сопряжением называют плавный переход из одной линии в другую. На рисунке 9 показаны элементы сопряжения.



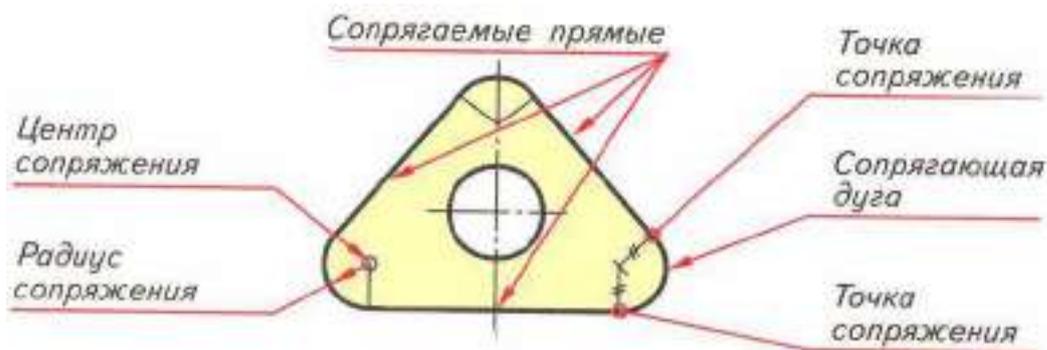


Рисунок 9

### Выполнение сопряжений с помощью команды СОПРЯЖЕНИЕ

В AutoCAD с помощью сопряжения можно соединить два объекта, используя дугу, касательную к объектам, которая имеет определенный радиус. Внутренний угол называется сопряжением, а внешний угол - округлением; можно создать оба угла с помощью команды **СОПРЯЖЕНИЕ** (панель **Редактирование**, меню **Редактирование**). Командная строка: **СОПРЯЖЕНИЕ**. Текущие настройки: *Режим = текущий, Радиус сопряжения = текущий*. Выберите первый объект или [**Отменить / Полилиния / Радиус. С обрезкой / Несколько**]: (*выбрать объект любым способом или ввести параметр*). Сопрягать можно следующие объекты: *дуги, круги, эллипсы и эллиптические дуги, отрезки, полилинии, лучи, сплайны, прямые, 3D тела*. Одним вызовом команды **СОПРЯЖЕНИЕ** можно скруглить все углы полилинии. Если оба соединяемых объекта лежат на одном слое, дуга сопряжения также проводится на том же слое, либо она строится на текущем слое. Слой определяет и другие свойства объекта, включая цвет и тип линий. С помощью опции «**Несколько**» можно осуществить сопряжение нескольких объектов, не выходя из команды.

- **Задание радиуса сопряжения**

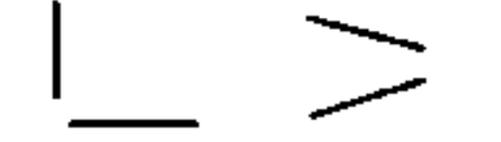
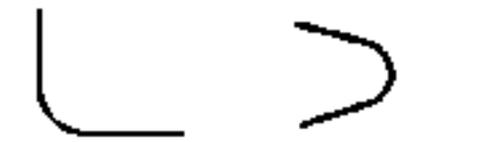
Радиусом сопряжения называется радиус дуги, соединяющей сопрягаемые объекты. Если радиус задать равным 0, то сопрягаемые объекты просто обрезаются или удлиняются до точки пересечения без построения дуги сопряжения. Можно удерживать нажатой клавишу «**Shift**» при выборе объектов для замены значения текущего радиуса сопряжения на 0.

- **Обрезка и удлинение сопрягаемых объектов**

Опцией «с **обрезкой**» можно выбрать режим сопряжения, при котором объекты либо обрезаются / удлиняются до точки пересечения с сопрягающей дугой, либо остаются без изменений.

- **Задание точек сопряжения**

Возможных сопряжений может существовать несколько, и программа делает их выбор на основании положения точек указания, рисунок 10.

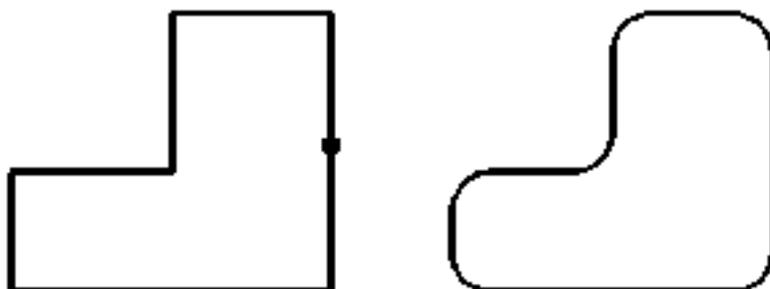
Исходные объекты	Сопряжения
	
	
	

Сопряжения отрезков с полилиниями

Для сопряжения линий с полилиниями каждая линия или ее продолжение должно пересечь один из линейных сегментов полилинии. Если включен режим «с обрезкой», сопряженные объекты и дуга сопряжения объединяются, образуя новую полилинию.

• **Сопряжение вдоль всей полилинии**

Можно построить или отменить построение сопряжений вдоль всей полилинии. При ненулевом радиусе сопряжения команда **СОПРЯЖЕНИЕ** проводит сопрягающие дуги у каждой из вершин, образованных пересечением линейных сегментов, если эти сегменты имеют достаточную для радиуса сопряжения длину, рисунок 11.

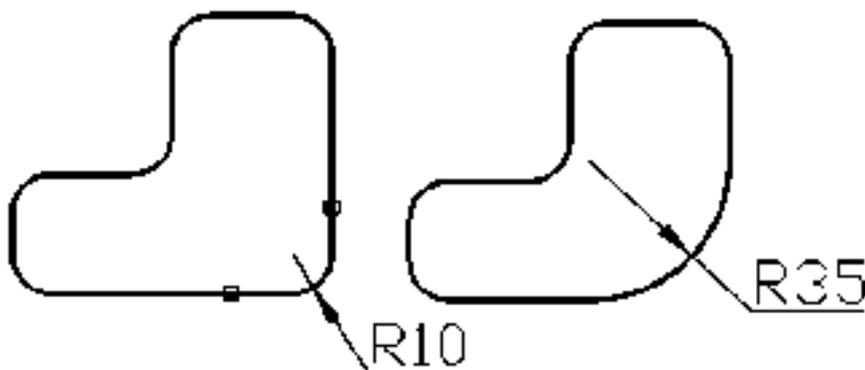


*Выбор полилинии*

*Результат*

Рисунок 11

Если два линейных сегмента полилинии разделены дугой, причем при приближении к которой они сходятся, команда **СОПРЯЖЕНИЕ** заменяет эту дугу сопрягающей дугой, рисунок 12.

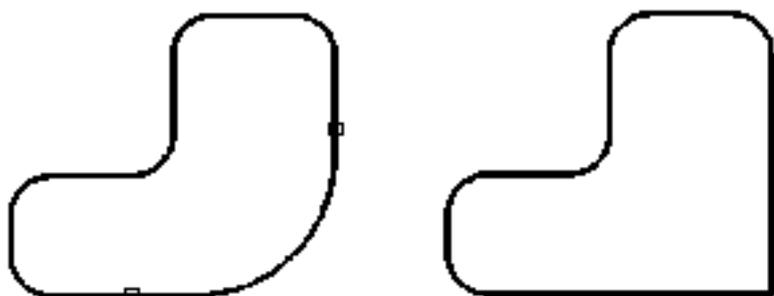


*Исходная полилиния*

*Результат сопряжения (R=35)*

Рисунок 12

Если радиус сопряжения равен 0, то сопрягающие дуги не проводятся. Если при этом два линейных сегмента полилинии разделены одним дуговым сегментом, команда **СОПРЯЖЕНИЕ** удаляет дугу и удлиняет линейные сегменты до их пересечения, рисунок 13.



*Исходная полилиния*

*Результат сопряжения (R=0)*

Рисунок 13

### Сопряжение параллельных линий

Имеется возможность сопряжения параллельных отрезков, прямых и лучей. Текущий радиус сопряжения временно регулируется для создания дуги, касательной к обоим объектам, и размещенной в плоскости, общей для обоих объектов.

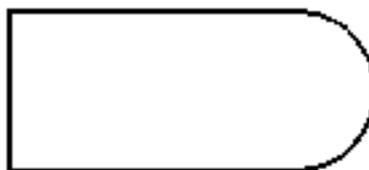
Исходная полилиния *Результат сопряжения* ( $R=35$ )

14

Первый из выбранных объектов должен быть отрезком или лучом, а второй - отрезком, прямой или лучом. Сопрягающая дуга проводится, как показано на рисунке 14.



Выбор параллельных отрезков



Результат сопряжения

Рисунок 14

### 1.3.2 Выполнение сопряжений с помощью команды КРУГ

Команда **КРУГ** позволяет строить окружности, касательные к двум и трем объектам, рисунок 15.

Опции команды **КРУГ**

Построение окружности минимального радиуса,  <i>касательной к двум и трем объектам с использованием объектной привязки <b>Касательная</b>.</i>	<input checked="" type="radio"/> Центр, радиус <input type="radio"/> Центр, диаметр
Построение окружности заданного радиуса: - касательной к двум объектам; - касательной к трем объектам;	<input type="radio"/> 2 точки <input type="radio"/> 3 точки <input checked="" type="radio"/> 2 точки касания, радиус <input type="radio"/> 3 точки касания

Рисунок 15

На рисунке 16 выполнено построение окружности заданного радиуса  $R$ , касательной к двум объектам командой **КРУГ** (опция **ККР** - 2 точки касания, радиус).

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **ККР** (выбрать опцию **ККР**)

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную: (выбрать окружность, дугу или отрезок)

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную: (выбрать окружность, дугу или отрезок)

Радиус круга <текущий>:

На рисунке 16 построенная окружность показана штриховой линией; точки касания с отрезком - (1), с окружностью - (2).

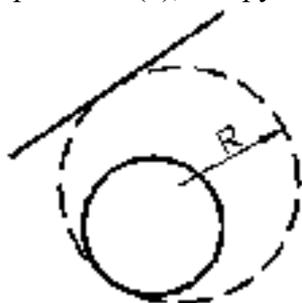


Рисунок 16

## Построение вспомогательных элементов

### Бесконечные линии

Линии, бесконечные в обоих направлениях или только в одном направлении, называются соответственно прямыми и лучами. Бесконечные прямые и лучи используют в качестве вспомогательных при построении других объектов для нахождения временных точек пересечения с помощью объектной привязки, а также для организации связей между чертежными видами (линии проекционных связей). Наличие бесконечных линий не изменяет границ рисунка, поэтому бесконечные линии не влияют на процесс зумирования и на видовые экраны, а также на результаты выполнения команд отображения в границах рисунка. Прямые и лучи можно перемещать, поворачивать и копировать, как и любые другие объекты. Бесконечные линии (команда **ПРЯМАЯ**) строят на отдельном вспомогательном слое, который перед выводом на печать можно заморозить или отключить.

Команда: **ПРЯМАЯ**

Укажите точку или [Гор/Вер/Угол/Биссект/Отступ]: (указать 1-ю и 2-ю точки, через которые должна пройти прямая, либо выбрать одну из предложенных опций)

Опция **Гор** - построение горизонтальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку;

Опция **Вер** - построение вертикальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку.

Опция **Угол** - построение бесконечной линии, проходящей под заданным углом.

Угол прямой (0) или [Базовая линия]: (задать угол или ввести **Б** для выбора опции Базовая линия. Значения углов отсчитываются против часовой стрелки от положительного направления оси *OX*)

Через точку: (указать точку, через которую должна проходить бесконечная линия)

**Базовая линия** - задание угла относительно выбранного линейного объекта. Значения углов отсчитываются против часовой стрелки от вспомогательного линейного объекта.

Выберите линейный объект: (выбрать отрезок, полилинию, луч или бесконечную прямую)

Угол прямой <0>: (задать угол) Через точку: (указать точку, через которую должна проходить прямая, или нажать «**Enter**» для завершения команды)

Опция **Биссект** - построение бесконечной линии, проходящей через указанную вершину угла и делящей угол пополам. Укажите вершину угла: (указать 1-ю точку). Точка на первом луче угла: (указать 2-ю точку). Точка на втором луче угла: (указать 3-ю точку).

Опция **Отступ** - построение бесконечной линии параллельно выбранному линейному объекту.

Величина смещения или [Точка] <текущая>: (задать величину смещения, ввести **Т** или нажать «**Enter**»).

**Величина смещения** - задание значения расстояния, на котором должна располагаться бесконечная линия относительно выбранного объекта.

Выберите линейный объект: (выбрать линию, полилинию, луч или прямую либо нажать «**Enter**» для завершения команды). Укажите сторону смещения? (указать точку и нажать «**Enter**» для завершения команды).

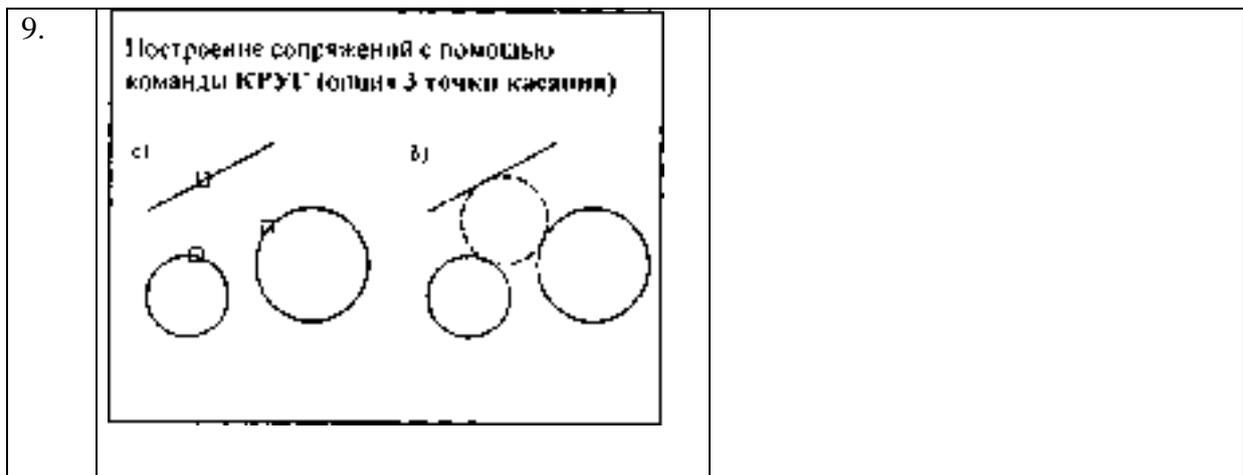
**Точка** - построение бесконечной линии, проходящей через заданную точку параллельно выбранному линейному объекту.

Выберите линейный объект: (выбрать линию, полилинию, луч или прямую). Через точку: (указать точку, через которую должна проходить прямая и нажать «**Enter**» для завершения команды).

### Ход работы

1.	<p>Сопряжение двух отрезков с помощью команды СОПРЯЖЕНИЕ</p> <p>Исходные объекты      R=0      R=15</p>	
2.	<p>Одновременное скругление всех вершин полилинии</p> <p>Исходный объект      Результат скругления</p>	
3.	<p>Сопряжение окружности и отрезка</p> <p>Ближайшая      Конточка      Ближайшая</p>	
4.	<p>Сопряжение двух окружностей</p> <p>Квадрант      Конточка      Центр      Квадрант</p>	

5.	<p>Построение сопряжения с помощью команды КРУГ(опция ККР)</p>	
6.		
7.		
8.		



### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №30.

#### Тема 13. Плоское моделирование, черчение.

#### Выполнение вспомогательных построений.

**Цель работы:** Изучение послойного размещения изображений для выполнения вспомогательных построений

#### Перечень используемого оборудования

компьютер с системным обеспечением AutoCAD.

#### Теоретическая часть

##### Использование слоев для структурирования чертежа

Слои позволяют структурировать чертеж, что упрощает управление данными рисунка и различными свойствами, такими как типы линий, цвета и др. Слои позволяют группировать однотипные объекты. Например, такие объекты, как вспомогательные линии, тексты, размеры и основные надписи можно разместить на отдельных слоях.

Послойная организация объектов позволяет:

- легко подавлять и включать отображение объектов слоя на видовых экранах;
- разрешать, запрещать и настраивать вывод объектов на печать;
- назначать цвет одновременно всем объектам слоя;
- задавать тип и вес линий по умолчанию для всех объектов слоя;
- разрешать или запрещать редактирование объектов слоя.

##### Создание полилиний из контуров перекрывающихся объектов

Команда **КОНТУР** (меню **Рисование**) создает полилинию или область из контура, полученного в результате взаимного перекрытия объектов и образующего замкнутую область. Полилиния, построенная таким образом, является отдельным объектом и не связана с объектами, определяющими контур построения.

При работе с большими и сложными рисунками процесс задания контуров можно упростить, сгруппировав контуры в наборы. Набор создается путем выбора объектов, которые должны определять окончательный контур.

Команда **КОНТУР** определяет тип объекта, набор контуров и способ обнаружения островков для создания области или полилинии с помощью заданной точки в области, замкнутой объектами, рисунок 17.

Диалоговое окно «Создание контура»

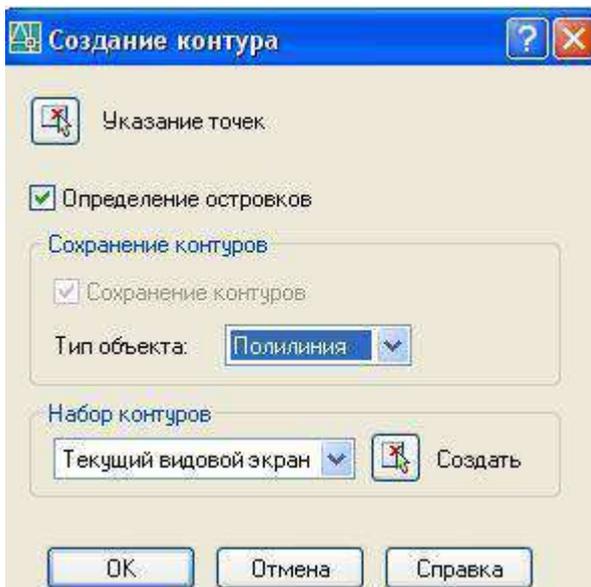
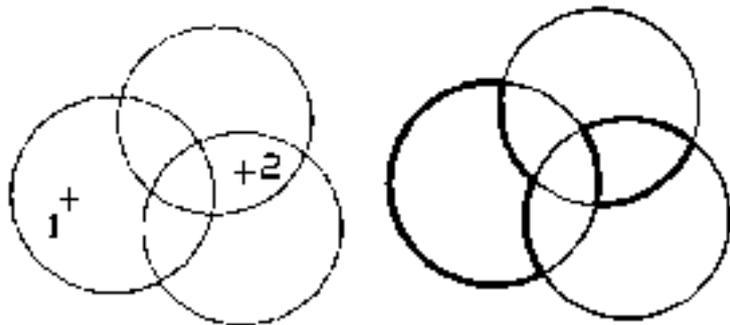


Рисунок 17

Опция **Указание точек** - создает контур из существующих объектов, образующих замкнутую область вокруг указанной точки, рисунок 18.

Опция **Островки** - определяет, выполняется ли поиск внутренних замкнутых контуров, называемых островки, командой **КОНТУР**.

Опция **Тип объекта** - определяет тип объекта для нового контура. Команда **КОНТУР** создает контур, как объект области или полилинии.



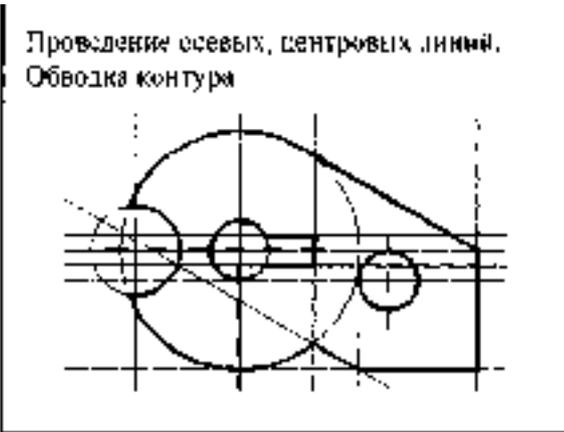
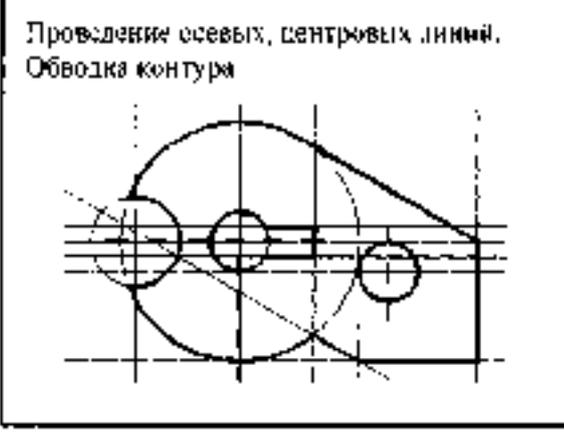
*Выбор замкнутых областей*

*Результат*

Рисунок 18

### Ход работы

1.	<p>Чертеж плоского контура</p>	
----	--------------------------------	--

<p>2.</p>	<p>Создание слоев</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Имя</th> <th>Вид</th> <th>Занор</th> <th>Бло-</th> <th>Цвет</th> <th>Тип линии</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>Continuous</td> </tr> <tr> <td>Delpoint</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td>Continuous</td> </tr> <tr> <td>Вспомогат</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td>Continuous</td> </tr> <tr> <td>Оси</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td>Continuous</td> </tr> <tr> <td>Контур</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5</td> <td>Continuous</td> </tr> <tr> <td>Размеры</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6</td> <td>Continuous</td> </tr> </tbody> </table>	Имя	Вид	Занор	Бло-	Цвет	Тип линии	0				0	Continuous	Delpoint				2	Continuous	Вспомогат				3	Continuous	Оси				4	Continuous	Контур				5	Continuous	Размеры				6	Continuous	<p>Порядок работы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Создать четыре слоя: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вспомогательный</li> <li>- Оси</li> <li>- Контур</li> <li>- Размеры</li> </ul> </li> </ol> <p>Присвоить имя, цвет и тип линии каждому слою.  <b>Меню</b> Формат \ Слой</p>
Имя	Вид	Занор	Бло-	Цвет	Тип линии																																							
0				0	Continuous																																							
Delpoint				2	Continuous																																							
Вспомогат				3	Continuous																																							
Оси				4	Continuous																																							
Контур				5	Continuous																																							
Размеры				6	Continuous																																							
<p>3.</p>	<p>Проведение осевых, центровых линий. Обводка контура</p> 	<p>На панели <b>Свойства</b> установить цвет и тип линии «по слою».</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Установить текущий слой - <b>Вспомогательный</b>.</li> <li>Создать сетку из бесконечных прямых и окружностей на вспомогательном слое.</li> </ol> <p><b>Команды: ПРЯМАЯ, КРУГ</b></p>																																										
<p>4.</p>	<p>Проведение осевых, центровых линий. Обводка контура</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Установить текущий слой - <b>Осевой</b>.</li> <li>Вычертить осевые, центровые линии по сетке с помощью объектной привязки <b>Ближайшая</b>.</li> <li>Установить слой - <b>Контур</b>.</li> <li>Установить текущий режимы привязки Пересечение, Конточка, Касательная;</li> </ol> <p><b>Меню</b> Сервис \ Режимы рисования... \ Объектная привязка</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Обвести контур по вспомогательной сетке <b>полилинией</b> (ширина = 1мм).</li> </ol>																																										



Если запустить команду из пространства листа, то система сразу предложит разместить вид по модели на листе. После подтверждения также можно сформировать и проекционные виды.

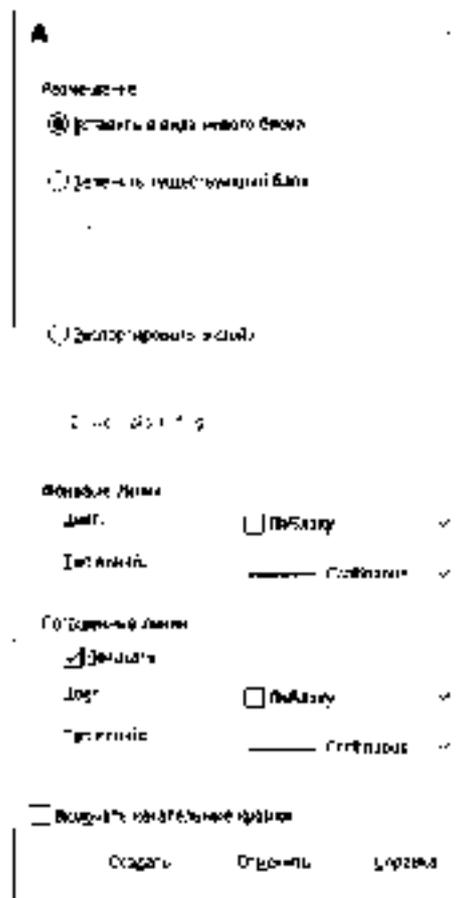
Обратите внимание, что созданные проекционные виды имеют ассоциативную связь с моделью, т.е. при ее изменении чертеж автоматически изменится. Кроме того, графику этих проекций нельзя редактировать привычными способами, виды представляют из себя единые неделимые объекты.

### Создание плоских проекций

Быстро получить 2D-проекцию по 3D-модели в AutoCAD можно с помощью команды «ПЛОСКСНИМОК» (\_FLATSHOT). Этот вариант идеально подходит в том случае, когда необходимо сформировать единичную проекцию с возможностью ее дальнейшего редактирования, при этом ориентация модели для формирования проекции может быть абсолютно любой.

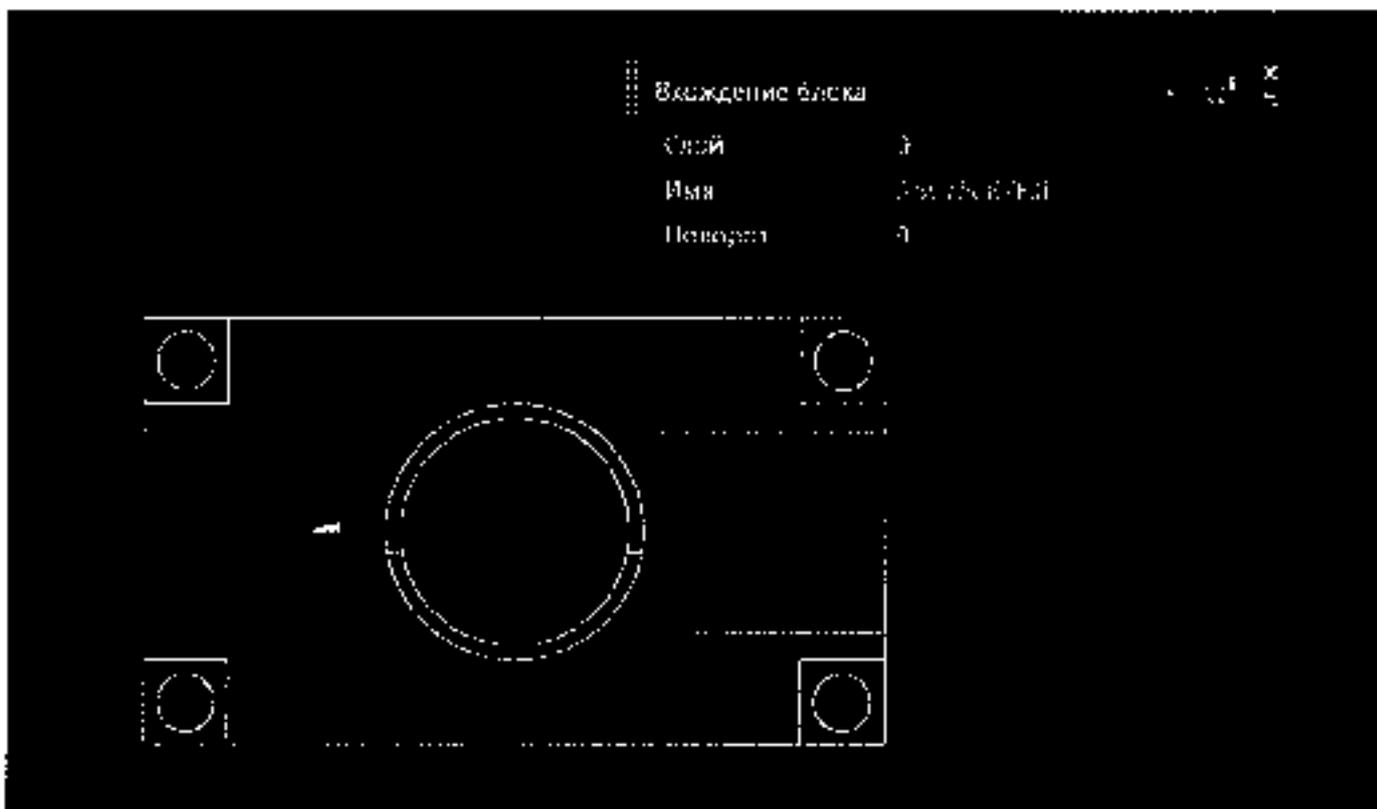
Для построения проекции выполните следующие действия:

1. В пространстве модели сориентируйте 3D-модель. Например, для получения плоской проекции вида сверху расположите модель соответствующим образом.
2. Запустите команду «ПЛОСКСНИМОК» (\_FLATSHOT).
3. В появившемся окне выберите способ формирования проекции: «Вставить в виде нового блока» или «Экспортировать в файл». Вариант «Заменить существующий блок» предназначен для обновления уже существующих блоков при изменении модели



4. В разделе «Фоновые линии» установите цвет и тип линий для видимых контуров проекции, в разделе «Погашенные линии» установите видимость и параметры скрытых линий проекции. По умолчанию все линии являются сплошными.
5. После нажатия кнопки ОК укажите точку вставки блока, масштабы по осям X и Y и угол поворота.

Полученная проекция будет вставлена в пространство модели в виде обычного блока, который можно переместить в нужное место чертежа, расчленив и доработать при необходимости.



Если в процессе формирования проекции выбрать опцию «Экспортировать в файл», то необходимо указать имя и расположение создаваемого файла. В результате выполнения операции AutoCAD создаст новый файл, в котором будет находиться 2D-проекция, полученная по 3D-модели в виде набора отрезков, окружностей и дуг.

Использование ассоциативных видов, построенных по трехмерной модели, позволяет оформить полноценную документацию на изделие и проект, а создание плоских снимков по моделям дает возможность использовать полученные проекции для дальнейшего проектирования.

### **Практическая работа №32**

#### **Тема 15. Оформление конструкторской документации.**

##### **Основные сведения по оформлению чертежей.**

**Цель работы:** Создание рамки на листе выбранного формата, выполнение надписей на титульном листе и заполнение основной надписи чертежа.

##### **Перечень используемого оборудования**

компьютер с системным обеспечением AutoCAD.

##### **Теоретическая часть**

1. *Создайте новые слои под именем Рамка и Виды ЛПЗ:* щелкните на кнопке **Слои (Layers)** панели инструментов **Свойства объектов (Object Properties)**. В окне нажмите кнопку **Создать (New)**, вместо названия *Слой1 (Layer1)* введите название *Рамка*. Также для слоя *Виды ЛПЗ*. Перенесите левый, правый, задний виды на слой *Виды ЛПЗ* и заморозьте его.

2. *Нарисуйте рамку для обозначения границы листа:* сделайте слой *Рамка* текущим, активизируйте команду **Прямоугольник (Rectangle** буквы **rec**), введите координаты 0,0 и затем 21, 29.7.
3. *Поместите в рамку чертеж вида сверху и вида спереди:* щелкните на рамке, чтобы отобразить маркеры, а затем на нижнем левом маркере (ручке). Для выбора команды **Move** нажмите клавишу пробела и переместите рамку так, чтобы чертеж был внутри и осталось место внизу для шаблона надписи.
4. *Нарисуйте рамку для обозначения границы чертежа (рис. 42):* активизируйте команду **Отступ (Offset** буква **o**), щелкните на прямоугольнике рамки, затем внутри прямоугольника. Для смещения левой стороны рамки границы чертежа вправо сначала разгруппируйте прямоугольник на отдельные линии командой **Взрыв (Explode)** . Сместите левую границу рамки внутрь на 2, удалите исходную линию и скруглите верхний левый и нижний левый углы рамки.
5. *Объедините все линии рамки границы чертежа в прямоугольник:* выберите в меню команду **Изменить/Ломаная (Modify/Polyline)**, выберите левую границу рамки чертежа, нажмите **Enter** и введите **j** для включения режима объединения (Join), далее щелкните на других линиях рамки и нажмите **Enter**.
6. *Измените толщину линий рамки чертежа:* щелкните на вновь образованном внутреннем прямоугольнике и нажмите кнопку **Свойства (Properties)** на стандартной панели инструментов (**Standard**), в списке **Геометрия (Geometry)** измените значение **Глобальная толщина (Global Width)** с 0 на 0.075, закройте окно и дважды нажмите **Esc**.
7. *Начертите штамп для основной надписи:* включите режим **ОРТО (ORTHO)**, запустите команду **Ломаная (Polyline)**, введя **pl**, или щелкнув на кнопке **Ломаная (Polyline)**  панели инструментов, или выбрав в меню команду **Черчение/Ломаная (Draw/Polyline)**. Включите режим **Временная точка слежения (Temporary Tracing Point)** и привяжитесь к левому нижнему углу рамки границы чертежа. Переместите указатель вверх и после появления штриховой линии введите 5.5. Для выбора толщины полилинии введите **w**, затем напечатайте 0.075 и дважды нажмите **Enter**, при этом ширина линии будет выбрана и для начала и для конца линии 0.075 и будет использоваться постоянно. Далее привяжитесь к перпендикуляру правой стороны рамки и нажмите **Enter**. Снова активизируйте команду **Ломаная (Polyline)** и используя ту же технику и смещение линии командой **Отступ (Offset)** нарисуйте штамп для основной надписи как на рис 43.

7.

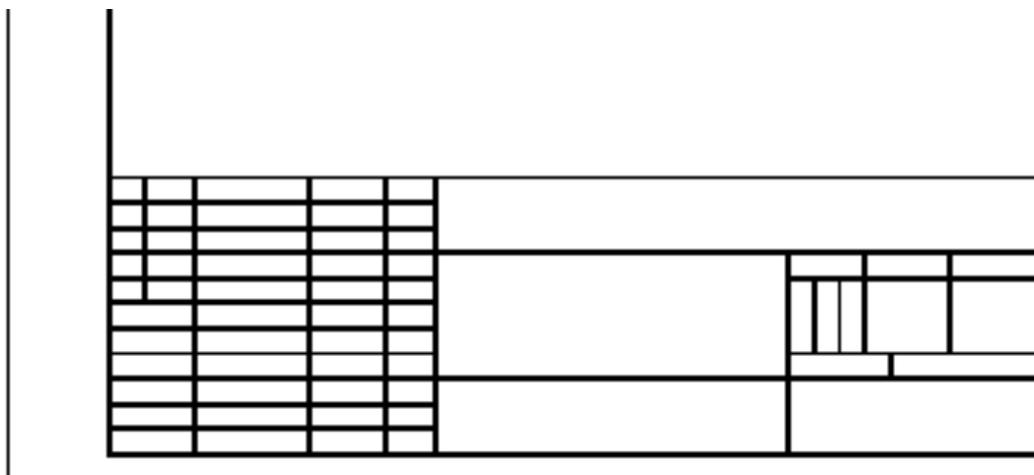


Рис. 42

## Тема 15. Оформление конструкторской документации.

### Выполнение надписей на титульном листе

**Цель работы:** Заполнение основной надписи чертежа.

### Перечень используемого оборудования

компьютер с системным обеспечением AutoCAD.

### Ход работы

1. *Начертите штамп для основной надписи:* включите режим **ОРТО (ORTHO)**, запустите команду **Ломаная (Polyline)**, введя **pl**, или щелкнув на кнопке **Ломаная**

 панели инструментов, или выбрав в меню команду **Черчение/Ломаная (Draw/Polyline)**. Включите режим **Временная точка слежения (Temporary Tracing Point)** и привяжитесь к левому нижнему углу рамки границы чертежа. Переместите указатель вверх и после появления штриховой линии введите 5.5. Для выбора толщины полилинии введите **w**, затем напечатайте 0.075 и дважды нажмите **Enter**, при этом ширина линии будет выбрана и для начала и для конца линии 0.075 и будет использоваться постоянно. Далее привяжитесь к перпендикуляру правой стороны рамки и нажмите **Enter**. Снова активизируйте команду **Ломаная (Polyline)** и используя ту же технику и смещение линии командой **Отступ (Offset)** нарисуйте штамп для основной надписи как на рис 43.

2. *Создайте новый стиль текста:* введите команду **st**. В окне **Стиль текста (Text Style)** щелкните на кнопке **Создать (New)**. В окне **Новый стиль текста (New Text Style)** в поле **Имя стиля (Style Name)** напечатайте слово *Рамка-надпись*. Щелкните на списке **Шрифт (Font Name)** и выберите шрифт *romans.shx*. Перейдите в поле **Высота (Height)** и напечатайте 0.3, в строке **Угол наклона (Oblique Angle)** введите значение угла отклонения 15, в строке **Коэффициент ширины (Width Factor)** напечатайте 0.5 и далее нажмите кнопку **Применить (Apply)** и **Заккрыть (Close)**.

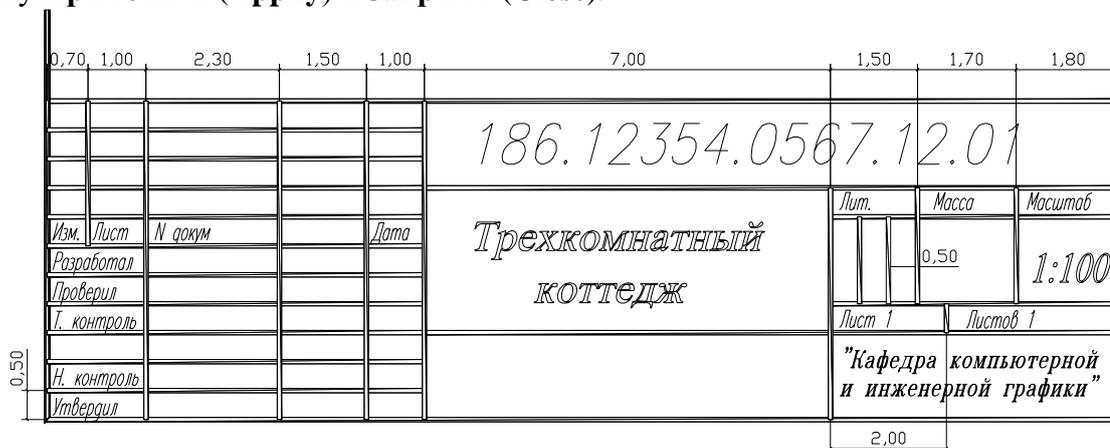


Рис. 43

3. *Напечатайте текст в штампе:* введите команду **dt**, щелкните на кнопке **Без привязки (Snap to None)**, а затем щелкните в пятой сверху графе самого левого столбца. Угол поворота выберите по умолчанию 0, нажав **Enter**. Напечатайте *Изм.* И еще раз нажмите **Enter**. При необходимости переместите текст с помощью маркера. Скопируйте текст с помощью команды **Копировать объект (Copy)** или с помощью ручек в те места на штампе, где используется данный стиль шрифта. Измените текст с помощью команды **Ddedit**, выбрав в меню **Modify/Text**, и корректируя надпись согласно рисунку штампа. Для обозначения документа, названия, масштаба сделайте свой стиль (рис. 43).

## **Рекомендуемая литература:**

### **Основная литература:**

1. Павлова Л.В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Павлова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 85 с. — 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75684.html>
2. Павлова Л.В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Павлова, И.А. Ширшова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 66 с. — 978-5-4487-0254-9 (ч. 2), 978-5-4487-0252-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75685.html>
3. Уваров А.С. Инженерная графика для конструкторов в AutoCAD [Электронный ресурс] / А.С. Уваров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 360 с. — 978-5-4488-0060-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63591.html>

### **Дополнительная литература:**

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>