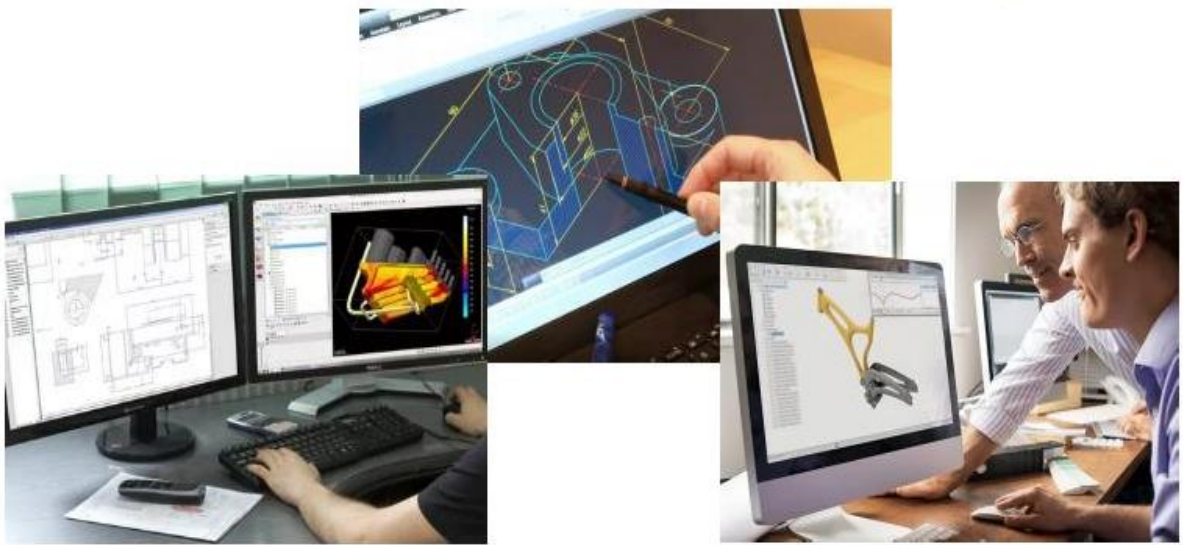


Учебно-методический комплекс

**ПМ-10 «Применение технологии компьютерного конструирования (CAD) для  
инженерного проектирования»**

**Кафедра Информационно-экономических дисциплин**



## СОДЕРЖАНИЕ

### Приложение 1. Теоретическая часть

#### Раздел I. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Тема 1.1 Введение. ЕСКД. Форматы ГОСТ 2.301-68. Масштабы ГОСТ 2.302-68.....	3
Тема 1.2 Знакомство с прикладной программой «КОМПАС-3D», интерфейс.....	8
Тема 1.3 Основная надпись чертежа ГОСТ 2.104-06 Линии чертежа ГОСТ 2.303-68, их виды назначение.....	13
Тема 1.4 Требования к чертежам деталей. Правила нанесения размеров на чертежах.....	17
Тема 1.6 Уклон и конусность.....	19
Тема 1.8 Сопряжения. Виды сопряжений.....	20

#### Раздел II. ОСНОВЫ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРЧЕНИЯ

Тема 2.1 Методы и виды проецирования. Комплексный чертеж точки.....	25
Тема 2.2 Комплексный чертеж прямой.....	29
Тема 2.3 Комплексный чертеж плоскости.....	30
Тема 2.4 Проецирование геометрических тел.....	32
Тема 2.7 Пересечение геометрических тел секущей плоскостью (призма).....	41
Тема 2.8 Пересечение геометрических тел секущей плоскостью (конус).....	44

#### Раздел III. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Тема 3.1 Изображения. Виды основные, дополнительные и местные.....	48
Тема 3.2 «КОМПАС-3D», введение в трехмерную графику.....	52
Тема 3.4 Разрезы простые и сложные.....	55
Тема 3.6 Разъемные и неразъемные соединения.....	61
Тема 3.7 Трехмерное моделирование, выполнение простейшей сборки.....	73
Тема 3.10 Эскиз. Этапы построения эскиза.....	77
Тема 3.14 Детализирование.....	80

#### Раздел IV. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Тема 4.1 Общие сведения о строительных чертежах.....	81
Тема 4.2 Конструктивные элементы зданий и сооружений.....	85
Тема 4.5 Оформление чертежей в альбом.....	87
Тема 4.6 Итоговое занятие. Зачет.....	87

### Приложение 2. Практическая часть

Тема 1.5 Линии чертежа ГОСТ 2.303-68.....	88
Тема 1.7 Деление окружности на равные части.....	89
Тема 1.9 Контур технической детали.....	91
Тема 2.9 Комплексный чертеж модели.....	91
Тема 2.10 Контрольная работа.....	92
Тема 3.3 Выполнение основных видов.....	92
Тема 3.5 Сечения. Выполнение вынесенного сечения.....	96
Тема 3.8 Трехмерное моделирование элементов болтового соединения.....	101
Тема 3.9 Выполнение рабочих чертежей болтового соединения.....	107
Тема 3.11 Выполнение эскиза детали.....	108
Тема 3.12 Выполнение рабочего чертежа детали по эскизу.....	109
Тема 3.13 Чертеж общего вида. Сборочный чертеж.....	109
Тема 3.15 Построение рабочих чертежей деталей соединения.....	115
Тема 3.16 Спецификация изделия.....	116
Тема 4.3 Графическое обозначение материалов в сечении.....	118
Тема 4.4 Выполнение плана помещения.....	119
Приложение 3 Блок тестовых заданий по всему курсу обучения.....	122
Приложение 4 Вопросы для самоконтроля по всему курсу МОО-02.....	126
Рекомендуемая литература.....	128

## Раздел I. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

### Тема 1.1 Введение. ЕСКД. Форматы ГОСТ 2.301-68. Масштабы ГОСТ 2.302-68

План:

1. Введение.
2. ЕСКД
3. Форматы ГОСТ 2.301-68
4. Масштабы ГОСТ 2.302-68

#### 1. Введение

Коллективный характер существования человеческого общества всегда вызывал необходимость обмена информацией между отдельными его членами. Оказалось, что наиболее удобным способом сообщения сведений о форме, размерах и взаимном расположении реально существующих или воображаемых предметов является их графическое изображение на плоскости. Попытки воспроизвести объемные предметы на плоскости предпринимались с незапамятных времен.

Например, в Каповой пещере на Урале были найдены подкрашенные изображения мамонтов и лошадей, выполненные людьми палеолита (25 – 20 тыс. лет до н.э.). В пещере Альтамира (Испания) обнаружены рисунки коней с развивающимися гривами и раненых бизонов, а так же контур прижатой к стене руки относящиеся к 20 – 15 тыс. лет до н.э. Возможно, человек, создавая эти изображения, надеялся добиться успеха на предстоящей охоте или старался запомнить и сообщить обстоятельства состоявшегося события.

Простота и удобство подобной формы обмена информацией позволили ей определить возникновение письменности. Удастся проследить влияние исходных изображений на начертание отдельных современных букв. Например, египетский иероглиф «бык» последовательно переходил в начертание финикийской буквы «алеф», греческой буквы «альфа» и нашей буквы «А». Предшественницей нашей буквы «Г» служила греческая «гамма», финикийский «гимель» и египетский иероглиф «угол».

По мере развития материальной культуры расширялась и усложнялась информация, которой следовало воспользоваться при возведении инженерных сооружений, механизмов и машин. Возникла необходимость разработки таких правил их изображения, которые позволили бы при использовании ограниченного числа средств (точек, линий, цифр, знаков и надписей) сделать доступной эту информацию любому специалисту.

Техническая дисциплина, разрабатывающая правила передачи информации об окружающих нас предметах (сооружениях, машинах, отдельных деталях и пр.) путем изображения их на плоскости, называется *черчением*. Результат воспроизведения пространственного объекта путем проведения линий на плоскости называется *чертежом*.

По мере усложнения используемых человеком сооружений, а следовательно, увеличении объема и точности передаваемой информации возрастает практическое знание геометрии. При строительстве пирамид в Египте (около 2800 лет до н.э.), Судане (примерно 500 лет до н.э.) и Мексике (100-500 лет н.э.) уже использовали чертежи, достаточно точно передающие не только форму, но и размеры возводимого сооружения. Впечатляет точность соответствия чертежа и реального сооружения. Например, один из найденных чертежей удалось отнести к пирамиде в г. Мероэ (Судан). Боковые грани пирамиды на чертеже наклонены к вертикали под углом  $72^{\circ}45'$ . В действительности этот угол составляет  $72^{\circ}48'$ , т.е. ошибка менее 0,1%. Погрешность, допущенная в длине сторон основания пирамиды, составила примерно 1%.

Пришедшая на смену египетской культура Древней Греции оставила нам имена не только великих скульпторов, поэтов и философов, но и великих математиков – это Фалес из Милета, Пифагор из Самоса, Евклид из Александрии, Архимед из Сиракуз. Перечень могут продолжить

Аппалоний Пергский и Менелай Александрийский, известные своими трудами по геометрии и тригонометрии.

Римский архитектор и инженер Витрувий, обобщая и развивая опыт греческого и римского зодчества, полагал неизменными составляющими любого проекта три вида изображений: ихнографию (план сооружения), ортографию (вид спереди) и сценографию (изображение в перспективе).

Новое развитие теории изображений произошло лишь в эпоху Ренессанса (XIII – XVI вв. н.э.). Возрождение культуры античности вызвало потребность достоверного изображения окружающего мира. Поиск сущности правильного изображения заставили обратиться к разработке соответствующих разделов математики, законов геометрии; побудили к открытию закономерностей перспективы.

Выдающийся немецкий живописец и график Альберхт Дюрер (1471 – 1528) не только впервые изложил основы евклидовой геометрии, но и заметно развил теорию изображения пространственных фигур и линий.

Особое место в формировании современных способов отображения объектов окружающего мира занимает французский ученый и инженер Амадео Франсуа Фрезье (1682 – 1773). Его труды можно считать первыми фундаментальными пособиями по основам начертательной геометрии. Фрезье пользовался различными приемами проецирования, проводил примеры проецирования на две взаимно перпендикулярные плоскости, для определения истинного вида фигуры применял способы преобразования чертежа. Многие использованные им понятия и приемы отвечают современным представлениям и существующему ныне уровню.

Возникновение начертательной геометрии как науки связывают с именем французского математика и инженера Гаспара Монжа (1746 – 1818). Выдающиеся способности позволили сыну торговца скобяными товарами в бургундском городке Бон, пробившись через все сословные преграды, стать в 24 года заведующим кафедрой математики и физики в Королевской военно-инженерной школе в Мезьере, а в 34 года быть избранным членом Парижской академии наук.

Первым русским ученым, связавшим свою судьбу с начертательной геометрией, был Яков Александрович Севастьянов (1796 – 1849) – профессор Корпуса инженеров путей сообщения, автор переведенных и оригинальных трудов.

Начертательная геометрия как фундаментальная дисциплина была введена в программы многих учебных заведений: Инженерного и Артиллерийского училища, Санкт-Петербургского и Московского университетов, Императорского московского технического училища и др. В 1822 г. курс начертательной геометрии в Казанском университете читал Н.И. Лобачевский. Однако ведущие положение в подготовке кадров и развитии начертательной геометрии в России XIX в. Сохранял Корпус инженеров путей сообщения. Здесь учились, передавали знания следующим поколениям внесшие вклад в науку А.Х. Редер (1809 – 1873), Н.П. Дуров (1834 – 1879), Н.И. Макаров (1824 – 1904), В.И. Рынин (1877 – 1942). 14 классических трудов в области начертательной геометрии создал Валериан Иванович Курдюмов (1853 – 1904).

В XX в. Черчение следовало за техническим прогрессом. Существенное и быстрое возрастание потребности в чертежах явилось побудительной причиной совершенствования приемов изображения, технологии и используемого оборудования. Например, если в начале века для хранения и размножения использовали чертежи, выполненные тушью на тонком батисте, то в середине века стало возможным оперативно изготавливать необходимое число копий с оригинала, вычерченного карандашом на листе бумаги.

Качественные изменения в передаче информации геометрического характера внесло использование компьютеров, оснащенных специальными графическими программами. Стало возможным выполнение чертежа, используя компьютер; размножать выполненные таким образом чертежи; вводить в память компьютера чертежи, выполненные вручную; сохранять информацию на магнитном носителе и передавать эту информацию непосредственно на технологическое оборудование, предназначенное для создания моделей или готовых деталей. Компьютер позволяет получить любое изображение объекта, что позволяет «рассматривать» его со всех сторон.

Умение понимать язык чертежа и передавать на этом языке необходимые сведения обязательны для любого квалифицированного специалиста, связанного с разработкой, изготовлением или

эксплуатацией машин. Правильное и глубокое понимание сведений, приведенных в чертеже, является непременным условием изготовления качественных деталей, механизмов и устройств.

## 2. ЕСКД

Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Классификационные группы стандартов ЕСКД

При выполнении чертежа и других конструкторских документов используются стандарты, позволяющие грамотно их оформить и однозначно читать, которые объединены в комплекс под общим названием «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД).

Стандарты ЕСКД подразделяются на следующие классификационные группы, каждой из которых присвоен шифр от 0 до 9:

0 – общие положения (ГОСТ 2.001-93 и последующие);

1 – основные положения (ГОСТ 2.101-68...2.124-85);

2 – классификация и обозначение изделий в конструкторских документах (ГОСТ 2.201-80);

3 – общие правила выполнения чертежей (ГОСТ 2.301-68...2.321-84);

4 – правила выполнения чертежей в машиностроении и приборостроении (ГОСТ 2.401-68 и последующие);

5 – правила обращения конструкторских документов – учет, хранение, дублирование, внесение изменений (2.501-88 и последующие);

6 – правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации (2.601-2006 и последующие);

7 – правила выполнения схем (ГОСТ 2.701-2008 и последующие);

8 – правила выполнения строительных документов и документов судостроения (ГОСТ 2.801-74...2.857-75);

9 – прочие стандарты.

Все стандарты ЕСКД имеют следующую структуру обозначения: ГОСТ 2.АВС–DE, где 2 – номер присвоенный всему комплексу ЕСКД; АВС – номер стандарта (А – шифр классификационной группы, ВС – порядковый номер в данной группе); DE – последние две цифры года регистрации. Например, в обозначении ГОСТ 2.303-68 цифры означают следующее: 2 – принадлежность к ЕСКД; 3 – классификационная группа, выделенная под общие правила выполнения чертежей; 03 – номер стандарта в группе, касающегося линий чертежа; 68 – последние цифры года издания (1968 г.) стандарта.

Стандарты периодически уточняются и изменяются, что необходимо учитывать при их использовании.

## 3. Форматы ГОСТ 2.301-68

УТВЕРЖДЕН Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 28 мая 1986 г. № 751 ВЗАМЕН [ГОСТ 3450-60](#) [Изменение № 3](#) принято Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол № 23 от 28 февраля 2006 г.)

За принятие изменения проголосовали национальные органы по стандартизации следующих государств: AZ, AM, BY, KZ, KG, MD, RU, TJ, TM, UZ, UA [коды альфа-2 по [МК \(ИСО 3166\) 004](#)]

ИЗДАНИЕ (август 2007 г.) с Изменениями № 1, 2, [3](#), утвержденными в декабре 1980 г., марте 1989 г., июне 2006 г. (ИУС 3-81, 7-89, 9-2006).

3.1. Настоящий стандарт устанавливает форматы листов чертежей и других документов, выполненных в электронной и (или) бумажной форме, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию всех отраслей промышленности и строительства.

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

При выводе документа в электронной форме на бумажный носитель с размерами сторон листа, совпадающими с указанными в табл.1, внешнюю рамку формата допускается не выполнять.

Если размеры сторон листа больше указанных в табл.1, то внешняя рамка формата должна быть воспроизведена.

3.3. Формат с размерами сторон 1189x841 мм, площадь которого равна 1 м<sup>2</sup>, и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

3.4. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в таблице1.

Таблица 1 Основные форматы.

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A1	841x1189
A2	594x 841
A3	420x594
A4	297x420
A5	210x297

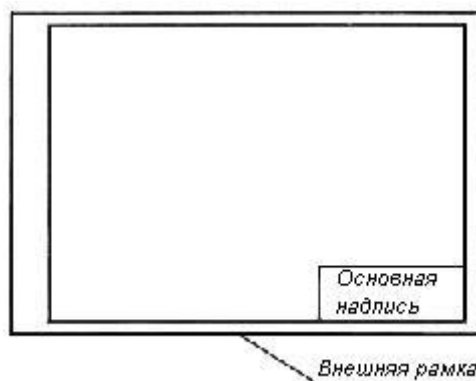


Рисунок 1.3.1

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

3.5. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Размеры дополнительных форматов, как правило, следует выбирать по табл.2. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности согласно табл.2, например, A0x2, A4x8 и т.д.

Таблица 2 Дополнительные форматы.

Кратность	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189x1682	-	-	-	-
3	1189x2523	841x1783	594x1261	420x891	297x630
4	-	841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5	-	-	594x2102	420x1486	297x1051
6	-	-	-	420x1783	297x1261
7	-	-	-	420x2080	297x1471
8	-	-	-	-	297x1682
9	-	-	-	-	297x1892

3.6. Предельные отклонения сторон форматов - по табл.3.

Таблица 3

Размеры сторон форматов	Предельные отклонения
До 150	1,5
Св. 150 до 600	2,0
Св. 600	3,0

3.7. Документы в электронной форме в своей реквизитной части должны содержать обозначение формата листа бумажного носителя, при выводе на который масштаб отображения будет соответствовать указанному.

#### 4. Масштабы ГОСТ 2.302-68

УТВЕРЖДЕН Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 28 мая 1968 г. N 752

ВЗАМЕН [ГОСТ3451-59](#)

[Изменение № 2](#) принято Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации ([протокол № 17 от 22 июня 2000 г.](#))

За принятие изменения проголосовали:

Таблица 4

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Беларусь	Госстандарт Республики Беларусь
Кыргызская Республика	Кыргызстандарт
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикгосстандарт
Туркменистан	Главгосинспекция “Туркменстандартлары”
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

4.1. Настоящий стандарт устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Стандарт не распространяется на чертежи, полученные фотографированием, а также на иллюстрации в печатных изданиях и т.п. (Измененная редакция, Изм. N 2).

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

- **масштаб:** *Отношение линейных размеров изображенного предмета на чертеже к его действительным значениям;*

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

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

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

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

Таблица 5 Масштабы применяемые в машиностроении

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

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

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

Документы в электронной форме в своей реквизитной части должны содержать реквизит, указывающий на принятый масштаб изображения. При выводе документов в электронной форме на бумажный носитель масштаб изображения должен соответствовать указанному.

### Вопросы для самопроверки

1. Что изучает дисциплина Черчение, начертательная геометрия?
2. Что такое ЕСКД, за что она отвечает?
3. Перечислите виды форматов.
4. Как образуются дополнительные форматы? Привести пример.
5. Что называется масштабом?
6. Какие размеры наносят на чертеж при масштабировании? Почему?
7. Какие масштабы применяют при проектировании крупных объектов?

## Тема 1.2 Знакомство с прикладной программой «КОМПАС-3D», интерфейс

План:

1. Введение. КОМПАС-График.
2. Интерфейс Компас 3D LT.
3. Главное меню.

### 1. Введение. КОМПАС-График

КОМПАС-График — универсальная система автоматизированного проектирования, позволяющая в оперативном режиме выпускать чертежи изделий, схемы, спецификации, таблицы, инструкции, расчетно-пояснительные записки, технические условия, текстовые и прочие документы. Изначально система ориентирована на оформления документации в соответствии с ЕСКД, ЕСТД, СПДС и международными стандартами, но этим возможности системы не ограничиваются.

Гибкость настройки системы и большое количество прикладных библиотек и приложений позволяют выполнить практически любую задачу пользователя, связанную с выпуском документации для всех отраслей. А поддержка распространенных форматов (DXF, DWG, IGES и eDrawing) дает возможность организовывать эффективный обмен данными со смежными организациями и заказчиками, использующими любые чертежно-графические системы.

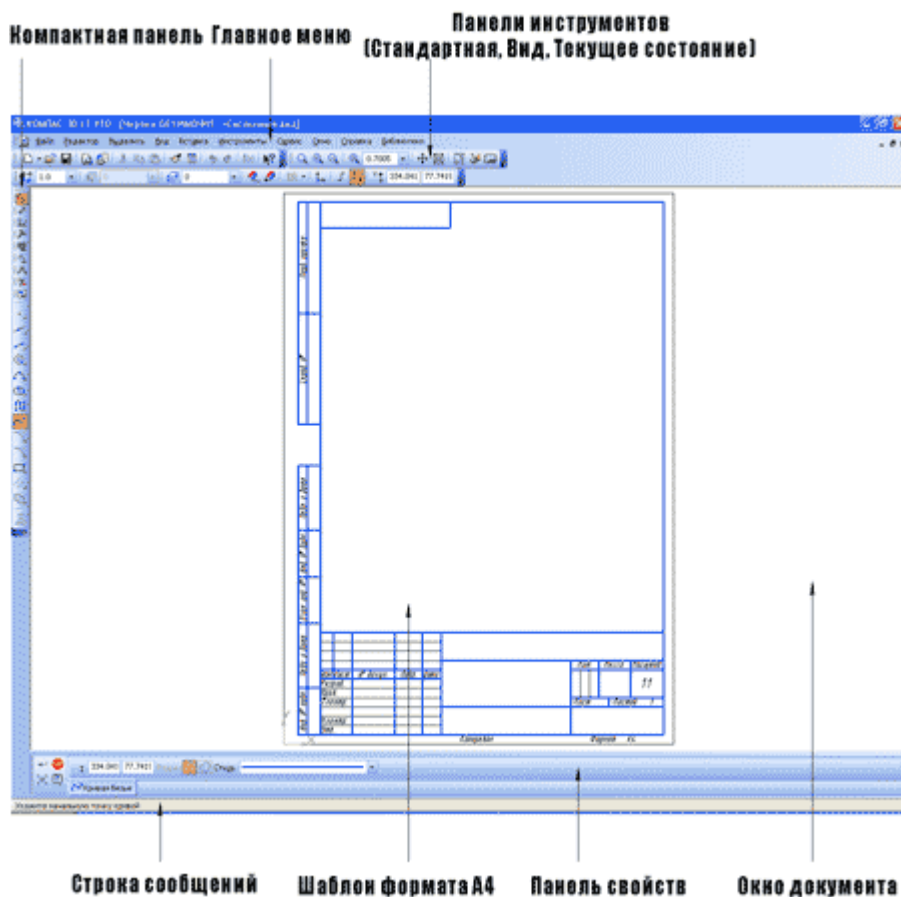
### 2. Интерфейс Компас 3D LT.

Панели и меню

Теперь познакомимся с главным меню программы Компас на примере документа Чертеж (*Файл-Создать-Чертеж*). Откроется главное окно системы, в котором отображаются следующие элементы:

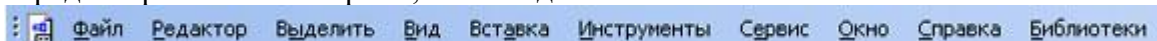
- 1) Главное меню;
- 2) Панели инструментов (Стандартная, Вид, Текущее состояние);
- 3) Компактная панель;
- 4) Строка сообщений;
- 5) Панель свойств;
- 6) Окно документа;
- 7) Шаблон чертежа формата А4 в окне документа.





Элементы интерфейса ПО Компас (открыт документ Чертеж)

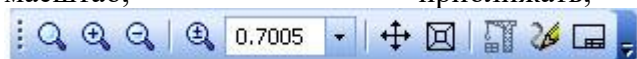
2.1. «Главное меню» (2d, 3d) содержит в себе основные меню программы. С его помощью можно создать новый файл, сохранить, отправить его на печать, настроить интерфейс, создать и отредактировать чертеж, подключить библиотеки и многое другое.



2.2. Панель «Стандартная» - также расположена в верхней части экрана. Здесь продублированы наиболее часто используемые команды: Создать документ, Открыть, Сохранить, Отправить на печать.



2.3. Панель «Вид» - содержит команды для управления изображением. Можно менять масштаб, приближать, удалять чертеж.



2.4. Панель «Текущее состояние» - здесь расположены кнопки для управления курсором,

его координаты. Также здесь можно установить/запретить привязки курсора, включить/выключить сетку (как в AutoCAD), режим ортогонального черчения.



2.5. Панель «Компактная» (2d, 3d) - самая популярная панель у пользователя Компаса. Здесь есть все, что нужно для создания и редактирования чертежа: геометрические фигуры, размеры, обозначения. Панель Компактная состоит из панели переключения и инструментальных панелей.

На рисунке активизирована инструментальная панель «Геометрия» (точки, вспомогательные линии, отрезки, окружности).



2.6. Панель «Свойства» - первоначально ее на экране нет, она появляется при создании какого-либо элемента чертежа и служит для управления процессом создания этого элемента. Например, при создании отрезка, как показано на рисунке, можно задать координаты двух его точек, угол, длину, стиль линии.

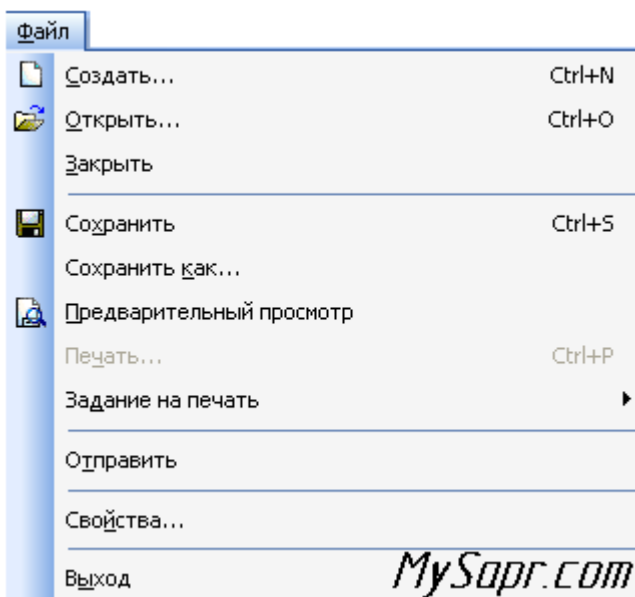


Здесь и далее вы можете увидеть на рисунках маленькие черные треугольнички. Они означают, что кроме отображаемой на экране есть еще другие похожие команды.

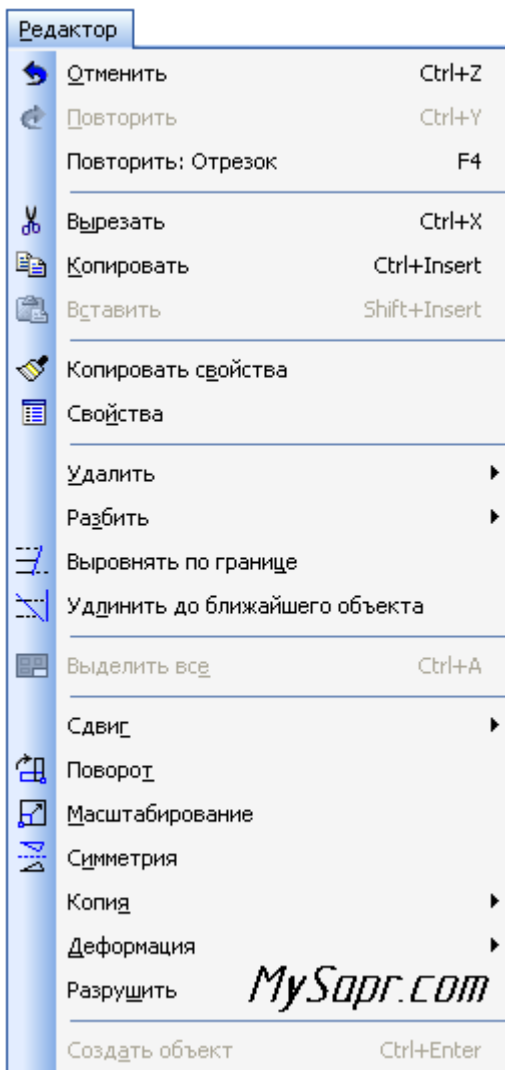
#### 4. Главное меню.

Главное меню двухмерного документа **Чертеж** содержит следующие элементы:

- 1) Меню Файл
- 2) Меню Редактор
- 3) Меню Выделить
- 4) Меню Вид
- 5) Меню Вставка
- 6) Меню Инструменты
- 7) Меню Сервис
- 8) Меню Окно
- 9) Меню Справка
- 10) Меню Библиотеки

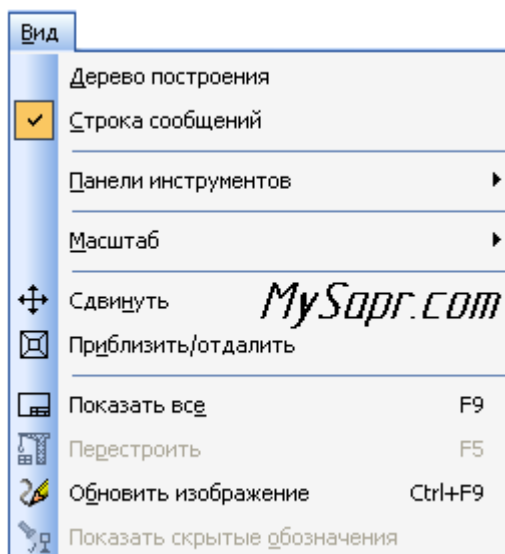


Меню **Файл** - это меню одинаково для 2D и 3D документов. Команды понятны всем, кто знаком хотя бы с Word-ом, поэтому на описании команд этого меню останавливаться не будем. Отметим только, что команда **Свойства** позволяет указать информацию об авторе чертежа, организации, в которой он работает.



## Меню Редактор.

- 1) **Отменить/Повторить** - команды относятся к последней выполненной операции. Например, после того как вы нарисуете отрезок с помощью команды *Отрезок* можно отменить выполненную операцию, если отрезок нарисован неправильно.
- 2) **Удалить** - в зависимости от того, что вам нужно с помощью этой команды можно удалить: выделенные объекты, вспомогательные кривые и точки, часть кривой, часть кривой между двумя точками, область, фаску/скругление, содержание основной надписи, технические требования, неуказанную шероховатость.
- 3) **Разбить** - позволяет разбить кривую на 2 части или на N равных частей.
- 4) **Выровнять по границе** - позволяет выравнивание кривых относительно заданной.
- 5) **Удлинить до ближайшего объекта** - здесь выбирается только объект для удлинения.
- 6) **Выделить все** - команда позволяет выделить все созданные ранее объекты.
- 7) **Сдвиг, Поворот, Масштабирование, Симметрия, Копия, Деформация** - команды редактирования геометрических объектов. Эти же команды есть и на панели Компактная, а использовать их мы будем при редактировании шестерни во 2 главе.
- 8) **Разрушить** - разбивает макрообъект на составляющие. Например, это может быть разбивка квадрата, выполненного как единое целое на четыре составляющие его отрезка.
- 9) **Создать объект** - команда для завершения процесса создания некоторых объектов.



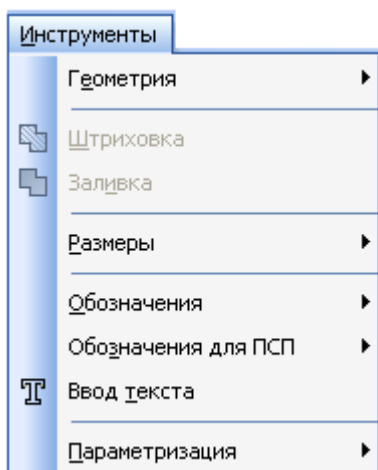
## Меню Вид.

- 1) **Дерево построения** - может использоваться при создании чертежей по 3D моделям. В отличие от дерева построения для 3D модели применяется редко.
- 2) **Строка сообщений** - показывает различные подсказки. Например, при создании отрезка показывает следующую информацию: "Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты".
- 3) **Панели инструментов** - эта команда очень важная, позволяет включать или отключать отображения различных панелей инструментов на экране (Панель свойств, Стандартная, Компактная и т.д.)
- 4) **Масштаб** - отвечает за увеличение, уменьшение изображения.
- 5) **Сдвинуть** - используется для перемещения по чертежу, когда он не вписывается полностью в экран (а он обычно никогда не вписывается).
- б) **Приблизить/отдалить** - команда похожа на Масштаб, но масштаб изображения в данном случае меняется более плавно.

7) **Показать все** - автоматическое изменение масштаба для отображения на экране всего чертежа

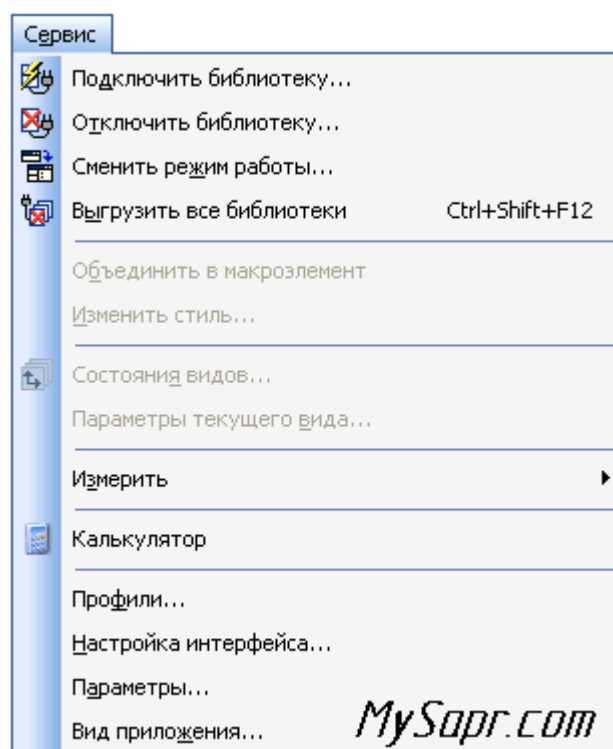
8) **Перестроить** - используется при создании чертежей по 3D моделям и позволяет автоматически перестроить чертеж при изменении 3D модели.

9) **Обновить изображение** - бывает так, что часть изображения после ее удаления остается на экране. В таких случаях пользуются этой командой.



#### Меню Инструменты.

- 1) **Геометрия** - здесь собраны все команды для черчения (Отрезок, Окружность, Дуга, Эллипс и т.д.)
- 2) **Штриховка** - штриховка выбранной замкнутой области
- 3) **Заливка** - заливка выбранной замкнутой области цветом
- 4) **Размеры** - команды для указания размеров (линейных, угловых, диаметральных, радиальных и др.)
- 5) **Обозначения** - содержит команды для простановки шероховатости, баз, линий выносок, допусков форм.
- 6) **Ввод текста** - команда добавления текста в какую-либо область чертежа.
- 7) **Параметризация** - позволяет работать со связями между элементами чертежа.



#### Меню Сервис.

- 1) **Подключить/отключить библиотеку** - позволяет работать с библиотеками. В Компас 3D V10 LT, например, таким образом можно вкл/выкл конструкторскую библиотеку стандартных деталей (болты, винты, гайки, подшипники).
- 2) **Объединить в макроэлемент** - операция обратная команде **Разрушить**. Объединяет несколько графических элементов в одно целое.
- 3) **Изменить стиль** - позволяет изменить стиль выбранных элементов (например, осевую линию на штриховую)
- 4) **Измерить** - позволяет провести измерения расстояния между двумя точками, расстояния между двумя точками на кривой, угла по трем точкам, длины кривой, площади.
- 5) **Профили** - содержит профили пользователей (настройки рабочего окна, настройки параметров системы, настройки параметров новых документов)
- 6) **Настройка интерфейса** - настройка отображения команд, меню т.д.

- 7) **Параметры** - настройка параметров системы и текущего документа
- 8) **Вид приложения** - настройка вида

приложения (стиль приложения, цветовые схемы, расширенные всплывающие подсказки).

### Вопросы для самопроверки

1. Что такое САПР?
2. Перечислите основные панели программы?
3. Для чего необходимы вспомогательные линии?
4. Что отображается в компактной панели?
5. Что отображается в панели свойств?
6. Перечислите инструменты панели «Геометрия»?

### Тема 1.3 Основная надпись чертежа ГОСТ 2.104-06 Линии чертежа ГОСТ 2.303-68, их виды назначение

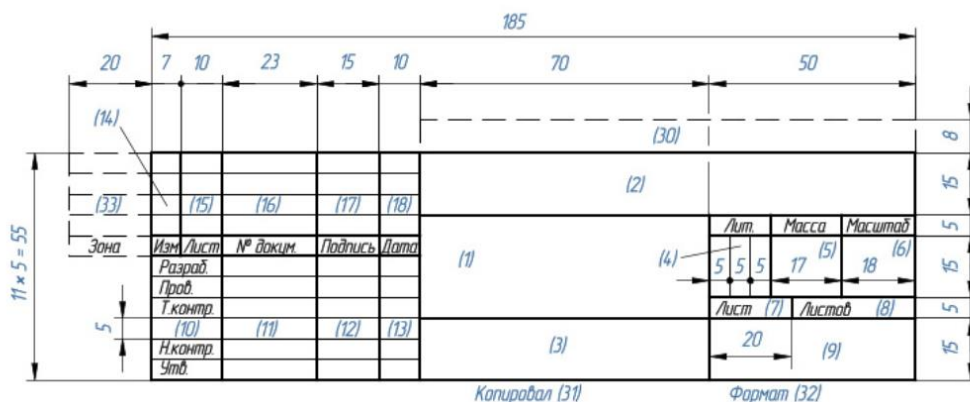
План:

1. **Формы основной надписи**
2. **Порядок заполнения основной надписи.**
3. **Основные линии чертежа.**

#### 1. Формы основной надписи.

ГОСТ 2.104-06 Устанавливает четыре формы основной надписи. В основной надписи записываются необходимые сведения такие как: обозначение чертежа, наименование чертежа, информация о предприятии, разработавшем чертёж, вес изделия, масштаб отображаемой детали, стадию разработки, номер листа, дату выпуска чертежа, а так же информацию о лицах ответственных за данный документ. Чертёж без основной надписи не рассматривается, как стандартный элемент документации и не может быть передан в производство. Содержание основной надписи, её расположение и размеры регламентируются стандартом. Графические элементы основной надписи выполняются линиями, предусмотренными для нанесения видимого контура, все остальные линии тонкие

- форма №1 – для чертежей и схем;



Основная надпись для чертежей и схем

- форма №2, 2а и 2б – для текстовых документов;



Основная надпись для последующих  
листов чертежей,  
схем и текстовых документов

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи, дополнительных граф к ней, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1, а в текстовых документах - формам 2, 2а и 2б.

Допускается для последующих листов чертежей и схем применять форму 2а.

1.1 Основная надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

1.2. Основную надпись располагают в правом нижнем углу конструкторских документов. На листах формата А4 по ГОСТ 2.301 основную надпись располагают вдоль короткой стороны листа.

Таблица изменений в основной надписи при необходимости может продолжаться вверх или влево от основной надписи (при наличии графы 33 - влево от нее). При расположении таблицы изменений слева от основной надписи наименования граф 14-18 повторяют.

1.3 Для быстрого нахождения на чертеже (схеме) составной части изделия или его элемента рекомендуется разбивать поле чертежа (схемы) на зоны. Отметки, разделяющие чертеж (схему) на зоны, рекомендуется наносить на расстоянии, равном одной из сторон формата А4

1.4. На чертежах (схемах) с одним обозначением, выполненных на нескольких листах, нумерация зон по горизонтали должна быть сквозной в пределах всех листов.

## 2. Порядок заполнения основной надписи и дополнительных граф

В графах основной надписи и дополнительных графах (номера граф на формах показаны в круглых скобках) указывают значения соответствующих реквизитов или атрибутов согласно таблице 1:

В графе 1 - наименование изделия и наименование документа, если этому документу присвоен код. Для изделий народнохозяйственного назначения допускается не указывать наименование документа, если его код определен ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.701. Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: "Колесо зубчатое". В наименование изделия не включают, как правило, сведения о назначении изделия и его местоположении;

В графе 2 - обозначение документа по ГОСТ 2.201 и код, если его код определен ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.701. Допускается применять ранее принятую систему обозначений документов;

в графе 3 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

в графе 4 - литера, присвоенную данному документу (на документе в бумажной форме графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки). Допускается в рабочей конструкторской документации литеру проставлять только в спецификациях и технических условиях.

в графе 5 - масса изделия по ГОСТ 2.109;

в графе 6 - масштаб (проставляется в соответствии с ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.109);

в графе 7 - порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 - общее количество листов документа (указывают только на первом листе);

в графе 9 - наименование или код организации, выпускающей документ (графу не заполняют, если код содержится в обозначении документа);

в графе 10 - характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, в соответствии с формами 1 и 2. Свободную строку заполняют по усмотрению разработчика, например: "Начальник отдела", "Начальник лаборатории", "Распечатал". Допустимые значения атрибута устанавливает организация;

в графе 11 - фамилии лиц, подписавших документ;

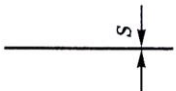


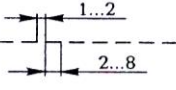
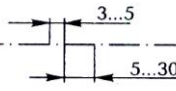
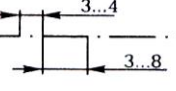
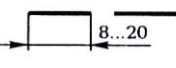

в графе 12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11. Подписи лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль, являются обязательными. При отсутствии титульного листа допускается подпись лица, утвердившего документ, размещать на свободном поле первого или заглавного листа документа в порядке, установленном для титульных листов по ГОСТ 2.105;

в графе 13 - дата подписания документа;

в графах 14-18 - сведения об изменениях, которые заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503.

### 3. Основные линии чертежа.

ГОСТ 2.303 – 68 устанавливает девять типов чертежных линий различных по начертанию и назначению.

№ п/п	Наименование	Начертание	Толщина
1	Сплошная толстая основная		$S=0,5-1,4$ мм
2	Сплошная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
3	Сплошная волнистая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
4	Штриховая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
5	Штрих-пунктирная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
6	Штрих-пунктирная утолщенная		от $\frac{S}{2}$ до $\frac{2S}{3}$
7	Разомкнутая		от $S$ до $\frac{3S}{2}$
8	Сплошная тонкая с изломами		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$

Линия является основным элементом чертежа. Различаются линии между собой по типу и по толщине.

Толщина сплошной основной линии  $S$  должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

**3.1. Сплошная основная линия** применяется для изображения видимого контура предмета, контура вынесенного сечения и входящего в состав разреза.

**3.2. Сплошная тонкая линия** применяется для изображения размерных и выносных линий, штриховки сечений, линии контура наложенного сечения, линии-выноски, линии для изображения пограничных деталей ("обстановка").

**3.3 Сплошная волнистая линия** применяется для изображения линий обрыва, линии разграничения вида и разреза.

**3.4. Штриховая линия** применяется для изображения невидимого контура. Длина штрихов должна быть одинаковой. Длину следует выбирать в зависимости от

величины изображения, примерно от 2 до 8 мм, расстояние между штрихами 1...2 мм.

**3.5. Штрихпунктирная тонкая линия** применяется для изображения осевых и центровых линий, линий сечения, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений. Длина штрихов должна быть одинаковая и выбирается в зависимости от размера изображения, примерно от 5 до 30 мм. Расстояние между штрихами рекомендуется брать 2...3 мм.

**3.6. Штрихпунктирная утолщенная линия** применяется для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная проекция"), линий, обозначающих поверхности, подлежащие термообработке или покрытию.

**3.7. Разомкнутая линия** применяется для обозначения линии сечения. Длина штрихов выбирается от 8...20 мм в зависимости от величины изображения.

**3.8. Сплошная тонкая линия с изломами** применяется при длинных линиях обрыва.

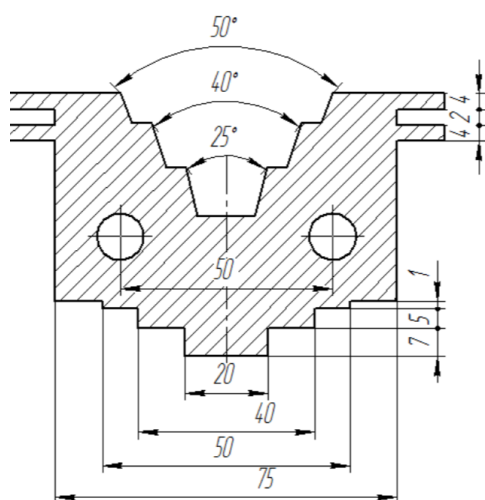
**3.9. Штрихпунктирная линия с двумя точками тонкая** применяется для изображения деталей в крайних или промежуточных положениях; линии сгиба на развертках.

#### Вопросы для самопроверки

1. Какой ГОСТ формы основной надписи?
2. Перечислите формы основной надписи.
3. В каком месте на чертежах расположена основная надпись?
4. Перечислите тонкие линии.
5. Перечислите сплошные линии
6. Каким типом линий выполняют контур формата?

#### **Тема 1.4 Требования к чертежам деталей. Правила нанесения размеров на чертежах**

1. Нанесение размеров на чертеже регламентировано ГОСТ 2.307-68 для всех отраслей промышленности. Это один из важнейших этапов черчения, так как размеры служат основанием для определения габаритов изображенного изделия и его элементов. Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.



Размеры разделяют на **линейные** (в мм - не указывают на чертеже), диаметральные, радиальные и **угловые** (градусы, минуты, секунды – обозначают на чертеже см.рис.1.4.1

Размеры указывают размерными числами, выносными и размерными линиями. **Рис.1.4.2**



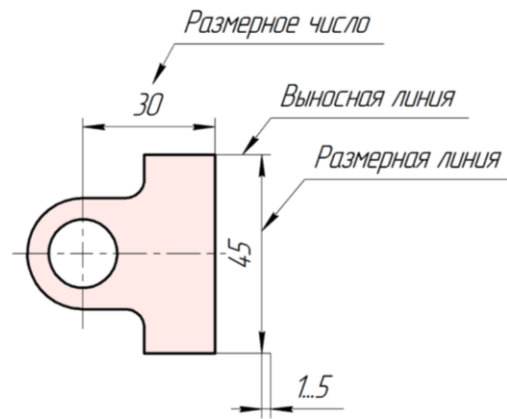


Рисунок 1.4.1

Рисунок 1.4.2

2. Выносные и размерные линии выполняют сплошной тонкой линией. Размерные линии заканчиваются стрелкой. **См.рис.1.4.1 и 1.4.3**

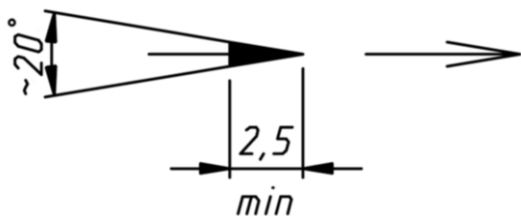


Рисунок 1.4.3

3. Выносные линии перпендикулярны отрезку, размеры которого обозначают. Выносные линии выносят за контур изображения на расстояние 10 - 12 мм., такое же расстояние между параллельными размерными линиями. Концы выносных линий выступают за размерные линии на 1-5 мм.

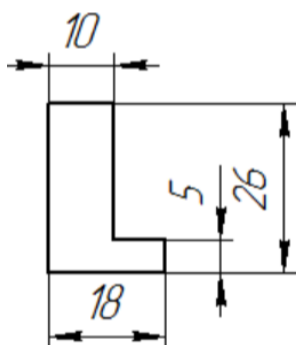
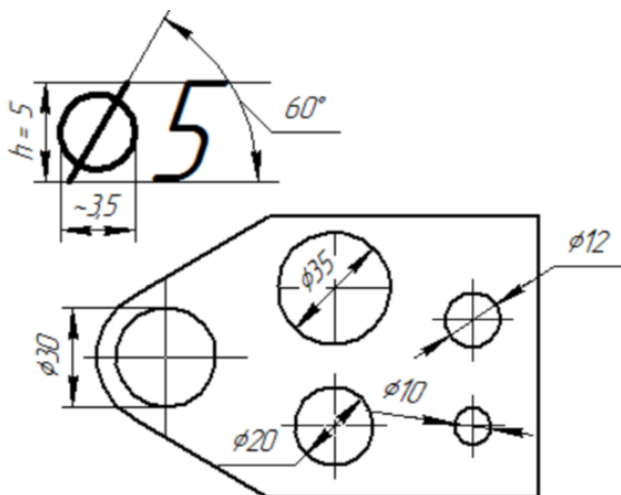


Рисунок 1.4.4

Размерное число пишут параллельно размерной линии. Над линией – если она горизонтальна или слева от неё – если линия вертикальна.

Если длина размерной линии мала, линию продолжают, а стрелки наносят с наружной стороны. Если размеры расположены цепочкой, стрелки допускается заменять точками или засечками под углом 45 градусов.

Каждый размер указывают 1 раз, начинают с наименьшего. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий



4. Если на чертеже дана полная окружность указывают размер диаметра (кружок, перечеркнутый линией). См.рис.1.4.5

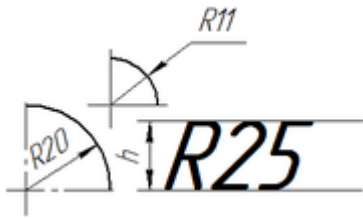


Рисунок 1.4.5

5. Если на чертеже изображена дуга необходимо указать размер радиуса (прописную латинскую букву R). Размерную линию проводят из центра дуги, размерная стрелка упирается в точку окружности. **Рис.1.4.6.**

Рисунок 1.4.6

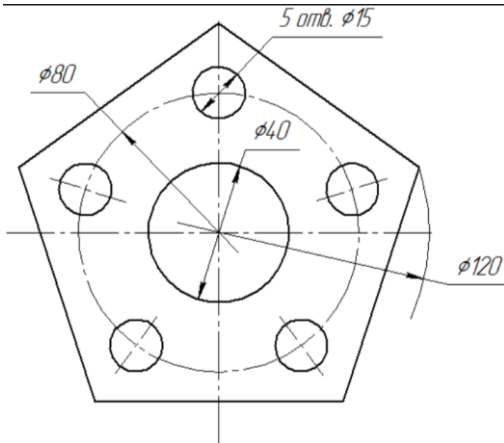
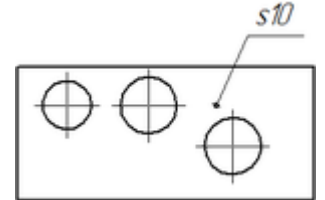


Рисунок 1.4.7

6. Если деталь имеет несколько одинаковых элементов - обозначают размер одного с указанием количества этих элементов. **Рис. 1.4.7.**

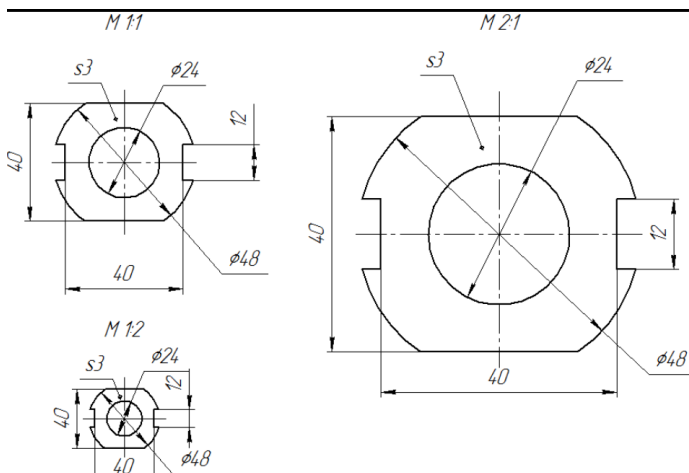
7. На параллельных размерных линиях размерные числа



располагают в шахматном порядке. Рисунок 1.4.8.

8. При изображении детали в 1 проекции толщина обозначается S, а длина L перед размерным числом.

**Рис. 1.4.8.**



8. Размеры проставляют действительные, независимо от масштаба. Угловые размеры при уменьшении и увеличении изображения не изменяются. **Рис. 1.4.9.**

Рисунок 1.4.9

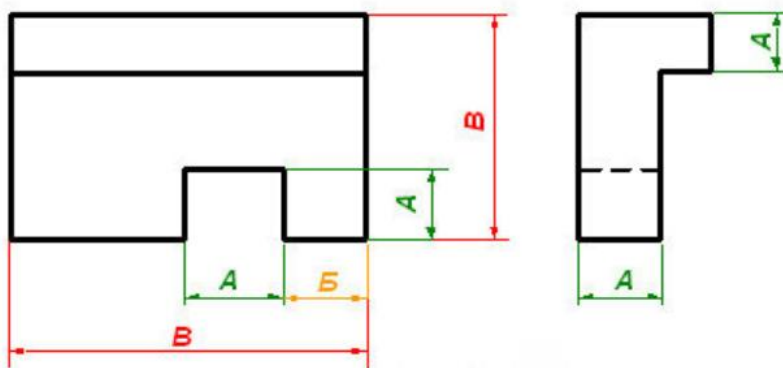


Рисунок 1.4.10

11. Обязательно проставляют размеры, указывающие взаимное положение частей предмета и габаритные размеры. **Рис. 1.4.10.**

### Вопросы для самопроверки

1. Перечислите виды размеров.
2. В каких единицах наносят размерные числа?
3. С какой стороны при вертикальной размерной линии наносят размерное число?

## Тема 1.6 Уклон и конусность

### Уклоны

Уклоном прямой по отношению к какой-либо другой прямой называется величина наклона первой прямой ко второй, которая выражается отношением длины противолежащего катета прямоугольного треугольника к длине прилежащего (рис. 1.6.1).

Уклон выражается в процентном и арифметическом выражениях.

Например, требуется построить уклон 1 : 2. Для этого по горизонтальной линии необходимо отложить два раза длину произвольного отрезка, получится отрезок общей длиной  $a$ , по вертикальной – одну длину отрезка, получится отрезок длиной  $b$ , тогда уклон в арифметическом выражении будет иметь вид:

$$I = b/a = \operatorname{tg} \alpha. \quad (1.6.1)$$

На чертеже перед размерным числом, определяющим величину уклона, ставят знак  $\angle$ , острый угол которого направлен в сторону уклона.

### Конусность

Конусность – отношение диаметра  $D$  основания конуса к его высоте  $l_0$

(рис.1.6.2):

$$K = D/l_0. \quad (2.2)$$

$\angle D : l_0$

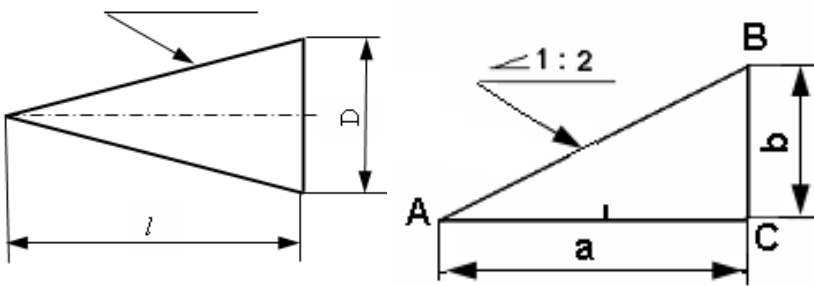


Рисунок 1.6.1

Рисунок 1.6.2

Рис. 1.6.1. Уклон 1 : 2

Рис. 1.6.2. Конусность

$D : l_0$

Если рассматривается усеченный конус, то конусность определяется делением разности диаметров оснований конуса на расстояние между ними

$$K = (D - d)/l,$$

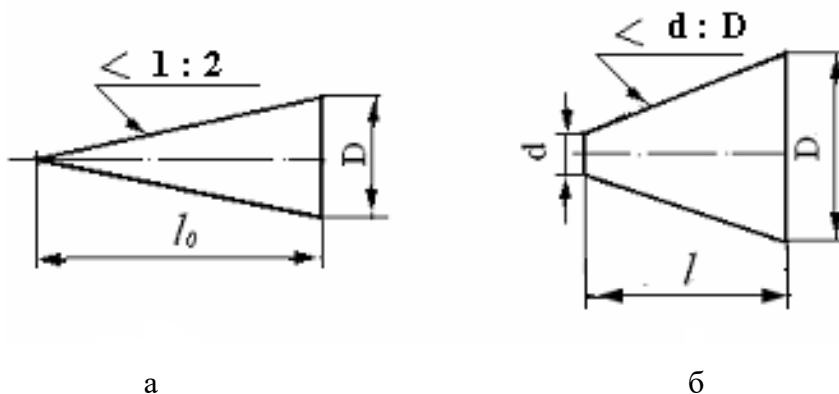
где  $K$  – конусность;

$D, d$  – диаметры большего и меньшего оснований конуса;

$l$  – высота усеченного конуса.

Например, необходимо построить конусность 1 : 2.

Для этого строим конус (рис. 1.6.3, а), у которого высота в два раза больше диаметра основания ( $l_0 = 2, D = 1$ ). Рис. 1.6.3



а

б

### Вопросы для самопроверки

1. Перечислите виды деталей, где встречается уклон и конусность.
2. Как на чертежах обозначается уклон.
3. Как на чертежах обозначается конусность.

### Тема 1.8 Сопряжения. Виды сопряжений

**Сопряжением** называют плавный переход от одной прямой линии к другой, от прямой линии к окружности и от окружности к окружности.

#### Познавательные сведения.

- Поворот скоростной автотрассы чаще всего имеет форму дуги. Одно направление скоростной трассы должно плавно переходить в другое.
- Чтобы создать рукоятки инструментов конструктор, прежде всего думает о том, чтобы они были удобны для руки.

**При выполнении сопряжений следует различать три элемента:**

- а) точку сопряжения;
- б) центр дуги сопряжения;
- в) радиус дуги сопряжения.

**Точками сопряжения** называют точки, где одна линия плавно переходит в другую.

Точка пересечения вспомогательных прямых для построения сопряжения является **центром дуги сопряжения**.

**Радиусом сопряжения** называется радиус дуги, соединяющей сопрягаемые объекты.

#### **Общий алгоритм построения сопряжения:**

1. *Необходимо найти центр сопряжения.*
2. *Необходимо найти точки сопряжения.*
3. *Построить сопряжение (плавный переход одной линии в другую)*

- При сопряжении прямой линии и дуги центр дуги сопряжения должен лежать на перпендикуляре к прямой, восстановленной из точки сопряжения;
- При сопряжении двух дуг центры этих дуг должны лежать на прямой, проходящей через точку сопряжения перпендикулярно общей касательной этих дуг.

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из элементов - *радиус или точка сопряжения*, два других элемента определяются графически, построением. В конструкторской практике чаще встречаются задачи построения сопряжений при заданном радиусе.

### Построение сопряжения двух сторон угла окружностью заданного радиуса.

**Сопряжение двух непараллельных прямых.**

Две непараллельные прямые располагаются друг к другу под углом, который может быть прямым, тупым или острым. При выполнении чертежей деталей часто такие углы необходимо скруглить дугой заданного радиуса (см. рис.).

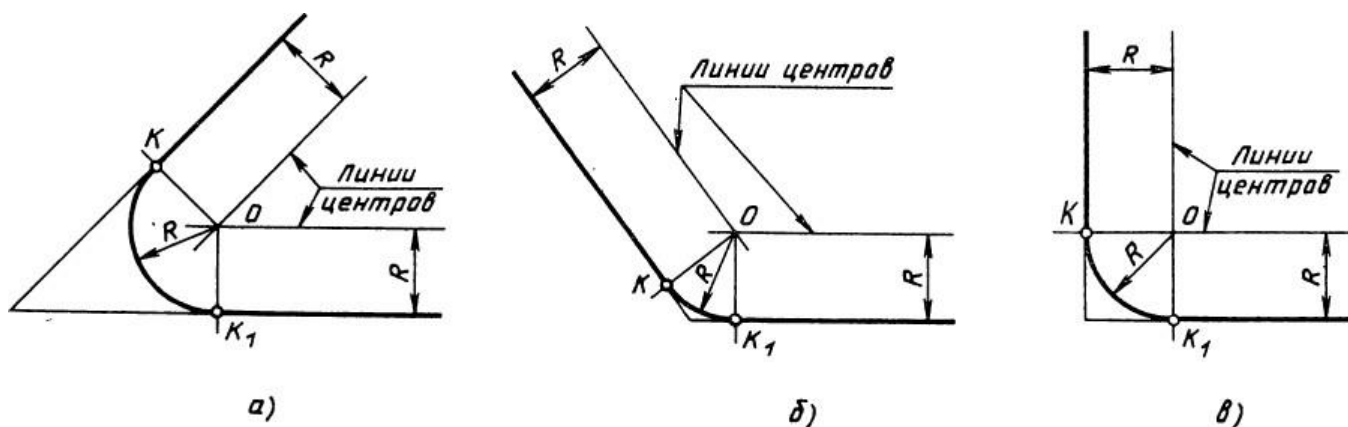
Скругление углов на чертеже есть не что иное, как сопряжение двух непараллельных прямых дугой окружности заданного радиуса. Для выполнения сопряжения необходимо найти центр дуги сопряжения и точки сопряжения.

Известно, что если в сопряжении участвует прямая линия, то центр дуги сопряжения находится на линии центров, которая проводится параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу  $R$  дуги сопряжения. Поскольку угол образован двумя прямыми, то проводят две линии центров параллельно каждой прямой на расстоянии равном радиусу  $R$  дуги сопряжения (рис.). Точка их пересечения будет центром дуги сопряжения.

Для нахождения точек сопряжения из точки  $O$  опускают перпендикуляры на заданные прямые и получают точки сопряжения  $K$  и  $K_1$  (рис.). Зная точки и центр сопряжения, из точки  $O$  радиусом  $R$  проводят дугу сопряжения. При обводке чертежа следует сначала обвести дугу, а затем касательные прямые.

При построении сопряжения прямого угла упрощается проведение линии центров, так как стороны угла взаимно перпендикулярны. От вершины угла откладывают отрезки, равные радиусу  $R$  дуги сопряжения, и через полученные точки  $K$  и  $K_1$ , которые будут точками касания, проводят две линии центров, параллельные сторонам угла.

Они будут являться одновременно и линиями центров, и перпендикулярами, определяющими точки сопряжения  $K$  и  $K_1$  (рис., в).



### Построение внутреннего и внешнего сопряжения между прямой и дугой окружности.

Такое построение, решают как бы две задачи: проведение касательной дуги к прямой и касательной дуги к окружности. Касание в этом случае может быть как внешним, так и внутренним.

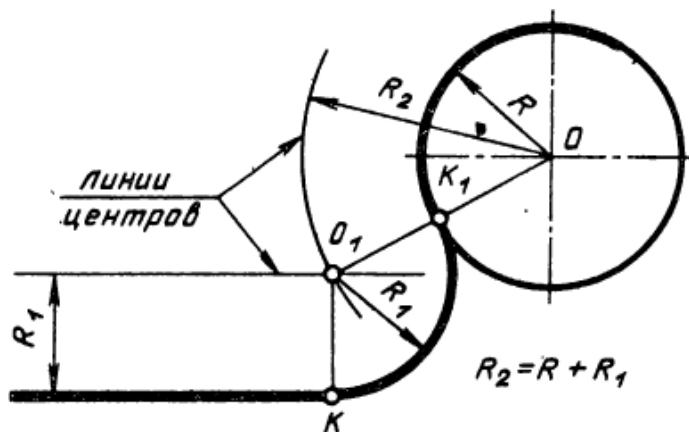
#### Внешнее касание.

Заданы прямая и дуга окружности радиуса  $R$ , требуется построить сопряжение дугой радиуса  $R_1$ . Так как сопрягается прямая линия, то центр дуги сопряжения находится на прямой, проведенной параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу сопряжения  $R_1$  (рис.).

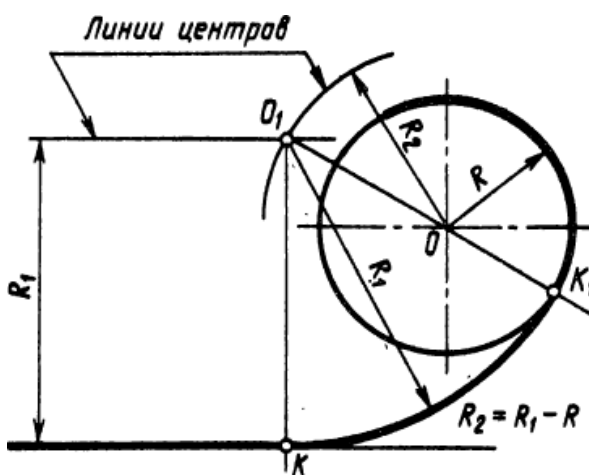
А центр дуги сопряжения при внешнем касании двух окружностей находится на окружности

радиуса  $R_2$ , равного сумме радиусов  $R$  и  $R_1$ . В пересечении прямой и окружности (линий центров) получают точку  $O$ , которая является центром дуги сопряжения.

Затем находят точки сопряжения. Одна точка сопряжения — это точка пересечения заданной прямой с перпендикуляром, опущенным из центра дуги сопряжения  $O_1$  на эту прямую (точка  $K$ ). Вторая точка сопряжения находится на пересечении заданной окружности и прямой, соединяю проводят дугу сопряжения от точки  $K$  до точки  $K_1$ .



**Внутреннее касание** строится аналогично внешнему, только радиус  $R_2$  равен разности  $R_1 - R$  (рис.).



### Построение сопряжения между двух дуг окружностей.

Сопряжения двух дуг окружностей может быть внутреннее, внешнее и смешанное.

При *внутреннем сопряжении* центры  $O$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$ .

При *внешнем сопряжении* центры  $O$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг радиусов  $R_1$  и  $R_2$  находятся вне сопрягающей дуги радиуса  $R$ .

При *смешанном сопряжении* центр  $O_1$  одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$ , а центр  $O$  другой сопрягаемой дуги вне ее.

### Построение внешнего сопряжения:

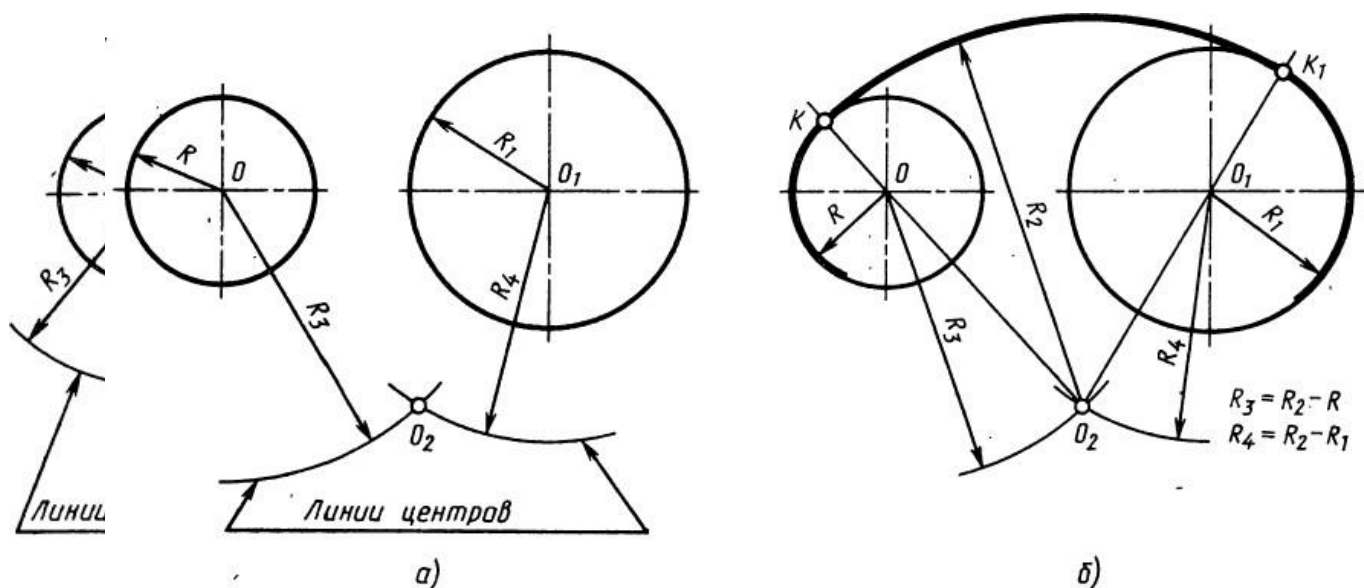
Если обе сопрягаемые окружности располагаются снаружи сопрягающей дуги, то центр этой дуги будет находиться от заданных окружностей на расстоянии, равном сумме радиусов (дуги и соответствующей окружности).

Даны две окружности радиусов  $R$  и  $R_1$  (рис., а), требуется построить внешнее сопряжение дугой радиуса  $R_2$ .

Известно, что для окружности радиуса  $R$  центр дуги сопряжения находится на линии центров, проведенной суммой радиусов  $R + R_2$  из центра  $O$ .

Для окружности радиуса  $R_1$  центр дуги сопряжения лежит на линии центров, проведенной радиусом  $R_4 = R_1 + R_2$  из центра  $O_1$ . Эти окружности (линии центров) проводят не полностью, а только до взаимного пересечения в точке  $O_2$  (рис., а). Точка  $O_2$  будет центром дуги сопряжения, так как она одновременно принадлежит двум линиям центров.

Точка сопряжения лежит на прямой, соединяющей центр дуги сопряжения с центром заданной окружности, поэтому, соединяя точку  $O_2$  с точками  $O$  и  $O_1$  (рис., б), в пересечении с заданными окружностями получают точки сопряжения  $K$  и  $K_1$ . Из точки  $O_2$  радиусом  $R_2$  от точки  $K$



до точки  $K_1$  проводится дуга сопряжения. Затем от точек  $K$  и  $K_1$  обводят дуги радиусами  $R$  и  $R_1$  из центров  $O$  и  $O_1$  (рис., б).

### **Построение внутреннего сопряжения.**

Сопрягаемые окружности располагаются внутри сопрягающей дуги, и центр сопрягающей дуги будет находиться от центров заданных окружностей на расстоянии, равном разности радиусов (дуги и соответствующей окружности).

Даны две окружности с радиусами  $R$  и  $R_1$  (рис., а), требуется построить внутреннее сопряжение дугой радиуса  $R_2$  в верхней части. Известно, что для окружности радиуса  $R$  центр дуги сопряжения находится на линии центров, проведенной радиусом  $R_3 = R_2 - R$  из центра  $O$  заданной окружности.

Для окружности радиуса  $R_1$  центр дуги сопряжения находится на линии центров, проведенной радиусом  $R_4 = R_2 - R_1$  из центра  $O_1$  заданной окружности. В нижней части чертежа из центров  $O$  и  $O_1$  радиусами  $R_3$  и  $R_4$  проводят дуги до взаимного пересечения в точке  $O_2$ , которая будет центром дуги сопряжения, так как является общей точкой для двух линий центров (рис., а).

Находят точки сопряжения. Для этого точку  $O_2$  (центр дуги сопряжения) соединяют с точками  $O$  и  $O_1$  прямыми линиями, которые продлевают до пересечения с заданными окружностями в точках  $K$  и  $K_1$  которые будут точками сопряжения (рис., б).

### **Построение смешанного сопряжения.**

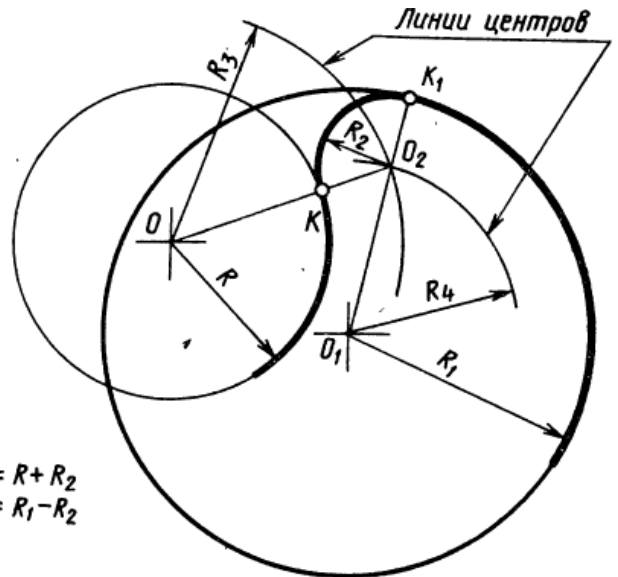
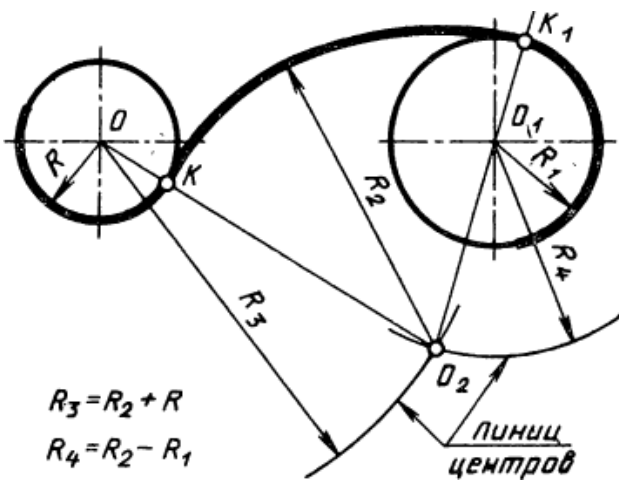
В этом случае дуга сопряжения с одной окружностью имеет внешнее касание, а с другой -

внутреннее.

Даны две окружности с радиусами  $R$  и  $R_1$  (рис.), требуется построить сопряжение дугой радиуса  $R_2$  так, чтобы с окружностью радиуса  $R$  было внешнее касание, а с окружностью радиуса  $R_1$  — внутреннее.

При внешнем касании линия центров — это окружность с радиусом, равным сумме радиусов заданной окружности и дуги сопряжения ( $R + R_2$ ), а при внутреннем — с радиусом, равным разности этих радиусов ( $R_2 - R_1$ ). Поэтому из центра  $O$  проводят дугу (линию центров) радиусом  $R_3$  равным  $R + R_2$ , а из центра  $O_1$  — линию центров радиусом  $R_4$ , равным  $R_2 - R_1$  (рис.).

В пересечении линий центров получают точку  $O_2$  (центр дуги сопряжения). Для нахождения точек сопряжения центр дуги сопряжения  $O_2$  соединяют с центрами  $O$  и  $O_1$  прямыми. Прямую  $O_2O_1$  продолжают. В пересечении этих прямых с заданными окружностями получают точки сопряжения  $K$  и  $K_1$ . Из точки  $O_2$  дугой радиуса  $R_2$  от точки  $K$  до точки  $K_1$  проводят дугу сопряжения (рис.).



Если две сопрягающиеся окружности имеют близко расположенные центры, то одна окружность может находиться внутри другой или они будут пересекаться друг с другом (рис.). Чтобы построить сопряжение, необходимо найти центр и точки сопряжения. Для этого радиусом  $R_3 = R + R_2$  проводят дугу из центра  $O$ , а радиусом  $R_4 = R_1 - R_2$  — дугу линии центров из центра  $O_1$ .

В пересечении получают точку  $O_2$  — центр дуги сопряжения. Соединив точку  $O_2$  с точками  $O$  и  $O_1$  прямыми, получают точки сопряжения  $K$  и  $K_1$ . Из центра  $O_2$  радиусом  $R_2$  проводят дугу сопряжения (рис.) от точки  $K$  до точки  $K_1$ .

### Вопросы для самопроверки

1. Что называется сопряжением.
2. Перечислите виды сопряжений.
3. Характер построения смешанного сопряжения.

## Раздел II. ОСНОВЫ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРЧЕНИЯ



## **Тема 2.1 Методы и виды проецирования. Комплексный чертёж точки**

Если информацию о расстоянии точки относительно плоскости проекции дать не с помощью числовой отметки, а с помощью второй проекции точки, построенной на второй плоскости проекций, то чертёж называют *двухкартинным* или *комплексным*. Основные принципы построения таких чертежей изложены *Гаспаром Монжем* - крупным французским геометром конца 18, начала 19 веков, 1789-1818 гг. одним из основателей знаменитой политехнической школы в Париже и участником работ по введению метрической системы мер и весов.

Изложенный Монжем метод ортогонального проецирования на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций был и остается основным методом составления технических чертежей.

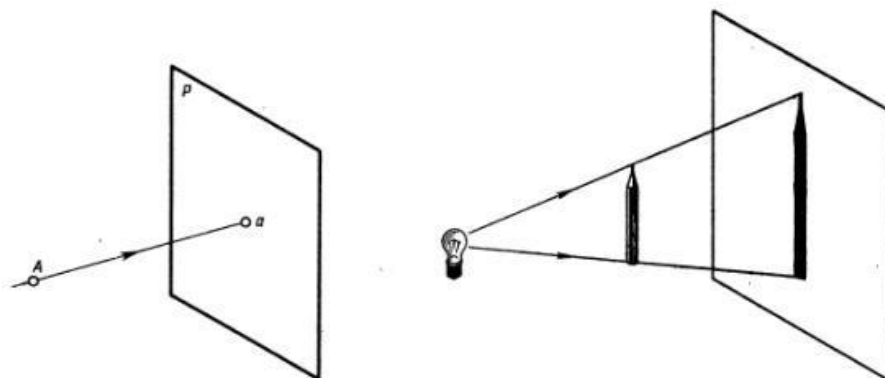
Форму любого предмета можно рассматривать как сочетание отдельных простейших геометрических тел. А для изображения геометрических тел нужно уметь изображать их отдельные элементы: вершины (точки), ребра (прямые), грани (плоскости).

В основе построения изображений лежит способ проецирования. Получить изображение какого-либо предмета — значит спроецировать его на плоскость чертежа, т. е. спроецировать

отдельные его элементы.

Поскольку простейшим элементом любой фигуры является точка, изучение проецирования начинают с проецирования точки.

Для получения изображения точки  $A$  на плоскости  $P$  (рис.) через точку  $A$  проводят проецирующий луч  $Aa$ . Точка пересечения проецирующего луча с плоскостью  $P$  будет изображением точки  $A$  на плоскости  $P$  (точка  $a$ ), т. е. *ее проекцией* на плоскость  $P$ .



Такой процесс получения изображения (проекции) называют *проецированием*. Плоскость  $P$  является плоскостью проекций. На ней получают изображение (проекцию) предмета, в данном случае точки.

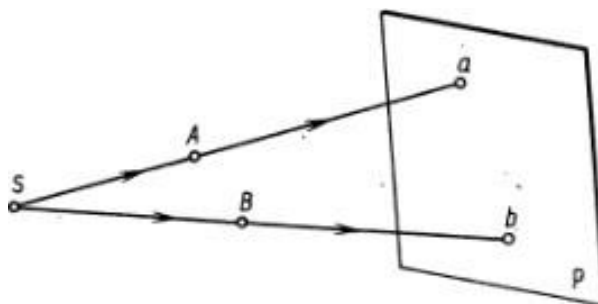
Принцип проецирования легко понять на примере получения тени предмета на стене или листе бумаги. Если представить световые лучи прямыми линиями, то есть проецирующими лучами, а тень — проекцией (изображением) предмета на плоскости, то легко представить себе механизм проецирования.

В зависимости от взаимного расположения проецирующих лучей проецирование делят на *центральное и параллельное*.

**Центральное проецирование** — получение проекций с помощью проецирующих лучей, проходящих через точку  $S$ , которую называют центром проецирования (рис.). Если считать лампу точечным источником освещения, то проецирующие лучи выходят из одной точки, следовательно, на

плоскости  $P$  получена центральная проекция карандаша (рис.).

Примером центрального проецирования является проецирование кадров кинофильма или слайдов на экран, где кадр — объект проецирования, изображение на экране — проекция кадра, а фокус объектива — центр проецирования.



Изображения, получаемые способом центрального проецирования, подобны изображениям на сетчатке нашего глаза. Они наглядны, понятны для нас, так как показывают нам предметы окружающей действительности такими, какими мы их привыкли видеть.

Но искажение размеров предметов и сложность построения изображений при центральном проецировании не позволяют использовать его для изготовления чертежей.

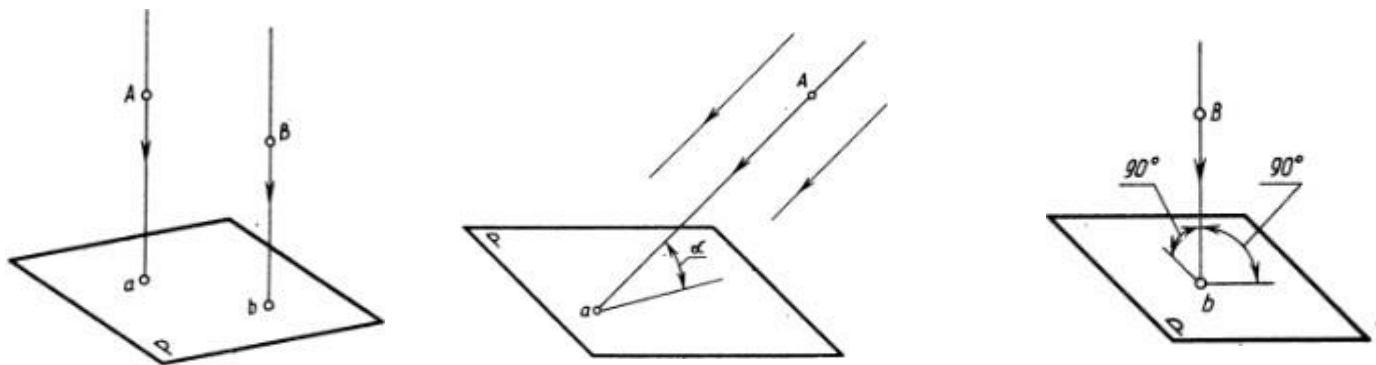
Центральные проекции широко применяют лишь там, где нужна наглядность в изображениях,

например, в архитектурно-строительных чертежах при изображении перспектив зданий, улиц, площадей и т. п.

**Параллельное проецирование.** Если центр проецирования — точку  $S$  удалить в бесконечность, то проецирующие лучи станут параллельными друг другу. На рис. показано получение параллельных проекций точек  $A$  и  $B$  на плоскости  $P$ .

В зависимости, от направления проецирующих лучей по отношению к плоскости проекций параллельные проекции делятся на *косоугольные и прямоугольные*.

При *косоугольном проецировании* угол наклона проецирующих лучей к плоскости проекций не равен  $90^\circ$  (рис.). При *прямоугольном проецировании* проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проекций (рис. ).



Рассмотренные выше способы проецирования не устанавливают взаимно однозначного соответствия между объектом (точка  $A$ ) и его изображением (проекцией).

При заданном направлении проецирующих лучей на плоскости проекций всегда получается лишь одна проекция точки, но судить о положении точки в пространстве по одной ее проекции невозможно, так как на одном и том же проецирующем луче  $Aa$  (рис.) точка может занимать различные положения, находясь выше или ниже заданной точки  $A$ , и какое положение точки в пространстве соответствует изображению (проекции)  $a$ , определить невозможно.

Для того чтобы по изображению точки можно было определить ее положение в пространстве, необходимо **как минимум иметь две проекции этой точки**. При этом должно быть известно взаимное расположение плоскостей проекций и направление проецирования.

Тогда, имея два изображения точки  $A$ , можно будет представить, как расположена точка в пространстве.

Наиболее простым и удобным является проецирование на взаимно перпендикулярные плоскости проекций с помощью проецирующих лучей, перпендикулярных плоскостям проекций.

**Такое проецирование называют ортогональным проецированием, а полученные изображения ортогональными проекциями – (наглядное изображение или кабинетная проекция).**

Рассмотрим основные принципы прямоугольного проецирования и способ получения ортогонального чертежа в системе трех плоскостей проекций.

На (рис., а) показано расположение трех плоскостей проекций, с помощью которых получают ортогональный чертеж. Плоскости располагаются под углом  $90^\circ$  друг к другу.

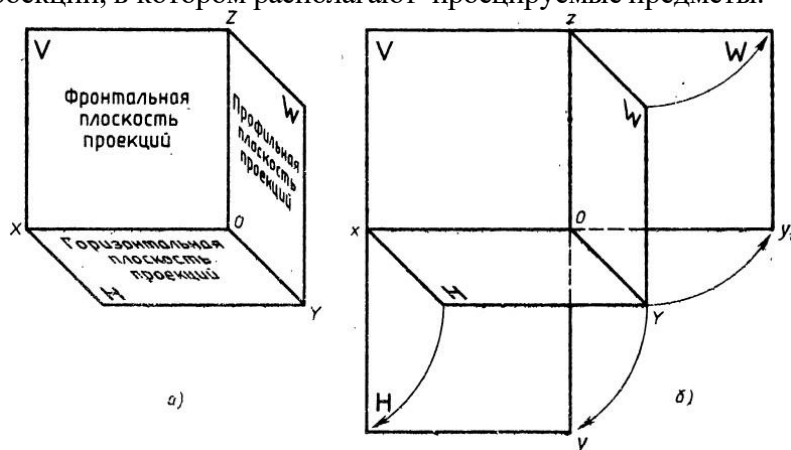
**Плоскость  $H$  ( $\Pi_1$ ) — горизонтальная плоскость проекций, плоскость  $V$  ( $\Pi_2$ )— фронтальная плоскость проекций, плоскость  $W$  ( $\Pi_3$ ) — профильная плоскость проекций.**

Линии пересечения плоскостей проекций называются **осями проекций**, или осями координат и обозначаются  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ .

Точка пересечения трех осей координат (точка  $O$ ) является **началом координат**, т. е. точкой, от которой ведется отсчет координат по осям  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ .

Угол, образованный тремя плоскостями проекций, называют **координатным углом**, так как

плоскости проекций являются базами отсчета расстояний (координат) и ограничивают пространство плоскостями проекций, в котором располагают проецируемые предметы.



**Помещая изображаемый (проецируемый) предмет** (геометрическая фигура, модель, деталь и т. п.) **в определенное положение относительно плоскостей проекций  $V$ ,  $H$  и  $W$ , фиксируют его положение относительно этих плоскостей**, что дает возможность получить **взаимосвязанные изображения данного предмета**, по которым легко представить его положение в пространстве, его форму.

Каждое изображение (проекция) предмета на плоскость отображает то, что мы видим *при взгляде на предмет в определенном направлении*. Чтобы получить представление о форме предмета, обычно недостаточно рассмотреть предмет с какой-то одной стороны.

Проецируя, предмет в системе трех плоскостей проекций, его рассматривают с трех сторон, в направлениях, перпендикулярных, трем плоскостям проекций.

Получив проекции предмета на трех плоскостях проекций, плоскости координатного угла

развертывают в одну плоскость, как показано на (рис.,б) – **комплексный чертеж**. При этом плоскости  $H$  и  $W$  условно разрезают по оси  $Oy$ , плоскость  $H$  поворачивают вокруг оси  $Ox$ , а плоскость  $W$  — вокруг оси  $Oz$ , получают одну общую плоскость - **плоскость чертежа**.

При этом ось  $Oy$  как бы разрезается пополам. Одна ее «половина» оказывается в плоскости  $H$  и располагается перпендикулярно оси  $Ox$ , а другая в плоскости  $W$  и располагается перпендикулярно оси  $Oz$ . Совмещенные плоскости проекций разделяются взаимно перпендикулярными осями, которые определяют на чертеже рабочее поле для построения проекций предмета.

Каждая плоскость проекций имеет два измерения по взаимно перпендикулярным направлениям. Для плоскости  $H$  — это оси  $Ox$  и  $Oy$ , для плоскости  $V$  — оси  $Oz$  и  $Ox$ , для плоскости  $W$  — оси  $Oz$  и  $Oy$ .

Изображения, полученные на плоскостях координатного угла и совмещенные в одну плоскость, называют **эпюром или ортогональным чертежом**.

### Вопросы для самопроверки

1. Что понимается под проецированием.
2. Какие плоскости проекций существуют.
3. Как обозначаются плоскости проекций.
4. Что называют наглядным изображением.
5. Как образуется комплексный чертеж.

## Тема 2.2 Комплексный чертеж прямой

**Прямая линия** - одно из основных понятий геометрии. При систематическом изложении геометрии прямая линия обычно принимается за одно из исходных понятий, которое лишь косвенным образом определяется аксиомами геометрии. Если основой построения геометрии служит понятие расстояния между двумя точками пространства, то прямую линию можно определить как линию, вдоль которой расстояние между двумя точками является кратчайшим.

Прямая линия - алгебраическая линия первого порядка: в декартовой системе координат прямая линия задается на плоскости уравнением 1 - ой степени (линейное уравнение).

Общее уравнение прямой (полное):  $Ax + By + C = 0$ ,

где  $A$ ,  $B$  и  $C$  - любые постоянные, причем  $A$  и  $B$  одновременно не равны нулю. Если один из коэффициентов равен нулю, уравнение называется неполным.

### *Способы графического задания прямой линии*

1. Двумя точками ( $A$  и  $B$ ).
2. Двумя плоскостями ( $a$ ;  $b$ ).
3. Двумя проекциями.
4. Точкой и углами наклона к плоскостям проекций.

### *Положение прямой линии относительно плоскостей проекций*

Прямая по отношению к плоскостям проекций она может занимать как общее, так и частные положения.

1. Прямая не параллельная ни одной плоскости проекций называется **прямой общего положения**.

2. Прямые параллельные плоскостям проекций, занимают частное положение в пространстве и называются **прямыми уровня**. В зависимости от того, какой плоскости проекций параллельна заданная прямая, различают:

2.1. Прямые параллельные фронтальной плоскости проекций называются *фронтальными* или *фронталями* - *n*.

2.2. Прямые параллельные горизонтальной плоскости проекций называются *горизонтальными* или *горизонталями* - *m*.

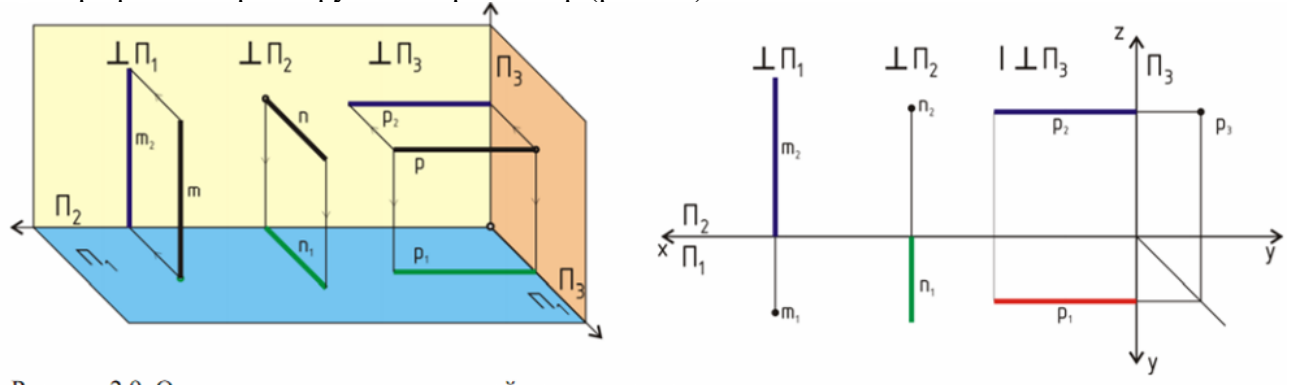
2.3. Прямые параллельные профильной плоскости проекций называются *профильными* - *p*.

3. Прямые перпендикулярные плоскостям проекций, занимают частное положение в пространстве и называются *проецирующими*. Прямая перпендикулярная одной плоскости проекций, параллельна двум другим. В зависимости оттого, какой плоскости проекций перпендикулярна исследуемая прямая, различают:

3.1. Горизонтально проецирующая прямая – *m*.

3.2. Фронтально проецирующая прямая – *n*.

3.3. Профильно проецирующая прямая – *p* (рис. 93).



### Решение задач на определение положения прямой

### Тема 2.3 Комплексный чертеж плоскости

Из элементарной геометрии известно, что положение плоскости вполне определяется, если заданы принадлежащие этой плоскости:

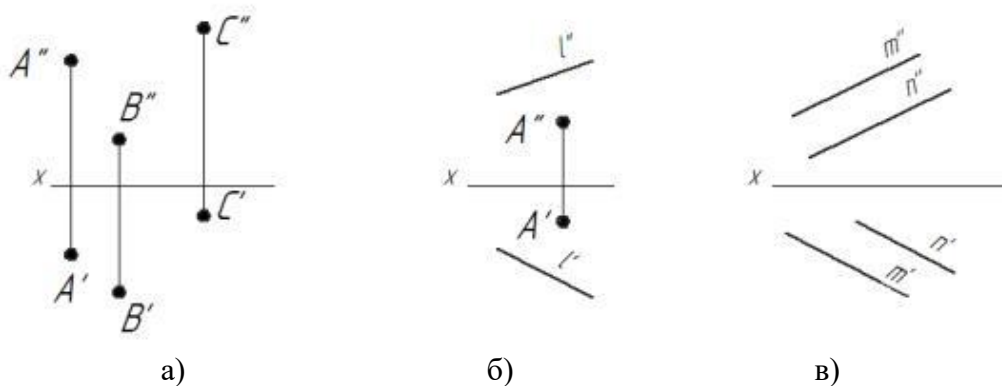


Рисунок 2.3.1

тремя точками, не лежащими на одной прямой (рис. 2.3.1, а); прямой и точкой вне этой прямой (рис. 2.3.1, б); двумя параллельными прямыми (рис. 2.3.1, в),

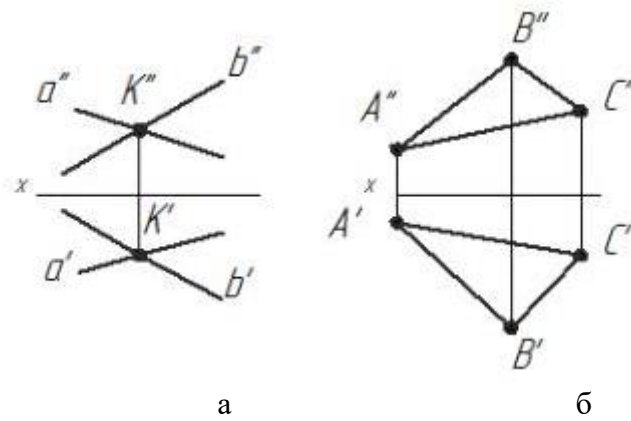


Рисунок 2.3.2

двумя пересекающимися прямыми (рис. 2.3.2а); любой плоской фигурой (рис. 2.3.2б)

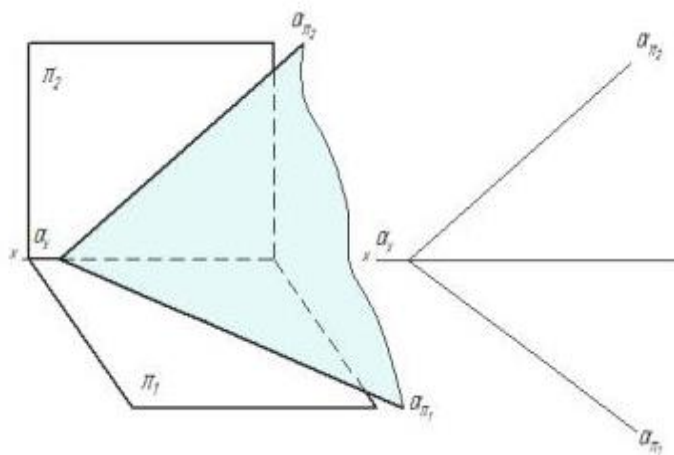


Рисунок 2.3.3

следами плоскости (рис. 2.3.3).

**Следами плоскости называются линии пересечения данной плоскости с плоскостями проекций.**

На рис. 2.3.3 приведено наглядное изображение плоскости  $\alpha$ , заданной следами и её изображение на комплексном чертеже.

- $\alpha\pi_1$**  - горизонтальный след плоскости  $\alpha$ ,
- $\alpha\pi_2$**  - фронтальный след плоскости  $\alpha$ ,
- $\alpha x$**  - точка схода следов плоскости  $\alpha$  на оси  $x$ .

Задание плоскости следами, по своей сути, является обычным заданием плоскости пересекающимися прямыми.

В начертательной геометрии часто пользуются заданием плоскости её следами, т.к. такое задание: обладает, по сравнению с другими способами, большей наглядностью, т.к. по расположению следов на эюре легко судить и о расположении самой плоскости в пространстве, наиболее рационально, т.к. требует для задания плоскости построения всего двух прямых.

*Особенности задания плоскости следами.*

Следы плоскости выполняются тонкими сплошными линиями.

На чертеже даются обозначения самих следов, а их проекции, одна из которых совпадает с самим следом, а другая - с осью проекций, не обозначаются.

Следы обозначаются той же буквой, что и сама плоскость, с добавлением индекса той плоскости проекций, которой этот след принадлежит.

## Решение задач на определение положения плоскости

### Тема 2.4 Проецирование геометрических тел

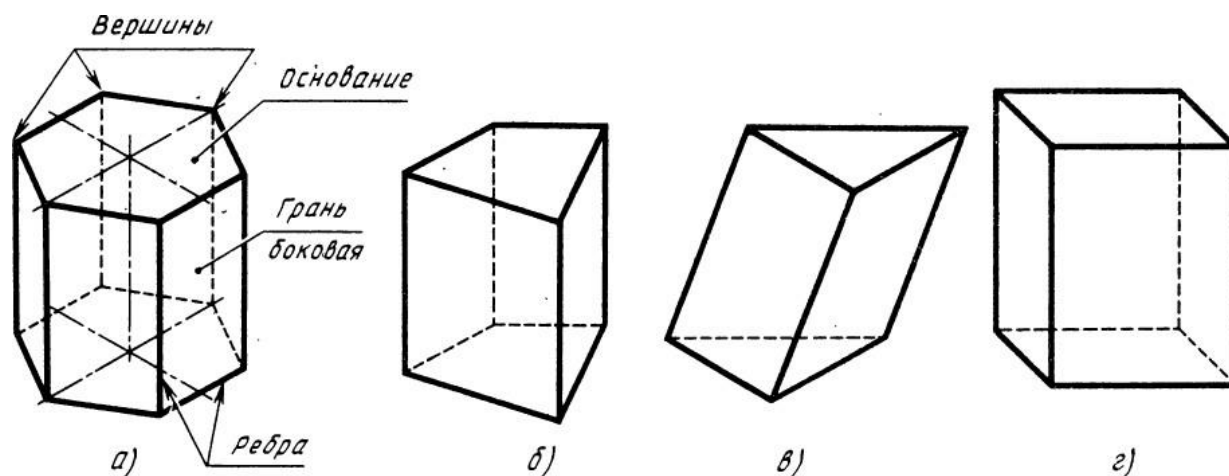
#### *Многогранники*

Геометрическое тело, ограниченное со всех сторон плоскостями, называется многогранником.

К наиболее часто используемым в практике многогранникам относятся призма и пирамида. Боковую поверхность призмы и пирамиды можно рассматривать как поверхность, образованную движением прямой линии (образующей) по замкнутой ломаной линии (многоугольнику), которая называется направляющей.

#### **Призма**

Призмой называется многогранник, основаниями которого являются многоугольники, а боковыми гранями — четырехугольники (прямоугольники или параллелограммы). Элементы призмы показаны на (рис., а).



Если основаниями призмы являются правильные многоугольники, то такая призма называется правильной (рис., а). Если основаниями призмы являются неправильные многоугольники, то такая призма

называется неправильной (рис.).

Если все боковые ребра и грани призмы одинаковой высоты, а основания параллельны, то призма называется полной. Если боковые ребра призмы перпендикулярны к основаниям, то призма называется прямой (рис., а, б, г).

Если ребра наклонены к основанию, то призма называется наклонной (рис., в). Если основаниями призмы являются прямоугольники, то такая призма называется параллелепипедом (рис., г).

#### **Ортогональные проекции призмы**

Рассмотрим на примере правильной прямой пятиугольной призмы ортогональные проекции призмы. На (рис., в) показано проецирование призмы на три плоскости проекций.

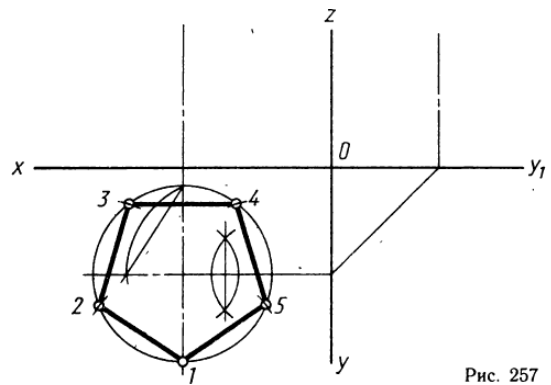
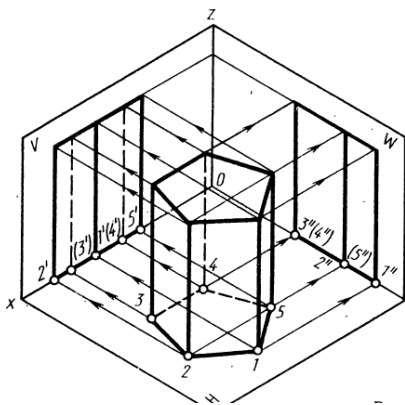


Рис. 257

Для построения ортогонального чертежа сначала проводят оси координат  $Ox$ ,  $Oy$  и  $Oz$  (рис.). Затем проводят осевые и центровые линии и строят горизонтальную проекцию призмы. Для этого на плоскости  $H$  строят правильный пятиугольник.

Поскольку призма прямая, ее ребра и грани располагаются перпендикулярно к основаниям, и на горизонтальной проекции два основания сольются в одно, причем видимым будет верхнее основание. Все боковые грани спроецируются в отрезки прямых линий (1 2, 2 3 и т. д.), которые, в свою очередь, совпадут со сторонами основания.

Боковые ребра призмы спроецируются в точки как прямые, перпендикулярные к плоскости проекций, и совпадут с вершинами основания (точки 1, 2, 3; 4, 5). Итак, горизонтальная проекция данной призмы изобразилась в виде правильного пятиугольника, в который спроецировались не только два основания, но и боковые грани и ребра. Так как основания призмы параллельны плоскости  $H$ , то их горизонтальная проекция изобразилась в натуральную величину.

Для построения фронтальной проекции призмы из горизонтальной проекции каждой вершины основания проводят линии проекционной связи параллельно оси  $Oy$  до оси  $Ox$  (рис.). Таким образом, с горизонтальной проекции перенесены на фронтальную расстояния между вершинами 1..5, измеренные параллельно  $Ox$ . Из этих точек (1'...5') параллельно оси  $Oz$  проводят направления пяти ребер боковой поверхности и на них откладывают высоту призмы.

Так как верхнее основание призмы параллельно плоскости  $H$ , а нижнее расположено в плоскости  $H$ , то на фронтальную плоскость  $V$  эти основания спроецируются как отрезки, один из которых будет лежать на оси  $Ox$  (нижнее основание), а второй будет находиться на расстоянии от оси  $Ox$ , равном высоте призмы (верхнее основание). Боковые грани призмы спроецируются в виде прямоугольников.

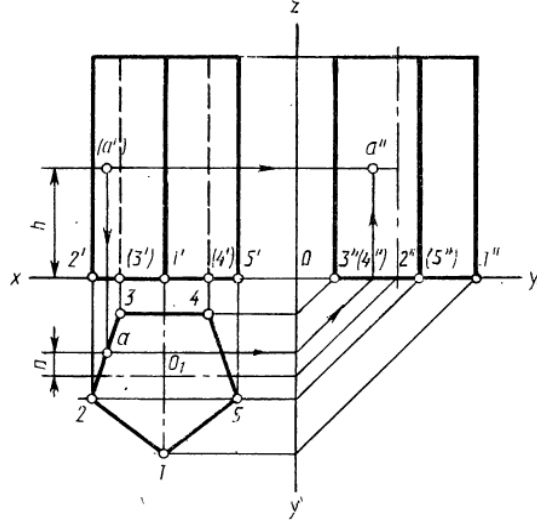
Фронтальная проекция грани, параллельной плоскости  $V$ , будет проецироваться в натуральную величину. Остальные грани проецируются с искажением, так как расположены не параллельно плоскости  $V$ .

На фронтальной плоскости проекций видимыми гранями будут грани с основаниями 1 2 и 1 5, а остальные будут невидимы.

Ребра, проведенные из точек 1, 2 и 5, будут видимыми, а из точек 3 и 4 — невидимыми; поэтому их проекции на плоскости  $V$  изображают штриховой линией (рис.).

Для построения профильной проекции призмы надо провести линии проекционной связи от точек 1..5 горизонтальной проекции и высоту призмы перенести с фронтальной проекции. На профильной плоскости проекций грани с основаниями 1 2 и 2 3 будут видимыми, а с основаниями 1 5 и 5 4 — невидимыми. Грань с основанием 3 4 спроецируется в прямую линию, так как расположена перпендикулярно плоскости  $W$ .





Профильные проекции ребер, проведенные из точек 3'' и 4'', совпадут. Таким образом, в одну прямую линию спроецируются два ребра и грань, расположенная между ними. На профильную плоскость проекций все грани призмы проецируются с искажением, так как ни одна грань не параллельна плоскости W.

### Построение точки, лежащей на поверхности призмы

Точка, лежащая на боковой грани призмы, задана одной проекцией на ортогональном чертеже, требуется построить две другие ее проекции. Сначала строят проекцию точки на той плоскости проекций, где грань, на которой лежит заданная точка, проецируется в линию.

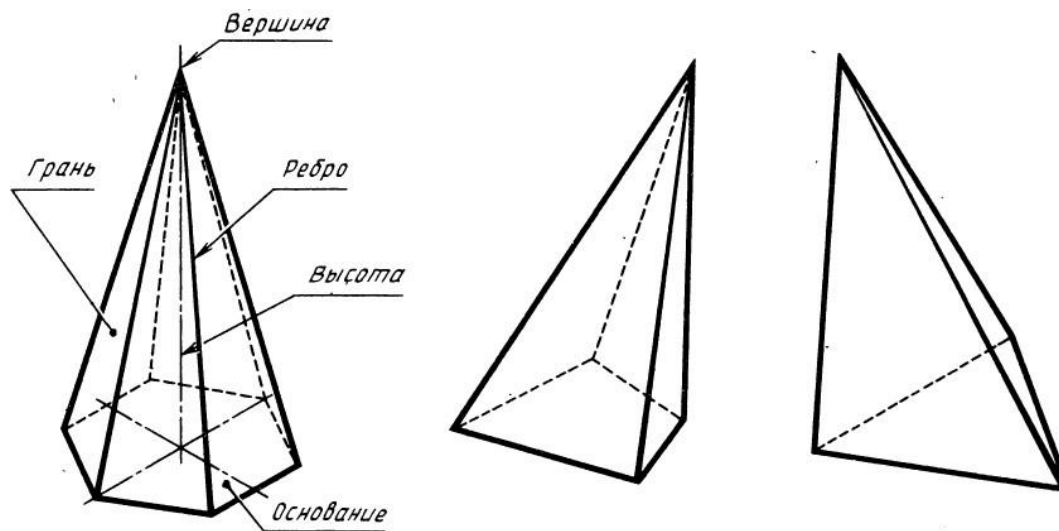
Рассмотрим это на примере точки А (рис.), которая задана проекцией  $a'$ . Так как на плоскости V грань, на которой лежит точка А, невидимая, обозначение точки  $a'$  взято в скобки. На плоскость H эта грань проецируется в отрезок, совпадающий со стороной основания 2 3. Из точки  $a'$  проводят вниз линию проекционной связи до пересечения с отрезком 2 3, получают точку  $a$  — горизонтальную проекцию точки А.

Для нахождения профильной проекции точки А проводят линии проекционной связи от горизонтальной и фронтальной проекций (точки  $a$  и  $a'$ ) до их взаимного пересечения на плоскости W, получают точку  $a''$ , которая и будет искомой профильной проекцией точки А.

### Пирамида

Пирамидой называется многогранник, в основании которого лежит многоугольник, а боковые грани являются треугольниками, имеющими общую вершину.

Элементы пирамиды показаны на рис., а.



Если все боковые грани имеют форму треугольников с одной общей вершиной, то такая пирамида называется полной пирамидой.

Если в основании пирамиды лежит правильный многоугольник и ее высота проходит через центр основания, то такая пирамида называется правильной пирамидой (рис., а).

Во всех остальных случаях пирамида называется неправильной пирамидой (рис., б, в).

### **Ортогональные проекции правильной полной пирамиды**

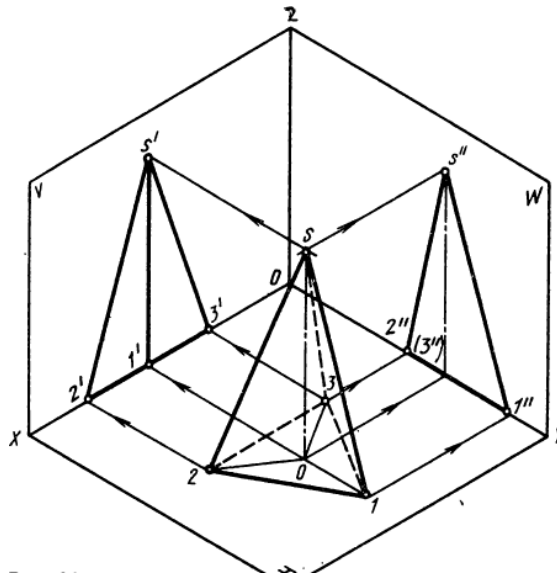
На рис. показано проецирование пирамиды. Порядок выполнения ортогонального чертежа такой же, как и чертежа призмы.

Сначала проводят оси координат, осевые и центровые линии, а потом на центровых линиях строят горизонтальную проекцию пирамиды, начиная построение с многоугольника, лежащего в основании (рис.). Основание пирамиды расположено в плоскости Н. Все боковые грани спроецируются в треугольники.

Горизонтальная проекция  $s$  вершины  $S$  совпадает с центром основания — точкой  $O_1$ . Таким образом, на горизонтальной проекции пирамиды боковые грани будут видимыми, но спроецируются они с искажением, так как располагаются наклонно относительно плоскости  $H$ . Плоскость основания будет невидимой, так как закрыта боковыми гранями пирамиды.

При построении фронтальной проекции пирамиды ее основание как плоскость, перпендикулярная к плоскости  $V$ , спроецируется в отрезок, который совпадает с осью  $Ox$ , так как основание лежит в плоскости  $H$ . Боковые грани пирамиды проецируются в треугольники с искажением, так как расположены наклонно относительно плоскости  $V$ . Грани  $1S_2$  и  $1S_3$  будут видимыми, а грань  $2S_3$  — невидимой.

На профильную плоскость проекций основание пирамиды тоже спроецируется в отрезок, лежащий на оси  $Oy$ . Проекция боковых граней  $1S_2$  и  $1S_3$  на плоскости  $W$  совпадают, а грань  $2S_3$  проецируется в прямую линию, так как она расположена перпендикулярно плоскости  $W$ . Видимой гранью боковой поверхности будет грань  $1S_2$ .



### Построение точки, лежащей на поверхности пирамиды

Точка  $A$  лежит на боковой поверхности пирамиды, задана ее профильная проекция (рис.). Требуется построить фронтальную и горизонтальную проекции этой точки.

Поскольку боковая грань, на которой лежит точка  $A$ , располагается наклонно ко всем трем плоскостям проекций, то ни на одну из этих плоскостей она не спроецируется в линию, как это было у правильной пятиугольной призмы. Построить две проекции заданной точки можно только с помощью дополнительных построений.

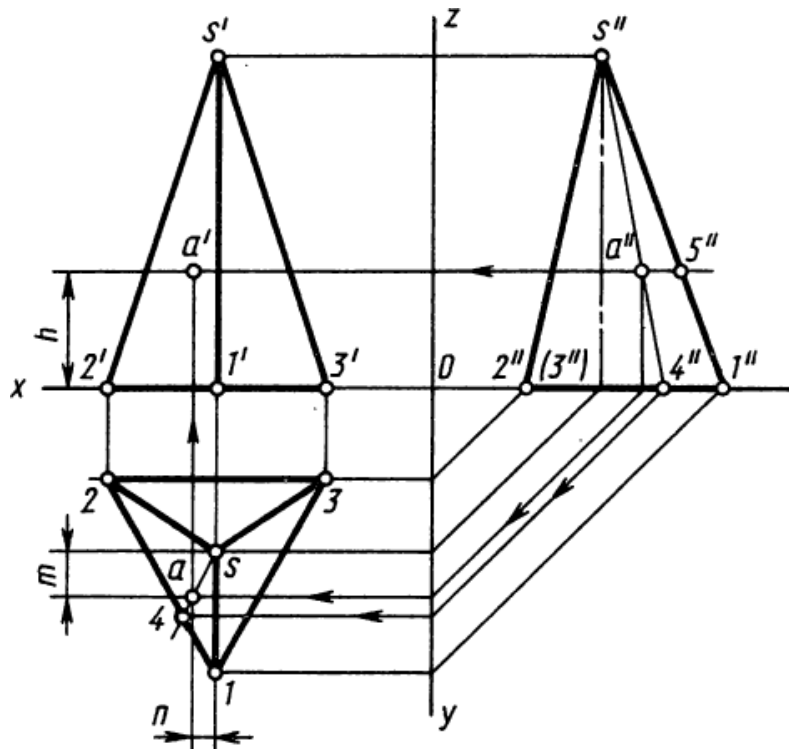
Известно, что точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой, лежащей в данной плоскости. Поэтому в плоскости  $1S_2$  проводят прямую через точку  $A$ . Профильную проекцию этой прямой можно провести в любом направлении через проекцию  $a''$  точки  $A$ .

На эюре эта проекция проведена через проекцию  $s''$  вершины  $S$  до пересечения со стороной основания  $1''2''$  в точке  $4''$ . Для построения проекций точки  $A$  нужно построить проекции дополнительной прямой  $s_4$  на плоскостях  $V$  и  $H$ .

Для построения ее горизонтальной проекции от точек  $4''$  и  $a''$  с профильной проекции на горизонтальную проводят линии проекционной связи: из точки  $4''$  — до пересечения со стороной  $1_2$  в точке  $4$ ; из точки  $a''$  — до пересечения с построенной прямой  $s_4$  в точке  $a$ , которая будет горизонтальной

проекцией точки А.

Имея две проекции точки А, фронтальную проекцию  $a'$  точки А находят с помощью линий проекционной связи.



### Тела вращения

Кривые поверхности образуются в результате перемещения подвижной линии по неподвижной кривой. Линия, по которой происходит перемещение, называется направляющей. Линия, которая перемещается, называется образующей.

Как направляющая, так и образующая могут иметь различную форму. В зависимости от формы образующей и закона ее перемещения получаются поверхности различной формы.

Поверхности, которые образуются вращением образующей вокруг неподвижной оси, называются поверхностями вращения.

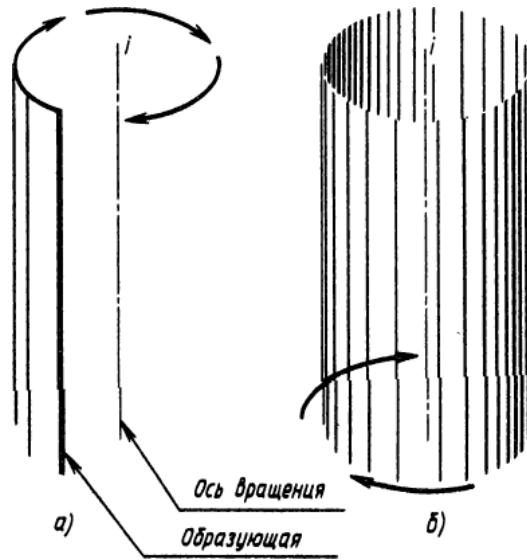
В технике широко используются тела вращения — цилиндр, конус, шар, тор.

Построение ортогональных проекций тел вращения выполняют в следующей последовательности: 1 — проведение осей координат; 2 — проведение осевых и центровых линий; 3 — построение горизонтальной проекции; 4 — построение фронтальной и профильной проекций.

### Цилиндр

Цилиндр — геометрическое тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя плоскостями.

Цилиндрическая поверхность вращения образуется при вращении прямой линии (образующей) вокруг неподвижной оси, параллельной образующей.



### Ортогональные проекции полного прямого кругового цилиндра

Горизонтальная проекция полного прямого кругового цилиндра будет кругом (рис., а), поскольку основания цилиндра при проецировании совпадут. При этом верхнее основание будет видимым, а нижнее — невидимым.

Боковая цилиндрическая поверхность перпендикулярна к основаниям, и поэтому она спроецируется в окружность, все точки которой совпадут с очерковыми линиями проекций оснований. Следовательно, на горизонтальной проекции в одну и ту же окружность спроецировались очерки двух оснований цилиндра и его боковая поверхность.

На фронтальную плоскость проекций цилиндр спроецируется в прямоугольник, верхняя сторона которого является фронтальной проекцией верхнего основания, а нижняя сторона (лежащая на оси  $Ox$ ) — проекцией нижнего основания. Две другие стороны этого прямоугольника представляют собой фронтальные проекции двух крайних образующих цилиндрической поверхности, проходящих через точки  $1'$ ,  $2'$ .

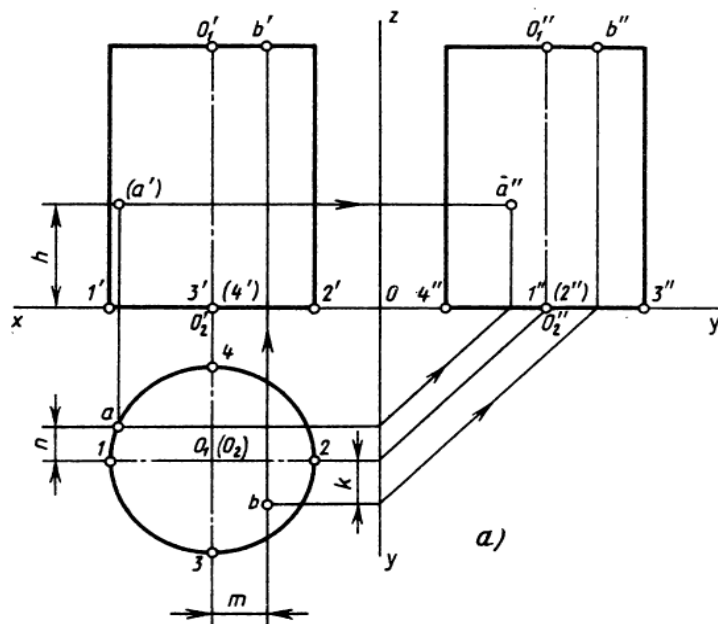
Профильная проекция цилиндра представляет собой такой же прямоугольник, что и фронтальная, но проекции крайних образующих проходят через точки  $3''$  и  $4''$ .

Образующие цилиндра, которые на фронтальной проекции изобразились крайними, на профильной проекции, изобразятся совпадающими с осью вращения и друг с другом. При этом образующая, проходящая через точку  $2$ , будет невидимой, а образующая, проходящая через точку  $1$ , — видимой.

Образующие цилиндра, которые на профильной проекции изобразились крайними, на фронтальной проекции изобразятся совпадающими с осью вращения и друг с другом. При этом образующая, проходящая через точку  $4$  будет невидимой, а образующая, проходящая через точку  $3$ , — видимой.

На фронтальной проекции видимой будет та часть цилиндра, которая на горизонтальной проекции располагается вниз от центральной линии  $12$ . На профильной проекции видимой будет та часть цилиндра, которая на горизонтальной проекции располагается слева от центральной линии  $34$ .

Крайние образующие, проходящие через точки  $1$ ,  $2$ ,  $3$ ,  $4$ , на горизонтальной проекции изобразятся точками и будут лежать в пересечении центральных линий и окружности.



### Построение точки, лежащей на поверхности цилиндра

Точка, лежащая на боковой поверхности цилиндра, задана одной проекцией, требуется построить две другие ее проекции. Начинают построение на той плоскости проекций, на которую боковая поверхность, с лежащей на ней точкой, проецируется в линию (окружность).

На поверхности цилиндра (рис., б) задана точка А. Точка А, лежащая на боковой поверхности цилиндра, задана фронтальной проекцией  $a'$  как невидимая. Требуется построить ее горизонтальную и профильную проекции.

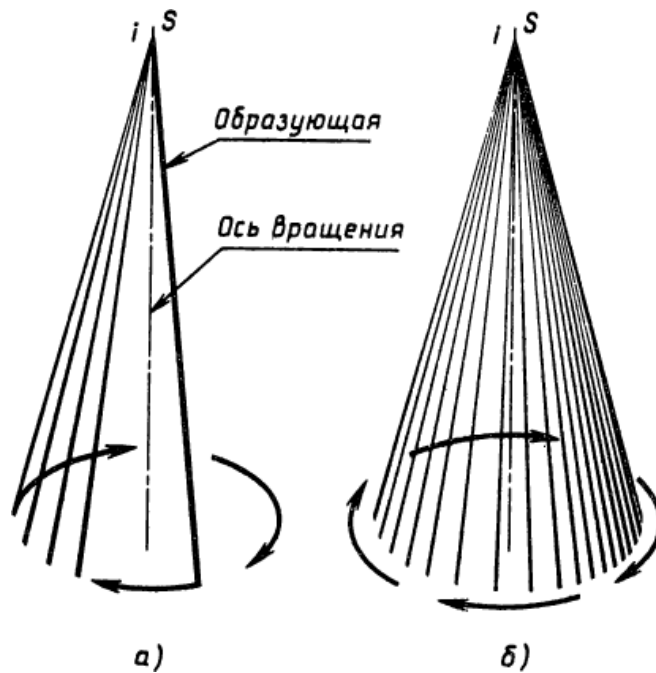
Сначала строят горизонтальную проекцию точки А. Для этого от фронтальной проекции  $a'$  точки А проводят линию проекционной связи до пересечения с горизонтальной проекцией цилиндра — окружностью. Эта линия пересекает окружность дважды. Так как точка А задана фронтальной проекцией как невидимая, то на горизонтальной проекции из двух точек выбирается та, которая лежит ближе к оси  $Ox$ .

Профильную проекцию  $a''$  точки А строят с помощью линий проекционной связи, проведенных с фронтальной и горизонтальной проекций. Так как на горизонтальной проекции цилиндра проекция  $a$  точки А лежит слева от центральной линии параллельной оси  $Oy$ , то на профильной проекции точка А будет видимой.

### Конус

Конус — геометрическое тело, ограниченное конической поверхностью и плоскостью.

Коническая поверхность вращения образуется вращением вокруг оси прямой линии (образующей), которая пересекает эту ось. Точка пересечения образующей и оси вращения называется вершиной конической поверхности (рис., а и б).



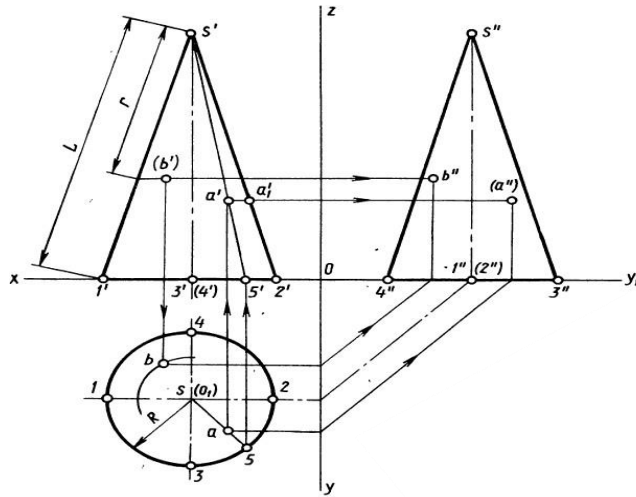
### Ортогональные проекции полного прямого кругового конуса

Горизонтальная проекция полного прямого кругового конуса — круг (рис., а), в который спроецировалась боковая поверхность конуса как видимая. Основание конуса при проецировании совпадает с проекцией боковой поверхности и будет невидимым.

Фронтальная и профильные проекции конуса изобразятся как равнобедренные треугольники, нижние стороны которых являются проекциями основания конуса. При проецировании они совпадут с осями  $Ox$  и  $Oy$ , так как конус стоит на плоскости  $H$ .

Две другие стороны треугольника ( $1'S'$  и  $2'S'$ ) на фронтальной плоскости проекций будут проекциями крайних образующих конуса. На горизонтальной плоскости проекций проекции этих образующих совпадают с диаметром основания, параллельным оси  $Ox$ , на профильной плоскости проекций их проекции совпадают с осевой линией. Видимой будет образующая  $S1$ .

Две стороны треугольника ( $3''S''$  и  $4''S''$ ) на профильной проекции представляют собой профильные проекции крайних образующих конуса. На горизонтальной плоскости проекций эти образующие при проецировании совпадают с диаметром основания, параллельным оси  $Oy$ , на фронтальной плоскости проекций проекции этих образующих совпадают с осью вращения. Видимой будет образующая  $S3$ .



## Тема 2.7 Пересечение геометрических тел секущей плоскостью (пирамида)

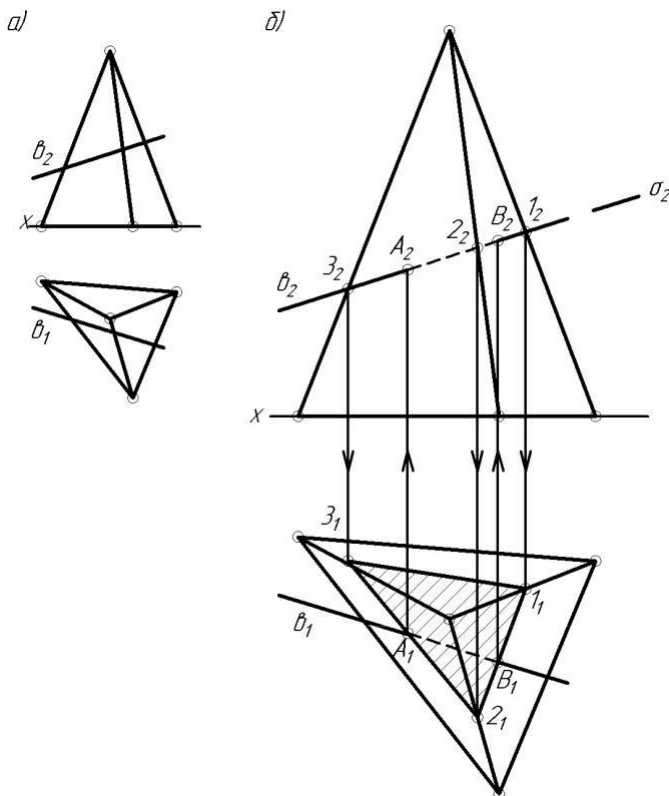


Рисунок 2.7.1 (а, б)

### Сечения многогранников плоскостями.

Важнейшей практической задачей является нахождение натуральной величины сечения многогранника плоскостью. На комплексном чертеже пирамиды (Рис. 2.7.2), основанием которой является правильный шестиугольник, пирамиду пересекает фронтально-проецирующая плоскость  $\sigma$  (задана следом  $\sigma_2$ ).

Задача сводится к построению точек пересечения прямой  $\mathbf{b}$  с плоскостями – гранями пирамиды (рисунок 1 **а** – исходный).

Порядок построений:

1. Заключаем прямую  $\mathbf{b}$  (Рис. 2.7.1 **б**) во фронтально-проецирующую плоскость  $\sigma$  (след  $\sigma_2$ ), которая пересекает ребра пирамиды в точках 1, 2, 3 (проекции 1<sub>2</sub>, 2<sub>2</sub>, 3<sub>2</sub>).

2. По линиям проекционной связи на горизонтальных проекциях ребер пирамиды находим горизонтальные проекции 1<sub>1</sub>, 2<sub>1</sub>, 3<sub>1</sub> и соединяем их в горизонтальную проекцию контура сечения пирамиды плоскостью  $\sigma$ .

3. Т.к. прямая  $\mathbf{b}$  и контур сечения лежат в одной плоскости  $\sigma$ , то они пересекаются: А<sub>1</sub>, В<sub>1</sub> – проекции точек пересечения. Т.к. контур сечения лежит на поверхности пирамиды, то А<sub>1</sub>, В<sub>1</sub> – проекции искомым точек пересечения прямой  $\mathbf{b}$  с поверхностью пирамиды.

4. По линиям связи на  $\mathbf{b}_2$  находим А<sub>2</sub> и В<sub>2</sub>. Определяем видимость  $\mathbf{b}$  относительно пирамиды в проекциях.



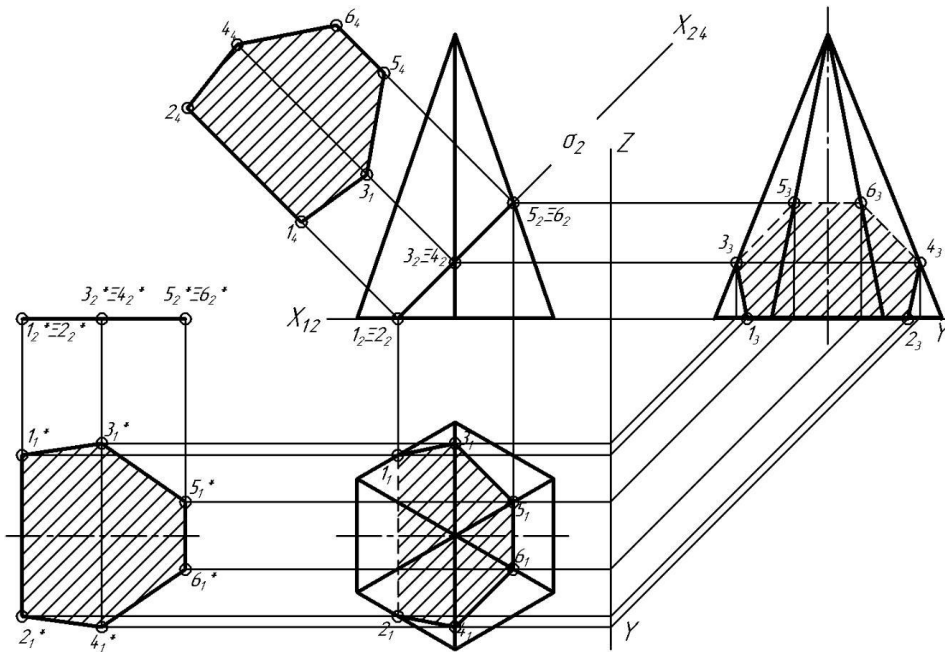


Рисунок 2.7.2

Сначала находим фронтальные проекции точек 1...6, в которых  $\sigma$  ( $\sigma_2$ ) пересекает ребра пирамиды. Далее по линиям связей находим горизонтальные и профильные проекции точек 1...6 на горизонтальных и профильных проекциях ребер пирамиды. Следующий шаг – соединение одноименных проекций точек 1...6 на всех трех плоскостях проекций и получение соответствующих проекций линии контура сечения пирамиды плоскостью  $\sigma$ . Для нахождения н.в. сечения использованы изученные ранее метод замены плоскостей проекций ( $\pi_4$  совпадает с  $\sigma$ , т.е.  $x_{24}$  совпадает с  $\sigma_2$ ) и метод плоско-параллельного переноса

фронтальная проекция сечения плоско-параллельным перемещением расположена параллельно оси  $x$ .

Рассмотрим случай, когда многогранник пересекается плоскостью общего положения. На рисунке 2.7.3 прямая трехгранная призма пересекается плоскостью, заданной двумя пересекающимися прямыми (горизонталью  $h$  и фронталью  $f$ ). Поскольку ребра боковой поверхности призмы – горизонтально-проецирующие прямые, то горизонтальные проекции точек их пересечения с плоскостью ( $A_1, B_1, C_1$ ) совпадут с одноименными проекциями самих ребер (ребра проецируются в точки, в которые также проецируются точки пересечения этих ребер с плоскостью). Нахождение фронтальных проекций точек пересечения осуществляется с помощью вспомогательных прямых  $1_2$  и  $3_4$ , проведенных в плоскости  $f$   $h$ . Т.е. на  $\pi_1$  проводим  $1_1 2_1$  через  $A_1$  и  $3_1 4_1$  через  $B_1, C_1$  в проекции плоскости  $f_1 h_1$ . Далее по линиям связи на  $f_2 h_2$  находим  $1_2, 2_2, 3_2, 4_2$ . Далее на  $f_2 h_2$  по линии связи находим  $A_2$ , а на  $3_2 4_2$  по линиям связи находим  $B_2$  и  $C_2$ . В итоге  $A_2 B_2 C_2$  – контур сечения призмы плоскостью  $f h$ .

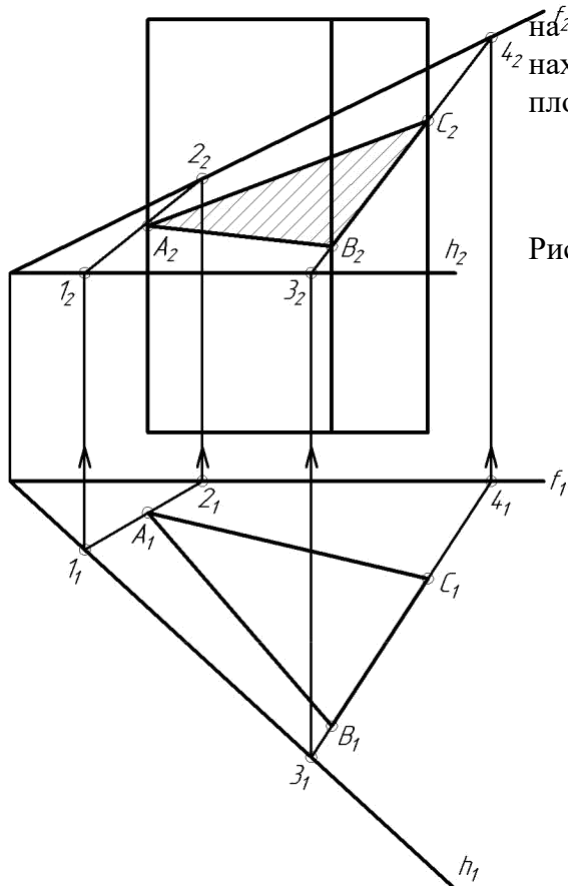
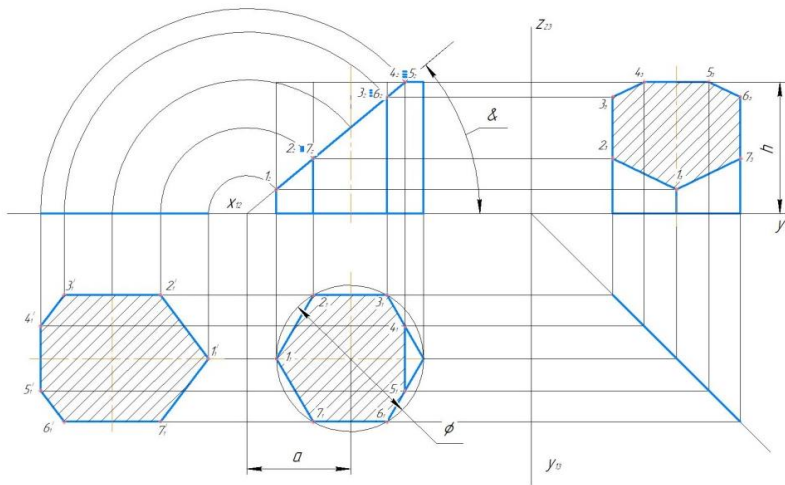


Рисунок 2.7.3

**Задача для самостоятельного выполнения:**

Согласно варианта и примера решения задачи, выполнить в рабочей тетради комплексный чертеж усеченного геометрического тела (шестигранная призма), построить натуральную величину сечения, нанести размеры.

№ Варианта	$\phi$	$h$	$a$	$\&$
1	50	55	37	45
2	55	60	60	30
3	60	65	65	40
4	50	56	56	45
5	56	62	62	30
6	60	65	65	40
7	52	55	55	45
8	55	60	60	35
9	60	70	70	40
10	70	56	56	30
11	55	62	62	35
12	52	65	65	35
13	50	55	55	45
14	56	60	60	30
15	60	70	45	45
16	52	56	38	35
17	55	62	62	40
18	58	75	40	30
19	50	55	37	25
20	56	60	60	35
21	60	65	44	40
22	54	56	38	45
23	55	72	62	40
24	58	65	45	30
25	52	54	46	35



## Тема 2.8 Пересечение геометрических тел секущей плоскостью (конус)

В данном случае, как и в предыдущей теме, задача сводится к построению точек пересечения прямой  $P_2$  с контуром тела вращения – конусом (рисунок 2.8.1).

Порядок построений:

1. В горизонтальной плоскости, через центр осевых линий выполняем окружность с заданным диаметром.
2. С помощью линий проекционных связей проецируем окружность во фронтальную плоскость проекций. На  $P_2$  проекция конуса выражена треугольником.

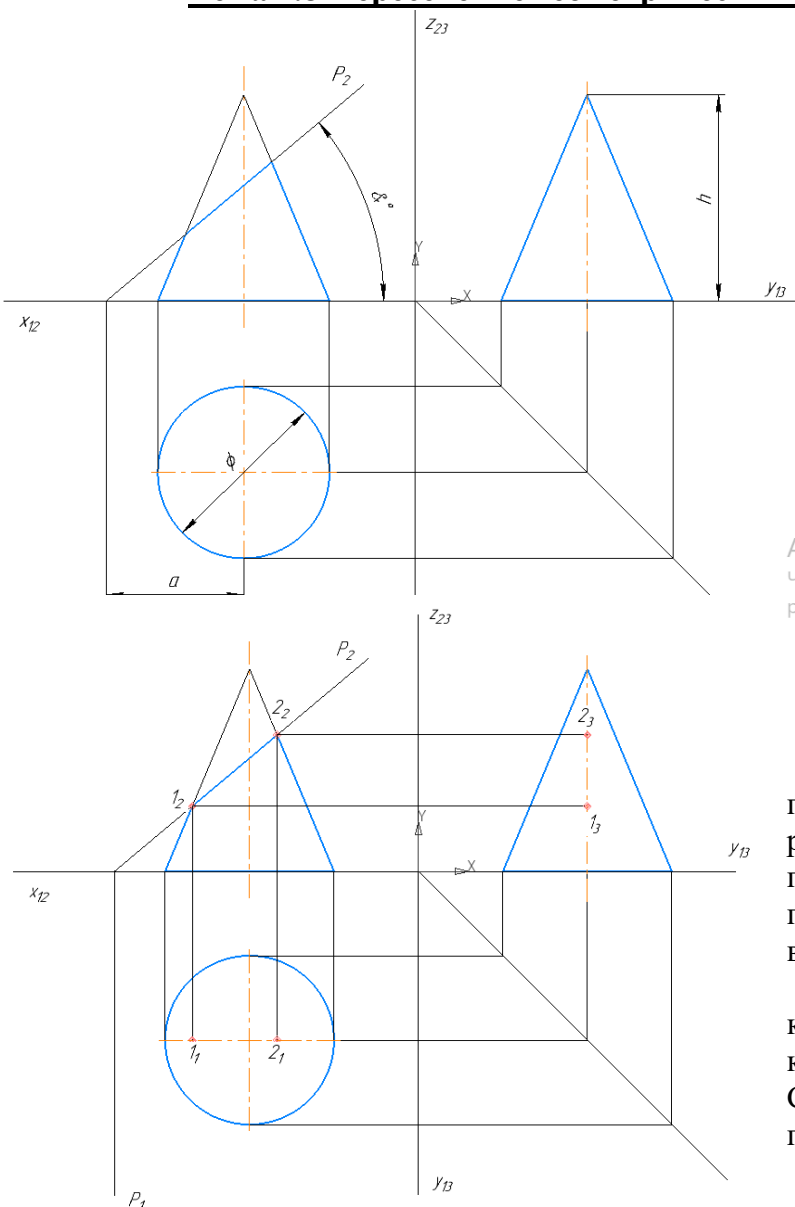
А  
Ч  
р:

Рисунок 2.8.1

3. След секущей плоскости  $P_1$  в горизонтальной плоскости проекций отстоит от центра окружности на расстояние  $a$ . Во фронтальной плоскости проекций наблюдаем, как секущая плоскость под углом  $\&$  проходит через конус, отсекая его вершину.

Первым делом обозначим точки, в которых плоскость пересекает образующие конуса на фронтальной проекции ( $1_2$  и  $2_2$ ). Снесем их на горизонтальную проекцию до пересечения с осью ( $1_1$  и  $2_1$ ), а так же на

Рисунок 2.8.2



профильную проекцию ( $1_3$  и  $2_3$ ) - так же до пересечения с осью. Необходимо отметить, что точка  $2_3$  будет невидимой (на рисунке 2.8.2 это не указано).

**Существуют следующие типы сечений конуса:**

1. Рассечь конус можно параллельно основанию  $P_1$ , тогда при взгляде на сечение мы увидим **круг**.
2. Рассечь конус параллельно оси конуса. В сечении получим **гиперболу**.
3. Рассечь конус параллельно образующей конуса. В сечении будет **парабола**.
4. Рассечь конус, таким образом, что секущая плоскость наклонена под произвольным углом и не совпадает с первыми тремя частными случаями сечений. В данном, четвертом случае, в сечении будет **эллипс**.

Центр эллипса в данном случае находится ровно посередине между точками  $1_2$  и  $2_2$ .

Поскольку  $1_2-2_2$  является одной из осей эллипса. Большой или малой - зависит от наклона секущей плоскости.

Проведем через середину отрезка  $1_2-2_2$  вспомогательную секущую плоскость  $Q_2$ . Как мы уже знаем, она как раз дает в сечении окружность при виде сверху. Обозначим ее:

Обозначим точки пересечения этой вспомогательной плоскости  $Q_2$  с проекцией наклонной плоскости  $P_2$  на фронтальной проекции, получим точки  $3_1$  и  $4_1$ . Из них опускаем линию связи вниз, до пересечения с окружностью, получаем точки 3 и 4. Отрезок 3-4 является второй осью эллипса.

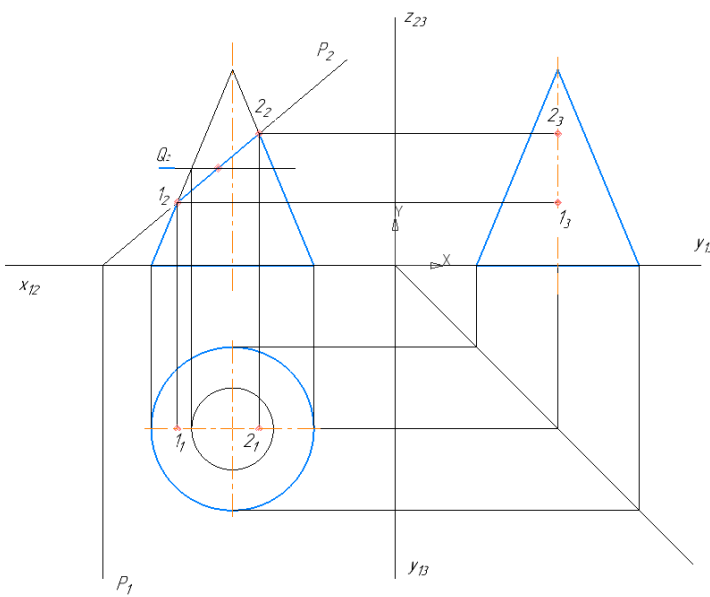
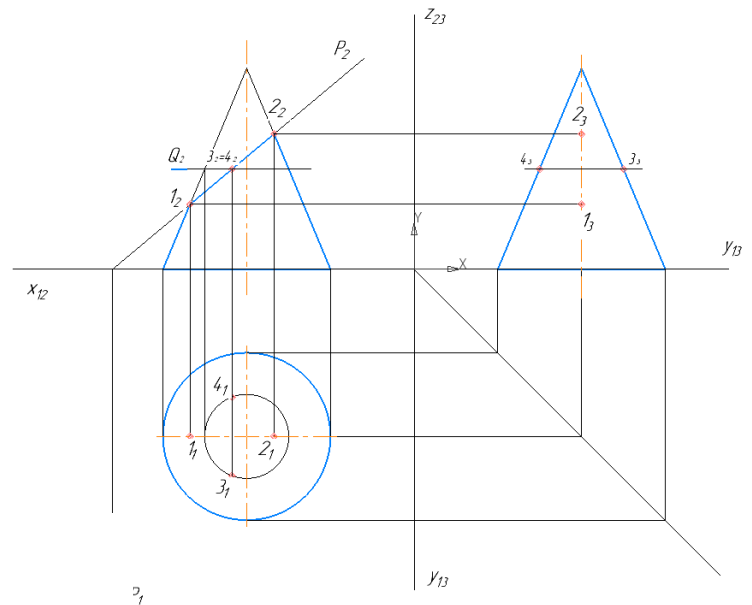


Рисунок 2.8.3

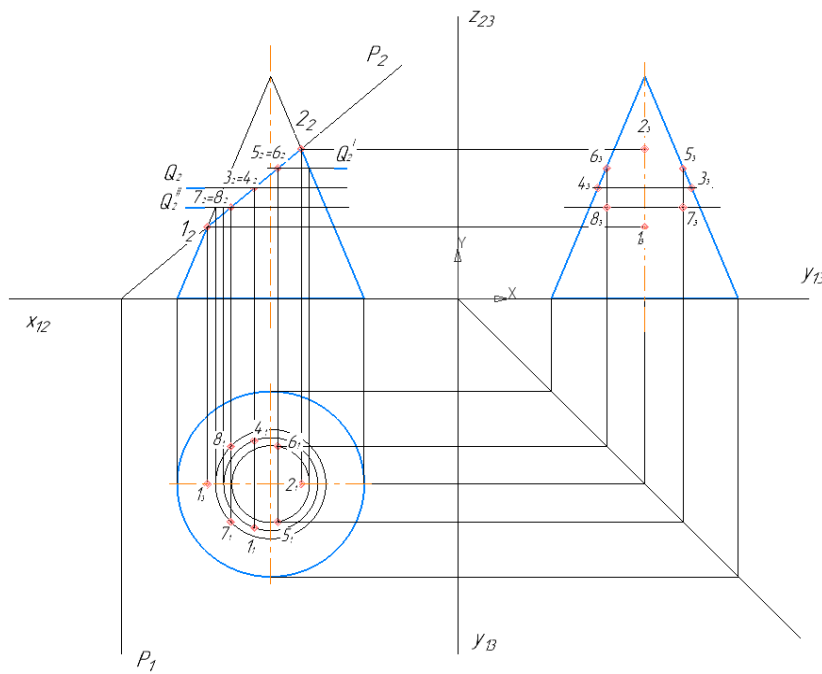
Чтобы построить профильные проекции этих точек, проводим из проекции точек  $3_2$  и  $4_2$  линию связи вправо, на профильную проекцию.



И затем, на ней откладываем от оси конуса отрезки, таким образом, получаем точки  $3_3$  и  $4_3$ . На горизонтальной плоскости проекции получаем точки  $3_1$  и  $4_1$ .

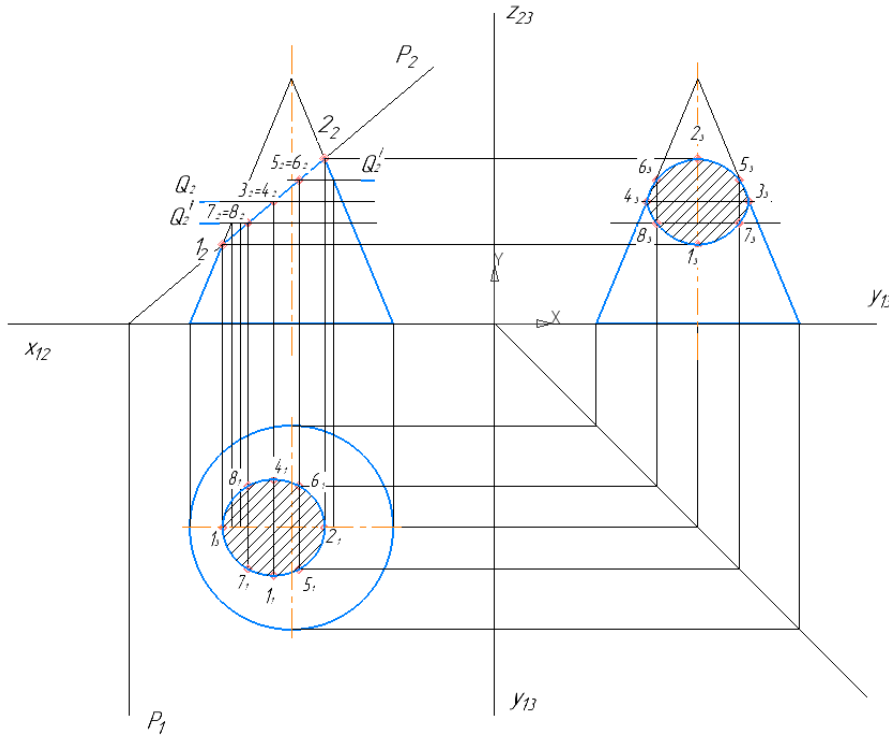
Рисунок 2.8.4

Количество точек, полученных таким образом недостаточно для более точного контура сечения в горизонтальной плоскости. Поэтому необходимо провести вспомогательную плоскость  $Q_2^I$  ниже



точки  $2_2$  и выше точки  $3_2$ . Полученную точку обозначим как  $5_2$  и  $6_2$ . В месте пересечения вспомогательной плоскости с контуром конуса – опускаем линию проекционной связи в горизонтальную плоскость на центровую линию. Выполняем вспомогательную окружность – радиусом от центра окружности до пересечения с нашей прямой. Таким образом, из точки  $5_2$  и  $6_2$  опускаем линию проекционной связи на полученную окружность, в месте пересечения окружности и прямой получаем точки  $5_1$  и  $6_1$ .

Рисунок 2.8.5



Точно так же проводим вспомогательную плоскость  $Q_2^{I I}$  ниже точки  $3_2$  и выше точки  $1_2$  и с ее помощью находим все проекции точек 7 и 8. Теперь у нас уже есть 8 точек, чего вполне достаточно для более-менее точного построения от руки эллипса не очень больших размеров. Если же у вас конус большой, то возможно вам имеет смысл провести еще некоторое количество вспомогательных секущих плоскостей и построить дополнительные точки.

Рисунок 2.8.6

Как и в предыдущей задаче, определяем натуральную величину сечения, методом вращения. За центр вращения принимаем любую точку лежащую на оси  $X_{12}$ .

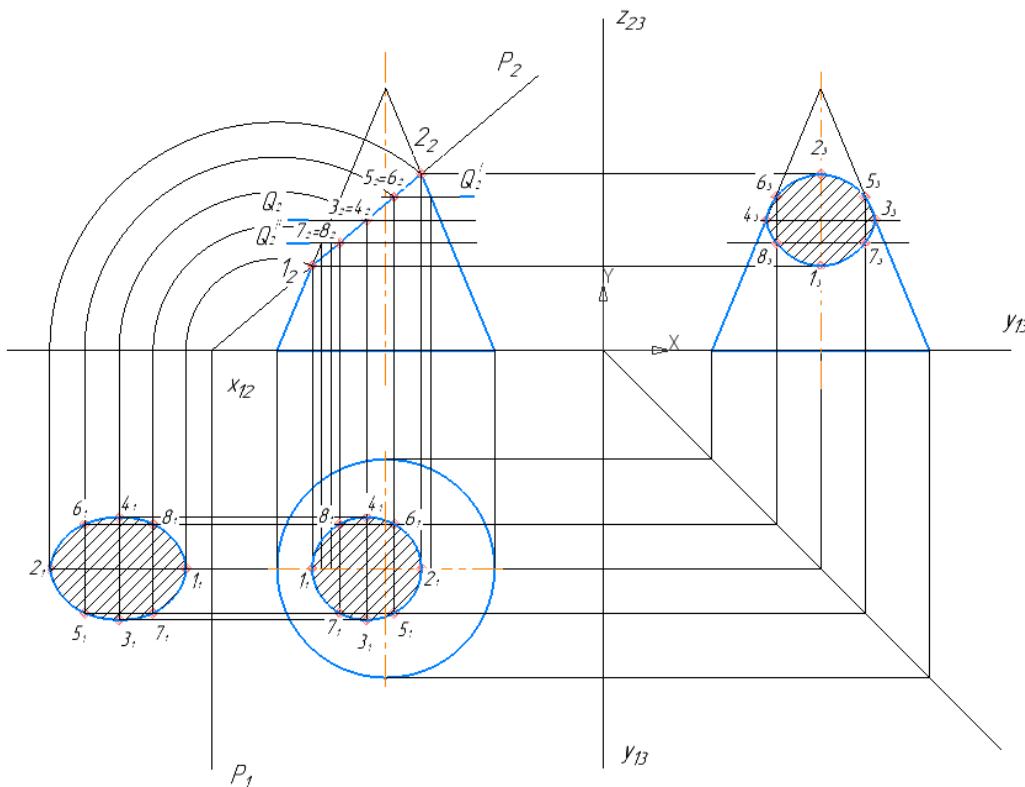


Рисунок 2.8.7

## Исходные данные к решению задачи

№ Варианта	$\phi$	$h$	$a$	$\delta$
1	50	55	37	45
2	55	60	60	30
3	60	65	65	40
4	50	56	56	45
5	56	62	62	30
6	60	65	65	40
7	52	55	55	45
8	55	60	60	35
9	60	70	70	40
10	70	56	56	30
11	55	62	62	35
12	52	65	65	35
13	50	55	55	45
14	56	60	60	30
15	60	70	45	45
16	52	56	38	35
17	55	62	62	40
18	58	75	40	30
19	50	55	37	25
20	56	60	60	35
21	60	65	44	40
22	54	56	38	45
23	55	72	62	40
24	58	65	45	30
25	52	54	46	35

## Раздел III. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

### Тема 3.1 Изображения. Виды основные, дополнительные и местные

Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах для всех отраслей промышленности и строительства устанавливает ГОСТ 2.305 – 68.

Изображения предметов должны выполняться с использованием метода прямоугольного (ортогонального) проецирования. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций.

*При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается.*

**Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а изображениями.**

В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней. Грани совмещают с плоскостью (Рисунок 3.1.1). В результате такого проецирования получают следующие изображения:

1. Вид спереди;
2. Вид сверху;
3. Вид слева;
4. Вид справа;

5. Вид сзади;
6. Вид снизу.

**Изображение на фронтальной плоскости принимается на чертеже в качестве главного.**

**Главный вид должен давать наиболее полное представление о предмете.**

Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, сечения, разрезы.

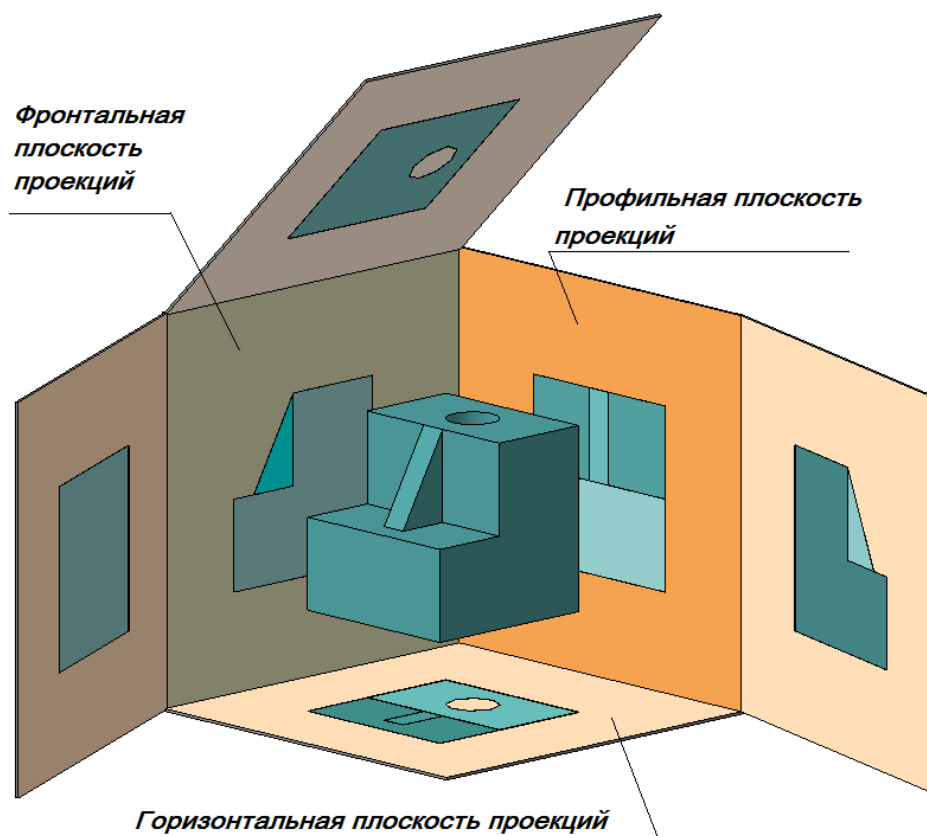
***Вид - изображение видимой части поверхности предмета, обращённой к наблюдателю.***

**Количество видов на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для чтения чертежа.**

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, следует иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено.

Виды разделяются на **основные, местные и дополнительные**. **Основные виды** - изображения получают путем проецирования предмета на плоскости проекций. Всего их шесть, но чаще других для получения информации о предмете используют основные три: горизонтальную  $\pi_1$ , фронтальную  $\pi_2$  и профильную  $\pi_3$  (Рисунок 3.1.1) При таком проецировании получают: вид спереди, вид сверху, вид слева.

Названия видов на чертежах не надписываются, если они расположены в проекционной связи (Рисунок 3.1.1) Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу «А». Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.



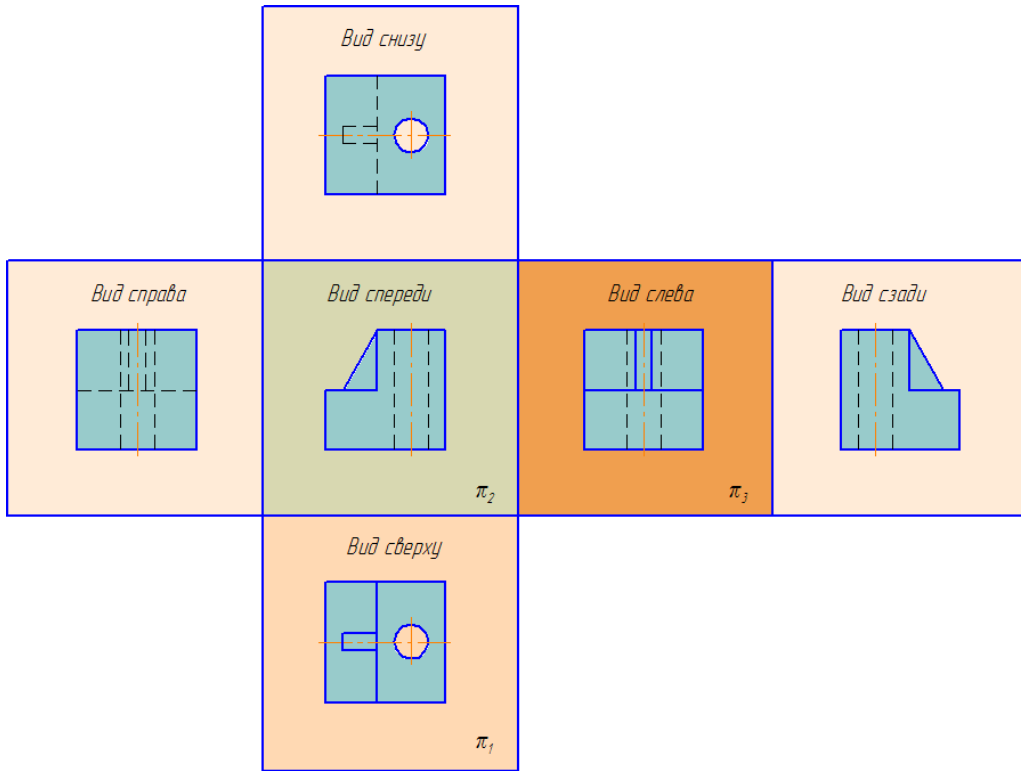
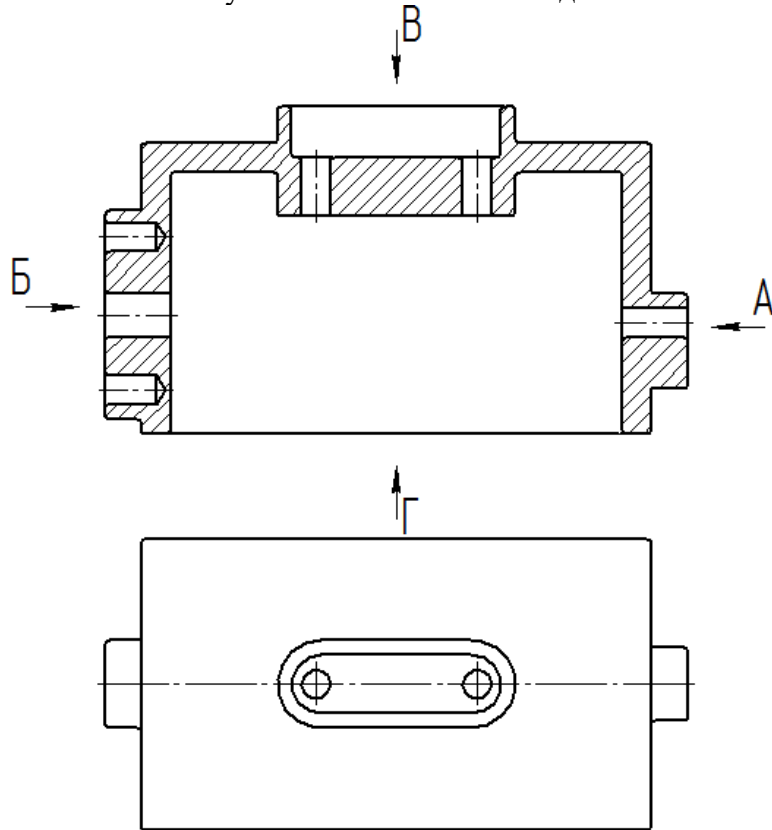


Рисунок 3.1.1- Основные виды





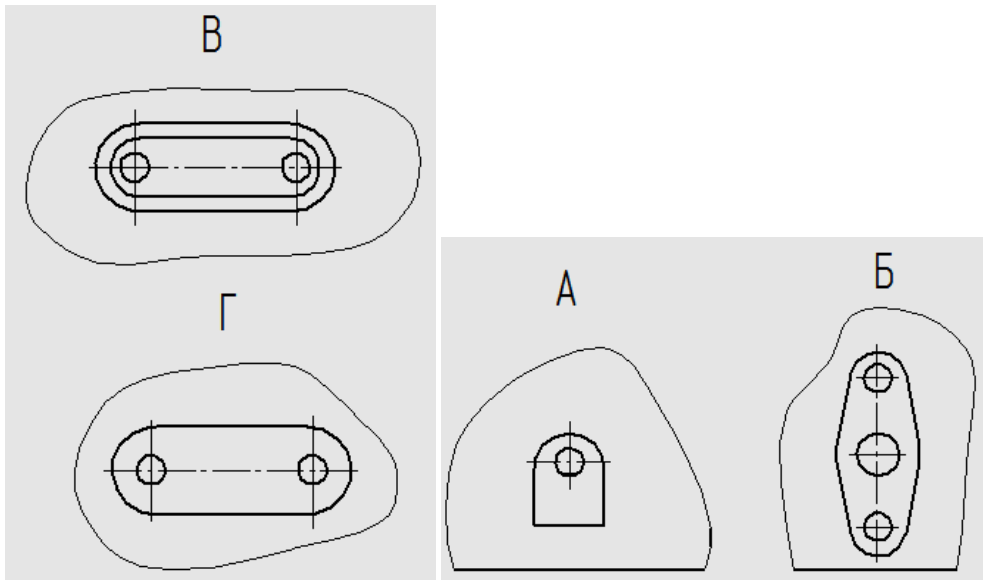
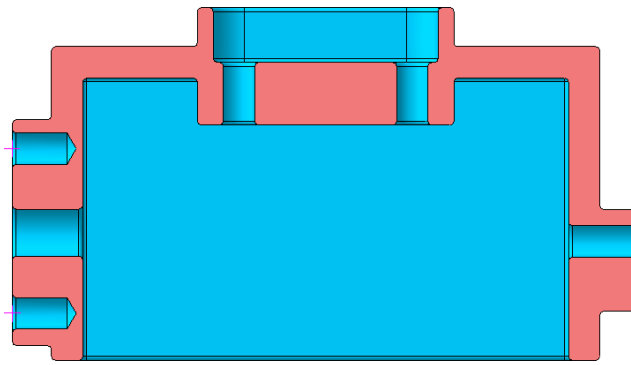



Рисунок 3.1.2 – Местные виды

**Местный вид** - изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций. Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа «А», а у связанного с ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (Рисунок 3.1.2)

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен (Рисунок 3.1.2).

**Дополнительные виды** - изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Дополнительные виды выполняются в тех случаях, если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Дополнительный вид отмечается на чертеже надписью типа «А» (Рисунок 3.1.3, а), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением (Рисунок 3.1.3, а), указывающая направление взгляда.

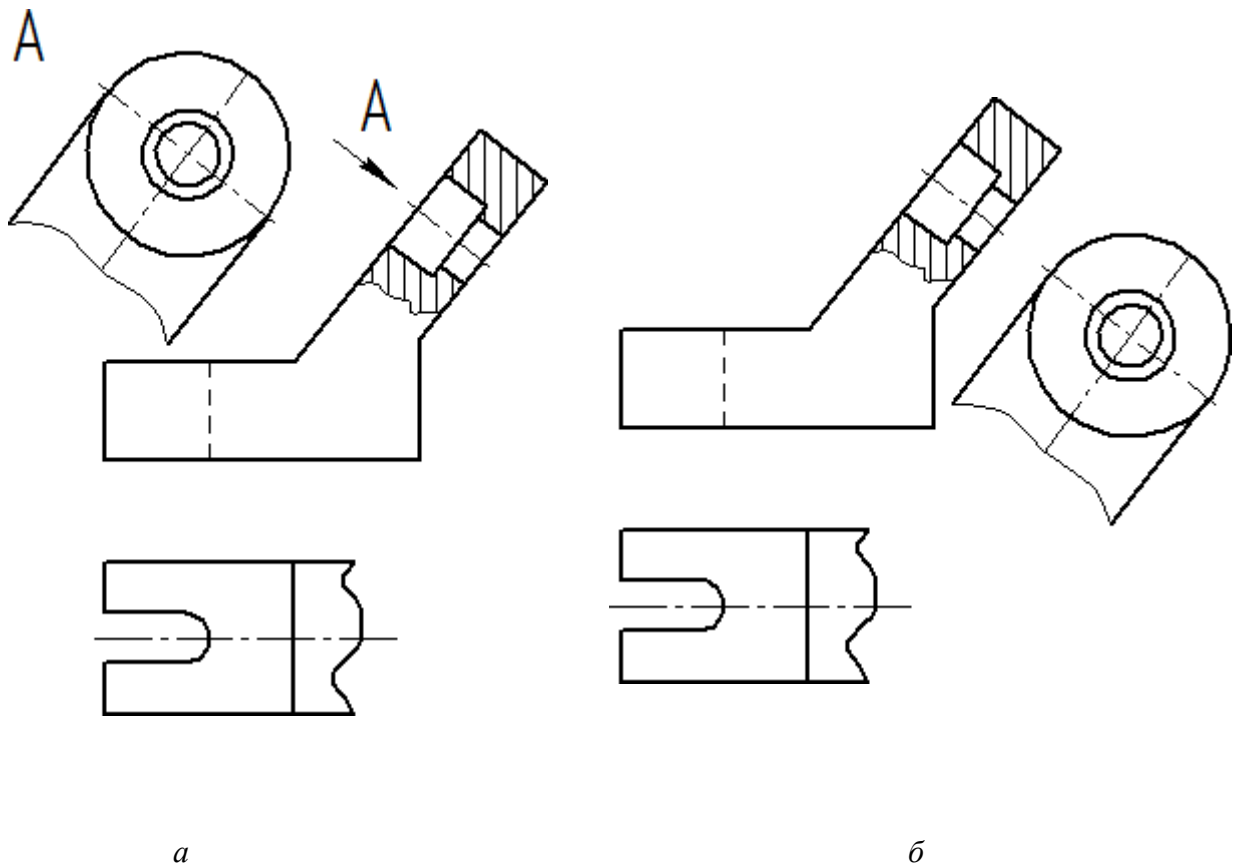
Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (Рисунок 3.1.3, б). Дополнительный вид можно повернуть, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета

на главном изображении. При этом к надписи "А" добавляется знак («Повернуто»  Рисунок 3.1.3, в).

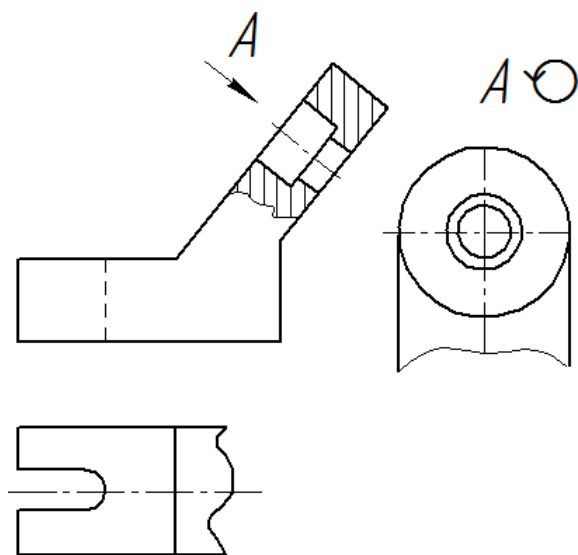
Основные, местные и дополнительные виды служат для изображения формы внешних поверхностей предмета. Удачное их сочетание позволяет избежать штриховых линий или свести их количество до минимума.

Выявление формы внутренних поверхностей предмета при помощи штриховых линий значительно затрудняет чтение чертежа, создает предпосылки для неправильного его толкования, усложняет нанесение размеров и условных обозначений.

Поэтому для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения – разрезы и сечения.



<p><i>Дополнительный вид, выполненный не в проекционной связи с основным изображением.</i></p>	<p><i>Дополнительный вид, выполненный в проекционной связи с основным изображением.</i></p>
--	---



*Дополнительный вид, выполненный не в проекционной связи с основным изображением и повернутый на угол.*

в

Рисунок 3.1.3 – Дополнительные виды

**Домашнее задание: Ответить в карточке на следующие вопросы:**

1. С использованием какого метода должны выполняться изображения предметов на чертеже?
2. Изображения, в зависимости от их содержания на чертеже разделяют на:.....
3. Каким образом определяют главный вид?
4. Как получают основные виды, опишите.
5. Где на чертеже расположен «Вид сверху»?

**Тема 3.2 «КОМПАС-3D», введение в трехмерную графику**

Моделирование тела вращения на примере вала.

Любой процесс моделирования в программе «Компас» начинается с построения эскиза.

*Эскиз представляет собой сечение объемного элемента. Реже эскиз является траекторией перемещения другого эскиза – сечения. Основные требования, предъявляемые к эскизу:*

– Контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.

– Контур в эскизе изображается стилем линии **«Основная»**.

*Под контуром понимается любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединенных линейных графических объектов (отрезков, дуг, сплайнов, ломаных и т.д.).*

**Замечание.** Иногда для построения контура в эскизе (особенно параметрическом) требуются вспомогательные объекты, не входящие в контур. Их можно изображать другими стилями линий; такие объекты не будут учитываться при выполнении операций трехмерного моделирования. Требования к эскизу элемента вращения:

– Ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии **«Осевая»**.

– Ось вращения должна быть одна.

– В эскизе основания детали может быть один или несколько контуров.

– Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым.

– Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты.



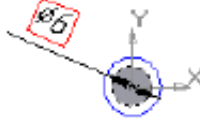

– Если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него.

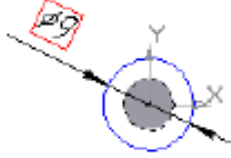

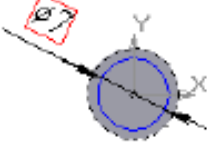

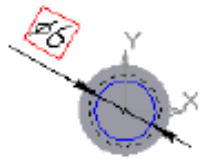
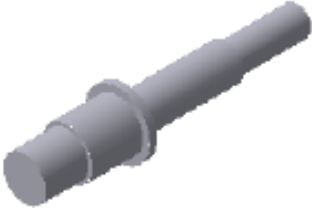
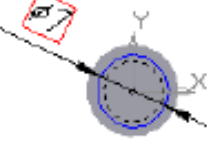

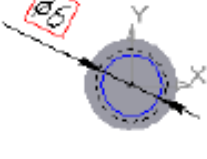

– Допускается один уровень вложенности контуров.

– Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения (отрезок со стилем линии **«Осевая»** или его продолжение).

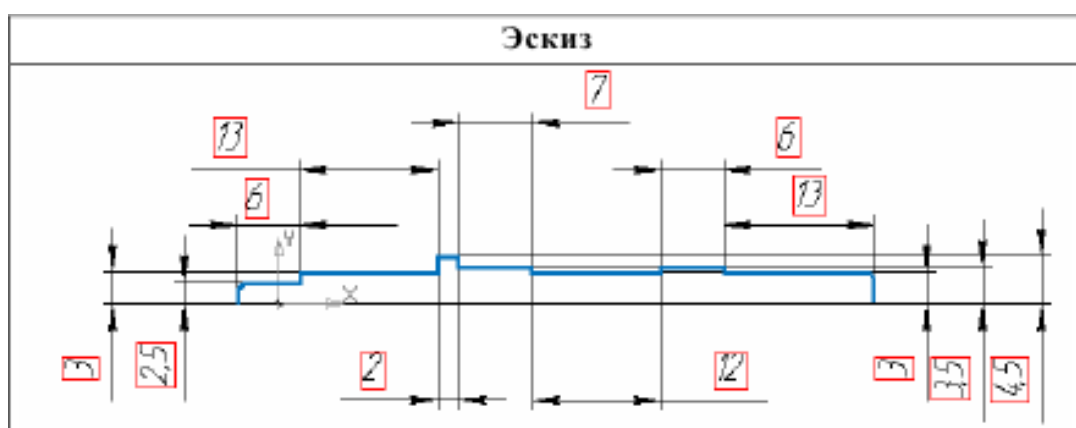
Существует два подхода к моделированию тела вращения.

**Первый** – выдавливание эскиза в виде окружности на определенную величину. Далее приклеивание выдавливанием следующего эскиза, построенного на одной из торцевых поверхностей цилиндра (конуса) и т.д.

Эскиз	Метод	Модель
	Операция выдавливания на 6 мм.	
	Приклеено выдавливанием на 13 мм.	

	<p>Приклеено выдавливанием на 2 мм.</p>	
	<p>Приклеено выдавливанием на 7 мм.</p>	
	<p>Приклеено выдавливанием на 12 мм.</p>	
	<p>Приклеено выдавливанием на 6 мм.</p>	
	<p>Приклеено выдавливанием на 13 мм.</p>	

Второй – более рациональный, вращение нужного профиля будущего тела вращения вокруг определенной оси.

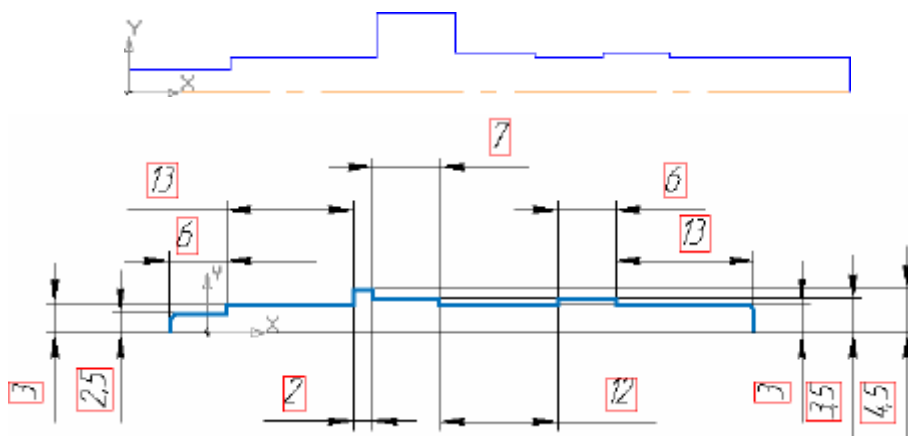


Эскиз 9 Модель

Для нашего примера выбираем второй способ как рациональный.

### Моделирование вала.

1. Один из углов, примыкающих к осевой линии (оси вращения), должен быть привязан к началу координат для последующего удобства работы. Выберите команду «Отрезок» и нарисуйте ось вращения, предварительно изменив стиль линии на «Осевая» на панели свойств.
2. После этого нанесите размеры, определяющие эскиз, выбрав команду Инструментальной панели



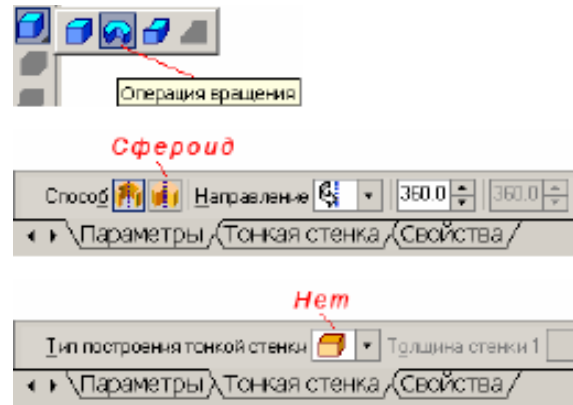
Размеры – Линейный размер. Выйдите из режима построения эскиза, отжав кнопку . 10

3. Используя команду «**Операция вращения**», поверните эскиз вокруг оси. Тонкую рите на панели свойств: на вкладке «**Параметры**» способ «тонкая стенка» выберите – **Нет**.

стенка  
созда



В результате получим модель вала:



Сохраните файл. Проставленные размеры, обведенные на эскизе в прямоугольники,

создают параметрические связи между примитивами. Изменяя значение какого-либо размера, меняется эскиз, данные изменения отразятся и на модели.

**Для примера:**

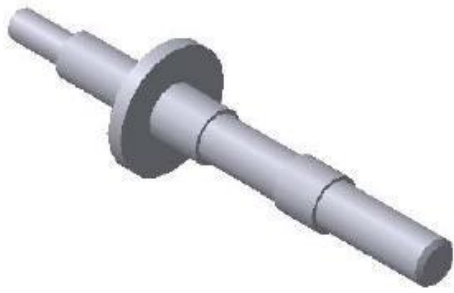
5. Войдите в режим редактирования эскиза. Для этого наведите курсор на операцию вращения в дереве построения и нажмите правую кнопку мыши. Выберите из контекстного меню команду «**Редактировать эскиз**».

6. В качестве эксперимента. Дважды щелкните левой кнопкой мыши на размере **4,5** и измените это значение на **8**. В результате этих действий эскиз должен измениться согласно новым размерам. Выйдите из режима редактирования эскиза, отжав кнопку

7. В результате модель перестроится в зависимости от новых параметров.

**Замечание.** Иногда, скажем, горизонтальные линии, после изменения размеров могут превратиться в наклонные, тем самым изменится нужный нам профиль. Это возможно из-за того, что эскиз строили без привязок, т.е. на примитив не наложено ограничение по положению (в случае привязок, эти ограничения

накладываются автоматически если параметризация включена (Сервис Параметры)).

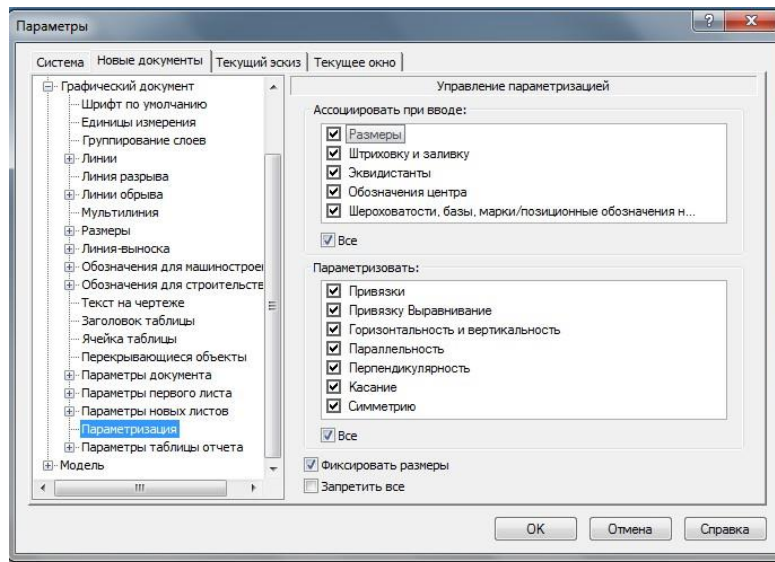


В этом случае необходимо наложить ограничения вручную, принудительно. Для этого войдите в режим

редактирования эскиза, активизируйте Инструментальную панель

Параметризация , выберите нужную команду установки ограничения и последовательно

указывайте объекты, на которые нужно наложить ограничения. (Для нашего примера, выберите при необходимости команду **Горизонталь** или **Вертикаль** и укажите примитив, щелкнув на нем). Для просмотра списка наложенных ограничений на какой-либо примитив, вызовите команду **Показать/удалить** ограничения на Инструментальной панели Параметризации и выделите примитив щелчком мыши. Закройте файл без сохранения.



## Тема 3.4 Разрезы простые и сложные

### План:

1. Разрезы
2. Разрезы простые
3. Разрезы сложные

#### 1. Разрезы

Правила изображения и обозначения разрезов устанавливает стандарт.

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Положение секущей плоскости указываются на чертеже *линией сечения*. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия.



Рисунок 3.4.1

Начальные и конечные штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. Перпендикулярно начальному и конечному штрихам наносят стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки отстоят на 2...3 мм от конца штриха (рис. 3.4.1). У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда с

внешней стороны. Над разрезом располагают надпись по типу А-А.

В зависимости от определенных условий разрезы подразделяют, как показано на картинке ниже.

#### 1. Разрезы простые

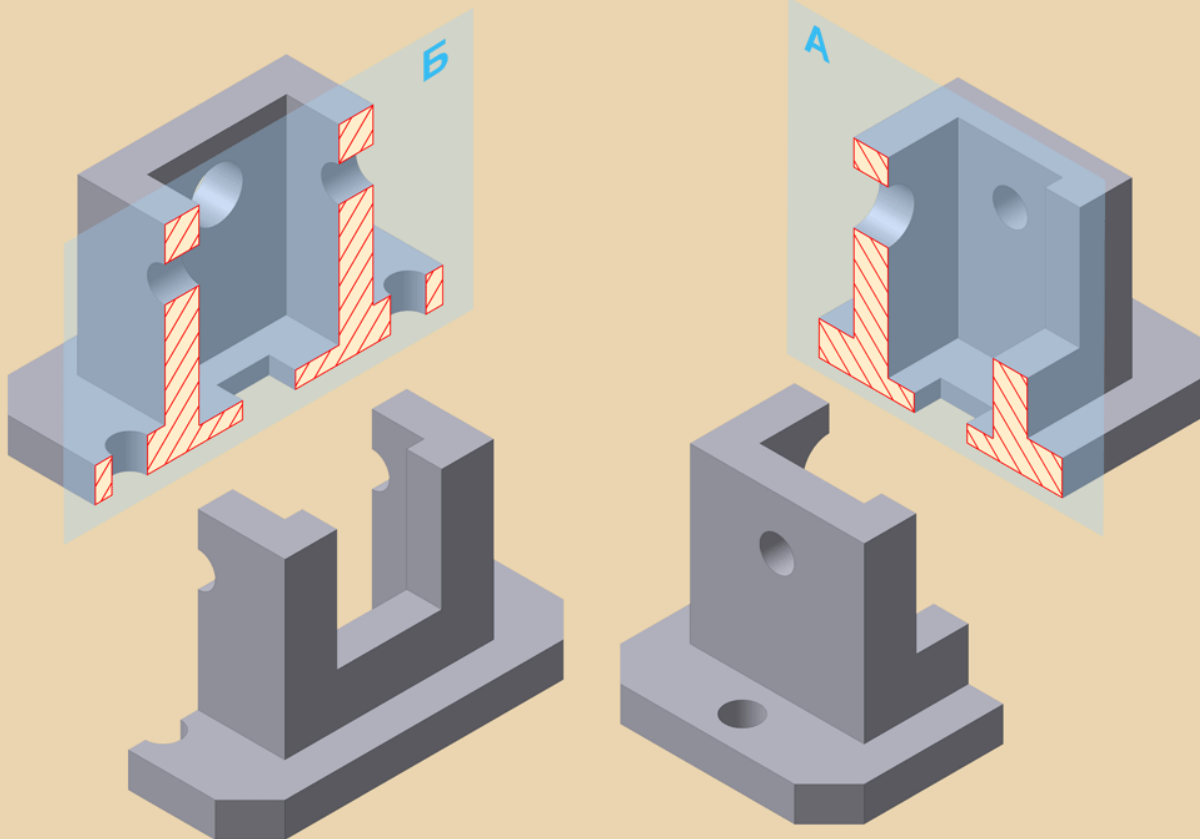
В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы делятся на три типа:

- 1) *горизонтальные* – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- 2) *вертикальные* – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называется *фронтальным* (см. цветную картинку), если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций;
- 3) *наклонные* – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

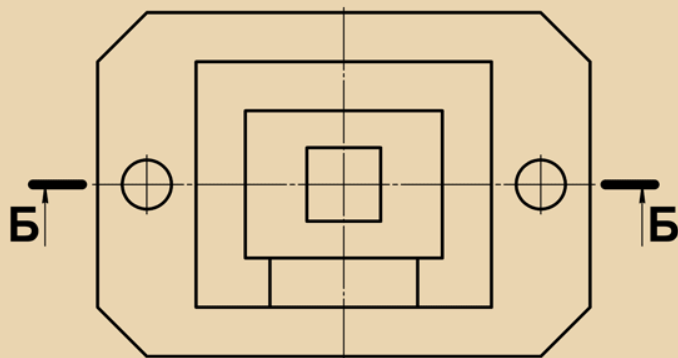
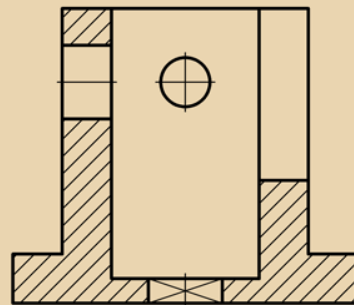
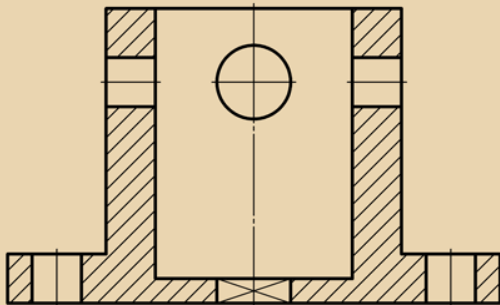


# РАЗРЕЗЫ ПРОСТЫЕ

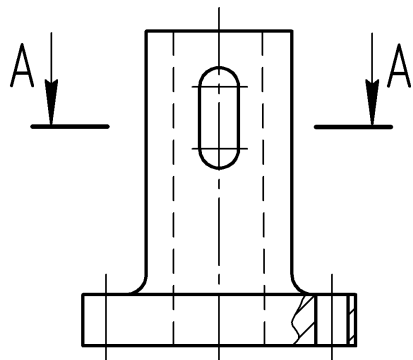
ГОСТ 2.305-68\*



**Б-Б**



**Разрез** - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.



A-A

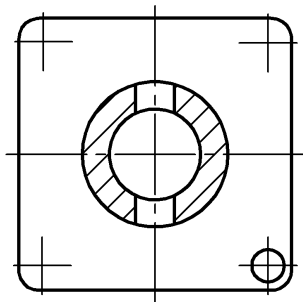


Рисунок 3.4.2

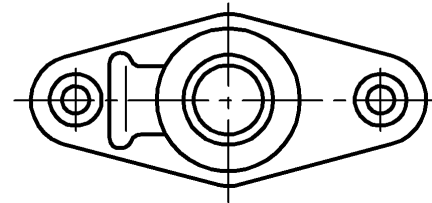
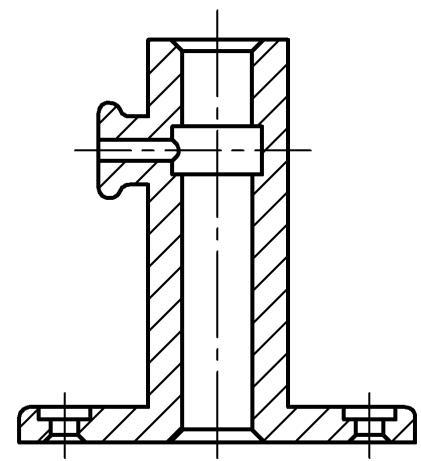


Рисунок 3.4.3

Простой разрез на чертеже не обозначается, если выполняются одновременно два следующих условия:

- 1) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали;
- 2) в проекционной связи на месте основного вида горизонтальный разрез – на месте вида сверху, фронтальный – вида спереди, профильный – вида слева (рис. 3.4.3). Если не выполняется хотя бы одно из этих условий, то разрез обозначается согласно, как показано на рис. 3.4.2.

Наклонный разрез должен строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками. Такой разрез допускается располагать на любом месте чертежа, с поворотом и добавлением к надписи A-A знака (рис. 3.4.4).

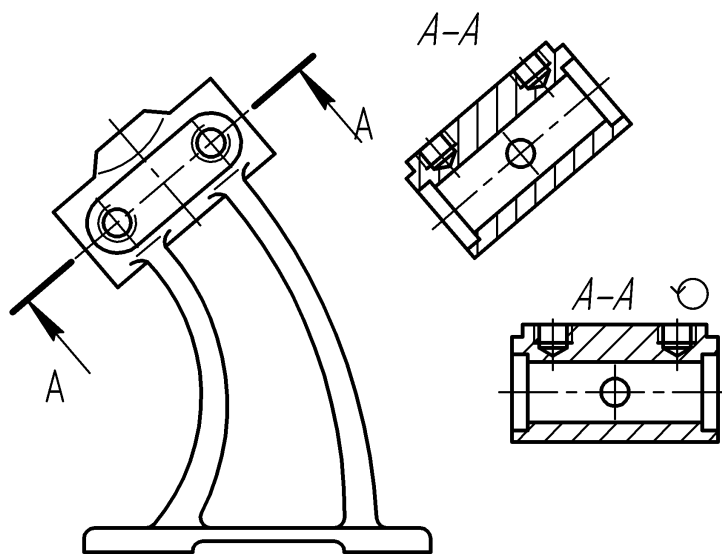
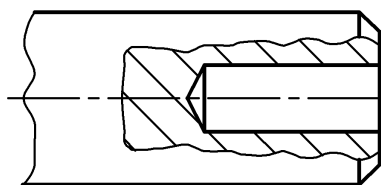


Рисунок 3.4.4



**Местный разрез** – разрез, служащий для выяснения устройства детали в отдельном узкоограниченном месте. Граница местного разреза проводится сплошной волнистой линией.

Рисунок 3.4.5

Рекомендуется, чтобы эта линия не совпадала с линиями контура изображения детали.

Если предмет симметричный, то следует соединять половину вида с половиной соответствующего разреза. Это делается с целью сокращения графической работы и улучшения чтения чертежа. Границей между видом и разрезом служит осевая линия симметрии (рис. 3.4.5).

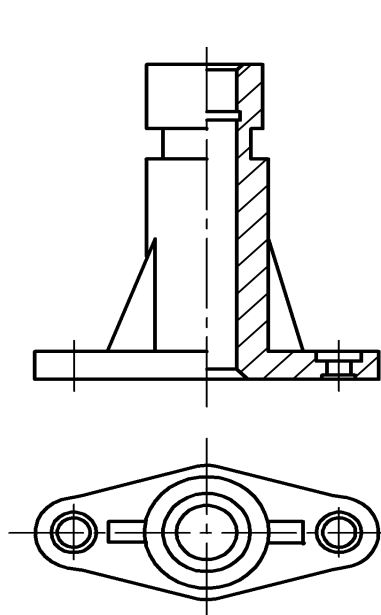


Рисунок 3.4.6

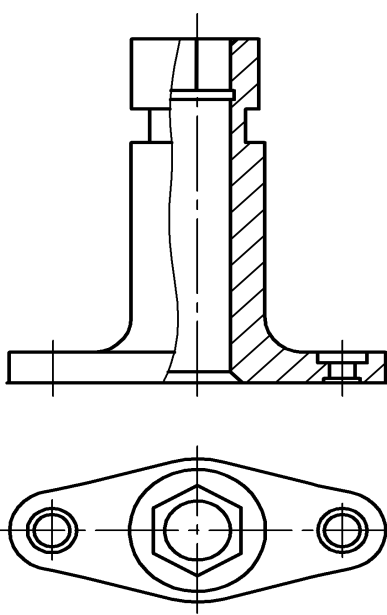


Рисунок 3.4.7

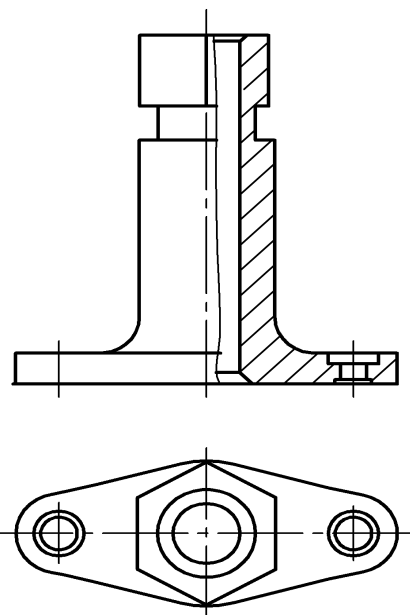


Рисунок 3.4.8

На рис. Рисунок 3.4.6 показана деталь, у которой с осью симметрии на главном изображении совпала проекция внутреннего ребра. В этом случае соединяют меньшую часть вида с большей частью соответствующего разреза, а границей между ними служит сплошная волнистая линия (толщина ее  $S/2-S/3$ ). Если с осью симметрии совпадает наружное ребро, то соединяют большую часть вида с меньшей частью соответствующего разреза (рис. 3.4.8).

### 3. Разрезы сложные

#### 3.1. Ступенчатые разрезы

Сложный разрез называется **ступенчатым**, если секущие плоскости параллельны (например, ступенчатый горизонтальный разрез А-А, рис. 3.4.9; ступенчатый фронтальный разрез Б-Б, рис. 3.4.10).

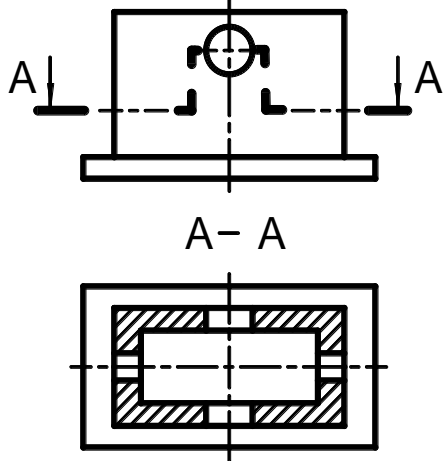


Рисунок 3.4.9

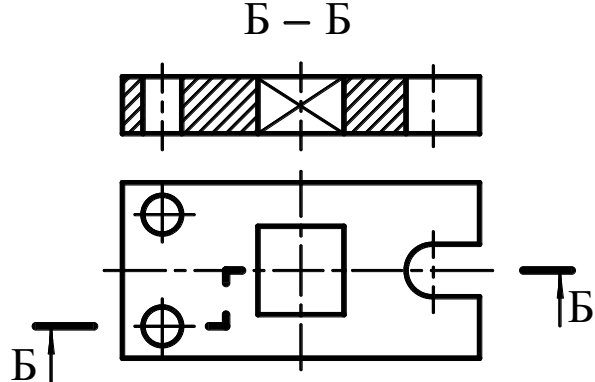


Рисунок 3.4.10

### 3.2. Ломаные разрезы

Сложный разрез называют **ломаным**, если секущие плоскости пересекаются (например, разрез А-А, рис. 3.4.11)

При ломаных разрезах секущие плоскости условно разворачивают до совмещения в одну плоскость. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (на рис. 3.4.11 разрез А-А помещен на месте вида слева).

При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей для ломаных разрезов (рис. 3.4.11 или у мест перехода от одной секущей плоскости к другой для ступенчатых разрезов (рис. 3.4.9 и 3.4.10).

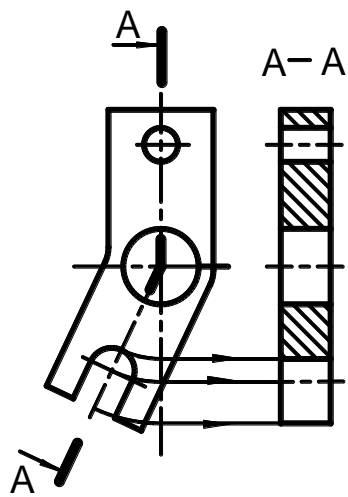
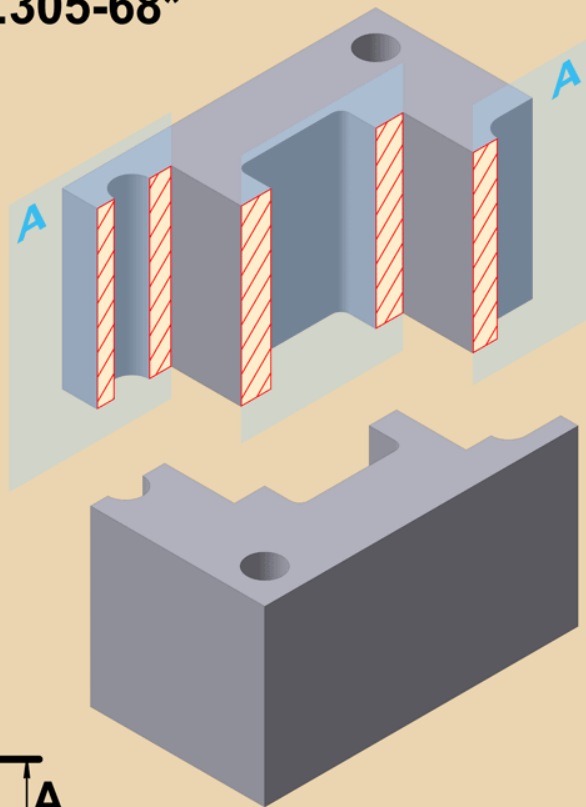
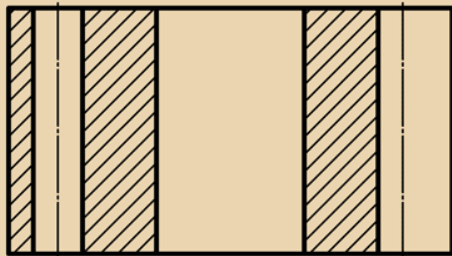


Рисунок 3.4.11

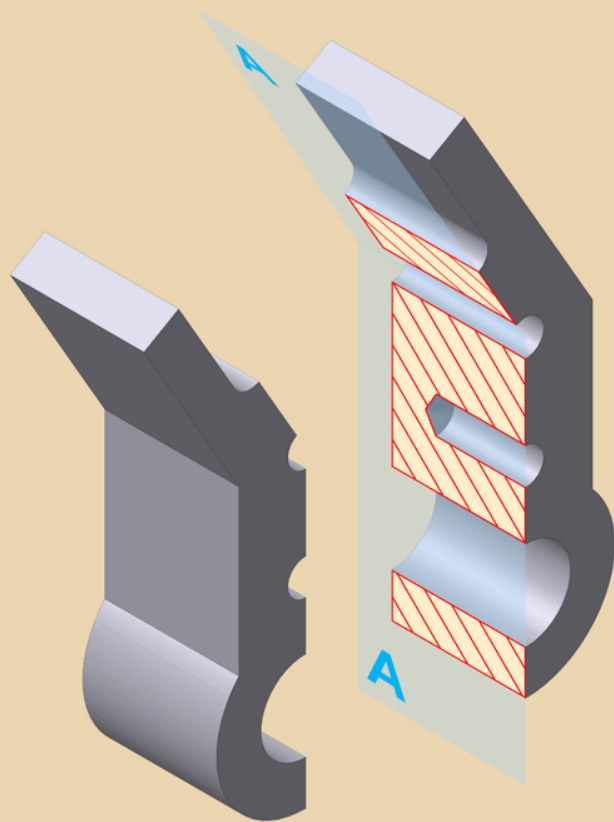
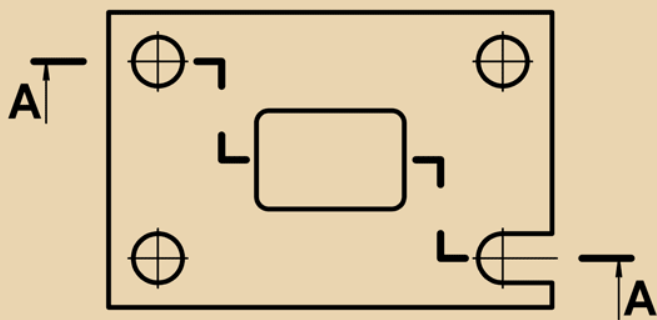
# РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ

ГОСТ 2.305-68\*

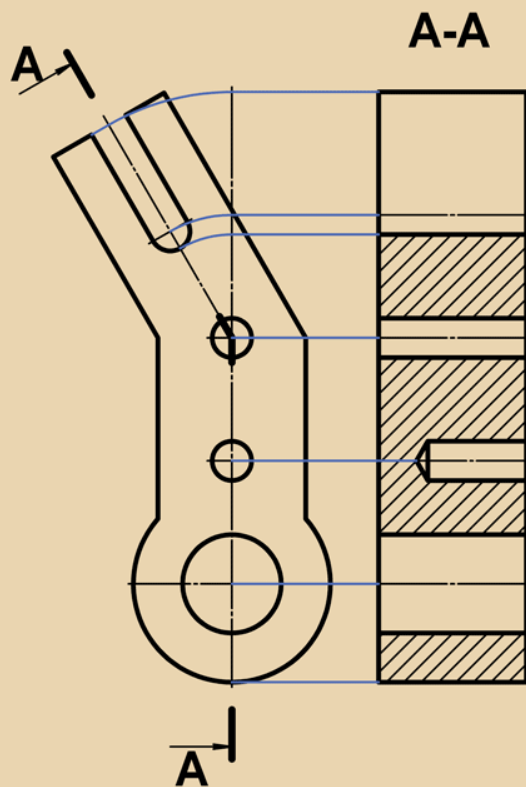
A-A



РАЗРЕЗ СТУПЕНЧАТЫЙ



РАЗРЕЗ ЛОМАНЫЙ



## Вопросы для самопроверки

1. Каким ГОСТом регламентируются виды, разрезы и сечения?
2. Дайте определение понятию «сечение».
3. Что такое вынесенные сечения?
4. Как обозначаются сечения на чертеже? Как выделяются?
5. Что такое «разрез»?
6. Приведите классификацию разрезов.
7. Как отличить разрез от вида?
8. Как выполняются простые разрезы?
9. Как выполняются сложные разрезы?
10. Как обозначаются разрезы на чертеже? Как выделяются?
11. Как располагают разрезы на чертежах?

## Тема 3.6 Разъемные и неразъемные соединения

### *Разъемные соединения.*

В любом изделии детали, из которых оно состоит, соединены и взаимодействуют между собой. Они перемещаются относительно друг друга, вращаются одна в другой, накрутены одна на другую и выполняют определенную функцию. Существует группа деталей, с помощью которых осуществляют соединение отдельных частей изделия, их установку относительно друг друга в заданном положении, предотвращают детали от проворачивания, самоотвинчивания. *К таким деталям относятся крепежные резьбовые изделия, штифты, шпильки, шпонки, заклепки.* С помощью этих деталей можно осуществить разъемное или неразъемное соединение частей изделия.

**Разъемным соединением** является соединение, которое можно многократно разбирать на отдельные части (детали) и снова собирать их без разрушения самих деталей и связующих их элементов.

*К разъемным соединениям относятся: резьбовые соединения, соединения с применением штифтов, шпоночные соединения, а также зубчатые (шлицевые) соединения.*

**Неразъемное соединение** разборке не подлежит, так как или одна из деталей, или связующий их элемент при этом разрушаются. *К ним относятся соединения сварные, паяные, клепаные.*

### **Резьбовые соединения.**

Одним из распространенных в технике разъемных соединений является соединение с помощью резьбовых крепежных деталей: гаек, болтов, винтов и шпилек. Технические требования к этим деталям устанавливает ГОСТ 1759—70. Он устанавливает виды и обозначения покрытий, классы прочности, обозначение групп, определяющих их механические свойства, а также их условное обозначение.

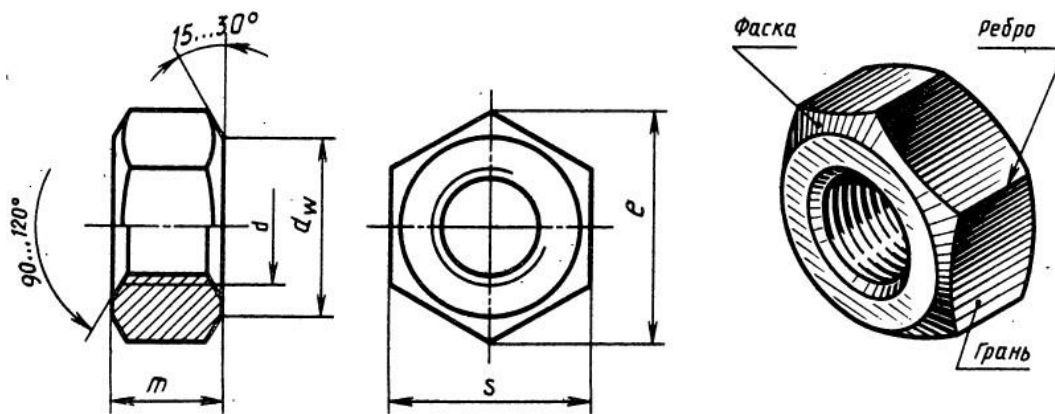
Условное обозначение должно содержать: наименование детали, вид ее исполнения, диаметр резьбы, мелкий шаг резьбы (метрической), обозначение поля допуска резьбы, длину детали (кроме гаек), класс прочности или группу указания о применении спокойной стали, обозначение вида покрытия, толщины покрытия, номер размерного стандарта (ГОСТ).

*На учебных чертежах ограничиваются упрощенным обозначением крепежных изделий по типу: Болт М8х40 ГОСТ7805—70 и т. п.*

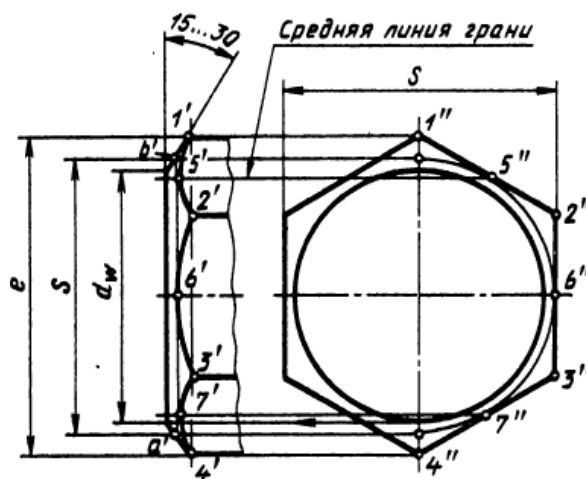
**Гайка** — крепежное изделие (деталь) с резьбовым отверстием, навинчивающееся на стержни с такой же резьбой для прижима какой-либо детали, находящейся на этом же стержне. Гайки могут быть круглыми, квадратными, шестигранными.

В технике широкое применение получили шестигранные гайки. ГОСТ предусматривает изготовление шестигранных гаек нормальной высоты, а также низких, высоких, прорезных, корончатых, нормальной и повышенной точности.

На рис. 1 показана шестигранная гайка нормальной точности по ГОСТ 5915—70 (СТ СЭВ 3683—82) (исполнения 1). В исполнении 2 гайка выполняется с одной фаской. Внутренняя фаска на гайке выполняется под углом до  $120^\circ$ . Наружная фаска на гайке снимается под углом  $15...30^\circ$ .



В пересечении поверхности фаски с гранями гайки получаются гиперболы. При выполнении чертежа гайки их заменяют дугами окружности. Для построения фаски на торце гайки откладывают размер  $d = 0.95s$ . Из концов построенного отрезка проводят образующие конуса фаски под углом  $15...30^\circ$  к торцу гайки.

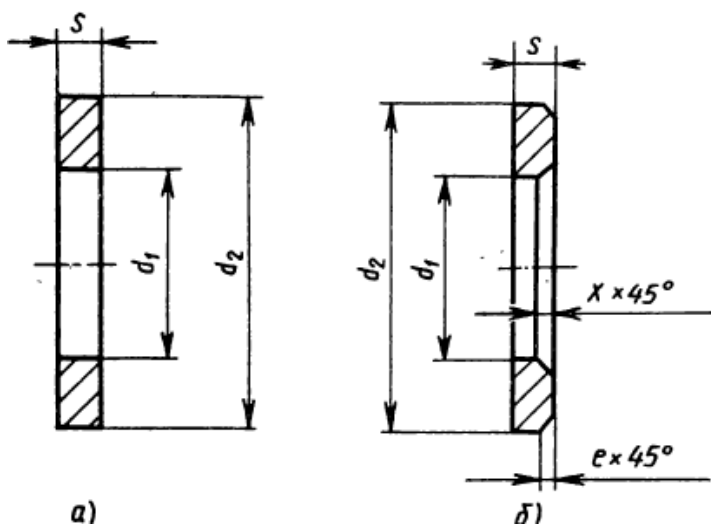


На чертежах, по которым детали не изготавливаются (сборочные чертежи и т.п.), гайки вычерчивают упрощенно и фаски не показывают. Форма и размеры гайки полностью определяются записью в ее условном обозначении.

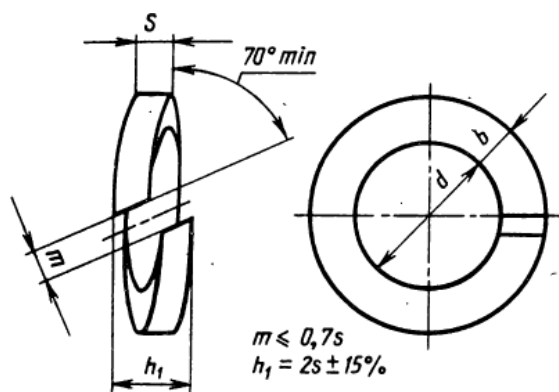
Для учебных чертежей можно ограничиться упрощенным обозначением, например. Гайка M20 ГОСТ 5925—70.

**Шайба** — деталь, имеющая форму диска с отверстием без резьбы. Ее нельзя отнести к резьбовым изделиям, но целесообразно рассматривать ее форму и размеры вместе с резьбовыми изделиями, так как шайба применяется обычно с болтом, гайкой и шпилькой. Ее устанавливают под гайку для того, чтобы предотвратить повреждение поверхности соединяемых деталей.

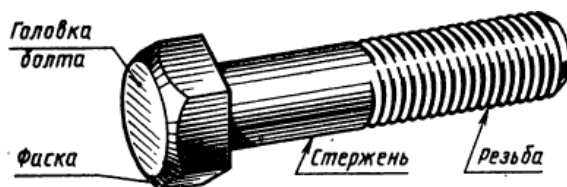
ГОСТ предусматривает изготовление нормальных, увеличенных и уменьшенных шайб в двух исполнениях: исполнение 1 — без фаски и исполнение 2 — с фаской.



На рис. показана пружинная шайба по ГОСТ 6402—70. Такие шайбы используют, чтобы предотвратить самоотвинчивание гайки при вибрации деталей во время работы. Их устанавливают так, как показано на рис. Пружинные шайбы изготавливают четырех типов: легкие, нормальные, тяжелые и особо тяжелые.



**Болт** — это резьбовое крепежное изделие, представляющее собой стержень с головкой с одной стороны и резьбовой частью с другой стороны. Наиболее распространенными являются болты с шестигранной головкой (рис.).

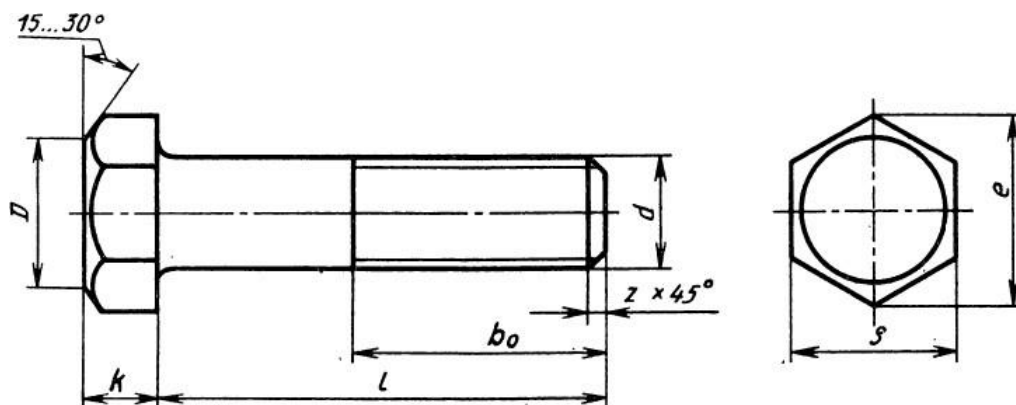




Размеры  $S$  и  $e$  (рис.) в зависимости от диаметра болта  $d$  берут такие же, как и для гайки (табличные данные). Высота головки болта  $k$  несколько меньше, чем высота гайки.

Фаски на головке болта снимаются только с внешнего торца и вычерчиваются так же, как на гайке. Болты выпускаются нормальной, повышенной и грубой точности, с шестигранными, квадратными и другими головками.

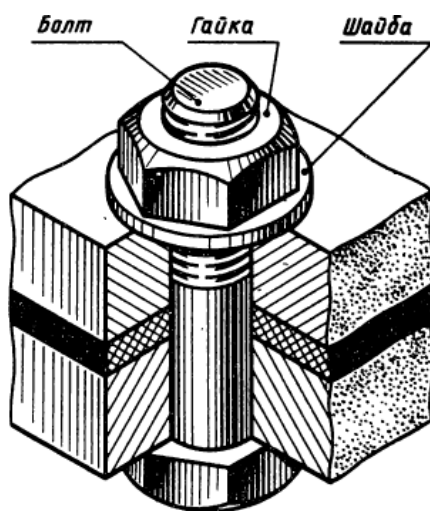
На рис. показан болт с шестигранной головкой, нормальной точности по ГОСТ 7798-70. Длина стержня  $l$  — рабочая длина. Она получается расчетом и уточняется по таблице ГОСТа. Длина нарезанной части болта  $b$  также определена ГОСТом.



Соединение болтом — одно из наиболее распространенных соединений деталей. Такое соединение осуществляется с помощью болта, гайки и шайбы (рис.). Диаметр болта  $d$  определяется конструкторскими расчетами. Отверстия в соединяемых деталях для прохода болта сквозные. Диаметр  $d_1$  берется по ГОСТ 11284—75.

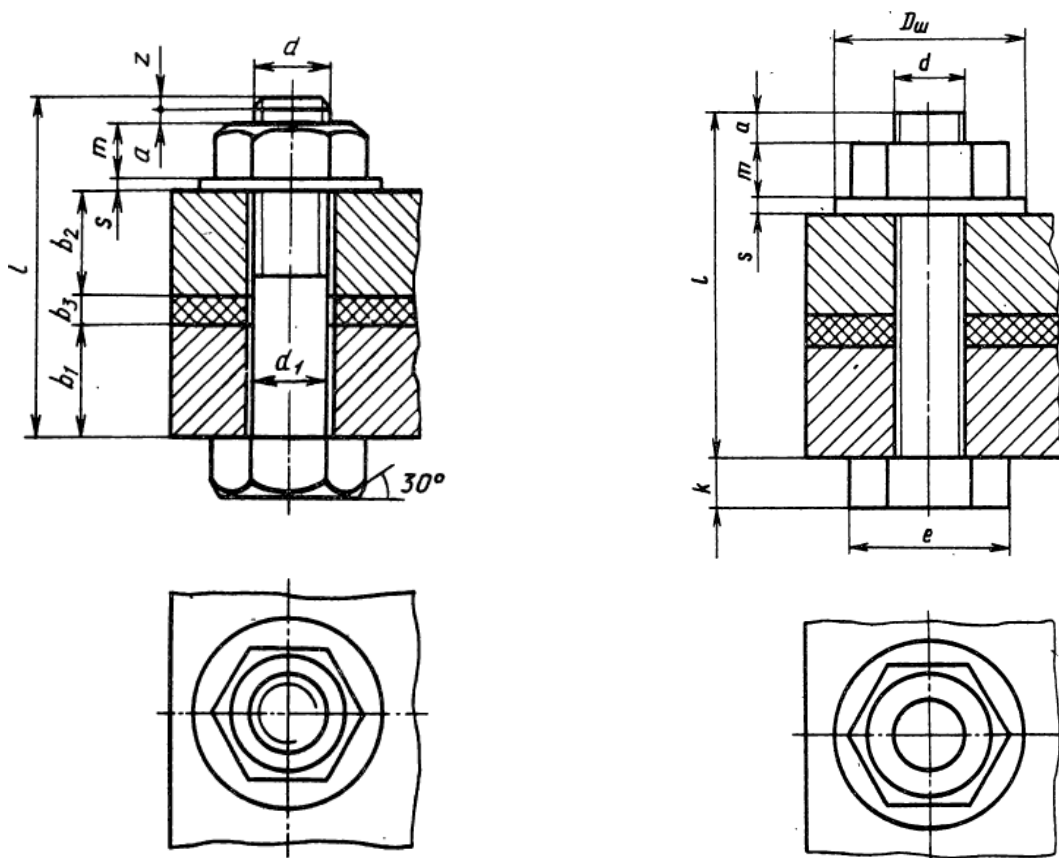
Длину стержня болта  $l$  определяют в зависимости от толщины соединяемых деталей, толщины шайбы  $s$ , высоты гайки  $m$ , длины конца болта, выступающего над гайкой  $a$ , и высоты фаски  $z$ .

Полученную величину сравнивают с длинами болтов по таблице ГОСТ 7798—70 и берут ближайшее значение, так же определяют длину нарезанной части болта  $b$ .



На рис. показано соединение болтом двух фланцев и прокладки. Болты, гайки и шайбы на продольном разрезе показываются неразрезанными. Головку болта и гайку на главном виде изображают так, чтобы было видно три грани. На рис., показано упрощенное изображение соединения болтом.

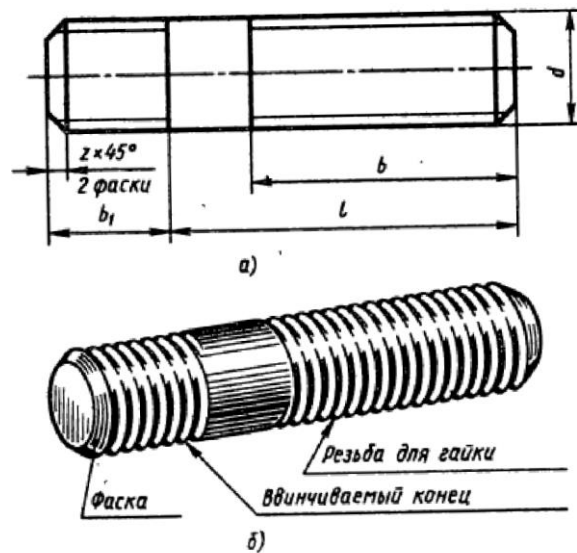
На учебных чертежах общего вида и сборочных чертежах целесообразно применять конструктивное изображение этого соединения, упрощая лишь изображение гайки и головки болта, т. е. не показывая на них фаску. Упрощенное изображение соединения болтом рекомендуется вычерчивать по условным соотношениям размеров (см. рис.) в зависимости от заданного диаметра болта ( $d$ ).



**Шпилька** — крепежное изделие, представляющее собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Один конец шпильки ввинчивается в отверстие одной из деталей, а на другой конец навинчивается гайка.

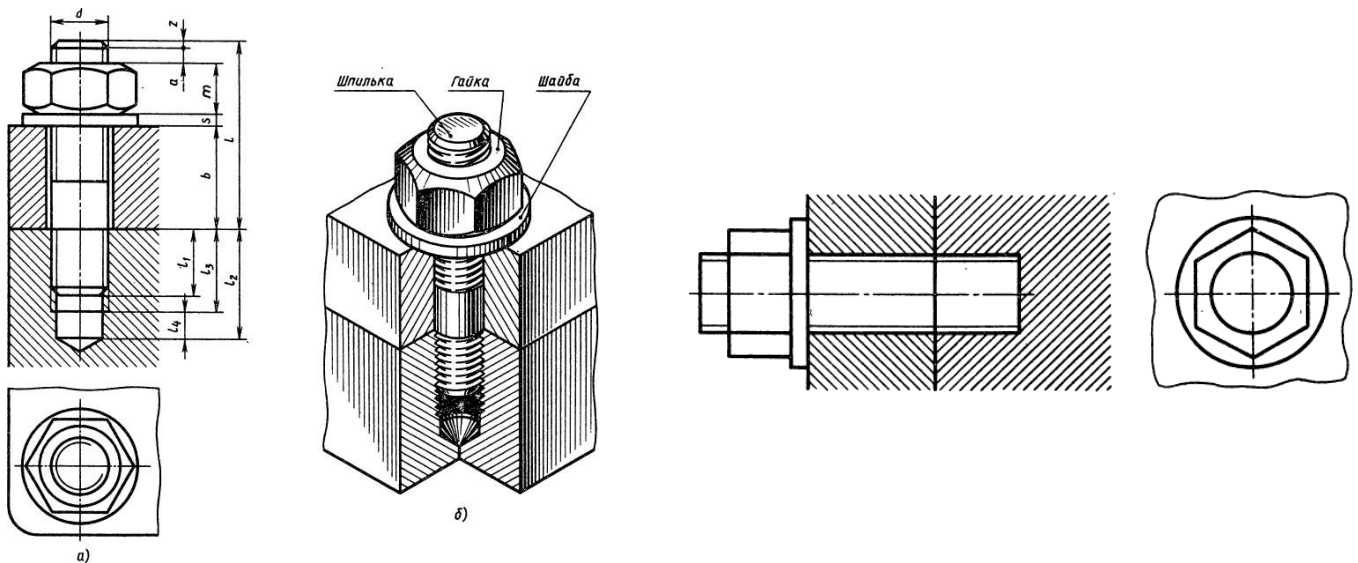
Размер  $b$  выбирают по ГОСТу. Длина ввинчиваемого конца ( $b1$ ) шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается.

На учебных чертежах при обозначении шпильки ограничиваются значением диаметра, рабочей длины шпильки ( $l$ ) и номером ГОСТа. Например: Шпилька М20х100 ГОСТ 22032—76.



Соединение деталей шпилькой применяют тогда, когда в одной из соединяемых деталей связи с ее конструктивными особенностями нельзя или нецелесообразно сверлить сквозное отверстие. В простое соединение шпилькой входят шпилька, шайба и гайка (рис.).

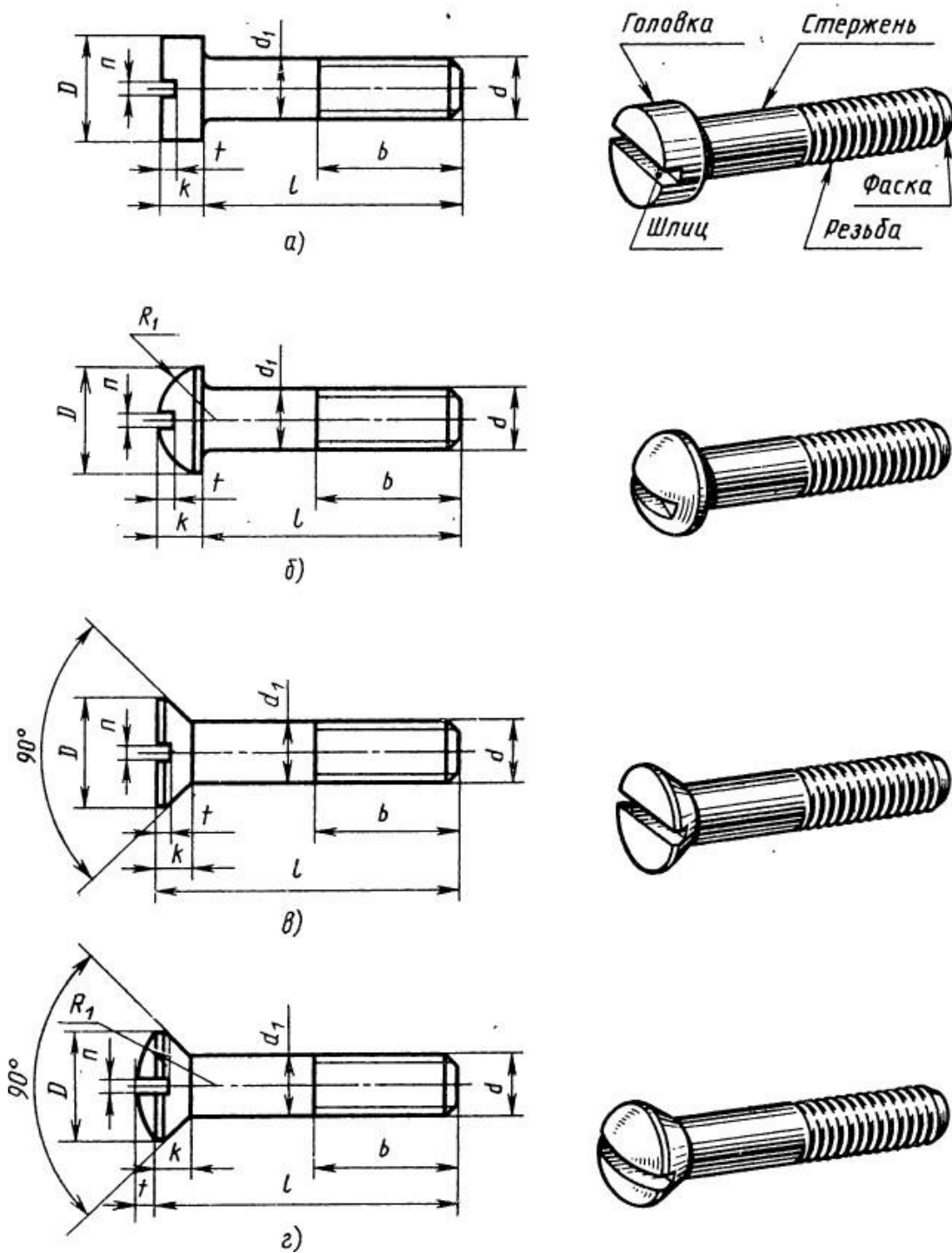
Диаметр шпильки  $d$  определяется конструкторскими расчетами, рабочая длина  $l$  рассчитывается и изображается так же, как рабочий конец болта с шайбой и гайкой (рис.). Шпилька изображается ввернутой в отверстие на всю длину ввинчиваемого конца. На рисунке показано упрощенное изображение шпилечного соединения по ГОСТ 2.315—68.



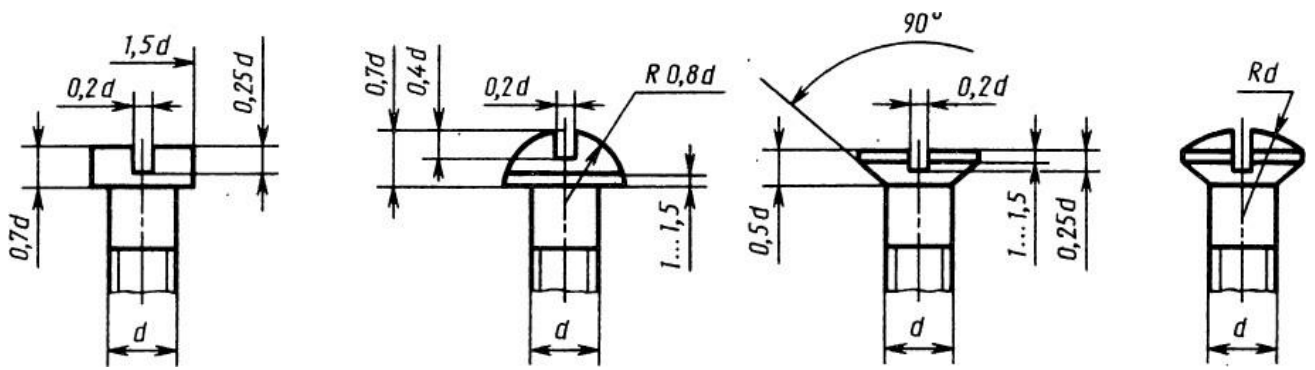
**Винт** — это резьбовое крепежное изделие, представляющее собой цилиндрический стержень, на одном конце которого нарезана резьба, а на другом имеется головка.

Винты делятся на крепежные и установочные. Они имеют разные головки (установочные винты могут не иметь головку) и разные концы. Винты изготовляют нормальной и повышенной точности. Обозначаются винты так же, как и все крепежные детали. На учебных чертежах указывают диаметр винта  $d$ , его длину  $l$  и ГОСТ. Например: Винт М5х50 ГОСТ 2492—80.

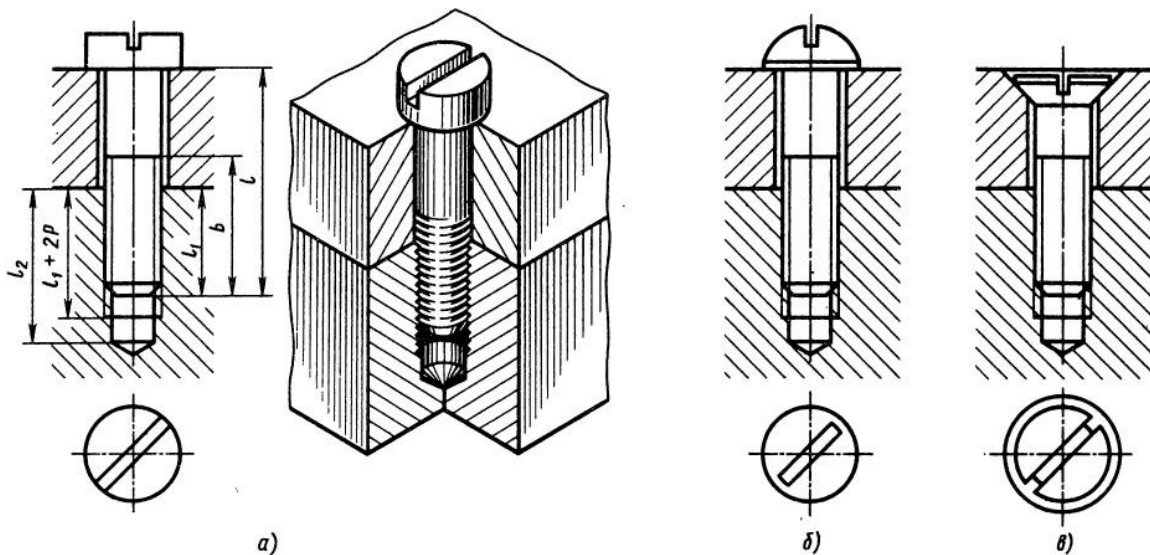
На рис., показан винт с цилиндрической головкой исполнения 1 по ГОСТ 1491—80. Формы и размеры крепежных винтов с полукруглой головкой (рис., б) устанавливает ГОСТ 17473—80, с потайной головкой (рис., в) — ГОСТ 17475—80, с полупотайной головкой (рис., г) — ГОСТ 17474—80. В исполнении 2 эти винты выполняют с крестообразными шлицами.



При вычерчивании соединений деталей винтами их головки можно выполнять по условным соотношениям размеров (рис.) в зависимости от  $d$ .



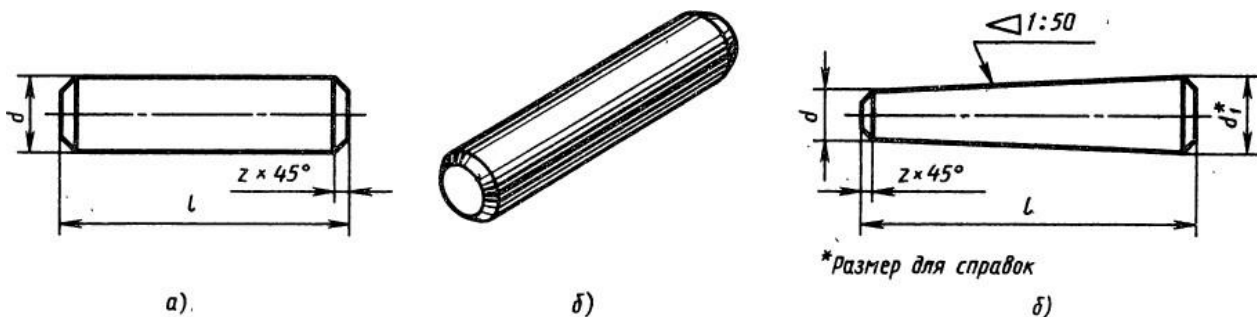
Соединение деталей винтом осуществляют, ввинчивая винт в одну из деталей и прижимая к ней тем самым другую деталь, имеющую сквозное отверстие без резьбы; через которое проходит винт. Диаметр этого отверстия несколько больше, чем диаметр винта, что обеспечивает свободный проход винта. Шлицы винтов, изображенных в соединении, принято показывать условно, независимо от действительного положения (на виде сверху — под углом  $45^\circ$  к рамке чертежа, в плоскости, параллельной оси винта, — по оси). Если наклоненная центровая линия совпадает с линиями шлица, то линии шлица проводят под углом  $45^\circ$  к центральной линии.



### Не резьбовые соединения.

Наряду с крепежными резьбовыми изделиями при различных соединениях деталей в качестве соединительных элементов используют штифты, шпильки, шпонки.

**Штифт** — это стержень круглого сечения, имеющий цилиндрическую (рис.) или коническую (конусность 1:50) форму.



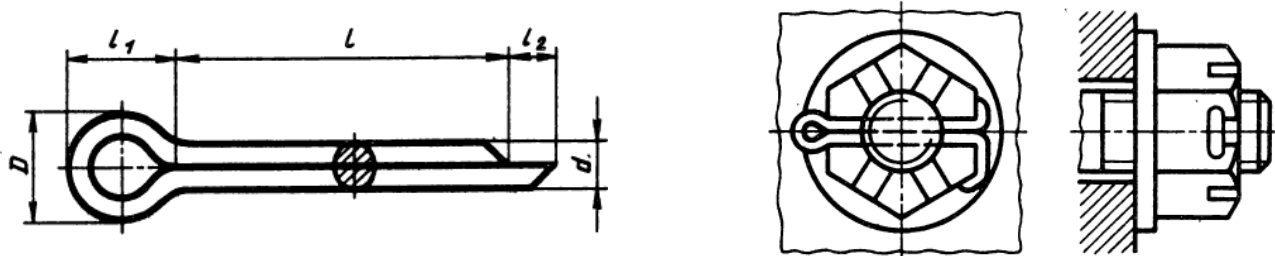
Соединение деталей штифтом применяют в тех случаях, когда нужно передать осевое усилие или крутящий момент от одной цилиндрической детали к другой. Часто штифты применяют вместе с винтами. В этом случае с помощью цилиндрического штифта фиксируют точную установку одной детали относительно другой, а прижатие деталей осуществляется винтом. Так крепят различные направляющие, кондукторные плиты.

Соединения штифтом показывают обычно на разрезе (рис.) или в сечении. Штифт изображают на разрезах неразрезанным.

**Шплинты** — это крепежные детали, которые применяют для предотвращения соскальзывания деталей, надетых на вал или ось, и самоотвинчивания гаек.

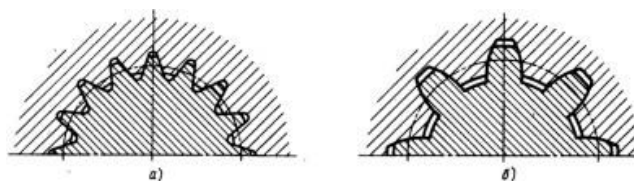
Шплинт применяют со специальными прорезными или корончатыми гайками, болтами или шпильками, имеющими на конце специальное отверстие под шплинт. Шплинты изготовляют из мягкой стали. После установки шплинта его концы разводят.

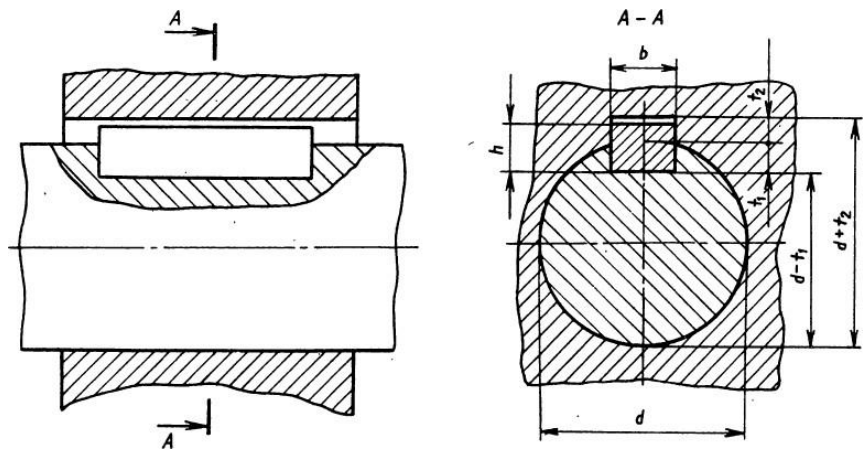
**Шпонка** — это деталь, устанавливаемая в специальный паз вала таким образом, что часть ее



выступает над поверхностью вала и входит в углубление (паз) соединяемой с валом детали. С помощью шпонок закрепляют на валах шкивы, шестерни, муфты, рычаги, предотвращая их проворачивание.

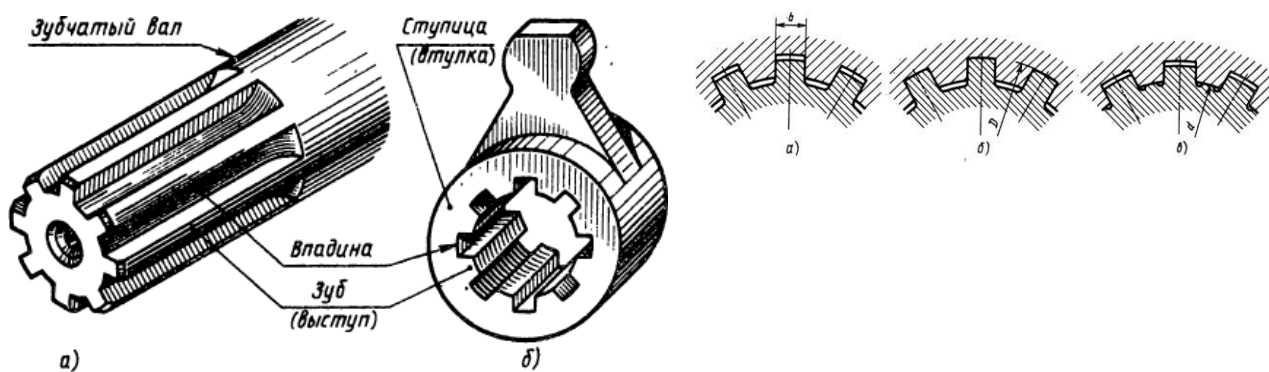
Размеры сечения шпонки и глубину паза выбирают в зависимости от диаметра вала. На изображении шпоночного соединения в продольном разрезе вала шпоночный паз выявляют местным разрезом, так как вал обычно показывают нерассеченным (см. рис.). Шпонки в продольном разрезе также показывают нерассеченными.





**Шлицевое соединение** осуществляется с помощью зубьев (выступов) на одной детали и впадин на другой. Это соединение, так же как и шпоночное, позволяет передавать крутящий момент.

Передавая вращательное движение с вала на втулку или ступицу и наоборот, шлицевые соединения способны выдержать значительно большие нагрузки, чем шпоночные, так как каждый зуб шлицев ого соединения, входя во впадину ступицы, работает как шпонка, выполненная непосредственно на валу, и является единым целым с валом.



**Неразъемные соединения.**

**Соединение сваркой**, как способ неразъемного соединения деталей, получило широкое применение.

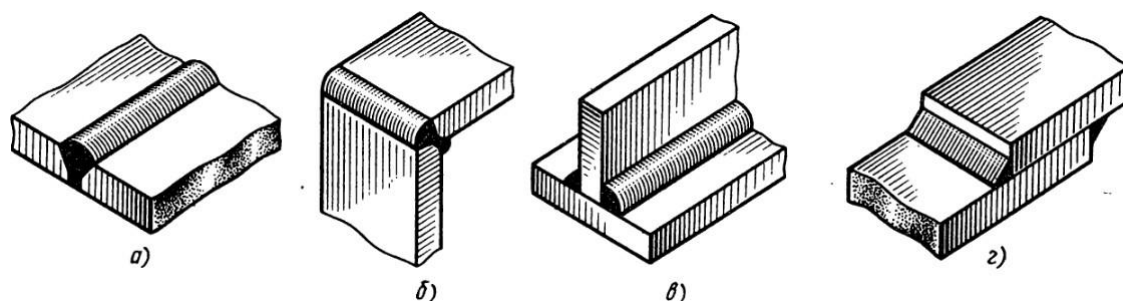
Сварные соединения в зависимости от взаимного расположения свариваемых деталей делят на четыре вида, которые обозначают прописными буквами русского алфавита: стыковые соединения — С (рис., а), угловое — У (рис.,б), тавровое — Т (рис., в) и соединение внахлестку — Н (рис., г).

**Стыковое соединение (С)** — свариваемые детали соединяются по своим торцовым поверхностям.

**Угловое соединение (У)** — свариваемые детали расположены под углом и соединяются по кромкам.

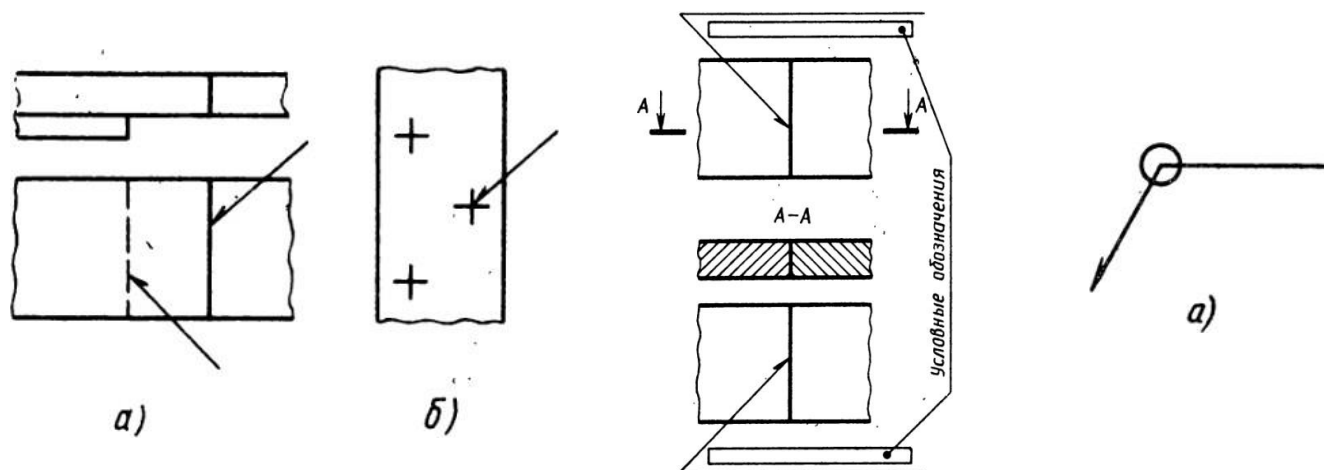
**Тавровое соединение (Т)** — торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали.

**Соединение внахлестку (Н)** — поверхности соединяемых деталей частично перекрывают друг друга.



Шов, провариваемый только с одной стороны свариваемых деталей, называют *односторонним* (рис., а), а с *двух сторон* — *двусторонним* (рис., б и в).

Изображение и обозначение швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312—72. Швы, независимо от их типа и способа сварки, изображают сплошной основной линией — видимый шов и штриховой — невидимый шов (рис., а).



Условное обозначение шва наносят над полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны.

Если же линия-выноска проведена от изображения шва с оборотной стороны, то обозначение наносят под полкой линии-выноски.

На изломе линии-выноски выполняют еще знак шва, выполненный по замкнутой линии (диаметр знака 3 ... 5 мм).

Швы считаются одинаковыми в том случае, если:

- 1) их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении одинаковы;
- 2) к ним предъявляются одинаковые технические требования;
- 3) они имеют одинаковое условное обозначение.

Когда на чертеже имеются изображения нескольких одинаковых швов, то условное обозначение шва наносят у одного из них, а от остальных проводят только линии выноски с полками.



Всем одинаковым швам присваивается один порядковый номер. Этот номер наносится:

а) на линии-выноски, имеющей полку с нанесенным условным обозначением шва (перед этим номером допускается указывать число одинаковых швов);

б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны;

в) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с обратной стороны.

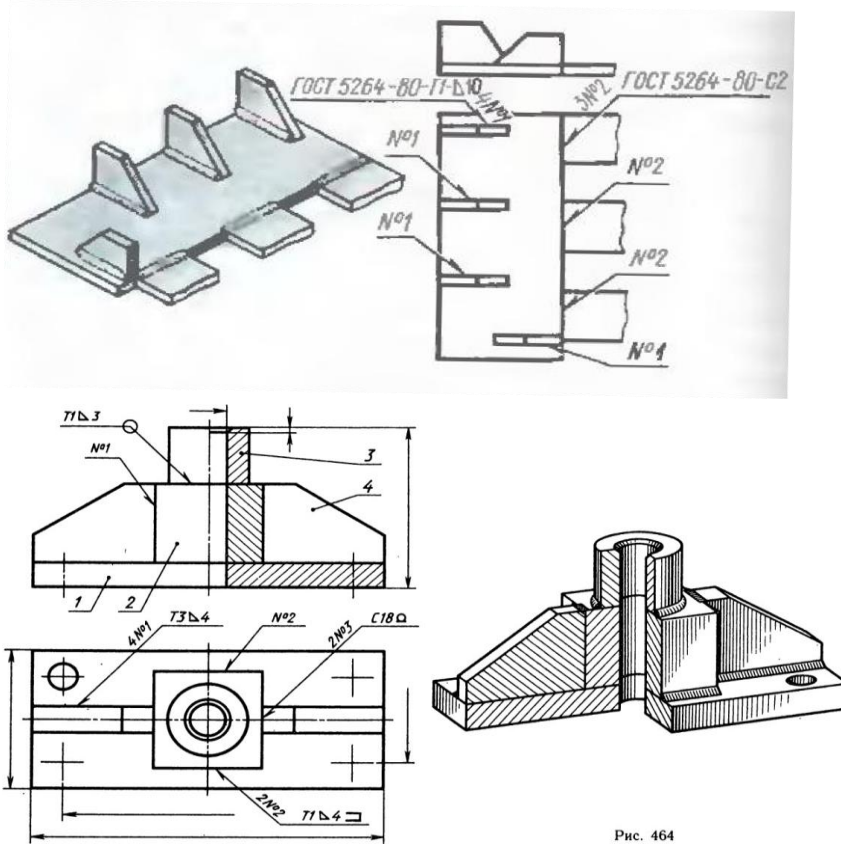


Рис. 464

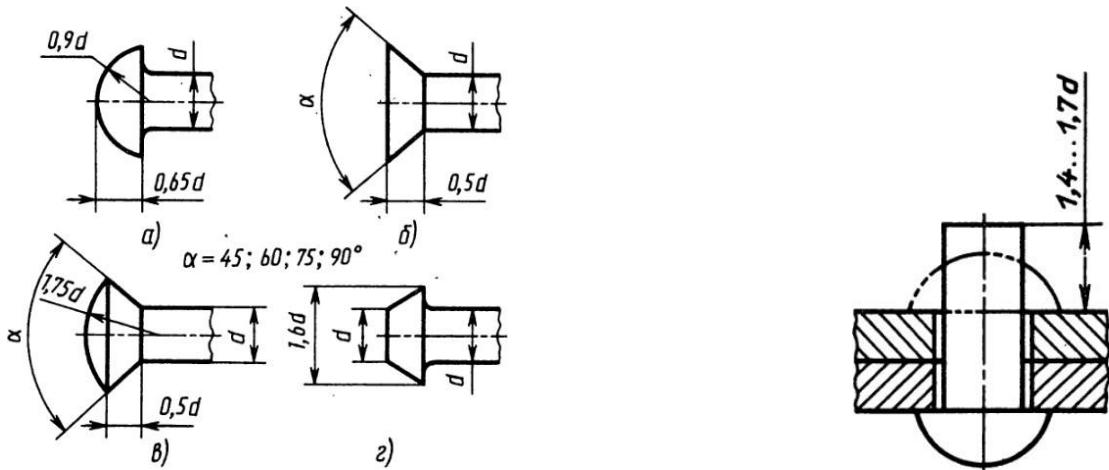
**Соединение заклепками** применяется для неразъемного соединения деталей листового и фасонного проката.

Заклепка представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце.

На рис. показаны головки перечисленных выше заклепок и приведены размеры для их упрощенного вычерчивания.

Головка, имеющаяся на заклепке, называется закладкой. Другая головка, образующаяся в процессе клепки, называется замыкающей. Длина стержня заклепки подбирается с таким запасом, чтобы можно было сформировать замыкающую головку (рис.). Соединяя детали заклепками, их располагают рядами. Заклепочный шов включает в себя все ряды соединения деталей. Швы могут быть однорядными и многорядными (до пяти). Расстояние между осями заклепок одного ряда называют шагом  $t$ .

Расположение заклепок разных рядов может быть параллельным или шахматным.

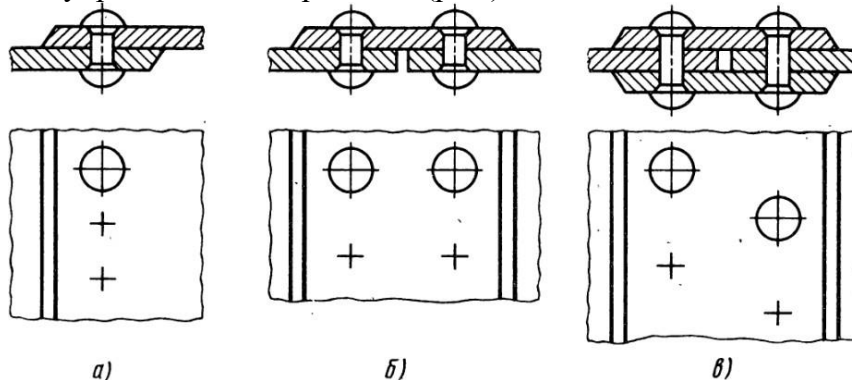


При соединении деталей заклепками детали располагают внахлестку (рис., а) и встык, с одной или

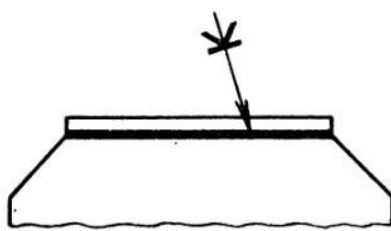
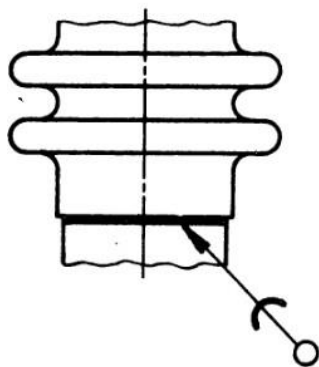
двумя накладками (рис., б и в).

На сборочных чертежах заклепки одного типа и одинаковых размеров показывают в одном-двух местах условно, а остальные места их расположения отмечают центровыми или осевыми линиями.

На учебных чертежах вместо условного изображения одной-двух заклепок показывают их упрощенное изображение (рис.).



**Соединения паяные и клееные.** Место соединения элементов показывают на чертежах сплошной линией толщиной  $2s$  (рис.). Для их обозначения применяют условные знаки, которые наносят на линии-выноски. Знак для пайки представляет собой дугу (полуокружность), диаметр которой равен приблизительно 5 мм (рис.).



Основная линия знака склеивания проводится перпендикулярно линии-выноски, а наклонные линии — под углом  $45^\circ$  (рис.). Высота знака приблизительно равна 5 мм. Оба знака выполняются сплошной основной линией.

### Тема 3.7 Трехмерное моделирование, выполнение простейшей сборки

Перед созданием сборки необходимо сделать 3d модели всех деталей, входящих в сборку.  
**Чертежи трех элементов будут даны в карточке**

В нашем случае это детали: основание, планка и пластина.



Процесс создания моделей деталей рассматривались на занятии ранее, данные модели в исполнении достаточно легкие.

**Последовательность создания сборки в Компас 3d.**

**1 Создаем файл сборки: Файл→Создать→Сборка.**

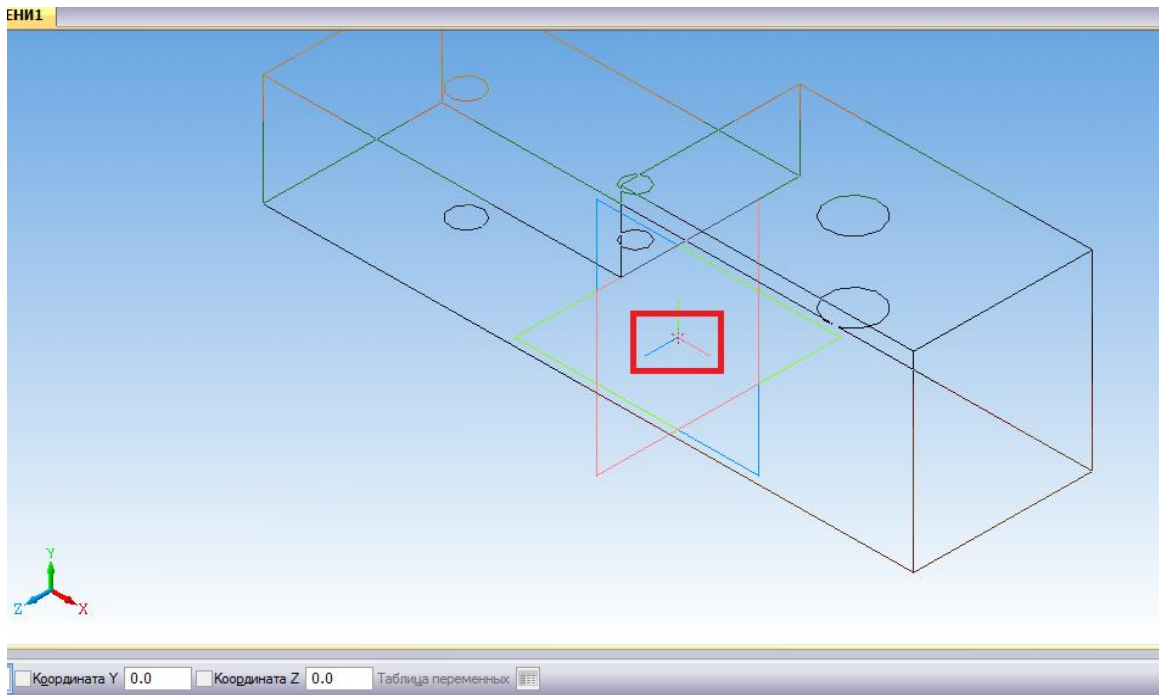
**Сохраняем ее под именем «Сборка резьбовых соединений».**

**2 Устанавливаем изометрию XYZ.**

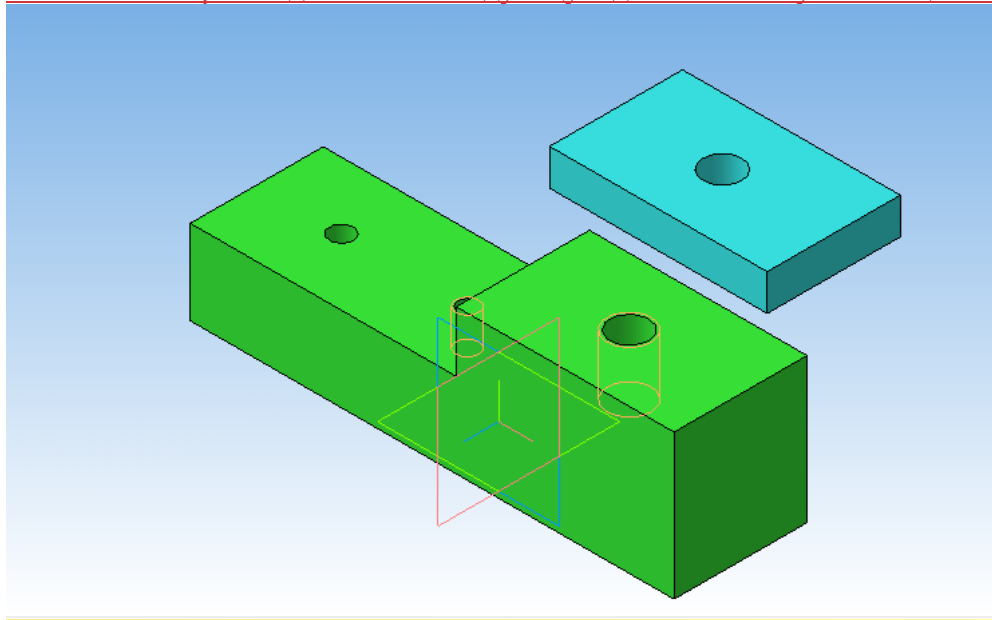
**3 На компактной панели активизируем инструментальную панель Редактирование сборки** . Нажимаем кнопку **Добавить из файла** .

**В появившемся окошке нажимаем кнопку Из файла и находим деталь Основание.**

**Фантомное изображение детали размещаем в центре координатных осей и фиксируем левой кнопкой мыши в момент, когда рядом с курсором появится изображение системы координат.**



4 Таким же образом добавляем следующую деталь Планку. Размещаем ее в свободном месте.



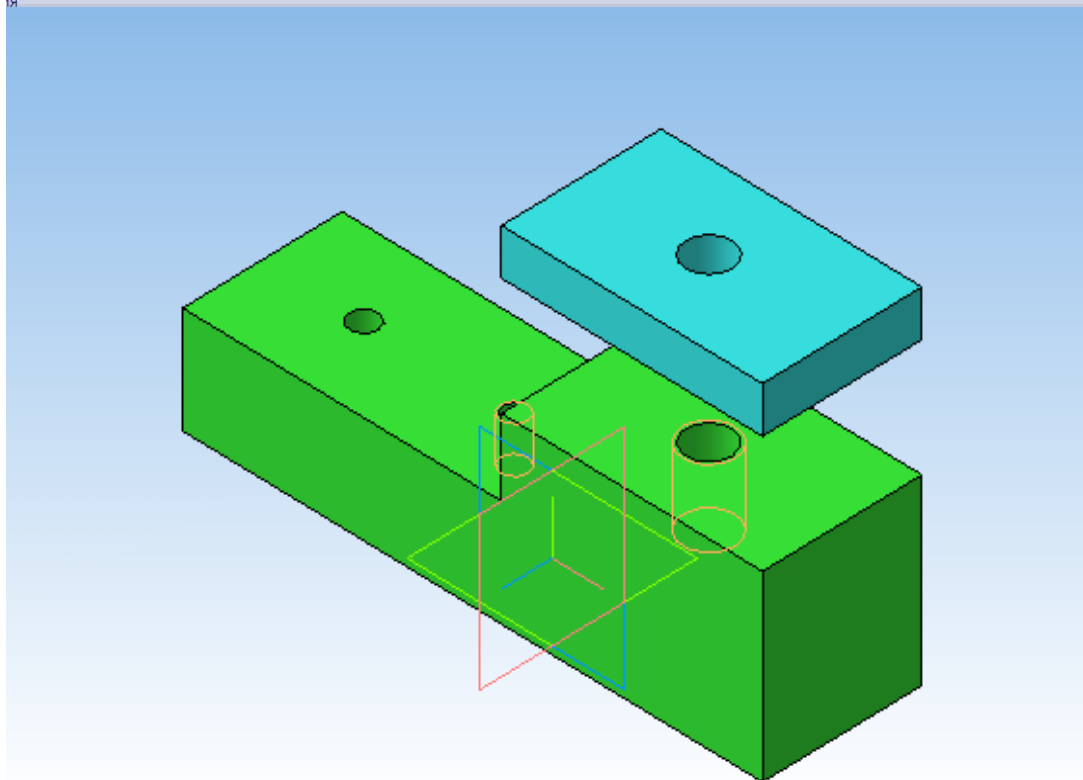
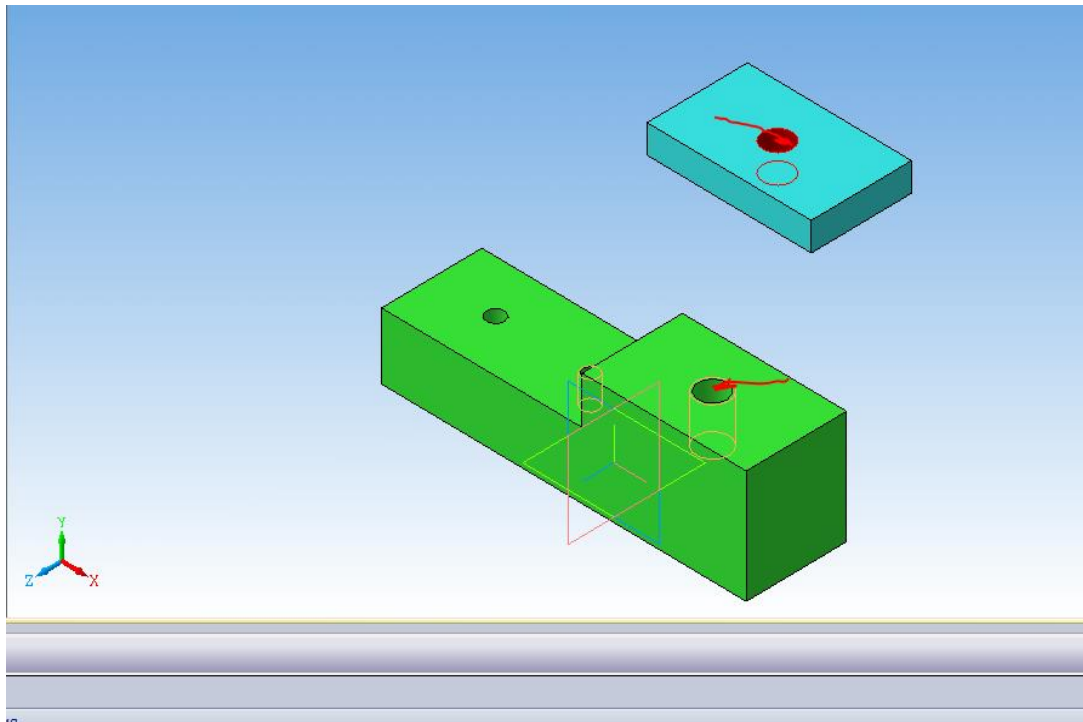
5. Теперь нам необходимо совместить планку с основанием. Делается это *сопряжением* деталей.


В нашем случае разумно применить сопряжение по соосности отверстий в планке и основании, чтобы планка встала точно над основанием. А затем применить сопряжение на совпадение деталей, т. е. «притянуть» планку к основанию.

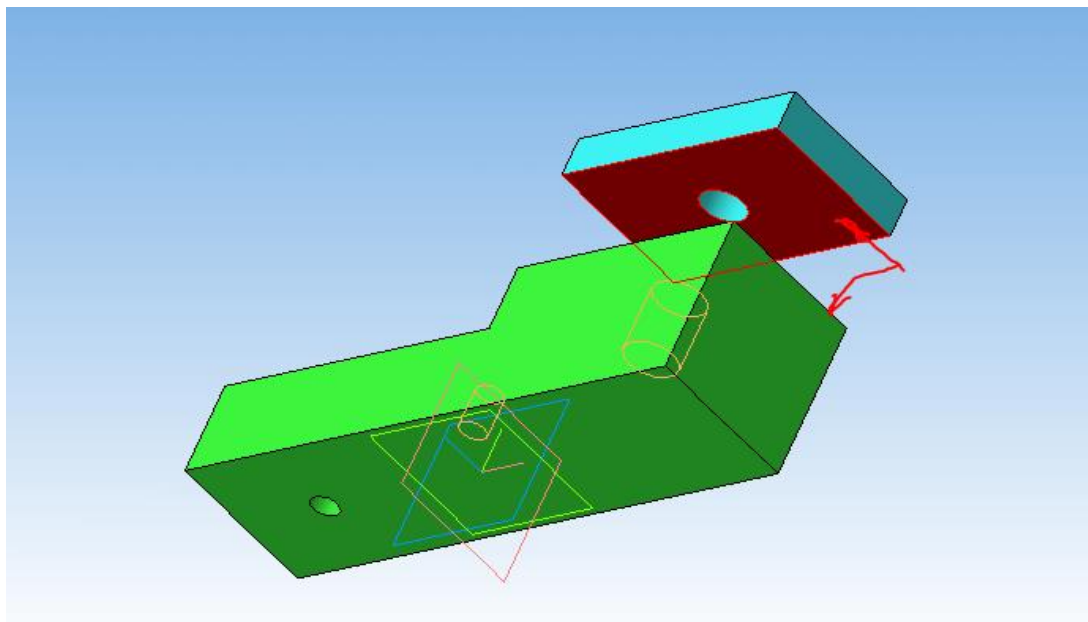
Чтобы задать сопряжение по соосности нужно перейти в инструментальную панель Сопряжения



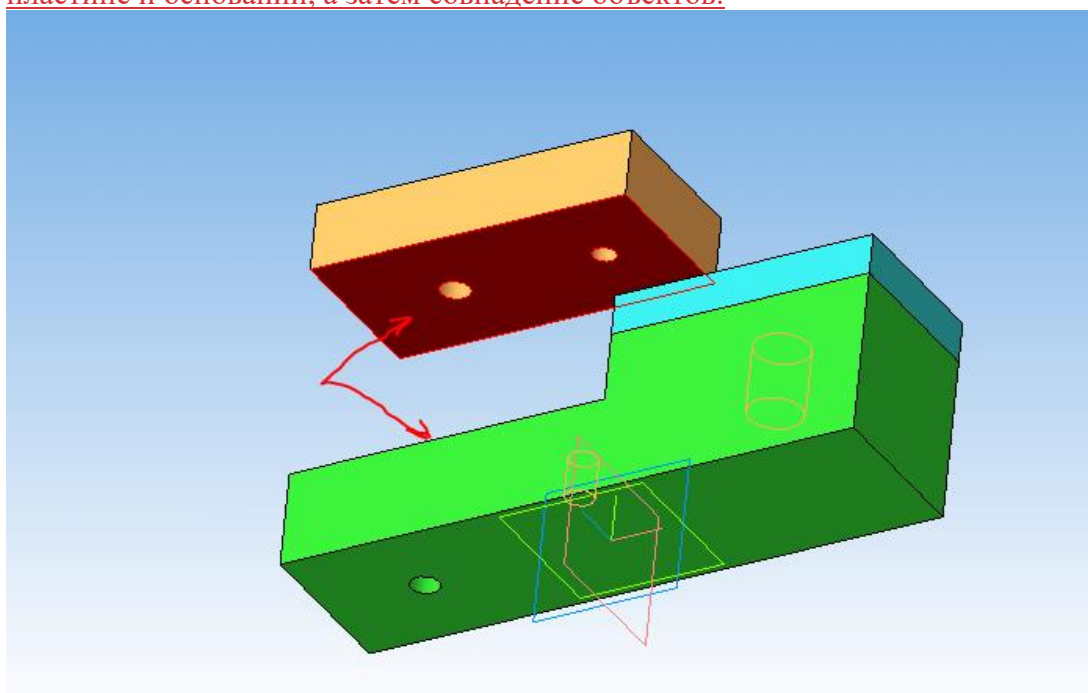
Далее выделяем поверхность отверстия в планке и основании. Сопряжение деталей выполнено.



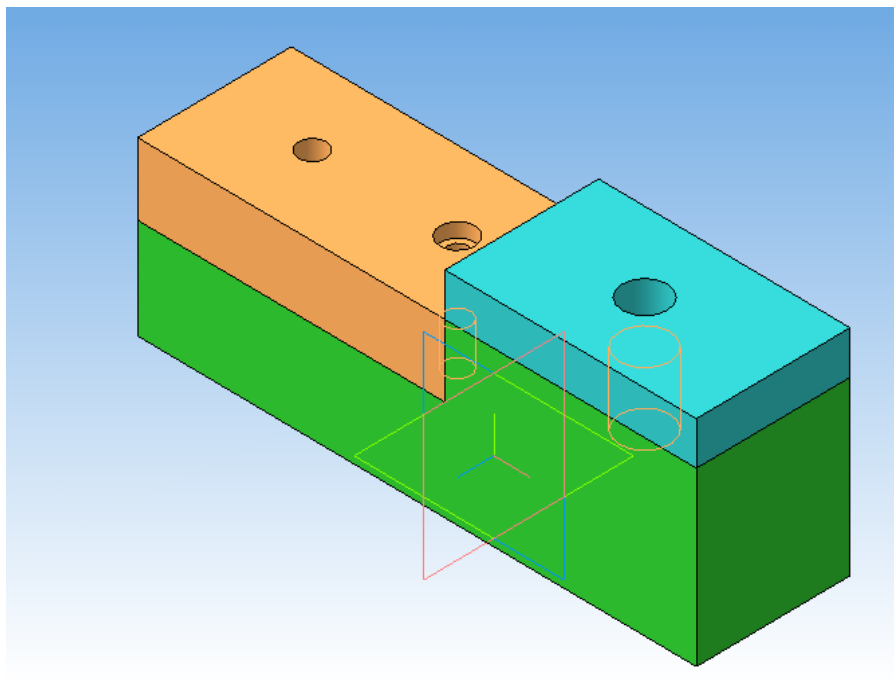
Теперь можно выполнять сопряжение деталей по совпадению. Нажимаем кнопку Совпадение объектов . Выделяем мышкой нижнюю грань планки и верхнюю грань основания. Для этого поворачиваем модели.



6 Таким же образом поступаем и с пластиной. Сначала задаем соосность одного из отверстий в пластине и основании, а затем совпадение объектов.



В результате получаем сборку, состоящую из трех деталей.



### Тема 3.10 Эскиз. Этапы построения эскиза

**Эскизом** детали называют чертеж, выполненный от руки. Масштаб изображения и пропорциональность отдельных элементов детали на эскизе выдерживают приблизительно, на глаз.

Эскизы выполняют с соблюдением всех правил и требований, предъявляемых к чертежам деталей. Несмотря на то, что эскиз выполняют от руки, обводка изображений, штриховка, надписи, нанесение размеров на эскизе должны быть выполнены аккуратно и четко.

Эскизы в учебном процессе выполняют на листах бумаги в клетку, так как используя вертикальные и горизонтальные линии клеток, удобно проводить линии построения изображений, наносить размеры, размещать изображения и соблюдать проекционную связь.

Формат эскиза определяется числом изображений, их степенью сложности, числом размеров и т. п. Формат А4 располагают только вертикально. Выполнять изображения и обводить их на эскизах рекомендуется мягкими карандашами (М, 2М), учитывая качество выбранной для выполнения эскиза бумаги. Окружности сначала проводят циркулем, а затем обводят от руки.

*Выполнение эскиза можно разбить на пять этапов.*

**Первый этап** — анализ геометрической формы детали; выбор главного вида и числа изображений (видов, разрезов, сечений и т. п.).

Главный вид детали должен давать наиболее полное представление о форме, устройстве и размерах изображаемой детали. В то же время необходимо учитывать, что детали, имеющие ясно выраженный верх и низ (корпуса, станины и т. п.), должны располагаться в соответствии с их нормальным положением в изделии.

Детали, положение которых может быть различным, располагают на главном виде так, как они располагаются при выполнении основной технологической операции (изготовлении или сборке).

Детали, имеющие форму тел вращения, изображают на чертеже с горизонтально расположенной осью, в положении, в котором выполняется наибольшее число операций при ее обработке. Число изображений должно быть наименьшим, но давать полное представление о детали. Для симметричных деталей рекомендуется при ее изображении

соединять половину вида с половиной разреза.

На рис. деталь, взятая для выполнения эскиза в качестве примера (крышка), состоит в основном из тел вращения (цилиндров и конусов), поэтому ее расположение на чертеже должно быть горизонтальным.

Наличие шестиугольной призмы делает необходимым выполнение ее второго вида. Наружная проточка может быть показана с помощью выносного элемента.

Внутренняя конструкция детали может быть показана на половине разреза. На главном виде цилиндрические поверхности должны быть расположены вправо, так как в этом положении выполняется наибольшее число операций при изготовлении детали.

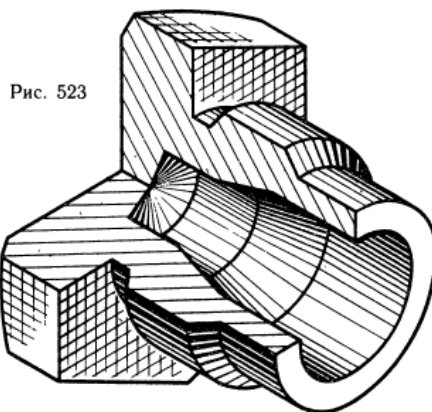
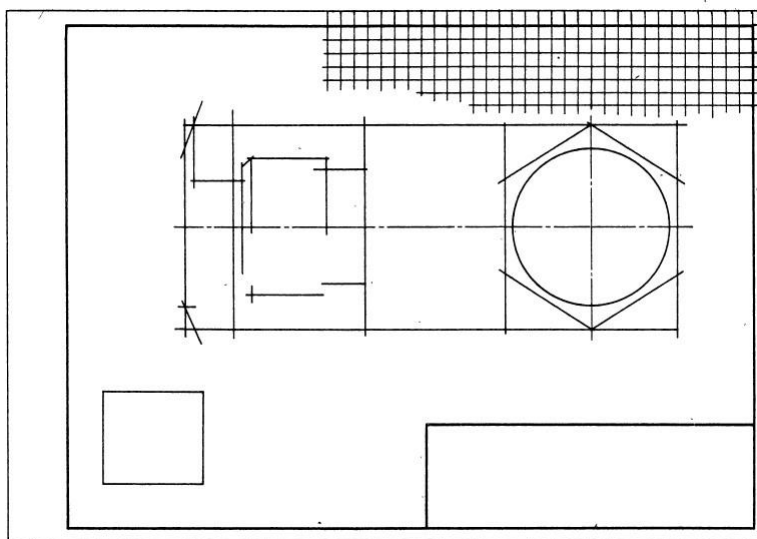


Рис. 523

**Второй этап** — выбор формата и компоновка (расположение) изображений на рабочем поле формата эскиза.

Подготовив рабочее поле формата эскиза, проведя рамку и очертив место для основной надписи, приступают к размещению изображений (рис.). Для этого отмечают габаритными прямоугольниками места для будущих изображений (в данном случае для главного вида и вида слева), учитывая, что между видами должно быть место для размеров, а также и то, что на эскизе кроме видов располагается еще и выносной элемент.

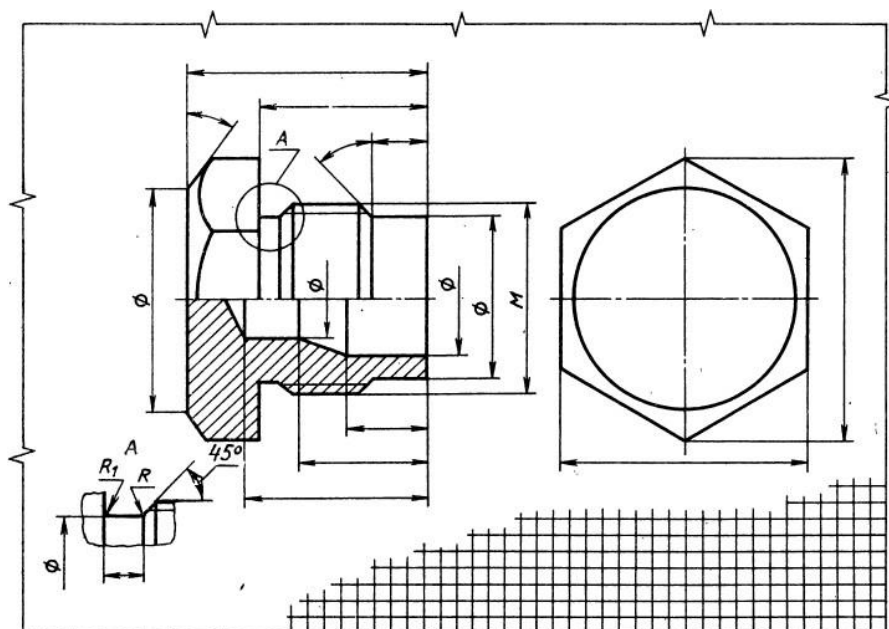
Габаритные прямоугольники проводят тонкими линиями, учитывая при этом наибольшие размеры детали по высоте, ширине и длине.



**Третий этап** — прорисовка контуров видов и разрезов в пределах габаритных прямоугольников, а также размещение дополнительных изображений на свободной поле формата эскиза. На этом же этапе выполняют штриховку разрезов и сечений.

**Четвертый этап** — нанесение выносных и размерных линий. При этом руководствуются ранее изложенными правилами нанесения размеров и базовой простановки размеров, с учетом конструкции детали и технологии ее изготовления.

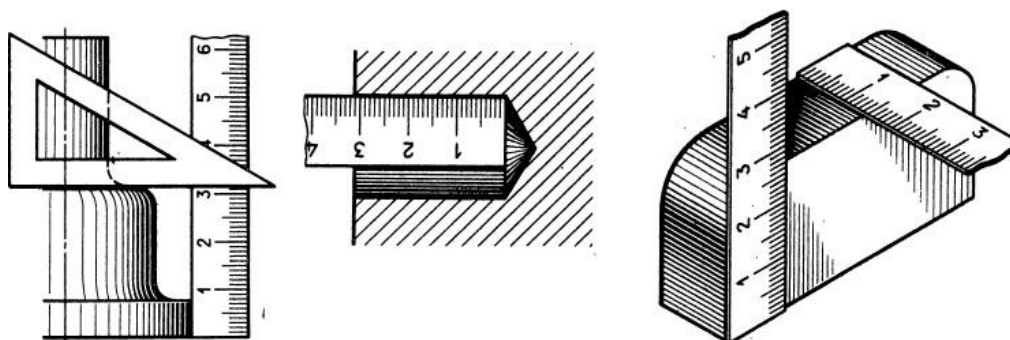
При соединении половины разреза с половиной вида размеры, относящиеся к наружной конструкции детали, следует ставить на виде, а к внутренней — на разрезе (рис.).



**Пятый этап** — обводка изображений, измерение размеров самой детали, для которых на изображениях проведены размерные линии, написание размерных чисел над размерными линиями и заполнение основной надписи.

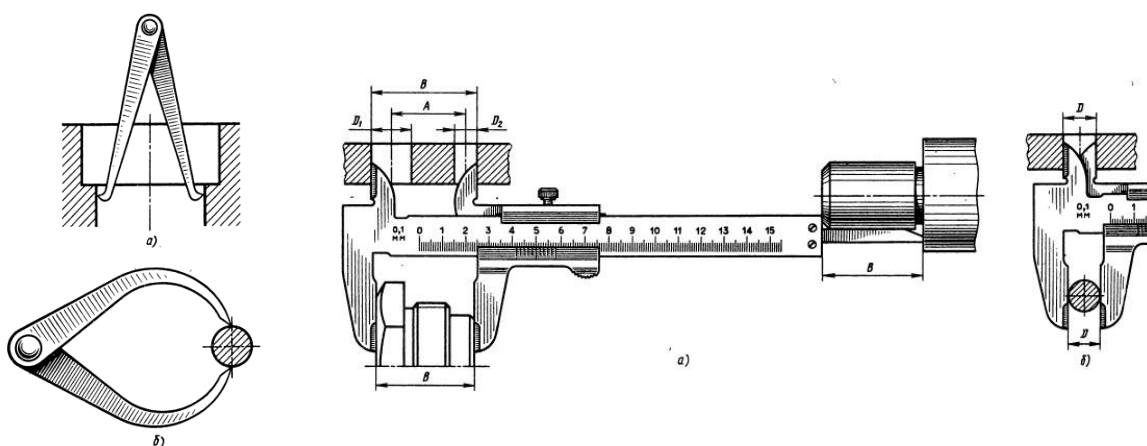
### Измерительные инструменты и приспособления для обмера деталей.

В курсе черчения при выполнении эскизов основное внимание уделяют анализу и изображению формы детали, а не точности измерений. Поэтому для определения размеров детали при выполнении эскизов используют стальные металлические линейки, кронциркули и нутромеры, позволяющие производить измерения с точностью до 0,5... 1 мм.



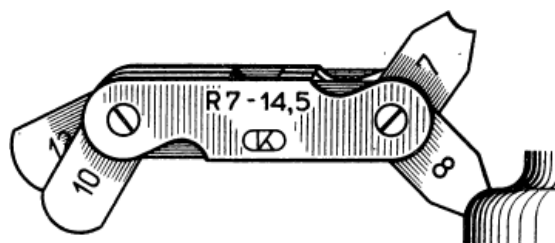


Более точные измерения проводят с помощью штангенциркуля. Измерение диаметров валов и отверстий с помощью нутромера и кронциркуля изображено на рис.



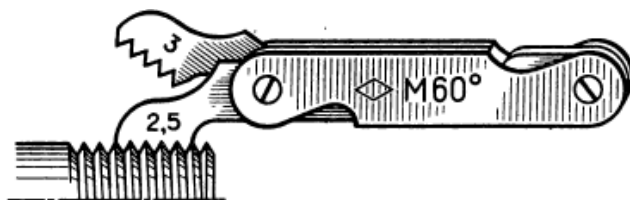
Размеры радиусов скруглений выступов, впадин, галтелей измеряют радиусомером (рис.), представляющим собой набор пластинок-шаблонов с вогнутыми или выпуклыми скруглениями определенных размеров.

На каждом шаблоне нанесен размер соответствующего радиуса скругления. Пластины-шаблоны радиусомера поочередно прикладывают к измеряемому элементу детали до тех пор, пока один из шаблонов не станет плотно прилегать к элементу детали без просвета. Тогда величину, указанную на шаблоне, берут за величину радиуса скругления измеряемого участка.



При определении параметров резьбы ее диаметр измеряют штангенциркулем. При измерении резьбы на стержне сразу получают номинальный диаметр резьбы (наружный диаметр).

Шаг метрической резьбы или число ниток цилиндрической трубной резьбы на один дюйм определяют с помощью резьбовых шаблонов. Подбрав определенный шаблон так, чтобы его выступы и впадины совпали с впадинами и выступами резьбы на детали, определяют, какая это резьба (метрическая или трубная) и каков ее шаг или число ниток на один дюйм.



### **Тема 3.14 Деталирование**

Выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида или по сборочному чертежу называют **деталированием**.

При выполнении деталирования требуется умение применять все знания, которые получены при изучении курса «Инженерная графика».

Прежде чем приступить к выполнению деталирования, нужно прочитать чертеж узла, выяснив его конструкцию, принцип работы и назначение.

Каждую деталь, каждую составную часть узла находят по номеру позиции, устанавливая ее название и обозначение по спецификации или таблице составных частей изделия.

Затем каждую деталь подробно анализируют, определяя ее форму, число и содержание изображений, ее взаимодействие с другими деталями узла, ее конструктивные особенности и т. п.

Исходя из этого, выбирают главное изображение детали и определяют общее число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов и т. д.).

Учитывая масштаб детализуемого чертежа, сложность изображаемой детали и необходимое число изображений, выбирают масштаб изображения для рабочего чертежа и формат бумаги.

Проведя компоновку изображений на формате, приступают к выполнению рабочего чертежа.

На чертежах деталей в основной надписи (ГОСТ 2.104—68, форма 1) указывают наименование детали, ее обозначение, обозначение материала, из которого выполнена деталь, и другие необходимые сведения

## **Раздел IV. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

### **Тема 4.1 Общие сведения о строительных чертежах**

Объекты, изображаемые на строительных чертежах,— это различные здания и сооружения. *Сооружениями* в широком смысле слова принято называть все, что возведено человеком. Зданиями называют наземные сооружения, имеющие помещения, предназначенные для определенной деятельности людей.

Сооружения и здания состоят из отдельных взаимосвязанных частей — конструктивных элементов. К основным частям здания относят: фундаменты; наружные и внутренние стены; отдельные опоры; перекрытия; крыша; лестницы; перегородки; окна; двери; полы.

**Фундаменты** — подземные части здания, передающие все нагрузки от него на прочный слой грунта — основание. Плоскость, которой фундамент опирается на основание, называют

подошвой фундамента. Для защиты основания от увлажнения поверхностными водами служит *отмостка* — полоса твердого покрытия участка вокруг здания, устраиваемая по периметру наружных стен.

**Стены**, наружные и внутренние, служат в здании вертикальными ограждениями. Стены могут быть *несущими*, когда они воспринимают нагрузку от других частей здания, *самонесущими*, если они несут нагрузку только от собственной массы. Нижнюю часть наружной стены называют **цоколем**.

**Отдельные опоры** — несущие вертикальные элементы (стойки, столбы, **колонны**), они передают нагрузку от перекрытий и других элементов здания на фундаменты.

**Перекрытия** представляют собой горизонтальные ограждения, разделяющие внутреннее пространство здания на этажи. Они несут нагрузку собственной массы и полезную (временную) нагрузку, т. е. массу людей, оборудования и т. д. Перекрытия могут быть *междуэтажными*, располагаемыми между двумя смежными этажами, *чердачными* — между верхним этажом и чердаком, *над подвальными* — между первым этажом и подвалом.

**Крыша** — конструкция, защищающая здание сверху от атмосферных воздействий. В ней различают несущие элементы — *стропила* и верхний водоизолирующий слой — *кровлю*. Крыша вместе с чердачным перекрытием образует *покрытие* здания.

Пространство между крышей и чердачным перекрытием называется чердаком. Такое покрытие носит название *чердачного*. Животноводческие здания обычно строят без чердака. В этом случае конструкцию, объединяющую функции чердачного перекрытия и крыши, называют *бесчердачным*, или *совмещенным покрытием*. Несущими элементами в таком покрытии обычно служат железобетонные, металлические или деревянные **балки** и **фермы**.

**Лестницы** служат для сообщения между этажами. Часть здания, где расположена лестница, называют *лестничной клеткой*.

**Перегородки** — ненесущие стены, разделяющие внутреннее пространство здания на отдельные помещения. Для перегородок не требуется устройство фундаментов.

В стенах устраивают проемы для *окон*, *дверей* и *ворот*. Над проемами укладывают *перемычки*, которые несут вышележащий участок стены. Оконные проемы заполняют оконными коробками и переплетами, дверные проемы — дверными коробками и полотнами.

## **Маркировка чертежей**

Строительные чертежи разнообразны по назначению, содержанию и оформлению. Комплекты чертежей, соответствующие определенным видам строительного-монтажных работ, различают по особым буквенным обозначениям — *маркам*. Марка состоит из начальных букв

названия данной части проекта. Отдельным комплектам рабочих чертежей присваивают следующие марки: генеральный план — ГП; архитектурно-строительные чертежи — АС; конструкции железобетонные, металлические, деревянные соответственно — КЖ, КМ; КД; технология и механизация производства— ТХ (или ТМ); отопление и вентиляция — ОВ; водопровод и

канализация — ВК; электрооборудование — ЭЛ; автоматизация производства — АП.

В комплекте чертежей листы нумеруют, начиная с первого номера. Номер листа вместе с маркой комплекта указывают в основной надписи («штампе») каждого листа, например АС-5, ТХ-2, ОВ-1 и т. п.

Основную надпись располагают в правом нижнем углу. В нее входят: наименование проектной организации, название проекта, наименование объекта и название листа, номер типового проекта, марка комплекта и номер листа.

Основные архитектурно - строительные чертежи здания (марка АС) - это фасады, планы, разрезы. Они дают полное представление об архитектуре здания, планировке и размерах помещений, конструкциях и материалах его основных элементов. На основе этих чертежей составляют также чертежи на производство специальных работ — по монтажу технологического оборудования, водопроводу и канализации, отоплению и вентиляции и др.

**Фасады** — передний (главный), задний, боковые — соответствуют видам здания спереди, сзади, сбоку (рис. 1.5.8).

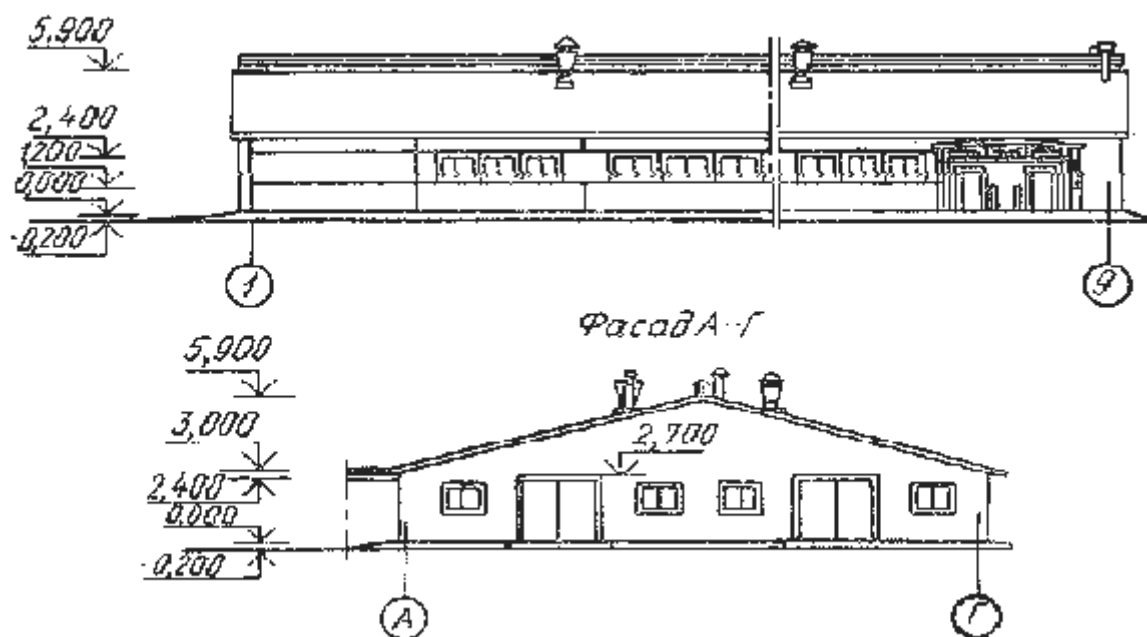


Рис. 1.5.8. Чертежи фасадов здания (коровника)

**План** — вид сверху — условный горизонтальный разрез здания, обычно выше уровня низа оконных проемов. На чертеже плана (рис. 1.5.9) показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено ниже. При необходимости отдельные участки плана изображают в более крупном масштабе на чертежах *элементов плана*. По плану можно определить размеры и форму здания, размеры и взаимное расположение помещений, оконных и дверных проемов, колонн, стен, перегородок и других частей.

**Разрез** - изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью. Разрезы делают для того, чтобы показать внутренний вид (интерьер) помещений и выявить конструкции (рис.1.5.10).

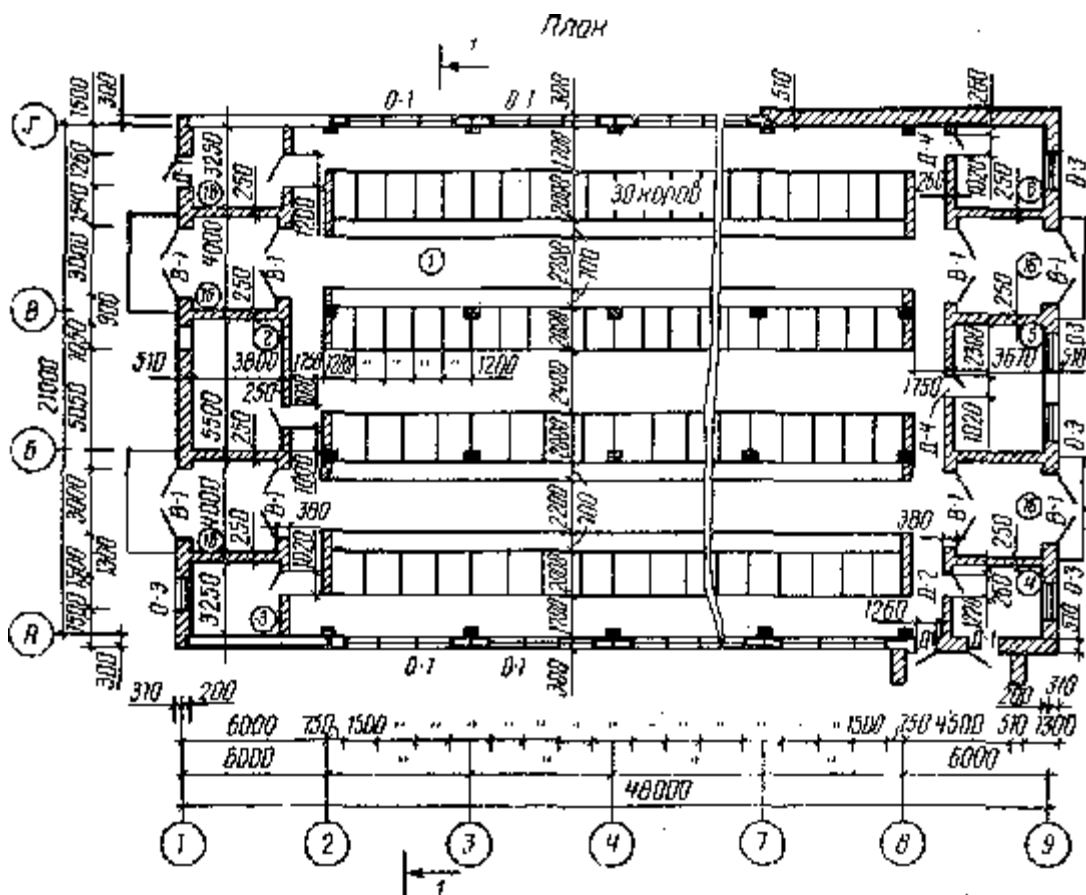


Рис. 1.5.9. Чертеж плана

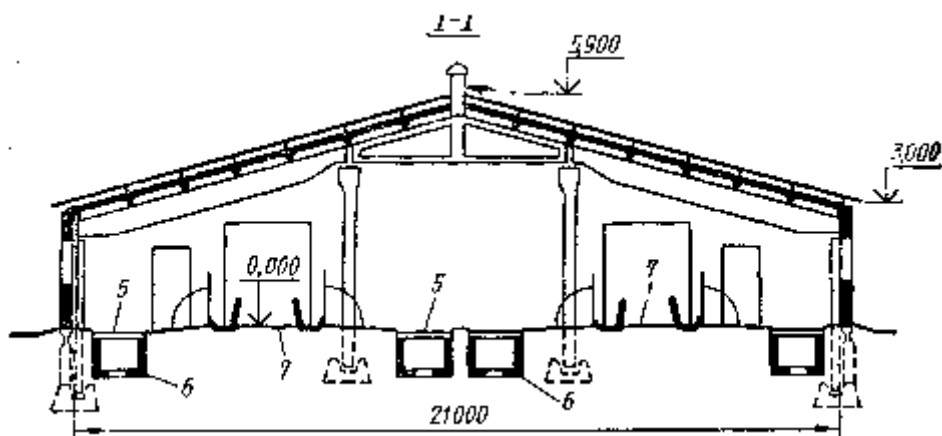


Рис. 1.5.10. Чертеж разреза

В разрезах показывают элементы, которые получаются в секущей плоскости, и те, что видны за ней. Элемент, попадающий в секущую плоскость, обводят контурной линией, а элемент, находящийся за этой плоскостью, — тонкой линией.

**Масштаб.** Масштаб строительного чертежа зависит от размеров изображаемого объекта и назначения чертежа. Масштаб — это отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. Обозначение масштаба М1:100, М1:200 и т. д. В проектах животноводческих предприятий обычно применяют следующие масштабы: для генеральных планов — 1:500; 1:1000; для поэтажных планов — 1:100; 1:200.

#### **Тема 4.2 Конструктивные элементы зданий и сооружений**

**Цель работы:** Научиться выполнять условные обозначения элементов зданий по ГОСТ 21.501-93 и элементов санитарно-технических устройств по ГОСТ 2.786-70\* при выполнении строительных чертежей.

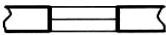

##### **Содержание работы:**

- Выполнение условных обозначений оконных и дверных проемов, условных обозначения лестниц;

##### **Упражнения по выполнению условных изображений элементов зданий**

Элементы зданий, сооружений и конструкций изображают на чертежах планов, фасадов, разрезах по ГОСТ 21.1501-92 СПДС в соответствии с таблицами 5 и 6.

Таблица 5 Условные обозначения оконных проемов

Наименование	Изображение	
	в плане	в разрезе
1 Проем оконный без четверти		

2 Проем оконный с четвертями		
3 Проем оконный на чертежах в масштабе 1:200 и мельче, а также для чертежей элементов конструкций заводского изготовления		

Таблица 6 Условные обозначения открывания дверей

Наименование	Изображение
1 Дверь однопольная в проеме без четвертей	
2 Дверь двухпольная в проеме без четвертей	
3 Дверь складчатая в проеме без четвертей	
4 Дверь однопольная в проеме с четвертями	
5 Дверь двухпольная в проеме с четвертями	
6 Дверь складчатая в проеме с четвертями	
7 Дверь однопольная с качающимся полотном	
8 Дверь двухпольная с качающимся полотном	
9 Дверь откатная однопольная	
10 Дверь раздвижная двухпольная	
11 Дверь вращающаяся	

Для обводки изображений элементов применяются линии по ГОСТ 2.303-68\* ЕСКД.

На фасадах зданий контуры проёмов – оконных, дверных, ворот, а также контуры отверстий обводятся основной линией, элементы заполнения проёмов обводят тонкой сплошной линией.

Открывание дверей, ворот на планах показывают сплошной тонкой линией под углом 30° (таблица 6). Несущие элементы здания обводят основной линией, ненесущие элементы – тонкой сплошной линией.





**Приложение 2.  
Практическая часть**

**Тема 1.5 Линии чертежа ГОСТ 2.303-68**

**ЗАДАНИЕ:** Вычертить рамку чертежа (отступ от края формата: слева 20 мм, сверху, справа, снизу по 5 мм), затем вычертить различные типы линий с соблюдением размеров указанных в задании (формат А4).

**Методические указания к выполнению задания**

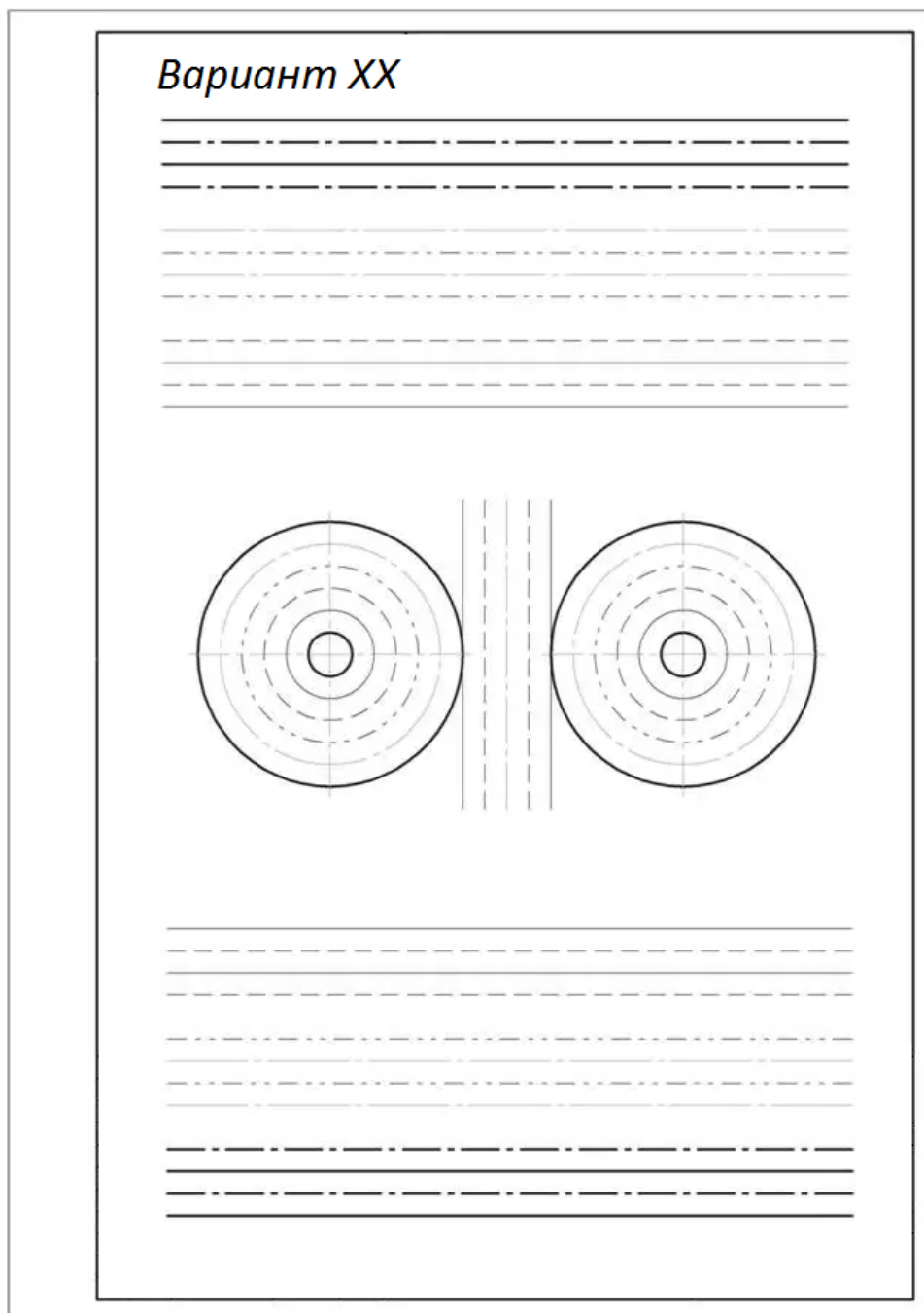
Перед выполнением чертежа необходимо изучить задание варианта (Приложение).

Работу над заданием начать с выполнения рамки чертежа (отступ от края формата: слева 20 мм, сверху, справа, снизу по 5 мм).

Далее выполнить планировку поля чертежа: изображение расположить на формате так, чтоб оно была одинаково удалена от всех сторон формата.

Изобразить линии, окружности, различные фигуры с применением указанных в задании типов линий.

Образец выполнения задания

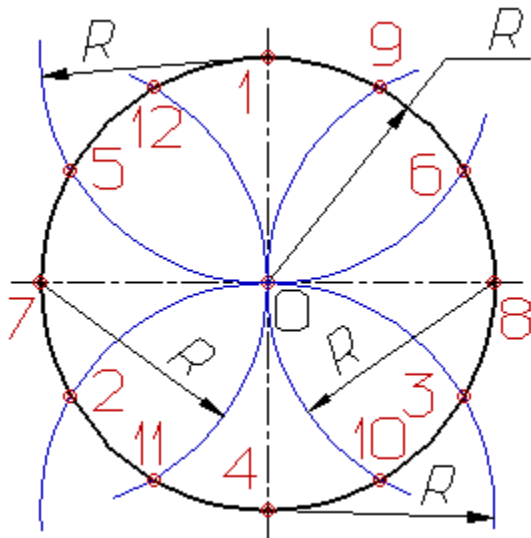


## Тема 1.7 Деление окружности на равные части

Деление окружности на восемь равных частей производится в следующей последовательности:

1. Проводят две перпендикулярные оси, которые пересекая окружность в точках 1,2,3,4 делят ее на четыре равные части;
2. Применяя известный прием деления прямого угла на две равные части при помощи циркуля или угольника строят биссектрисы прямых углов, которые пересекаясь с окружностью в точках 5, 6, 7, и 8 делят каждую четвертую часть окружности пополам.

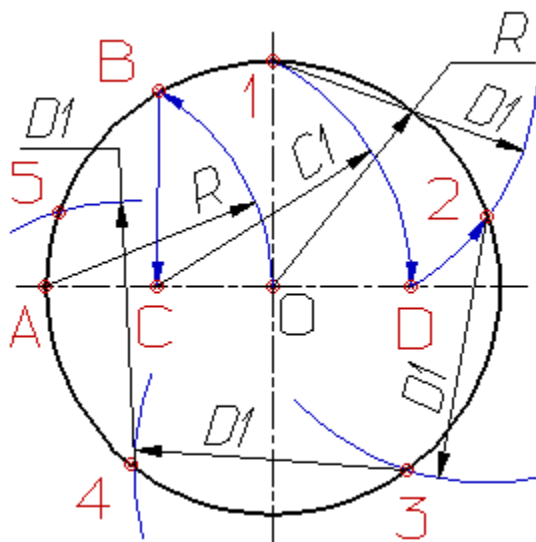
### *Деление окружности на три, шесть и двенадцать равных частей*



Деление окружности на три, шесть и двенадцать равных частей выполняется в следующей последовательности:

1. Выбираем в качестве точки 1, точку пересечения осевой линии с окружностью
2. Из точки 4 пересечения осевой линии с окружностью проводим дугу радиусом равным радиусу окружности  $R$  до пересечения с окружностью в точках 2 и 3;
3. Точки 1, 2 и 3 делят окружность на три равные части;
4. Рис. 69
5. Из точки 1 пересечения осевой линии с окружностью проводим дугу радиусом равным радиусу окружности  $R$  до пересечения с окружностью в точках 5 и 6;
6. Точки 1 - 6 делят окружность на шесть равных частей;
7. Дуги радиусом  $R$ , проведенные из точек 7 и 8 пересекут окружность в точках 9, 10, 11 и 12;
8. Точки 1 - 12 делят окружность на двенадцать равных частей (рис. 69).

### *Деление окружности на пять равных частей*

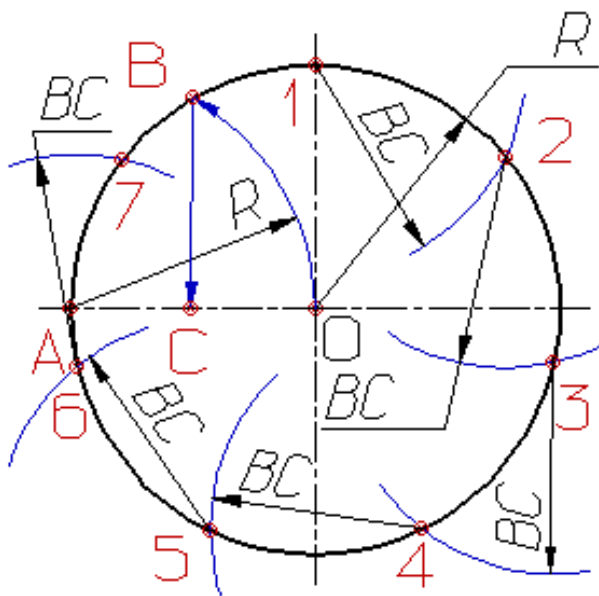


Деление окружности на пять равных частей выполняется в следующей последовательности:

1. Из точки А радиусом, равным радиусу окружности  $R$ , проводим дугу, которая пересечет окружность в точке В;

2. Из точки В опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию;

3. Рис. 70



Из основания перпендикуляра - точки С, радиусом равным  $C1$ , проводят дугу окружности, которая пересечет горизонтальную осевую линию в точке D;

4. Из точки 1 радиусом равным  $D1$ , проводят дугу до пересечения с окружностью в точке 2, дуга 12 равна  $1/5$  длины окружности;

5. Рис. 71

Точки 3, 4 и 5 находят откладывая циркулем по данной окружности хорды, равные  $D1$  (рис. 70). **Деление окружности на семь равных частей.** Деление окружности на семь равных частей выполняется в следующей последовательности:

1. Из точки А радиусом, равным радиусу окружности  $R$ , проводим дугу, которая пересечет окружность в точке В;

2. Из точки В опускают перпендикуляр на горизонтальную осевую линию;

3. Длину перпендикуляра  $BC$  откладывают от точки 1 по окружности семь раз и получают искомые точки 1 – 7 (рис. 71).

### *Деление окружности на любое количество равных частей*

Для деления окружности на любое количество равных частей можно воспользоваться коэффициентами (таблица 1). Зная, на какое число  $n$  следует разделить окружность, находят коэффициент  $k$ . При умножении коэффициента  $k$  на диаметр  $D$  этой окружности, получают длину хорды, которую циркулем откладывают на заданной окружности  $n$  раз.

Таблица 1.

n	25	26	27	28	29	30
k	0,12533	0,12054	0,11609	0,11196	0,10812	0,10453
n	31	32	33	34	35	36
k	0,10117	0,09802	0,09506	0,09227	0,08964	0,08716

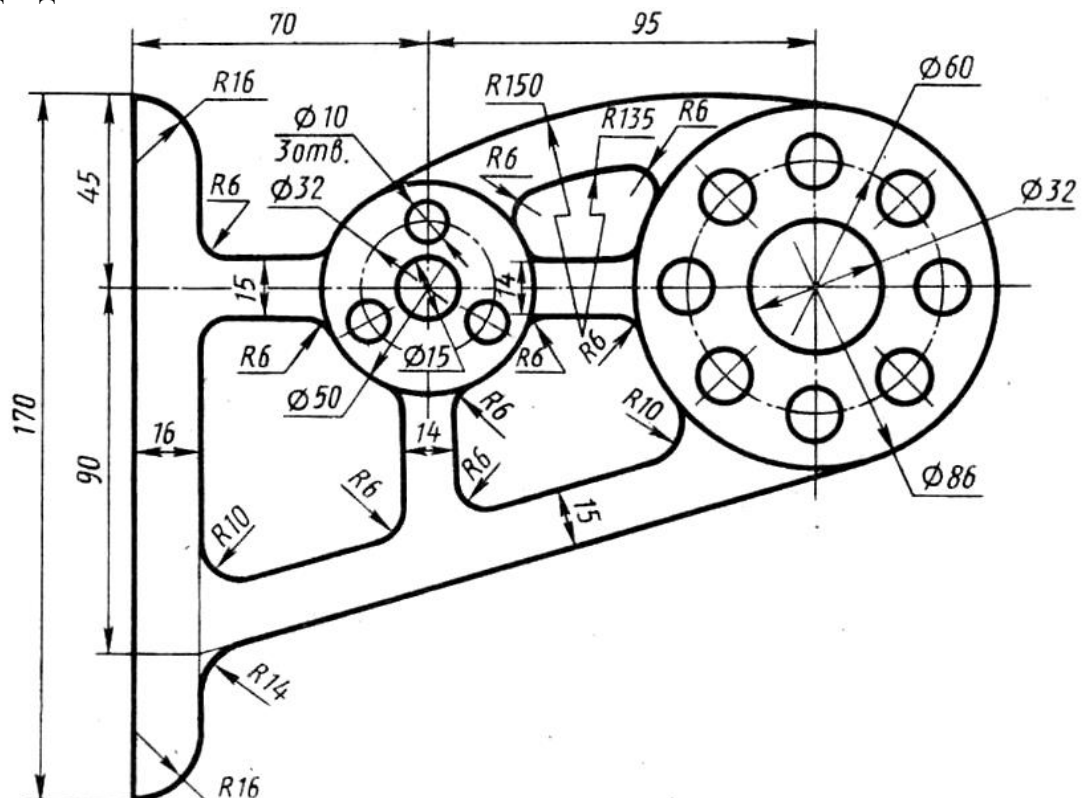
### **Тема 1.9 Контур технической детали**

**Порядок выполнения.** Изучить основные положения ГОСТ 2.301-68, 2.302-68, 2.303-68, 2.304-68, 2.306-68, 2.307-68, данные в сборнике стандартов «Единая система конструкторской документации», и рекомендуемую литературу.

При вычерчивании контура детали, содержащего элементы сопряжения, нужно помнить, что без точного построения центра и точек сопряжения невозможно правильно выполнить и обвести чертеж. Выполняя задание, следует сохранять линии построения при определении центра и точек сопряжения.

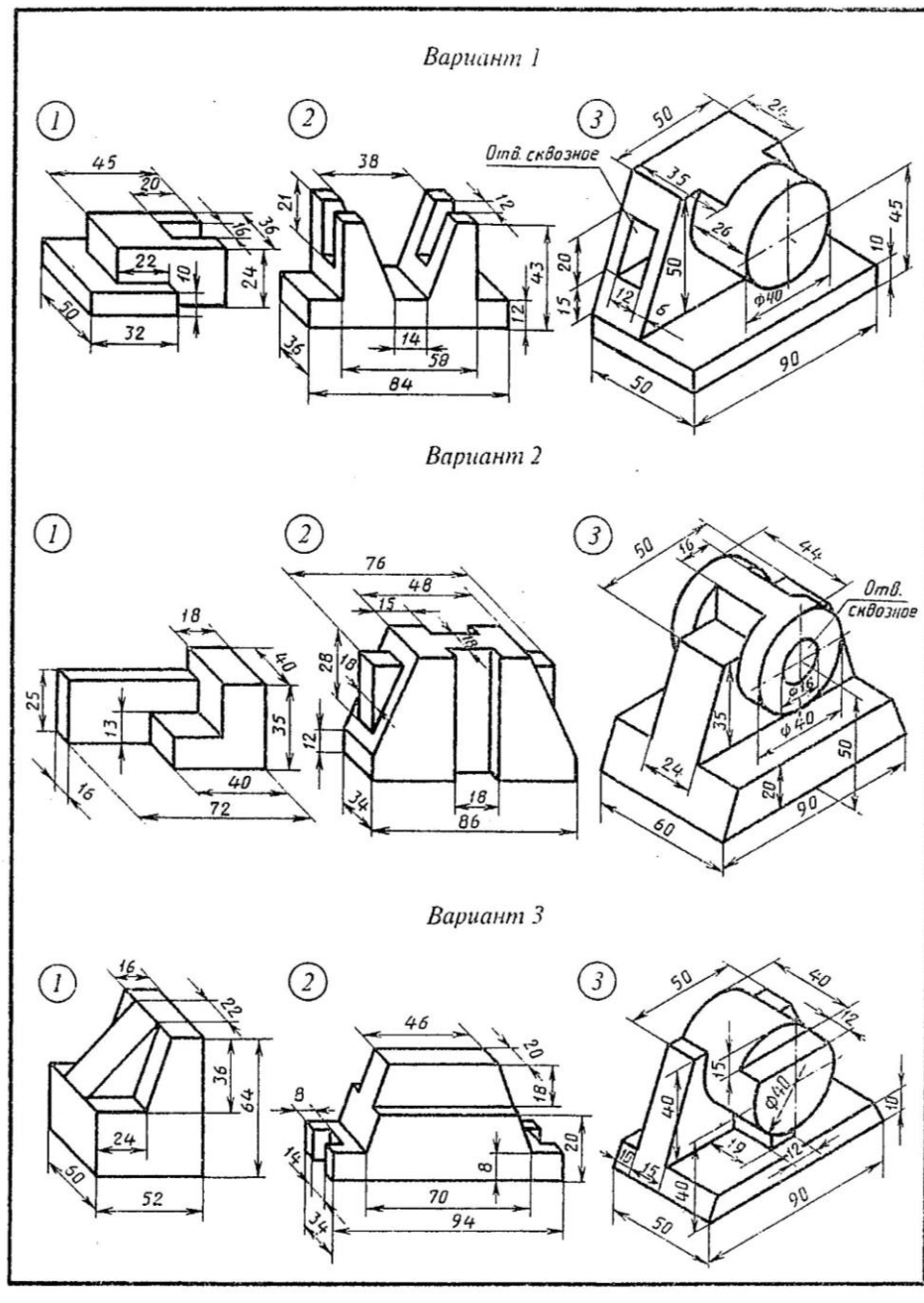
Согласно своего варианта выполнить чертеж на формате А3

Образец задания:



## Тема 2.9 Комплексный чертеж модели

Из предложенных карточек, согласно варианта выполнить задание под №1. Построить комплексный чертеж модели на трех плоскостях проекций. Нанести размеры, заполнить основную надпись чертежа.



## Тема 2.10 Контрольная работа

Тестовые задания состоящие из 40 вопросов по ранее изученным темам.

## Тема 3.3 Выполнение основных видов

Построение видов начинается с мысленного выбора положения детали перед плоскостями проекций. Затем выбирают главный вид, количество видов, необходимых и достаточных для

выявления формы детали, а также способ их построения.

Выбор положения детали в системе плоскостей проекций зависит от ее рабочего положения, способа изготовления на производстве, формы.

***Например,** если деталь изготавливается на токарном станке, то на чертеже ее ось вращения должна располагаться горизонтально.*

Виды чертежа могут быть выполнены различными способами. Рассмотрим некоторые из них.

Построение видов на основе последовательного вычерчивания геометрических тел, составляющих **форму предмета**. Для того чтобы выполнить чертеж этим способом, необходимо мысленно разделить деталь на составляющие ее простые геометрические тела, выяснив, как они расположены относительно друг друга. Затем нужно выбрать главный вид детали и число изображений, позволяющие понять ее форму и последовательно изобразить одно геометрическое тело за другим до полного отображения формы объекта. Необходимо соблюдать размеры формы и правильно ориентировать ее элементы относительно друг друга (табл. 1).

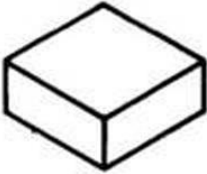
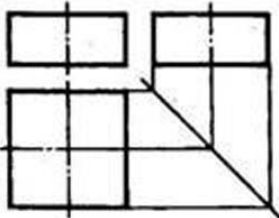
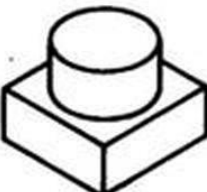
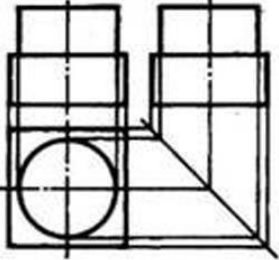
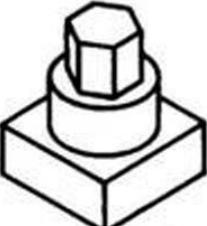
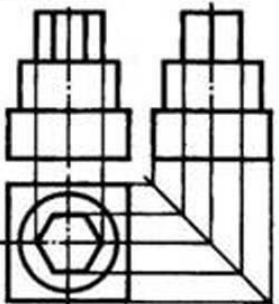
Построение видов на основе поэлементного вычерчивания геометрических тел, составляющих форму предмета, осуществляется с помощью приемов удаления и приращения.

При вычерчивании геометрического тела с использованием приема удаления на чертеже последовательно изменяется форма заготовки с помощью удаления объемов схожих с приемами ее обработки точением, сверлением, фрезерованием и т. п.

При вычерчивании геометрического тела с использованием приема приращения объемы элементов изделия как бы дополняют друг друга, приращиваются.

*Таблица 1 - Поэлементное вычерчивание геометрических тел, составляющих форму предмета*

Последовательность построения видов с помощью разных приемов	
Наглядное изображение	Анализ формы. Построение чертежа
Способ удаления	
<p>Отображаемая форма</p> 	<p>Анализ геометрической формы</p> 
<p>Мысленно представленная форма заготовки, из которой выполнена деталь</p> 	<p>Построение в тонких линиях чертежа заготовки детали</p> 
<p>Форма, преобразуемая с помощью срезов</p> 	<p>Отображение срезов на чертеже</p> 

Последовательность построения видов с помощью разных приемов	
Наглядное изображение	Анализ формы. Построение чертежа
<p>Выделенное основание детали</p> 	<p>Изображение призматической формы — основания детали</p> 
<p>Основание детали с присоединенной к нему цилиндрической частью</p> 	<p>Изображение цилиндрической части детали в соединении с ее основанием</p> 
<p>Деталь, состоящая из четырех- и шестигульной призмы и цилиндра</p> 	<p>Изображение шестигульной призматической части детали в соединении с другими ее составляющими</p> 

Построение видов с помощью постоянной прямой чертежа (способ внешнего координирования). Постоянной прямой чертежа называют линию, которую проводят из центра координат (точки  $O$ ) вниз направо под углом  $45^\circ$  (рис. 1).

Предмет мысленно размещают в системе плоскостей проекций. Оси плоскостей проекций принимают за координатные оси. Проекционную связь между видом сверху и видом слева осуществляют с помощью линий проекционной связи, которые проводят до пересечения с постоянной прямой чертежа и строят под углом  $90^\circ$  друг к другу.

Постоянную прямую чертежа, как правило, используют в тех случаях, когда по двум заданным видам необходимо построить третий вид детали (см. рис. 1).



Перечертив два вида детали, строят постоянную прямую чертежа и проводят линии проекционной связи параллельно оси  $OX$  до пересечения с постоянной прямой чертежа, а затем — параллельно оси  $OZ$ .

Рассмотренный способ построения называют способом внешнего координирования, поскольку предмет фиксируется в пространстве относительно осей плоскостей проекций, которые располагаются вне изображаемого объекта.

(Если на чертеже не показаны оси проекций и необходимо выполнить третий вид детали, то можно построить постоянную прямую чертежа в любом месте с правой стороны от вида сверху.)

Построение видов с помощью внутреннего координирования объекта. Внутреннее координирование заключается в мысленном введении дополнительных осей координат, привязанных к проецируемому предмету.

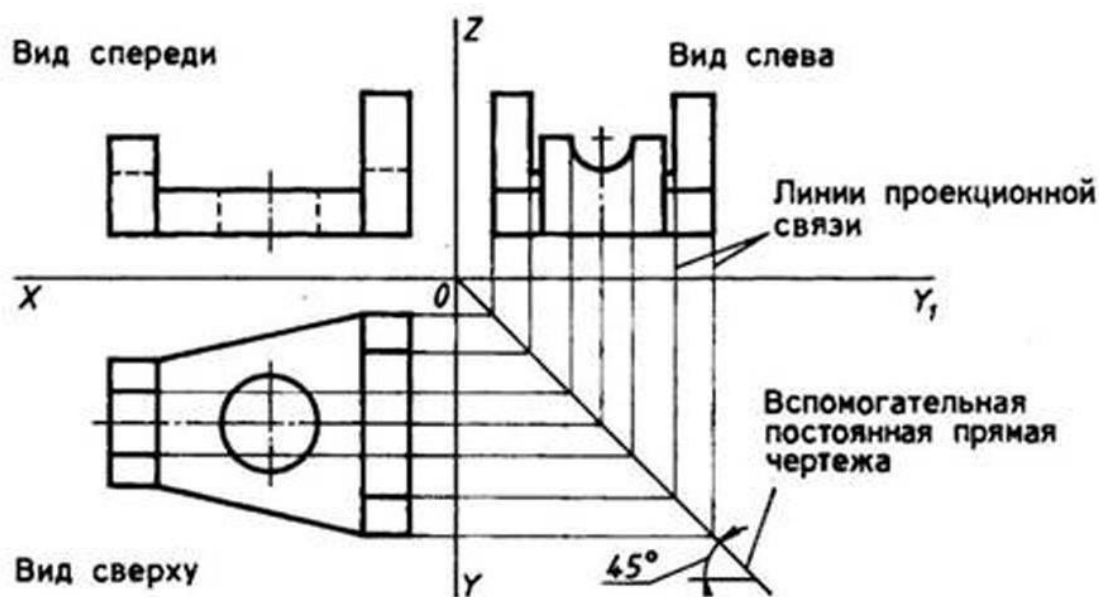


Рисунок 1 Построение третьей проекции по двум заданным с помощью постоянной прямой чертежа

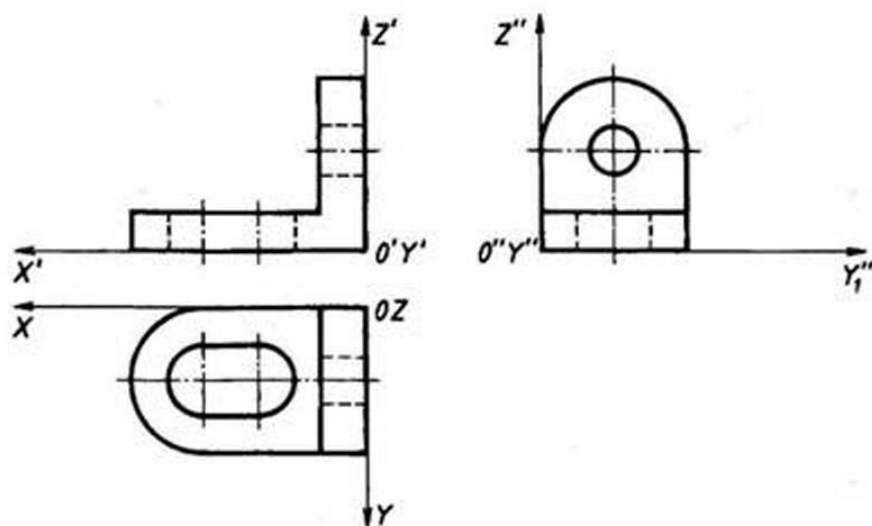


Рисунок 2 Построение видов способом внутреннего координирования объекта

### Тема 3.5 Сечения. Выполнение вынесенного сечения

*Сечением* называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью (Рисунок 2.14).

**На сечении показывают только то, что попадает непосредственно в секущую плоскость.**

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения.

Сечения делятся на:

- сечения, входящие в состав разреза (Рисунок 2.15, а);
- сечения, не входящие в состав разреза (Рисунок 2.15.б).

Не входящие в состав разреза делятся на:

- вынесенные (Рисунки 2.14, а; 2.14, в; 2.15, б; 2.16, а; 2.17, а; 2.18);
- наложенные (Рисунки 2.14, б; 2.16, б; 2.17, б).

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида, на продолжении следа секущей плоскости при симметричной фигуре сечения, на любом месте поля чертежа, а также с поворотом (Рисунки 2.14, а, в; 2.15, б; 2.16, а; 2.17, а; 2.18, а).

Для изображения следа секущей плоскости на чертеже применяют толстую разомкнутую линию со стрелками, указывающими направление взгляда, и обозначают секущую плоскость прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождается надписью по типу А-А (Рисунок 2.14).

Соотношение размеров стрелок и штрихов разомкнутой линии должны соответствовать Рисунку 2.14. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения.

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел приблизительно в два раза. Буквенное обозначение располагают параллельно основной надписи, независимо от положения секущей плоскости.

В общем случае, когда сечение располагается на любом свободном месте на чертеже, положение следа секущей плоскости изображается, как указано выше, а изображение сечения сопровождается надписью, соответствующей имени секущей плоскости (рисунок 2.14, а; 2.15, б).

В случаях, показанных на Рисунках: 2.14, б, в; 2.17, а, б; 2.18, а (сечения наложенные; сечения, выполненные в разрыве вида; сечения, выполненные на продолжении следа секущей плоскости) — для **симметричных сечений** след секущей плоскости не изображают и сечение надписью не сопровождают.

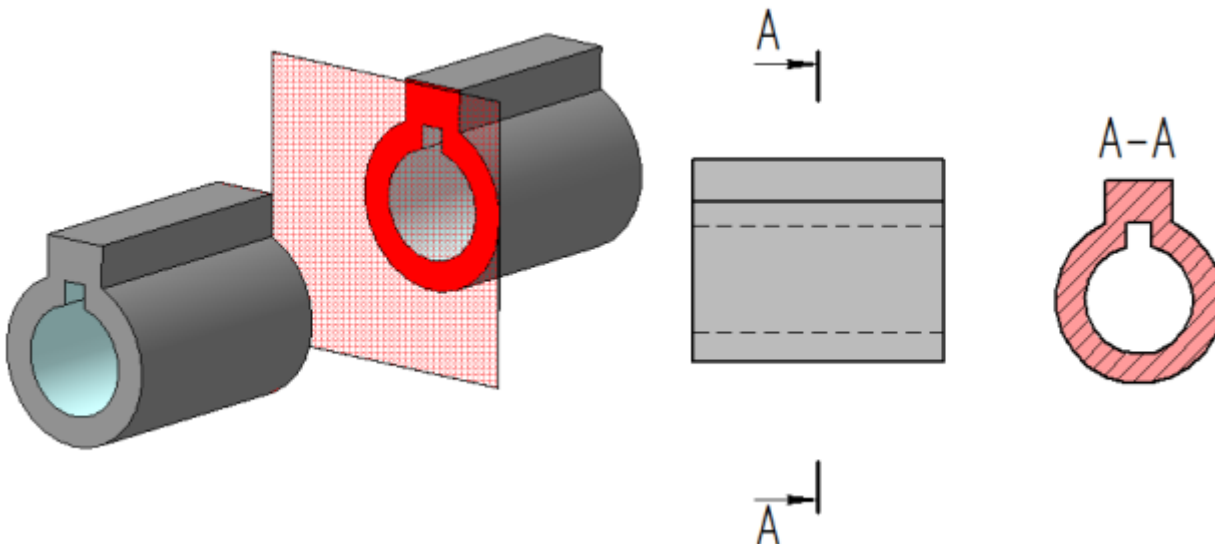


Рисунок 2.14 а

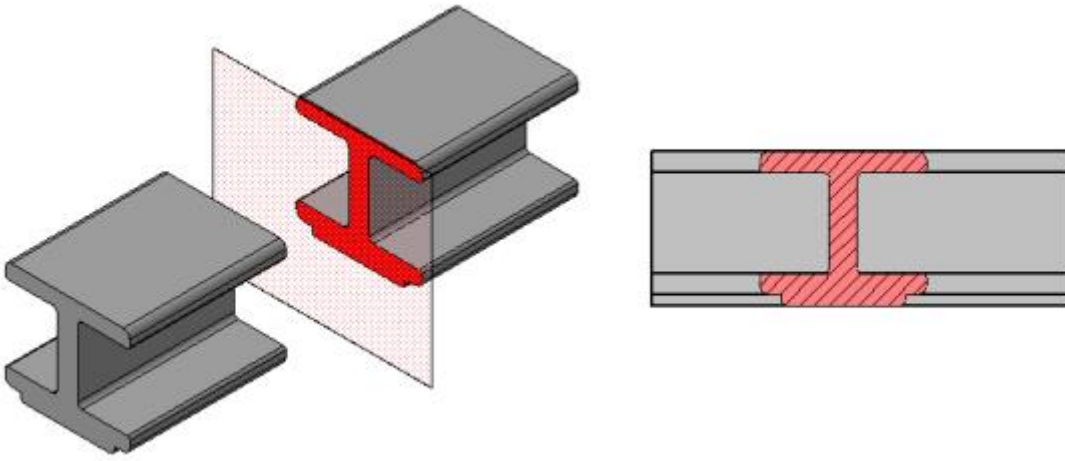


Рисунок 2.14 б

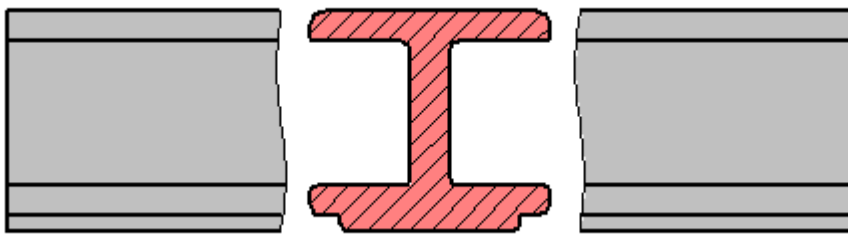


Рисунок 2.14 в

Для *несимметричных сечений*, расположенных в разрыве, или наложенных, след секущей плоскости изображают, но буквами не сопровождают (Рисунок 2.16). Сечение также не сопровождают надписью.

Контур вынесенного сечения выполняется **сплошной основной линией** (основной линией), а контур наложенного сечения — тонкой сплошной линией, при этом контур вида не прерывается.

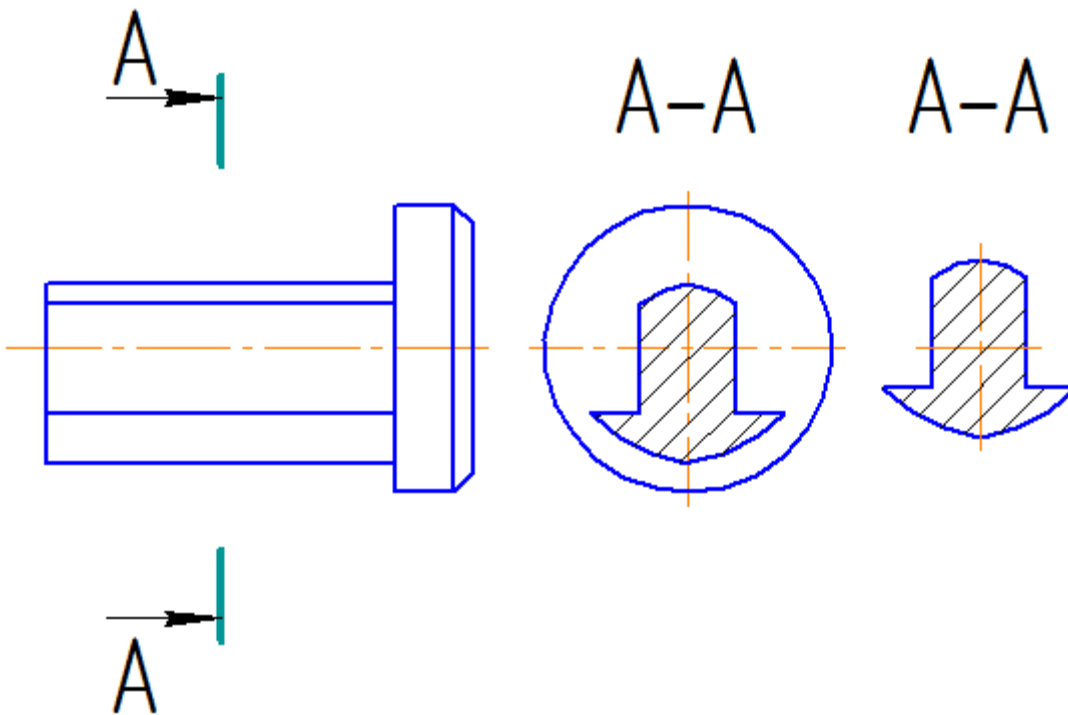


Рисунок 2.15

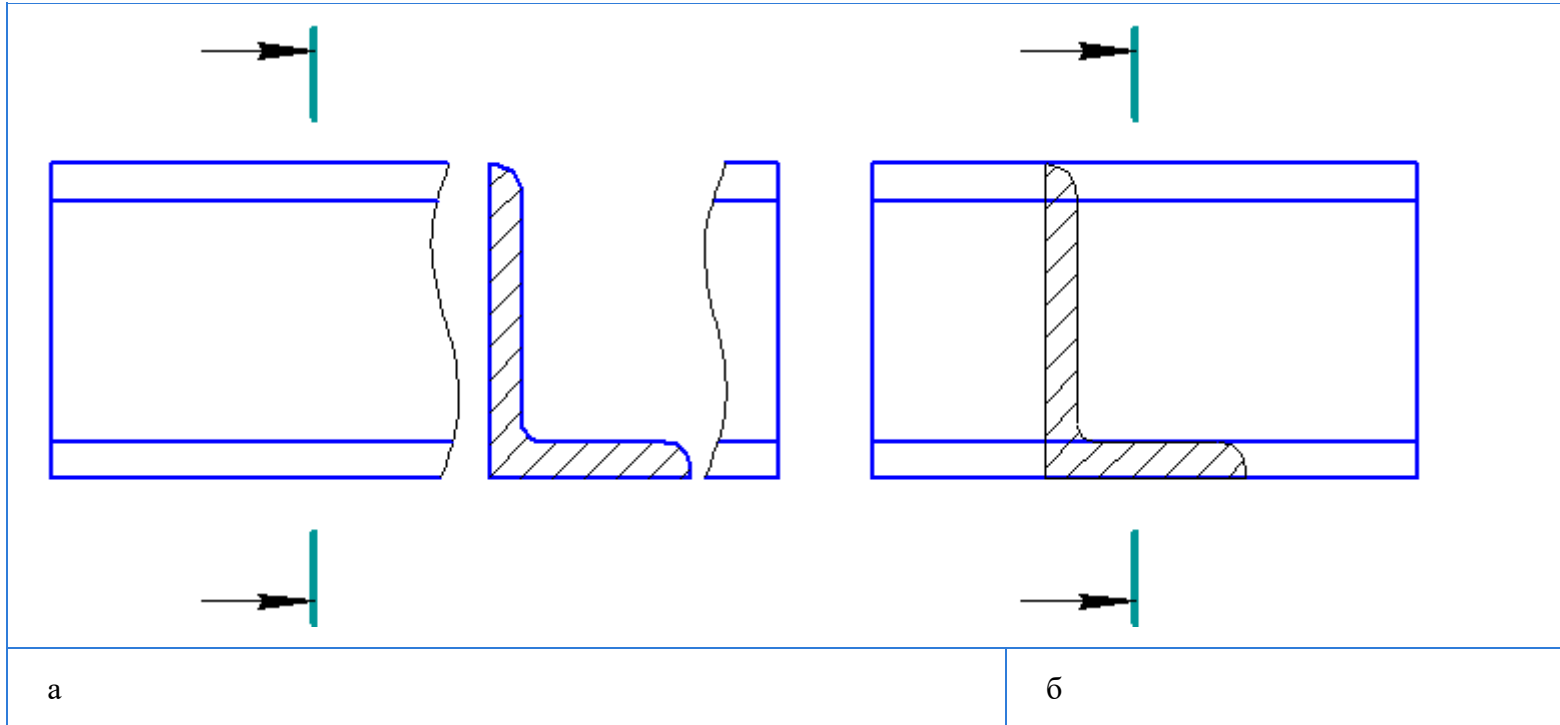


Рисунок 2.16

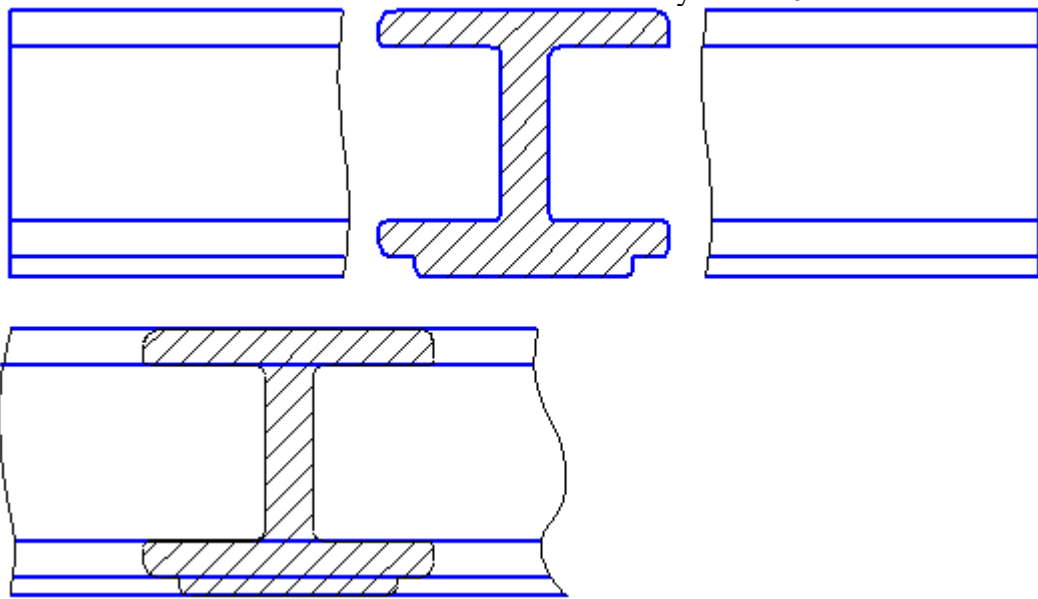


Рисунок 2.17 а, б

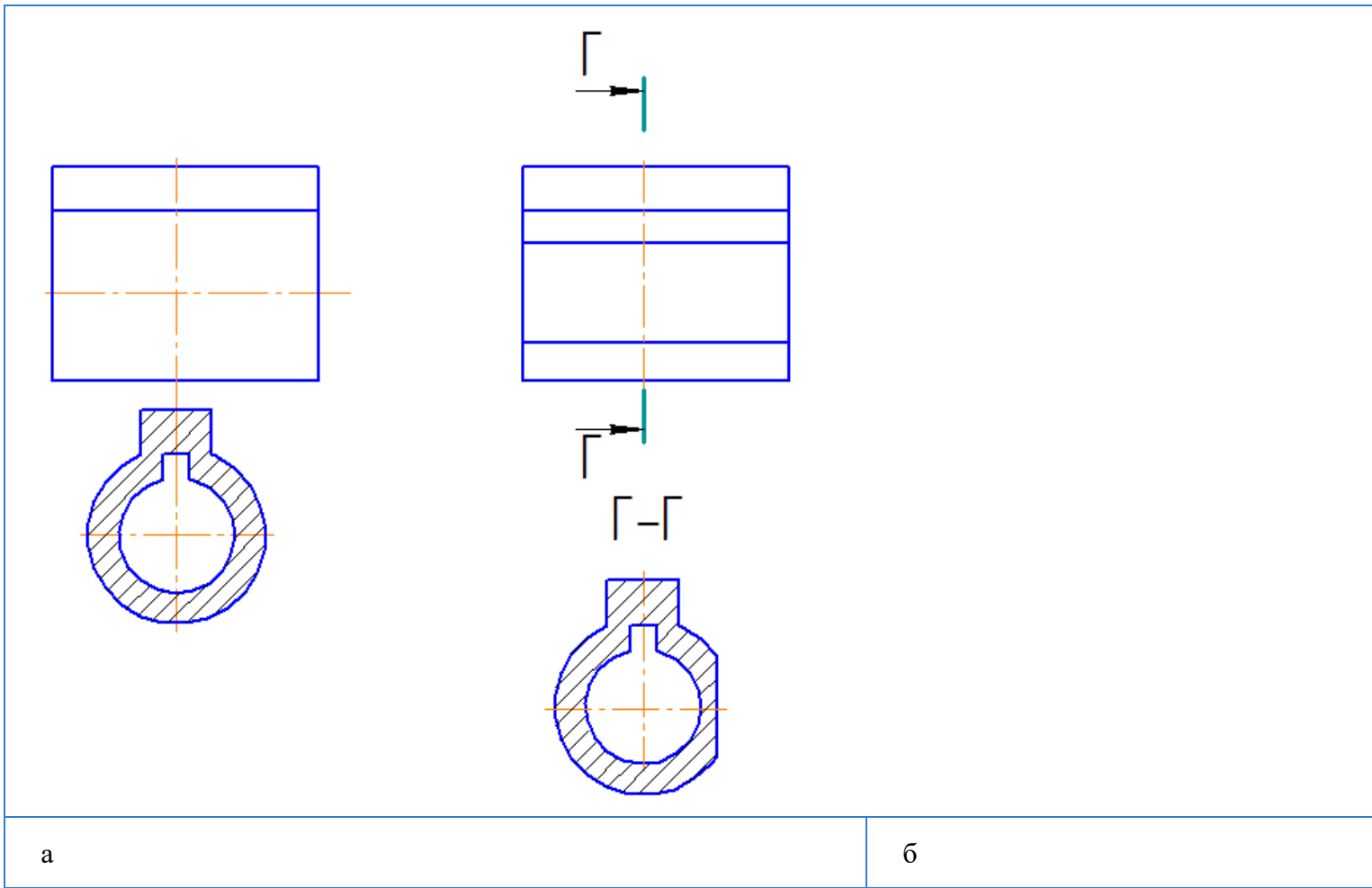


Рисунок 2.18

Для нескольких одинаковых сечений одного и того же предмета, линии сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение. Если при этом секущие плоскости направлены под разными углами, то знак «Повернуто» не наносят (Рисунок 2.19).

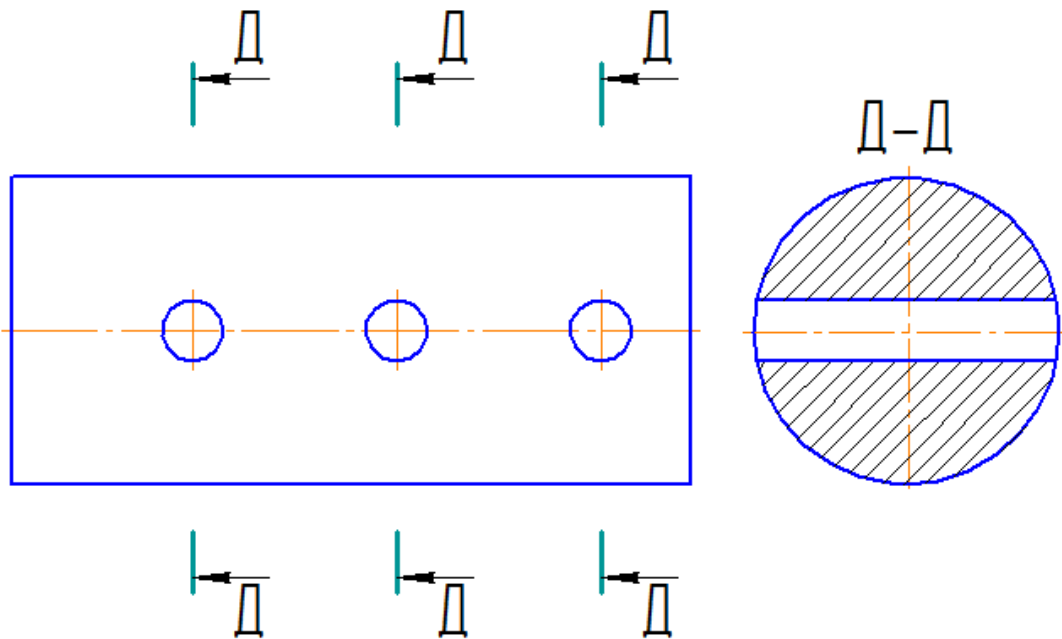


Рисунок 2.19

### Тема 3.8 Трехмерное моделирование элементов болтового соединения

Одним из распространенных в технике разъемных соединений является соединение с помощью резьбовых крепежных деталей: гаек, болтов, винтов и шпилек. Технические требования к этим деталям устанавливает ГОСТ 1759—70. Он устанавливает виды и обозначения покрытий, классы прочности, обозначение групп, определяющих их механические свойства, а также их условное обозначение.

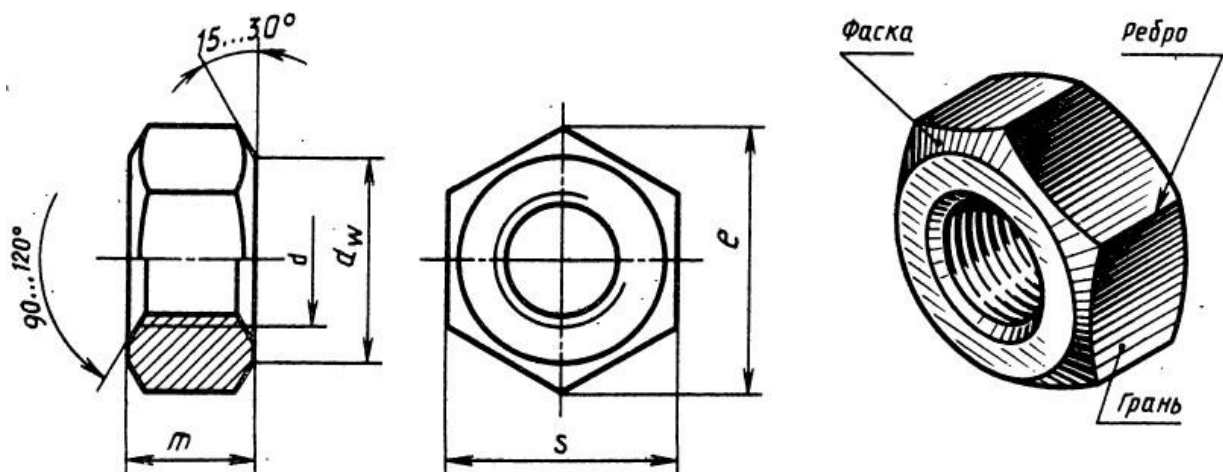
Условное обозначение должно содержать: наименование детали, вид ее исполнения, диаметр резьбы, мелкий шаг резьбы (метрической), обозначение поля допуска резьбы, длину детали (кроме гаек), класс прочности или группу указания о применении спокойной стали, обозначение вида покрытия, толщины покрытия, номер размерного стандарта (ГОСТ).

На учебных чертежах ограничиваются упрощенным обозначением крепежных изделий по типу: Болт М8х40 ГОСТ7805—70 и т. п.

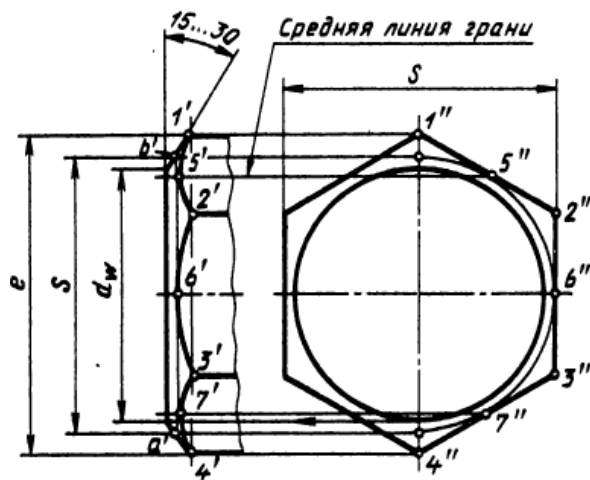
**Гайка** — крепежное изделие (деталь) с резьбовым отверстием, навинчивающееся на стержни с такой же резьбой для прижима какой-либо детали, находящейся на этом же стержне. Гайки могут быть круглыми, квадратными, шестигранными.

В технике широкое применение получили шестигранные гайки. ГОСТ предусматривает изготовление шестигранных гаек нормальной высоты, а также низких, высоких, прорезных, корнчатых, нормальной и повышенной точности.

На рис. 1 показана шестигранная гайка нормальной точности по ГОСТ 5915—70 (СТ СЭВ 3683—82) (исполнения 1). В исполнении 2 гайка выполняется с одной фаской. Внутренняя фаска на гайке выполняется под углом до  $120^\circ$ . Наружная фаска на гайке снимается под углом  $15...30^\circ$



В пересечении поверхности фаски с гранями гайки получаются гиперболы. При выполнении чертежа гайки их заменяют дугами окружности. Для построения фаски на торце гайки откладывают размер  $d = 0.95S$ . Из концов построенного отрезка проводят образующие конуса фаски под углом  $15..30^\circ$  к торцу гайки.

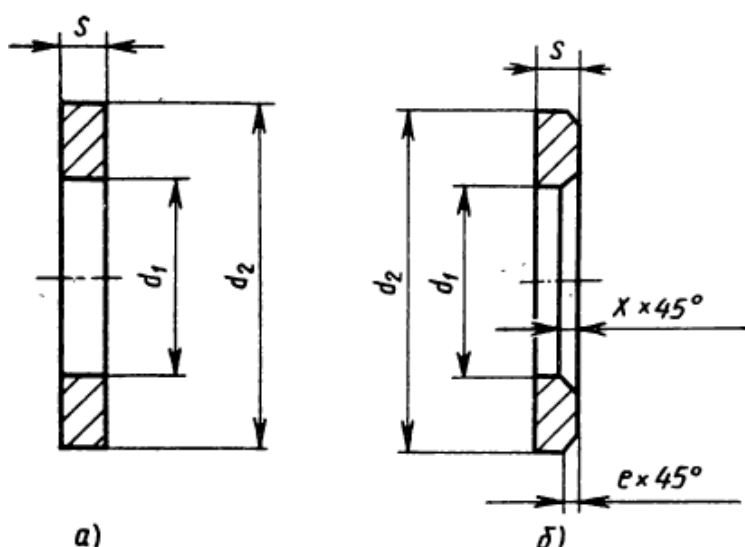


На чертежах, по которым детали не изготавливаются (сборочные чертежи и т.п.), гайки вычерчивают упрощенно и фаски не показывают. Форма и размеры гайки полностью определяются записью в ее условном обозначении.

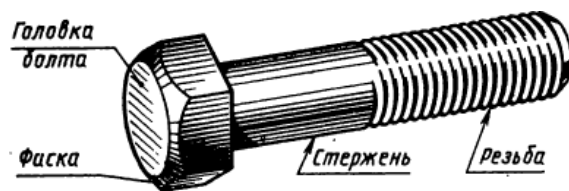
Для учебных чертежей можно ограничиться упрощенным обозначением, например. Гайка М20 ГОСТ 5925—70.

**Шайба** — деталь, имеющая форму диска с отверстием без резьбы. Ее нельзя отнести к резьбовым изделиям, но целесообразно рассматривать ее форму и размеры вместе с резьбовыми изделиями, так как шайба применяется обычно с болтом, гайкой и шпилькой. Ее устанавливают под гайку для того, чтобы предотвратить повреждение поверхности соединяемых деталей.

ГОСТ предусматривает изготовление нормальных, увеличенных и уменьшенных шайб в двух исполнениях: исполнение 1 — без фаски и исполнение 2 — с фаской.



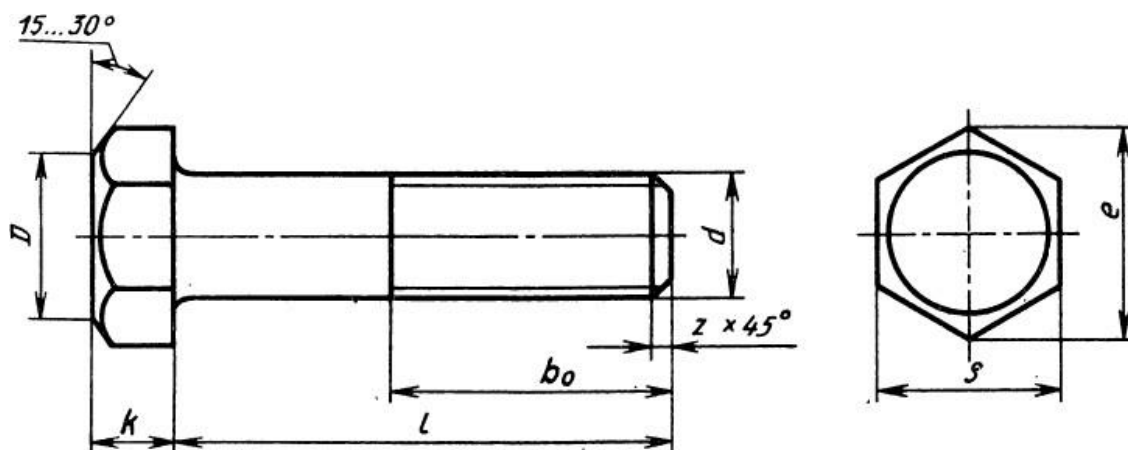
**Болт** — это резьбовое крепежное изделие, представляющее собой стержень с головкой с одной стороны и резьбовой частью с другой стороны. Наиболее распространенными являются болты с шестигранной головкой (рис.).



Размеры  $S$  и  $e$  (рис.) в зависимости от диаметра болта  $d$  берут такие же, как и для гайки (табличные данные). Высота головки болта  $k$  несколько меньше, чем высота гайки.

Фаски на головке болта снимаются только с внешнего торца и вычерчиваются так же, как на гайке. Болты выпускаются нормальной, повышенной и грубой точности, с шестигранными, квадратными и другими головками.

На рис. показан болт с шестигранной головкой, нормальной точности по ГОСТ 7798-70. Длина стержня  $l$  — рабочая длина. Она получается расчетом и уточняется по таблице ГОСТа. Длина нарезанной части болта  $b_0$  также определена ГОСТом.

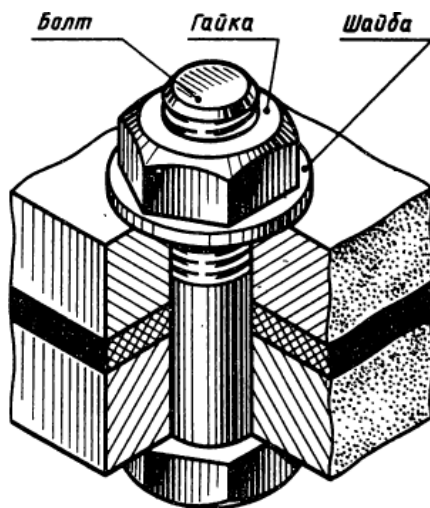




Соединение болтом — одно из наиболее распространенных соединений деталей. Такое соединение осуществляется с помощью болта, гайки и шайбы (рис.). Диаметр болта  $d$  определяется конструкторскими расчетами. Отверстия в соединяемых деталях для прохода болта сквозные. Диаметр  $d_1$  берется по ГОСТ 11284—75.

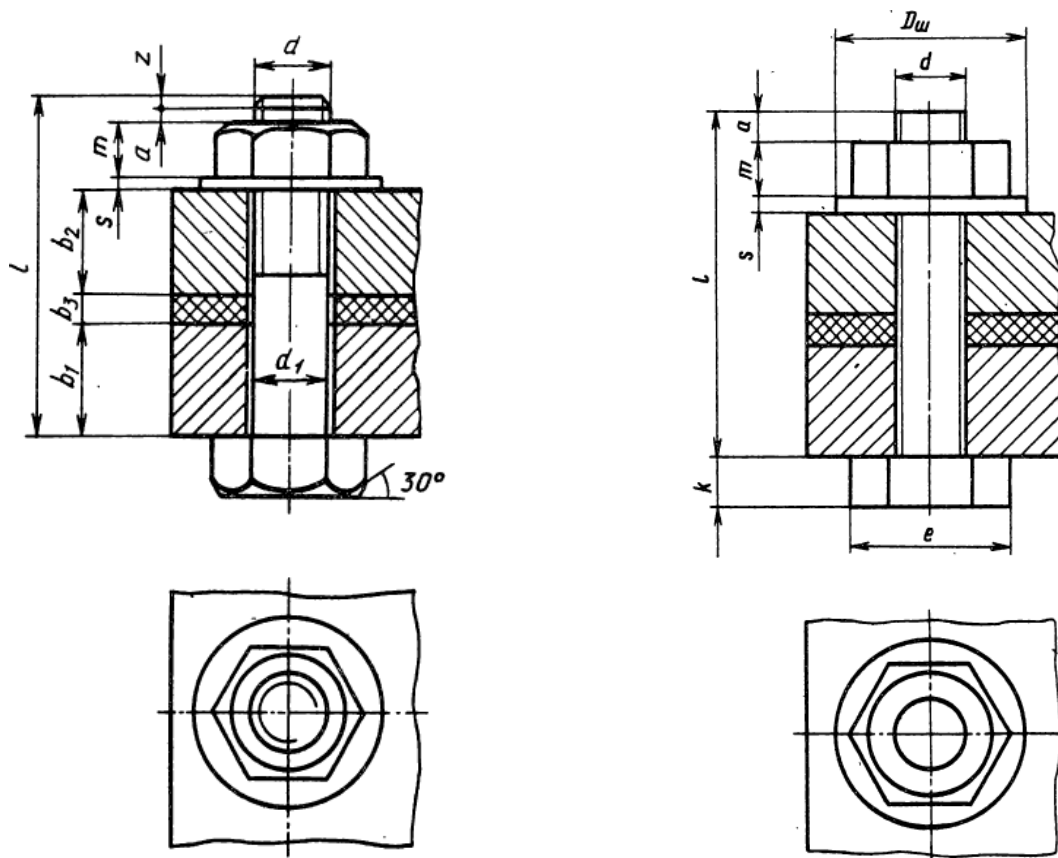
Длину стержня болта  $l$  определяют в зависимости от толщины соединяемых деталей, толщины шайбы  $s$ , высоты гайки  $m$ , длины конца болта, выступающего над гайкой  $a$ , и высоты фаски  $z$ .

Полученную величину сравнивают с длинами болтов по таблице ГОСТ 7798—70 и берут ближайшее значение, так же определяют длину нарезанной части болта  $b$ .

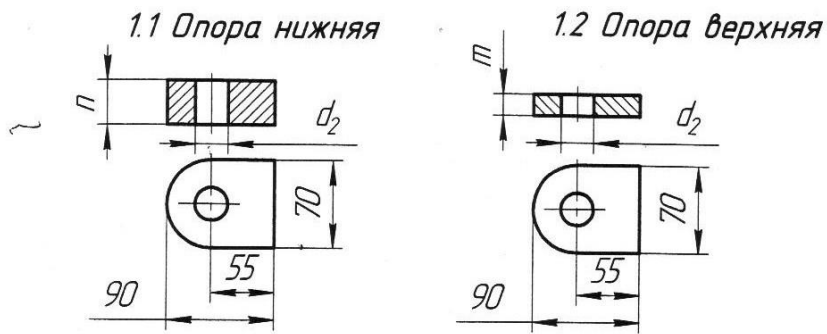


На рис. показано соединение болтом двух фланцев и прокладки. Болты, гайки и шайбы на продольном разрезе показываются неразрезанными. Головку болта и гайку на главном виде изображают так, чтобы было видно три грани. На рис., показано упрощенное изображение соединения болтом.

На учебных чертежах общего вида и сборочных чертежах целесообразно применять конструктивное изображение этого соединения, упрощая лишь изображение гайки и головки болта, т. е. не показывая на них фаску. Упрощенное изображение соединения болтом рекомендуется вычерчивать по условным соотношениям размеров (см. рис.) в зависимости от заданного диаметра

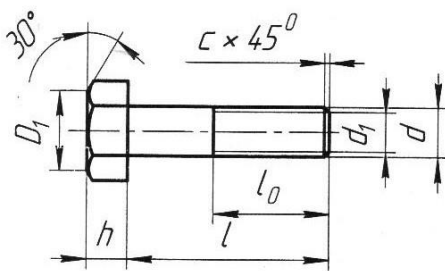


# 1. Соединяемые детали



$d_2 = 1,1d$  - диаметр отверстия под болт

## 2. Болт



$$l = n + m + S_w + H + k$$

где

$$S_w = 0,15d$$

$$H = 0,8d$$

$$k = 0,3d$$

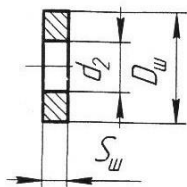
$$c = 0,1d$$

$$D = 2d$$

$$D_1 = (0,9 - 0,95)S$$

$S$  - по построению;  $l_0 = 2d + 6$ ;  $h = 0,7d$ ;  $d_1 = 0,85d$

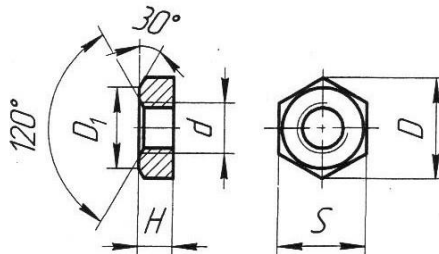
## 3. Шайба



$$d_2 = 1,1d$$

$$D_w = 2,2d$$

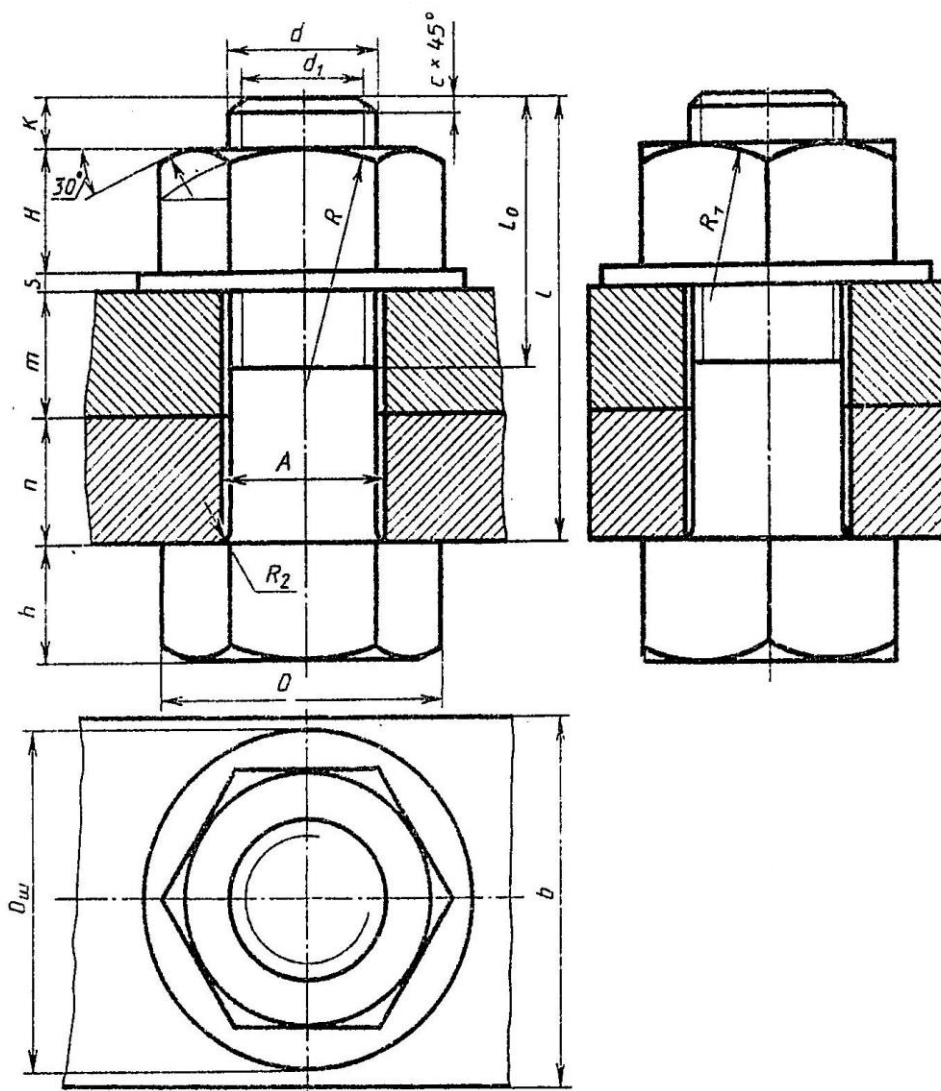
## 4. Гайка



$$H = 0,8d$$

$$D = 2d; D_1 = (0,9 - 0,95)S$$

$S$  - по построению →



№ варианта	d	n	m
1	16	25	50
2	20	18	30
3	16	25	50
4	24	16	40
5	30	20	30
6	24	20	40
7	20	15	35
8	16	25	50
9	24	24	30
10	20	30	25
11	24	30	20
12	30	30	30
13	20	15	40
14	24	30	20
15	30	10	40

№ варианта	d	n	m
16	20	15	25
17	30	20	30
18	20	30	20
19	24	20	30
20	16	20	45
21	20	25	25
22	24	15	40
23	30	18	35
24	24	10	40
25	30	20	35
26	20	15	25
27	24	15	30
28	16	15	25
29	24	20	25
30	20	10	30

### Тема 3.9 Выполнение рабочих чертежей болтового соединения

На прошлом уроке, мы выполнили элементы болтового соединения, согласно своих вариантов, и собрали все элементы в одно соединение, таким образом мы получили сборку болтового соединения (рис.1)

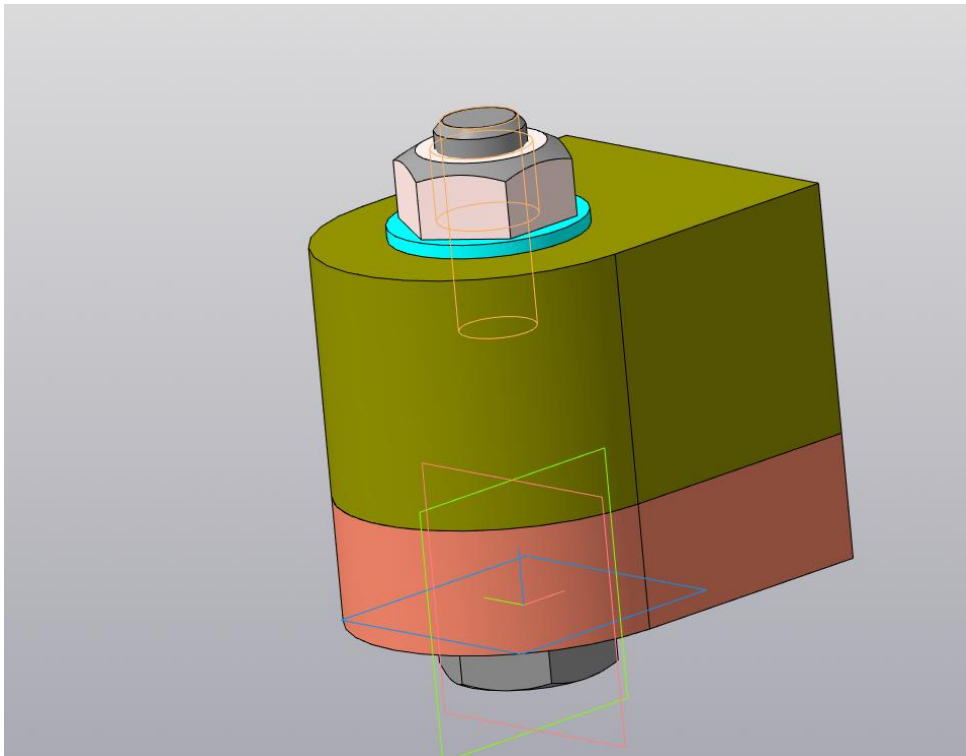


Рисунок 1

В этом уроке наша задача будет заключаться в построении рабочих чертежей болтового соединения, в состав которого входят:

- Опора нижняя;
- Опора верхняя;
- Болт;
- Гайка;
- Шайба.

На представленных картинках даны рабочие чертежи элементов болтового соединения.

Вам необходимо, используя расчеты элементов болтового соединения построить рабочие чертежи каждого из элементов, с нанесением всех размеров, условных обозначений (в случае с шайбой, буквой «S» задается толщина шайбы) и заполнением основной надписи чертежа.

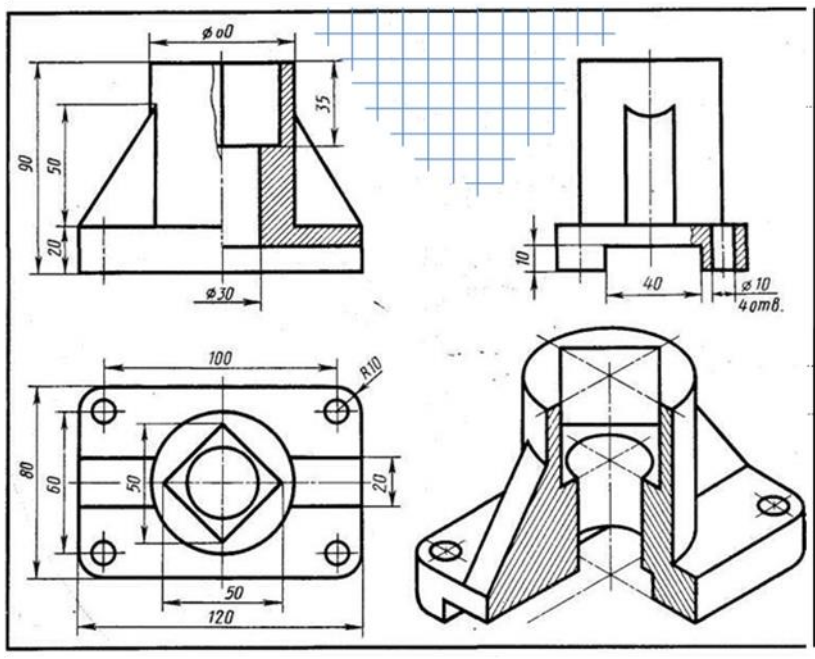
### **Тема 3.11 Выполнение эскиза детали**

На формате А3 или А4 миллиметровой бумаги, выполнить эскиз детали

Последовательность выполнения работы по карточкам, аксонометрических проекций:

- выполнить построение эскиза модели
- продумать компоновку чертежа
- выполнить необходимые разрезы
- проставить размеры
- заполнить основную надпись

Образец выполнения работы представлен на картинке



### Тема 3.12 Выполнение рабочего чертежа детали по эскизу

По ранее выполненному эскизу детали в теме 3.11, необходимо выполнить рабочий чертеж этой детали, с применением чертежных инструментов (линейка, карандаш, циркуль). Нанести все размеры и условные изображения на чертеж.

### Тема 3.13 Чертеж общего вида. Сборочный чертеж

#### **Виды конструкторских документов.**

**Конструкторские документы** — это графические (чертежи, схемы) и текстовые (спецификации, ведомости, инструкции) документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия.

Они содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. ГОСТ 2.102—68 определяет 28 видов документов.

**Чертеж детали** — документ, содержащий изображение детали и данные, необходимые для ее изготовления и контроля (размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхностей, данные о материале, термообработке, отделке).

**Чертеж общего вида** — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Чертеж общего вида должен содержать необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений), текстовую часть и надписи. Чертеж общего вида разрабатывается на стадии технического проектирования. Он является обязательным документом технического проекта.

При необходимости на чертеже общего вида наносят некоторые размеры, посадки, предельные отклонения, указания о покрытиях, сварке, пайке и т. п. Эти требования должны учитываться при последующей разработке рабочей документации.

Изображения на чертежах общего вида по ГОСТ 2.119—73 выполняют с наибольшими упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД.

Чертежи сборочных единиц разрабатывают на всех стадиях проектирования изделий, причем на стадии разработки проектной документации их называют *чертежами общих видов*, а на стадии выполнения рабочей документации — *сборочными чертежами* (рис.9.1).

По сборочным чертежам осуществляют сборку отдельных деталей в одно изделие. По этим чертежам, как правило, детали не изготавливают.

Чертежи общих видов более подробные. По этим чертежам можно представить не только

взаимное положение и способы соединения деталей, но и форму каждой детали в отдельности. Чертежи общих видов используют для *детализации* – выполнения рабочих чертежей отдельных деталей, входящих в сборочную единицу.

### 3.13.1 Условности и упрощения на сборочных чертежах

- На сборочных чертежах допускается не показывать фаски, скругления, проточки, выступы, углубления и другие мелкие элементы, а также зазоры между резьбовым стержнем и отверстием.
- Можно не изображать крышки, щитки и т.п., если нужно показать закрытые ими части изделия. В этом случае над изображением помещают надпись типа “Крышка поз. 5 не показана”.
- В разрезах и сечениях сопряженные детали штрихуют в противоположных направлениях или используют штриховку различной плотности (густоты).  
Выбранный тип штриховки сохраняется для каждой отдельной детали на всех ее изображениях.
- Такие детали, как валы, оси, шпонки, резьбовые изделия при разрезах вдоль длинной стороны показывают не рассеченными.
- Если сборочная единица имеет несколько одинаковых равномерно расположенных деталей, например, крепежных изделий, то изображают только одну-две детали, а положение остальных указывают осевыми или центровыми линиями.

### 3.13.2 Размеры на сборочных чертежах

На сборочном чертеже изделия проставляют:

- *габаритные размеры*, характеризующие высоту, длину и ширину изделия или его наибольший диаметр. Если какой-либо из этих размеров имеет переменное значение, то на чертеже наносят два значения данного размера при крайних положениях подвижных деталей.
- *установочные и присоединительные размеры*, необходимые для правильной установки изделия на месте монтажа или присоединения к другому изделию (диаметры центровых отверстий и отверстий для крепления, размеры присоединительных резьб и т.п.)
- *эксплуатационные размеры* такие, как размеры отверстий для прохода жидкости вентиля и задвижек; размеры, указывающие крайние положения движущихся частей изделия, размеры под ключ и т.п.

### 3.13.3 Чтение и детализация сборочных чертежей

Детализацией называют процесс выполнения рабочих чертежей по сборочному чертежу.

В процессе чтения сборочного чертежа необходимо выяснить: назначение изделия и принцип его работы; характер взаимодействия деталей в процессе эксплуатации; способы соединения деталей между собой; геометрическую форму основных деталей.

Нужно уметь ответить на такие вопросы:

- Как работает изделие и для чего предназначено?
- Сколько оригинальных и стандартных деталей имеет изделие? Как они называются?
- На каких изображениях (видах, разрезах, сечениях) показана каждая из деталей?
- Уметь определить габаритные размеры основных деталей.
- Установить способы соединения деталей между собой.
- Определить, какие детали в процессе работы изделия перемещаются, виды движения и пределы их перемещений.
- Установить возможную последовательность разборки и сборки изделия при демонтаже или изготовлении изделия.

Детализация – это не простое копирование изображения детали на сборочном чертеже, а определенная творческая работа.

Результатом такой работы являются рабочие чертежи деталей, входящих в изделие или чертежи сборочных единиц этого изделия.

### 3.13.4 Содержание и последовательность выполнения задания

Задание 9 состоит из двух частей: чтение сборочного чертежа и его детализирование.

- Сначала, используя сборочный чертеж изделия, его техническое описание и спецификацию, ответить на вопросы, перечисленные в п. 9.3.1.
- В масштабе 1:1, на листе формата А3 выполнить чертеж сборочной единицы, состоящей из 2х-3х деталей. Показать на чертеже заданные разъемные соединения.
- На листе формата А4 начертить и заполнить спецификацию.

Вычерчивание целесообразно начинать с более крупной детали (как правило, корпуса), затем начертите контуры присоединяемых деталей. Изобразите крепежные изделия, подсчитав по условным соотношениям их размеры; нанесите штриховку в разрезах и сечениях, учитывая, что сопряженные детали в сечении штрихуются в противоположных направлениях.

Номера позиций на чертеже лучше нанести после заполнения спецификации. Проставьте габаритные и присоединительные размеры, заполните основную надпись (штамп).

Образец задания приведен на рис. 9.2 и 9.3, а на рис. 9.4 показана последовательность сборки сборочной единицы. Варианты задания приведены в Приложении.

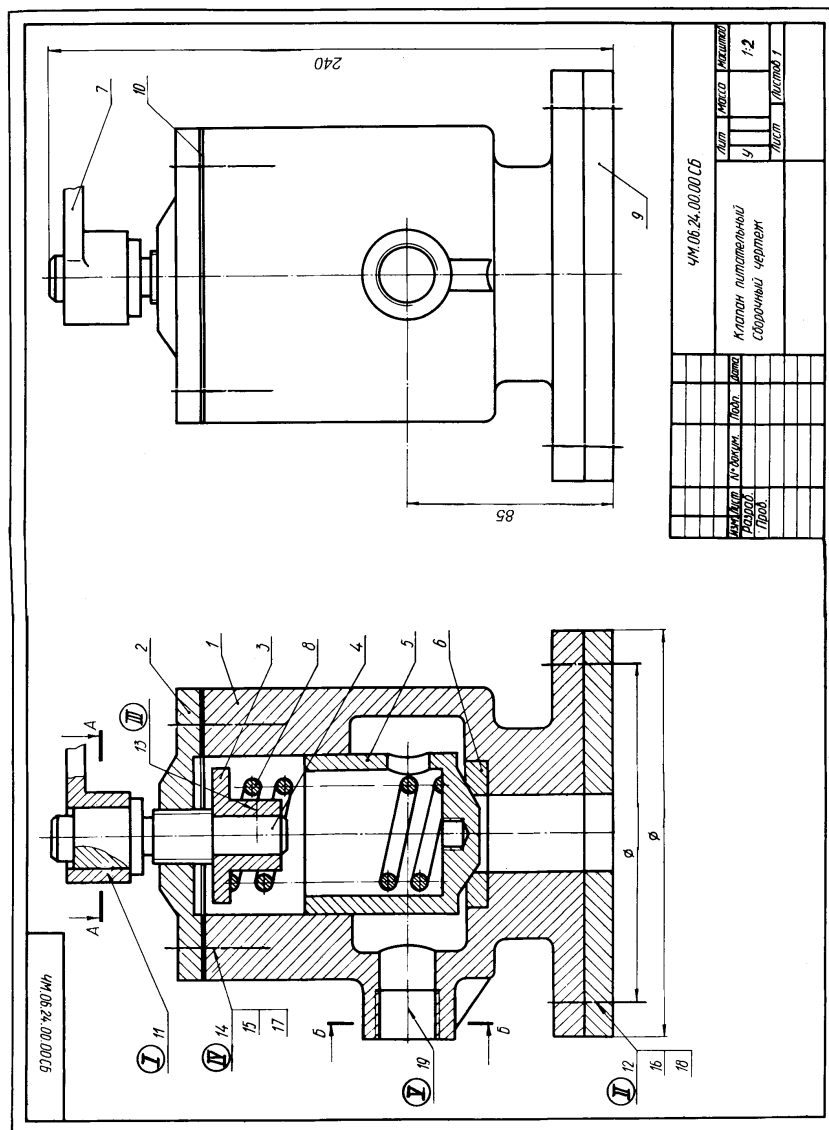
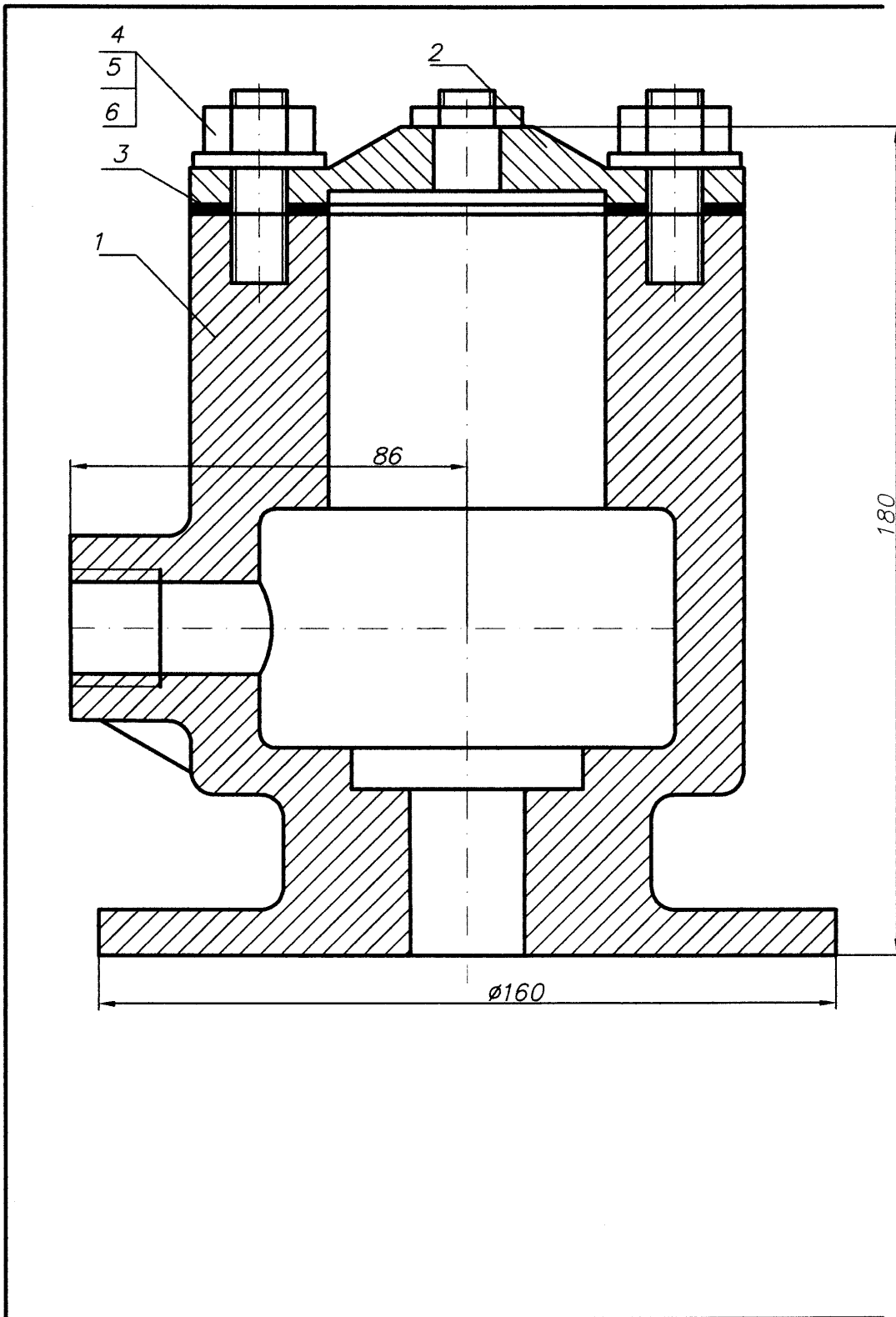
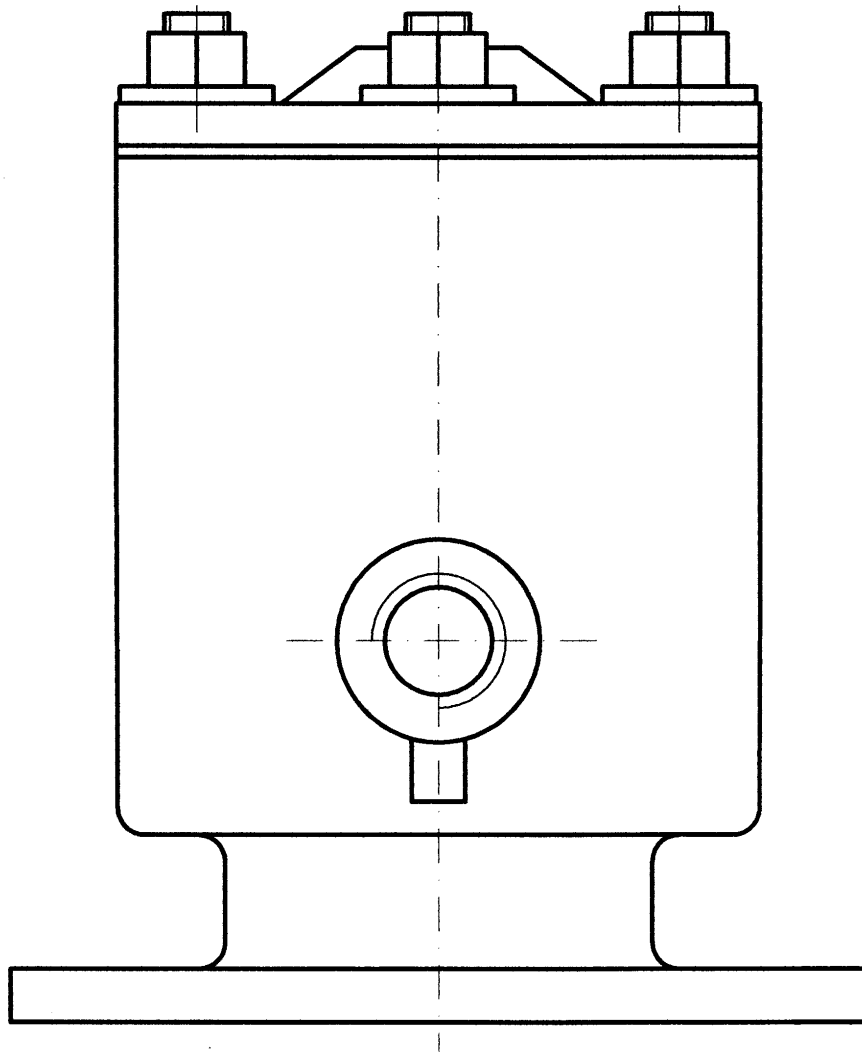


Рис. 91 Сборочный чертеж клапана





*Рис.9.2*



					<b>ЧМ.009.000</b>		
					<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масш</i>
					у		1:1
<i>Разраб.</i>					<b>Корпус в сборе</b>		
<i>Пров.</i>					<i>Сборочный чертеж</i>		
<i>Т. Контр.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Н. Контр.</i>					<b>ГФ УИПА</b>		
<i>Утв.</i>							

Образец задания 9



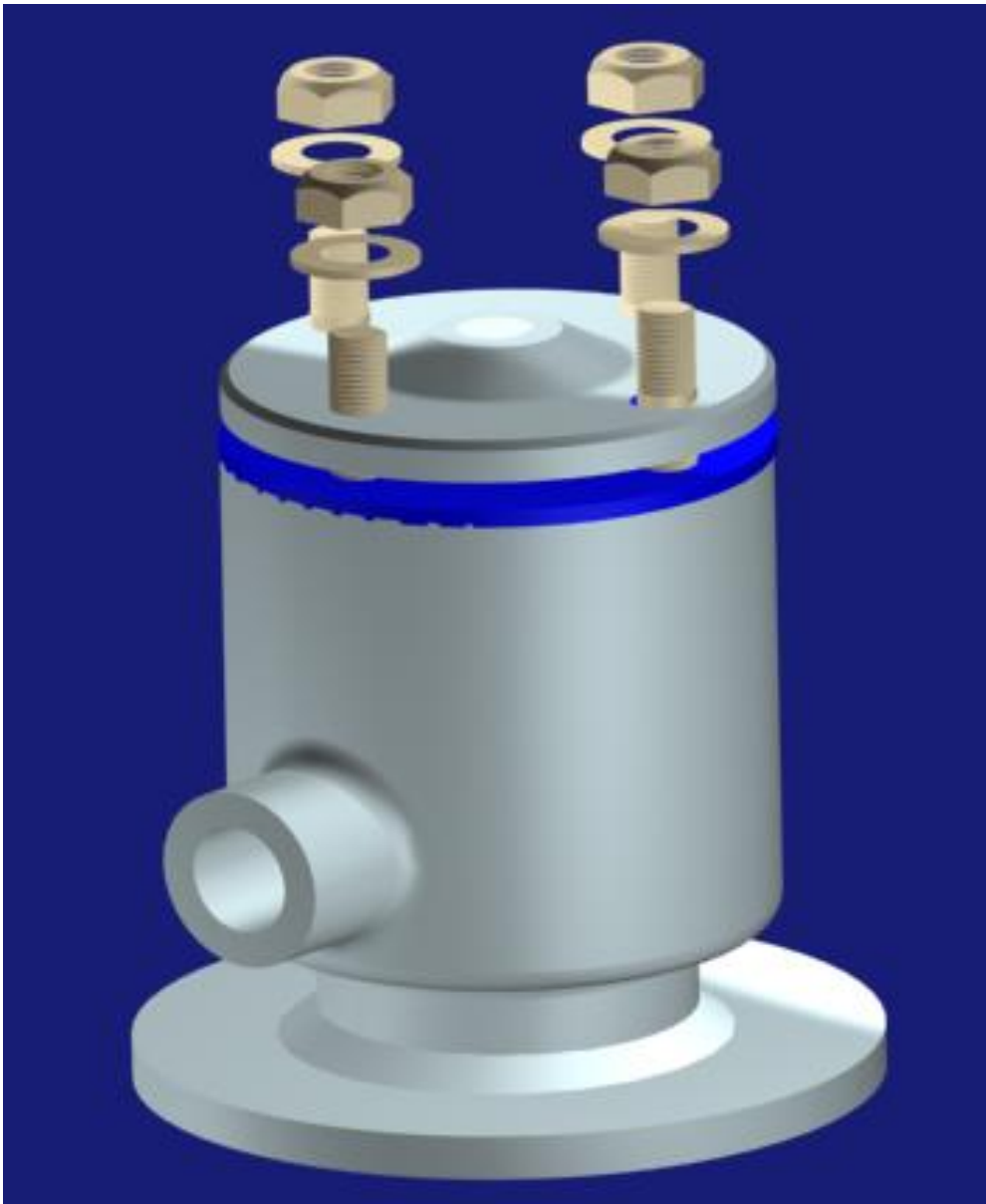


Рис. 9.4 Сборка корпуса цилиндра

### **Тема 3.15 Построение рабочих чертежей деталей соединения**

Чертёж детали – это документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля. Перед выполнением чертежа необходимо выяснить назначение детали, конструктивные особенности, найти сопрягаемые поверхности. На учебном чертеже детали достаточно показать изображение, размеры и марку материала.

При выполнении чертежа детали рекомендуется следующая последовательность:

1. Выбрать главное изображение
2. Установить количество изображений – видов, разрезов, сечений, выносных элементов, которые однозначно дают представление о форме и размерах детали, и дополняющих какой-либо информацией главное изображение, помня о том, что количество изображений на чертеже должно быть минимальным и достаточным.
3. Выбрать масштаб изображений по ГОСТ 2.302-68. Для изображений на рабочих

чертежах предпочтительным является масштаб 1:1. Масштаб на чертеже детали не всегда

должен совпадать с масштабом сборочного чертежа. Крупные и не сложные детали можно вычерчивать в масштабе уменьшения (1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5 и т.д.), мелкие элементы лучше изображать в масштабе увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; и т.д.).

4. Выбрать формат чертежа. Формат выбирается в зависимости от размера детали, числа и масштаба изображений. Изображения и надписи должны занимать примерно 2/3 рабочего поля формата. Рабочее поле формата ограничено рамкой в строгом соответствии с ГОСТ 2.301-68\* по оформлению чертежей. Основная надпись располагается в правом нижнем углу (на формате А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа);

5. Выполнить компоновку чертежа. Для рационального заполнения поля формата рекомендуется тонкими линиями наметить габаритные прямоугольники выбранных изображений, затем провести оси симметрии. Расстояния между изображениями и рамкой формата должно быть примерно одинаковым. Оно выбирается с учётом последующего нанесения выносных, размерных линий и соответствующих надписей.

6. Вычертить деталь. Нанести выносные и размерные линии в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Выполнив тонкими линиями чертёж детали, удалить лишние линии. Выбрав толщину основной линии, обвести изображения, соблюдая соотношения линий по ГОСТ 3.303-68. Обводка должна быть чёткой. После обводки выполнить необходимые надписи и проставить числовые значения размеров над размерными линиями (предпочтительно размером шрифта 5 по ГОСТ 2.304-68).

7. Заполнить основную надпись. При этом указать: наименование детали (сборочной единицы), материал детали, её код и номер, кем и когда был выполнен чертеж и т.д. (Рисунок 9.1) Ребра жесткости, спицы при продольных разрезах показывают не заштрихованными.

### **Тема 3.16 Спецификация изделия**

При выполнении сборочного чертежа узла или другого изделия, состоящего из нескольких (иногда большого числа) деталей, возникает необходимость в составлении такого документа, в котором сообщались бы названия деталей, входящих в узел, их обозначения и т. п.

**Это делают в специальных конструкторских документах — спецификациях.**

**Спецификация** — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Спецификация выполняется на формате А4 по ГОСТ 2.108—68, форма 1 и 1а. Форму 1 (рис.) применяют для первого листа спецификации, форму 1а (рис.) - для последующих, если спецификация состоит из нескольких листов.

Формы отличаются одна от другой размерами и содержанием основных надписей, выполняемых по ГОСТ 2.104—68, форма 2 и 2а.

В графу «Формат» спецификации записывают обозначение формата, на котором выполнены чертежи сборочных единиц, входящих в специфицируемое изделие.

В графе «Зона» указывают обозначение зоны чертежа, в которой находился номер позиции указываемой детали или сборочной единицы, если чертеж разбит на зоны.

В графу «Поз» записывают порядковые номера составных частей изделия (номера позиций).

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			МХТТ XXX.XXX.XXXСБ	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
	1		МХТТ XXX.XXX.001	Корпус	1	
				Детали		
	2		МХТТ XXX.XXX.002	Ось	1	
	3		МХТТ XXX.XXX.003	Плита кондукторная	1	
	4		МХТТ XXX.XXX.004	Втулка кондукторная	1	
	5		МХТТ XXX.XXX.005	Ручка	1	
	6		МХТТ XXX.XXX.006	Гайка специальная	1	
	7		МХТТ XXX.XXX.007	Шайба специальная	1	
				Стандартные изделия		
	8			Винт М6×18 ГОСТ 1491-72	3	
				Штифты ГОСТ 3128-70		
			МХТТ XXX.XXX.XXX			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					Лист	Листов
					1	2
				Кондуктор для сверления		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		9		Штифт 6×18	1	
		10		Штифт 8×24	2	
		11		Штифт 10×18	1	
			МХТТ XXX.XXX.XXX			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					Лист	2

В графу «Обозначение» записывают обозначение чертежей и других конструкторских документов, включаемых в спецификацию.

Обозначение составляют, пользуясь единым классификатором, в котором отдельным деталям, сборочным единицам и изделиям присвоены определенные номера.

Обозначение имеет следующую структуру:

первые четыре знака — индекс организации-разработчика;

шесть следующих знаков — обозначение изделия по классификатору; три

следующих знака — регистрационный номер изделия;

два последних знака — шифр конструкторского документа по ГОСТ 2.102—68 (ВО - чертеж общего вида, СБ - сборочный чертеж, МЧ - монтажный чертеж и т. п.).

Пример заполнения спецификации показан на рис. В обозначениях, приведенных на этих рисунках, конкретно указаны только название учебного заведения и шифр документа, так как на учебных чертежах применяют упрощенные обозначения.

В графе «Наименование» указывают наименование конструкторских документов (сборочный чертеж, габаритный чертеж и т. п.), сборочных единиц, деталей (корпус, втулка и т. п.).

Вносимые в спецификацию сведения делят на следующие разделы: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты.

Разделы записывают в спецификацию в том порядке, как они перечислены.

Наличие разделов в конкретной спецификации зависит от состава специфицируемого изделия и прилагаемых документов.

На приведенной для примера спецификации имеются разделы: документация, сборочные единицы, детали и стандартные изделия.

Названия разделов пишут в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией.

После каждого раздела оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей.

В разделах «Сборочные единицы», «Детали» записывают изделия в алфавитном порядке

сочетания начальных знаков (индексов) организаций-разработчиков и затем в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В разделе «Стандартные изделия» записывают в алфавитном порядке наименование изделий, объединяя их в группы (подшипники, крепежные изделия и т. п.).

*Например, в группе крепежных изделий сначала записывают болты, затем гайки, винты и т. д.*

Если изделий одного наименования несколько, то запись ведется в порядке возрастания номеров стандартов, а в пределах одного стандарта — в порядке возрастания основных размеров изделия.

*Для стандартных изделий графу «Обозначение» не записывают.*

**Схема** — документ, показывающий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

В зависимости от способа выполнения конструкторские документы делятся на оригиналы, подлинники, копии и дубликаты.

**Оригиналы** — это выполненные на любом материале документы, по которым изготавливают подлинники.

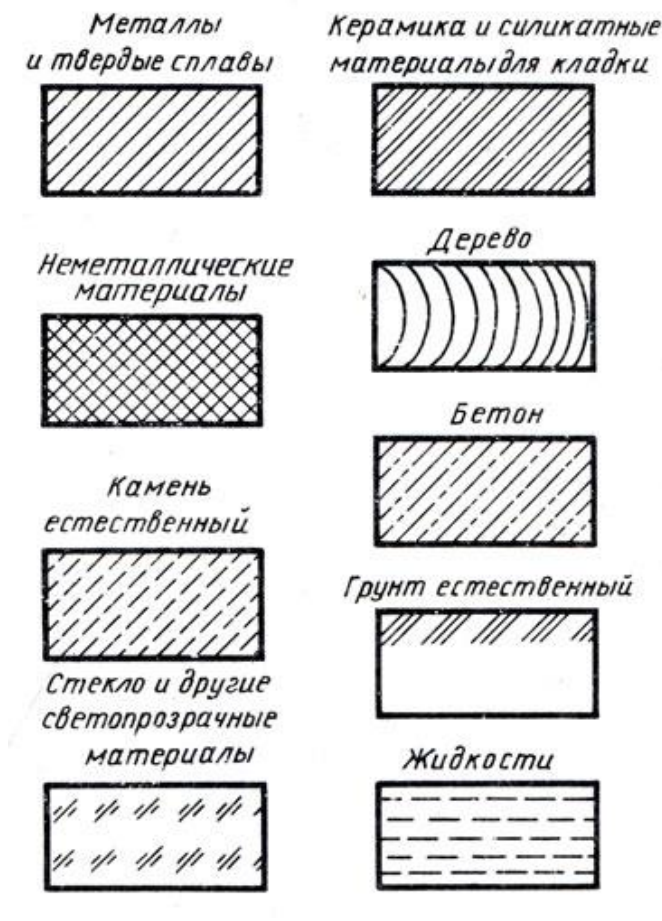
**Подлинники** — это документы, которые оформлены подлинными установленными подписями и выполнены на материале, позволяющем многократное получение копий этих документов.

**Копии** — это документы, выполненные таким способом, который обеспечивает их идентичность с подлинником. Копии предназначены для непосредственного использования при изготовлении, эксплуатации и ремонте изделия.

### **Тема 4.3 Графическое обозначение материалов в сечении**

Выполнение графической работы на формате А4 или в рабочей тетради.

1. Перечертить обозначение материалов в сечении в произвольном масштабе.
2. Согласно задания заштриховать полученные элементы.
3. Каждый элемент подписать.
4. Заполнить основную надпись чертежа.



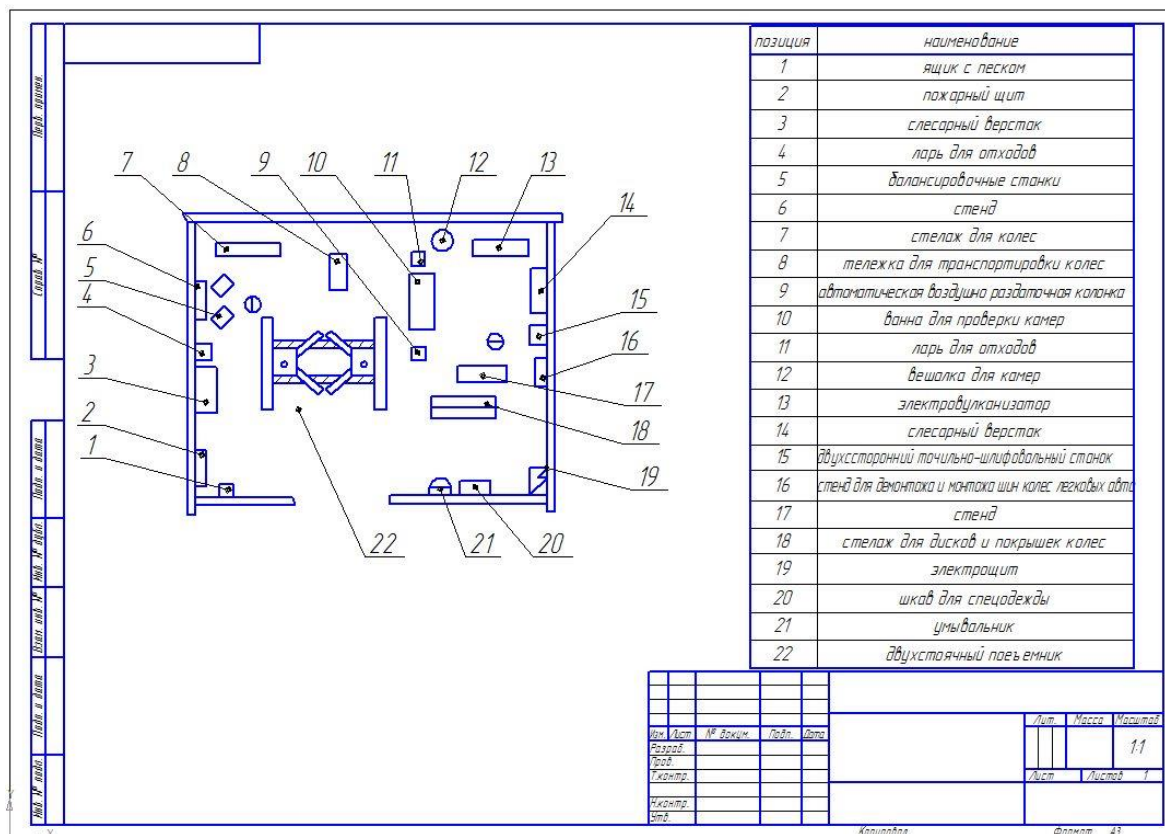
#### **Тема 4.4 Выполнение плана помещения**

Выполнение графической работы на формате А3

1. На горизонтально расположенном формате А3 выполнить планировку станции технического обслуживания, размеры помещения 12000х10000. Все остальное оборудование подбираем по пропорциональным размерам задания.
2. Вычертить условные обозначения оборудования, как показано на картинке.
3. Обозначить номера позиций оборудования СТО.
4. Заполнить спецификацию, согласно нумерации в плане.
5. Заполнить основную надпись чертежа.

Выбрать стандартный масштаб для выполнения плана.

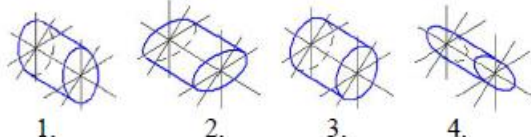




## Приложение 4 Блок тестовых заданий по всему курсу обучения

### Вариант № 1

1. Верно построена изометрия цилиндра на рисунке ...



- A) 1;
- B) 2;
- C) 3;
- D) 4;
- E) 3; 4.

2. Нестандартным является масштаб....

- A) 4:1;
- B) 5:1;
- C) 3:1;
- D) 1:4;
- E) 2,5:1.

3. Положение секущей плоскости при выполнении разрезов и сечений изображают ... линией:

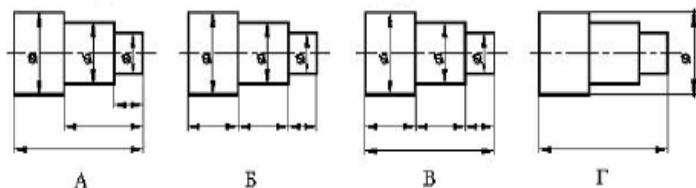
- A) штрихпунктирной;
- B) сплошной основной;
- C) сплошной волнистой;
- D) сплошной тонкой;
- E) разомкнутой.

4. Нестандартным является шрифт ... мм

- A) 10;
- B) 5;
- C) 7,5;

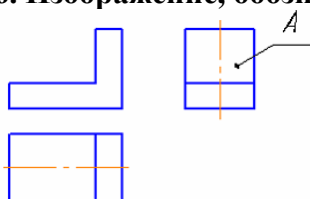
- D) 14;
- E) 3,5.

5. Нанесение размеров координатным способом (от базы) показано на рисунке ...



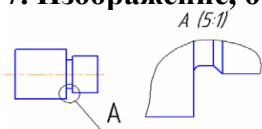
- A) A;
- B) Б;
- C) В;
- D) Г;
- E) Б; В.

6. Изображение, обозначенное на рисунке буквой А, называется видом



- A) сверху;
- B) спереди;
- C) справа;
- D) сзади;
- E) слева.

7. Изображение, обозначенное на рисунке буквой А, называется ...

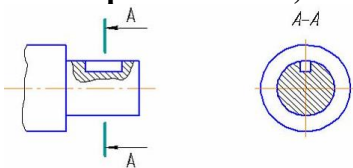


- A) дополнительным видом;
- B) главным видом;
- C) местным разрезом;
- D) выносным элементом;
- E) сложным разрезом.

8. Разрез называется ломаным, если он образован ...

- A) несколькими секущими плоскостями, которые параллельны между собой;
- B) секущей плоскостью, расположенной под углом к плоскости проекции;
- C) секущей плоскостью, не совпадающей с плоскостью симметрии детали;
- D) секущей плоскостью, параллельной плоскости проекции;
- E) несколькими секущими плоскостями, которые пересекаются между собой.

9. Изображение А-А, показанное на чертеже, называется ...



- A) наложенное сечение;
- B) сложный разрез;
- C) местный разрез;
- D) простой вертикальный разрез;
- E) вынесенное сечение.

10. Вынесенное сечение располагается:

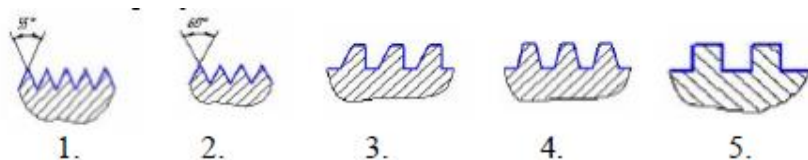
- A) справа от обозначения линии сечения;

- В) над линией сечения;
- С) на месте вида слева;
- Д) на любом месте чертежа;
- Е) под линией сечения.

**11. Нестандартной резьбой является...**

- А) метрическая коническая;
- В) круглая;
- С) прямоугольная;
- Д) упорная;
- Е) трапецеидальная.

**12. Профиль трапецеидальной резьбы изображен на рисунке ...**

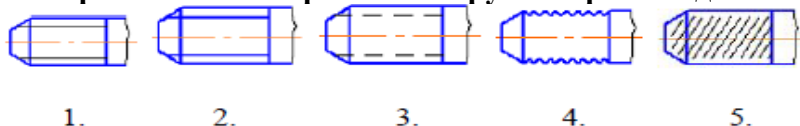


- А) 1;
- В) 2;
- С) 3;
- Д) 4;
- Е) 5.

**13. Шаг резьбы, условное обозначение которой M20x0,75, равен ...**

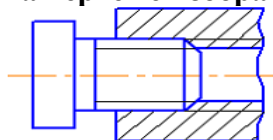
- А) 20;
- В) 0,75;
- С) 0,1;
- Д) 0,7;
- Е) 1,0

**14. Правильное изображение наружной резьбы дано на рисунке...**



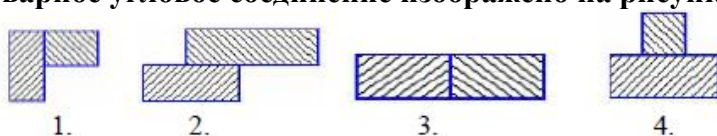
- А) 1;
- В) 2;
- С) 3;
- Д) 4;
- Е) 5.

**15. На чертеже изображено соединение...**



- А) штифтом;
- В) резьбовое;
- С) шпилечное;
- Д) шпонкой;
- Е) шлицевое.

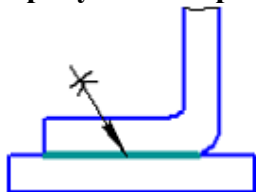
**16. Сварное угловое соединение изображено на рисунке ...**



- А) 1;
- В) 2;

- C) 3;
- D) 4;
- E) 2; 3.

17. На рисунке изображено соединение...



- A) шлицевое;
- B) сваркой;
- C) паяное;
- D) клеевое;
- E) резьбовое.

18. Верным является следующее утверждение: рабочий чертеж следует чертить ...

- A) всегда с уменьшением;
- B) только в натуральную величину;
- C) в стандартном масштабе;
- D) в произвольном масштабе;
- E) всегда с увеличением.

19. Если размер шрифта для размерных чисел сборочного чертежа 5, то размер шрифта номеров позиций должен быть ...

- A) любой;
- B) 14;
- C) 3,5;
- D) 7 или 10;
- E) 5.

20. Номера позиций на сборочном чертеже располагают на...

- A) линиях контура;
- B) выносных линиях;
- C) полках линий-выносок;
- D) поле чертежа;
- E) размерных линиях.

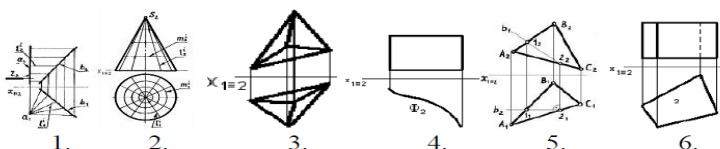
21. Верным является утверждение, что при выполнении эскизов ....

- A) допускается не ставить некоторые размеры;
- B) следует соблюдать все правила, установленные стандартами для чертежей;
- C) следует руководствоваться стандартами, специально разработанными для эскизов;
- D) разрешается не заполнять основную надпись;
- E) можно нарушать любые правила ГОСТов.

22. Диаметр проволоки (сортамент материала), из которого навита пружина, на ее чертеже указывается ...

- A) в таблице параметров;
- B) в технических требованиях, расположенных над основной надписью;
- C) на чертеже;
- D) в основной надписи в графе «обозначение материала»;
- E) в основной надписи, в графе «наименование изделия».

23. Призма изображена на рисунке...



- A) 1, 2;
- B) 3;
- C) 4;
- D) 5;
- E) 6.

**24. На профильной плоскости проекции изображается**

- A) главный вид;
- B) вид сверху;
- C) вид справа;
- D) вид снизу;
- E) вид слева.

**25. Масштаб это...**

- A) расстояние между двумя точками на плоскости;
- B) пропорциональное уменьшение размеров предмета на чертеже;
- C) отношение линейных размеров изображения к линейным размерам объекта;
- D) расстояние между двумя точками в разных плоскостях;
- E) пропорциональное увеличение размеров предмета на чертеже.

**26. На фронтальной плоскости проекции изображается....**

- A) профильный вид;
- B) вид сверху;
- C) вид справа;
- D) главный вид;
- E) вид сзади.

**27. Невидимый контур детали на чертеже выполняется...**

- A) волнистой линией;
- B) штриховой линией;
- C) основной сплошной линией;
- D) разомкнутой линией
- E) штрихпунктирной тонкой линией.

**28. Прямоугольное проецирование - это одна из разновидностей....**

- A) параллельного проецирования;
- B) непараллельного проецирования;
- C) косоугольного проецирования;
- D) сплошного проецирования;
- E) центрального проецирования.

**29. Секущая плоскость, параллельна горизонтальной плоскости проекций, разрез называется...**

- A) профильный;
- B) горизонтальный;
- C) фронтальный;
- D) местный;
- E) наклонный.

**30. Вид это:**

- A) вид размещаемый на месте фронтальной проекции;
- B) вид размещаемый на месте горизонтальной проекции;
- C) изображение дающее полное представление о детали;
- D) изображение отдельного ограниченного места видимой поверхности предмета;
- E) изображение обращенной к наблюдателю видимой поверхности предмета.

## Приложение 4

### Вопросы для самоконтроля по всему курсу МОО-02

1. В каких единицах выражают линейные размеры на машиностроительных чертежах?
2. Какой толщины должны быть выносные и размерные линии?
3. Какое расстояние оставляют между контуром изображения и размерными линиями? между размерными линиями?

4. Как наносят размерные числа на наклонных размерных линиях?
5. Какие знаки и буквы наносят перед размерным числом при указании величин диаметров и радиусов?
6. Вспомните последовательно графические построения, которые нужно произвести, чтобы разделить отрезок на несколько равных частей.
7. Рассмотрите изображения, показывающие последовательность построения углов разной величины. Какие углы можно построить с помощью угольников?
8. Как разделить окружность на три, четыре, шесть и восемь равных частей?
9. С помощью каких инструментов и как можно разделить окружность на пять равных частей?
10. Что понимают под сопряжением линий?
11. Назовите графические построения, которые необходимо выполнить для построения сопряжений двух прямых, прямой с окружностью.
12. Основные линии чертежа. Особенности их начертания в соответствии с государственным стандартом.
13. Правила оформления чертежа (формат, рамка, основная надпись на чертежах).
14. Основные правила нанесения размеров на чертежах (выносная линия, размерная линия, стрелки, знаки диаметра, радиуса, расположение размерных чисел).
15. Особенности применения и обозначения масштаба на машиностроительных и строительных чертежах.
16. Особенности чертежного шрифта.
17. Основные способы проецирования. Примеры центрального и прямоугольного проецирования из жизненной практики.
18. Виды чертежа и соответствующие им проекции.
19. Технический рисунок, его отличие от аксонометрического изображения.
20. Сечения. Правила выполнения наложенных и вынесенных сечений. Виды обозначений сечений на чертеже.
21. Местный вид, его назначение.
22. Разрезы, их отличие от сечений, виды разрезов.
23. Особенности выявления разреза на аксонометрическом изображении.
24. Разъемные и неразъемные соединения. Виды разъемных соединений.
25. Правила изображения резьбы на чертежах (на стержне и в отверстии).
26. Сборочный и рабочий чертежи, их сходство и различия.
27. Отличия машиностроительного чертежа от строительного.
28. Основные требования к выбору способов изображения деталей на чертеже (выбор главного вида; определение необходимого и достаточного количества изображений для выявления конструктивной формы детали).
29. Какие линии используются для обводки контура
30. Как на чертеже выполняют все проекции относительно друг друга?
31. На профильной плоскости изображается какой вид?
32. Как называется проецирование, при котором проецирующие лучи исходят из одной точки?
33. Какие основные правила нанесения выносных и размерных линий?
34. Какое обозначение по ГОСТу имеет формат размером 420x594?
35. Проецирование прямой линии. Построение проекций
36. Проецирование плоскости общего положения. Построение проекций плоской фигуры.
37. Единая система конструкторской документации (ЕСКД): определение, классификационные группы стандартов, обозначение стандартов.
38. Общие правила оформления чертежей: форматы, основные надписи, масштабы, линии чертежа, чертежные шрифты.
39. Правила нанесения размеров при оформлении чертежей.
40. Методы проецирования. Основные плоскости проекций.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Закон РК от 27.07.2007г. № 319-З «Об образовании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 18.02.2014г.)... РК от 16.05.2014
2. Государственная программа развития технического и профессионального образования, Астана, 2008г.
3. Методические рекомендации по разработке рабочих учебных программ и календарно-тематических планов учебных дисциплин по специальностям технического и профессионального образования. Управления образования Костанайской области РНМЦ ТиПО, 2013г.
4. Чумаченко Г.В. Техническое черчение: учеб.пособие для профес. училищ из-во Ростов н/Д: Феникс, 2013.-349 с.
5. Государственные стандарты. Единая система конструкторской документации.
6. Селиверстов М.М. Черчение, 1985.
7. Боголюбов С.К. Черчение. М., Машиностроение, 1989.
8. Боголюбов С.К. Чтение и детализирование чертежей, 1985. Основная для машиностроительных специальностей.