

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
«МИРНИНСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ
ЗАНЯТИЯМ ПО**

ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

для специальности: 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

2021 г.

Методические рекомендации для ОП.01 Инженерная графика разработаны для выполнения практических работ и составлены в соответствии с рабочей программой ОП и учебным планом по специальности 09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы».

Организация-разработчик: государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Архангельской области «Мирнинский промышленно-экономический техникум»

Разработчик:

Мысова А.Е., преподаватель МПЭТ

ОДОБРЕНЫ цикловой комиссией дисциплин специальностей 09.02.01 и 13.02.11	Составлены в соответствии с требованиями ФГОС по специальности среднего профессионального образования 09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы» и учебным планом
Председатель цикловой комиссии В.И.Письменник	Заместитель директора техникума по учебной работе М.Н.Венедиктова

СОДЕРЖАНИЕ

1	Практическая работа 1. Выполнение рамки основной надписи и чертежных шрифтов	3
2	Практическая работа 2. Выполнение титульного листа альбома	10
3	Практическая работа 3. Вычерчивание контуров технических деталей	13
4	Практическая работа 4. Нанесение линейных и угловых размеров. Расположение размерных чисел по отношению к размерным линиям	26
5	Практическая работа 5. Решение задач на построение проекции прямых, принадлежащим плоскостям	31
6	Практическая работа 6. Выполнение комплексных чертежей и аксонометрических изображений геометрических тел с нахождением проекций точек, принадлежащих поверхности тел	38
7	Практическая работа 7. Выполнение комплексного чертежа усеченного многогранника, развертки поверхности тела	43
8	Практическая работа 8. Выполнение заданий по карточкам: по двум данным видам построить третий вид, выполнить необходимые разрезы	46
9	Практическая работа 9. Выполнение соединения деталей при помощи болта, шпильки и винта (формат А3)	51
10	Практическая работа 10. Выполнение сборочного чертежа соединения деталей болтом	56
11	Практическая работа 11. Чертежи и схемы по специальности	66
	Список использованной литературы	74

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

ВЫПОЛНЕНИЕ РАМКИ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ И ЧЕРТЕЖНЫХ ШРИФТОВ

Цель работы: Ознакомиться с ГОСТ 2.308-81 и ГОСТ 2.304-81 ЕСКД.

Все надписи на чертежах должны быть четкими и выполнены чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81. Стандарт устанавливает чертежные шрифты для надписей, которые наносятся на чертежи и другие конструкторские документы всех отраслей промышленности следующих размеров: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Размеры шрифтов определяются высотой h прописных (заглавных) букв в миллиметрах (рисунок 3).

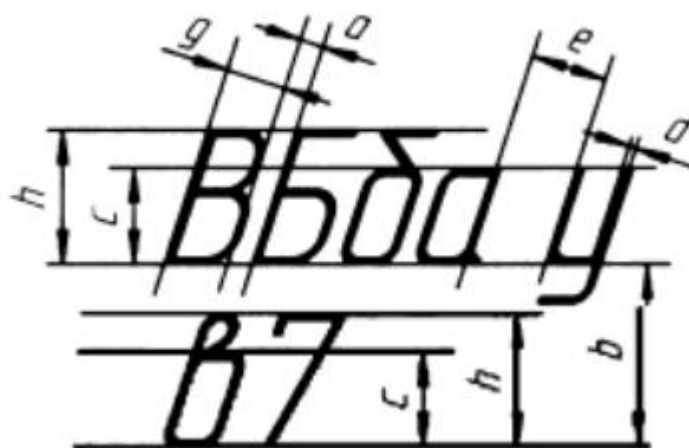


Рисунок 3 – Размеры шрифтов

Эта высота измеряется по направлению перпендикулярному к основанию строки. Для облегчения понимания и построения конструкции шрифта стандартом предусмотрена сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d (Рисунок 4).

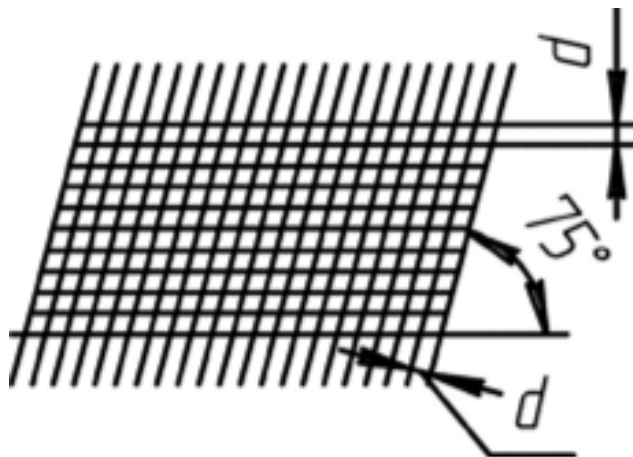


Рисунок 4 – Шаг вспомогательных линий

Устанавливаются следующие типы шрифта:

- тип А с наклоном около 75° ($d=1/14 h$);
- тип А без наклона ($d=1/14h$);
- тип Б с наклоном около 75° ($d=1/10 h$);
- тип Б без наклона ($d=1/10h$).

Шрифт типа Б с наклоном в учебной практике является более предпочтительным. На рисунке 5 показано вписывание букв шрифта типа А и Б с наклоном в сетку.

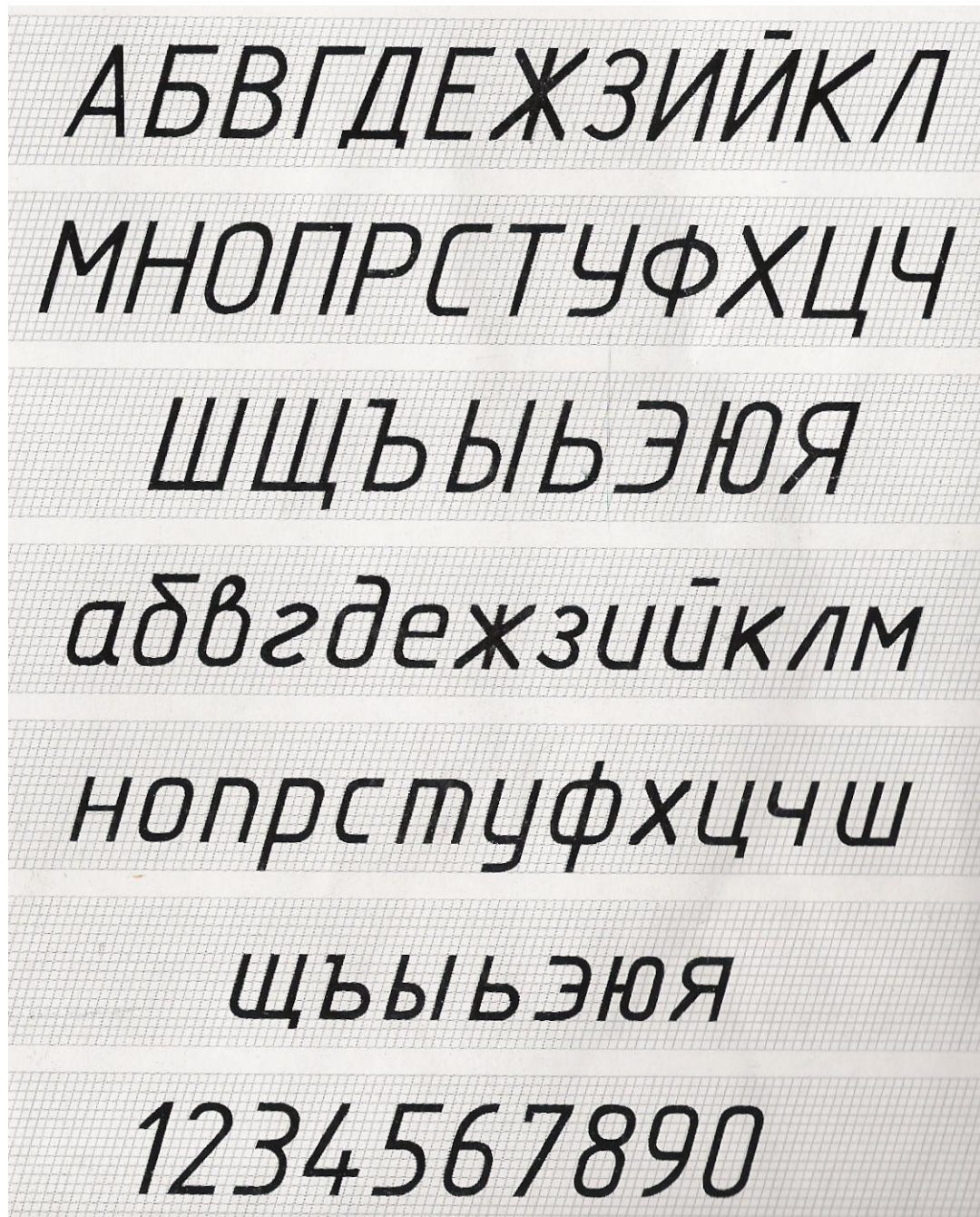


Рисунок 5 – Вписывание букв шрифта типа А и Б с наклоном в сетку

На втором листе формата А4, также оформляем внешней рамкой, проводим сплошными толстыми линиями (рисунок 2) чертим основную надпись (рисунок 6).

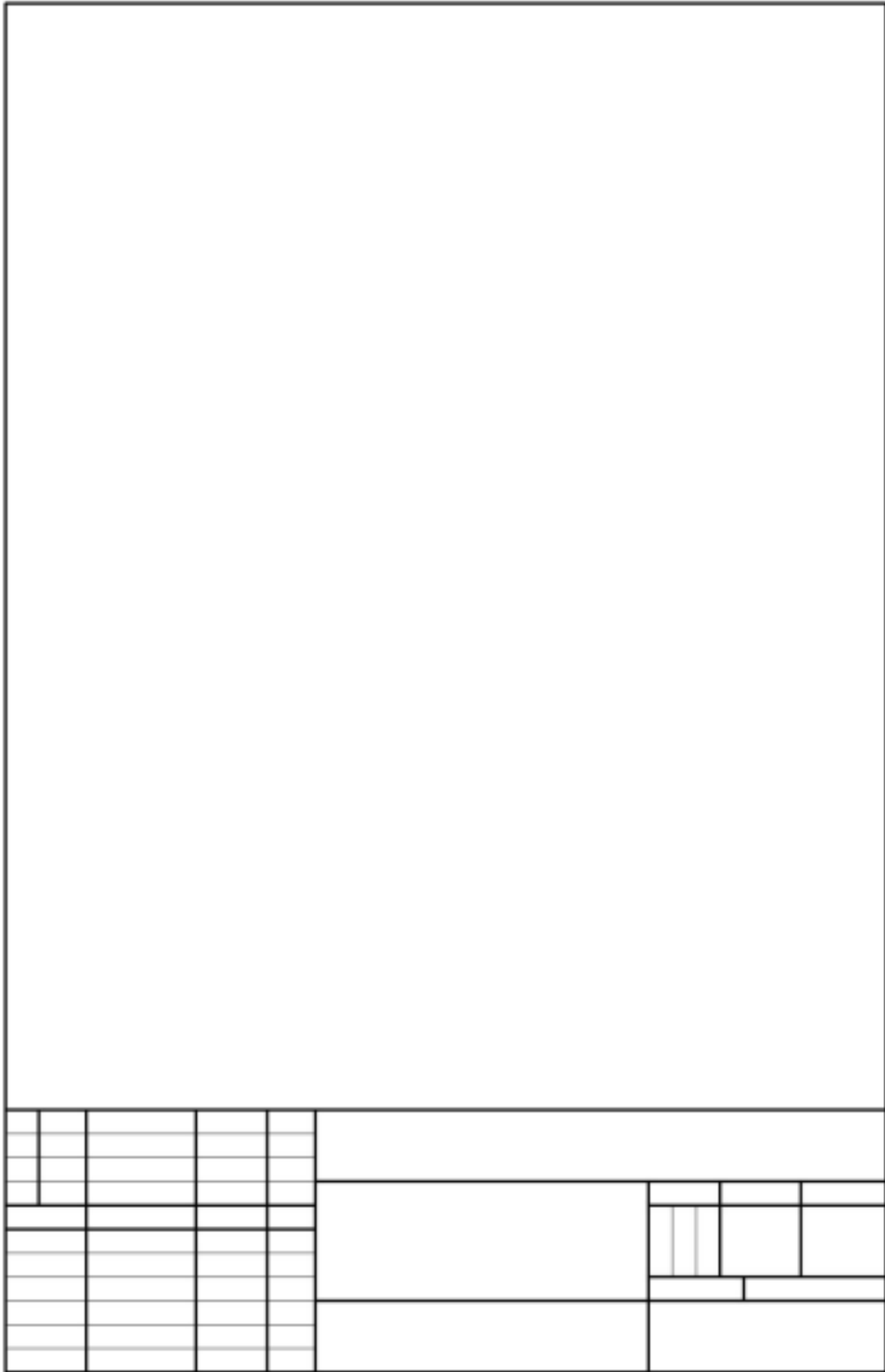


Рисунок 6 – Рамка основной надписи

Форма, размеры и порядок заполнения основных надписей определены
ГОСТ 2.104-68.

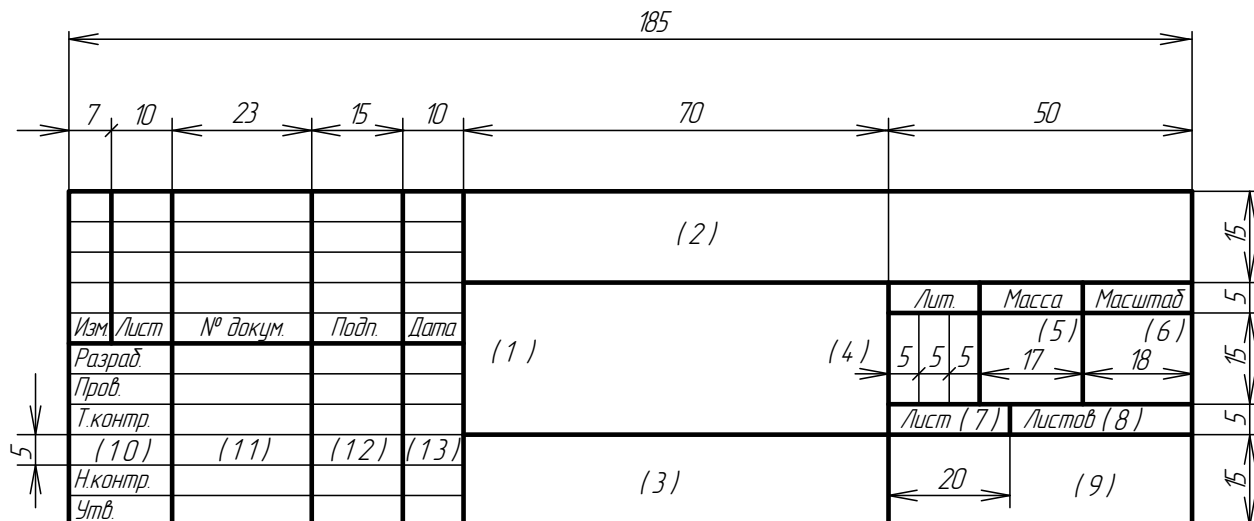


Рисунок 7 – Основная надпись

В графах основной надписи и дополнительных графах (номера граф на формах показаны в скобках) указывают:

- в графе 1 - наименование изделия. Схемы (для графической части) или (тему проекта для ПЗ), наименование документа. Графу рекомендуется заполнять шрифтом буквами высотой 2,5 или 3,5 мм. Наименование изделия схемы записывают в именительном падеже единственного числа. В наименованиях, состоящих из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное. В наименование изделия не включают, как правило, сведения о назначении изделия и его местонахождении. После наименования изделия вписывают наименование документа (шрифтом меньшего размера, чем наименование изделия), если этому документу присвоен шифр, например: "Электронагреватель. Схема электрическая, соединений";

- в графе 2 "обозначение документа прописными буквами и цифрами шрифтом 7;

- в графе 3 - обозначение материала детали буквами и цифрами шрифтом 5 с прописной буквы (графу заполнять только для детали);

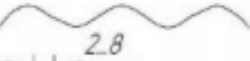

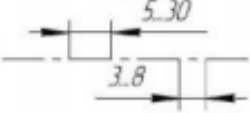
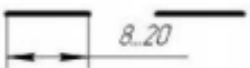
- в графе 4 - литеру документа "У" (учебный) прописной буквой шрифтом 5;

- в графе 5 - массу изделия цифрами и буквами шрифтом 5. На чертежах масса указывается расчетная ;

- в графе 6 - масштаб по ГОСТ 2.302 - 68 цифрами шрифтом 5;
- в графе 7 - порядковый номер листа (для документов, имеющих один лист, графа не заполняется) цифрами шрифтом 3,5;
- в графе 8 - общее количество листов цифрами шрифтом 3,5;
- в графе 9 - индекс учебного заведения и группы шрифтом 5. Например: МПЭТ, группа КСК-21н;
- в графе 10 - характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, шрифтом 3,5. Обязательными являются три вида подписи: "Разраб.", "Провер.", "Н. контр.";
- в графе 11 - фамилии лиц, подписывающих документ, шрифтом 3,5;
- в графе 12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- в графе 13 - дату подписания документа, например - 09.10.21.

На втором листе выполняются упражнения 1 – наносятся линии чертежа по ГОСТ 2.303-68 и упражнение 2 – наносятся шрифты чертежные по ГОСТ 2.304-81. Пример выполнения показан на рисунке 8.

Упражнение 1. Линии чертежа по ГОСТ 2.303-68

- 1 ————— S 0,5 ... 1,4мм Сплошная основная (видимый контур)
- 2 ————— $S/2$... $S/3$ Сплошная тонкая (построения, связи)
- 3  $S/2$... $S/3$ Сплошная волнистая (линии обрыва)
- 4  $S/2$... $S/3$ Штриховая (невидимый контур)
- 5  $S/2$... $S/3$ Штрихпунктирная (центровые, осевые)
- 6  S ... $1,5S$ Разомкнутая (линии сечений)

Упражнение 2. Шрифты чертежные по ГОСТ 2.304-81

Шрифт №10 типа Б (с наклоном 75°)

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С
 Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я
 ø № 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 а б в г д е ж з и й к л м н о п р с
 т у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я

Изм./Лист	№ докум	Подп.	Дата	Стандарты чертежа			Лист	Масса	Масшт.
Разраб.	Иванов								
Провер.	Петров								
							Лист 1	Листов 1	
Утв.									

Рисунок 8 – Пример выполнения упражнений

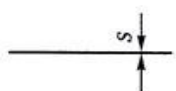


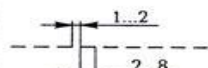
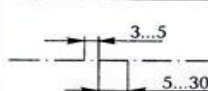
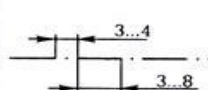
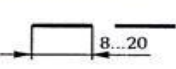

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

ВЫПОЛНЕНИЕ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА АЛЬБОМА

Цель работы: Ознакомиться с ГОСТ 2.308-81 и ГОСТ 2.304-81 ЕСКД.

Для выполнения практических работ данной темы необходимо ознакомиться с ГОСТ 2.303-68 и ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. ГОСТ рекомендует выбирать толщину линий, длину штрихов и промежутки между ними в зависимости от формата чертежей и размера изображений. Учитывая степень сложности чертежей, и их форматы, при начертании линий, размеры их элементов, следует брать из таблицы 1.

Таблица 1 – Классификация линий

№ п/п	Наименование	Начертание	Толщина	Назначение
1	Сплошная толстая основная		$S=0,5-1,4$ мм	Линии видимых контуров, линии контуров сечений (вынесенных и входящих в состав разреза)
2	Сплошная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии контуров наложенных сечений, размерные и выносные линии. Линии штриховки, полочки линий-выносок
3	Сплошная волнистая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии разделения вида и разреза. Линии обрыва
4	Штриховая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии невидимого контура
5	Штрих-пунктирная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Осевые и центровые линии
6	Штрих-пунктирная утолщенная		от $\frac{S}{2}$ до $\frac{2S}{3}$	Обозначение поверхностей, подлежащих термообработке или покрытию. Изображение элементов, расположенных перед секущей плоскостью
7	Разомкнутая		от S до $\frac{3S}{2}$	Линии сечений
8	Сплошная тонкая с изломами		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Длинные линии обрыва

При выполнении практического задания следует уделить особое внимание изучению конструкции букв, выработке рациональных приемов выполнения надписей на чертежах.

На первой стадии изучения шрифта и овладения навыками выполнения надписей необходимо точно и аккуратно соблюдать разметку каждой буквы, слова. При этом следует ознакомиться с методикой расчета и замещения надписи в целом, деления ее на строки и т.п.

Нужно помнить, что качественно выполнение разметки является фундаментом качественного выполнения надписи.

Порядок выполнения практической работы:

Титульный лист – текстовый документ является первым листом документа и заполняется студентами по форме, приведённой на рисунке 2. При выполнении чертежей для каждого из них используются основные форматы, установленные стандартом ГОСТ 2.301-68 и выделяемые на листе бумаги внешней рамкой, проводимой сплошными толстыми линиями.

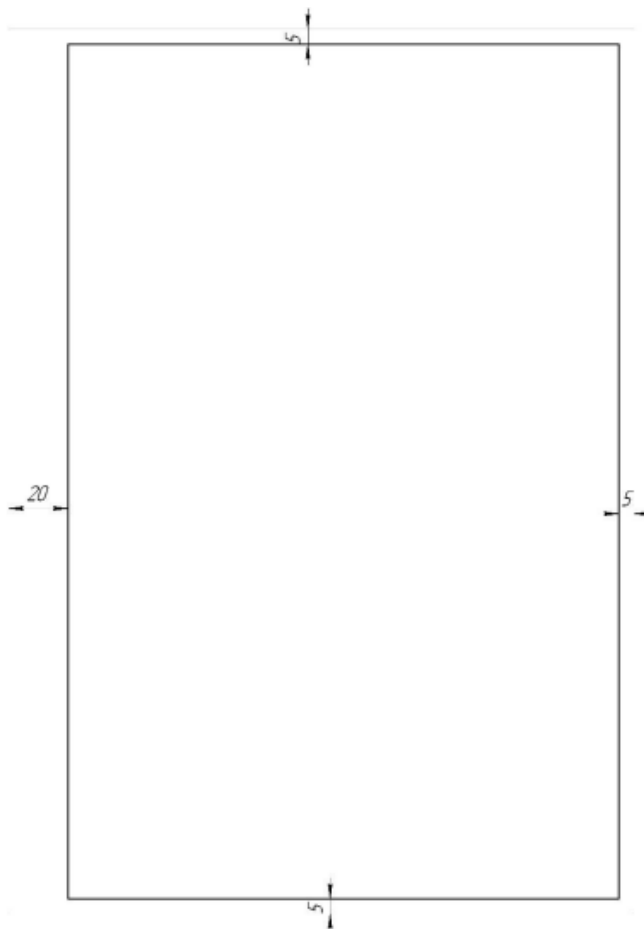


Рисунок 1

На листе формата А4 (вертикальное расположение листа) оформить титульный лист по ГОСТ 2.304-81 (рисунок 2)

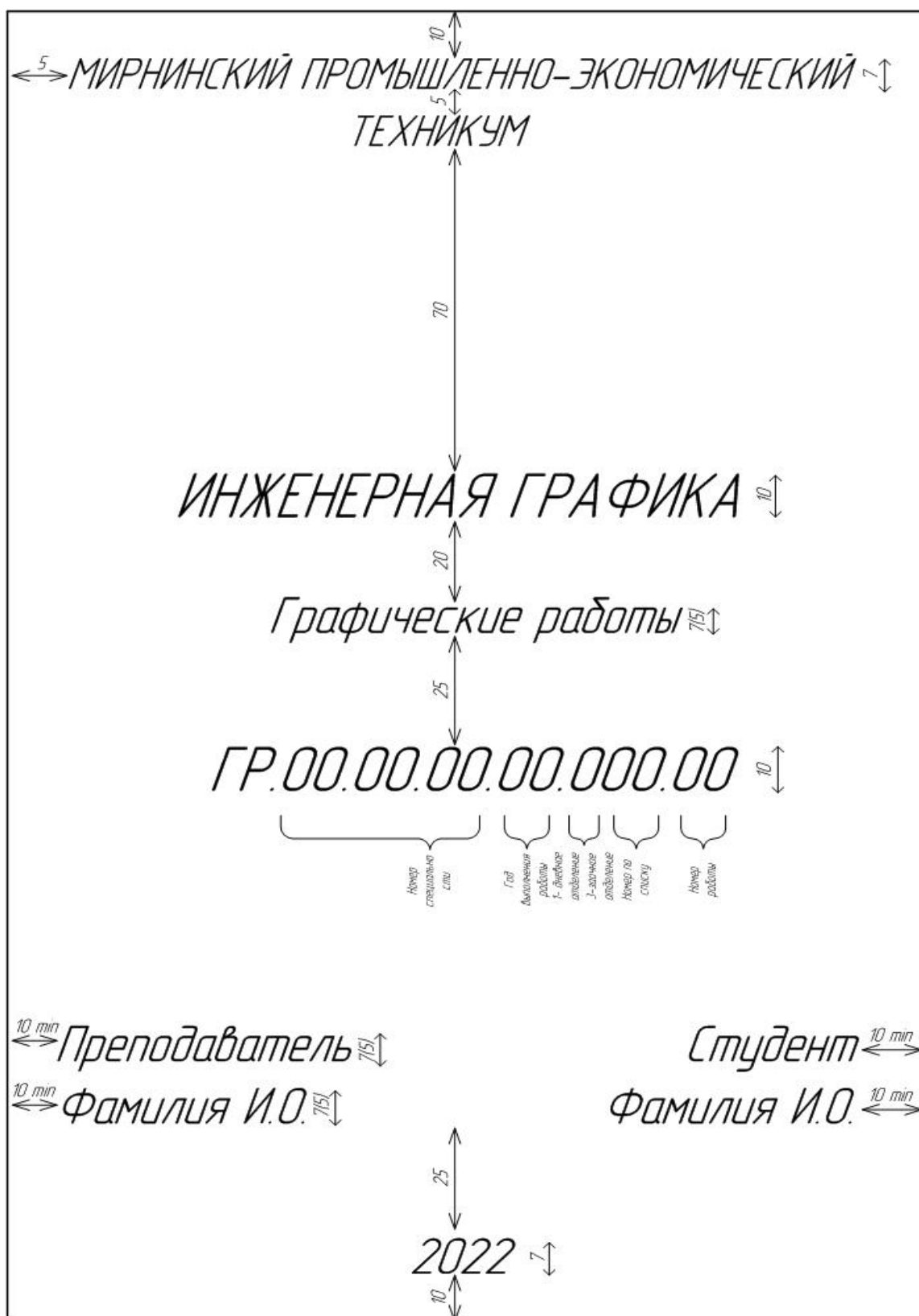


Рисунок 2- Образец выполнения титульного листа

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КОНТУРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ

ДЕТАЛЕЙ

Цель работы: Закрепить практические навыки геометрического черчения: деление окружности на равные части, посторенные линий сопряжения.

Краткие теоретические сведения:

Геометрические построения в чертежах

Сопряжением называется плавный переход от одной линии к другой, выполненный при помощи промежуточной линии. Основным свойством сопрягающихся линий является наличие общей касательной в точке сопряжения, которая перпендикулярна радиусу окружности в этой точке (рисунок 9, а, б, в).

Касание называется внешним, если центры окружностей O_1 и O_2 лежат по разные стороны от касательной t (рисунок 9, б) и внутренним, если центры находятся по одну сторону от общей касательной (рисунок 9, в).

Для построения сопряжений необходимо определить центр сопряжения O и точки сопряжения A и B (рисунок 9, г).

Центром сопряжения называется точка пересечения геометрических мест точек, удаленных на расстоянии радиуса сопряжения от сопрягаемых линий.

Точки сопряжения определяются либо в пересечении линий, соединяющих центры заданной окружности и сопрягающей дуги (точка A , рисунок 9, г), либо в пересечении перпендикуляра, опущенного из центра сопряжения O на сопрягаемую прямую (точка B , рисунок 9, г).

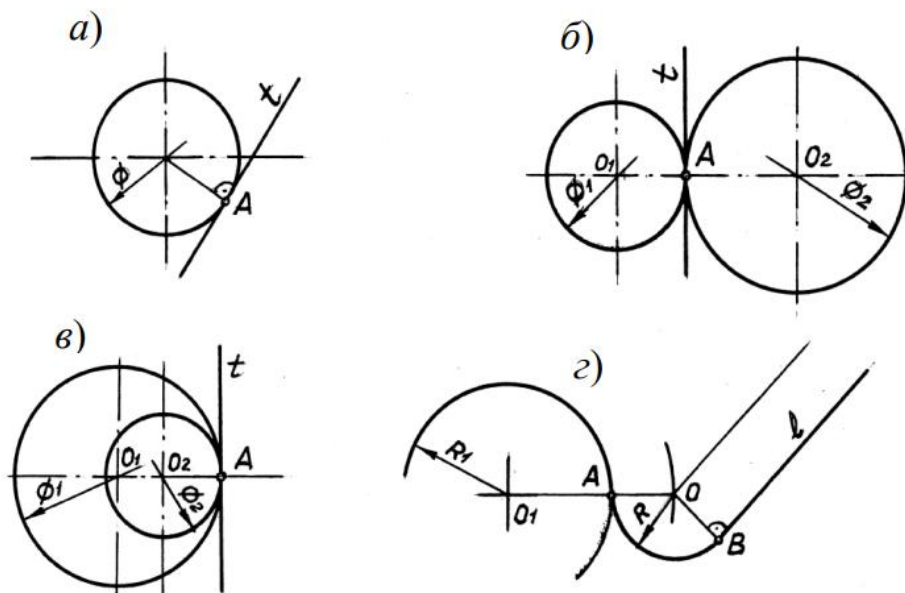


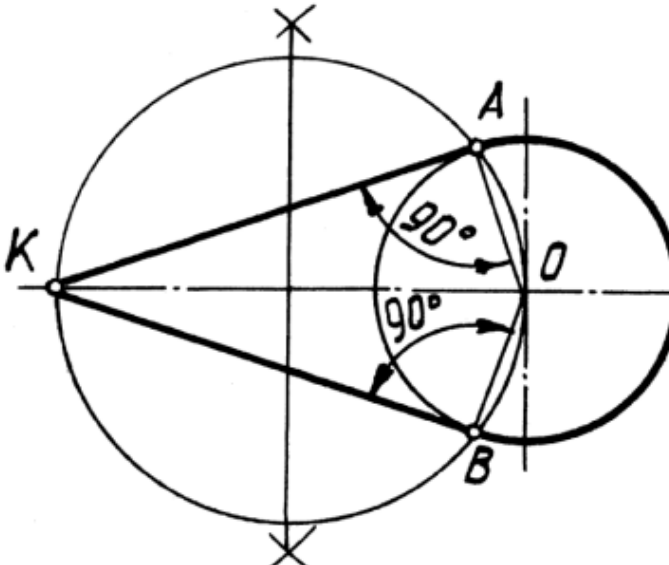
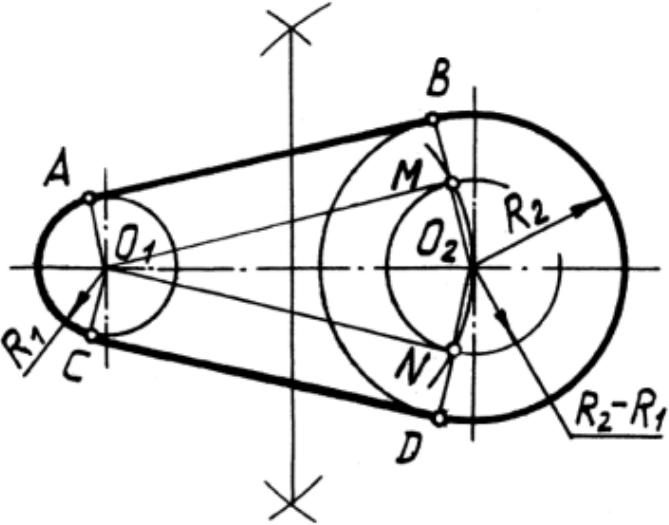
Рисунок 9 – Примеры сопряжений

Построение касательных

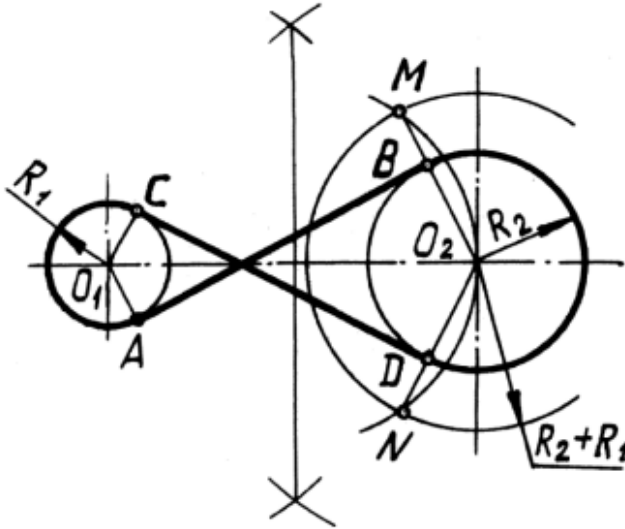
Построение касательных к окружностям основано на том, что касательная перпендикулярна к радиусу, проведенному в точку касания.

Примеры построения касательных к окружностям приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Порядок построения касательных к окружностям

Требует-ся по-строить	Построения	Пояснения
<p>Каса-тельную из точки K к окружности с центром в точке O</p>		<p>Точки касания A и B находятся в пересечении вспомогательной окружности радиуса $\frac{KO}{2}$ с данной окружностью. KA и KB – касательные</p>
<p>Внешнюю касательную к двум окружностям с центрами в точках O_1 и O_2</p>		<p>O_1M и O_1N – касательные из точки O_1 к вспомогательной окружности радиуса $R_2 - R_1$ (см. предыдущий пример). Точки касания B и D получаются при пересечении радиусов O_2M и O_2N с окружностью радиуса R_2. Точки касания A и C получаются при пересечении радиусов O_1A и O_1C, проведенных параллельно O_2B и O_2D. AB и CD – внешние касательные</p>

Продолжение таблицы 2

Требует-ся по-строить	Построения	Пояснения
<p>Внутреннюю касательную к двум окружностям с центрами в точках O_1 и O_2</p>		<p>Точки касания A, B, C, D находятся аналогично предыдущему способу с той разницей, что вспомогательная окружность проводится суммой радиусов R_2+R_1. AB и CD – внутренние касательные</p>

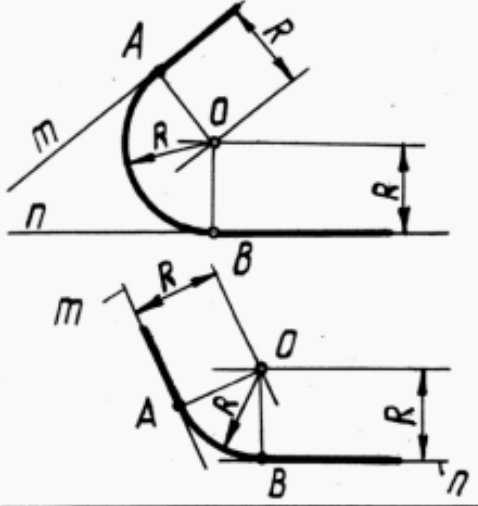
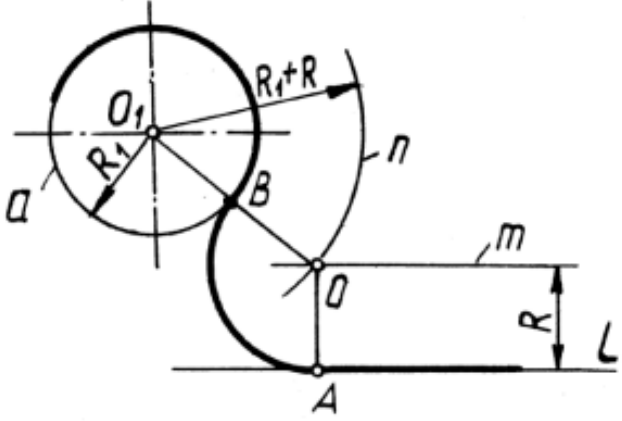
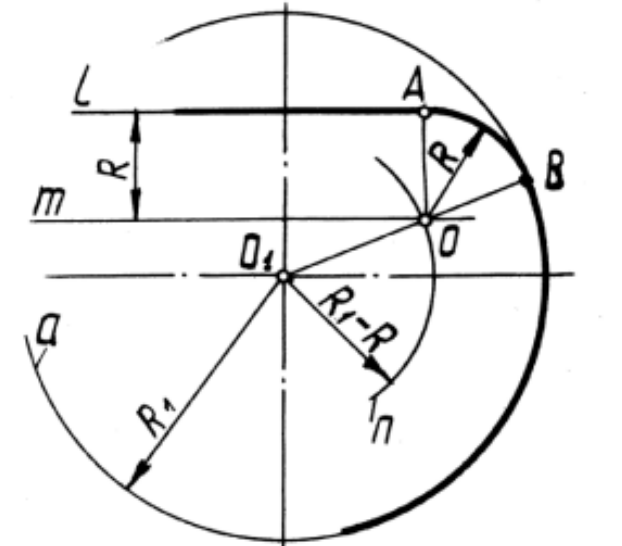
Построение сопряжений

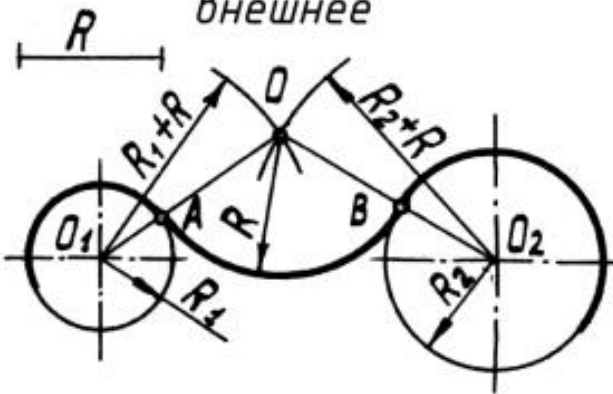
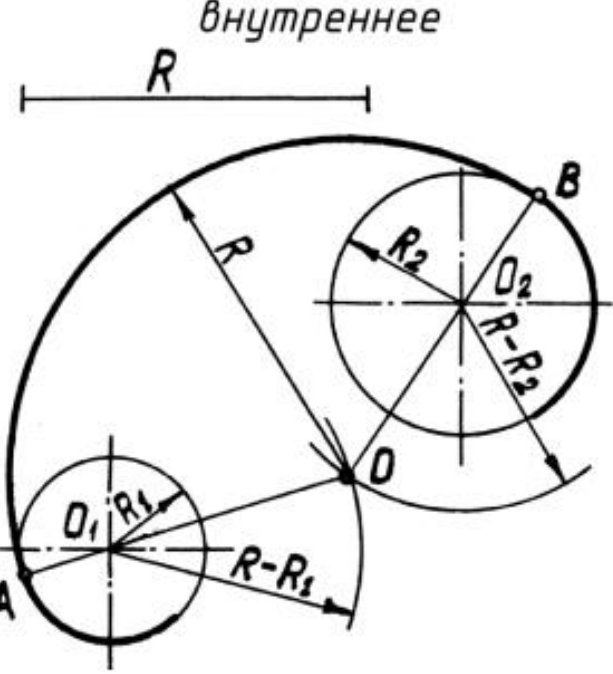
Независимо от формы сопрягаемых линий (прямых или кривых) задачи на сопряжение решаются по следующему плану:

- 1 находятся центры сопряжения;
- 2 определяют точки сопряжения;
- 3 проводят дугу между точками сопряжения.

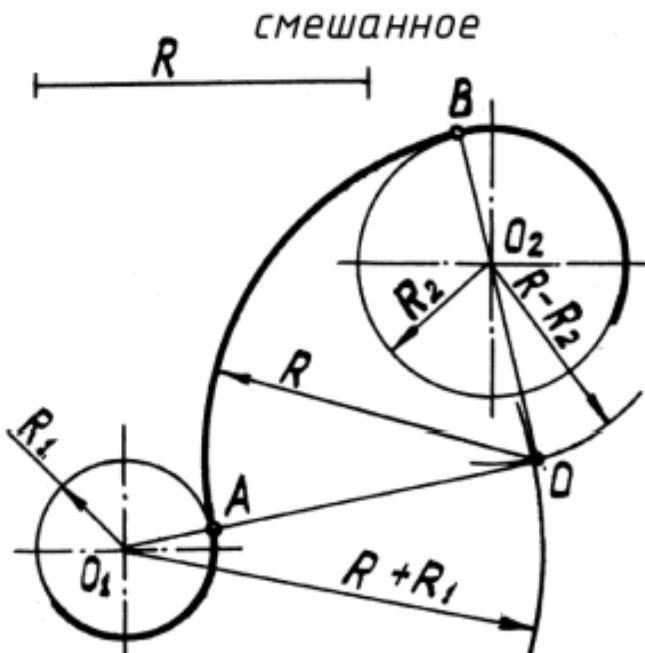
Примеры построения сопряжений дугой заданного радиуса приведены в таблице 3

Таблица 3 – Порядок построения сопряжений

Дано	Построения	Пояснения
<p>Две пересекающиеся прямые</p>		<p>Центр сопряжения O находится в точке пересечения вспомогательных прямых, отстоящих от заданных прямых m, n на расстоянии R. Точки сопряжения A и B есть основания перпендикуляров, опущенных из центра O на заданные прямые.</p>
<p>Прямая L и окружность радиуса R_1 с центром в точке O_1</p>	<p style="text-align: center;"><i>внешнее</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>внутреннее</i></p> 	<p>Центр сопряжения O находится в точке пересечения вспомогательной прямой m, отстоящей от заданной прямой L на расстоянии R и вспомогательной дуги n радиуса R_1+R с центром в точке O_1 в случае внешнего сопряжения или вспомогательной дуги радиуса R_1-R в случае внутреннего сопряжения. Точка сопряжения A есть основание перпендикуляра, опущенного из центра O на прямую L. Точка сопряжения B определяется в точке пересечения линии, соединяемой центры OO_1 с данной окружностью</p>

Дано	Построения	Пояснения
<p>Две окружности радиусов R_1 и R_2 с центрами в точках O_1 и O_2</p>	<p style="text-align: center;">внешнее</p>  <p style="text-align: center;">внутреннее</p> 	<p>Центр сопряжения O находится в точке пересечения вспомогательных дуг окружностей (положение центров этих дуг и величины их радиусов см. из чертежей). Точки сопряжения A и B определяются в точках пересечения заданных окружностей с прямыми, соединяющими центры, соответственно OO_1 и OO_2</p>

Продолжение таблицы 3

Дано	Построения	Пояснения
	<p style="text-align: center;">смешанное</p> 	

Построение уклона и конусности

Уклон – это величина, характеризующая наклон одной линии по отношению к другой.

Уклон i прямой AC относительно прямой AB (рисунк 10, а) определяется как отношение противолежащего катета BC к прилежащему AB и выражается формулой:

$$i = \frac{h}{l} = \frac{BC}{AB} = \operatorname{tg}\alpha; i = \frac{1}{3}$$

Для проведения прямой, направление которой задано уклоном, необходимо на чертеже задать точку, определяющую положение прямой.

Такой точкой является точка Д (рисунк 10,б), заданная размерами $\frac{b-d}{2}$ и t .

Величина уклона выражается в виде дроби или в процентах.

Построение прямой ДЕ с уклоном 10 % показано на чертеже (рисунк 10,б). Построение можно выполнить отдельно, на свободном поле чертежа, а затем через данную точку на чертеже провести линию, параллельную построенной.

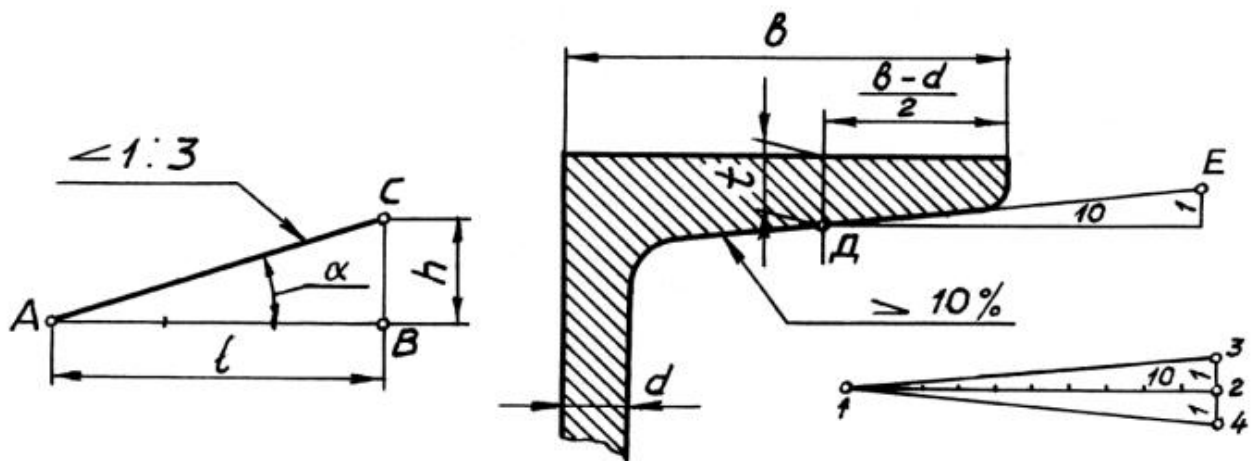


Рисунок 10 – Построение уклона

Конусность K – определяется как отношение разности диаметров D и d двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними (рисунок 11).

$$K = \frac{D-d}{L} = 2\operatorname{tg}\alpha; \quad K=2i.$$

При $d=0$ $K=D/L$.

Обычно на чертеже конуса дается диаметр большего основания конуса.

Конусность, как и уклон, выражается простой дробью, десятичной или в процентах. Величины конусности стандартизированы. Перед размерным числом, определяющим величину конусности, наносят знак «Z», острый угол которого направлен в сторону вершины конуса. Знак конусности и числовое значение его наносят над осевой линией или на полке линии – выноски, расположенной параллельно оси конуса.

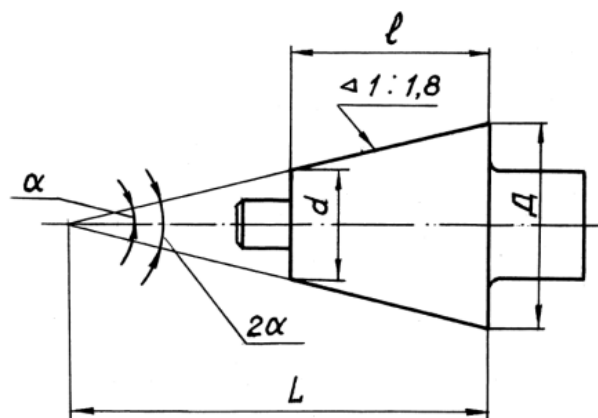


Рисунок 11 – Построение конусности

Задание к практической работе:

Графическое задание 1:

По индивидуальному номеру варианта, выданному преподавателем (приложение 1, в конце текущего практического занятия).

Порядок выполнения графического задания 1:

1 На листе формата А3 оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104 – 68, форма 1.

2 Изучив правила построения касательных и сопряжений выполнить чертеж детали, имеющей сопрягаемые линии. Линии построения сопряжений оставить на чертеже.

3 Нанести размеры и оформить чертеж согласно ГОСТ 2.303-68 (Линии).

Пример графической работы представлен на рисунке 12.

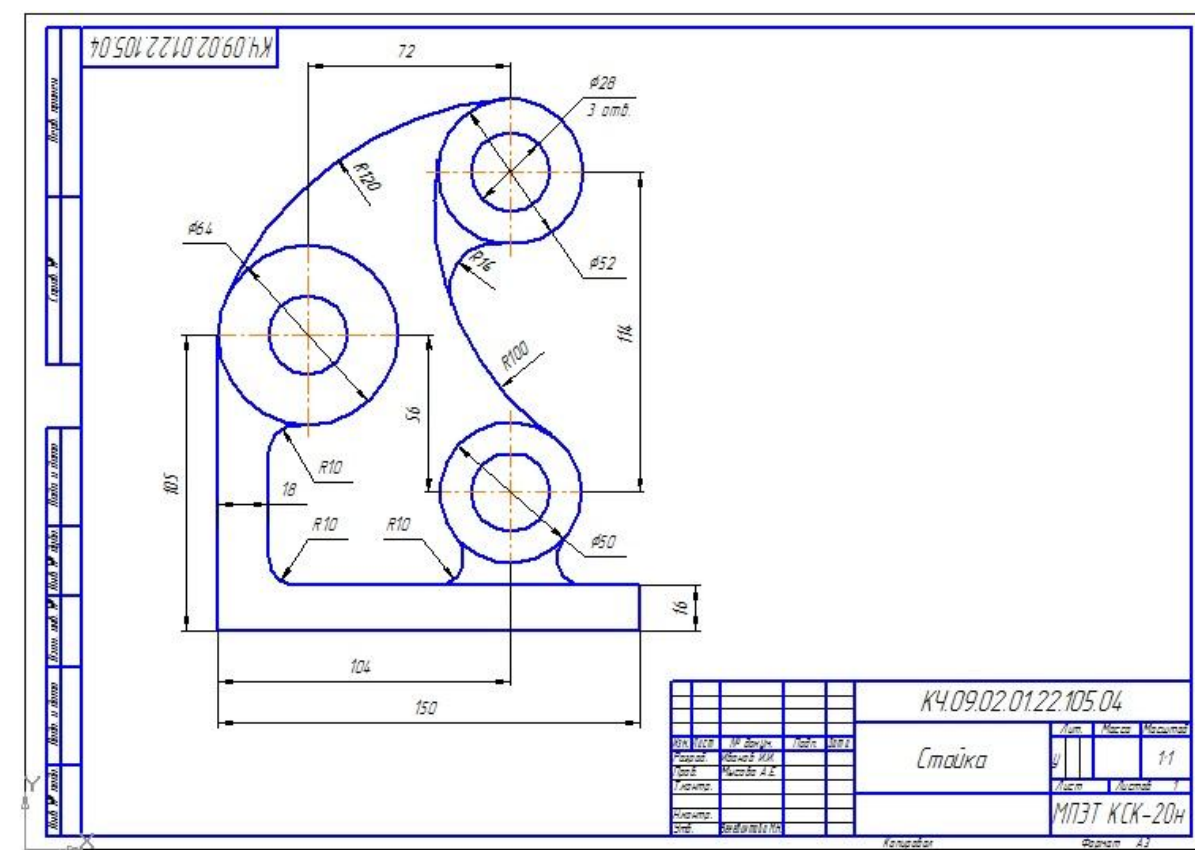


Рисунок 12 – Пример графического задания 1

Графическое задание 2:

Выполнить в альбоме графических работ следующие построения:

1 Построить линию сопряжения окружности с прямой линией ($R_{окр.}=35$ мм, $R_{сопр.}=25$ мм).

2 Построить линию сопряжения двух пересекающихся прямых ($R_{сопр.}=30$ мм).

3 Построить линию внешнего сопряжения двух окружностей ($R_{окр.}=35$ мм и 40мм, $R_{сопр.}=25$ мм).

4 Построить линию внутреннего сопряжения двух окружностей ($R_{окр.}=35$ мм и 40 мм, $R_{сопр.}=90$ мм).

5 Построить деление окружности на 3,4,12 частей ($R_{окр.}=35$ мм).

6 Построить деление окружности на 5,6,8 частей ($R_{окр.}=35$ мм).

Контрольные вопросы:

1 Что называют сопряжением?

2 Построить сопряжение дуги окружности с прямой линией.

3 Построить сопряжение двух пересекающихся прямых дугой окружности.

4 Построить сопряжение внешнее двух окружностей дугой окружности.

5 Построить сопряжение внутреннее двух окружностей дугой окружности.

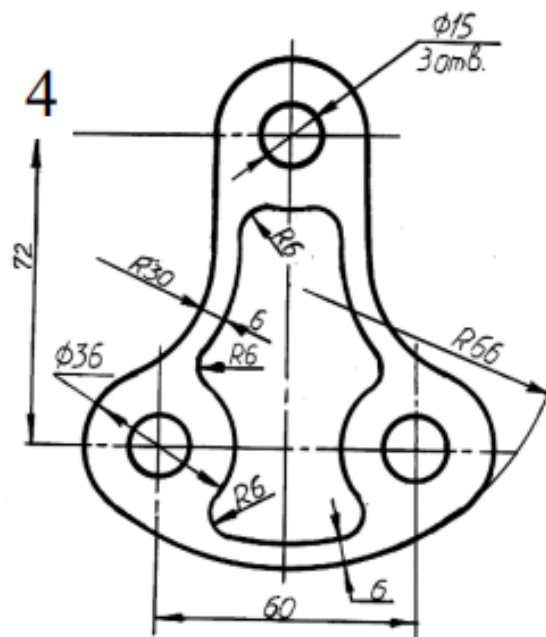
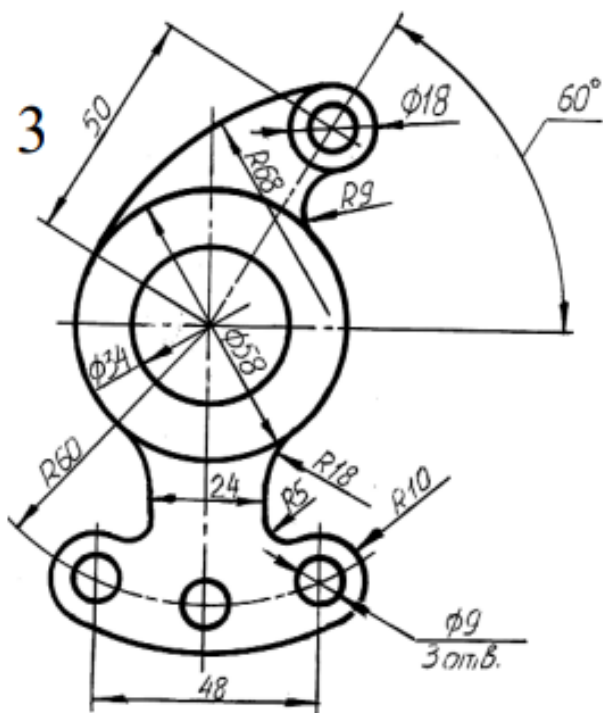
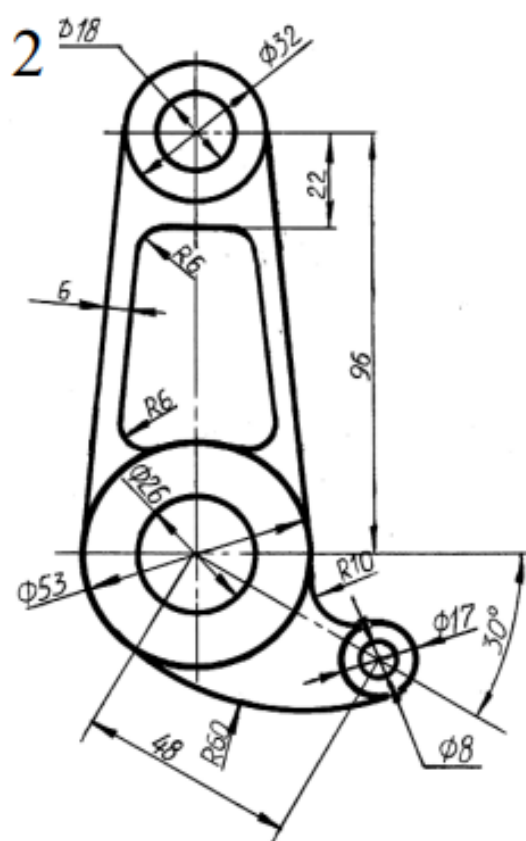
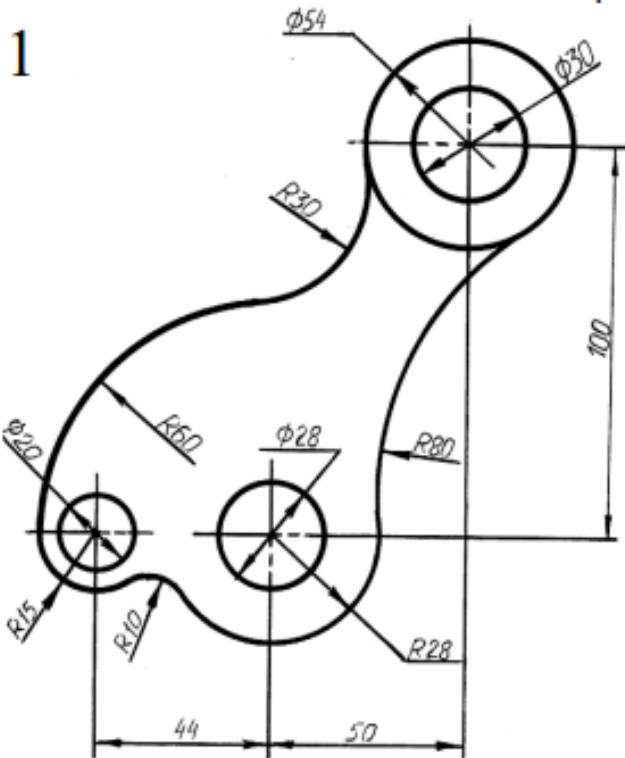
6 Построить сопряжение касательной к окружности

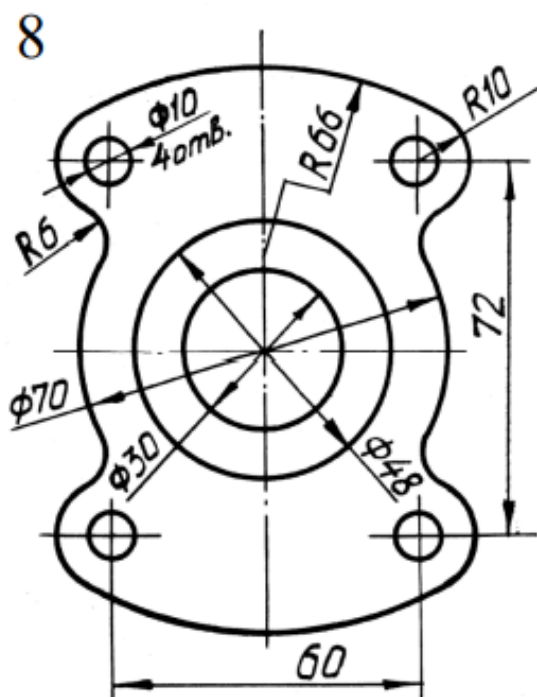
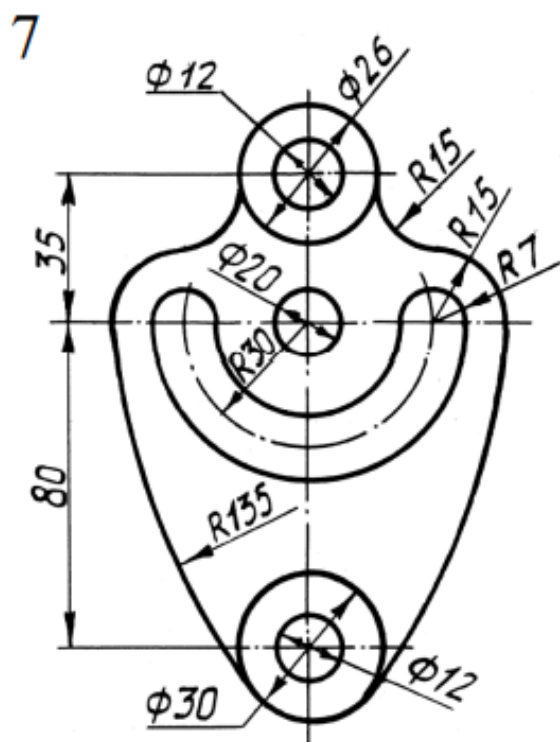
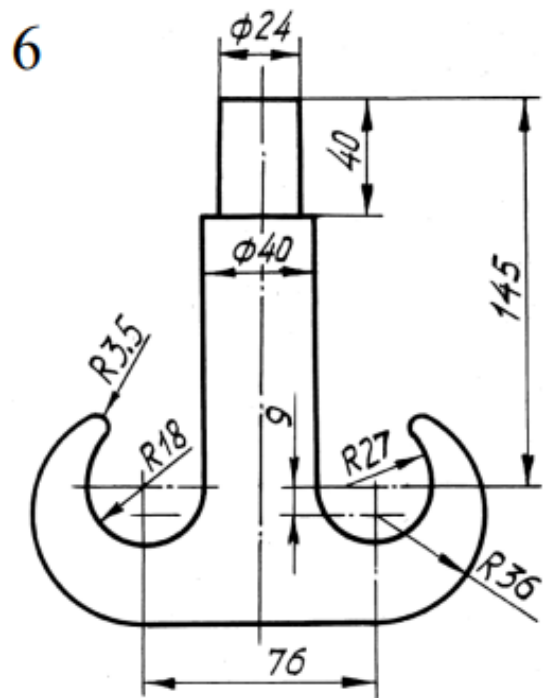
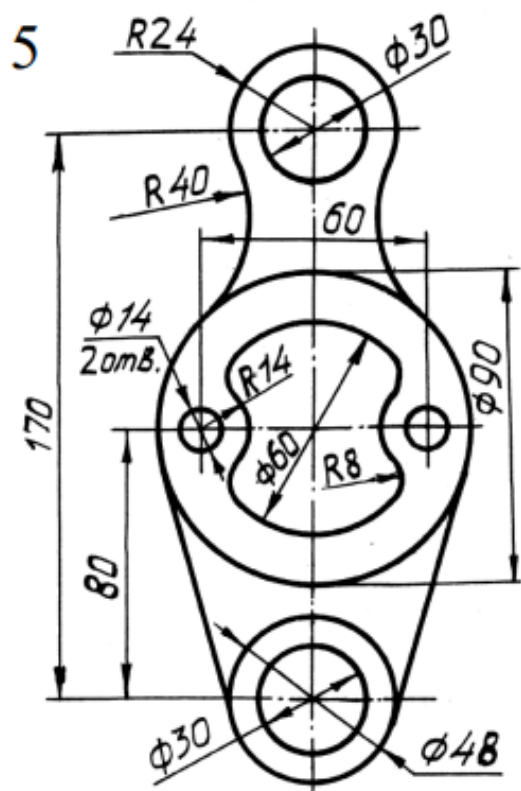
7 Что называется уклоном и конусностью?

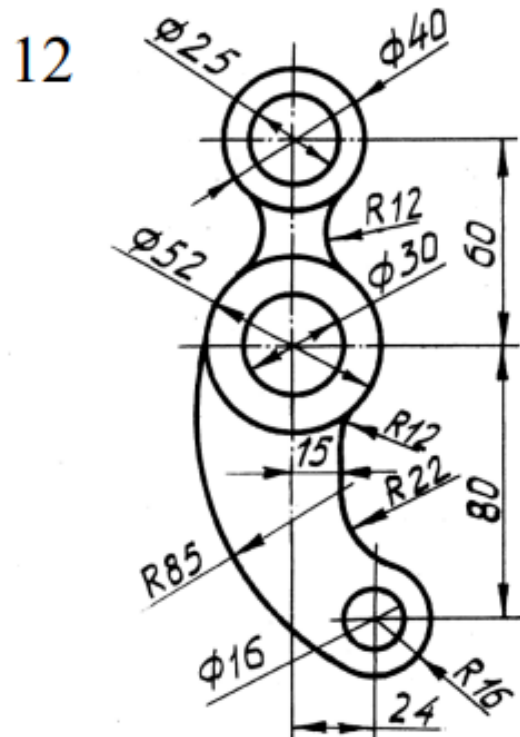
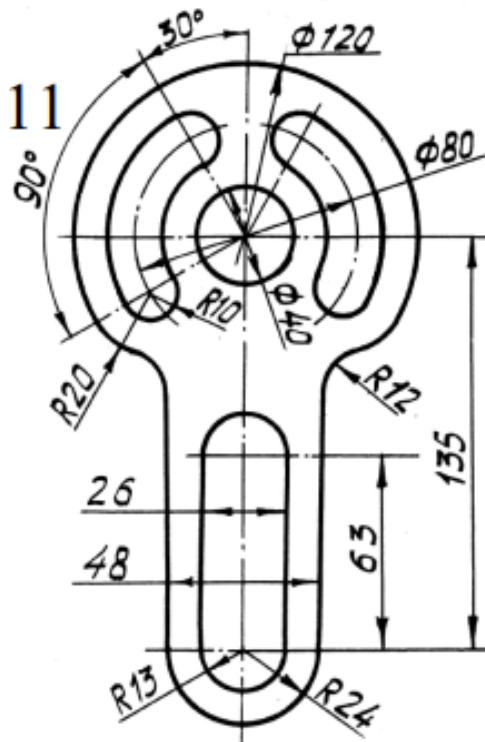
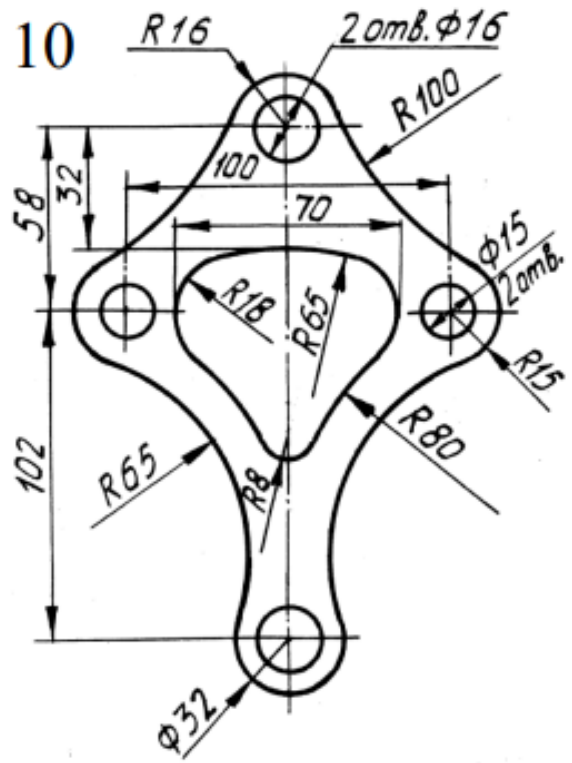
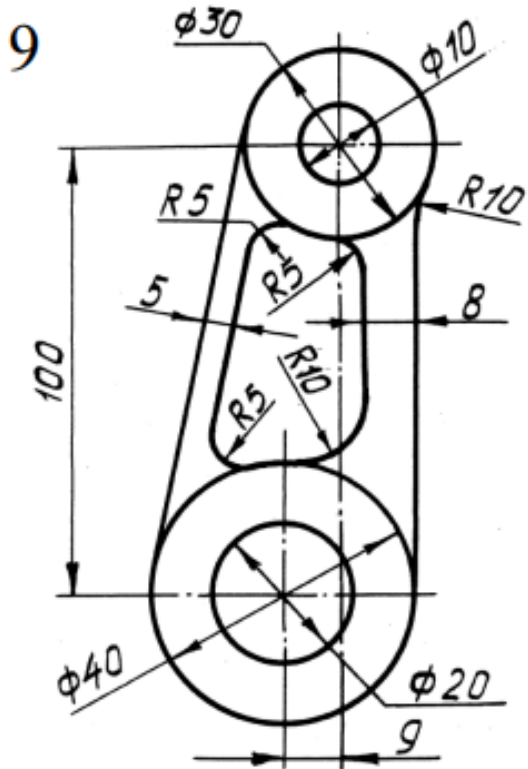
8 Как построить уклон 10%?

9 Как обозначаются уклон и конусность на чертежах?

Сопряжения





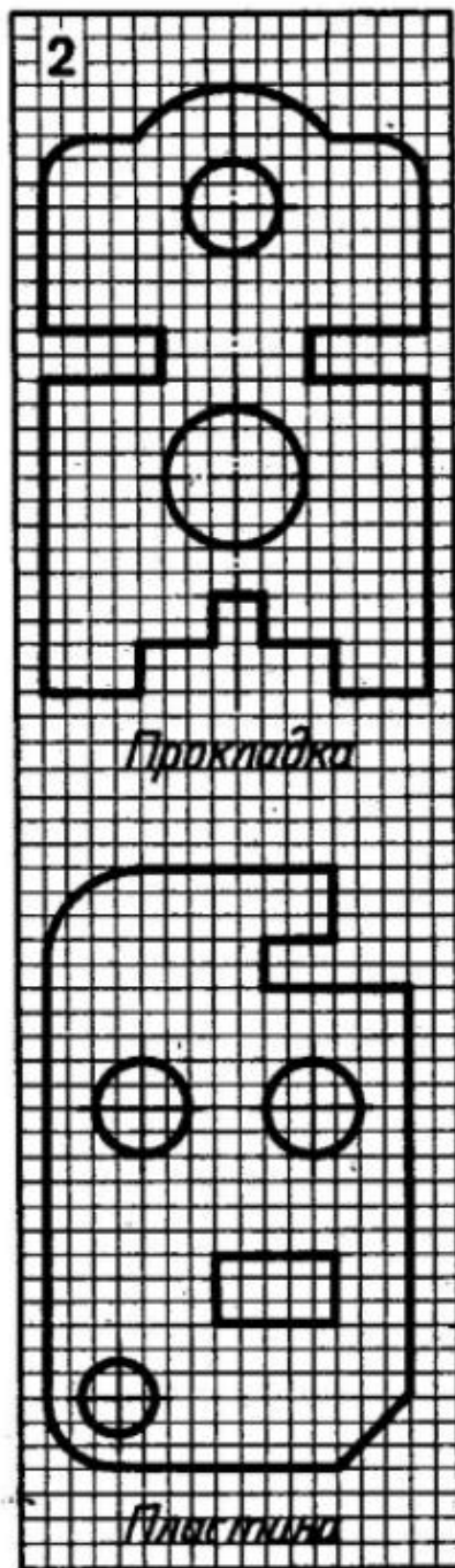
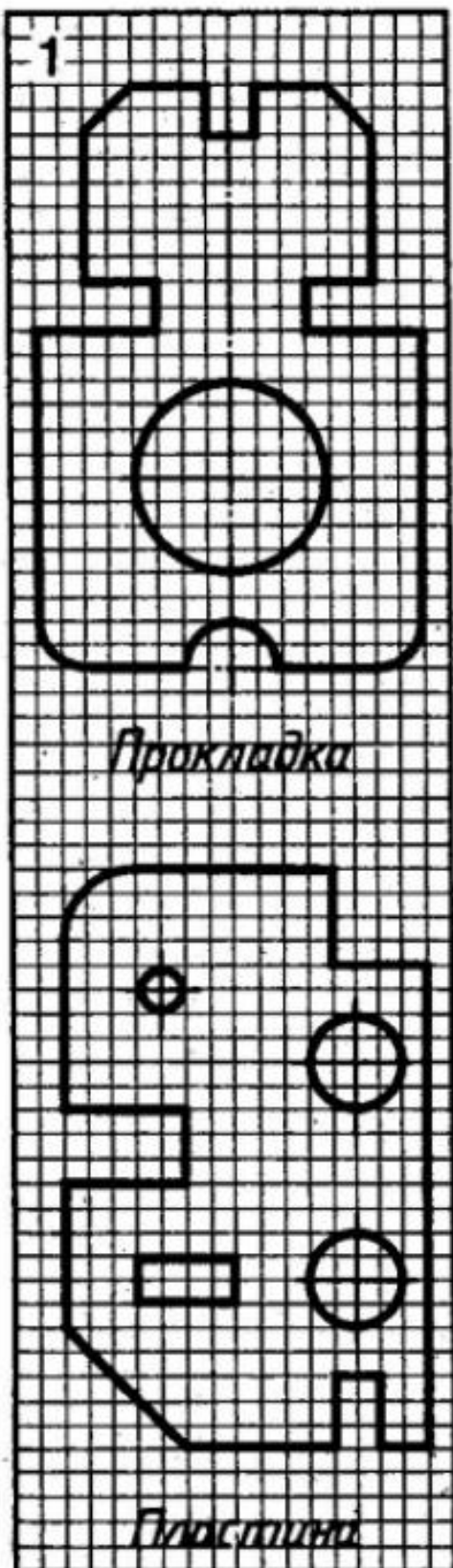


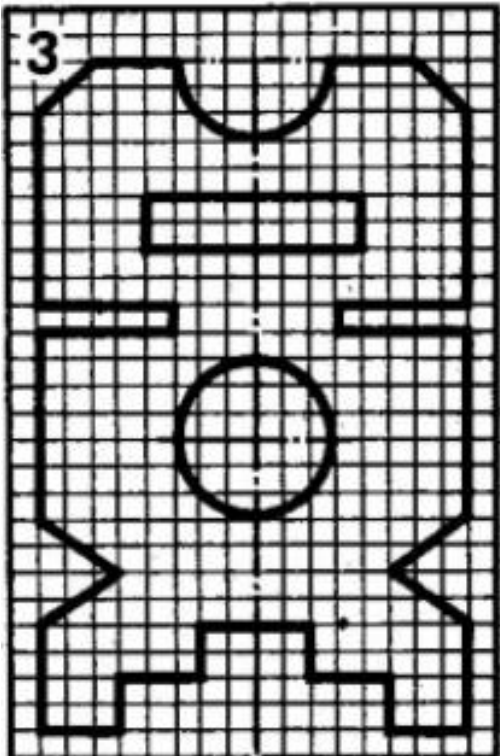
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4
НАНЕСЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ.
РАСПОЛОЖЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ЧИСЕЛ ПО
ОТНОШЕНИЮ К РАЗМЕРНЫМ ЛИНИЯМ

Для выполнения практических работ данной темы необходимо ознакомиться с ГОСТ 2.307-68. На листе формата А4 начертить в масштабе 1:1 прокладку и пластину (один из вариантов), определяя размеры по клеткам. Варианты заданий представлены в таблице 4.

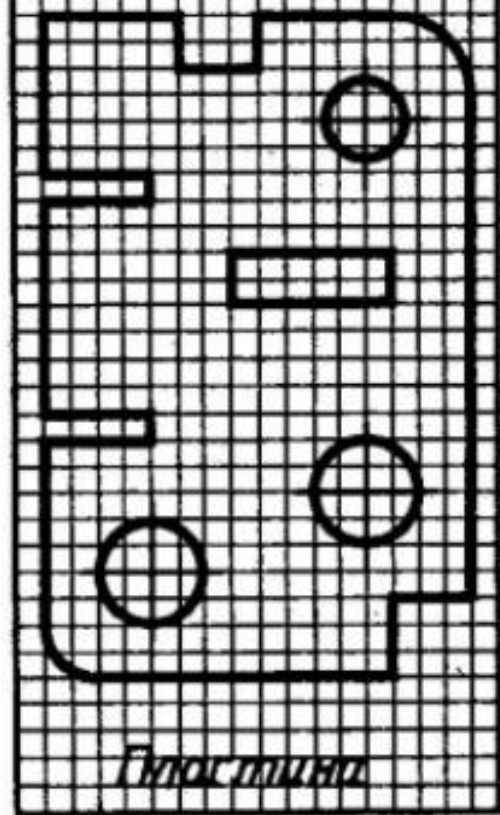
Таблица 4 – Варианты заданий

№ варианта	№ задания	Размеры клеток, мм	№ варианта	№ задания	Размеры клеток
1	1	5	16	1	10
2	2	10	17	2	5
3	3	10	18	3	5
4	4	5	19	4	10
5	5	5	20	5	5
6	6	10	21	6	10
7	1	10	22	1	10
8	2	5	23	2	5
9	3	5	24	3	5
10	4	5	25	4	10
11	5	10	26	5	10
12	6	5	27	6	5
13	1	5	28	1	5
14	2	10	29	2	10
15	3	5	30	3	10

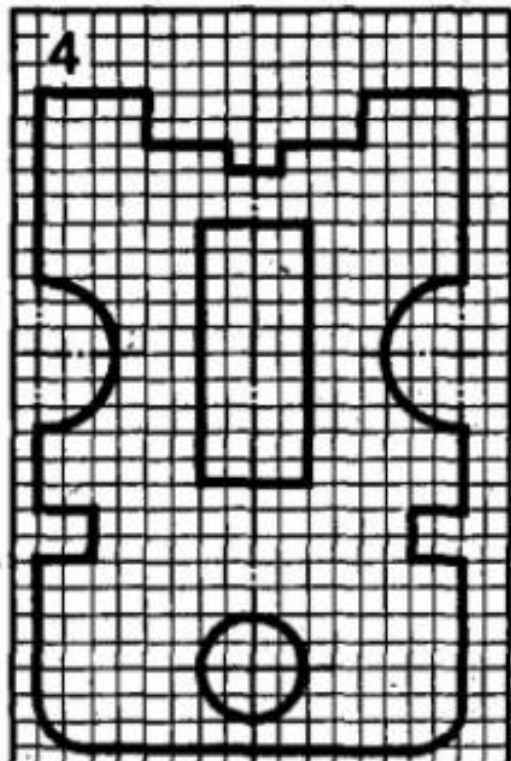




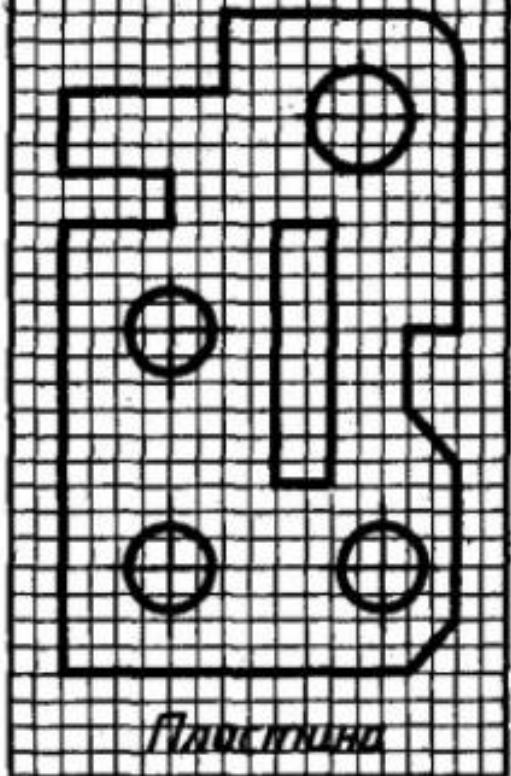
Грoклядка



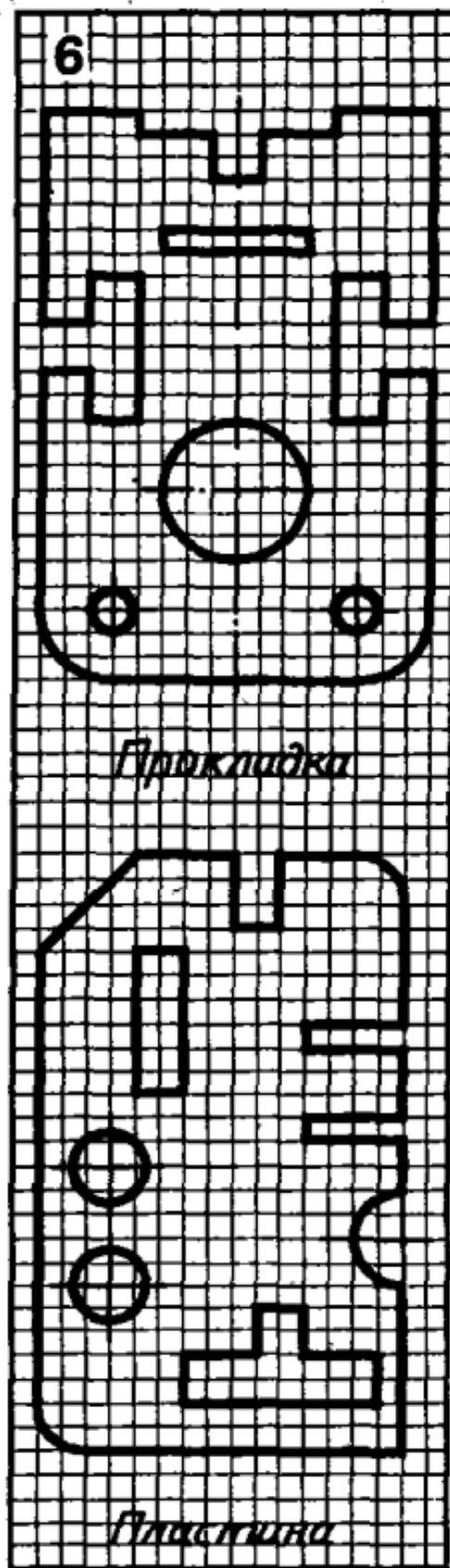
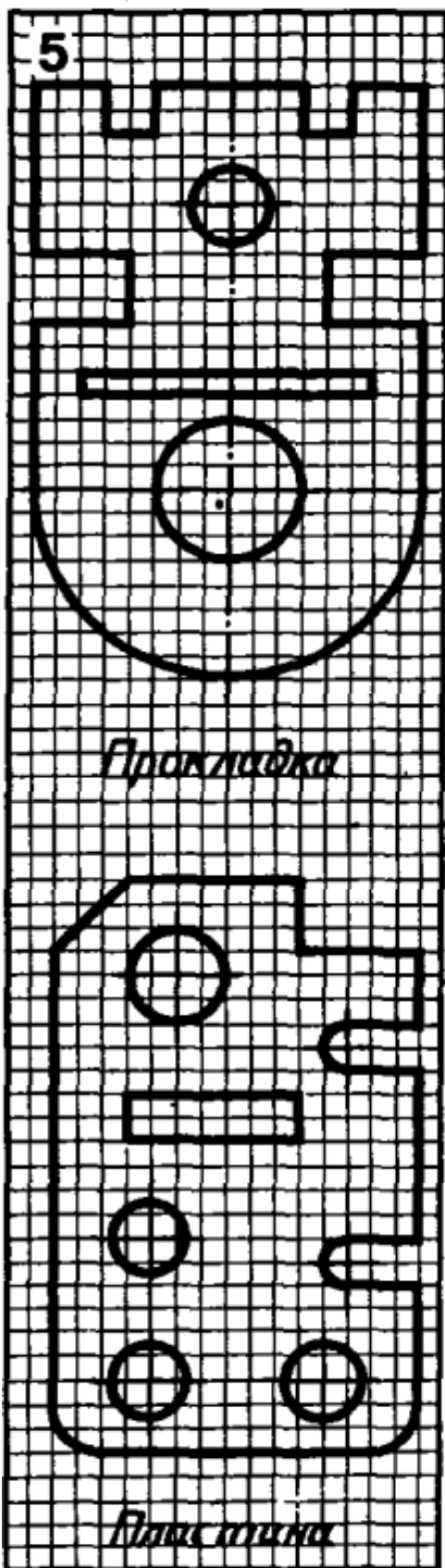
Плoстину



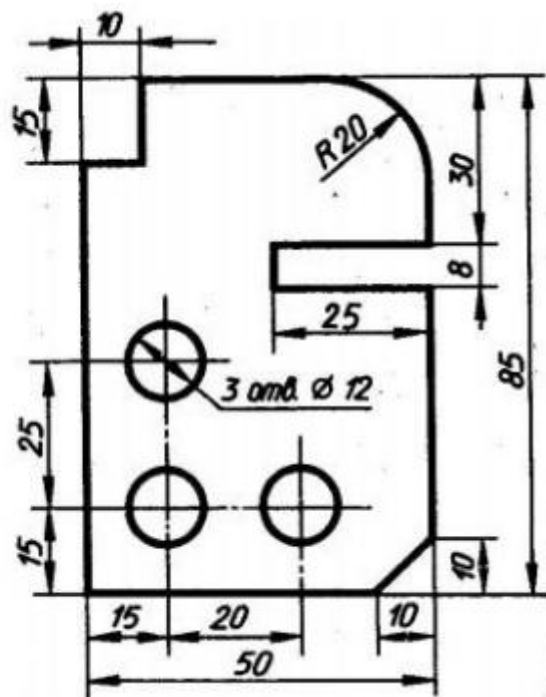
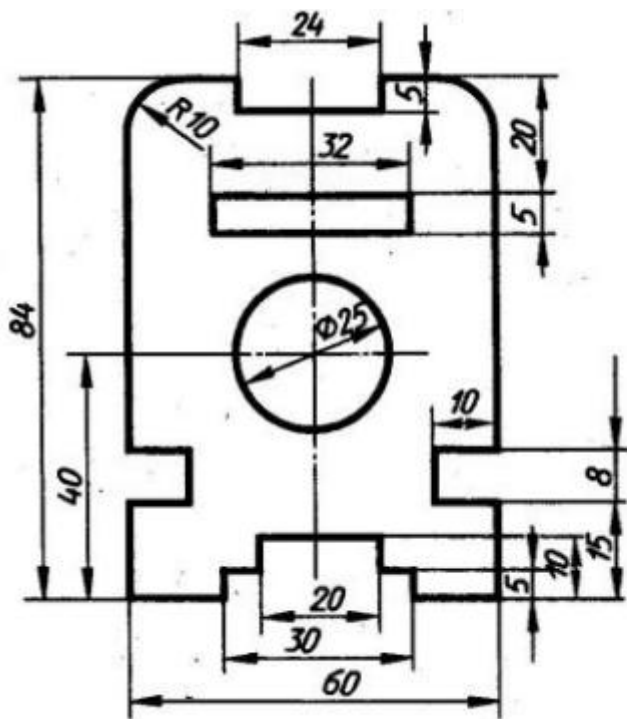
Грoклядка



Плoстину



Пример выполнения практического задания:



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИИ ПРЯМЫХ, ПРИНАДЛЕЖАЩИМ ПЛОСКОСТЯМ

Упражнение 1. Построить комплексные чертежи точки с координатами (y, x, z) : $A(25, 25, 30)$; $A(30, 20, 0)$; $A(0, 0, 30)$. Определить положение точки относительно плоскостей проекций. Варианты заданий представлены в таблице 5.

При построении ортогональных проекций точек по заданным координатам размеры откладывают по осям координат от точки O в натуральную величину (рисунок 13). Проводим линии связи и строим проекции точки A . Координата y определяет расстояние от точки A до фронтальной плоскости проекций, а координата z определяет расстояние от точки A до горизонтальной плоскости, а координата x определяет расстояние от точки A до профильной плоскости проекций.

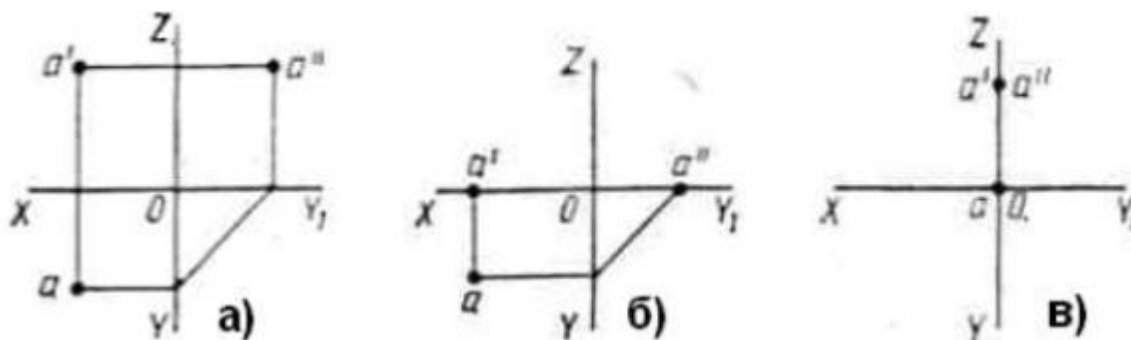


Рисунок 13 – Ортогональные проекции точек

А) точка A находится в пространстве, так как ее положение характеризуется тремя координатами;

Б) точка A расположена на горизонтальной плоскости проекций, так как ее положение характеризуется двумя координатами ($z=0$);

В) точка A расположена на оси z , так как ее положение характеризуется одной координатой $z=30$, а координаты x и y равны нулю.

Таблица 5 – Варианты заданий

№ варианта	А			В			С			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	10	20	30	0	20	30	25	0	15	20	40	0
2	30	20	15	20	30	0	0	30	40	40	0	35
3	15	30	40	30	0	20	30	20	0	0	30	15
4	40	30	20	0	30	40	20	0	35	15	20	0
5	35	40	15	40	0	20	0	40	20	40	20	0
6	20	30	15	30	40	0	15	0	35	0	40	30
7	35	20	10	0	25	40	10	40	0	25	0	30
8	30	40	15	35	0	15	0	20	30	35	20	0
9	45	30	30	15	30	0	15	0	20	0	40	20
10	20	40	30	0	40	30	40	30	0	10	0	30
11	15	20	30	25	0	30	0	40	15	25	15	0
12	30	30	40	30	15	0	35	0	25	0	30	20
13	25	30	35	0	25	15	15	40	0	20	0	30
14	10	30	40	15	0	30	0	20	10	30	40	0
15	25	20	35	35	40	0	30	0	10	0	40	15
16	35	40	20	0	25	30	25	40	0	35	0	10
17	15	30	15	10	0	40	0	30	15	10	20	0
18	20	10	30	15	20	0	20	0	10	0	25	10

Упражнение 2. По заданным координатам концов отрезка AB построить комплексный чертеж: а) $A(30,10,25)$; $B(30,28,25)$; б) $A(40,20,10)$; $B(10,20,25)$; в) $A(40,20,12)$; $B(10,10,25)$. Определить положение отрезка относительно плоскостей проекций. Варианты заданий представлены в таблице 5. Сначала строим проекции точек, а затем соединяем их одноименные проекции и получаем проекции отрезка (рисунок 14).

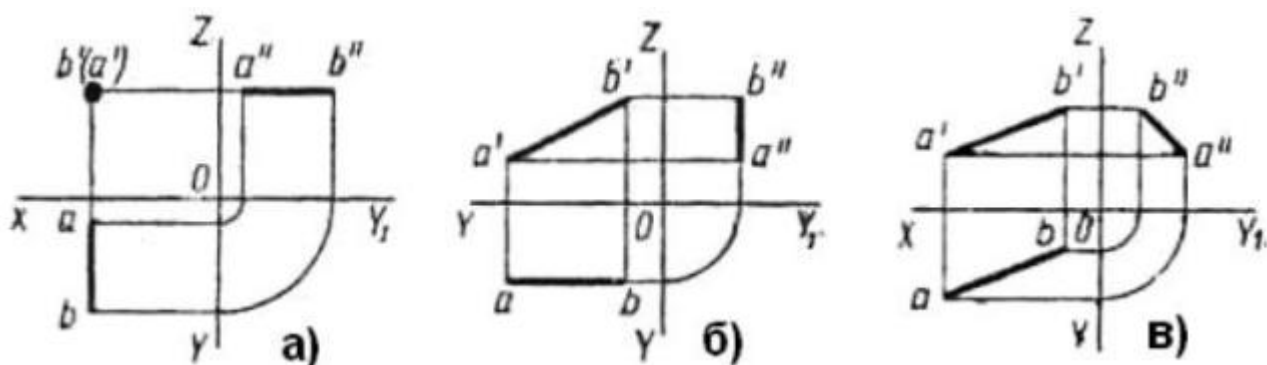


Рисунок 14 – Ортогональные проекции отрезков

Таблица 6 – Варианты заданий

№ варианта	A			B			C			D			M			N		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	35	40	15	15	20	30	0	20	35	40	40	10	0	20	30	40	20	30
2	15	20	35	30	30	15	20	0	40	40	30	15	30	20	0	30	20	45
3	40	20	45	20	40	20	30	40	0	10	20	35	30	0	20	30	40	20
4	50	10	15	20	30	35	0	30	20	30	45	10	20	50	5	20	40	45
5	45	20	5	15	40	25	40	0	10	20	30	40	0	30	5	40	30	5
6	30	40	45	10	40	15	35	20	0	10	40	30	40	0	25	40	30	25
7	40	30	15	15	30	40	0	40	15	35	20	40	15	40	0	15	40	35
8	30	10	40	35	40	20	25	0	35	40	30	20	0	40	35	40	40	35
9	20	40	30	40	20	10	40	30	0	20	40	35	30	20	20	30	50	20
10	50	30	25	15	20	10	0	40	25	40	30	5	25	0	15	25	55	15
11	10	20	40	25	40	10	45	0	10	10	50	40	30	40	0	30	40	35
12	25	10	35	40	20	20	50	40	0	10	10	30	40	20	30	0	20	30
13	15	30	15	30	20	40	0	40	50	45	20	20	50	50	25	50	0	25
14	35	20	10	15	30	40	30	0	10	15	50	35	45	40	35	45	40	0
15	10	40	15	35	20	30	10	50	0	40	10	40	35	20	25	0	20	25
16	15	10	30	30	20	30	0	20	40	45	50	10	15	50	20	15	0	20
17	40	20	15	40	40	30	40	0	20	15	20	45	10	50	40	10	50	0
18	40	10	10	20	20	30	25	40	0	5	30	40	30	10	35	0	10	35

Упражнение 3. По координатам вершин А, В и С построить комплексный чертеж треугольников (рисунок 15):

- а) $A(20,5,32)$; $B(20,15,15)$; $C(20,32,5)$;
- б) $A(45,10,15)$; $B(20,25,40)$; $C(10,30,10)$;
- в) $A(40,10,20)$; $B(10,25,30)$; $C(30,40,5)$.

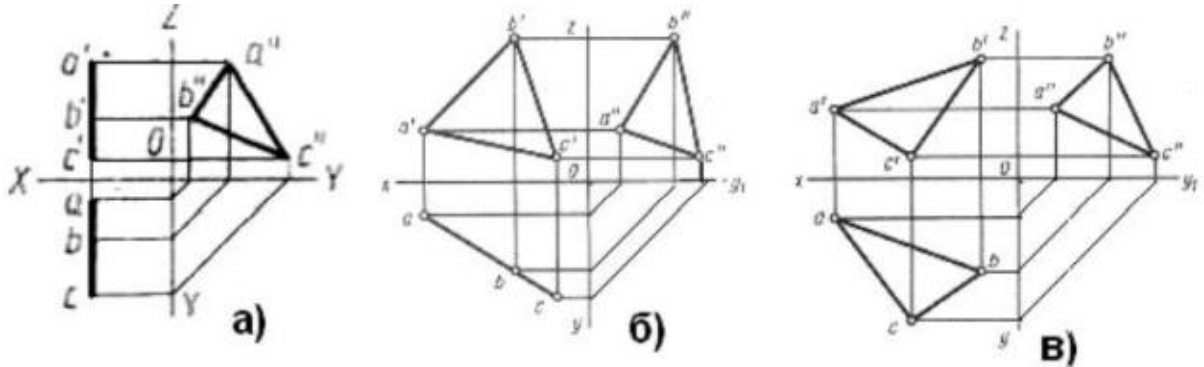


Рисунок 15 – Комплексный чертеж треугольников

Определить его положение относительно плоскостей проекций.

- а) вершины треугольника находятся на одинаковом расстоянии от профильной плоскости проекций ($x=20$), следовательно, треугольник расположен в плоскости уровня (профильной);
- б) треугольник ABC расположен в плоскости перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций (горизонтально - проецирующей);
- в) треугольник ABC расположен в плоскости общего положения.

Варианты заданий представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Варианты заданий

№ варианта	А			В			С			А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	40	10	20	10	10	20	10	25	20	47	35	15	15	8	35	5	18	6
2	25	10	45	25	10	15	25	40	15	35	20	6	55	8	35	5	26	18
3	40	20	45	40	20	10	10	20	10	53	16	17	10	8	40	28	50	10
4	40	10	20	10	10	20	10	25	20	45	20	40	32	35	11	5	5	7
5	25	10	45	25	40	15	25	40	15	47	35	15	15	9	36	6	18	16
6	40	20	45	40	20	10	10	20	10	35	21	7	55	9	36	6	26	17
7	40	10	20	10	10	20	10	25	20	52	15	16	10	8	40	27	48	9
8	25	10	45	25	10	15	25	40	15	46	20	42	30	33	10	6	6	8
9	40	20	45	40	20	10	10	20	10	46	35	16	15	8	36	7	19	5
10	40	10	20	10	10	20	10	25	20	36	22	8	56	7	37	6	27	16
11	25	10	45	25	10	15	25	40	15	52	15	18	10	9	42	25	46	9
12	40	20	45	40	20	10	10	20	10	44	19	39	30	34	10	7	7	7
13	40	10	20	10	10	20	10	25	20	45	36	16	16	8	36	7	19	5
14	25	10	45	25	10	15	25	40	15	36	20	8	56	7	37	6	26	15
15	40	20	45	40	20	10	10	20	10	54	16	16	10	9	40	26	48	9
16	40	10	20	10	10	20	10	25	20	45	16	40	30	40	12	6	25	15
17	25	10	45	25	10	15	25	40	15	47	36	15	16	9	34	6	17	6
18	40	20	45	40	20	10	10	20	10	35	19	6	54	8	34	7	25	8

Упражнение 4. Взаимное положение двух плоскостей. Построить линию пересечения MK двух непрозрачных треугольников ABC и DEF и показать видимость их в проекциях. Определить и записать координаты точек M и K (рисунок 16). Согласно своему варианту берутся координаты точек A, B, QD, E, F вершин треугольников. Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линия пересечения треугольников MK строится по точкам пересечения каждой из сторон одного треугольника с другим порознь, используя вспомогательные секущие проецирующие плоскости. Видимость сторон треугольника определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяются сплошными основными линиями, невидимые - следует показать штриховыми линиями. Линию пересечения треугольников нужно выделить в цвете. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий связи.

Чтобы найти точку M , через прямую DF проводится фронтально-проецирующая плоскость P , которая пересекается с плоскостью треугольника ABC по прямой. Фронтальные проекции точек пересечения этой прямой со сторонами треугольника ABC - точки $1'$ и $2'$. Через эти точки проводят вертикальные линии связи до пересечения их с горизонтальными проекциями ab и ac сторон треугольника ABC в точках 1 и 2 . На пересечении горизонтальных проекций линий dfi и $1-2$ получают горизонтальную проекцию m искомой точки M , которая будет точкой пересечения прямой DF с плоскостью ABC . Затем находят фронтальную проекцию m' точки M . Точку N пересечения прямой EF с плоскостью ABC находят так же как и точку M . Соединив попарно горизонтальные и фронтальные проекции точек M и N , получают проекции линий пересечения MN плоскостей ABC и DEF .

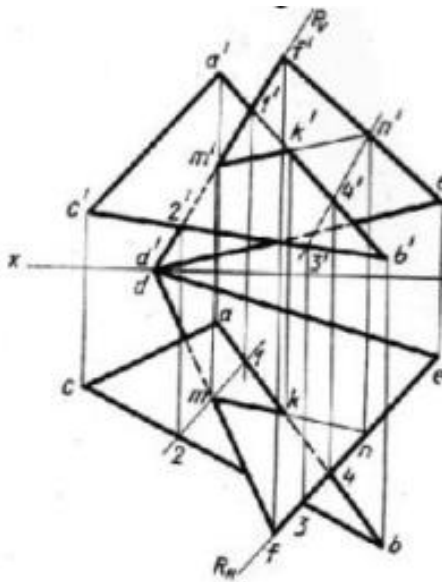


Рисунок 16 – Взаимное положение двух плоскостей

Варианты заданий представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Варианты заданий

№ варианта	А			В			С			D			E			F		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	110	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	0	0	0	111	48	121	78	86
17	18	79	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	20	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	20	30	68	90	111	10	20	20

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6

ВЫПОЛНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ И АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

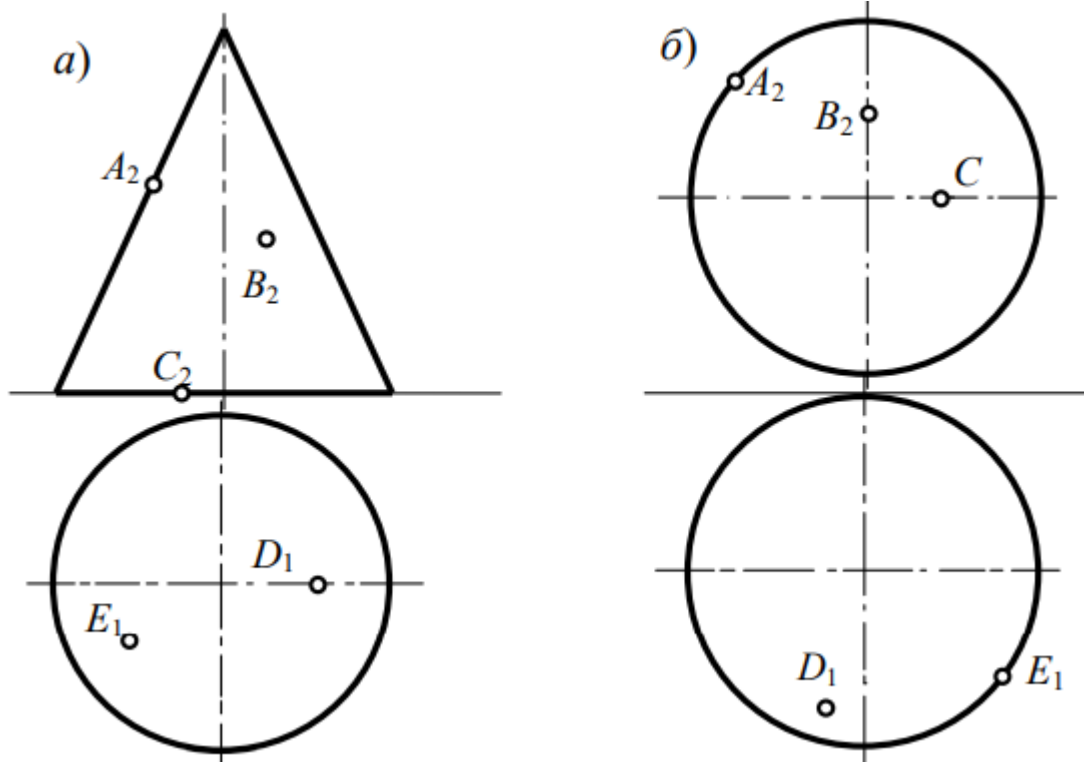
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ С НАХОЖДЕНИЕМ ПРОЕКЦИЙ ТОЧЕК, ПРИНАДЛЕЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛ

Цель работы: закрепить практические навыки выполнения комплексных чертежей геометрических тел; построения аксонометрических проекций геометрических тел и точек, принадлежащих поверхности геометрических тел.

Задания к практической работе:

Графическое задание 1:

1 Достроить недостающие проекции точек на поверхностях.



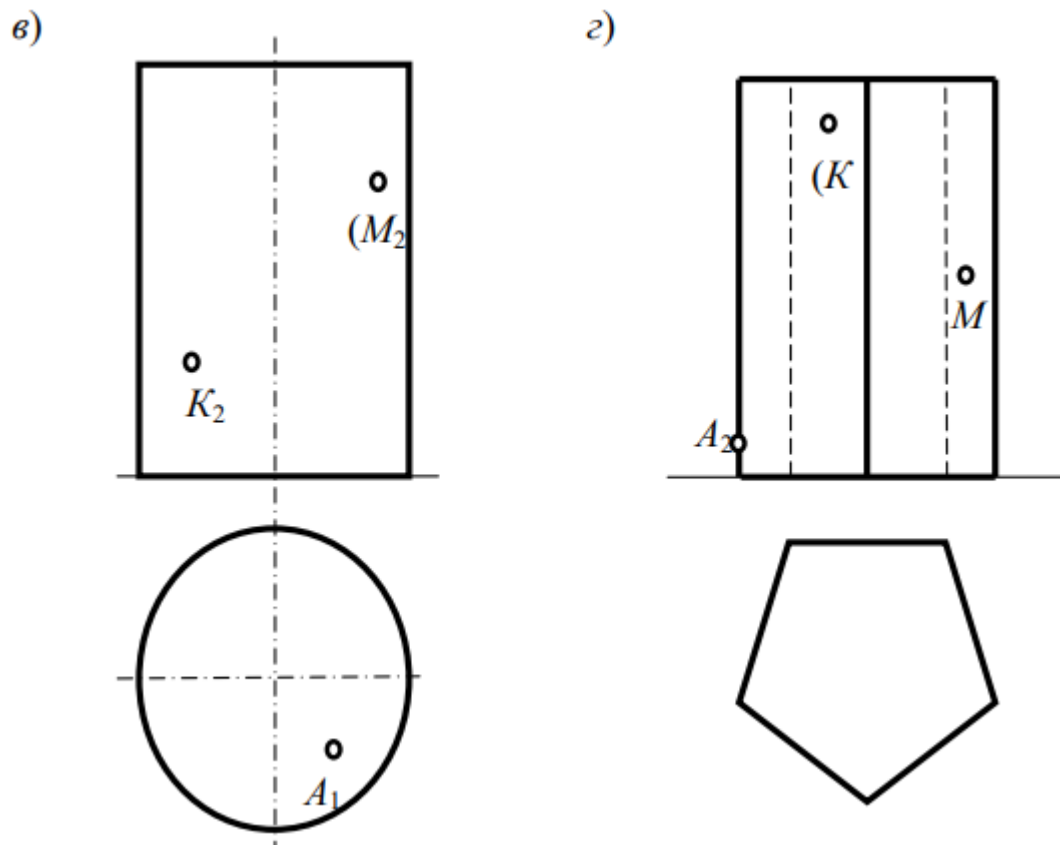


Рисунок 17 – Графическое задание

Порядок выполнения графического задания 1:

Графическое задание выполняется в альбоме графических работ в соответствии правилами выполнения и оформления чертежей.

По двум проекциям геометрических тел строится третья проекция (вид слева). В проекционной связи определяются недостающие проекции точек на поверхностях с учетом их видимости. Пример выполнения графического задания 1 представлен на рисунке 18. (В графическом задании 1 аксонометрические проекции геометрических тел не выполняются).

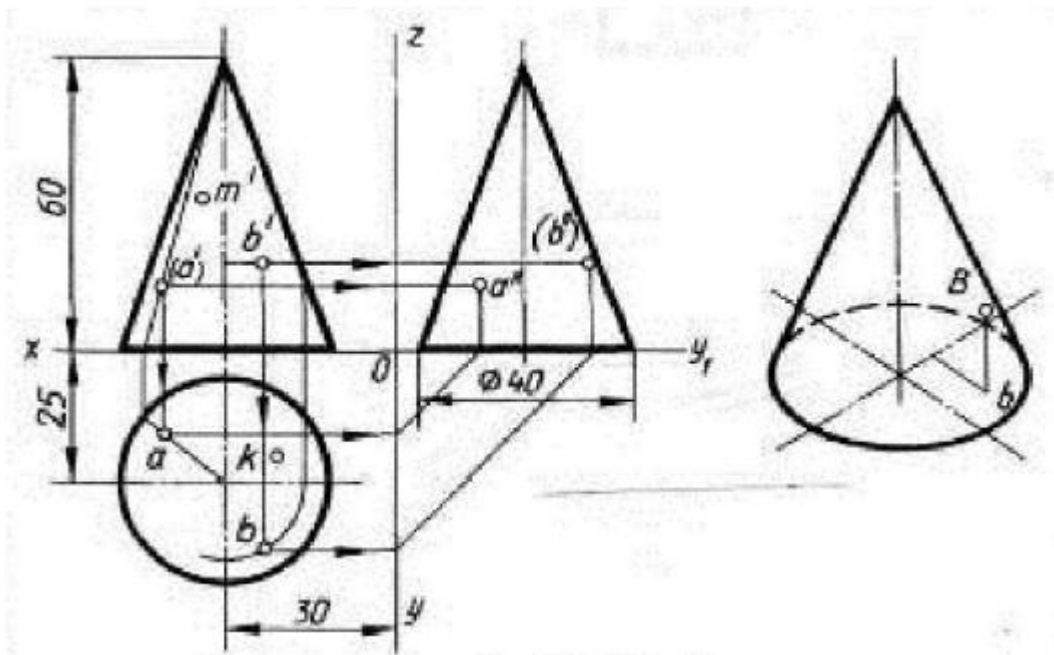


Рисунок 18 – Пример выполнения графических заданий 1 и 2

Графическое задание 2:

На листе формата А3 построить в трех проекциях комплексный чертеж геометрических тел в масштабе 1:1, по заданным размерам варианта, выданного преподавателем (таблица 9) и условию рисунка 19. Найти проекции точек расположенных на их поверхностях. По выполненным чертежам построить аксонометрические проекции геометрических тел с нахождением точек в пространстве.

Таблица 9 – Варианты задания

№ варианта	Размеры, мм								
	d	d ₁	d ₂	h	h ₁	h ₂	h ₃	n	m
1, 11, 21	40	50	40	50	60	60	60	60	40
2, 12, 22	40	40	40	70	60	60	70	50	50
3, 13, 23	50	40	50	70	60	70	60	60	40
4, 14, 24	50	40	60	50	60	55	75	40	60
5, 15, 25	60	60	60	70	70	70	70	50	50
6, 16, 26	60	60	50	60	50	70	60	45	60
7, 17, 27	45	45	45	60	60	50	60	60	70
8, 18, 28	50	45	46	60	60	70	50	32	48
9, 19, 29	46	50	52	60	50	50	70	40	64
10, 20, 30	50	48	50	55	55	60	60	50	70

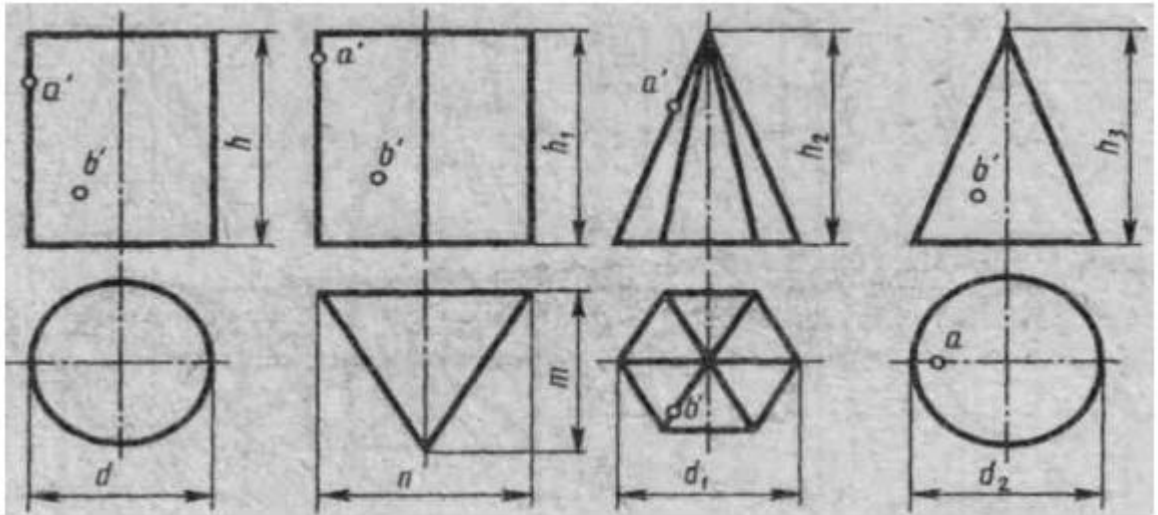


Рисунок 19 – Условие к графическому заданию 2

Порядок выполнения работы:

- 1 Ознакомьтесь с вариантом задания.
- 2 Произвольно выберите расположение осей эюра.
- 3 Постройте в тонких линиях три проекции геометрических тел по заданным размерам.
- 4 Нанесите размеры.
- 5 Выберите расположение осей октанта.
- 6 Выполните аксонометрическую проекцию построенных геометрических тел.
- 7 Постройте заданные на поверхностях тел точки, по образцу выполненных точек А и В.
- 8 Обведите контуры тел в октанте и на эюре.
- 9 Заполните основную надпись.

Контрольные вопросы:

- 1 Какие аксонометрические проекции Вы знаете?
- 2 Под каким углом располагаются оси аксонометрических проекций друг к другу?
- 3 Как выполняется изометрия и диметрия?
- 4 Какие они имеют коэффициенты искажения по осям?
- 5 Назовите геометрические тела, изображенные на рисунке

6 Какие поверхности будут проецироваться на горизонтальную (фронтальную) плоскость без искажения?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

ВЫПОЛНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА УСЕЧЕННОГО МНОГОГРАННИКА, РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА

Цель работы: освоить практические навыки построения комплексных чертежей усеченных геометрических тел, их аксонометрических проекций, нахождения действительной величины сечения и выполнение развертки усеченных тел.

Задания к практической работе:

Графическое задание 1:

Выполнить чертеж усеченной призмы. Найти действительную величину контура сечения. Построить аксонометрическую проекцию и развертку поверхности усеченной призмы. Варианты задания представлены в таблице 10. Пример графического задания на рисунке 20.

Таблица 10 – Варианты заданий

Обозначение	№ варианта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d	58	60	58	60	56	60	56	60	58	60	58	60	56	62	56
h	60	58	72	65	58	60	72	65	60	58	72	65	58	60	72
m	43	60	38	45	42	60	37	45	43	62	38	45	42	60	39
α°	45	30	45	45	45	30	45	45	45	30	45	45	45	30	45

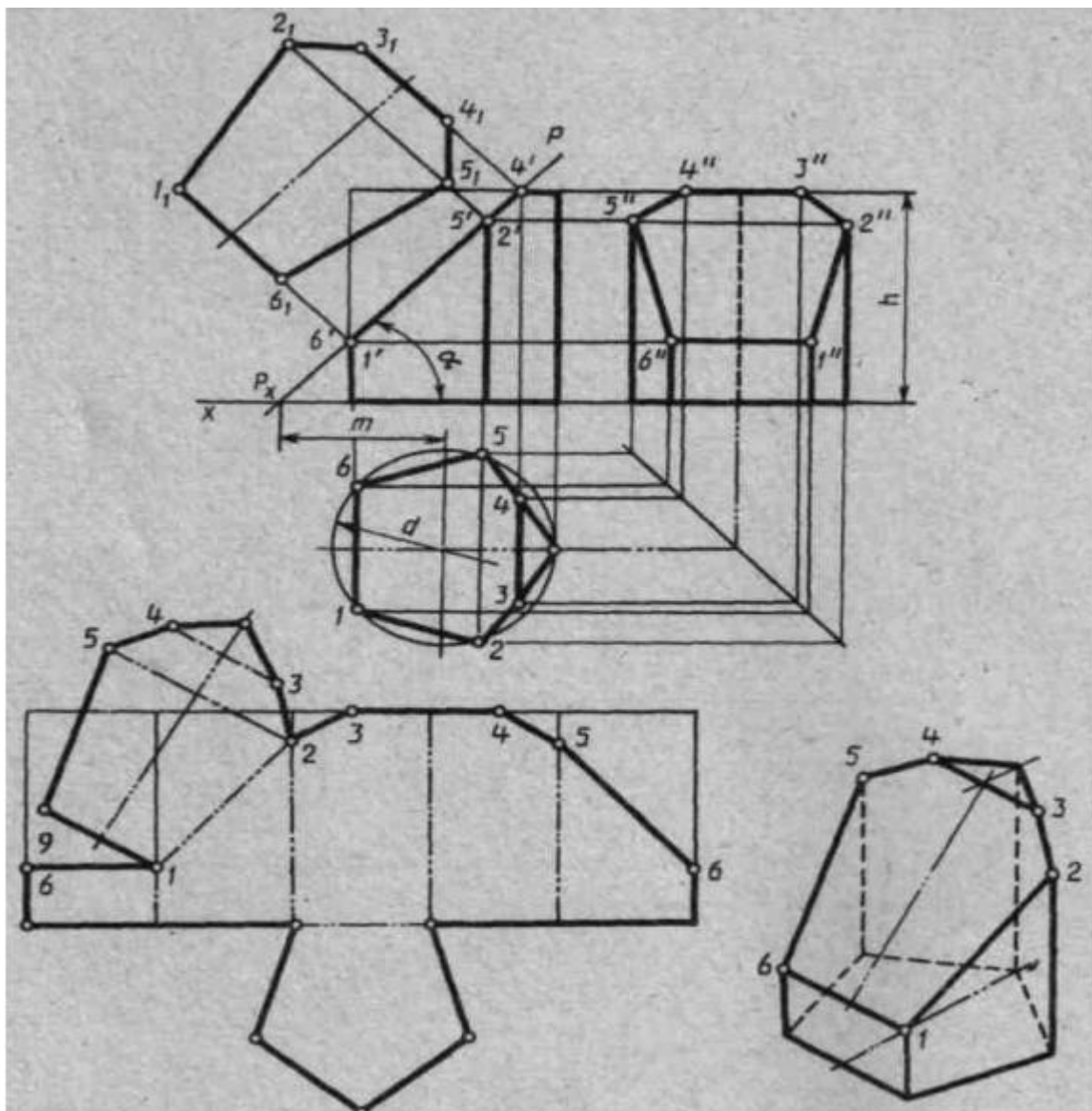


Рисунок 20 – Пример графического задания

Порядок выполнения графического задания 1:

1 Перечертите в тонких линиях три проекции «целой» фигуры по размеру.

2 Начертите горизонтальный след секущей плоскости перпендикулярно оси Ox на заданном расстоянии m из точки схода следов под углом α^0 начертите фронтальный след.

3 Выполните контур сечения призмы: найдите пересечение секущей плоскости с ребрами и гранями на всех плоскостях проекций.

4 Соседние точки соедините прямой.

5 Постройте натуральную величину фигуры сечения методом перемены плоскостей проекции.

6 Выполните изометрическую проекцию.

7 Постройте развертку призмы.

8 Нанесите размеры, обведите контур изображений.

9 Заполните основную надпись.

Линия сечения гранных тел - ломаная линия; тел вращения - лекальная кривая.

Для построения разверток берется только действительная величина ребер многогранников или образующих тел вращения.

Контрольные вопросы:

1 Что такое многогранник?

2 Как построить сечение многогранника плоскостью частного положения?

3 Как построить сечение многогранника плоскостью общего положения?

4 Что такое поверхность вращения?

5 Как построить сечение поверхности вращения плоскостью частного положения?

6 Как построить сечение поверхности вращения плоскостью общего положения?

7 Как построить точки встречи прямой с многогранником?

8 Как построить точки встречи прямой с поверхностью вращения?

9 Что такое каркас поверхности?

10 Что такое очерк поверхности?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ ПО КАРТОЧКАМ: ПО ДВУМ ДАННЫМ ВИДАМ ПОСТРОИТЬ ТРЕТИЙ ВИД, ВЫПОЛНИТЬ НЕОБХОДИМЫЕ РАЗРЕЗЫ В РУЧНОЙ ГРАФИКЕ

Порядок выполнения работы.

Ознакомиться с имеющимися двумя проекциями модели.

Определить из каких геометрических тел она состоит.

- наметить на листе формата место для каждой проекции;

- нанести в тонких линиях карандашом по методу прямоугольного проецирования все линии видимого и невидимого контура заданных изображений модели;

- построить третью проекцию модели по двум заданным в проекционной связи. Если возникают трудности с вычерчиванием третьей проекции, то ее можно начертить по правилам построения третьих проекций точек по двум заданным, т.е. с нанесением осей проекций. Как правило, эти оси не проводят. За координатную плоскость можно принять одну из граней;

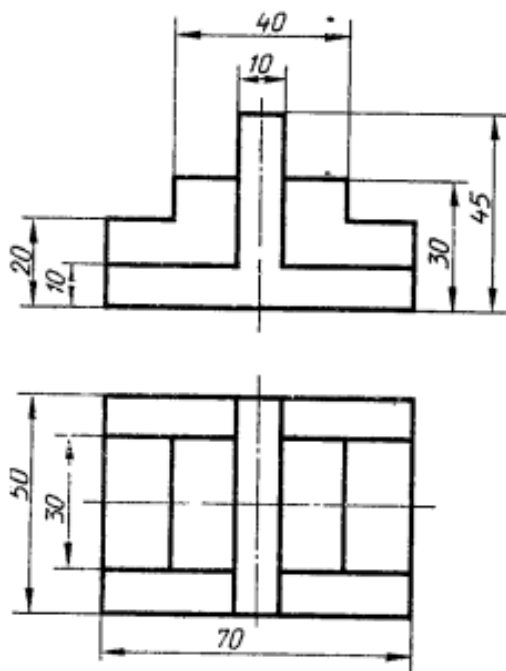
- нанести все необходимые выносные и размерные линии, распределив их на три проекции. На заданных изображениях часть размеров, из-за отсутствия третьего изображения, были размещены недостаточно целесообразно. При выполнении задания расположение размеров надо не копировать с задания, а нанести их на всех трех изображениях, руководствуясь положениями ГОСТ 2.307-68.

При этом нужно помнить, что размеры можно проставлять только от линий видимого контура;

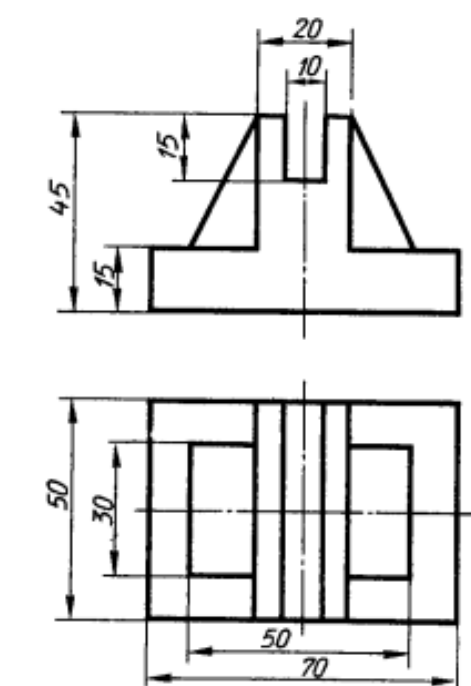
- проставить размерные числа;
- заполнить основную надпись;
- обвести чертеж.

Варианты заданий представлены ниже.

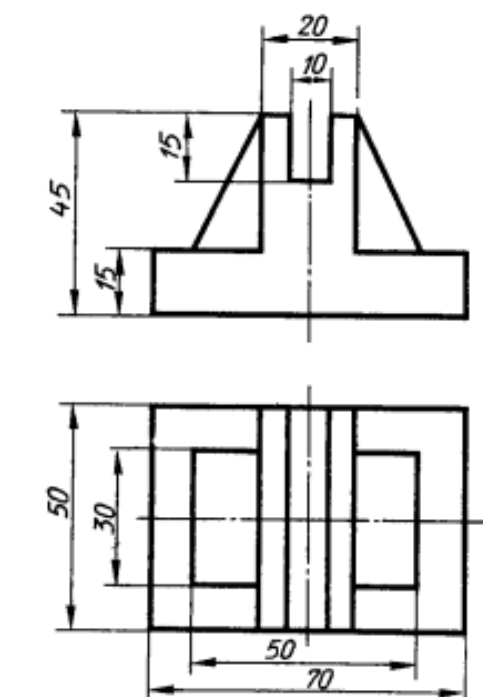
Вариант 1



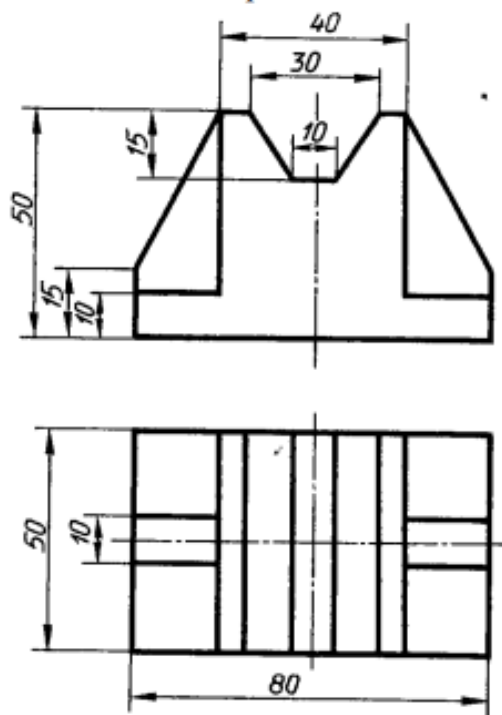
Вариант 2



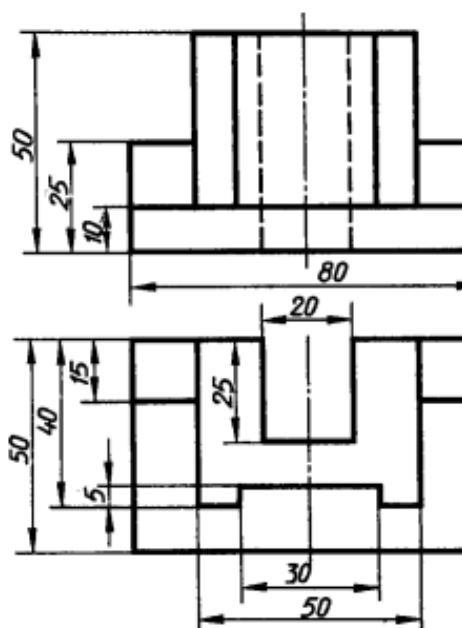
Вариант 3



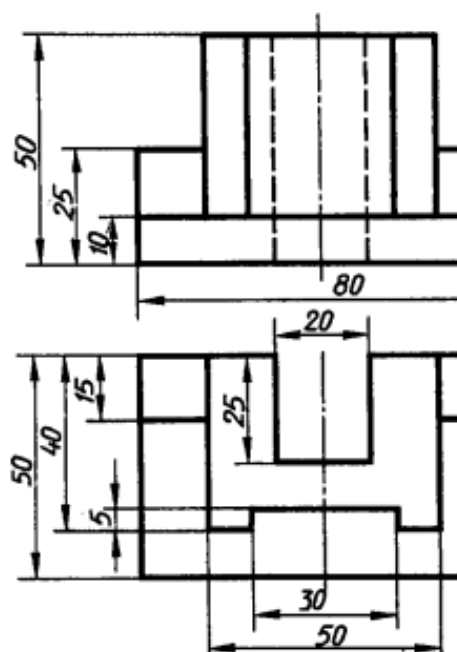
Вариант 4



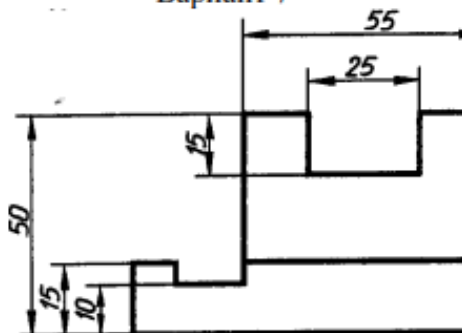
Вариант 5



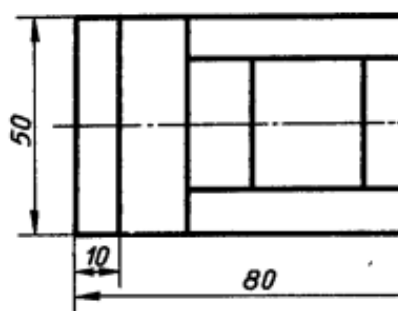
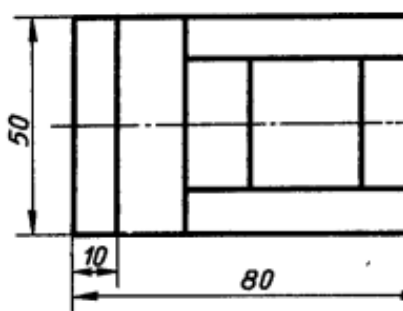
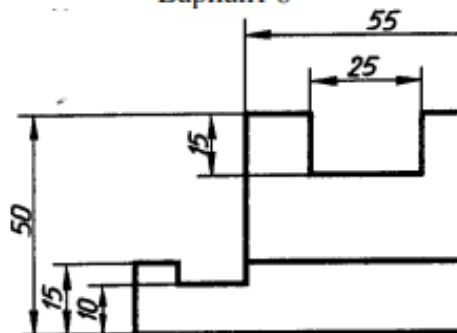
Вариант 6



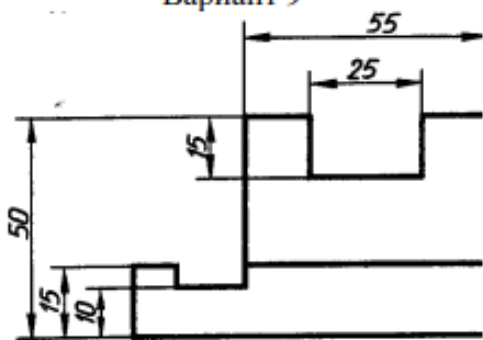
Вариант 7



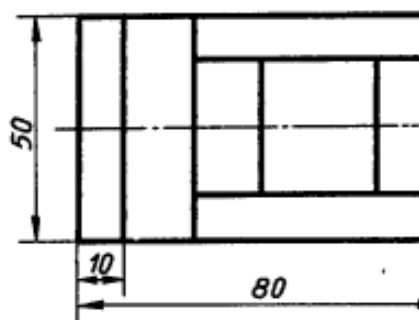
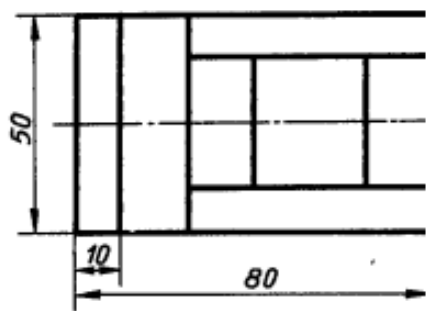
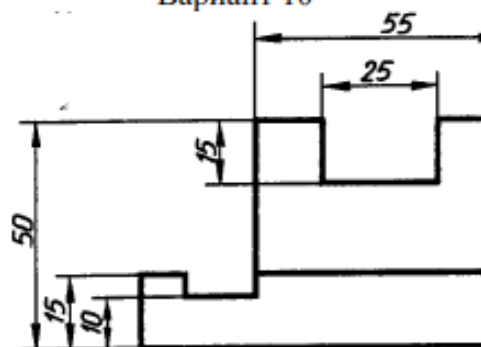
Вариант 8



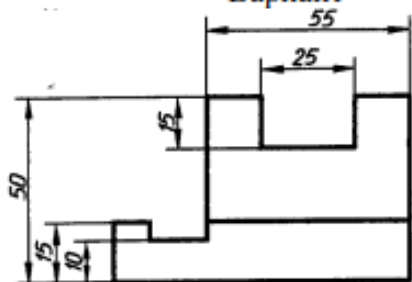
Вариант 9



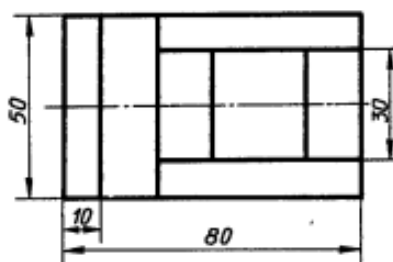
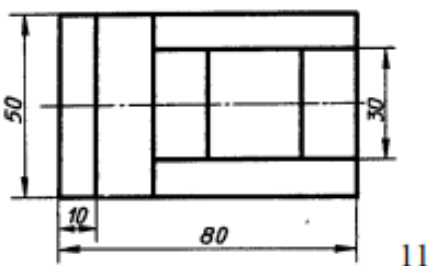
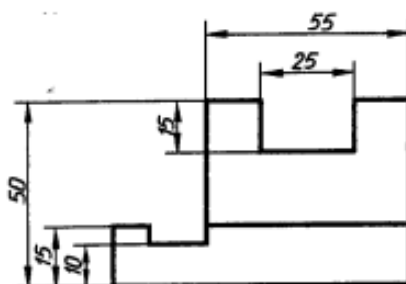
Вариант 10



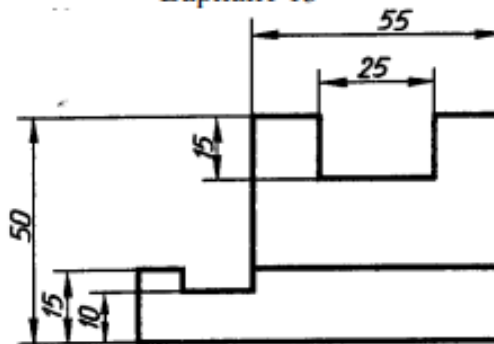
Вариант



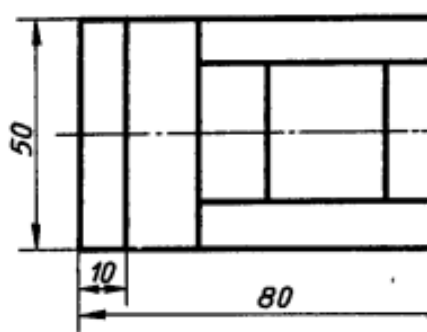
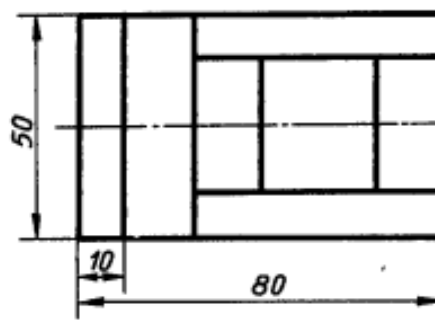
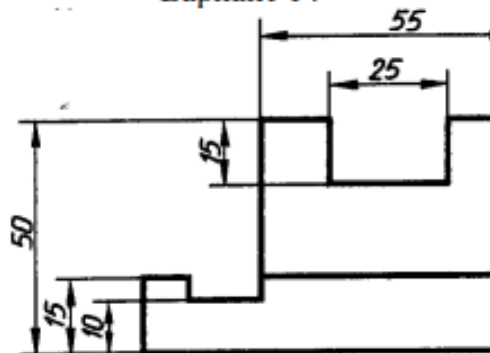
Вариант 12



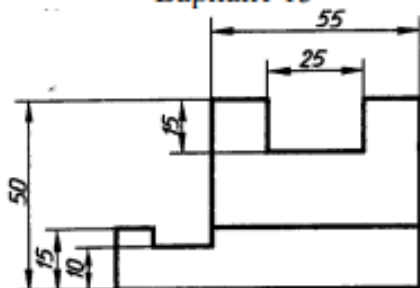
Вариант 13



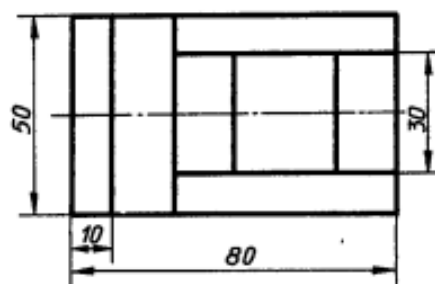
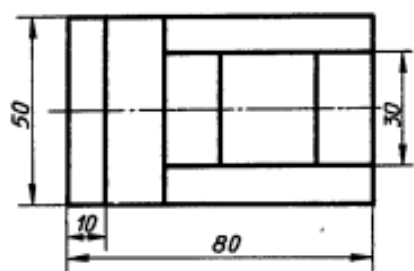
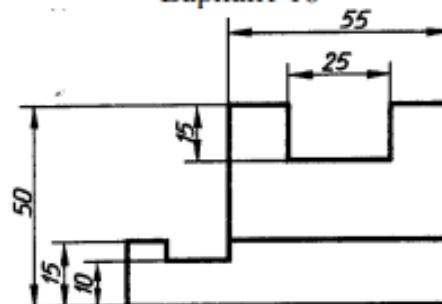
Вариант 14



Вариант 15



Вариант 16



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

ВЫПОЛНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ БОЛТА, ШПИЛЬКИ И ВИНТА В РУЧНОЙ ГРАФИКЕ (ФОРМАТ А3)

Перед выполнением упражнения изучить по ГОСТ: типы резьб, их обозначение и изображение; изображение резьбы в соединениях; типы и виды крепёжных деталей; упрощённое изображение крепёжных деталей; изображение трубного резьбового соединения.

Упражнение 1. Выполняем чертёж разъёмных соединений. Выполнение изображений на чертеже начинаем с вычерчивания скрепляемых деталей (пластин) на виде сверху. На виде сверху вычерчиваем резьбовое отверстие (гнездо) под шпильку (ГОСТ 2.311-68) и, согласно ГОСТ 2.31568, условные изображения гайки и торца болта, головки винта, гайки и торца шпильки. Фронтальный разрез вычерчиваем на месте главного вида в проекционной связи с видом сверху, причём крепёжные детали (болт, гайку, шайбу, винт и шпильку) согласно ГОСТ 2.305-68 показываем не рассечёнными, хотя они попадают в продольный разрез. Вычерчиваем трубное соединение, начиная с главного вида соединённого с фронтальным разрезом, согласно заданному условному проходу (внутреннему диаметру) трубы. На месте вида слева вычерчиваем профильный разрез для показа конфигурации одного из фитингов -контргайки. Соединения деталей могут быть разъёмными и неразъёмными. Разъёмные соединения позволяют выполнить их сборку и разборку без разрушения деталей. К таким соединениям относятся резьбовые, т.е.соединения с помощью деталей, имеющих резьбу. Резьбы по назначению подразделяются на крепёжные и ходовые. Крепёжные резьбы служат для получения разъёмных соединений деталей, а ходовые для преобразования вращательного движения в поступательное. Правила нанесения обозначения и изображения резьбы устанавливает ГОСТ 2.311-68. Обозначение резьбы включает в себя буквенное (М - метрическая, G - трубная, Tr - трапецеидальная, S - упорная) и цифровое, определяющие

соответственно тип и размер резьбы. На чертеже резьбу изображают условно независимо от профиля резьбы.

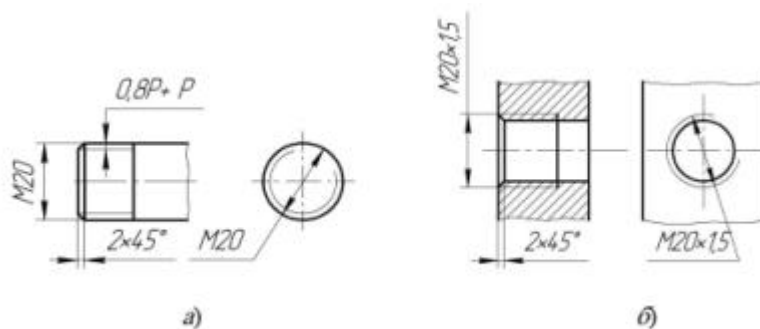


Рисунок 21 – Задание упражнения

Резьбу на стержне (наружную) изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими - по внутреннему диаметру на всю длину резьбы, которые должны пересекать границу фаски. На виде, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, внутренний диаметр резьбы изображают сплошной тонкой линией, приблизительно равной $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте (рисунок 21, а). Резьбу в отверстии (внутреннюю) на продольном разрезе изображают сплошными толстыми линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы проводимыми только до линий, изображающих фаску (рисунок 21, б). На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы по внутреннему диаметру, проводят окружность сплошной основной линией, а по наружному диаметру проводят тонкой сплошной линией дугу окружности, разомкнутую в любом месте и равную приблизительно $3/4$ окружности (рисунок 21, б). Границу длины резьбы на стержне и в отверстии проводят основной толстой линией. Метрическую резьбу наиболее часто применяют в крепёжных деталях. Размеры этой резьбы стандартизованы: профиль резьбы ГОСТ 9150-81; диаметры и шаги ГОСТ 8724-81. Метрическую резьбу нарезают как с крупным (единственным для данного диаметра резьбы), так и с мелким шагом. Мелкий шаг для данного диаметра резьбы может быть различным. Например, для диаметра резьбы $d = 20$ мм крупный шаг всегда равен 2,5 мм, а мелкий может быть равен 2; 1,5; 1; 0,75;

0,5 мм, поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают (рисунок 21, а), а мелкий указывают обязательно (рисунок 21, б) ГОСТ 8724-81. Основные размеры трубной цилиндрической резьбы устанавливает ГОСТ 6357-81. Трубную резьбу обозначают условно. Например, G1 - резьба трубная 1 дюйм соответствует внутреннему диаметру трубы (условному проходу), равному ~ 25 мм. Наружный же диаметр указанной трубной резьбы равен 33,25 мм. Обозначение трубной резьбы проставляют на полке линии-выноски, заканчивающейся стрелкой (рисунок 22). В резьбовых соединениях, изображённых на разрезе, резьба стержня закрывает резьбу отверстия (рисунок 23, а, б), при этом штриховку в смежных сечениях доводят до сплошных основных линий. В соединениях различают скрепляемые и крепёжные детали. К крепёжным деталям, имеющим резьбу, относятся болты, винты, шпильки и гайки.

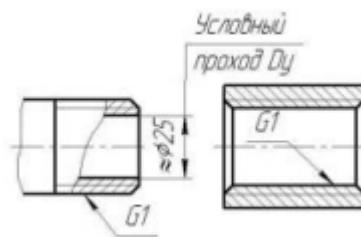


Рисунок 22 – Обозначение трубной резьбы

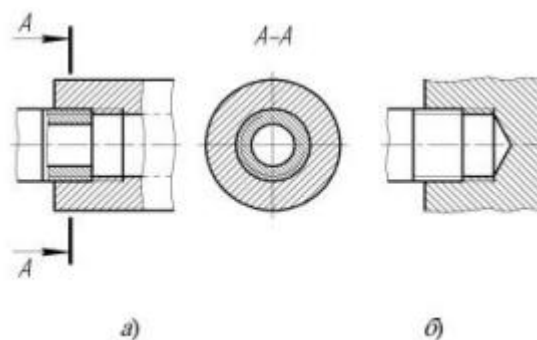
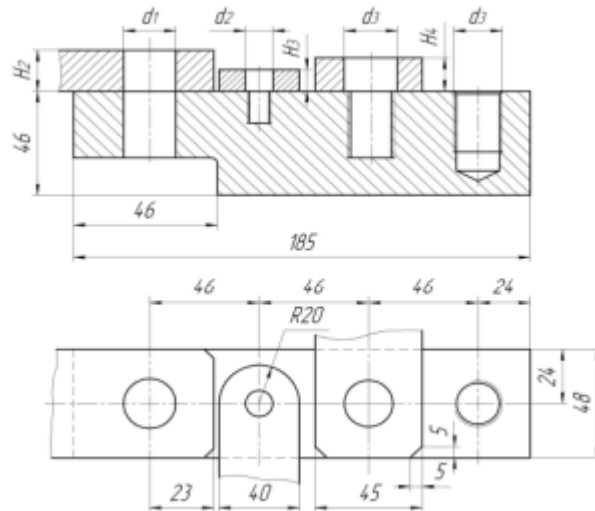


Рисунок 23 – Резьбовые соединения

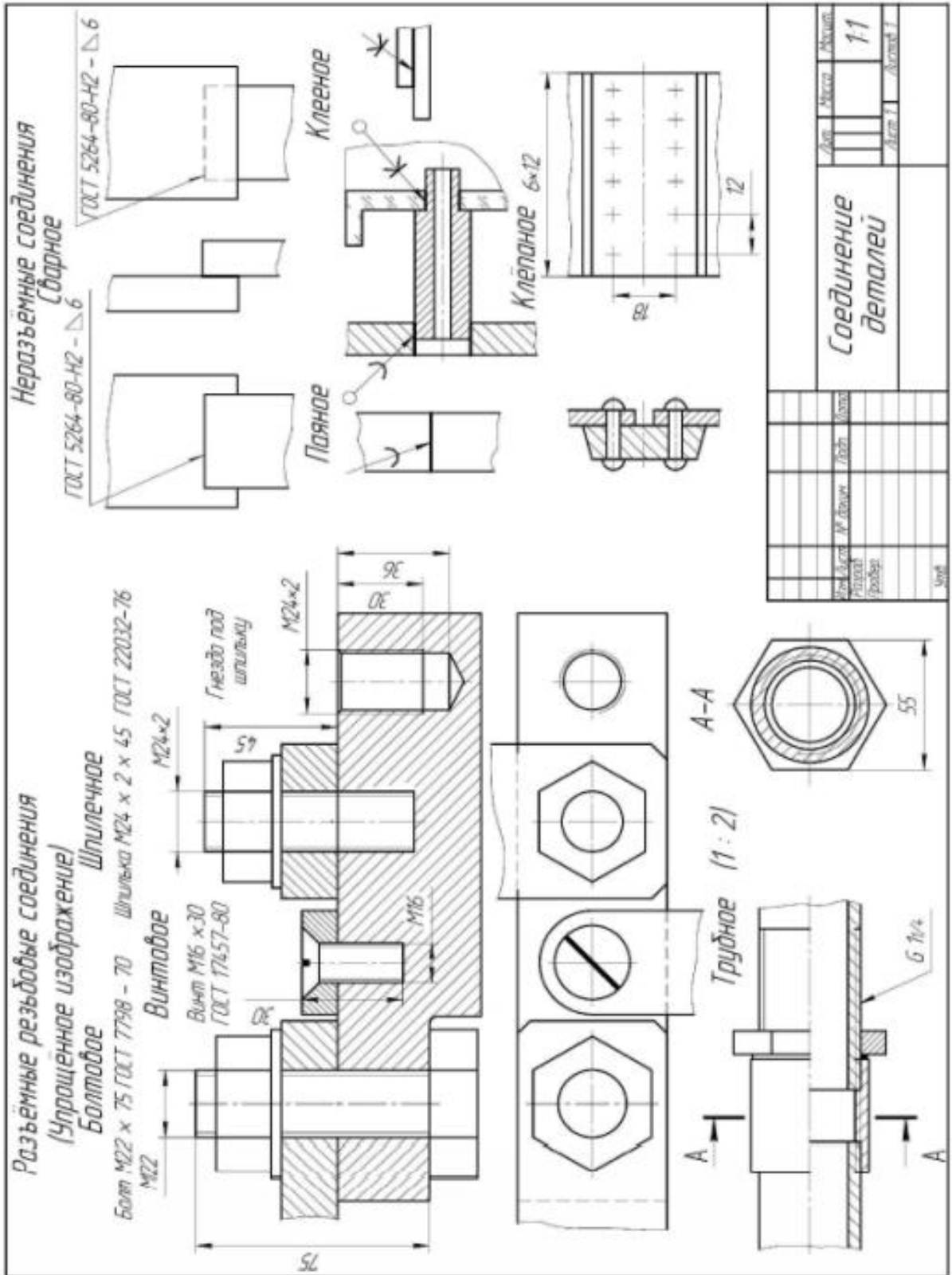
Данные для упражнения 1



Вариант №	Вид соединения								Толщина скрепляемых деталей				Материал детали 1
	болтом		винтом		шпилькой		труб муфтой (табл. 3.6)		H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	
	диаметр резьбы d ₁	шаг резьбы	а – ГОСТ 1491–80 б – ГОСТ 17473–80 в – ГОСТ 17475–80		диаметр резьбы d ₂	шаг резьбы	резьба G	масштаб					
			диаметр резьбы d ₂	тип винта									
1	M10	1,5*	M16	а	M20	1,5	¼	2,5 : 1	38	28	16	18	Сталь
2	M12	1,25	M14	б	M16	2*	¾	2 : 1	36	26	14	16	Чугун
3	M14	2*	M12	в	M14	1,5	½	2 : 1	34	24	12	14	Сталь
4	M16	1,5	M10	б	M12	1,75*	¼	1 : 1	32	22	10	12	Алюминий
5	M20	2,5*	M8	в	M10	1,25	1	1 : 1	30	20	8	10	Сталь
6	M22	1,5	M6	а	M8	1,25*	1 ¼	1 : 2	28	18	6	8	Чугун
7	M10	1,25	M6	в	M8	1,25*	1 ½	1 : 2	28	10	14	12	Алюминий
8	M12	1,75*	M8	а	M10	1,25	2	1 : 2,5	26	12	12	14	Чугун
9	M14	1,5	M10	б	M12	1,75*	2 ½	1 : 2,5	24	14	10	16	Алюминий
10	M16	2*	M12	а	M14	1,5	3	1 : 2,5	22	16	8	18	Сталь
11	M20	1,5	M14	б	M16	2*	¼	2,5 : 1	20	18	12	14	Чугун
12	M22	2,5*	M16	в	M20	1,5	¾	2 : 1	18	20	14	16	Сталь
13	M10	1,5*	M12	б	M14	1,5	½	2 : 1	32	12	10	8	Алюминий
14	M12	1,25	M10	в	M16	2*	¼	1 : 1	30	14	12	10	Чугун
15	M14	2*	M16	а	M20	1,5	1	1 : 1	28	16	14	12	Сталь
16	M16	1,5	M14	в	M12	1,75*	1 ¼	1 : 2	26	20	10	16	Сталь
17	M20	2,5*	M6	а	M8	1	1 ½	1 : 2	24	16	8	14	Чугун
18	M22	1,5	M8	б	M10	1,5*	2	1 : 2,5	22	14	6	16	Алюминий
19	M10	1,25	M14	а	M12	1,75*	2 ½	1 : 2,5	34	18	14	18	Сталь
20	M12	1,75*	M6	б	M14	1,5	3	1 : 2,5	32	16	12	20	Алюминий
21	M14	1,5	M8	в	M16	2*	¼	2,5 : 1	30	14	10	22	Чугун
22	M16	2*	M6	б	M20	1,5	¾	2 : 1	28	12	8	18	Сталь
23	M20	1,5	M12	в	M10	1,5*	½	2 : 1	22	10	10	16	Чугун
24	M22	2,5*	M10	а	M8	1	¼	1 : 1	20	14	12	14	Алюминий
25	M10	1,5*	M8	б	M12	1,25	1	1 : 1	30	22	14	12	Алюминий
26	M12	1,25	M16	а	M14	2*	1 ¼	1 : 2	28	20	12	10	Сталь
27	M14	2*	M6	в	M16	1,5	1 ½	1 : 2	26	18	10	16	Чугун
28	M16	1,5	M8	б	M20	2,5*	2	1 : 2,5	24	16	8	20	Сталь
29	M20	2,5*	M16	в	M10	1,25	2 ½	1 : 2,5	20	14	12	14	Чугун
30	M22	1,5	M12	а	M8	1,25*	3	1 : 2,5	18	10	14	12	Алюминий

* Крупный шаг резьбы.

Пример выполнения



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 10

ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ БОЛТОМ

Цель работы: научиться выполнять чертежи технических деталей, оформлять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД к оформлению и составлению чертежей. Выполнять сборочные чертежи соединения деталей болтом.

Задания к практической работе:

Графическое задание:

На основе нормативов и правил выполнения резьбы и резьбовых соединений, произвести расчет длины болта и соединения болтом (рисунок 24). Варианты задания представлены в таблице 11.

Порядок выполнения графического задания:

Задание выполняется по образцу листа, представляющего собой сборочный чертеж резьбового соединения, выполненного на формате А4, который сопровождается спецификацией. Спецификацию вычерчивают на формате А4 и заверяют основной надписью (форма 2 по ГОСТ 2.301-68).

Алгоритм выполнения задания:

1 Перечертить изображения скрепляемых при помощи болтового соединения деталей по своему варианту, увеличив изображения в 2 раза.

2 Подобрать (согласно варианту) крепежные детали по ГОСТ, болт - по ГОСТ 7798-70, 7805-70; гайка - по ГОСТ 5915-70, 5927-70, исходя из номинального диаметра резьбы болта; шайба - по ГОСТ 11371-78, исходя из номинального диаметра резьбы болта.

3 Выполнить упрощенное изображение болтового соединения (формулы для расчета на рисунке 25).

4 Нанести позиционные обозначения деталей на сборочный чертеж.

5 Нанести размеры.

6 Составить и заполнить спецификацию.

7 Обвести чертеж.

8 Заполнить основную надпись.

При вычерчивании крепёжных деталей с резьбой контур резьбы выполняй сплошной толстой линией, а линию резьбы - сплошной тонкой линией. Стандартные изделия болты, гайки, шайбы в разрезе показываются неразрезанными.

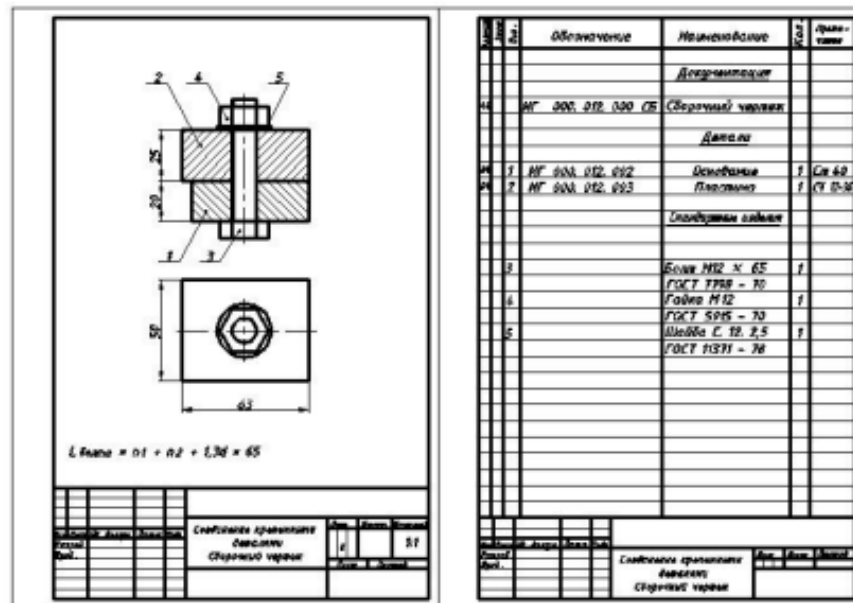


Рисунок 24 – Пример графического задания

Таблица 11 – Варианты заданий

№ варианта	Болт				Гайка				Шайба ГОСТ 11371-78		Толщина при- соединяемых деталей n ₁ , n ₂
	исполнение	размеры резьбы		ГОСТ	исполнение	размеры резьбы		ГОСТ	испол- нение	диа- метр	
		диа- метр	шаг			диа- метр	шаг				
1	1	10	1,5	7798-70	1	10	1,5	5915-70	1	10	17,20
2	1	12	1,25	7798-70	2	12	1,25	5915-70	1	12	15,25
3	1	14	2,0	7805-70	2	14	2,0	5927-70	2	14	16,26
4	1	16	1,5	7805-70	2	16	1,5	5927-70	2	16	20,25
5	1	18	2,5	7798-70	1	18	2,5	5915-70	1	18	24,24
6	1	20	2,5	7798-70	1	20	2,5	5915-70	1	20	20,20
7	1	22	1,5	7805-70	1	22	1,5	5927-70	2	22	26,26
8	1	24	3	7798-70	2	24	3	5915-70	1	24	30,30
9	1	27	2	7798-70	1	27	2	5915-70	1	27	28,28
10	1	30	3,5	7798-70	1	30	3,5	5915-70	1	30	32,30
11	1	10	1,25	7805-70	1	10	1,25	5927-70	2	10	16,16
12	1	12	1,75	7798-70	1	12	1,75	5915-70	1	12	20,25
13	1	14	1,5	7805-70	1	14	1,5	5927-70	2	14	24,24
14	2	16	2	7798-70	1	16	2	5915-70	1	16	26,28
15	1	18	2,5	7798-70	1	18	2,5	5915-70	1	18	18,19
16	1	20	1,5	7805-70	1	20	1,5	5927-70	2	20	22,22
17	1	22	2,5	7798-70	2	22	2,5	5915-70	1	22	26,26
18	1	24	2	7798-70	1	24	2	5915-70	1	24	25,30
19	1	27	3	7798-70	1	27	3	5915-70	1	27	28,28

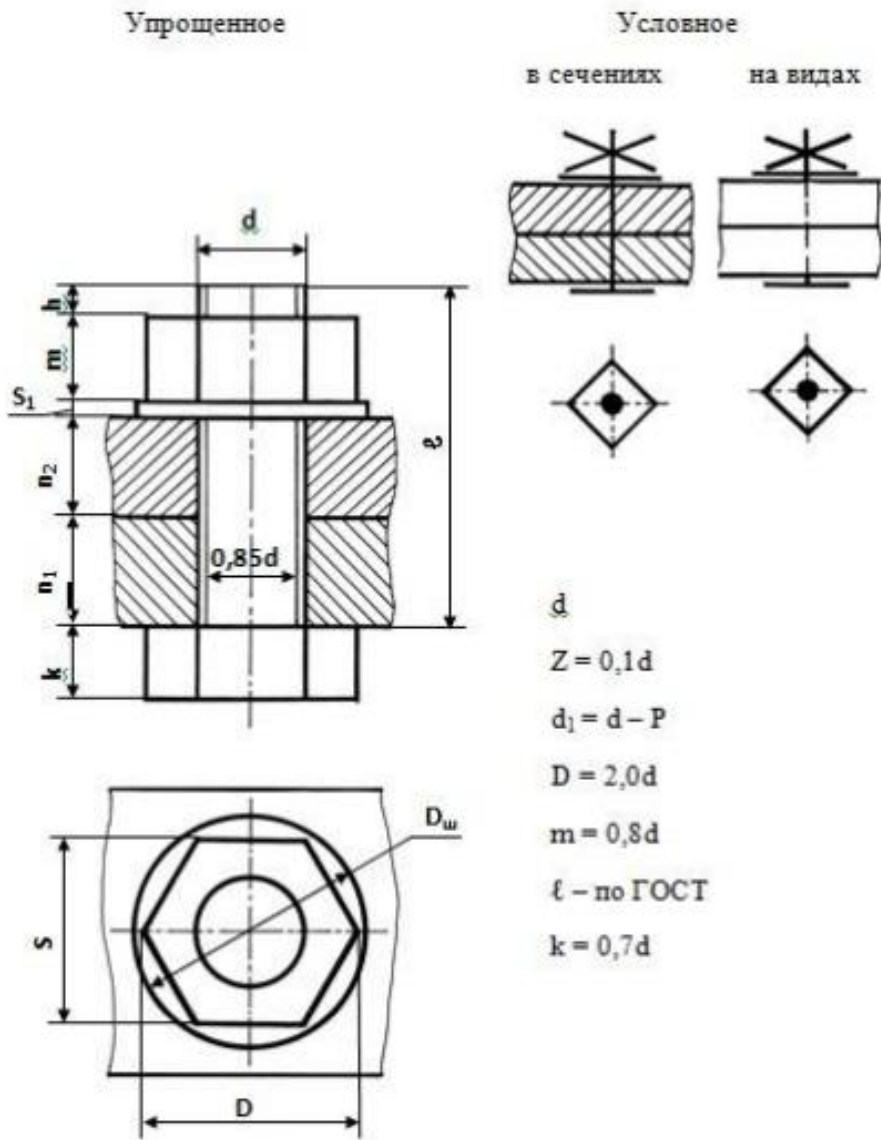


Рисунок 25 – Упрощенное и условное изображения соединения болтом

Гайки шестигранные ГОСТ 5915-70

Исполнение 1

Исполнение 2

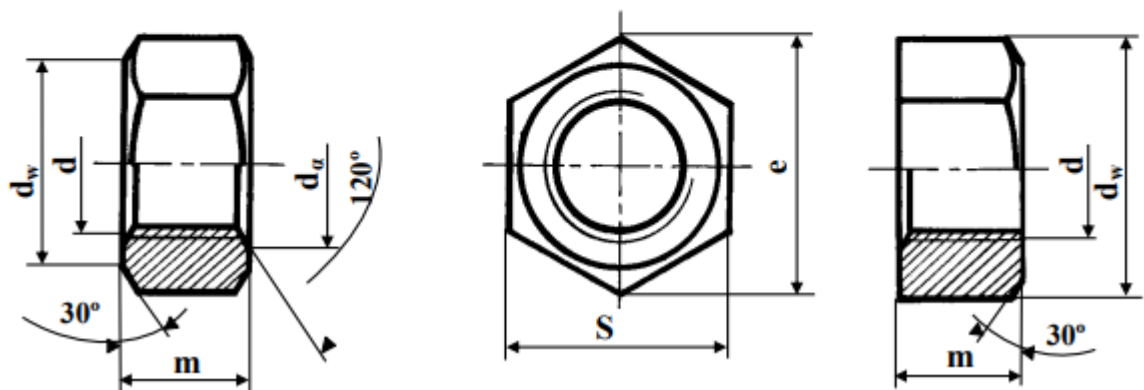


Таблица 12

Номинальный диаметр резьбы, d		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер «под ключ» S по ГОСТ 24671-84		16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
Диаметр описанной окружности, e не менее		17,6	19,9	22,8	26,2	29,6	33,0	37,3	39,4	45,2	50,9
Высота гайки m по ГОСТ 24671-81		8,4	10,8	12,8	14,8	16,4	18	19,8	21,5	23,6	25,6
d _a	не менее	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
	не более	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9	29,2	32,4
d _н , не менее		14,5	16,5	19,2	22,0	24,8	27,7	31,4	33,2	38,0	42,7

Гайки шестигранные ГОСТ 5927-70
Исполнение 1

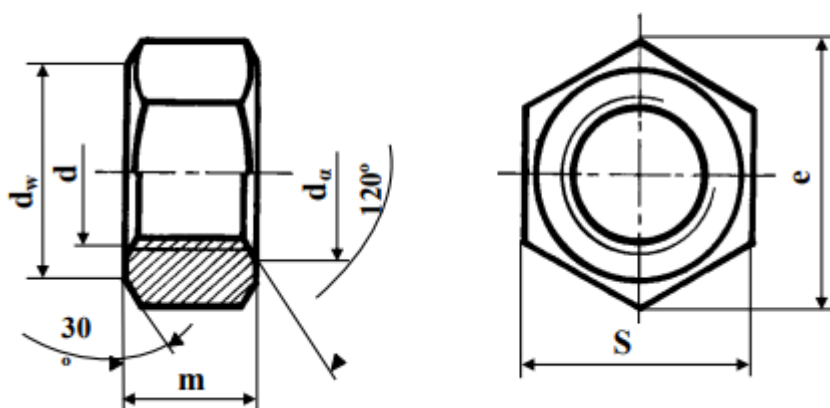


Таблица 13

Номинальный диаметр резьбы, d		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер «под ключ» S по ГОСТ 24671-84		16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
Диаметр описанной окружности, e не менее		17,8	20,0	23,4	26,8	30,1	33,5	37,7	40,0	45,6	51,3
Высота гайки m по ГОСТ 24671-81		8,4	10,8	12,8	14,8	16,4	18	19,8	21,5	23,6	25,6
d _a	не менее	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
	не более	10,8	13	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9	29,2	32,4
d _н , не менее		14,6	16,6	19,6	22,5	25,3	28,2	31,7	33,6	38,4	43,1

Шпильки с ввинчиваемым концом длиной l ГОСТ 22032-76

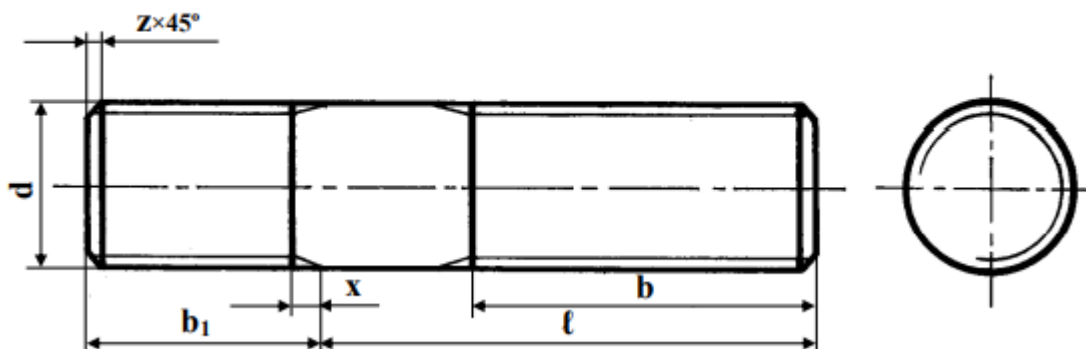


Таблица 14

Номинальный диаметр резьбы, d	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Длина ввинчиваемого резьбового конца $b_1=1d$	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Длина гаечного конца $b = 2d + 6$ при $\ell \geq$	35	38	42	48	55	60	65	70	75	85	
Фаска Z по ГОСТ 12414-66	1,6	1,6	1,62	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	

Шпильки с ввинчиваемым концом длиной 1,25 dГОСТ 22034-76

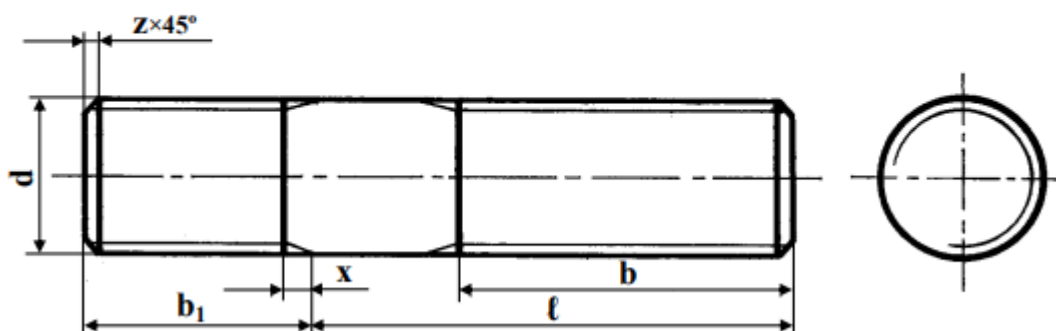


Таблица 15

Номинальный диаметр резьбы, d	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Длина ввинчиваемого резьбового конца $b_1=1,25 d$	12	15	18	20	22	25	28	30	35	38	
Длина гаечного конца $b = 2d + 6$ при $\ell \geq$	35	38	42	48	55	60	65	70	75	85	
Фаска Z по ГОСТ 12414-66	1,6	1,6	1,62	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	

Шайбы ГОСТ 11371-78

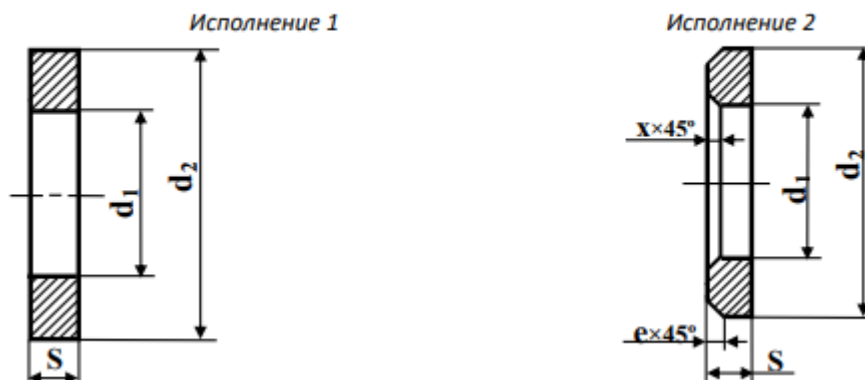


Таблица 16

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Диаметр сквозного отверстия, d_1	10,5	13	15	17	19	21	23	25	28	31
Наружный диаметр, d_2	21	24	28	30	34	37	39	44	50	56
Толщина, s	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Наружная фаска e не менее	0,50	0,60	0,60	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Внутренняя фаска x , не менее	1,00	1,25	1,25	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	2,00

Форма и размеры концов болтов и шпилек по ГОСТ 12414-66

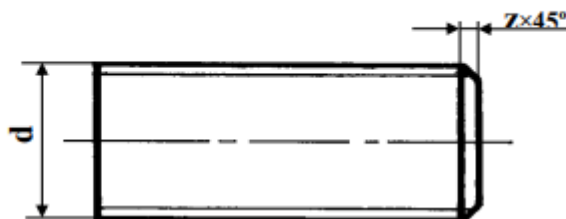


Таблица 17

d	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
z	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,4	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0

Ряд длин болтов по ГОСТ 7789-70 и ГОСТ 7805-70 1: 32, 35, 38, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125.

Ряд длин шпилек по ГОСТ 22032-76 и ГОСТ 22034-76 1: 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120.

Сбеги для наружной метрической резьбы по ГОСТ 10549-80.

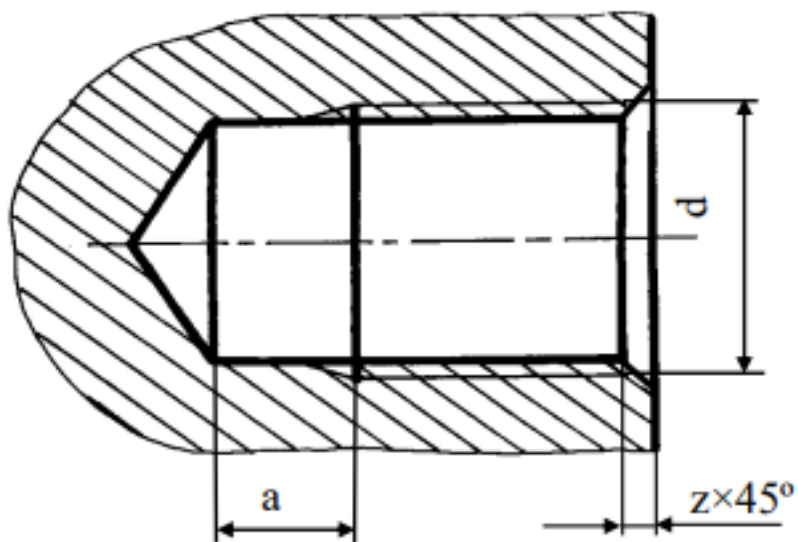


Таблица 18

Шаг P	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
Сбег $x = 1,25P$	1,6	1,9	2,2	2,5	3,2	3,8	4,5
Фаска Z	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5	2,5

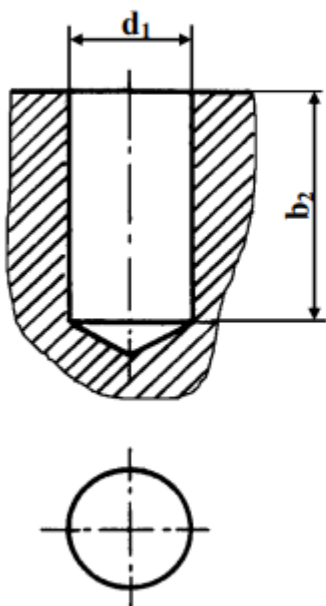
Таблица 19 - Недорезы и фаски для внутренней метрической резьбы по ГОСТ 10549-80.

Шаг P	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
Недорез	8	9	11	11	12	15	17
Фаска Z	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5	3

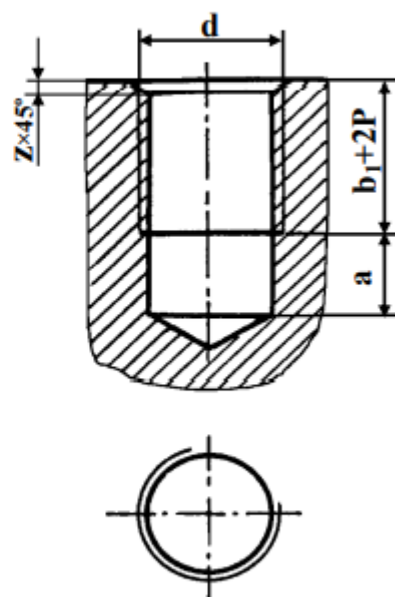


Глухое резьбовое отверстие под шпильку

Сверленное



Нарезанное



$$d_1 = d - P$$

$$b_2 = b_1 + 2P + a$$

Болты с шестигранной головкой ГОСТ 7798-70

Исполнение 1

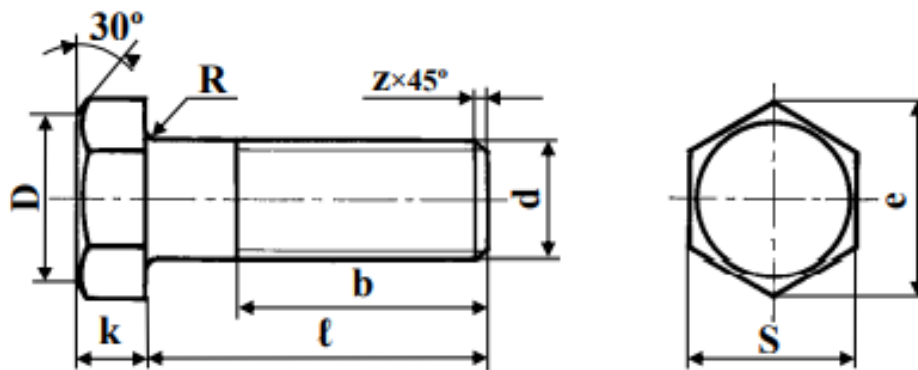
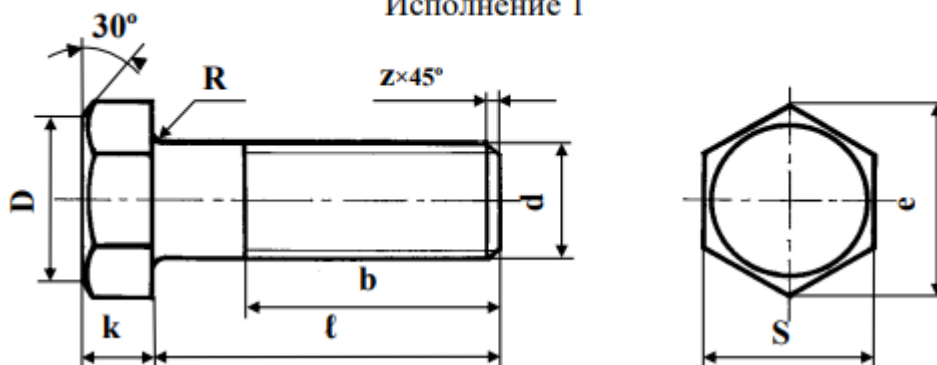


Таблица 20

Номинальный диаметр резьбы, d		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер «под ключ» S по ГОСТ 24671-84		16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
Диаметр описанной окружности, e не менее		17,6	19,9	22,8	26,2	29,6	33,0	37,3	39,4	45,2	50,9
Высота головки k по ГОСТ 24670-81		6,4	7,5	8,8	10	12	12,5	14	15	17	18,7
Радиус под головкой R по ГОСТ 24670-81	не менее	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00
	не более	0,60	1,10	1,10	1,10	1,10	1,20	1,20	1,20	1,70	1,70
Длина резьбы $b = 2d + 6$ при $l \geq$		32	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Фаска Z по ГОСТ 12414-66		1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0

Болты с шестигранной головкой ГОСТ 7805-70

Исполнение 1



Номинальный диаметр резьбы, d		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер «под ключ» S по ГОСТ 24671-84		16	18	21	24	27	30	34	36	42	46
Диаметр описанной окружности, e не менее		17,8	20,0	23,4	26,8	30,1	33,5	37,7	40,0	45,6	51,3
Высота головки k по ГОСТ 24670-81		6,4	7,5	8,8	10,0	12,0	12,5	14,0	15,0	17,0	18,7
Радиус под головкой R по ГОСТ 24670-81	не менее	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00
	не более	0,60	1,10	1,10	1,10	1,10	1,20	1,20	1,20	1,70	1,70
Длина резьбы $b = 2d + 6$ при $l \geq$		32	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Фаска Z по ГОСТ 12414-66		1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0

Контрольные вопросы:

- 1 Как изображаются резьбы?
- 2 Как обозначаются резьбы?
- 3 Как выполняют изображение резьбового соединения?
- 4 Какие детали относят к крепежным?
- 5 Как условно обозначают болт?
- 6 Как условно обозначают гайку?
- 7 Как условно обозначают шайбу?
- 8 Назовите виды разъемных соединений деталей.
- 9 Назовите виды резьбовых деталей и резьбовых соединений.
- 10 Классификация резьб.
- 11 Что такое многозаходная резьба?
- 12 Какую форму может иметь профиль резьбы?
- 13 Какой тип резьбы является основным для крепежных изделий?
- 14 На каких поверхностях нарезают резьбы?
- 15 Какой тип резьбы является основным для крепежных изделий?
- 16 Какие допускаются упрощения и условности при изображении крепежных деталей на сборочных чертежах?
- 17 Какие установлены правила изображения резьбы?
- 18 Что относят к элементам резьбы?
- 19 Как обозначают разные виды стандартных резьб?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 11

ЧЕРТЕЖИ И СХЕМЫ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Цель работы: научиться выполнять чертежи схемы электрической принципиальной (ЭЗ), перечня элементов и платы печатной, оформлять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД к оформлению и составлению чертежей.

Задания к практической работе:

Графическое задание:

На основе нормативов и правил выполнения выполнить чертежи схемы электрической принципиальной, перечня элементов и платы печатной. Задание в приложении 4.

Порядок выполнения графического задания:

Задание выполняется по образцу листа, представляющего собой схему электрическую принципиальную, выполненного на формате А3, который сопровождается спецификацией. Спецификацию вычерчивают на формате А4 и заверяют основной надписью (форма 2 по ГОСТ 2.301-68).

Алгоритм выполнения задания:

- 1 Перечертить схему электрическую принципиальную в соответствии с правилами оформления схем.
- 2 Выполнить перечень элементов на формате А4 в соответствии с правилами оформления
- 3 Заполнить основную надпись.

Оформление схем

- 1 Номенклатура и количество схем на изделие определяется особенностью изделия.
- 2 Между схемами на одно изделие должна быть установлена однозначная "связь", которая обеспечила бы возможность быстрого отыскания одних и

тех же элементов, связей или соединений на всех схемах данного комплекта.

3 Виды и типы схем необходимо определять с учетом требований ГОСТ 2.701-2008.

4 Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно.

5 Вычерчивать схемы нужно компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения. На схеме должно быть наименьшее количество изломов и пересечений линий связи. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3,0 мм. Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического изображения должно быть не менее 1,0 мм.

6 При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- условные графические обозначения, установленные в стандартах;
- прямоугольники;
- упрощенные внешние очертания;

7 При применении условных нестандартных графических обозначений и упрощений внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

8 Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения.

9 Условно графические обозначения элементов, размеры которых не установлены должны изображать в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на условное графическое обозначение.

10 Линии связи выполняют толщиной от 0,5 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений.

11 Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

12 Элементы, изображенные на схеме, должны иметь обозначения в соответствии со стандартом.

13 Для электрических цепей необходимо применять буквенно-цифровые обозначения по ГОСТ 2.710-81.

14 Перечень элементов, изображенных на схеме, помещают на первом листе схемы и оформляют в виде таблицы, рисунок 22, заполняемой сверху вниз и располагаемой над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.

The diagram shows a table with four columns. The first column is labeled 'Поз. обоз.' (Position designation) with a width of 20. The second column is labeled 'Наименование' (Name) with a width of 110. The third column is labeled 'Кол.' (Quantity) with a width of 10. The fourth column is labeled 'Примечание' (Remarks). The total width of the table is 185. The height of the table is 15. A dimension of 8 min is shown on the right side, indicating the minimum distance between the table and the main title.

Поз. обоз.	Наименование	Кол.	Примечание

Рисунок 22 – Пример таблицы перечня элементов

15 Элементы и перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений.

16 В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

17 Перечень элементов может быть выполнен в виде самостоятельного документа на формате А4. Основную надпись к ней выполняют по ГОСТ 2.104-2006.

18 Код документа должен состоять из буквы П и кода схемы, для которой выпущен перечень.

19 Например, код перечня элементов к электрической схеме - ПЭ. При этом в основной надписи (графа 1) указывают наименование изделий, а так же наименование "Перечень документов".

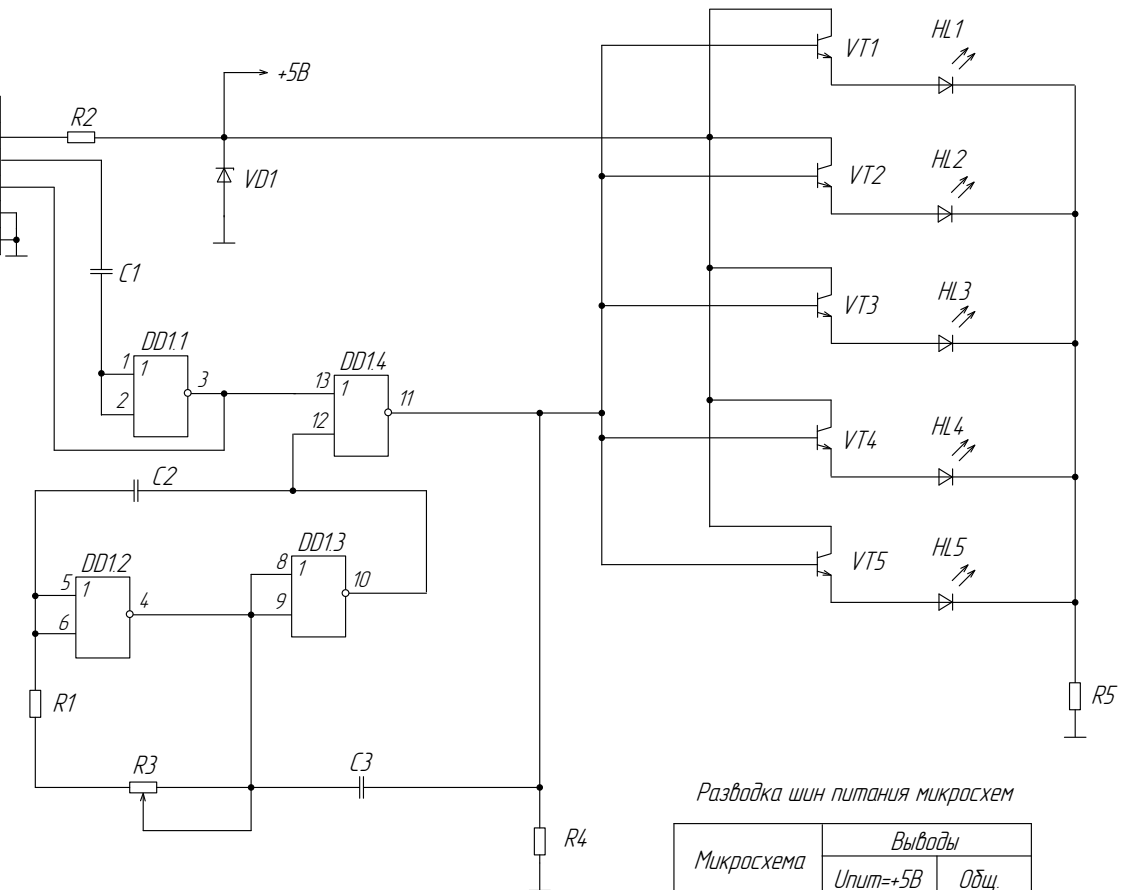
<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор переменный</p>	<p>Резистор переменный сдвоенный</p>	<p>Резистор переменный с замыкающим контактом</p>	<p>Резистор подстроечный</p>
<p>Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор</p>	<p>Конденсатор постоянной емкости</p>	<p>Конденсаторы оксидные полярный и неполярный</p>	<p>Конденсатор подстроечный</p>	<p>Конденсатор переменной емкости (КПЕ)</p>	<p>Сдвоенный блок КПЕ</p>
<p>Конденсаторы проходной и опорной</p>	<p>Катушка индуктивности, дроссель (L3 – с отводами)</p>	<p>Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 – с медным)</p>	<p>Трансформатор с тремя обмотками и электроста- тическим экраном</p>	<p>Диод, диодный мост</p>	<p>Стабилитрон (VD8 – двуханодный)</p>
<p>Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)</p>	<p>Варикапная матрица</p>	<p>Динистор (VS1), триностор (VS2, VS3), симистор (VS4)</p>	<p>Транзистор p-n-p</p>	<p>Транзистор n-p-n</p>	<p>Транзистор однопереходный</p>
<p>Транзистор полевой с p-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и p-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом</p>	<p>Фоторезистор</p>	<p>Фото- и светодиода</p>	<p>Фототранзистор</p>
<p>Оптрон резисторный</p>	<p>Оптрон диодный</p>	<p>Оптрон тиристорный</p>	<p>Оптрон транзисторный</p>	<p>Триод</p>	<p>Двойной триод</p>
<p>Пентод</p>	<p>Контакт замыкающий (выключатель)</p>	<p>Контакт размыкающий</p>	<p>Контакт переключающий</p>	<p>Геркон</p>	<p>Переключатель 2ПЗН</p>
<p>Переключатель 6П1Н</p>	<p>Переключатель 3П2Н (среднее положение – нейтральное)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные с воз- вратом в исх. положение повторным нажатием</p>	<p>Штырь и гнездо разъе- много соединителя (XW1– XW4 – коаксиального)</p>	<p>Вилка и розетка разъемного соединителя</p>

<p>Штепсель и гнездо телефонные</p>	<p>Контакты разборного и неразборного соединений</p>	<p>Переключатель контактная</p>	<p>Реле электромагнитное</p>	<p>Реле поляризованное</p>	<p>Микрофон</p>
<p>Телефон (BF5 – головной)</p>	<p>Головка громкоговорителя</p>	<p>Головка магнитная</p>	<p>Головки стереофонических электромагнитного и пьезоэлектрического звукоисполнителей</p>	<p>Гидрофон (ультразвуковой передатчик-приемник)</p>	<p>Резонатор кварцевый, пьезокерамический</p>
<p>Приборы электроизмерительные</p>	<p>Коллекторный электродвигатель постоянного тока</p>	<p>Электродвигатель асинхронный</p>	<p>Элемент гальванический, аккумуляторный, батарея элементов</p>	<p>Лампы накаливания осветительная (EL1) и сигнальная (HL1, HL2)</p>	<p>Лампы тлеющего разряда и газоразрядная осветительная</p>
<p>Датчик Холла</p>	<p>Антенны электрическая и магнитные</p>	<p>Соединение с общим проводом (корпусом), заземление</p>	<p>Ответвления линий электрической связи</p>	<p>Экранированные линии связи</p>	<p>Экран группы элементов</p>
<p>Кабель коаксиальный</p>	<p>Линии электрической связи, выполненные скрученными проводами</p>	<p>Линия электрической связи, выполненная гибким проводом</p>	<p>Линия групповой связи</p>	<p>Усилитель операционный</p>	<p>Компаратор KP554CA3 DA3</p>
<p>Таймер KP1006BI1 DA4</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>D-триггер</p>	<p>Индикатор цифровой</p>	<p>Набор резисторов DR1</p>
<p>Датчики неэлектрических величин</p>	<p>Микросхемный стабилизатор напряжения</p>	<p>Коммутатор электронный</p>	<p>Усилитель</p>	<p>Аттенуаторы с постоянным и регулируемым затуханием</p>	<p>Генератор</p>
<p>Преобразователь</p>	<p>ФНЧ (Z1), ФВЧ (Z2), полосовой (Z3) и режекторный (Z4) фильтры</p>	<p>Линии задержки: общее обозначение (DT1), с сосредоточенными (DT2) и распределенными (DT3) параметрами</p>	<p>Направление передачи сигнала</p>	<p>Поток цифровых данных</p>	<p>Линии механической связи элементов</p>

<i>Прз. одоз.</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол</i>	<i>Примечание</i>
	<i>Конденсаторы</i>		
<i>C1</i>	<i>K50-6-6,3B-510мкФ±10%</i>	<i>1</i>	
	<i>AЖЯР.673.54.1.005 ТУ</i>		
	<i>Микросхемы</i>		
<i>DD1</i>	<i>K561ЛЕ5 ДКО.348.457-05 ТУ</i>	<i>1</i>	
	<i>Светодиоды</i>		
<i>HL1...HL8</i>	<i>AЛ307БМ аА0.336.076ТУ/04</i>	<i>8</i>	
	<i>Резисторы</i>		
	<i>МЛТ ОЖ0467081 ТУ</i>		
<i>R1,R2</i>	<i>МЛТ-0,125-10кОм±5%</i>	<i>2</i>	
	<i>Стабилитрон</i>		
<i>VD1</i>	<i>КС133А СМ3.362.812 ТУ</i>	<i>1</i>	
	<i>Транзисторы</i>		
<i>VT1...VT8</i>	<i>КТ315А ЖК3.365.200 ТУ</i>	<i>8</i>	
<i>ДП.09.02.01.22.105 ЭЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>
<i>Разраб.</i>		<i>ФИО</i>	<i>Дата</i>
<i>Проб.</i>		<i>Мысова А.Е.</i>	
<i>Т. контр.</i>		<i>Ламтев А.А.</i>	
<i>Н. контр.</i>		<i>Мысова А.Е.</i>	
<i>Утв.</i>		<i>Венедиктова М.Н.</i>	
<i>Металлоискатель</i>		<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>
<i>Схема электрическая</i>		<i>У</i>	<i>Масштаб</i>
<i>принципиальная</i>		<i>Лист</i>	<i>Листов 1</i>
		<i>МГЭТ</i>	
		<i>зр. КСК-21н</i>	

Схема для выполнения чертежа схемы электрической принципиальной

Цель	Num
Упит	2
GB1	1
L11	3
L12	4
Общ	5

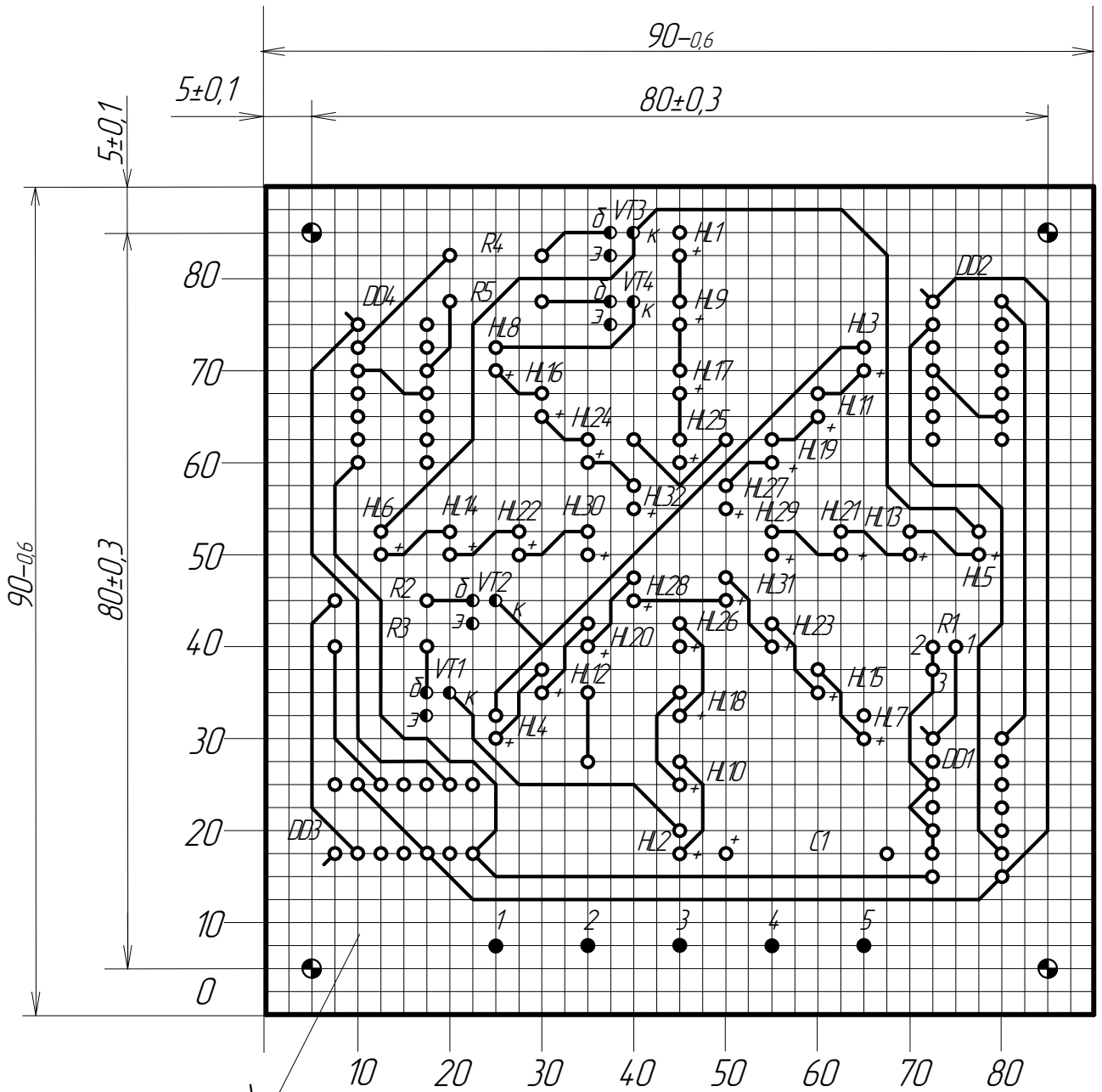


Разводка шин питания микросхем

Микросхема	Выходы	
	Упит=+5В	Общ.
DD1	14	7
DD2	16	8

Задание для выполнения чертежа платы печатной

Слой 1



Ди. Фк.
п.8

Список использованных источников

1. Куликов В.П. Инженерная графика: учебник /В.П. Куликов. - М.:КНОРУС,2019.
- 2.Боголюбов С.К. Инженерная графика: учебник / С.К. Боголюбов-М.: Машиностроение,2009.
- 3.Куликов В.П.,Кузин А.В.Инженерная графика: учебник /В.П. Куликов, А.В.Кузин-5-е изд.-М.:ФОРУМ: ИНФРА-М,2014.
- 4.Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Сборник заданий по инженерной графике : учебное пособие / Б.Г. Миронов , Р.С.Миронова -6-е изд.-М.: Высшая школа, 2008.
5. ГОСТ 2.104 – 2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи.
6. ГОСТ 2.302 – 68. Единая система конструкторской документации. Масштабы.
7. ГОСТ 2.321 – 84. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные.
8. ГОСТ 2.109 – 73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам.
9. ГОСТ 2.301 – 68. Единая система конструкторской документации. Форматы.
10. ГОСТ 2.307 – 2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений.
11. ГОСТ 2.701 – 2008. Единая система конструкторской документации. Схемы.
12. ГОСТ 2.710 – 81. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.