

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Елецкий техникум железнодорожного транспорта - филиал федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

### **МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

по выполнению практических занятий  
для обучающихся по специальности

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

*базовая подготовка среднего профессионального образования*

Авторы:  
Голубева В.П.,  
преподаватель ЕТЖТ – филиала РГУПС  
Голикова М.А.,  
преподаватель ЕТЖТ – филиала РГУПС

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН .....	4
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	4
Практическое занятие № 1 Шрифт чертежный .....	7
Практическое занятие № 2 Линии чертежа.....	9
Практическое занятие № 3 Вычерчивание контура детали с нанесением размеров.....	11
Практическое занятие № 4 Выполнение комплексного чертежа группы геометрических тел .....	16
Практическое занятие № 5 Построение аксонометрической проекции группы геометрических тел.....	20
Практическое занятие № 6 Построение третьей проекции модели по двум заданным. Аксонометрическая проекция модели.....	22
Практическое занятие № 7 Выполнение простых разрезов и аксонометрии модели с вырезом 1/4 части	23
Практическое занятие № 8 Выполнение сечений, сложных разрезов деталей узлов дорожных машин ....	28
Практическое занятие № 11 Выполнение эскизов деталей по натурному образцу .....	31
Практическое занятие № 10 Выполнение чертежа резьбового соединения .....	32
Практическое занятие № 11 Выполнение эскизов деталей сборочного узла дорожных машин .....	35
Практическое занятие № 12 Выполнение эскиза сборочного чертежа .....	36
Практическое занятие № 13 Оформление спецификации .....	38
Практическое занятие № 14 Чтение архитектурно-строительных чертежей .....	40
Практическое занятие № 15 Построение плоских изображений в САПРе.....	44
Практическое занятие № 16 Выполнение рабочего чертежа детали в САПРе.....	46
Практическое занятие № 17 Выполнение чертежа кинематической схемы в САПРе.....	47
Приложение А.....	49
Приложение Б .....	50
Приложение В.....	52
Приложение Г .....	54
Приложение Д.....	56
Приложение Е .....	58
Приложение Ж.....	61
Приложение З .....	62
Приложение И.....	63
Приложение К.....	65
Приложение Л.....	66
Список рекомендуемой литературы .....	67

## ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие по проведению практических занятий разработано в соответствии с ФГОС СПО по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог, утвержденным приказом Минобрнауки России 30.01.2024 N 55 и примерной основной образовательной программой по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог.

Пособие содержит цели, краткие теоретические сведения, задания, порядок выполнения работы, перечень контрольных вопросов к практическим занятиям, образцы выполнения графических работ, варианты для практических занятий, список рекомендуемой литературы.

Учебная дисциплина ОП 01 «Инженерная графика» является обязательной частью профессионального цикла примерной основной образовательной программы и обеспечивает формирование профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности в соответствии с ПООП по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог.

При изучении учебной дисциплины формируются общие и профессиональные компетенции:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ПК 3.2. Разрабатывать технологические процессы на ремонт отдельных деталей и узлов железнодорожного подвижного состава в соответствии с нормативной документацией.

В результате изучения учебной дисциплины «Инженерная графика» обучающийся должен:

***уметь:***

- читать технические чертежи;
- оформлять проектно-конструкторскую, технологическую и другую техническую документацию

***знать:***

- основы проекционного черчения;
- правила выполнения чертежей, схем и эскизов по профилю специальности;
- структуру и оформление конструкторской, технологической документации в соответствии с требованиями стандартов.

Практические работы выполняются обучающимися в процессе освоения теоретического курса дисциплины после изучения соответствующих тем программы с целью углубить и закрепить знания и умения.

Варианты задач определяются по последней цифре порядкового номера обучающегося в учебном журнале.

Программой предусмотрено 17 практических занятий, объем образовательной программы учебной дисциплины составляет 60 часов. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Практические занятия учебной дисциплины требуют наличия учебного кабинета «Инженерная графика», который имеет необходимое оборудование.

### ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование разделов и тем	Количество аудиторных часов при очной форме обучения	
	всего	в том числе, практических
<b>Раздел 1. Геометрическое оформление чертежей</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
Тема 1.1. Основные сведения по оформлению чертежей	10	8
<b>Раздел 2. Виды проецирования и элементы технического рисования</b>	<b>14</b>	<b>10</b>
Тема 2.1. Методы и приемы проекционного черчения и техническое рисование	14	10
<b>Раздел 3. Машиностроительное черчение, чертежи и схемы по специальности, элементы строительного черчения</b>	<b>26</b>	<b>22</b>
Тема 3.1 Машиностроительное черчение	26	22
<b>Раздел 4. Машинная графика</b>	<b>10</b>	<b>6</b>
Тема 4.1 Общие сведения о САПРе — системе автоматизированного проектирования	10	6
<b>Всего</b>	<b>60</b>	<b>46</b>

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Чертеж является главным носителем графической информации, без которой не обходится ни одно производство, поэтому умение выполнять, читать чертежи и схемы по специальности, знание правил их выполнения являются необходимыми условиями при подготовке специалистов среднего звена.

Начиная чертить, прежде всего, необходимо осуществить компоновку чертежа. Все чертежные построения следует выполнять сначала тонкими линиями, и только после проверки правильности выполнения построений чертёж можно обвести мягким карандашом.

Чертёж выполняется в следующей последовательности: сначала наносятся осевые и центровые линии, потом проводятся линии контура, выполняется штриховка разрезов и сечений, затем – размерные и выносные линии, после – размерные числа, выполняются надписи.

## Стандарты

Чертежи выполняются в строгом соответствии с правилами проецирования и с соблюдением установленных требований и условностей. Правила выполнения чертежей регламентируются государственными стандартами (ГОСТ). Все ГОСТы собраны в единый сборник, называемый единой системой конструкторской документации (ЕСКД). ЕСКД — это комплекс государственных стандартов, содержащий единые требования к выполнению, оформлению и обращению документации для всех отраслей промышленности и строительства.

## Форматы

Формат — это размеры внешней рамки листа конструкторского документа.

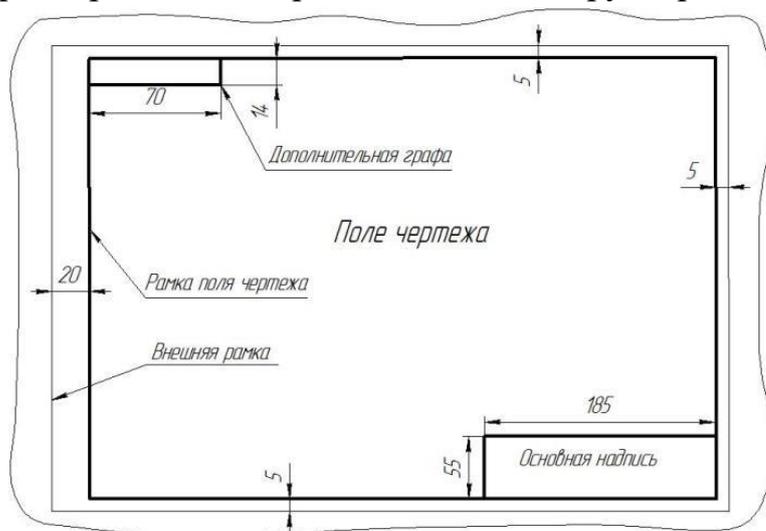


Рис. 1 - Внутренняя рамка чертежа.

ГОСТ 2.301-68 устанавливает форматы листов чертежей и других конструкторских документов всех отраслей промышленности.

На каждом формате выполняется внутренняя рамка, ограничивающая рабочее поле чертежа. Линии этой рамки проводятся сплошной основной линией, слева отступ 20 мм (поле для подшивки листа), со всех остальных сторон формата отступ — 5 мм (рис. 1).

Форматы делятся на основные и дополнительные. Основные форматы (табл. 1) получают последовательным делением на две равные части большей стороны формата листа размером 1189×841 мм, площадь которого примерно равна 1 м<sup>2</sup>.

Таблица 1

### Размеры основных форматов ГОСТ 2.301-68

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
А0	841x1189
А1	594x841
А2	420x594
А3	297x420
А4	210x297

Дополнительные форматы образуют увеличением коротких сторон основных форматов в  $n$  раз, где  $n=2,3,4,5,6,7,8,9$ . Обозначение дополнительных форматов состоит из обозначения основного формата и его кратности. Например: А4×3 – 297х630мм, где 630=210х3.

Форму, размеры и содержание основной надписи устанавливает ГОСТ 2.104-2006, для чертежей и схем – форма 1 (рис. 2).

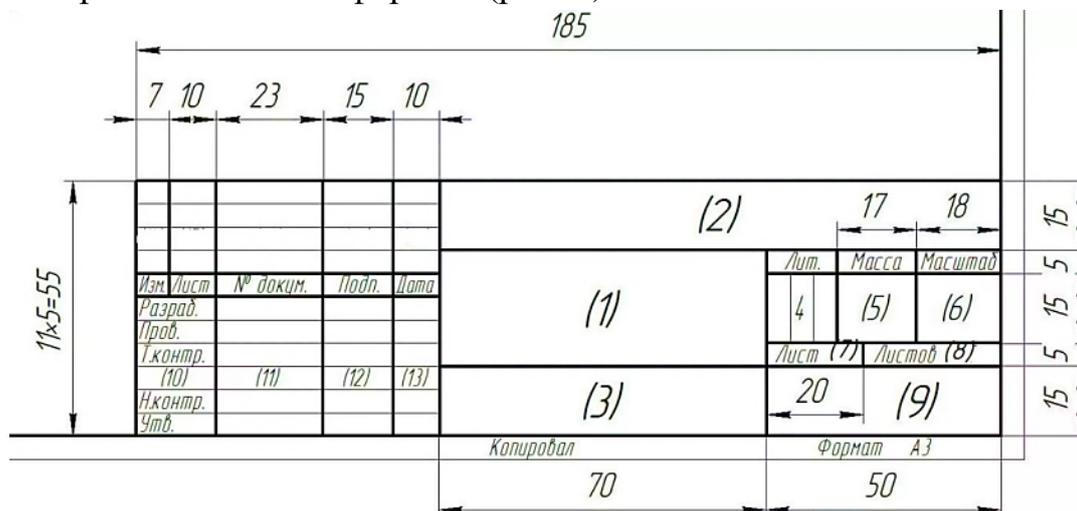


Рис. 2 - Содержание основной надписи:

1 – наименование документа; 2 – обозначение документа; 3- обозначение материала (обозначается только на чертежах деталей); 4 – литера (например, У – учебная); 5 – масса; 6 – масштаб; 7 – номер листа; 8 – количество листов; 9 – наименование учебного заведения и группы обучающегося; 10 – исполнитель; 11 – фамилии; 12 – подпись; 13 – дата.

Расположение основной надписи на формате приведено на рис. 3. На формате А4 ориентация только вертикальная.

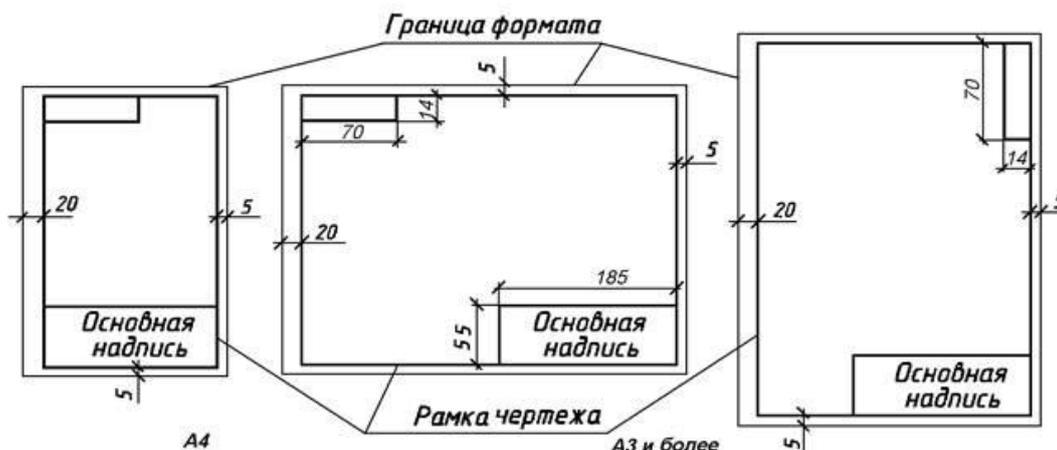


Рис. 3 - Расположение основной надписи на формате.

### Масштабы

Масштаб — это отношение линейных размеров изображаемого предмета на чертеже к его натуральным размерам. ГОСТ 2.302-68 устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности (таблица 2).

### Масштабы изображений ГОСТ 2.302-68

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

Масштаб указывается на чертеже в соответствующей графе основной надписи, а также при обозначении выносного элемента по типу 1:1; 1:2; 2:1. При любом масштабе изображения над размерными линиями наносят действительные размеры.

Варианты заданий определяются по последней цифре порядкового номера обучающегося в учебном журнале.

### Практическое занятие № 1 Шрифт чертежный

*Цель занятия:* формирование навыков и умений по выполнению надписей чертежным шрифтом.

**Задание:** На формате А3 выполнить чертежным шрифтом титульный лист альбома, в который будут подшиваться графические работы обучающегося (по мере их выполнения).

#### Краткие теоретические сведения

Надписи на чертежах и других конструкторских документах должны соответствовать ГОСТ 2.304-81. Размер шрифта  $h$  определяется высотой прописных букв в миллиметрах, которая измеряется перпендикулярно к основанию строки. ГОСТ 2.304-81 устанавливает следующие типы шрифта:

1. Тип А без наклона и с наклоном  $75^\circ$ .
2. Тип Б без наклона и с наклоном  $75^\circ$ .

### Шрифт типа Б с наклоном $75^\circ$ ГОСТ 2.304-81

Параметры шрифта Б	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм							
				1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Размер шрифта: высота прописных букв	h	(10/10)h	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота строчных букв	c	(7/10)h	7d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	10,0	7,0	14,0
Толщина линий шрифта	d	(1/10)h	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Расстояние между буквами	a	(2/10)h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0

Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	(17/10)h	17d	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	c	(6/10)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Ширина букв и цифр: прописные буквы Г, Е, З, С и цифры 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	g	(5/10)h	5d	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
А, Д, М, Ю, Ы, Х		(7/10)h	7d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Ъ, Ф, Ш, Щ, Ж		(8/10)h	8d	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0
И, Й, Л, Н, Т, Ц, Б, В, П, К, О, Р, У, Ч, Ъ, Э, Я, 4		(6/10)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Цифра 1		(3/10)h	3d	0,5	0,8	1,0	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
Строчные буквы: з, с		(4/10)h	4d	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
м, ы, ю, ь		(6/10)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
ж, ф, ш, щ, т		(7/10)h	7d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Остальные буквы		(5/10)h	5d	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0

Для выполнения надписей на чертежах рекомендуется шрифт типа Б с наклоном  $75^\circ$  параметры которого приведены в таблице 3, образец цифр и букв на рис. 4 и 5.

При выборе размера шрифта для надписей нужно учитывать формат чертежа, масштаб, насыщенность чертежа изображениями, размерами, а также размеры граф в основной надписи. Все надписи на чертежах выполняются от руки.



Рис. 4 - Шрифт типа Б с наклоном  $75^\circ$ .

Для приобретения навыков качественного выполнения надписей необходимо на первых учебных чертежах пользоваться вспомогательной сеткой, которая ограничивает высоту и ширину букв, расстояния между буквами и словами. При выполнении разметки рекомендовано пользоваться упрощенной сеткой, которая ограничивает высоту и ширину букв (рис. 5, а), ширину, высоту и промежутки между цифрами (рис. 5, б).



Рис. 5 - Вспомогательная сетка.

### Порядок выполнения работы

1. Определить границы строчек шрифта.
2. Сделать расчет расположения надписи по центру листа.
3. Выполнить титульный лист по образцу на рисунке 6 и по размерам шрифтов, заданным в образце и в таблице 3. Для точного соблюдения конструкции букв и цифр использовать рис. 4 и 5.

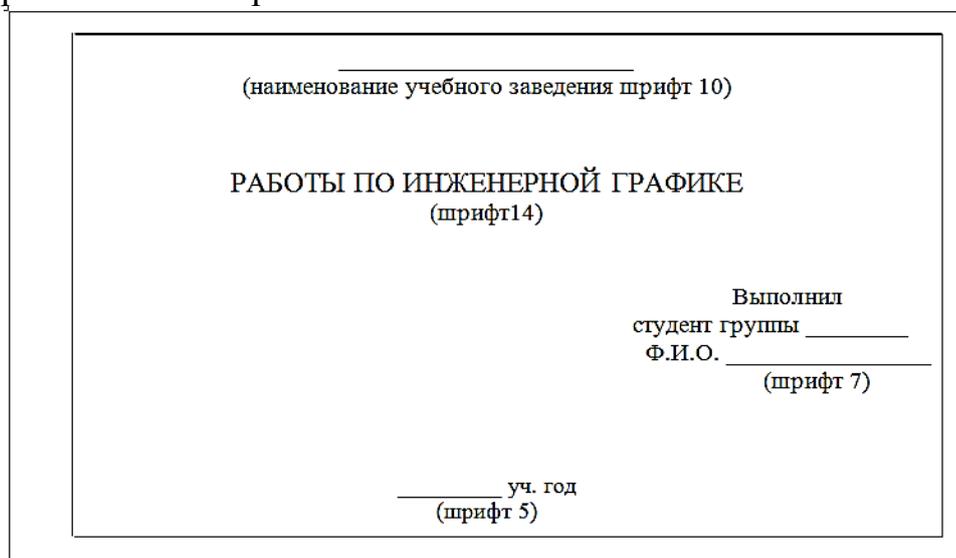


Рис. 6 - Образец выполнения практического занятия № 1.

### Контрольные вопросы

1. Объясните, что определяет размер шрифта.
2. Назовите, какие типы шрифтов вы знаете.
3. Объясните, каково соотношение между высотой прописной и строчной букв.
4. Приведите пример определения толщины линий по размеру шрифта.

### Практическое занятие № 2 Линии чертежа

*Цель занятия:* формирование графической грамотности в оформлении чертежей согласно ГОСТ ЕСКД. Приобретение навыков в работе с чертежными инструментами при вычерчивании различных типов линий согласно ГОСТ 2.303-68.

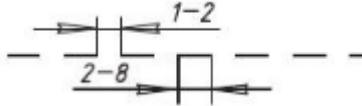
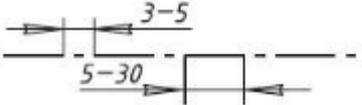
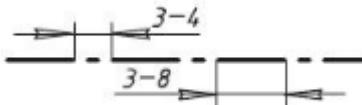
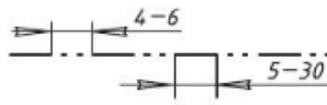
**Задание:** На формате А3 (в левой части) начертить линии различных типов по приложению А.

### Краткие теоретические сведения

Применяют линии различных типов в зависимости от их назначения. Согласно ГОСТ 2.303-68 типы линий, толщина и основное назначение приведено в таблице 4.

Таблица 4

**Линии чертежа ГОСТ 2.303-68**

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Назначение
Сплошная основная		S (0,5...1,4 мм)	Линии видимого контура Линии перехода видимые
Сплошная тонкая		S/3...S/2	Линии выносные и размерные Линии штриховки Линии контура наложенного сечения Линии выносок и полки линий-выносок Линии для обозначения резьбы
Сплошная волнистая		S/3...S/2	Линия обрыва Линия разграничения вида и разреза
Штриховая		S/3...S/2	Линия невидимого контура Линии перехода невидимые
Штрих-пунктирная тонкая		S/3...S/2	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных и вынесенных сечений
Штрих-пунктирная утолщенная		S/2...2/3S	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие обработке или покрытию
Разомкнутая		S...1,5S	Линии сечений и разрезов
Сплошная тонкая с изломами		S/3...S/2	Длинные линии обрыва
Штрих-пунктирная с двумя штрихами		S/3...S/2	Линии сгиба на развертках

Толщина линий одного типа должна быть одинаковой на всем чертеже. Примеры линий приведены на рисунке 7.

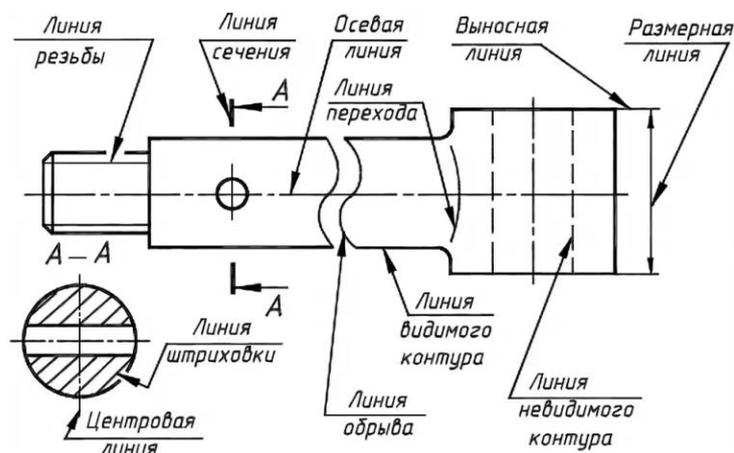


Рис. 7 - Примеры линий.

### Порядок выполнения:

1. На формате А4 построить рамку и обозначить положение основной надписи.
2. Вычертить приведенные линии и изображения, соблюдая их указанное расположение в соответствии с таблицей 4. Размеры не проставлять.

### Контрольные вопросы

1. Объясните, как образуются и обозначаются основные форматы.
2. Поясните, как располагается основная надпись на формате А4 и на остальных форматах.
3. Сформулируйте, что называют масштабом.

### Практическое занятие № 3 Вычерчивание контура детали с нанесением размеров

**Цель занятия:** формирование понятий об основах геометрического черчения: деление отрезков и углов, построение перпендикулярных и параллельных прямых, деление окружности на равные части и построение многоугольников. Приобретение практических навыков при выполнении различных видов сопряжений и простановки размеров на чертеже.

**Задание:** На формате А3 (в правой части) построить контур детали по приложению Б.

### Краткие теоретические сведения

#### Деление окружности на равные части

Деление окружности на три равные части выполняем с помощью циркуля (рис. 8, а).

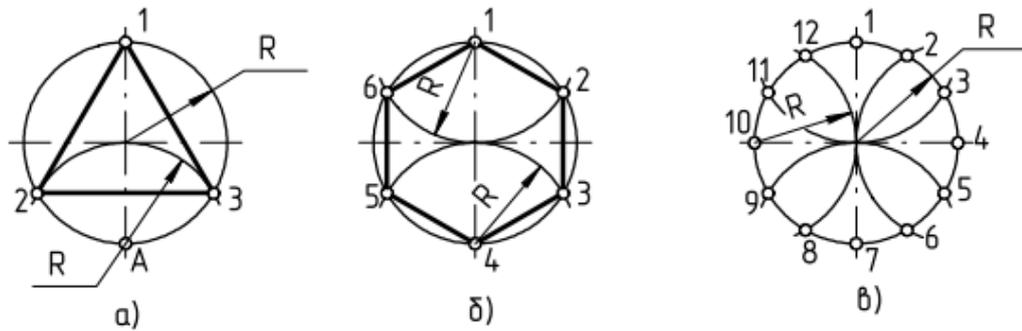


Рис. 8 - Деление окружности на равные части.

Из лежащей на окружности точки А как из центра проводим дугу. Радиус  $R$  дуги равен радиусу заданной окружности. Дуга пересекает окружность в точках 2 и 3. Точки 1, 2, 3 делят окружность на три равные части. Деление окружности на шесть равных частей (рис. 8, б). Из центров в точках 1 и 4 раствором циркуля, равным радиусу заданной окружности  $R$ , проводим дуги. Деление окружности на двенадцать равных частей (рис. 8, в).

Деление окружности на четыре и восемь равных частей (рис. 9, а).

Взаимно перпендикулярные центровые линии  $AC$  и  $BD$  делят окружность на четыре равные части.

Деление окружности на пять равных частей (рис. 9, б).

Из центра  $A$  раствором циркуля, равным радиусу заданной окружности  $R$ , проводим дугу, которая пересекает окружность в точках  $B$  и  $C$ . Отрезок  $BC$  делит радиус окружности  $OA$  на две равные части в точке  $D$ . Из центра  $D$  проводим дугу  $1K$  радиусом  $R_1$  ( $R_1 = 1D$ ). Отрезок  $1K$  есть сторона правильного пятиугольника. От точки 1 по заданной окружности откладываем хорды, которые равны отрезку  $1K$ .

Деление окружности на семь равных частей (рис. 9, в). Отрезок  $OB$  есть сторона правильного семиугольника.

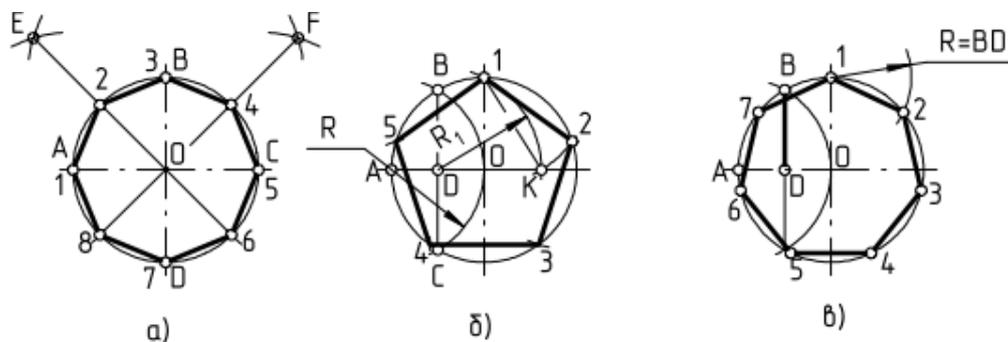


Рис. 9 - Деление окружности на равные части.

**Сопряжением** называется плавный переход прямой линии в дугу окружности или одной дуги в другую. Общая для этих линий точка называется точкой сопряжения.

При построении сопряжений определяют: точки сопряжения, центр сопряжения, радиус дуги сопряжения.

Рассмотрим несколько видов сопряжений.

На рисунке 10,а выполнено построение сопряжения сторон прямого угла дугой, на рисунке 10,б – острого угла, на рисунке 10, в – тупого.

Сопряжение выполняется следующим образом: параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги  $R$ , проводят две вспомогательные прямые линии. Точка пересечения этих линий будет центром дуги радиуса  $R$ , т.е. центром сопряжения. Из центра  $O$  описывают дугу, плавно переходящую в прямые – стороны угла. Дугу заканчивают в точках  $M$  и  $N$  – это точки сопряжения, они являются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра  $O$  на стороны угла.

Построение сопряжений дуги окружности и прямой линии дугой заданного радиуса выполнено на рисунке 11. Внешнее касание на рисунке 11,а.

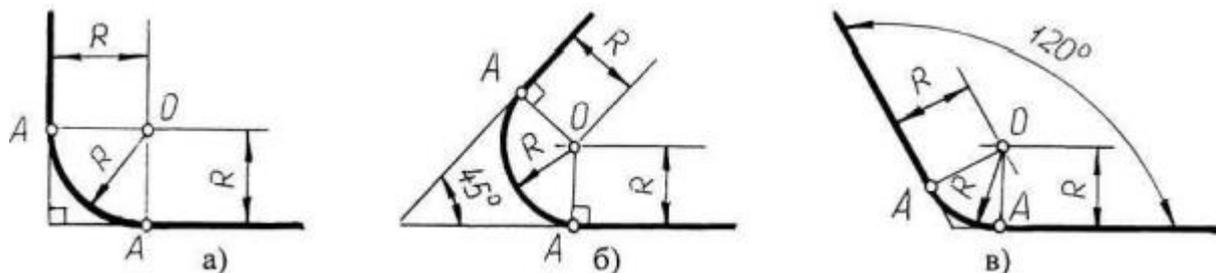


Рис. 10 - Построение сопряжений.

Для нахождения центра сопряжения из центра  $O$  заданной окружности проводят дугу радиусом  $R + R_1$  и на расстоянии  $R_1$  – прямую, параллельную сопрягаемой прямой. Точка  $O_1$  пересечения прямой и дуги будет центром сопряжения.

Для получения точек сопряжения:  $A$  и  $A_1$  проводят линию центров  $OO_1$  и восстанавливают к прямой перпендикуляр  $O_1A_1$ . Из центра сопряжения  $O_1$  между точками  $A$  и  $A_1$  проводят дугу сопряжения радиусом  $R_1$ .

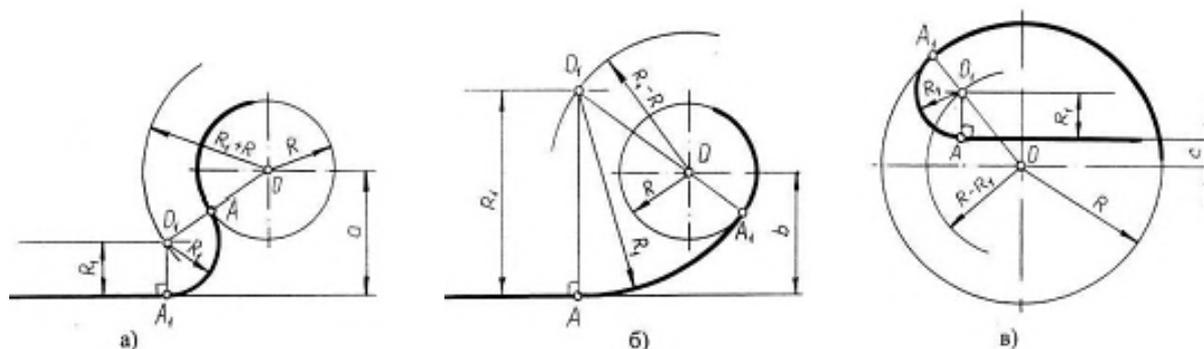


Рис. 11 - Построение сопряжений.

Внутреннее касание на рисунке 11б,в.

Построение сопряжения дуги с дугой может быть внешним, внутренним и смешанным (рис. 12).

При внешнем сопряжении центры  $O$  и  $O_1$  сопрягаемых дуг радиусов  $R_1$  и  $R_2$  находятся вне сопрягающей дуги радиуса  $R$  (рисунок 12,а). Центром сопряжения является точка пересечения дуг окружностей с радиусами  $R+R_1$  и  $R+R_2$ , построенных из центров окружностей  $O_1(R_1)$  и  $O_2(R_2)$  соответственно. Затем центры окружностей  $O_1$  и  $O_2$  соединяем прямыми с центром сопряжения, точкой  $O$ , и на пересечении линий с окружностями  $O_1$  и  $O_2$  получаем точки сопряжения  $A_1$  и  $A_2$ . После этого, из центра сопряжения строим дугу заданного радиуса сопряжения  $R$  и соединяем ей точки  $A_1$  и  $A_2$ .

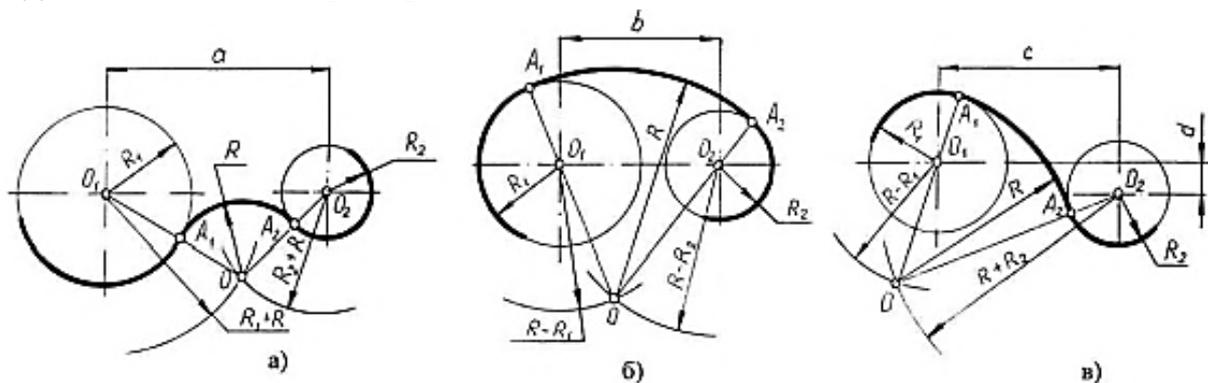


Рис. 12 - Построение сопряжений.

При внутреннем сопряжении центры  $O_1$  и  $O_2$  сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$  (рисунок 12,б). При смешанном сопряжении центр  $O_1$  одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса  $R$ , а центр  $O_2$  другой сопрягаемой дуги вне её (рисунок 12,в).

### Нанесение размеров

- Согласно ГОСТ 2.307 - 68 основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже.

- Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления изделия. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

- Линейные размеры указываются в миллиметрах без обозначений единицы измерения.

- Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.) рекомендуется группировать на одном изображении, на котором геометрическая форма данного элемента, показана более полно (рис. 13,а).

- Размеры относят к линиям видимого контура. В случае, когда выполнение этого требования связано с вычерчиванием дополнительного изображения, размеры относят к линиям невидимого контура.

- Для нанесения размеров используют выносные и размерные линии.

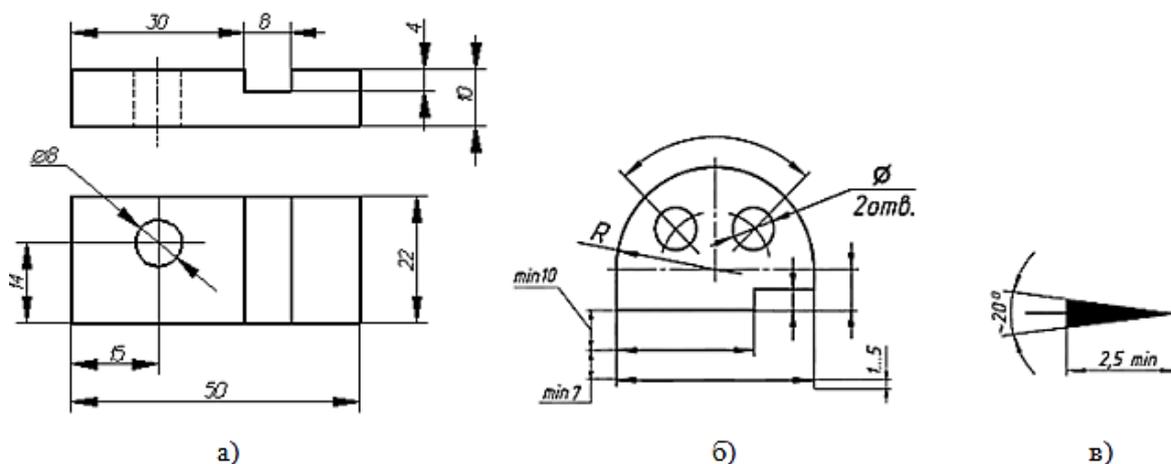


Рис. 13 - Нанесение размеров.

Размерные линии ограничиваются стрелками. Величина стрелки берется в зависимости от толщины линии видимого контура. Минимальная длина стрелки — 2,5 мм (рис. 13,в). На всем чертеже стрелки должны быть примерно одинаковыми.

- Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура - 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Выносные линии должны выходить за острие стрелки на расстояние 1—5 мм (рис. 13,б).

- Необходимо избегать пересечения выносных и размерных линий.

- Во всех случаях при нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R. При указании размера диаметра во всех случаях наносят знак диаметра  $\varnothing$ . Размеры нескольких одинаковых элементов детали (отверстия, пазы, фаски и т. п.), как правило, наносят один раз с указанием общего количества этих элементов.

### Порядок выполнения работы:

1. По габаритным размерам определить положение чертежа на листе.
2. Вычертить оси и прямолинейные участки тонкими линиями.
3. Выполнить деление окружности на равные части.
4. Определить вид сопряжения, найти центры и точки сопряжений. Из найденных центров выполнить сопряжения.
5. Нанести размеры, заполнить основную надпись. Образец выполнения работы на рисунке 14.

### Контрольные вопросы

1. Объясните, что такое сопряжение.
2. Назовите, какое сопряжение называется внешним, какое внутренним.
3. Расскажите, на каком расстоянии проводят размерные линии от линии контура и между параллельными размерными линиями.

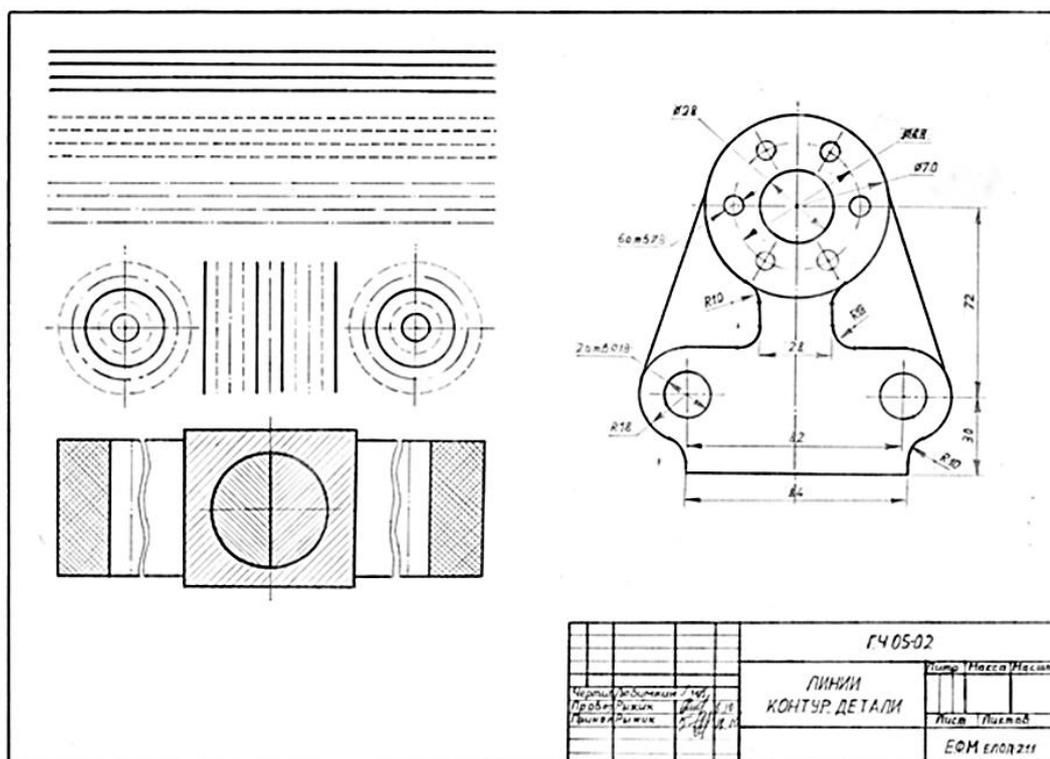


Рис. 14 - Образец выполнения практических занятий № 2 и 3.

#### Практическое занятие № 4 Выполнение комплексного чертежа группы геометрических тел

**Цель занятия:** Изучение метода прямоугольного проецирования геометрических тел, формирование приемов проецирования точки, отрезка прямой на три плоскости проекций, освоение навыков выполнения комплексного чертежа геометрических тел и проекций точек, лежащих на них методом проекций.

**Задание:** На формате А3 построить ортогональные проекции группы геометрических тел (цилиндр, конус, призма, пирамида) по приложению В.

#### Краткие теоретические сведения

Перед выполнением практической работы необходимо изучить виды проецирования, проецирование точки, прямой, плоскости [учебник 1, гл.1-11].

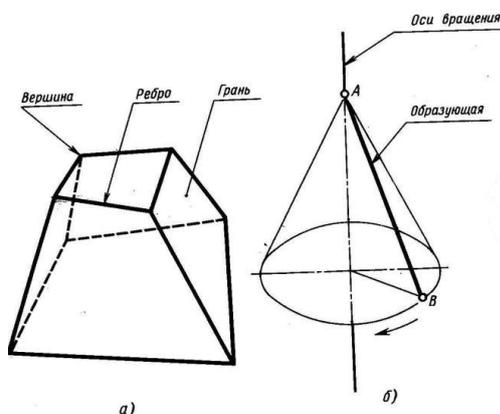


Рис. 15 - Виды геометрических тел.

Геометрические тела, ограниченные плоскими многоугольниками, называются многогранниками (рис. 15,а). Эти многоугольники называются гранями, их пересечение – ребрами. Тела вращения ограничены поверхностями, которые получаются в результате вращения какой – либо линии вокруг неподвижной оси (рис.15,б). Линия АВ, которая при своем движении образует поверхность, называется образующей.

Наиболее часто встречаются такие тела вращения, как цилиндр, конус, шар, тор.

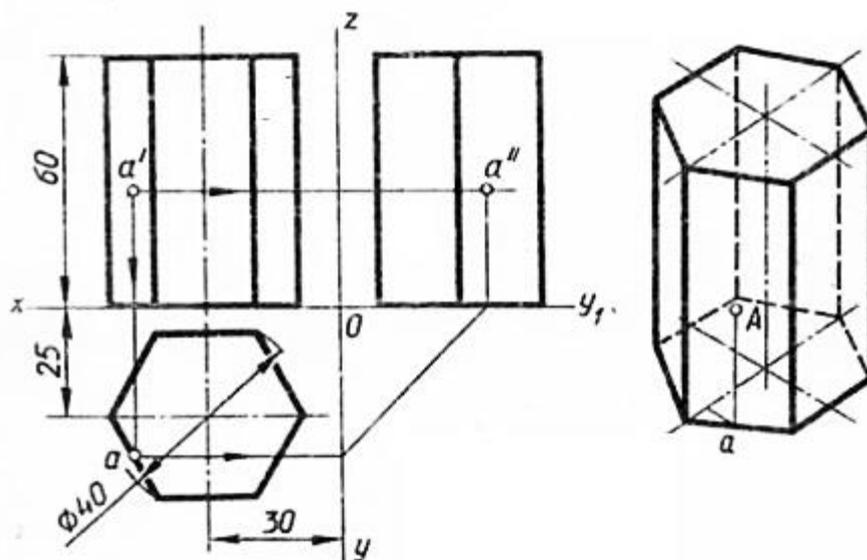


Рис. 16 - Комплексный чертёж призмы.

Комплексный чертёж призмы и проекции точки А на его поверхности представлены на рис. 16.

Начинать построение комплексного чертежа необходимо с проведения осей симметрии и горизонтальной проекции, т.к. основание призмы проецируется на горизонтальную плоскость в натуральную величину.

Если основание призмы параллельно фронтальной или профильной плоскостям, начинать построение нужно с построения фронтальной или профильной проекций. Построение проекций точки А выполнено на чертеже начиная с ее фронтальной проекции  $a'$  с помощью линий проекционной связи и вспомогательной прямой.

Комплексный чертёж пирамиды и проекции точек А и В представлены на рис. 17.

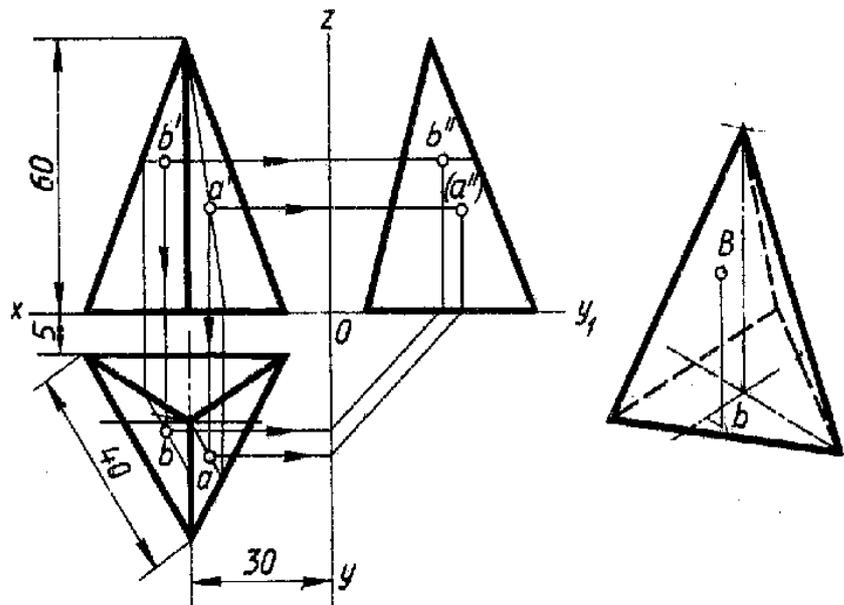


Рис. 17 - Комплексный чертёж пирамиды.

Комплексный чертёж цилиндра и проекции точки А представлены на рисунке 18.

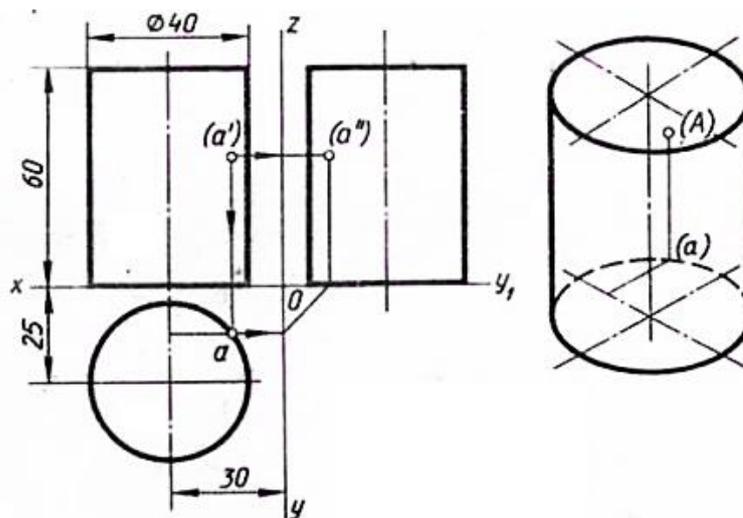


Рис. 18 - Комплексный чертёж цилиндра.

Построение проекций точки А, лежащей на боковой поверхности цилиндра, начинаем с фронтальной проекции ( $a'$ ). Проекция обозначена в круглых скобках как невидимая, потому что на горизонтальной плоскости расположена за осью симметрии цилиндра. Горизонтальная и профильная проекции точки выполняется с помощью линий проекционной связи и вспомогательной прямой.

Комплексный чертёж конуса и проекции точек А и В представлены на рисунке 19.

### Порядок выполнения работы

1. Построить оси координат, начертить две заданные проекции геометрических тел.
2. Построить с помощью линий проекционной связи третью проекцию

(профильную) геометрических тел.

3. Образец выполнения задания на рисунке 20.

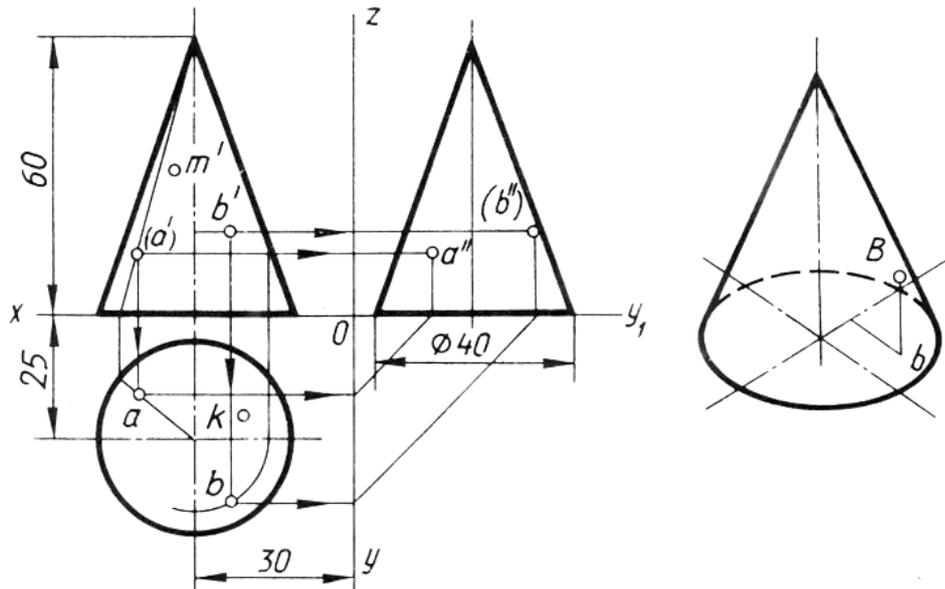


Рис. 19 - Комплексный чертеж конуса.

### Контрольные вопросы

1. Назовите методы проецирования.
2. Сформулируйте, что такое комплексный чертеж и каким способом его получают.
3. Расскажите, когда проекция отрезка прямой обращается в точку.
4. Объясните, как проецируется на плоскость прямая, параллельная этой плоскости.

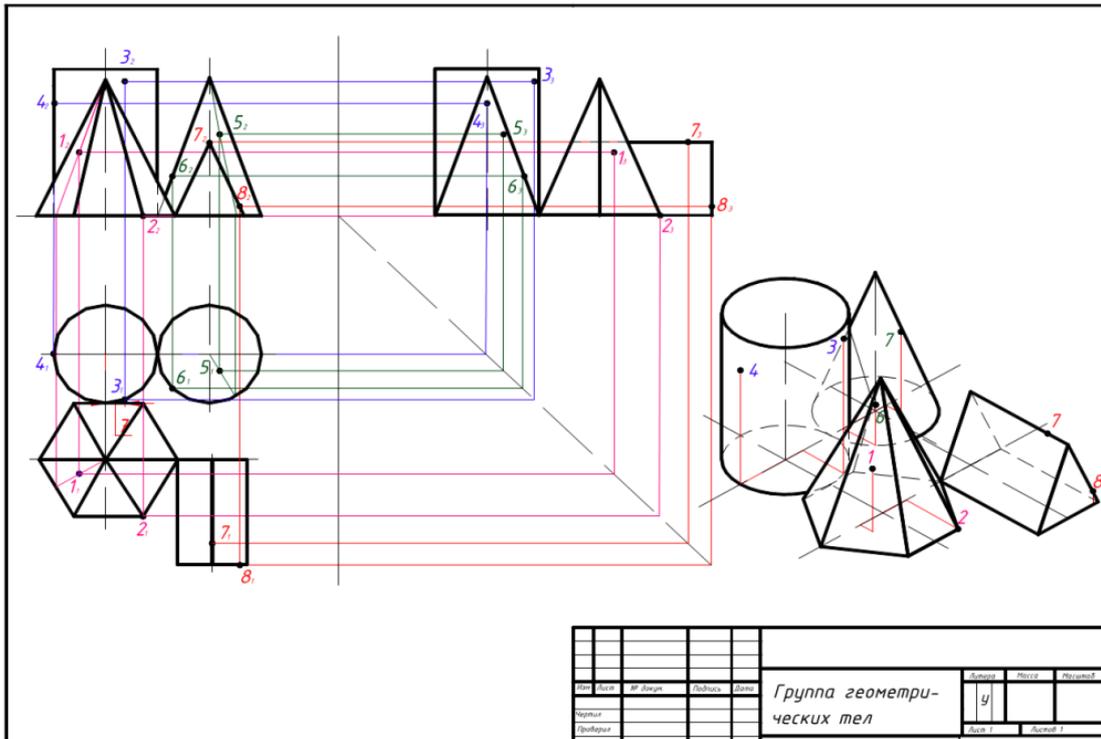


Рис. 20 - Образец выполнения практического занятия № 4 и 5.

## Практическое занятие № 5 Построение аксонометрической проекции группы геометрических тел

**Цель задания:** освоение навыков выполнения аксонометрической проекции группы геометрических тел по ортогональным проекциям.

**Задание:** На формате А3 по ортогональным проекциям (приложение В) построить аксонометрическую проекцию группы геометрических тел.

### Краткие теоретические сведения

Аксонометрическая проекция (от др.-греч. ἄξων «ось» + μετρέω «измеряю») — способ изображения геометрических предметов на чертеже при помощи параллельных проекций.

На рисунке 21 представлены виды аксонометрических проекций с расположением осей и коэффициентами искажения. Предмет с системой координат, к которой он отнесён, проецируют на произвольную плоскость (картинная плоскость аксонометрической проекции) таким образом, чтобы эта плоскость не совпадала с его координатной плоскостью.

При построении аксонометрической проекции все измерения делаются только по осям или параллельно осям; все прямые линии, параллельные между собой или параллельные осям симметрии на ортогональном чертеже, остаются параллельными в аксонометрии. Прямоугольная изометрическая проекция имеет равные коэффициенты искажения по всем трем осям и равны они 1.

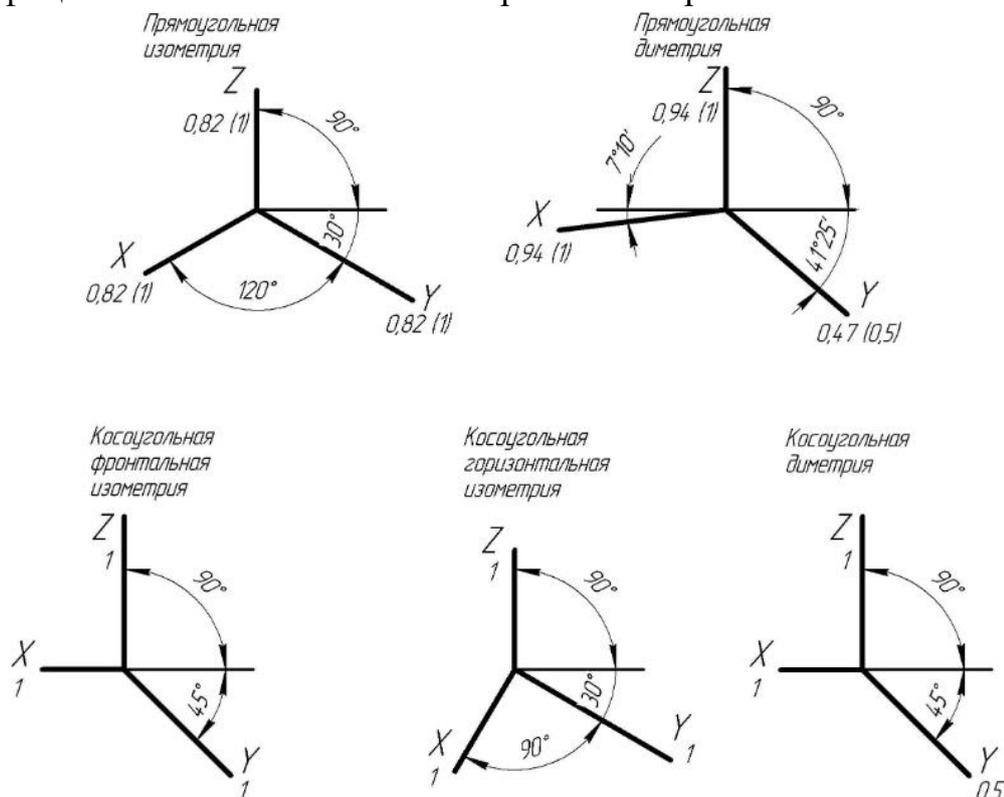


Рис. 21 - Виды аксонометрических проекций.

Построение шестигранной призмы в прямоугольной изометрической проекции, приведено на рисунке 22.

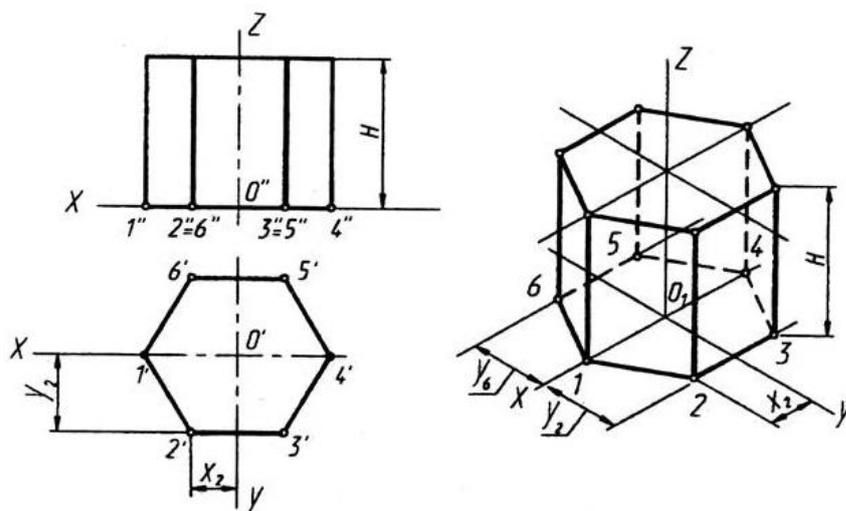


Рис. 22 - Построение шестигранной призмы в изометрии.

Построение окружностей в прямоугольной изометрической проекции сводится к построению эллипсов. Один из способов построения эллипса на рис. 23,а. Положение больших осей в различных плоскостях показано на рис. 23,б. Большая ось эллипса в различных плоскостях всегда перпендикулярна отсутствующей оси.

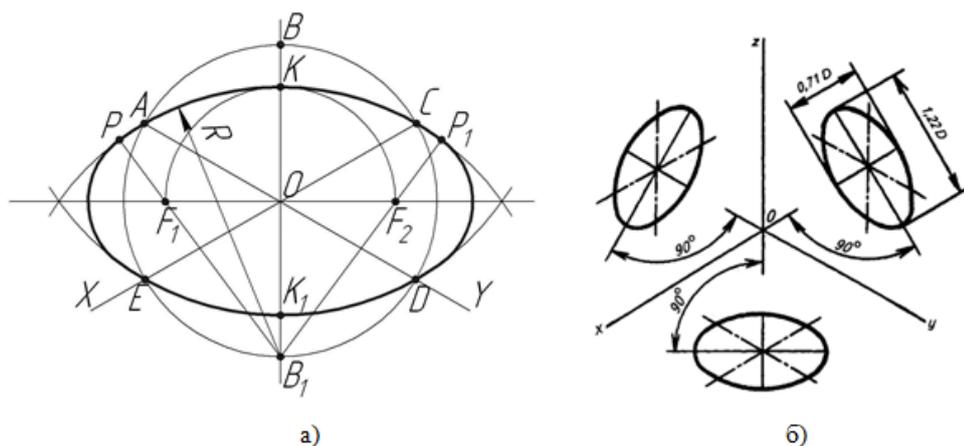


Рис. 23 - Построение окружностей в изометрии.

### Порядок выполнения работы

1. На формате А3 разместить изометрические оси под углом  $120^{\circ}$ .
2. По ортогональному чертежу (задание № 4), в плоскости ХОУ построить вторичные проекции геометрических тел (цилиндр, конус, призма, пирамида).
3. Используя координату по оси z с ортогонального чертежа построить аксонометрическое изображение группы геометрических тел (образец на рисунке 20).

### Контрольные вопросы

1. Объясните, для чего служит «вспомогательная» прямая и под каким углом ее проводят.

2. Поясните, что означает "проекционная связь".
3. Перечислите виды аксонометрических проекций.

### Практическое занятие № 6 Построение третьей проекции модели по двум заданным. Аксонометрическая проекция модели.

*Цель занятия:* закрепление навыков построения комплексного чертежа модели по двум заданным проекциям и аксонометрической проекции.

**Задание:** На формате А3 построить комплексный чертеж модели по двум заданным (приложение Г).

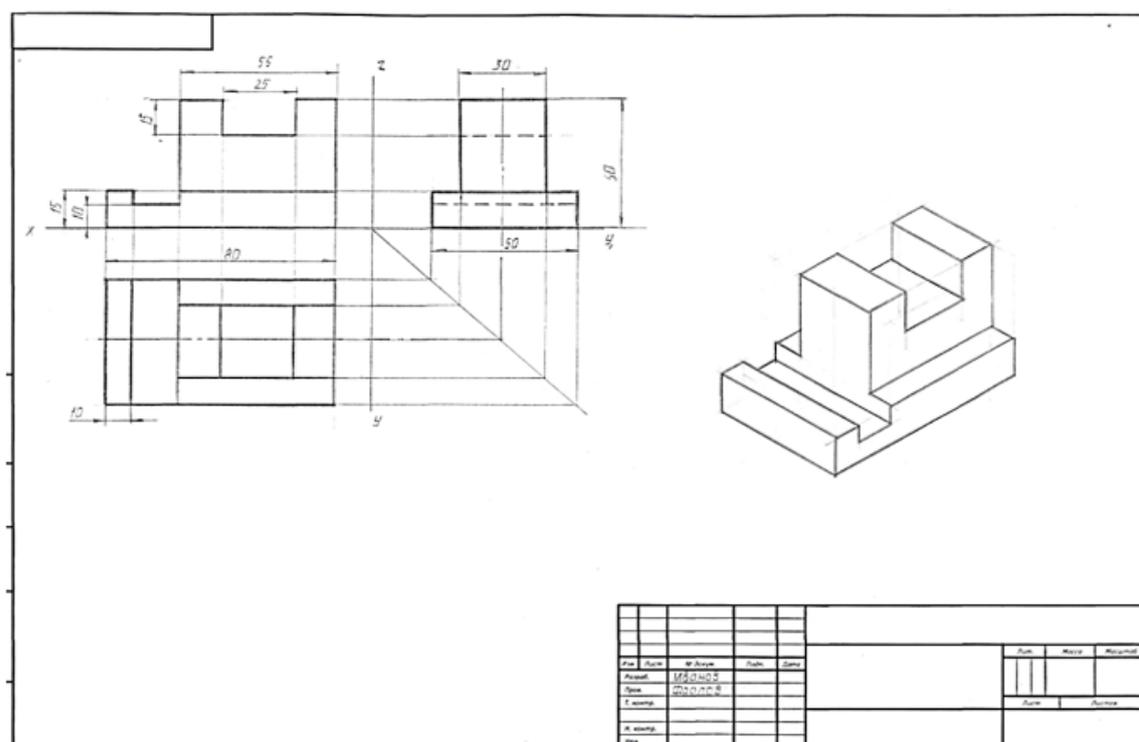


Рис. 24 - Образец выполнения практического занятия № 6.

#### Порядок выполнения работы

1. На формате А3 по двум заданным проекциям модели (приложение Г) построить третью проекцию модели, используя вспомогательную прямую.
2. Нанести выносные и размерные линии, стрелки, проставить размерные числа.
3. Построить изометрические оси под углом  $120^{\circ}$ .
4. В плоскость ZOX с ортогонального чертежа перенести фронтальную проекцию модели.
5. По оси OY отложить размер модели по толщине, взятый с ортогонального чертежа.
6. Обвести чертеж линиями требуемой толщины, заполнить основную надпись чертежа. Образец на рисунке 24.

#### Контрольные вопросы

1. Поясните, что называют комплексным чертежом.
2. Назовите, какие плоскости применяют в качестве основных плоскостей проекций.
3. Обоснуйте, что такое аксонометрический чертеж и как он образуется.

### Практическое занятие № 7 Выполнение простых разрезов и аксонометрии модели с вырезом 1/4 части

*Цель занятия:* формирование умений и практических навыков построения простого разреза и формирование навыков графического построения разреза в аксонометрии, нанесения штриховки.

**Задание:** На формате А3 по двум видам построить третий вид модели по заданным размерам (приложение Д). Выполнить разрезы: на главном виде – фронтальный, на виде слева - профильный, соединив половину (часть) вида и половину (часть) разреза. Построить аксонометрию модели с вырезом четвертой части.

#### Краткие теоретические сведения

Чертеж, представленный тремя видами (главным, сверху, слева), в большинстве случаев дает полное представление о геометрической форме и конструкции детали и называется комплексным чертежом.

Вид - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Стандарт устанавливает шесть основных видов, которые получаются при проецировании предмета на плоскость (рис 25).

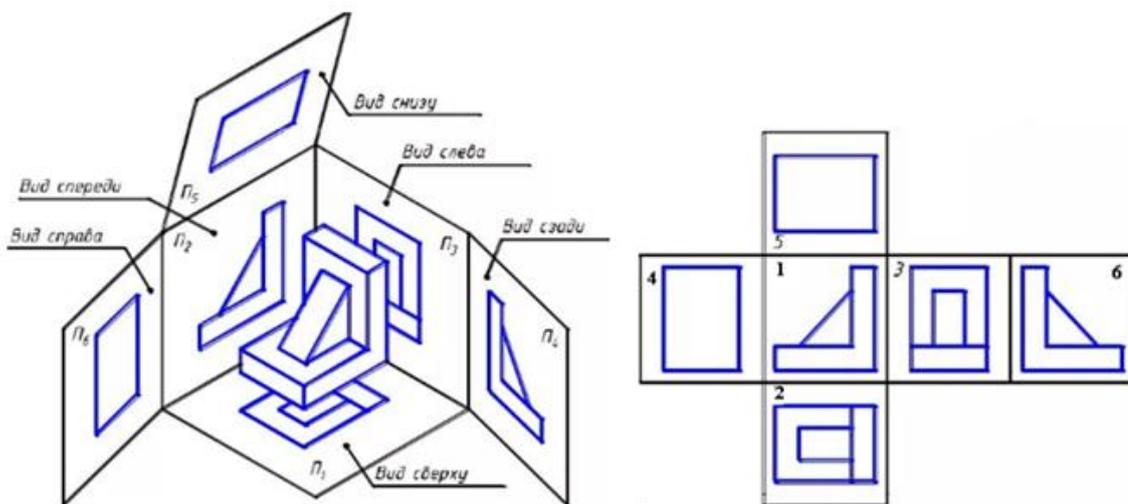


Рис. 25 - Шесть основных видов:

1- вид спереди - главный вид (размещается на фронтальной плоскости); 2- вид сверху - под главным видом (размещается на горизонтальной плоскости); 3 –вид слева- справа от главного вида (размещается на профильной плоскости); 4 - вид справа- располагается слева от главного вида; 5 - вид снизу- располагается над главным видом; 6 - вид сзади- располагается справа от вида слева.

Все виды на чертеже находятся в проекционных связях. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней — главное изображение — давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Предметы следует изображать в функциональном положении или в положении, удобном для их изготовления. При наименьшем количестве видов в совокупности с другими изображениями (местные и дополнительные виды, разрезы и сечения, выносные элементы) чертеж должен полностью отображать конструкцию изделия.

**Разрезы** служат для формирования представления о внутренней форме предмета. Разрезы бывают простые, сложные и местные.

Разрезом называют изображение предмета, мысленно рассеченного секущей плоскостью. При этом часть предмета, которая расположена между секущей плоскостью и наблюдателем, мысленно удаляется, а на чертеже изображается то, что лежит в секущей плоскости и то, что расположено за ней.

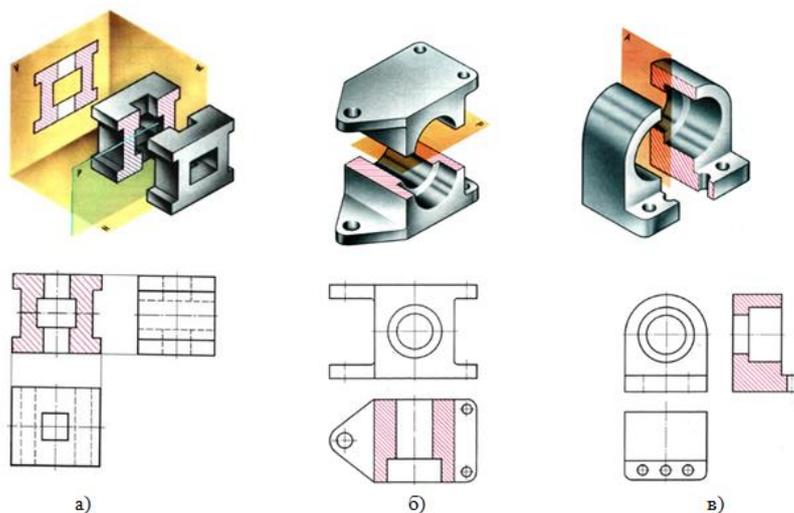


Рис. 26 - Классификация простых разрезов.

Простыми разрезами называют разрезы с применением одной секущей плоскости.

В зависимости от того какой плоскости проекции параллельна секущая плоскость разрез называется: фронтальным (рис. 26,а), горизонтальным (рис.26,б), профильным (рис. 26,в).

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез расположен в проекционной связи, его не обозначают.

Местные разрезы служат для выяснения устройства предмета в отдельном ограниченном месте. Они выполняются непосредственно на изображении предмета, ограничиваются волнистой линией, не обозначаются (рис. 27,а).

В остальных случаях разрезы обозначают разомкнутой линией с указанием стрелками направления взгляда (рис. 27,б).

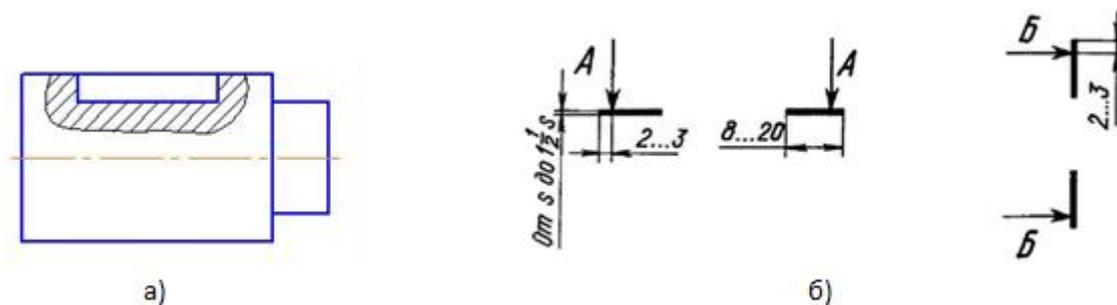


Рис. 27 - Местный разрез и обозначение разрезов.

У начала и конца линии ставят одну и ту же букву русского алфавита, такие же буквы ставят и над изображением (А-А, Б-Б).

Если деталь проецируется в форме симметричной фигуры, то принято соединять половину внешнего изображения с половиной разреза.

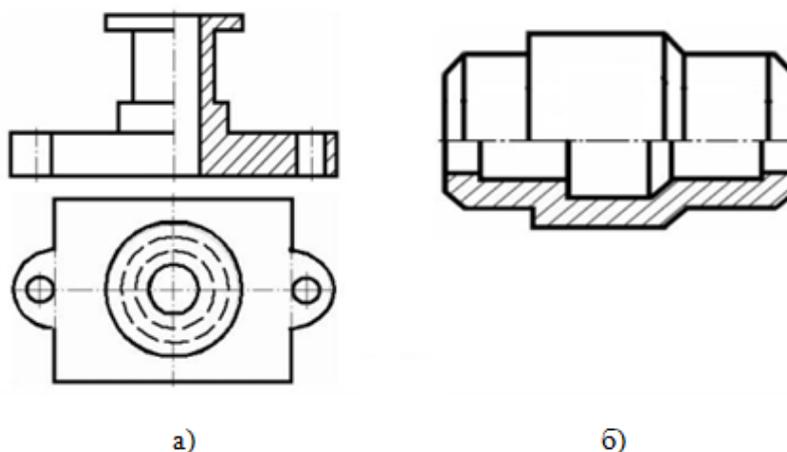


Рис. 28 - Соединение половины вида и половины разреза.

Границей между разрезом и видом является ось симметрии. В разрезе изображают всегда правую (рис. 28,а) или нижнюю половину детали (рис. 28,б). Половинчатый разрез не обозначают. Линии невидимого контура, симметричные линиям, скрытым посредством разреза, обычно не показывают. Несимметричные изображения деталей показывают рассеченными (мнимой) секущей плоскостью полностью.

Когда в место соединения вида и разреза попадает ребро, то разделяющей линией служит волнистая линия (рис. 29).

Рассеченные вдоль тонкие стенки на разрезах не штрихуют.

Проставляя размеры, следует придерживаться правила: наносить размеры внутреннего контура со стороны разреза, а внешнего – со стороны вида.

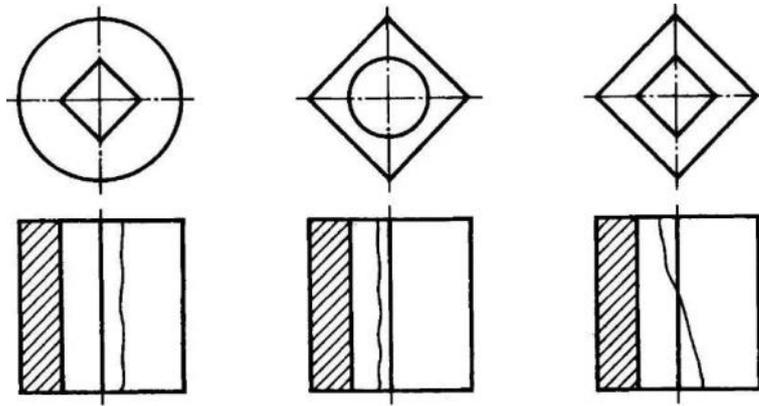


Рис. 29 - Соединение части вида и части разреза.

Для выявления внутренней формы детали применяют вырез одной четверти. В аксонометрии разрез выполняют двумя способами.

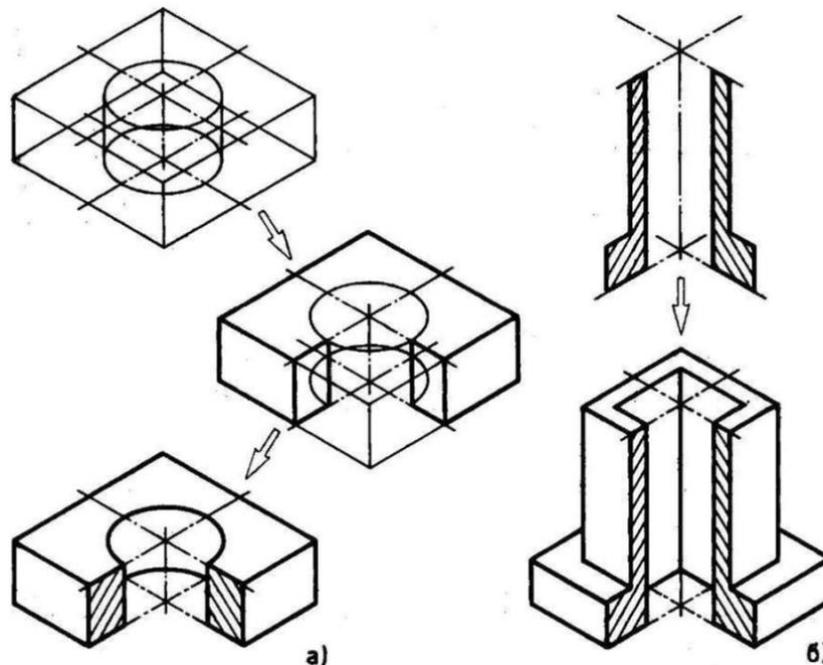


Рис. 30 - Вырез передней четверти в аксонометрии.

Способ первый: в тонких линиях строят аксонометрическую проекцию, а затем выполняют вырез, направляя две секущие плоскости по осям X и Y. Удаляют часть изображаемого предмета, затем штрихуют сечение и обводят изображение сплошными толстыми линиями (рис. 30,а).

Способ второй: вначале строим аксонометрические проекции фигур сечения, а затем дочерчиваем части изображения предмета, расположенного за секущими плоскостями (рис. 30,б). Выполняем штриховку и обводку. Следует отметить что, штриховку наносят параллельно большим диагоналям ромба в каждой аксонометрической плоскости проекций или перпендикулярно им; ребра (тонкие стенки), попадающие в продольный разрез, штрихуют.

### Порядок выполнения работы

1. Проанализировать форму модели и определить ее габаритные размеры, выбрать масштаб и расположение формата чертежа. Образец выполнения работы на рисунке 31.

2. Продумать компоновку листа с учетом размещения на нем изометрии.

3. Перечертить два заданных вида модели, построить в проекционной связи третий вид. Выполнить разрезы, соединив половину (часть) вида и половину (часть) разреза.

4. Выполнить штриховку материала разрезанных частей под углом 45°.

5. Проставить размеры.

6. Одним из способов по рис. 30 построить аксонометрическое изображение.

7. Построить вырез передней четверти модели по осям X, Y, Z.

8. Выполнить штриховку в изометрии. Обвести чертеж и заполнить основную надпись.

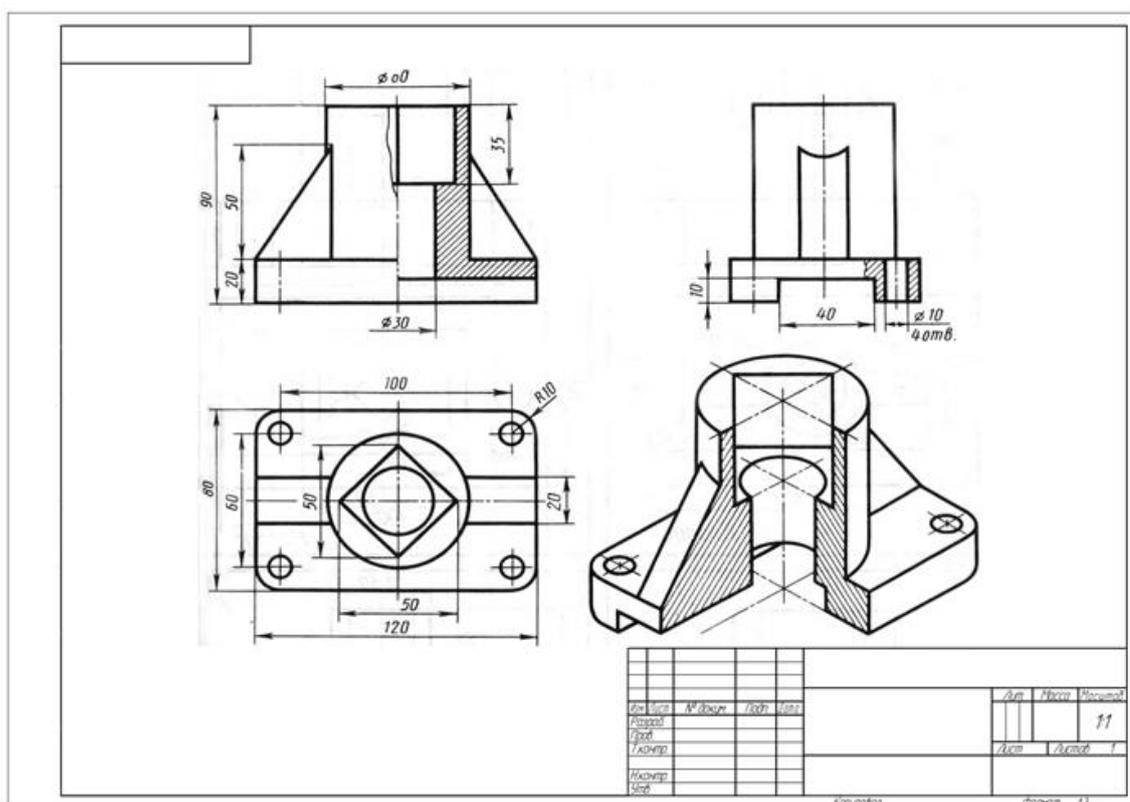


Рис. 31 - Образец выполнения практического занятия № 7.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что называют видом.
2. Дайте определение, что такое разрез и для чего применяется.
3. Поясните, какой разрез называется простым. Перечислите известные вам простые разрезы.
4. Поясните, что такое местный разрез.

5. Расскажите, как обозначается разрез и когда не обозначается.
6. Поясните, для чего выполняют разрез в аксонометрической проекции детали.
7. Опишите, какими способами выполняют вырез передней четверти детали.
8. Расскажите, как выполняется штриховка в изометрии.

## **Практическое занятие № 8 Выполнение сечений, сложных разрезов деталей узлов дорожных машин**

*Цель задания:* изучение правил выполнения сложных разрезов и сечений. Усвоение разницы между сечением и разрезом.

**Задание:** 1. Выполнить главный вид детали и указанные сечения (приложение Е, рис. Е.1). На построенных изображениях нанести размеры (часть размеров указана на наглядном изображении детали).

2. Выполнить чертеж детали с применением сложного разреза (приложение Е, рис. Е.2).

### **Краткие теоретические сведения**

**Сечением** называется изображение предмета, которое получается при мысленном рассечении его одной или несколькими секущими плоскостями. В отличие от разреза в сечении показывается только то, что расположено в секущей плоскости.

Сечения бывают:

- наложенными на изображение предмета. В этом случае контур сечения - сплошная тонкая линия. Если сечение – симметричная фигура, то оно не обозначается (рис. 32,б). Если сечение не симметрично, то оно обозначается только стрелками без букв (рис. 32,е);

- вынесенными – выполненными вне изображения предмета. В этом случае контур сечения – сплошная основная линия.

Эти сечения бывают трёх видов:

- сечения, выполненные в разрыве изображения: симметричные не обозначаются (рис. 32,в), несимметричные - показывается направление взгляда (рис. 32,д)

- сечения, связанные с изображением предмета осевой (штрихпунктирной тонкой) линией, которая является следом секущей плоскости (рис. 32,а). Такое сечение не обозначается, так как применяется только тогда, когда сечение симметрично.

- сечение, выполненное в удобном месте чертежа. Такое сечение обозначается по типу разреза (рис. 32,г).

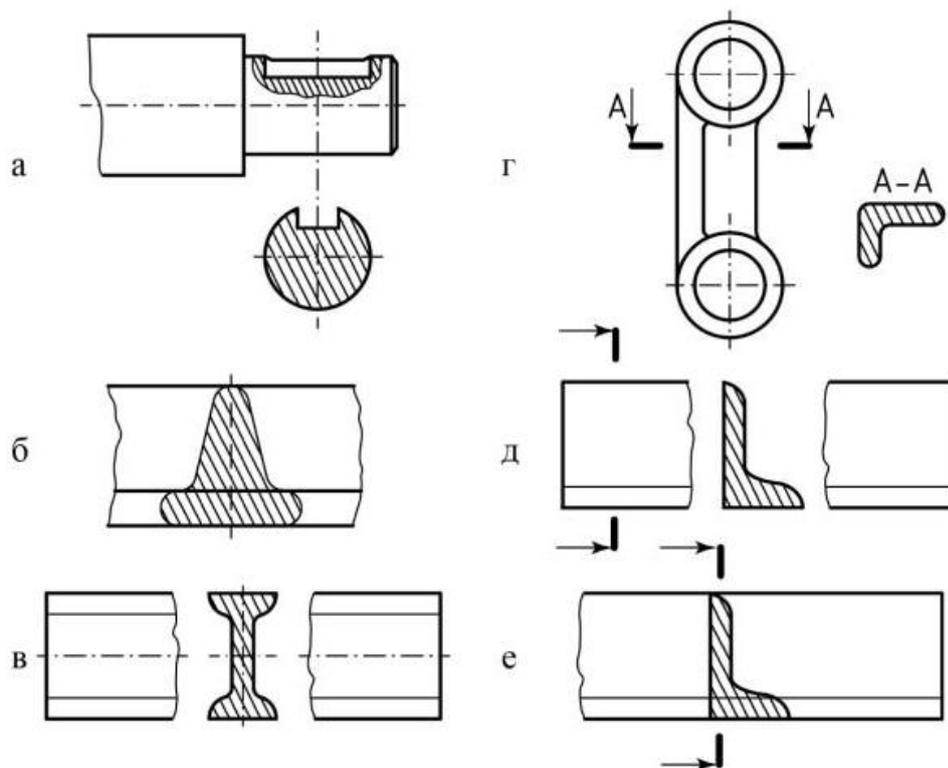


Рис. 32 - Классификация сечений и их обозначение.

Если секущая плоскость проходит вдоль оси цилиндрического, конического, сферического отверстия или углубления, то необходимо изображать поверхность за этим отверстием или углублением (рис. 33).

Если сечение имеет одинаковую форму, то их обозначают одинаковыми буквами. Если сечение поворачивают, то в обозначении сечения проставляют знак повернуто  $\curvearrowright$ .

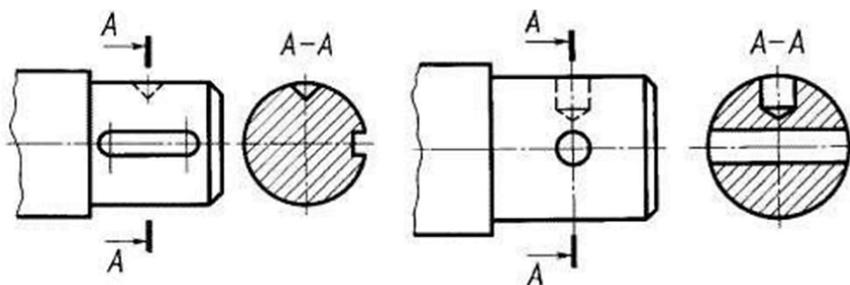


Рис. 33 - Обозначение сечений.

**Сложные разрезы** получают при рассечении предмета несколькими плоскостями. Они подразделяются на ступенчатые и ломаные.

Ступенчатые разрезы получают, когда секущие плоскости параллельны (рис. 34,а).

Ломаные разрезы получают, когда секущие плоскости пересекаются (рис. 34,б)

Сложные разрезы обозначаются так же, как и простые, но с обозначением мест перегибов секущих плоскостей.



## Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что называется сечением?
2. Расскажите, как и всегда ли обозначают сечение на чертеже?
3. Опишите, в чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?

## Практическое занятие № 11 Выполнение эскизов деталей по натурному образцу

*Цель задания:* формирование навыков грамотного изображения на чертеже эскизов деталей.

**Задание:** По натурному образцу детали (рис. 36) выполнить эскиз.

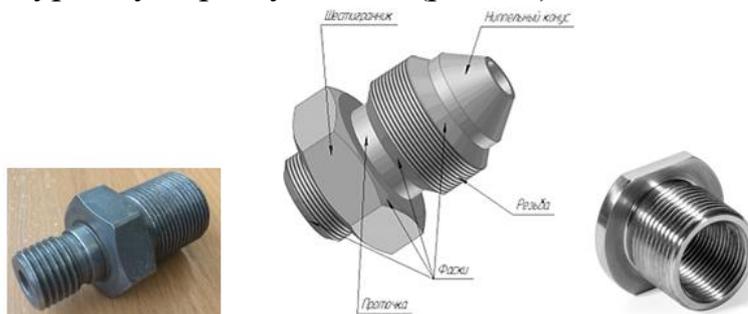


Рис. 36 - Примеры образцов деталей.

### Краткие теоретические сведения

**Эскизом** называют чертеж временного характера, выполненный без применения чертежного инструмента по методу ортогонального проецирования и без точного соблюдения масштаба, но с соблюдением относительной пропорциональности величины отдельных элементов детали. Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения её рабочего чертежа.

Эскиз оформляется с соблюдением всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Масштаб на эскизах не указывается. В графе основной надписи под наименованием детали помещают обозначение его материала.

### Порядок выполнения работы

Эскиз выполняется на листах клетчатой бумаги формат А4 мягким карандашом по алгоритму:

1. Выбрать главный вид и определить количество изображений.
2. Выполнить компоновку чертежа: разместить тонкими линиями габаритные прямоугольники изображений на формате.
3. Выполнить видимый контур детали.
4. Изобразить невидимые части детали и сделать обводку чертежа.
5. Нанести выносные и размерные линии.
6. Обмерить детали и нанести размерные числа.

7. Оформить эскиз, заполнить основную надпись. Образец выполнения эскиза на рисунке 37.

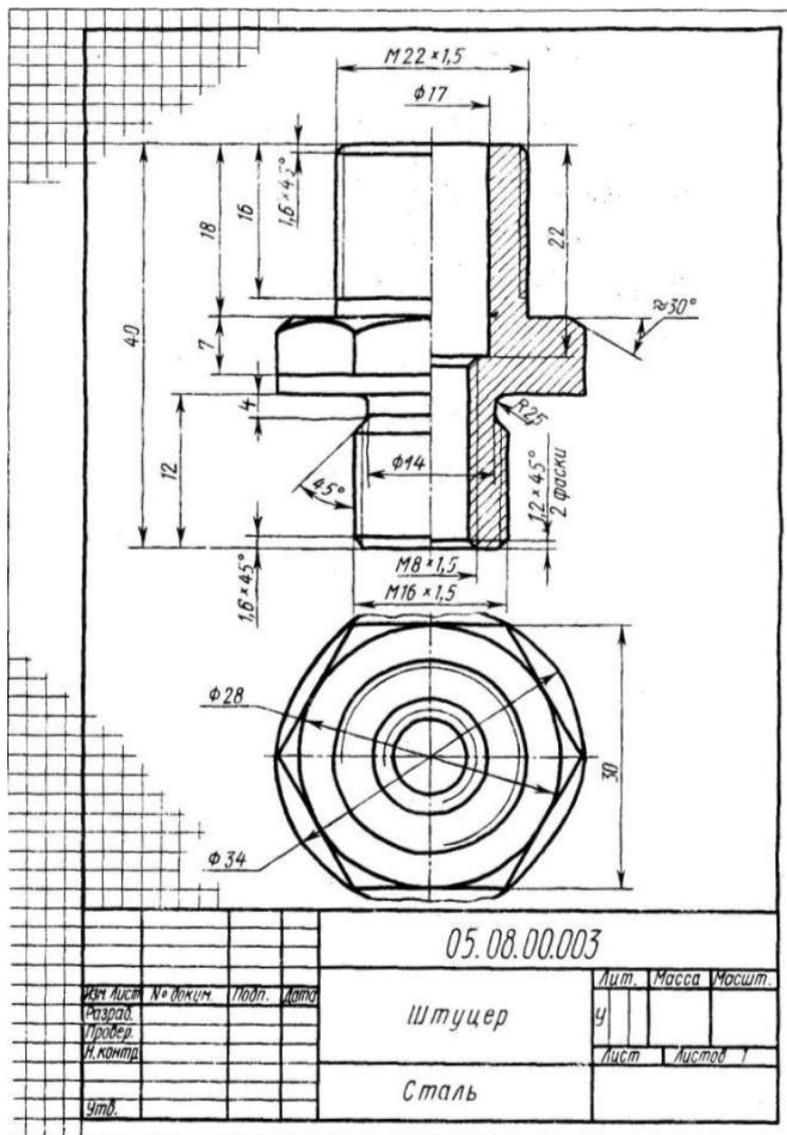


Рис. 37 - Образец выполнения эскиза детали.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что такое эскиз.
2. Поясните, как правильно выбрать главный вид при выполнении эскиза.
3. Расскажите, какая разница между эскизом и рабочим чертежом.
4. Поясните, какое количество изображений должно быть при выполнении эскиза детали.

### Практическое занятие № 10 Выполнение чертежа резьбового соединения

Цель задания: формирование понятий о разъемных и неразъемных соединениях деталей, освоение навыков изображения и обозначения резьбы, выполнения чертежей резьбовых соединений, формирование умений пользоваться ГОСТом ЕСКД и справочной литературой.

**Задание:** На формате А3 выполнить чертежи упрощенных резьбовых соединений болтом и шпилькой (приложение Ж).

### Краткие теоретические сведения

Соединения деталей могут быть разъемные и неразъемные. К разъемным относятся: резьбовые, штифтовые, шпоночные, зубчатые, клиновые и др. Неразъемные: сварные, паяные, заклепочные, клеевые.

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении. Они обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

Резьба — поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Резьба подразделяется в зависимости:

- от формы поверхности, на которой нарезана резьба - на цилиндрические и конические;
- от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия - на внешние и внутренние;
- от формы профиля – треугольный, прямоугольный, трапецеидальный, круглый и др.;
- от направления винтовой поверхности - правые и левые;
- по эксплуатационному назначению - на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходовые (трапецеидальные, упорные, прямоугольные, круглые), специальные и др.;
- по числу заходов - на однозаходные и многозаходные (двух-, трехзаходные и т. д.).

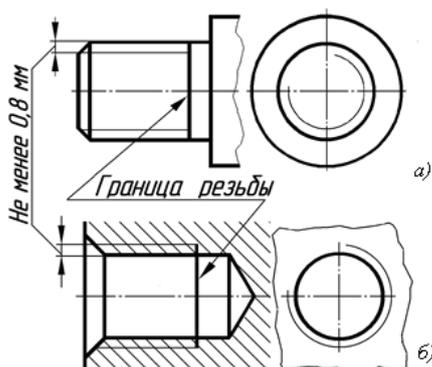


Рис. 38 - Выполнение резьбы на чертеже: а – внешняя, б – внутренняя.

При вычерчивании крепежных деталей с резьбой контур резьбы выполняется сплошной толстой линией, а линия резьбы – сплошной тонкой линией (рис. 38).

ГОСТ устанавливает параметры той или иной резьбы и ее условное обозначение на чертежах. Метрическая резьба обозначается буквой М



## Практическое занятие № 11 Выполнение эскизов деталей сборочного узла дорожных машин

**Цель задания:** закрепление знаний и умений по построению эскизов, формирование представления о сборочных узлах, о назначении и взаимодействии деталей сборочной единицы.

**Задание:** По приложению 3 – сборочный чертеж (балансир) выполнить эскизы нестандартных деталей: корпус, дужка амортизационная, плечо подставки, входящих в сборочный узел, руководствуясь рисунком 40.

### Краткие теоретические сведения

Эскизы выполняются на писчей бумаге формата А4 (в клетку). Работа над эскизом проводится в той последовательности, как указано в практическом занятии № 9. Размеры принимаются из таблицы № 5 в соответствии с вариантом. В заключение работы оформляется основная надпись.

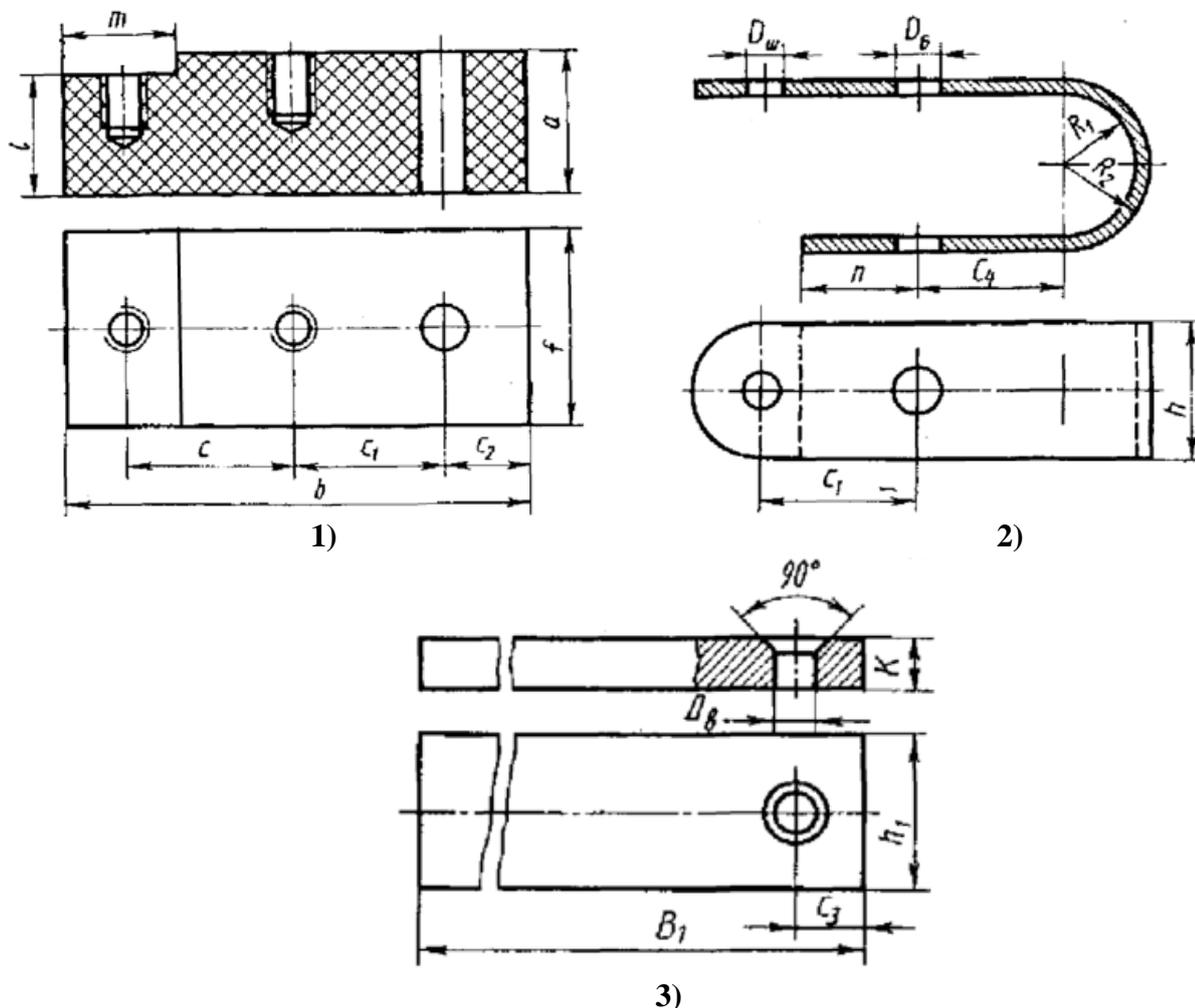


Рис. 40 – Детали и буквенные обозначения размеров деталей:

1 – корпус, 2 - дужка амортизационная, 3 - плечо подставки,  $D_b$  – диаметр отверстия под болт,  $D_w$  – диаметр отверстия под винт,  $D_{ш}$  – диаметр отверстия под шпильку,  $c$  - межцентровое расстояние отверстий под шпильку и винт,  $h$  – ширина амортизационной дужки,  $h_1$  – ширина плеча подставки,  $B_1$  – длина плеча подставки,  $m$  – ширина паза,  $l$  – расстояние от основания

корпуса до паза,  $a$  – высота корпуса,  $C_1$  – межцентровое расстояние отверстий под шпильку и болт,  $C_2$  – расстояние от торца до центра отверстия под болт,  $f$  – ширина корпуса,  $K$  – высота плеча подставки,  $b$  – длина корпуса,  $R_2 - R_1$  – толщина дужки амортизационной,  $C_4$  – межосевое расстояние,  $C_3$  – расстояние от торца плеча подставки до отверстия под винт,  $n$  – расстояние от конца дужки амортизационной до центра отверстия под болт.

### Соединения резьбовые

Таблица 5

Варианты	Дб, для определения d болта	d <sub>1</sub> , диаметр шпильки	d <sub>2</sub> , диаметр винта	a	b	C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	l	f	K	h	h <sub>1</sub>	m	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	n	B <sub>1</sub>
1	11	10	8	44	160	64	50	25	20	45	40	70	10	50	50	42	22	30	40	130
2	11	10	10	44	160	64	50	25	20	45	40	70	10	50	50	42	22	30	40	130
3	13,2	10	8	44	170	64	55	30	20	50	40	70	12	50	50	42	22	30	40	130
4	13,2	12	10	44	170	64	55	30	20	50	40	70	12	50	50	42	22	30	40	130
5	15,4	12	10	44	180	69	60	30	20	50	40	70	15	50	50	42	22	32	40	130
6	15,4	14	12	44	180	69	60	30	20	50	40	70	15	50	50	42	22	32	40	130
7	15,4	12	14	44	180	69	60	30	20	50	40	70	15	50	50	42	22	32	40	130
8	17,6	14	12	44	180	59	60	30	20	50	40	70	15	50	50	42	22	32	40	130
9	17,6	16	14	44	180	69	60	30	20	50	40	70	15	50	50	42	22	32	40	130
10	17,6	14	16	44	180	69	60	30	20	50	40	70	15	50	50	42	22	32	40	130
11	13,2	10	10	50	170	64	55	30	20	50	40	70	16	50	50	42	25	30	40	130

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со сборочным узлом, разобрать на отдельные детали.
2. Разделить детали на стандартные и нестандартные.
3. Выполнить эскизы нестандартных деталей: корпус, дужка амортизационная, плечо подставки. Порядок выполнения эскизов подробно описан в практическом занятии № 9. Каждый эскиз выполняется на отдельном формате А4 (лист в клетку).

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что такое эскиз.
2. Объясните, каково практическое назначение эскиза.
3. Поясните, указывают ли масштаб в графе «Масштаб» основной надписи при выполнении эскиза.
4. Назовите, какие размеры необходимо наносить на эскизе.

### Практическое занятие № 12 Выполнение эскиза сборочного чертежа

*Цель занятия:* закрепление знаний по построению эскизов, изучение правил выполнения и оформления сборочных чертежей.

**Задание:** На листе клетчатой бумаги формата А3 выполнить эскиз сборочного узла. Задание выполнить по приложению 3 на рисунке 3.1 – Сборочный узел (балансир).

## Краткие теоретические сведения

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, опрессовкой и т. п.).

Сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля.

Сборочный чертеж согласно ГОСТ 2.109–73 должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы;
- б) присоединительные размеры (указываются размеры элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями);
- в) установочные размеры, которые служат для установки изделия на месте монтажа;
- г) габаритные размеры, определяющие предельные внешние очертания изделия;
- д) размеры, предельные отклонения, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;
- е) указание о способе соединения неразъемных соединений: сварке, пайке и т.д.;
- ж) номера позиций составных частей изделия.

На сборочном чертеже детали нумеруются в соответствии с номерами позиции, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиции располагают параллельно основной надписи чертежа и группируют в строчку или колонку по возможности на одной линии (в вертикальном или горизонтальном направлении). Номера позиций деталей наносят более крупным шрифтом, на один-два размера больше, чем принятый для размерных чисел на чертеже. Полки наносят сплошной тонкой линией. Одним концом линия-выноска находит на изображении детали и заканчивается точкой.

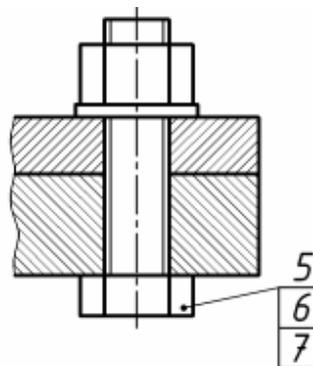


Рис. 41 - Изображение стандартных крепежных деталей с общей линией-выноской.

Стандартные крепежные детали рекомендуется обозначать с общей линией-выноской, как показано на рисунке 41.

На сборочных чертежах допускается не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, рифления и другие мелкие элементы. Допускается не изображать зазоры между стержнем и отверстием.

Число изображений зависит от сложности сборочной единицы и правильного применения разрезов, сечений, местных видов и других условностей. Начинать надо с вычерчивания основной корпусной детали, в порядке процесса сборки. Вычерчивать все детали следует по элементам на всех видах одновременно с соблюдением проекционной связи. При последовательном вычерчивании деталей постепенно получается чертеж сборки.

Соприкасающиеся между собой детали штрихуют с наклоном в разные стороны, но обязательно в одну сторону на всех проекциях, относящихся к одной и той же детали, и не зависимо от числа изображений.

После выполнения сборочного чертежа необходимо проставить размеры (габаритные, монтажные, установочные), нанести номера позиций.

В верхнем левом углу чертежа начертить прямоугольник 70x14 и указать в нем обозначение чертежа в перевернутом виде.

### **Порядок выполнения работы**

1. Скомпоновать изображения и выполнить их на листе клетчатой бумаги формата А3.
3. Нанести размеры и номера позиций.
4. При необходимости выполнить текстовой материал и заполнить основную надпись.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите, какие размеры указывают на сборочных чертежах.
2. Поясните, как выполняют штриховку на сборочных чертежах.
3. Расскажите, как проставляют нумерацию деталей.

### **Практическое занятие № 13 Оформление спецификации**

*Цель занятия:* приобретение навыков оформления спецификации на изделие.

**Задание:** На отдельном листе формата А4 заполнить спецификацию (образец заполнения в приложении 3, рисунок 3.2).

### **Краткие теоретические сведения**

Сборочный чертеж сопровождается спецификацией, являющейся основным конструкторским документом сборочной единицы.

Спецификация определяет состав сборочной единицы и необходима для её изготовления и комплектования конструкторских документов. Спецификация выполняется (ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 2.108-68) на одном или нескольких листах формата А4 в виде таблицы с основной надписью, форма и размеры которых приведены на рисунке 42.

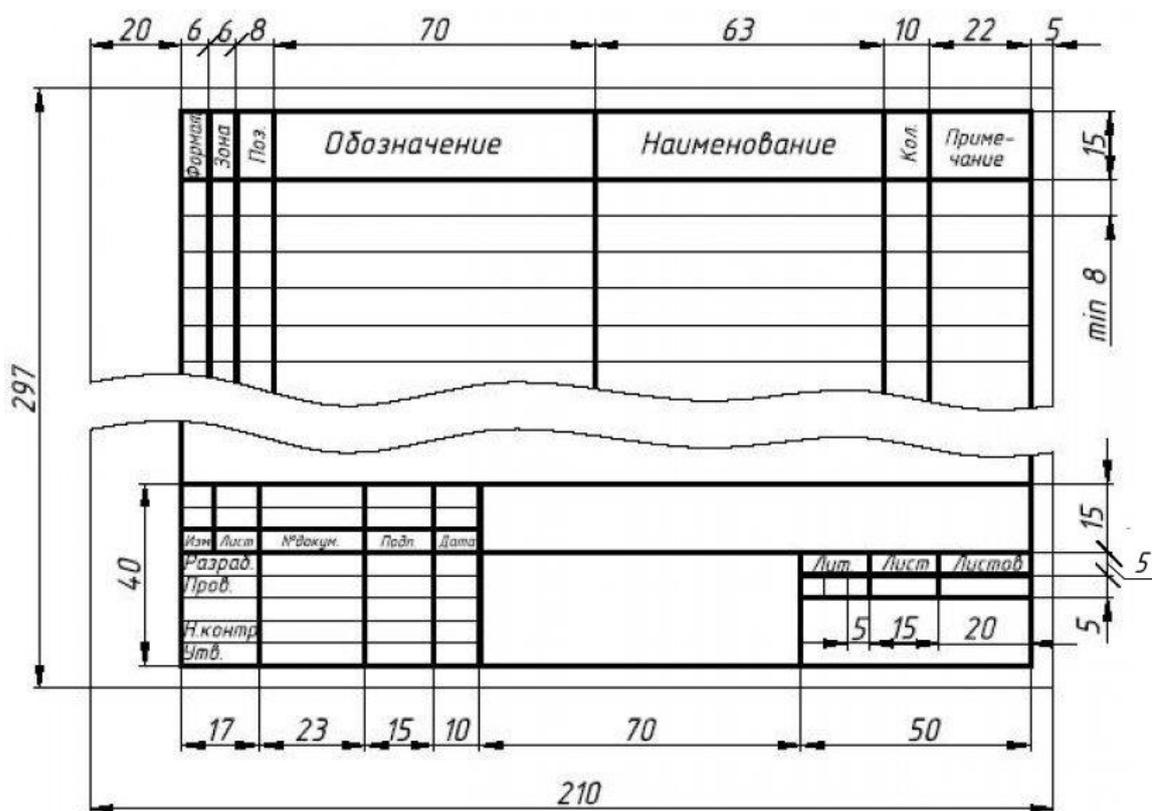


Рис. 42 - Размеры граф и основная надпись спецификации.

Учебная спецификация может состоять из пяти разделов, записываемых в таком порядке: «Документация», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия» и «Материалы». Заголовки и содержание разделов записывают в графе «Наименование», оставляя перед заголовком и после него пустые строки для дополнительных записей.

В раздел «Документация» записывают название документа на изделие: «Чертеж общего вида». В разделах «Сборочные единицы» и «Детали» указывают соответственно названия сборочных единиц и деталей, входящих в специфицируемую сборочную единицу. В разделе «Стандартные изделия» записывают в алфавитном порядке наименования и обозначения входящих в сборочную единицу стандартных изделий согласно стандартам на них. В раздел «Материалы» вносят все материалы, входящие в изделие. В графе «Формат» (для разделов «Стандартные изделия» и «Материалы» не заполняется) дают обозначения формата листа соответствующего чертежа.

В графе «Зона» указывается зона, в которой находится указанная часть сборочной единицы, если чертеж разбит на зоны. В графе «Поз.» приводят порядковые номера составных частей специфицируемого изделия. Сначала нумеруют сборочные единицы, затем детали, стандартные изделия и материалы. Нумерацию деталей обычно начинают с основных деталей (корпус, крышка и т. д.).

В графе «Обозначения» (для разделов «Стандартные изделия» и «Материалы» не заполняется) записывают обозначение чертежей

специфицируемого изделия и входящих в него сборочных единиц и деталей. В графе «Кол.» указывают количество одинаковых деталей, входящих в данное изделие. В графе «Примечание» помещают дополнительные сведения. На эскизах обозначения и нумерация деталей должны соответствовать спецификации.

### **Порядок выполнения работы**

По эскизу сборочного узла практического занятия № 12 выполнить спецификацию в следующей последовательности:

1. На формате А4 начертить шаблон спецификации и основную надпись.
2. Заполнить разделы спецификации в последовательности, приведенной выше.
3. Оформить основную надпись спецификации.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите, что называется спецификацией и для чего она необходима.
2. Назовите, какие разделы в спецификации не имеют обозначений.
3. Поясните, чему должны соответствовать порядковые номера деталей.

## **Практическое занятие № 14 Чтение архитектурно-строительных чертежей**

*Цель задания:* формирование навыков чтения архитектурно-строительных чертежей.

**Задание:** Ознакомиться и прочитать архитектурно-строительный чертеж по приложению И. Ответить на вопросы теста.

### **Краткие теоретические сведения**

Строительными чертежами называют чертежи, содержащие проекционные изображения строительных объектов или их частей и другие данные, необходимые для возведения и изготовления строительных изделий и конструкций.

Различают следующие группы строительных объектов: гражданские здания (жилые и общественные), промышленные здания, сельскохозяйственные и инженерные сооружения.

При выполнении и оформлении строительных чертежей следует руководствоваться ГОСТами “Единой конструкторской документации” (ЕСКД) и ГОСТами “Системы проектной документации для строительства” (СПДС).

Строительные чертежи, как и машиностроительные, выполняют методом прямоугольного проецирования на основные плоскости проекций, но, в отличие от последних, изображениям присваивают другие названия: соответствующие виды здания называют фасадами, горизонтальные разрезы здания - планами, вертикальные разрезы - поперечными и продольными разрезами, а горизонтальную проекцию или вид сверху на участок, на котором располагается проектируемое здание или комплекс зданий и сооружений, называют генеральным планом.

Планы, разрезы, фасады и генеральный план являются основными архитектурно-строительными чертежами.

Масштабы изображений на чертежах следует выбирать в соответствии с данными ГОСТа 2.302-68. При проектировании рабочих чертежей гражданских и промышленных зданий рекомендуется применять масштабы: 1:200; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000. Масштабы увеличения в строительном черчении не применяются.

Размеры на строительных чертежах проставляют в мм (без обозначения единицы измерения), отметки уровней - в м, с точностью - до третьего знака; размеры наносят в виде замкнутой цепочки.

На строительных чертежах на пересечении размерных и выносных линий рекомендуется делать засечки (под углом  $45^\circ$ ), при этом размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1-3 мм.

Выполнение строительного чертежа начинают с плана.

План – это изображение разреза здания, рассеченного мнимой горизонтальной плоскостью, проходящей на уровне оконного проема.

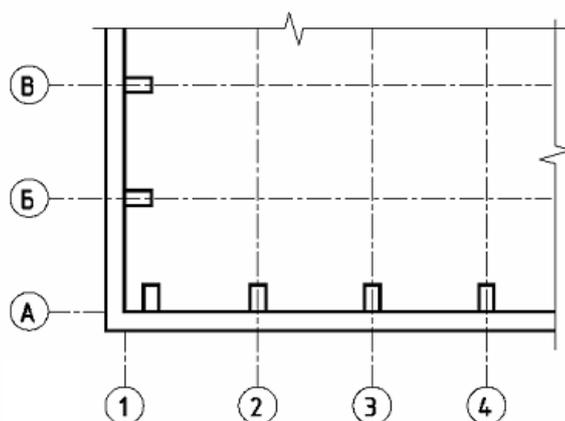


Рис. 43 - Нанесение координационных осей.

Координационные оси, определяющие расположение несущих конструкций здания, выполняют штрихпунктирными линиями толщиной 0,3-0,4 мм, выводят за контур стен и маркируют в кружках диаметром 6-12 мм. Оси, идущие поперек здания, обозначают арабскими цифрами слева - направо. Оси, идущие вдоль здания, маркируют буквами русского алфавита снизу вверх (рис. 43).

Разрезом называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью.

В строительных чертежах используют простые, ступенчатые, поперечные и продольные разрезы. Направление секущей плоскости, как правило, выбирают таким, чтобы она проходила по наиболее важным в конструктивном или архитектурном отношении частям здания: оконным и дверным проемам, лестничным клеткам (желательно по одному из маршей), балконам, шахтам подъемников и т.д.

Фасад – это изображение внешних сторон здания. Различают главный, дворовый и боковые, или торцовые фасады.

Главным фасадом называют вид здания со стороны улицы или площади.

На фасадах показывают координационные оси, расположенные по краям фасада, у диффамационных швов, в местах уступов в плане и перепадов высот здания. Размеры на чертежах фасада не проставляются. На них указывают отметки уровня земли, верха стен, входных площадок и элементов фасадов, расположенных в разных уровнях.

Отметкой называется выраженное в метрах превышение уровня данной горизонтальной плоскости над уровнем, принятым за нуль. За нулевую отметку принимают обычно уровень чистого пола I этажа (ур. ч.п.±0.000). Отметки выше пола I этажа обозначают знаком + (плюс), ниже пола I этажа знаком — (минус).

1. Внимательно прочитать архитектурно - строительный чертеж:

- определить название здания или сооружения, изображенного на чертеже;
- установить, какие даны изображения (фасады, планы, разрезы);
- рассмотреть совместно надписи и изображения на чертеже;
- изучить взаимное расположение и конструкцию всех частей здания;
- определить направление разреза (продольный или поперечный) и через какие конструктивные элементы проходит секущая плоскость (оконные, дверные проемы, лестничные клетки), а какие остались за ней (марши лестницы);
- определить общую высоту здания, высоту основных (жилых) помещений, оконных и дверных проемов, линию пола первого этажа;
- выяснить расположение дверей, окон, санитарно-технического и другого оборудования во всех жилых и нежилых помещениях.

2. Используя, полученную информацию, ответить на вопросы теста.

## ТЕСТ

1. Масштабы применяемые в строительных чертежах:

1 - уменьшения

2 – увеличения

3 – натуральная величина

2. Какие ограничители размерной линии предпочитают на архитектурно-строительных чертежах:

1 - размерная стрелка

2 - наклонный штрих

3. Какой вид линий применяется для нанесения координационных осей:

1 - штрихпунктирная

2 - основная тонкая

3 - штриховая

4. Как называют вид здания с внешней стороны:

1 - план

2 - разрез

3 - фасад

**5.** В каких единицах измерения проставляются размеры на строительных чертежах:

1 - в миллиметрах

2 - в сантиметрах

3 - в метрах

**6.** Сплошная толстая основная линия служит для обозначения линий:

1 - видимого контура

2 - невидимого контура

3 - построения выносных и размерных линий

4 - симметрии и осей вращения

**7.** На чертеже единицы измерения линейных размеров:

1 - обозначают

2 - не обозначают

3 - обозначают некоторые

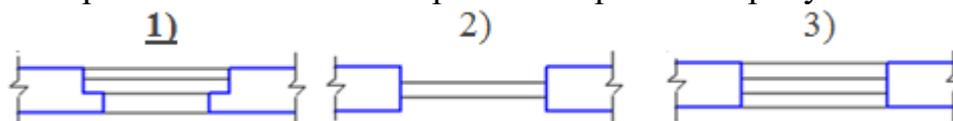
**9.** Укажите последовательность маркировки осей:

1 - от середины к углам

2 - справа налево и сверху вниз

3 - слева направо и снизу вверх

**10.** Проём оконный с четвертью изображён на рисунке:



**11.** При выполнении архитектурно-строительного чертежа план здания начинают с ...

1 - проведения координационных осей

2 - вычерчивания перегородок

3 - вычерчивания капитальных стен

4 - нанесения размерных линий

**12.** Условные отметки уровня при выполнении строительных чертежей проставляют в ...

1 - миллиметрах

2 - сантиметрах

3 - дюймах

4 - метрах

**13.** План – это разрез здания \_\_\_ плоскостью.

1 - профильной

2 – фронтальной

3 - горизонтальной

4 - наклонной

**14.** Архитектурно – строительный чертёж предполагает следующие изображения ...

1 - вид спереди, вид сверху и вид слева

2 - фасад, вид сверху и вид слева

3 - план, фасад и разрез здания

4 - главный вид, горизонтальный и профильный разрезы

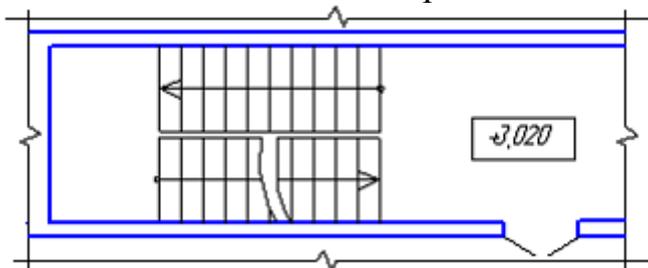
15. Условный знак, приведенный на плане в виде числа +3,020, заключенного в прямоугольник, расшифровывается как ...

1 - уровень чистого пола здания

2 - отметка уровня лестничной клетки

3 - площадь лестничной клетки

4 - высота лестничного марша



16. Секущая плоскость при выполнении разреза может проходить через ...

1 - колонну

2 - вдоль балки стены

3 - лестничный марш

### Контрольные вопросы

1. Назовите, какие масштабы применимы в строительных чертежах.
2. Сравните ограничители размерной линии на архитектурно-строительных чертежах и машиностроительных.
3. Назовите, в какой последовательности маркируют оси на архитектурно-строительном чертеже.
4. Поясните, с каких линий начинают выполнение архитектурно-строительного чертежа плана здания.
5. Расскажите, что означает условный знак на плане в виде числа, заключенного в прямоугольник.

### Практическое занятие № 15 Построение плоских изображений в САПРе

*Цель занятия:* формирование навыков выполнения плоских изображений в САПРе.

**Задание:** Построить контур плоской фигуры по приложению К.

### Краткие теоретические сведения

Система автоматизированного проектирования (САПР) – сложный комплекс средств, предназначенный для автоматизации проектирования. Наиболее очевидной и востребованной функцией комплексов САПР является возможность построения компьютерной 2D- и 3D-модели разрабатываемого изделия. Все чертежи будут привязаны к модели изделия, и когда будет изменён один размер на модели, автоматически будут перестроены все чертежи этой модели. Это очень удобно. Если Вы проектируете какую-то деталь, изделие, то при каких-то

изменениях в конструкции детали, Вам уже не потребуется изменять все чертежи, а нужно лишь подкорректировать модель детали.

На текущий момент существует большое разнообразие САД-систем разного уровня сложности, одна из них КОМПАС-3D.

КОМПАС-3D – это система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в областях машиностроения, приборостроения и строительства. Дает возможность вести конструкторскую документацию, поддерживает отечественные стандарты ЕСКД. Разработчик – компания Аскон (Россия).

Преимущества системы Компас-3D: Простой и понятный интерфейс; использование трехмерного ядра собственной разработки; полная поддержка ГОСТ и ЕСКД при проектировании и оформлении документации; большой набор надстроек для проектирования отдельных разделов проекта.

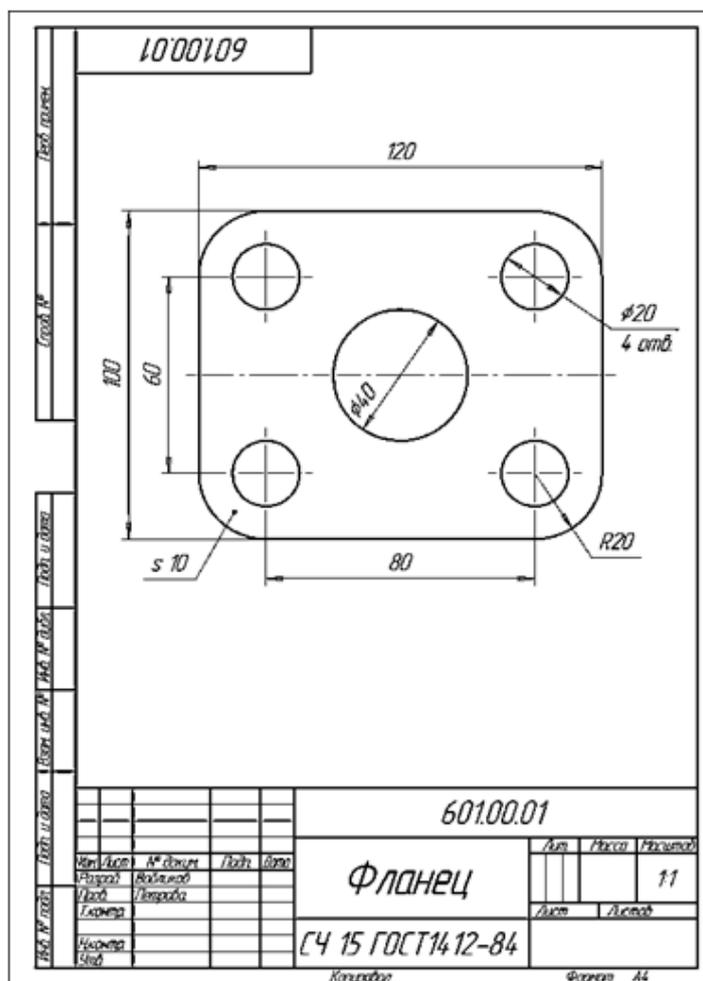


Рис. 44 - Образец выполнения практического занятия № 15.

### Порядок выполнения работы

1. Открыть документ «чертеж».
2. Используя инструментальную панель, по заданным параметрам построить плоскую фигуру. Образец выполнения работы приведен на рисунке 44.

3. Проставить соответствующие размеры и оформить основную надпись.

### Контрольные вопросы

1. Поясните, назначение САПР Компас 3D.

2. Расскажите, какие типы файлов можно создавать в программе Компас 3D.

3. Назовите, с помощью каких команд можно заполнить основную надпись чертежа.

### Практическое занятие № 16 Выполнение рабочего чертежа детали в САПРе

*Цель занятия:* закрепление знаний и умений по выполнению рабочих чертежей с использованием компьютерных технологий, закрепление навыков в построении ассоциативных чертежей деталей.

**Задание:** По эскизу детали (практическое занятие № 9) в программе КОМПАС-3D выполнить рабочий чертеж детали.

### Краткие теоретические сведения

Выполнение чертежа возможно в режиме 2D по алгоритму:

1. Разбить очертание детали на геометрические фигуры (прямоугольники, круги, линии, дуги и т.д.), начертить их с нужными размерами и составить деталь из этих элементов.

2. Начертить контур детали при помощи отрезков, идущих друг за другом, используя команды «Отрезок» и «Непрерывный ввод».

3. При симметричности детали можно построить половину вида и зеркально отобразить его, получив полностью вид.

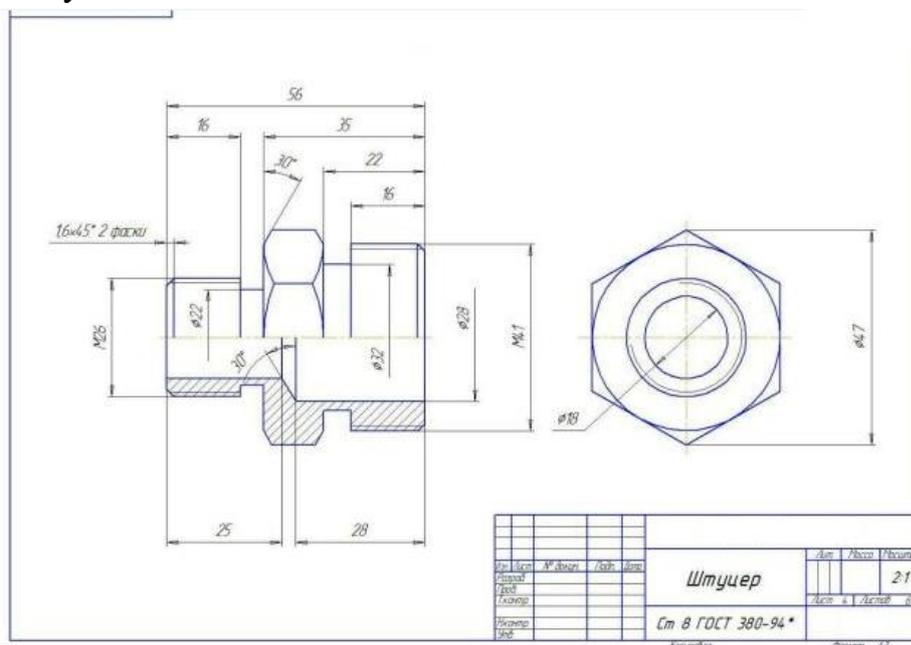


Рис. 45 - Образец выполнения практического занятия № 16.

### Порядок выполнения работы

1. В документе «Деталь» построить модель в системе 3D.

2. Создать ассоциативный вид. Образец выполнения на рисунке 45.

3. Нанести размеры и заполнить основную надпись.

## Контрольные вопросы

1. Поясните, как располагать на чертеже деталь, выполненную на станке.
2. Объясните, чем отличается рабочий чертеж детали от эскиза.

## Практическое занятие № 17 Выполнение чертежа кинематической схемы в САПРе

*Цель задания:* изучение типов и видов схем, формирование навыков разрабатывать, выполнять и читать схемы.

**Задание:** По приложению Л выполнить кинематическую схему в соответствии с ГОСТ 2.701-84.

### Краткие теоретические сведения

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных графических изображений.

ГОСТ 2.701-84 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению схем (кроме электрических).

Схемы в зависимости от особенностей составных элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на следующие виды: электрические — Э; гидравлические — Г; пневматические — П; кинематические — К; оптические — О и другие.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяются на следующие типы: структурная — 1; функциональная — 2; принципиальная — 3; соединений — 4; подключения — 5; общая — 6; расположения — 7.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба и действительного пространственного расположения составных частей изделия.

На схемах, как правило, используются стандартные графические условные обозначения. Если необходимо использовать нестандартные обозначения некоторых элементов, то на схеме делают соответствующие пояснения.

Следует добиваться наименьшего числа изломов пересечений линий связи, сохраняя между параллельными линиями расстояние не менее 3 мм.

Данные об элементах и устройствах, изображенных на схеме изделия, записываются в перечень элементов (рис. 4б).

	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
	20	110	10		
	185				

Рис. 46 - Таблица перечня элементов схемы.

### Порядок выполнения работы

1. На формате А3 вычертить схему кинематическую, руководствуясь правилами оформления принципиальных схем.
2. Размеры условных графических обозначений выдержать в соответствии со стандартами.
3. Таблицу с перечнем элементов расположить на листе вместе со схемой над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм.
4. Графа «Масштаб» не заполняется.

### Контрольные вопросы

1. Объясните, что такое схема и ее назначение.
2. Назовите, какие виды и типы схем вы знаете.
3. Поясните, в чем состоит различие между схемой и чертежом.

Задание для практического занятия № 2

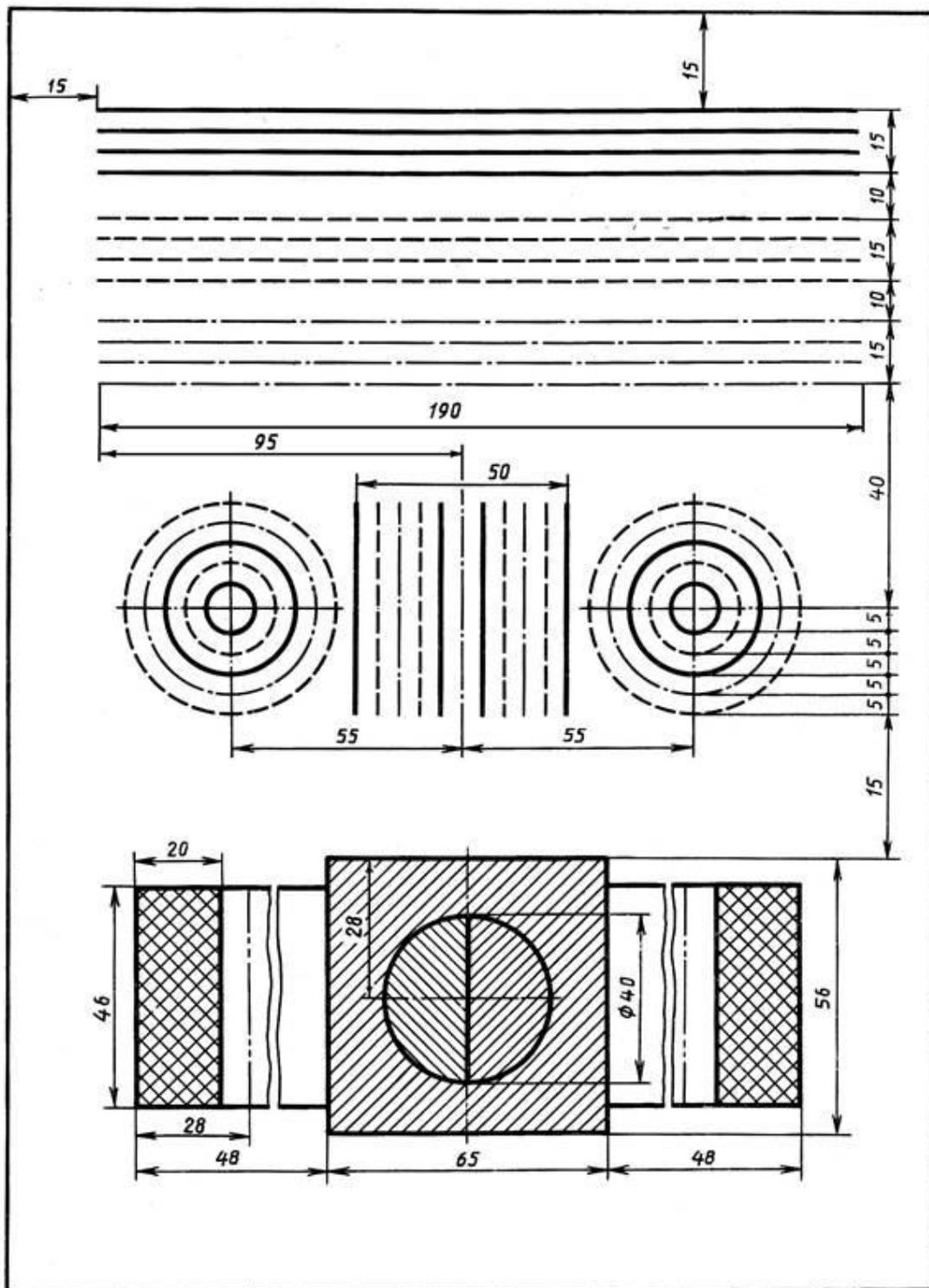
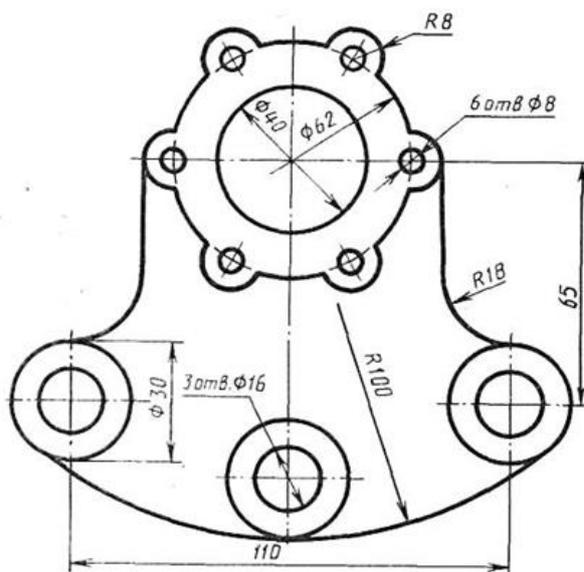


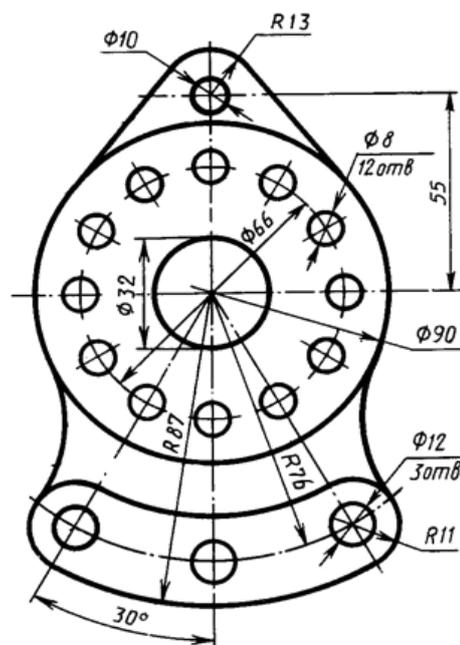
Рис. А.1 - Задание для практического занятия 2.

Задание для практического занятия № 3

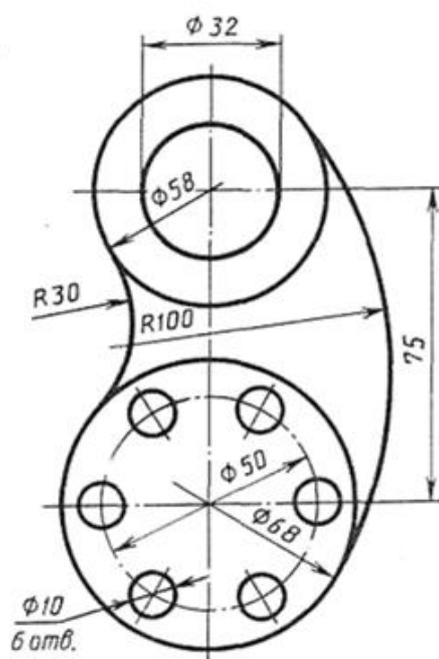
Вариант 1



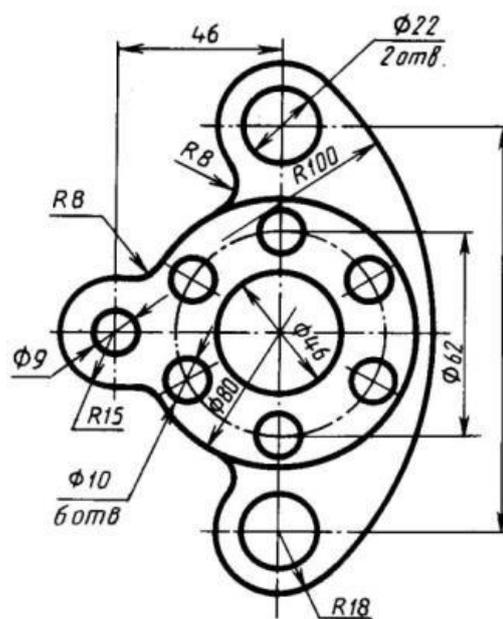
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



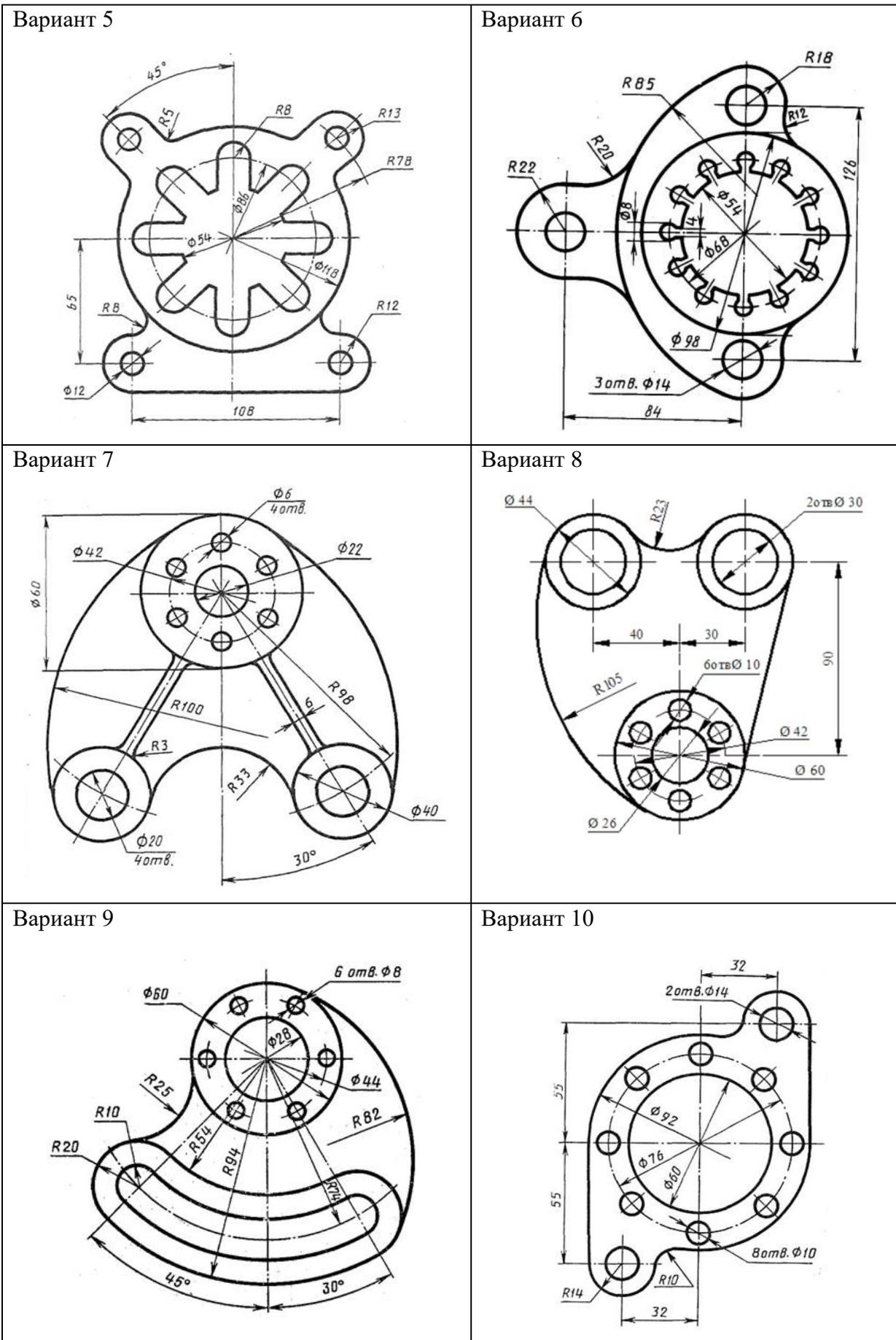


Рис. Б.1 - Задания для вариантов 1-10.

Задание для практического занятия № 4 и 5

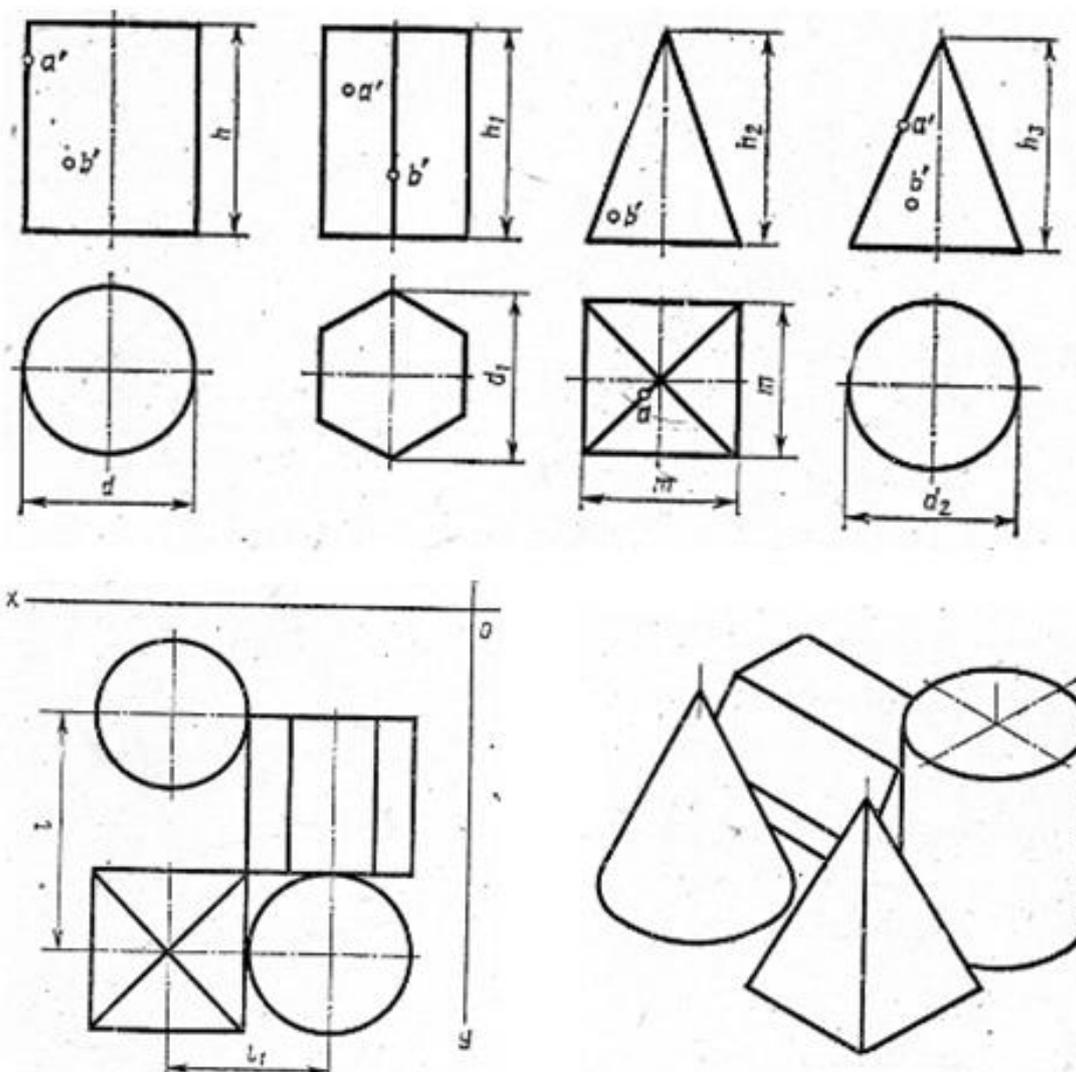


Рис. В.1 - Задания для вариантов 1-5.

Таблица В.1

№ варианта	Размеры, мм									
	d	d1	d2	m	h	h1	h2	h3	l	l1
1	40	50	40	40	50	60	60	60	80	40
2	40	40	40	50	70	60	60	70	80	45
3	50	40	50	40	70	60	70	60	85	45
4	50	50	50	50	60	50	70	60	75	50
5	40	50	50	40	60	40	50	70	60	40

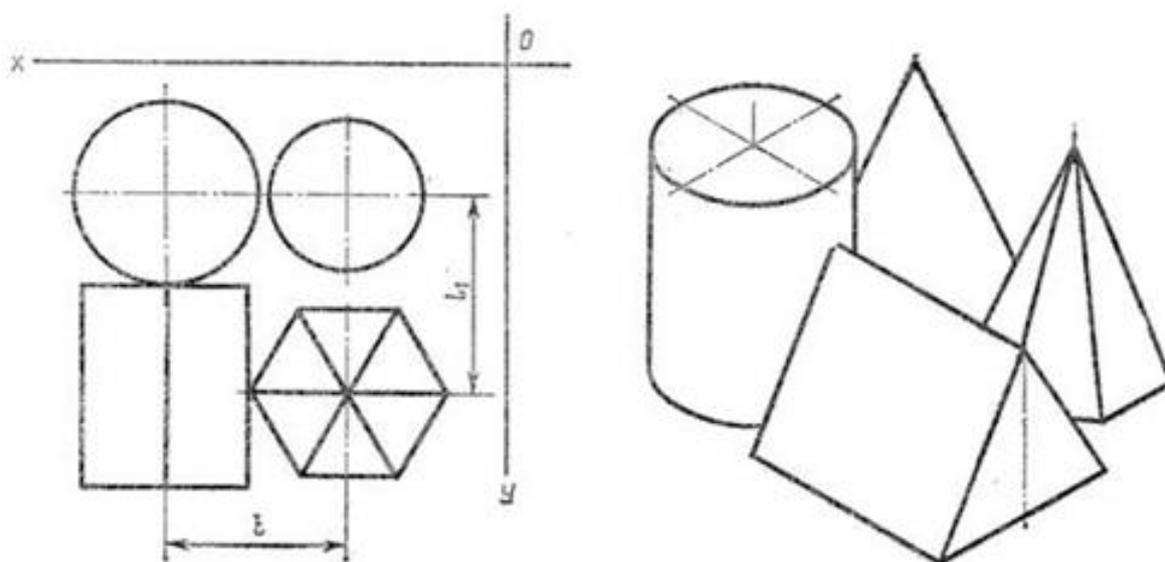
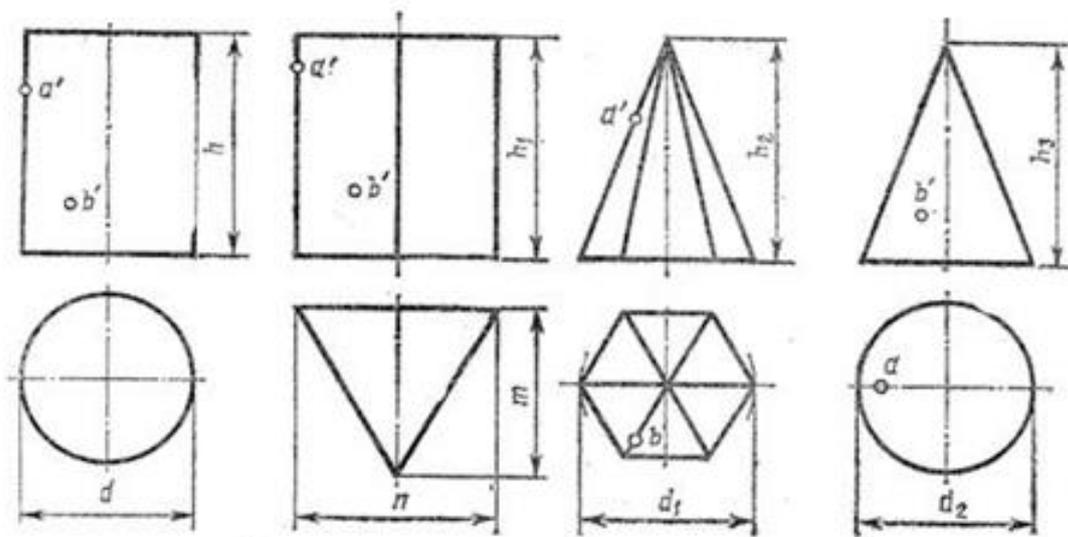


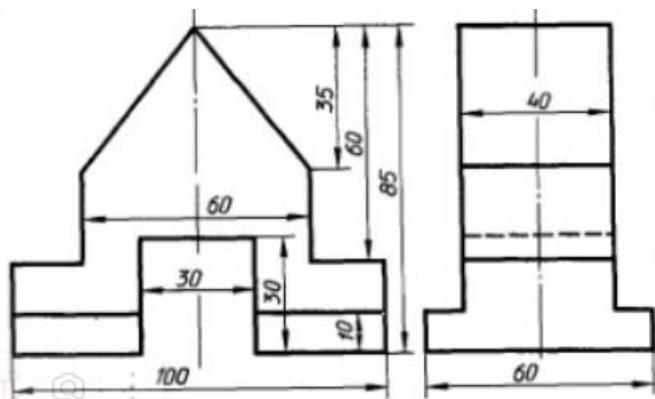
Рис. В.2 - Задания для вариантов 6 -10.

Таблица В.2

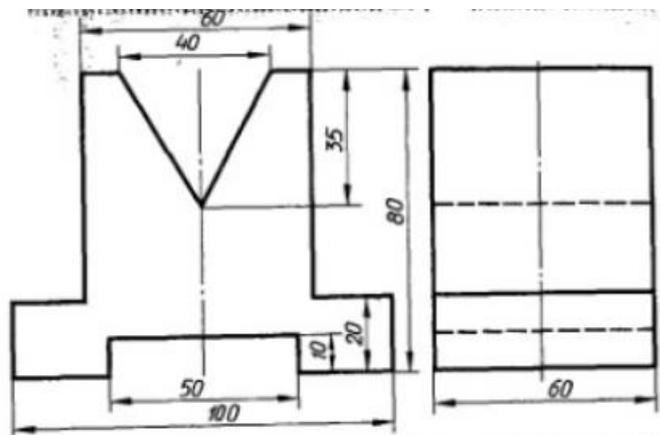
№ варианта	Размеры, мм										
	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	n	m	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	l	l <sub>1</sub>
6	50	40	60	60	60	50	60	55	75	60	55
7	60	60	50	50	50	70	70	70	70	60	55
8	60	60	50	60	60	60	50	70	60	60	65
9	40	50	60	40	40	60	50	60	60	50	60
10	50	50	40	50	50	50	60	70	60	50	50

Задание для практического занятия № 6

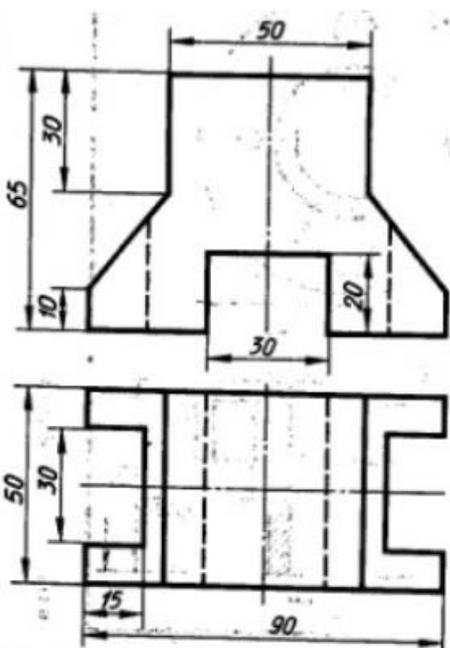
Вариант 1



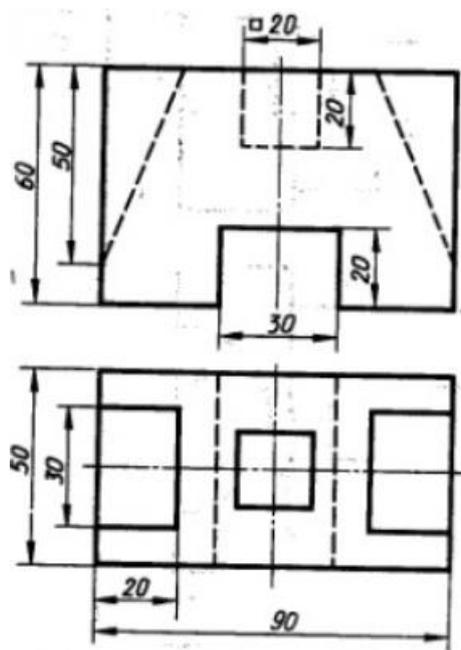
Вариант 2



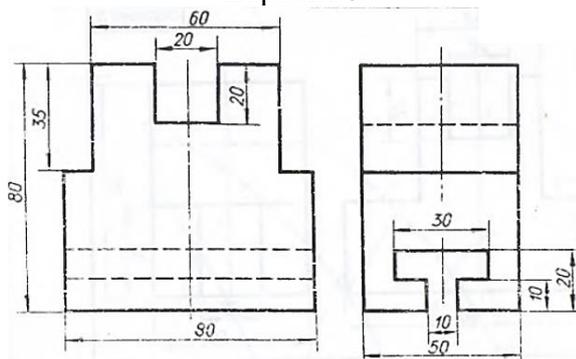
Вариант 3



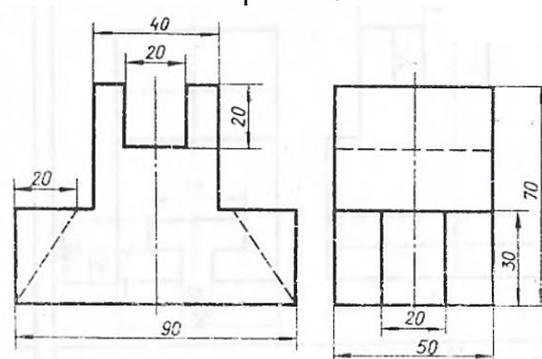
Вариант 4



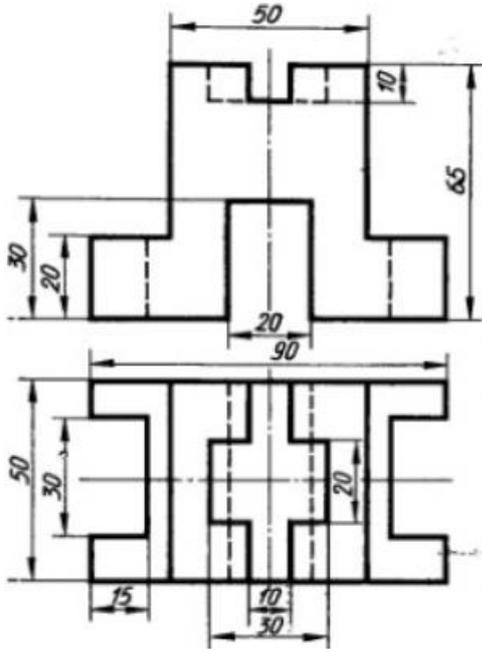
Вариант 5



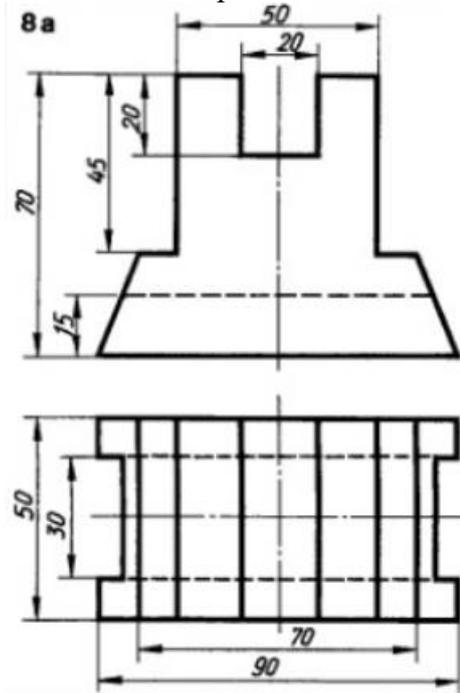
Вариант 6



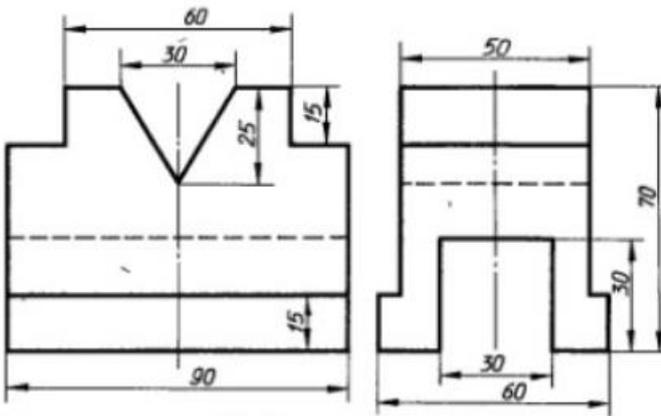
Вариант 7



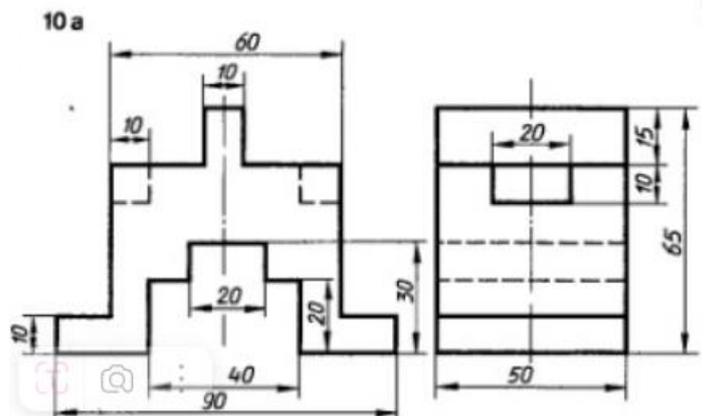
Вариант 8



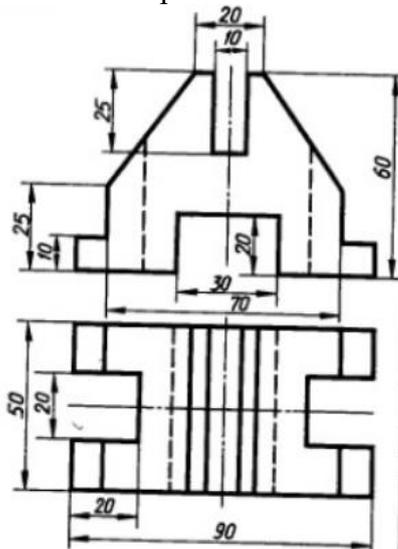
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

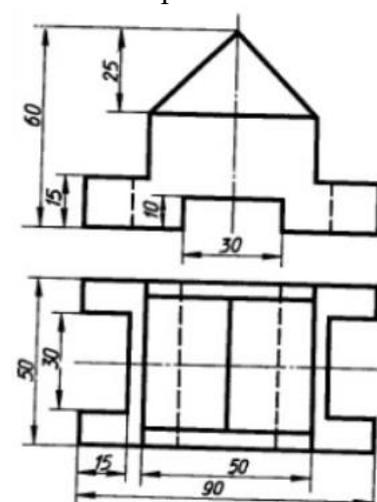
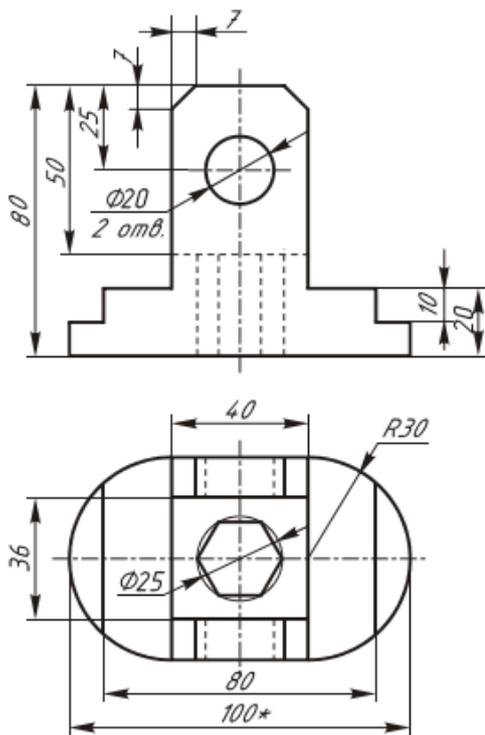


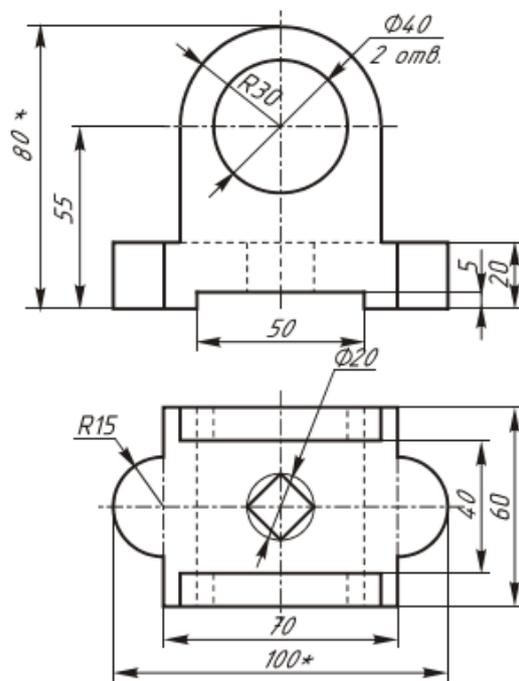
Рис. Г.1 - Задания для вариантов 1 – 12.

Задание для практических занятий № 7

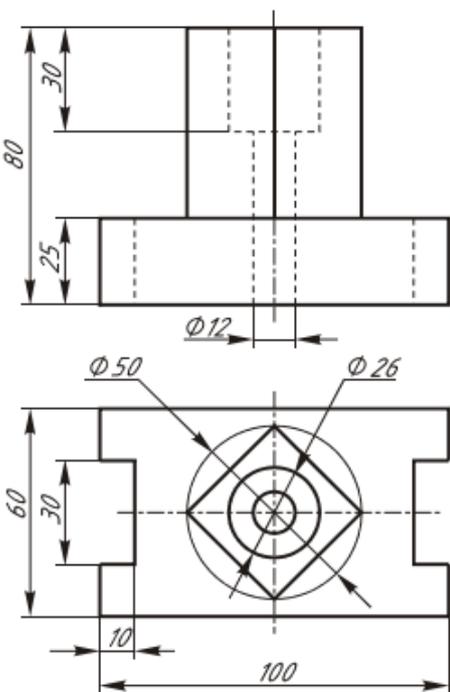
1



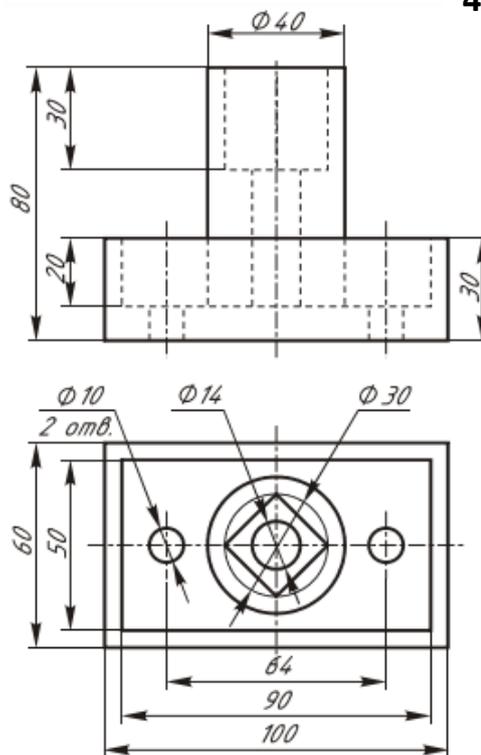
2



3



4



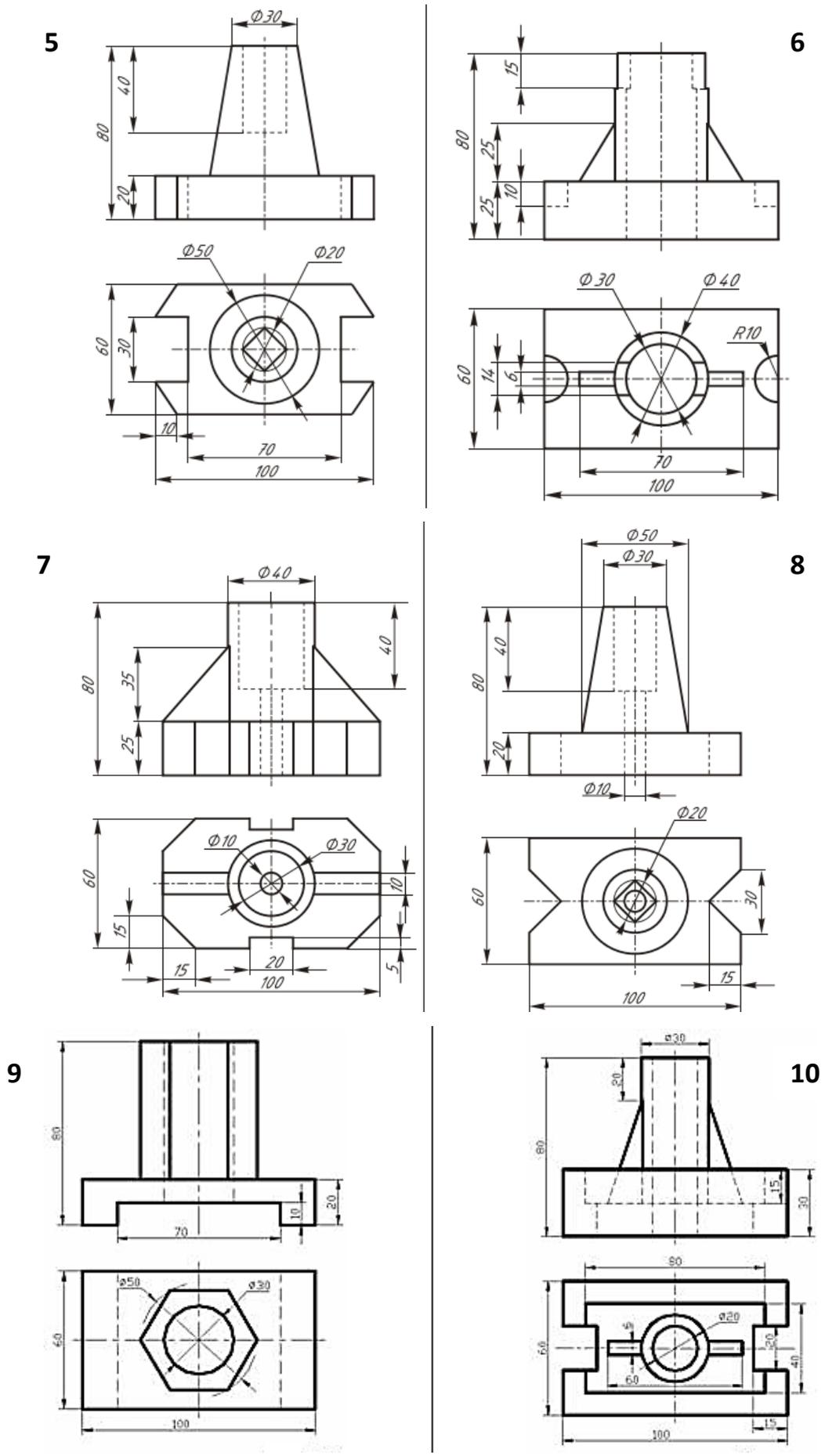


Рис. Д.1 - Задания для вариантов 1 – 10.

Задание для практического занятия № 8  
 Выполнение сечений узлов железнодорожных машин

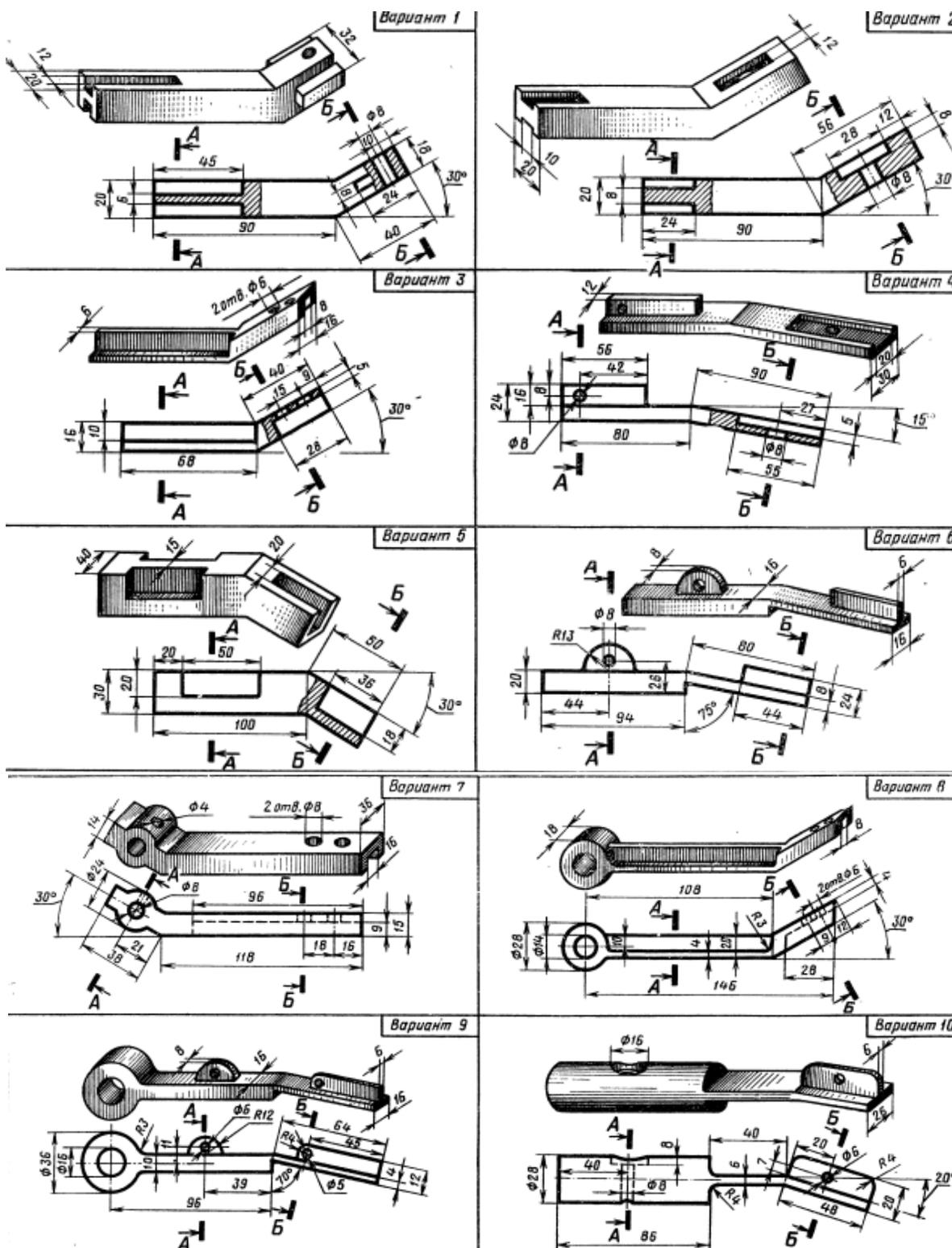
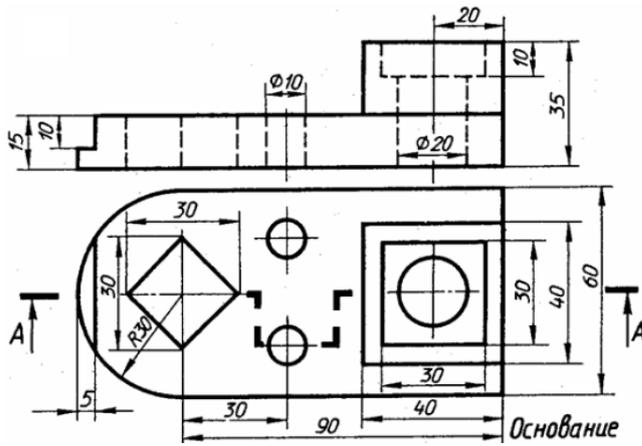


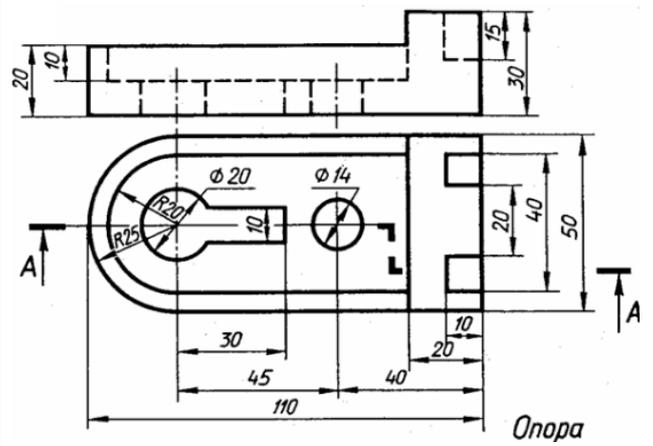
Рис. Е.1 - Задания для вариантов 1 – 10.

# Выполнение сложных разрезов деталей узлов железнодорожных машин

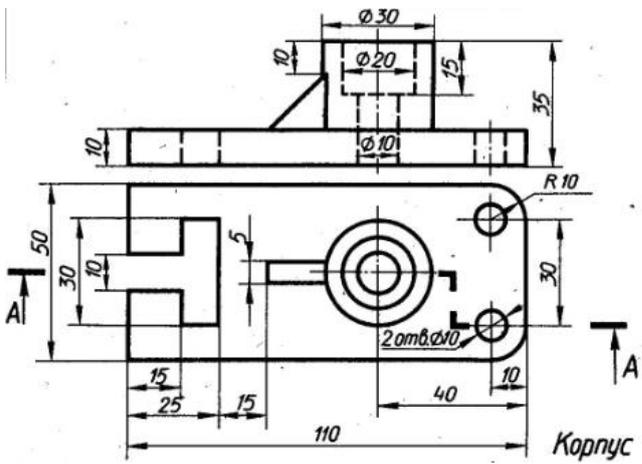
Вариант 1



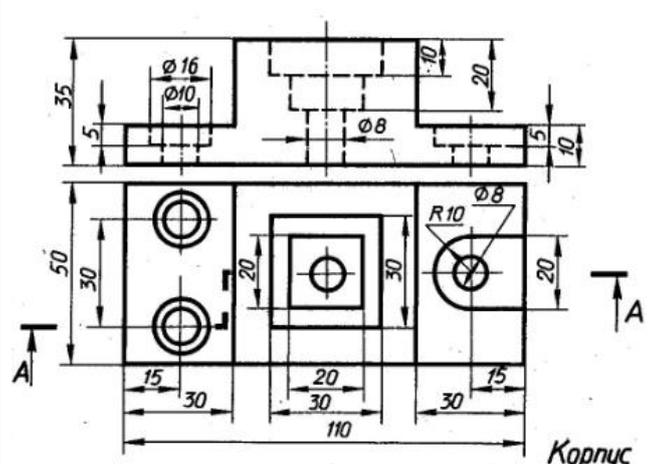
Вариант 2



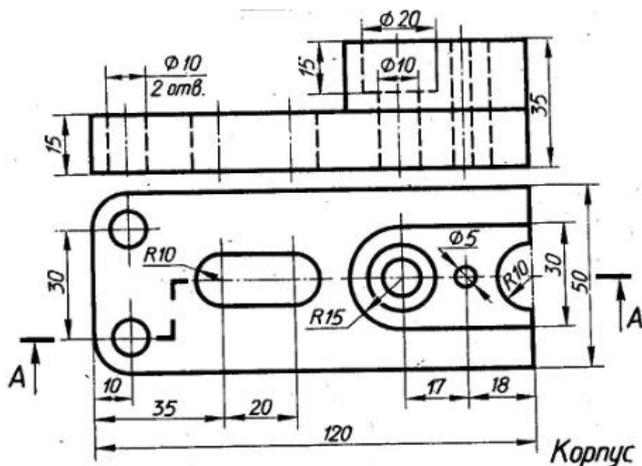
Вариант 3



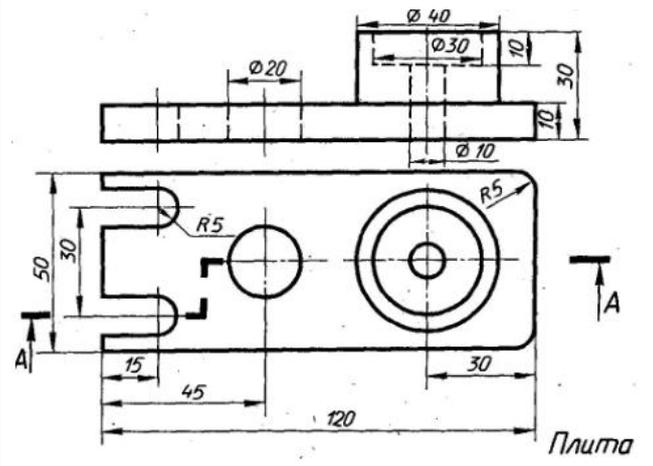
Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6



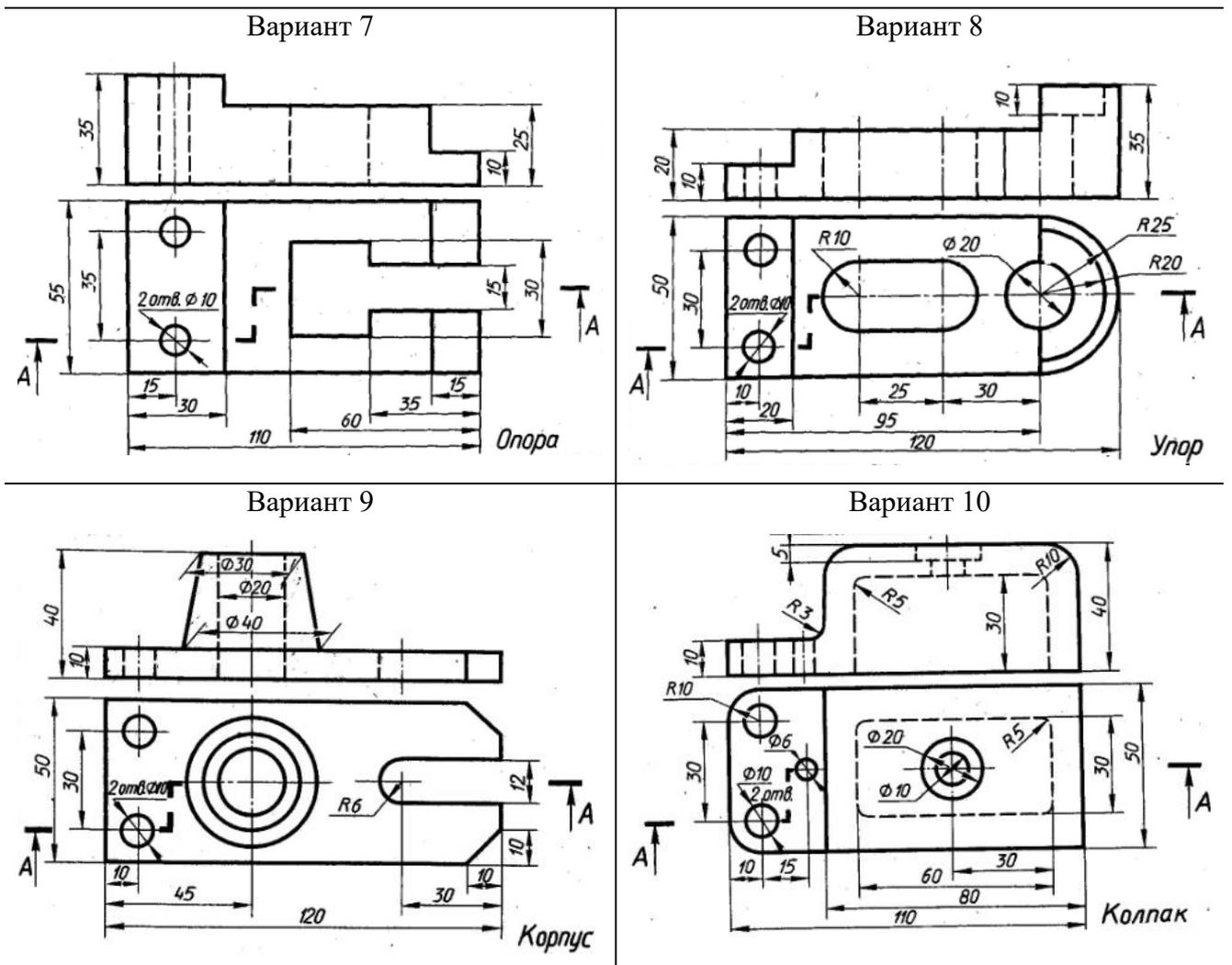
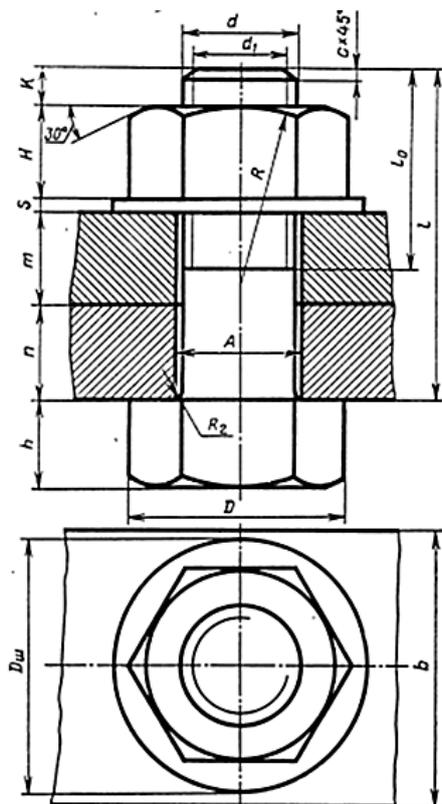


Рис. Е.2 - Задания для вариантов 1 – 10.

Задание для практического занятия № 10



$$d_1 = 0,85d$$

$$H = 0,8d$$

$$S = 0,15d$$

$$D_{\text{ш}} = 2,2d$$

$$A = 1,1d$$

$$R = 1,5d$$

$$R_2 = 0,1d$$

$$b \approx 3d$$

$$D = 2d$$

$$h = 0,7d$$

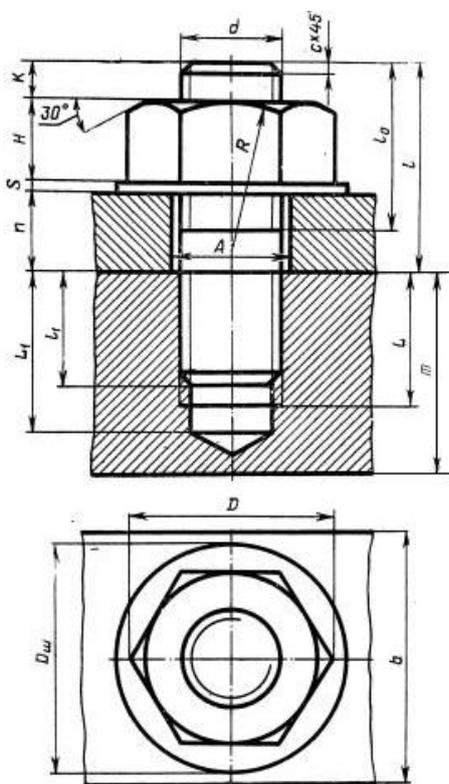
$$l_0 = 2d + 2p$$

$$K = (3 \dots 4)p$$

Длина болта  $l = n + m + S + H + K$

Вариант	$d$	$n$	$m$	$c$
1	16	25	50	2
2	20	18	30	2,5
3	24	16	40	2,5
4	30	20	30	2,5
5	24	20	40	2,5
6	20	15	35	2,5
7	16	25	50	2
8	24	24	30	2,5
9	20	30	25	2,5
10	30	30	30	2,5

Рис. Ж.1 - Соединение болтом.



$$H = 0,8d$$

$$S = 0,15d$$

$$l_0 = 2d + 2p$$

$$l_1 = d$$

$$A = 1,1d$$

$$R = 1,5d$$

$$L = l_1 + 2p$$

$$L_1 = l_1 + 6p$$

$$D = 2d$$

$$b \approx 3d$$

$$D_{\text{ш}} = 2,2d$$

$$K = (3 \dots 4)p$$

Длина шпильки  $l = n + S + H + K$

Вариант	$d$	$n$	$m$	$c$
1	16	16	55	2
2	20	18	50	2,5
3	30	20	70	2,5
4	20	20	55	2,5
5	24	14	70	2,5
6	30	20	80	2,5
7	20	15	50	2,5
8	16	15	50	2
9	20	20	50	2,5
10	20	15	60	2,5

Рис. Ж. 2 - Соединение шпилькой.

Задание для практических занятия № 11, 12, 13

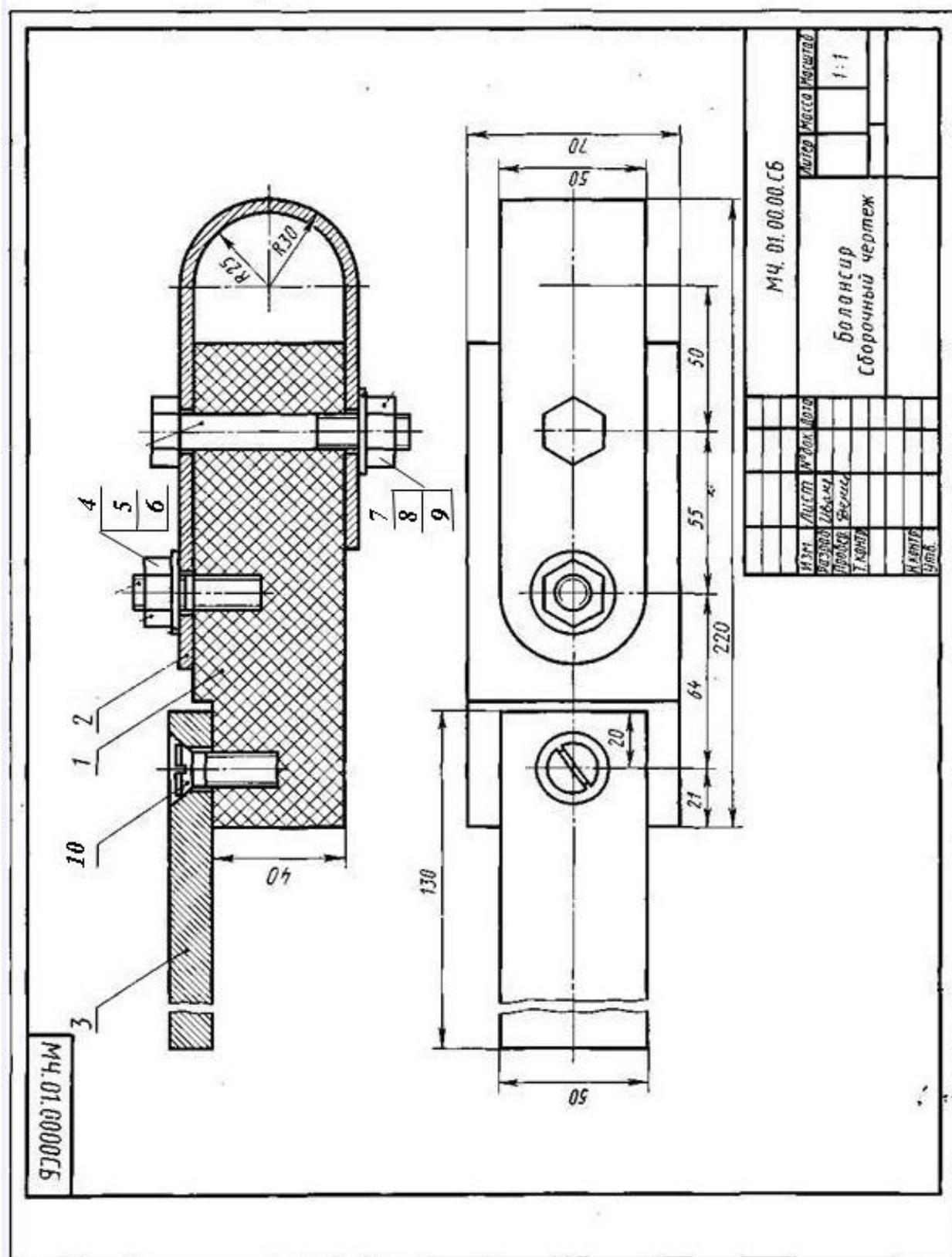


Рис. 3.1 – Сборочный чертеж – Балансир

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
12			МЧ. 01.00.00СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
	1		МЧ. 01.00.01	Корпус	1	
	2		МЧ. 01.00.02	Дужка амортизационная	1	
	3		МЧ. 01.00.03	Плеца подставки	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	4			ШПИЛЬКА М10х18 ГОСТ 11765-66	1	
	5			ШАЙБА ГОСТ 11371-68 10х2	1	
	6			Гайка ГОСТ 5915-70 М10	1	
	7			БОЛТ ГОСТ 7798-70 М12		
	8			ШАЙБА 12х2,5	1	
	9			ГАЙКА ГОСТ 5915-70 М12	1	
	10			ВИНТ ГОСТ 17415-72 М10х35	1	
			МЧ. 01.00.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Петров	Иванов	Иванов		Лит.	Лист
Провер.	Иванов				У	Листов
И копир.						1
Чтберг					Балансир	

Рис. 3.2 - Спецификация к сборочному чертежу.



Задание для практического занятия № 15

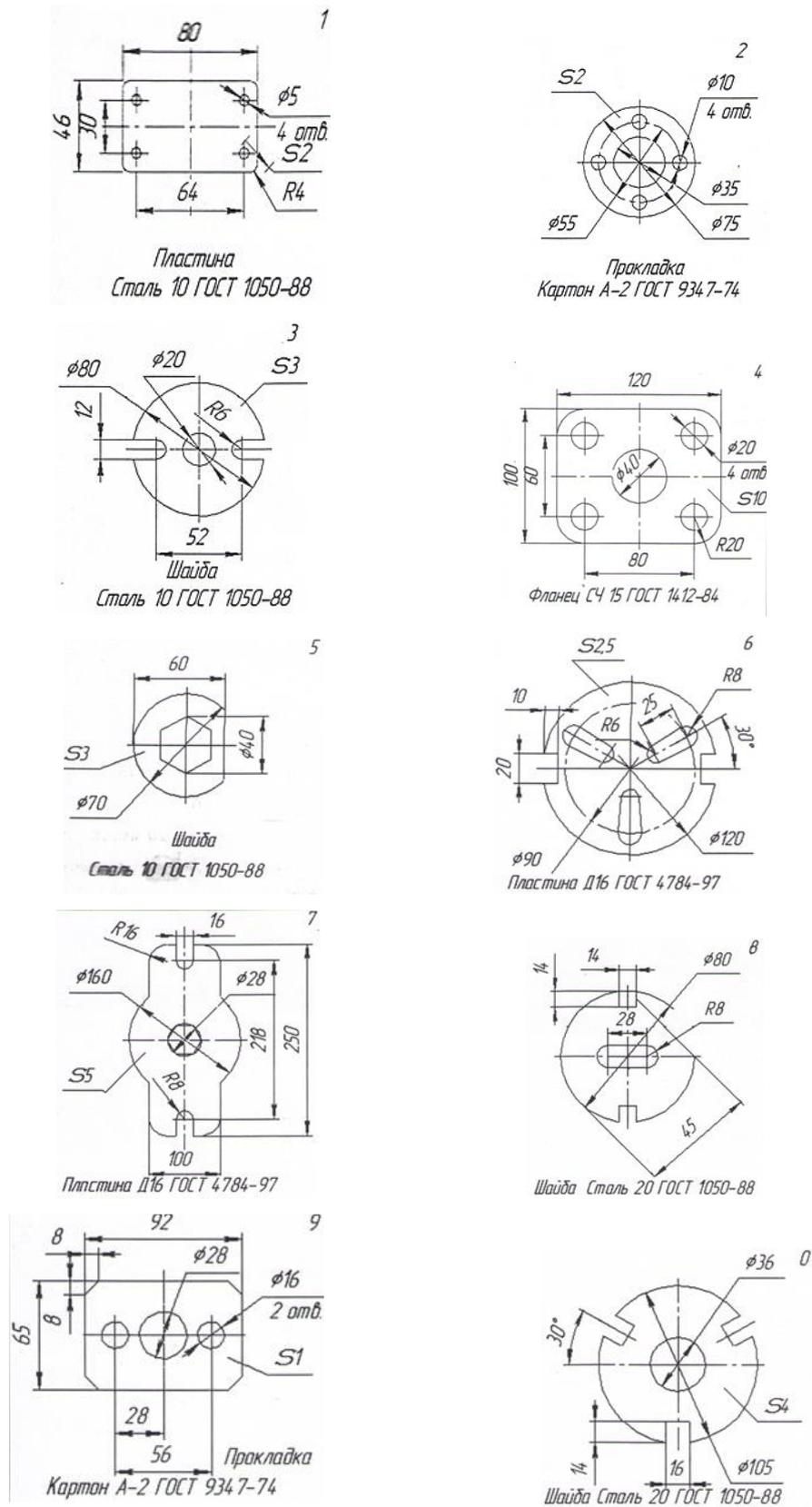


Рис. К.1 - Задания для вариантов 1 – 10.

Задание для практического занятия № 17

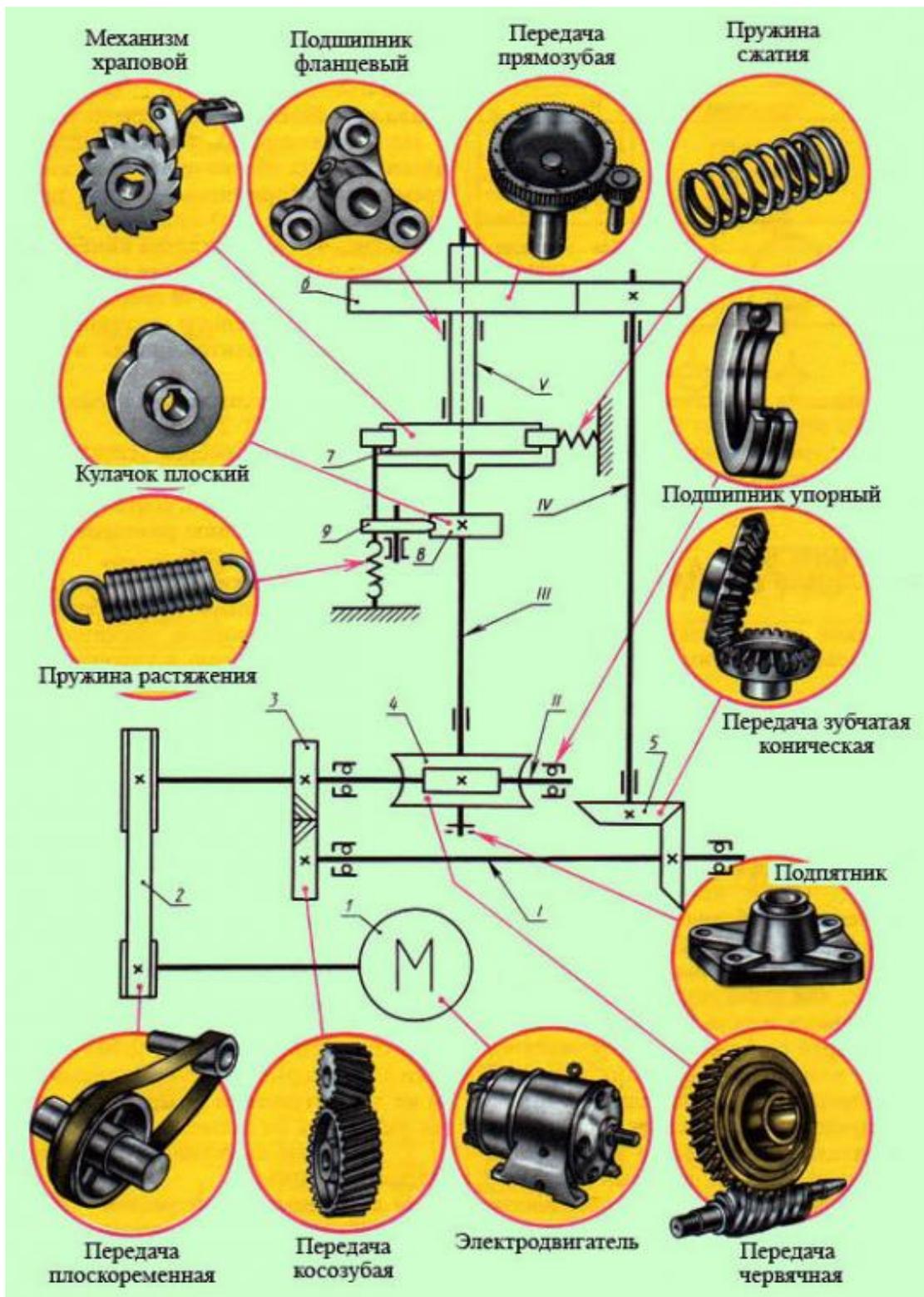


Рис. Л.1 – Кинематическая схема.

## Список рекомендуемой литературы

### Основные источники

1. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Чекмарев. — 13-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 355 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18482-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/535124>

### Дополнительные источники

2. Инженерная 3d-компьютерная графика в 2 т. Том 2: учебник и практикум для СПО / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева; под ред. А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 279 с

### Электронные ресурсы

3. Панасенко, В. Е. Инженерная графика / В. Е. Панасенко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46137-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/298523>