

**Национальный исследовательский технологический  
университет «МИСиС»**

Институт ИТАСУ

Кафедра инженерной графики и дизайна

Дербенева О.Л.

## **ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

### **КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Горные специальности

(заочная форма обучения 1 семестр)

2015

**Инженерная графика** — дисциплина, необходимая для подготовки инженеров всех специальностей, обучает методам изображения предметов и общим правилам черчения. Для инженера изучение этих вопросов является не самоцелью, а средством проектирования, а также разработки и выполнения конструкторской документации, в том числе с применением автоматизации.

**Начертательная геометрия** является теоретической основой построения технических чертежей, которые представляют собой полные графические модели конкретных инженерных изделий.

**В результате изучения курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика» студент должен знать и уметь:**

изображать пространственные формы в прямоугольных проекциях;  
читать изображения предметов на комплексном чертеже;  
уметь наносить размеры изображаемых предметов;  
выполнять эскизы деталей и их измерений;  
выполнять чертежи в соответствии со стандартами ЕСКД;  
пользоваться стандартами и справочными материалами.

### **Содержание курса**

#### **1. Начертательная геометрия**

1. Метод проецирования. Параллельное и прямоугольное проецирование и его свойства. Обратимость чертежа. Образование чертежа на двух и трех плоскостях проекций. Комплексный чертеж Монжа.
2. Точка, прямая, плоскость в прямоугольных проекциях. Определение длины отрезка и углов его наклона к плоскостям проекций. Принадлежность точек и линий плоскости. Конкурирующие точки.
3. Плоские и пространственные кривые линии. Особые точки. Касательная и нормаль к кривой. Изображение окружности на чертеже.
4. Поверхность. Определение и образование.
5. Изображение геометрических фигур: многогранников, цилиндров, конусов, сферы, тора.
6. Перпендикулярность прямой и плоскости в проекциях.
7. Позиционные задачи на пересечение. Алгоритмы их решения. Пересечение геометрических фигур: пересечение прямой с плоскостью и другими геометрическими фигурами, взаимное пересечение плоскостей, сечение поверхностей вращения плоскостями частного положения, пересечение поверхностей (применение секущих плоскостей частного положения).
8. Способы преобразования проекций. Замена плоскостей проекций. Плоскопараллельное перемещение. Применение способов преобразования к решению метрических задач: определение расстояний, углов и размеров плоских фигур.
9. Понятие о развертках.
10. Аксонометрические проекции. Образование. Виды. Коэффициенты искажения. Прямоугольные изометрическая и диметрическая проекции.

#### **2. Инженерная графика**

1. Инженерная графика, ее задачи и место при выполнении чертежей.
2. Построение очертаний и обводов технических форм. Основные стандарты оформления чертежей - форматы, линии, шрифты, основная надпись. Техника нанесения размеров.
3. Изображение - виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции. Нанесение размеров формы и размеров положения формы.
4. Изображение геометрических фигур и деталей.

5. Изображения и обозначения резьбы и резьбовых деталей.
6. Изображения и обозначения соединений.
7. Выполнение эскизов деталей и сборочных чертежей с натуры. Составление спецификации.
8. Чтение сборочного чертежа. Выполнение чертежа детали по заданным чертежам сборочных единиц.

#### **Список рекомендуемой литературы.**

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя. т.1,2,3. М., 2001.
2. Бабулин Н.Н. Построение и чтение машиностроительных чертежей: М., Высшая школа, 2003.
3. Вышнепольский И. С. Техническое черчение: М., Высшая школа, 2001.
4. Государственные стандарты ЕСКД.
5. Крылов Н. Н. Начертательная геометрия :.-М.: Высшая школа, 2010. -224с.
6. Ломоносов Г.Г. Инженерная графика: Учеб. для вузов/Г.Г.Ломоносов.- М.: Недра, 1984.- 287с.:ил.
7. Ломоносов Г.Г., Арсентьев А.И., Гудкова И.А. и др. Горно-инженерная графика:- М.: Недра, 1976.— 263с.
8. Миронов Б.Г., Инженерная и компьютерная графика.- М.:Высшая школа,2007, -279с.
9. Попов Г. Н., Алексеев С. Ю.Машиностроительное черчение: М., /Справочник /, 1996.
10. Романычева Э.Т., Иванова А.К. и др. Инженерная и компьютерная графика: М., Высшая школа, 1996.
11. Филькенштейн, Эллен "AutoCAD 2010 & AutoCAD LT 2010: Bible: Пер. с англ.-М. : Издательский дом Вильямс, 2010.-1360с.
12. Чекмарёв А. А.Справочник по машиностроительному черчению: М., Высшая школа, 2000.
13. Чекмарёв А.А., Верховский А.В., Пузиков А.А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика: М., Высшая школа, 2001.

#### **Основные требования к контрольным работам, экзамену и зачёту**

Студент допускается к сдаче экзамена или зачёта по дисциплине только после представления графических контрольных работ (форматы А4,А3,А2,А1, ватман, миллиметровка), выполненных дома **по варианту**, соответствующему последней цифре студенческого билета.

Графические работы сшиваются в папку формата А3.

Перед решением каждой задачи студент изучает соответствующий материал по учебнику, решает задачу на черновике и после этого оформляют задание чертежом. Формат листов чертежной бумаги для контрольной работы обычно принимают А3 (297х420) по ГОСТ 2.301-68. Построения выполняют (в основном) в масштабе 1:1.

На каждом листе чертят рамку с полем 20 мм слева (на подшивку) и 5 мм по трем остальным сторонам. В правом нижнем углу выполняют основную надпись по указанию кафедры. Рекомендуемая надпись для листов, кроме первого, приведена на **рис.3**. Работу выполняют карандашом, чертежными инструментами с соблюдением требований ГОСТ 2.303-68 к линиям чертежа. Толщину основной линии рекомендуется выдерживать 0,8...1 мм. В работах по начертательной геометрии допускается обводка результатов выполненных построений цветным фломастером. По согласованию с кафедрой допускается оформление работ с помощью современных технических средств, **если студент пользуется ими самостоятельно**. С их помощью выполняют работы в компьютерной графике(AutoCAD2004-2006).

Студент должен ответить на вопросы преподавателя, относящиеся к своим выполненным графическим работам. Преподаватель засчитывает работу после собеседования по ней со студентом, указывает дату и ставит подпись.

После этого студент **допускается** к сдаче экзамена или зачёта, который выполняется карандашом на листе формата А3. Итогом работы по начертательной геометрии является, как правило, экзамен, по инженерной графике — зачет с оценкой.

На экзамене выполняются графические работы аналогичные домашнему заданию, поэтому следует приносить лист чертежной бумаги формата А3 и чертежную оснастку (линейку, угольник, циркуль, карандаш, резинку). Не забывать зачетную книжку.

**Экзамены проходят в период экзаменационной сессии в дни и часы по расписанию.**

В учебном году кафедры проводят консультации для студентов-заочников по утвержденному расписанию. Обычно в эти же часы можно сдавать экзамены или зачеты, записавшись предварительно по указанию кафедры

### **Контрольная работа №1**

#### **Геометрические построения.**

**Задание 1. Титульный лист.** Ватман, формат А3. Пример оформления рис1. Шрифты чертёжные ГОСТ 2.304-81. Шрифт тип Б, с наклоном 75°.

Рис.1

*НИТУ "МИСИС"*  
*ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ*

*кафедра ИГиД*

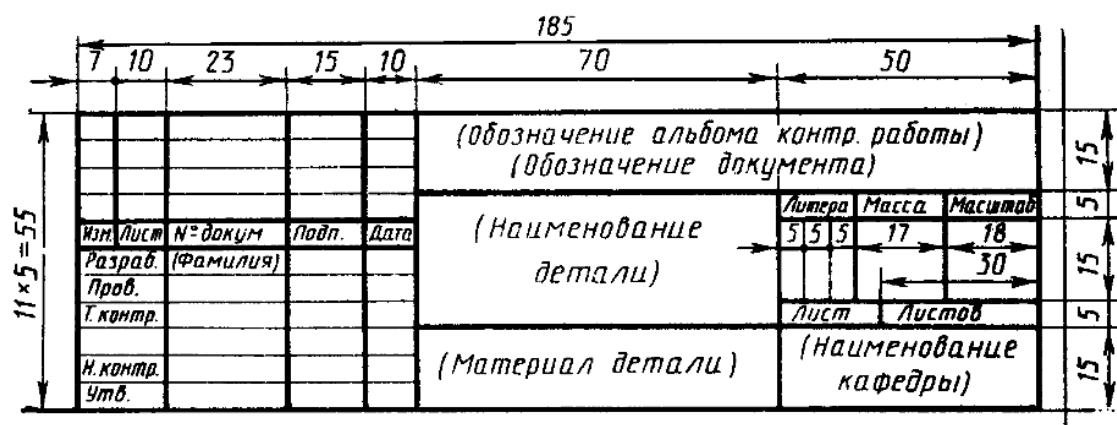
***ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ***

*Студента гр. ГМ-14 Попова А.В.*

*Проверил: Дербенева О.Л. Оценка:*

*2014*

Рис. 3 Основная надпись для рабочих чертежей



**Задание 2. Пластина.** Тема работы - «Нанесение размеров на чертежах». Ватман, формат А3, компьютерная графика (карандаш). В каждом варианте дано по два примера. Считать сторону клетки равной 5 мм. ГОСТ 2.307-68-нанесение размеров и предельных отклонений. Пример оформления - рис.5. Варианты заданий взять по рис.6.

Рис.5 Пример оформления задания 3 «Пластина»

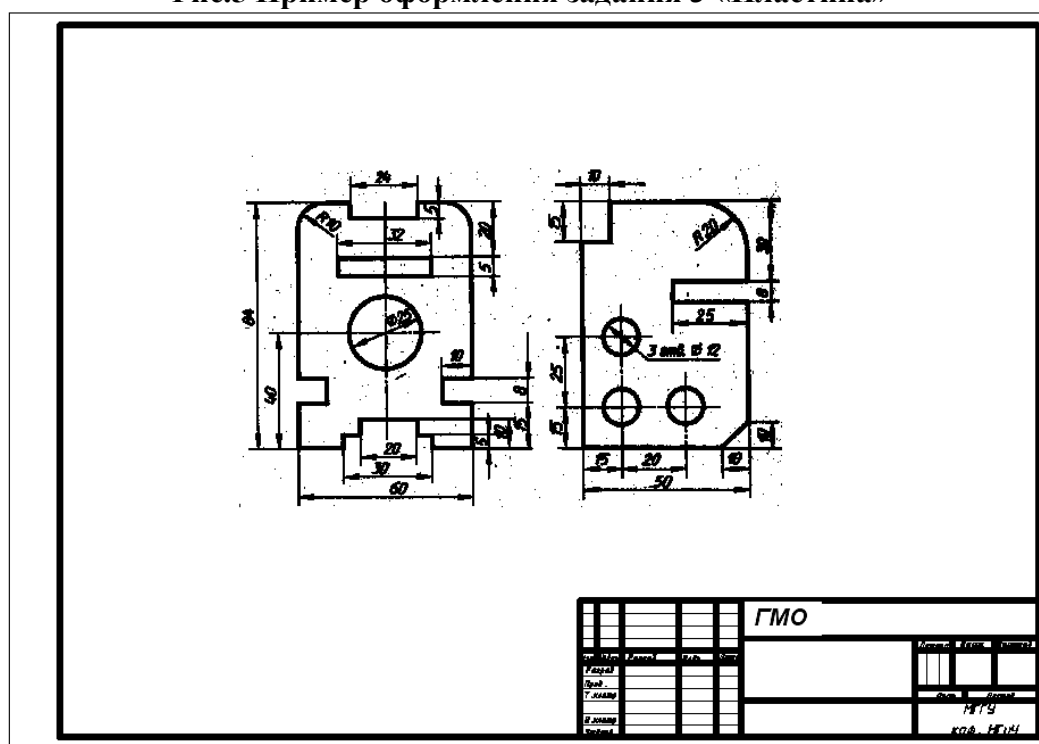
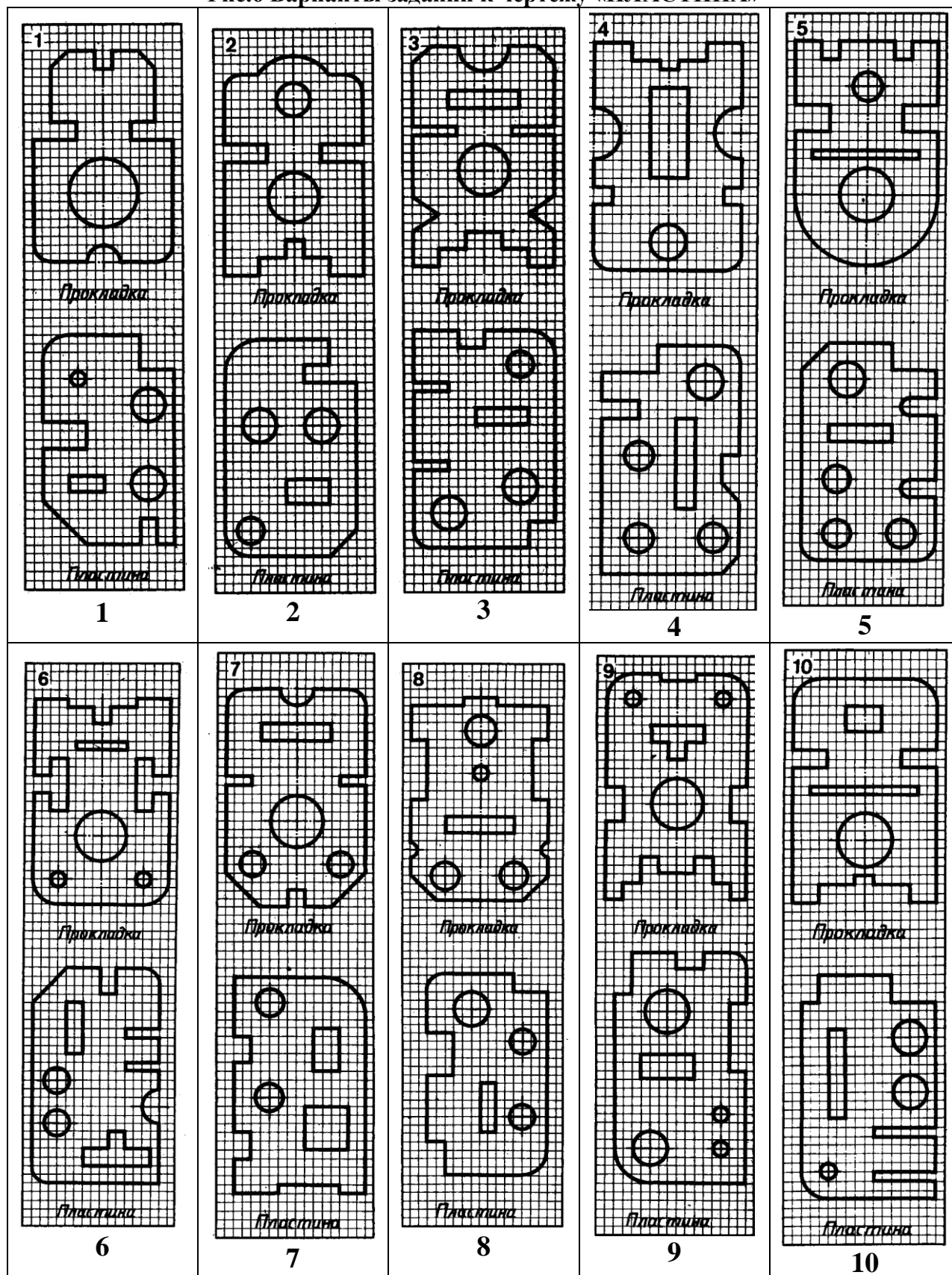


Рис.6 Варианты заданий к чертежу «ПЛАСТИНА»



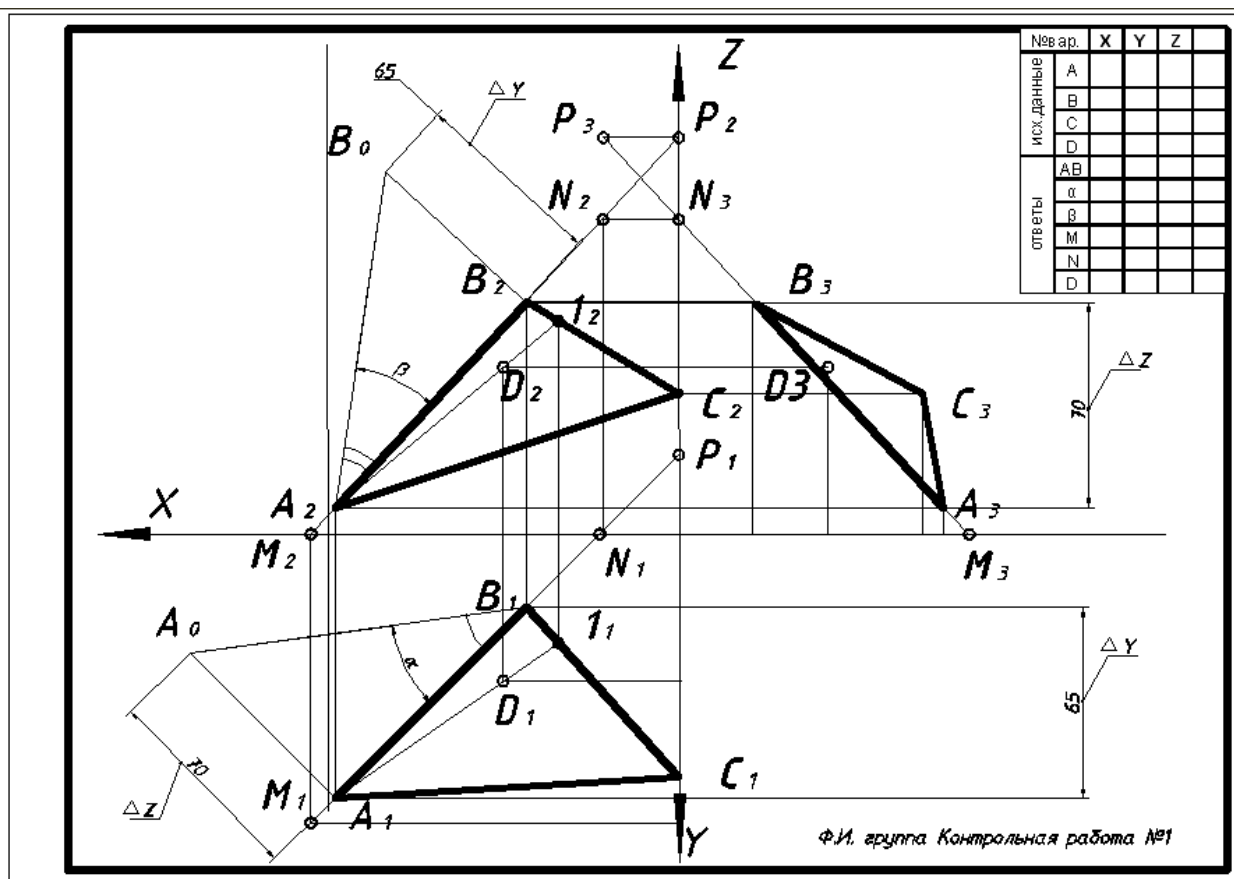
## Начертательная геометрия

### Задание 3. Комплексный чертеж точки, прямой

Миллиметровка, формат А3, карандаш. Задан треугольник ABC. Точка D принадлежит плоскости треугольника. Определить: 1. недостающие проекции точки D (X,Y,Z); 2. Натуральную величину AB; 3. Углы наклонения AB к плоскостям  $\pi_1$ -  $\alpha$  и к  $\pi_2$ -  $\beta$ ; 4. Фронтальный след прямой AB- N (X,Y,Z), горизонтальный след AB- M(X,Y,Z), профильный след AB- P(X,Y,Z). Пример

#### Варианты заданий и пример оформления к контрольной работы

№вар.	А			В			С			D	
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	60	50
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	55	52
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	50	54
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	45	56
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	40	40
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	35	42
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	30	44
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	25	36
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	20	48
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	29	40
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	35	40
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	40	52
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	42	54
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	48	56
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	52	58
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	56	60
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	61	50
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	70	45
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	75	48
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	80	60
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	61	55
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	82	50
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	80	45
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	55	75
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	60	60
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	53	65
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	48	60
28	68	110	85	140	19	36	14	55	0	80	75
29	70	110	85	135	20	35	20	50	5	75	70
30	65	105	80	130	18	30	10	45	3	70	65



M-горизонтальный след прямой AB;

N-фронтальный след прямой AB;

P-профильный след прямой AB;

$\alpha$ -угол между  $\pi_1$  и AB;

$\beta$ - угол между  $\pi_2$  и AB;

$A_2B_0$  и  $B_1A_0$ -натуральная величина AB.

**Задание 4. Точка, прямая, плоскость.** Миллиметровка, формат A3, карандаш.

Задача №1. Дан треугольник ABC и точка D. Определить: 1. расстояние от D до ABC; 2. построить плоскость параллельную ABC и отстоящую от неё на 50 мм. Варианты заданий к задаче №1 взять по **рис 7**.

Задача №2. Построить линию пересечения треугольника PKN и параллелограмма EFSM (параллелограмм задан тремя точками- EFS), определить видимость сторон элементов. Координаты вершин взять по **рис.8**. Пример оформления см. **рис.9**. Основная надпись- см. **рис.10,б**.



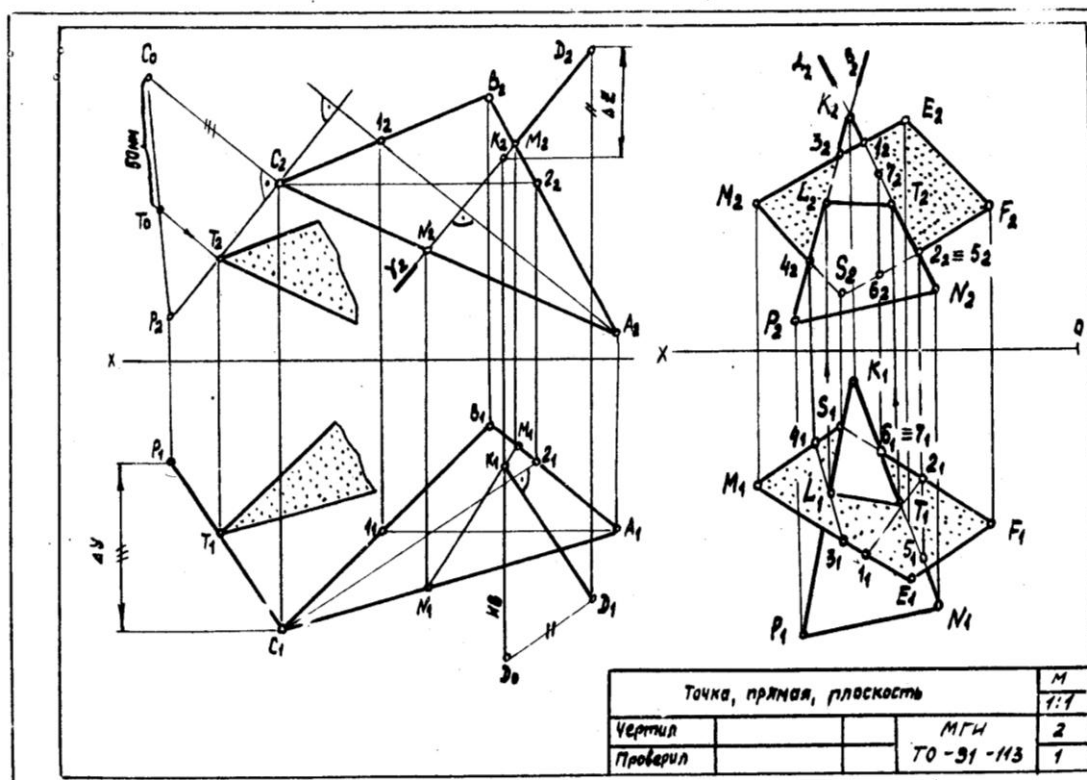
Рис.7 Варианты заданий к задаче №1

№вар.	А			В			С			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	160	105	80	70	30	110	20	75	15	40	105	110
2	150	40	80	80	120	120	29	80	40	20	20	130
3	160	90	100	90	20	10	30	130	100	130	130	10
4	40	90	30	90	45	120	150	120	90	50	110	120
5	140	110	75	80	35	105	30	80	20	35	100	110
6	190	90	120	20	30	80	130	150	10	30	140	150
7	150	60	20	60	30	130	20	140	60	120	120	120
8	170	40	30	120	0	60	40	90	70	180	130	130
9	120	130	40	90	40	100	10	20	20	40	140	120
10	170	80	20	80	20	20	30	120	120	150	20	120

Рис.8 Варианты заданий к задаче №2

№вар.	N			P			K			E			F			S		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	35	85	20	80	100	10	100	15	85	55	75	75	20	50	45	90	20	20
2	30	100	30	90	70	15	70	5	90	60	80	80	25	60	45	85	25	20
3	30	95	25	90	75	15	70	10	85	55	80	80	20	60	45	80	25	20
4	30	85	35	90	75	20	70	10	85	50	75	85	15	55	50	75	20	25
5	40	30	30	60	90	105	100	40	40	50	30	85	10	65	60	70	85	30
6	20	80	15	85	95	10	65	15	90	50	75	75	15	50	45	85	20	20
7	20	70	25	90	90	10	65	10	85	55	75	75	20	50	45	90	20	20
8	35	75	30	90	60	20	10	20	100	45	70	90	10	50	55	70	15	30
9	90	10	10	30	60	60	65	85	80	75	20	70	115	55	50	55	75	15
10	40	80	25	100	40	40	15	10	100	45	65	95	10	45	60	70	10	35

Рис.9 Пример оформления задания № 4 «Точка, прямая, плоскость»



**Задание 5. Перемена плоскостей проекций.** Миллиметровка, формат А3, карандаш. Задана пирамида. Основание ABC, вершина-S. Определить: 1.Площадь треугольника ABC(мм); 2.Натуральную величину ребра AS; 3. Высоту пирамиды-H; 4.Двугранный угол при ребре AB( $\alpha^\circ$ ); 5.Расстояние между скрещивающимися прямыми AB и CS (MN). Ответы свести в таблицу (см. пример оформления **рис.10,г**). Варианты заданий взять и пример оформления - по **рис.10(а,б,в,г)**. Задачи решить способом перемены плоскостей проекций.

**Рис.10(а) Форма таблицы к листу «Перемена плоскостей проекций».**

Исх. данные	Н.вар.	X	Y	Z
	S			
	A			
	B			
	C			
Ответы	SABC			
	H			
	AS			
	$\alpha$			
	MN			

**Рис.10(б) Форма основной надписи для чертежей к заданиям № 4-5**

185

0 17 50 65 75 155

3x6=18

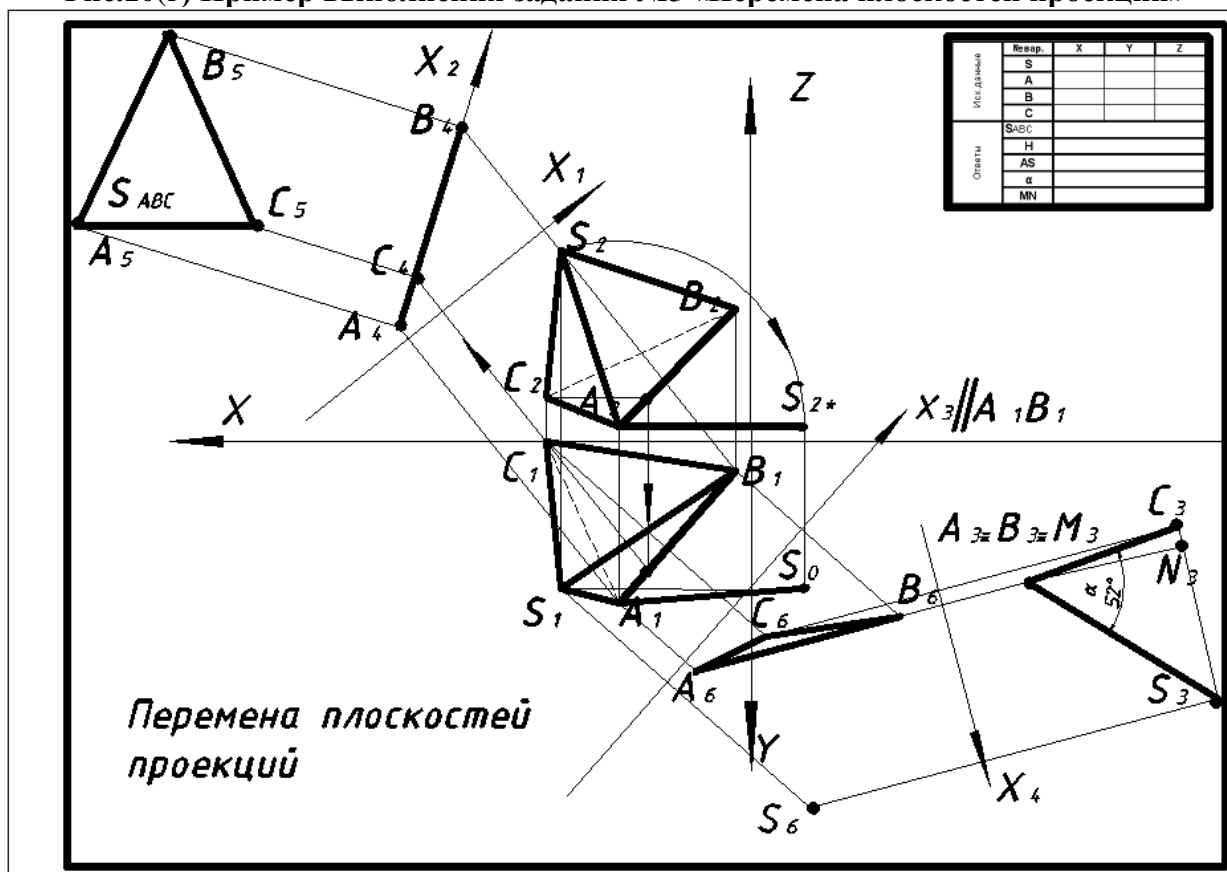
Разраб.  
Провер.  
Утверд.

Фамилия Подпись Дата Наименование работы Группа

Рис.10(в) Варианты заданий к работе «Перемена плоскостей проекций»

№ вар.	S			A			B			C		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	65	65	5	45	5	55	5	45	10	70	15	0
2	35	60	5	65	0	20	0	50	60	10	10	0
3	55	10	50	35	60	35	5	25	10	60	30	5
4	10	0	15	80	20	10	45	0	70	0	45	40
5	70	65	55	40	5	55	0	50	10	65	20	0
6	70	50	5	75	15	50	35	0	0	10	45	20
7	60	45	55	75	25	0	30	15	50	10	50	20
8	75	20	25	45	20	60	0	10	20	60	65	30
9	75	25	10	60	65	20	45	10	60	5	10	20
10	60	10	20	45	15	55	0	5	25	60	60	10
11	20	50	45	10	20	10	55	50	10	80	0	60
12	65	0	40	75	20	0	5	10	15	55	50	30
13	75	55	65	45	55	5	5	10	50	70	0	20
14	70	45	0	80	0	20	10	15	10	60	30	50
15	65	50	65	45	55	5	5	10	45	70	0	15
16	35	5	60	65	20	0	0	60	50	10	0	10
17	55	50	10	35	35	60	5	10	25	60	5	30
18	10	15	0	80	10	20	45	70	0	0	40	45
19	70	55	65	40	55	5	0	10	50	65	0	20
20	70	5	50	75	50	15	35	0	0	10	20	45
21	60	55	45	75	0	25	30	50	15	10	20	50
22	75	25	20	45	60	20	0	20	10	60	30	65
23	75	10	25	60	20	65	45	60	10	5	20	10
24	60	20	10	45	55	15	0	25	5	60	10	60
25	20	45	50	10	10	20	55	10	50	80	60	0
26	65	45	0	75	0	20	5	15	10	55	30	50
27	75	65	55	45	5	55	5	50	10	70	20	0
28	75	50	10	80	15	55	40	0	5	15	45	25
29	70	0	45	80	20	5	10	10	20	55	50	35
30	65	50	65	45	55	5	5	10	45	70	0	15

Рис.10(г) Пример выполнения задания №5 «Перемена плоскостей проекций»



## Задание 6. Построение линии пересечения поверхностей.

Ватман, формат А3, карандаш (возможна компьютерная графика). Проекция линий пересечения построить по точкам: **1 вариант (рис.11)** - способом вспомогательных секущих плоскостей; **2 вариант (рис.12)** - способом вспомогательных секущих сфер. В первую очередь определить характерные точки - это точки, принадлежащие очеркам поверхностей и их экваторам, наивысшие и низшие точки. Вспомогательные секущие поверхности (плоскости или сферы) выбирают так, чтобы они пересекали поверхности по наиболее простым линиям (прямые или окружности). Обозначить вспомогательные секущие поверхности и проекции точек линии пересечения. Построенные точки плавно соединить с учётом их видимости. Варианты заданий взять по рис.11 и рис.12. Пример оформления – на рис.13.

Рис.11 Варианты заданий на способ вспомогательных секущих плоскостей

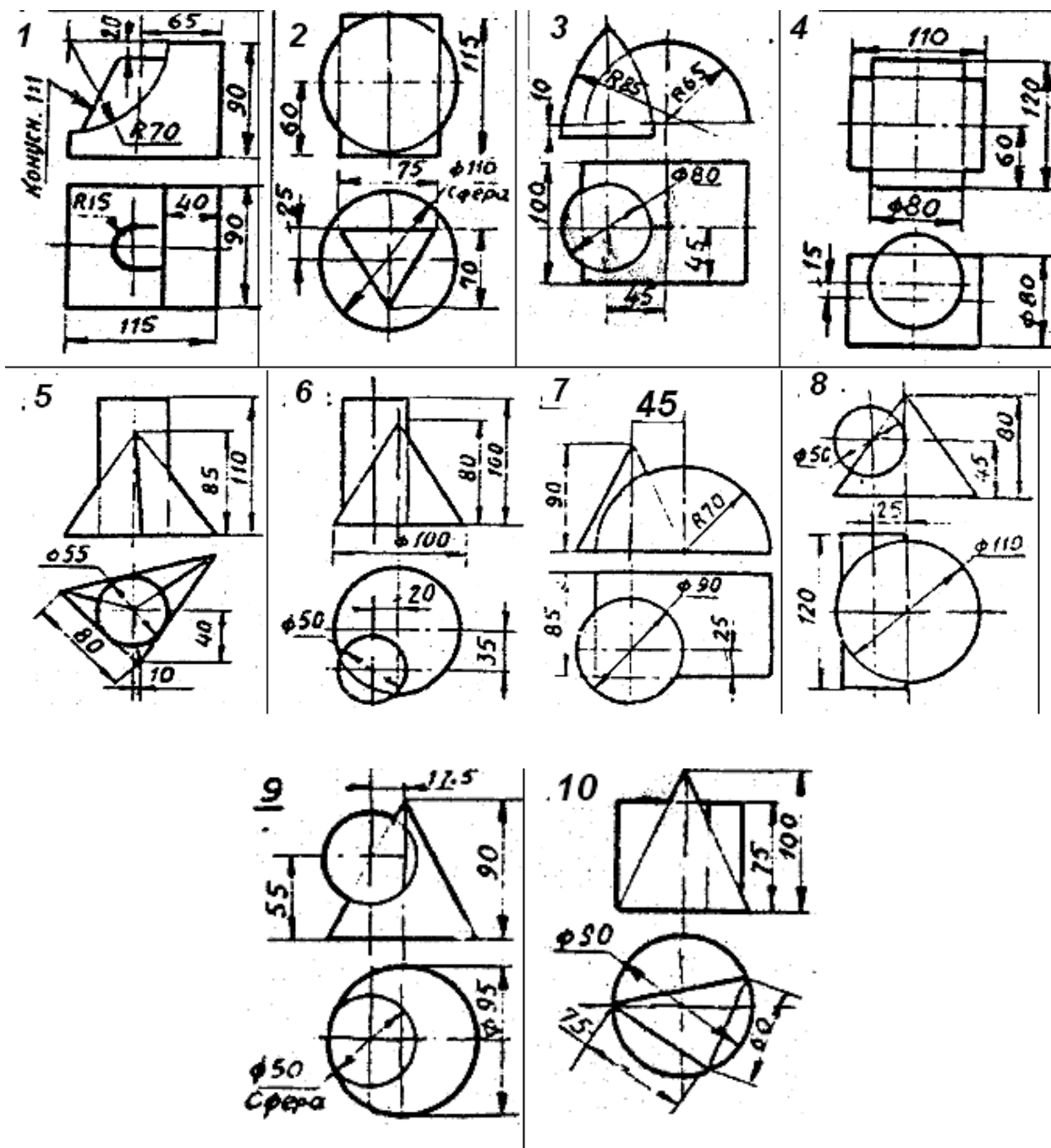
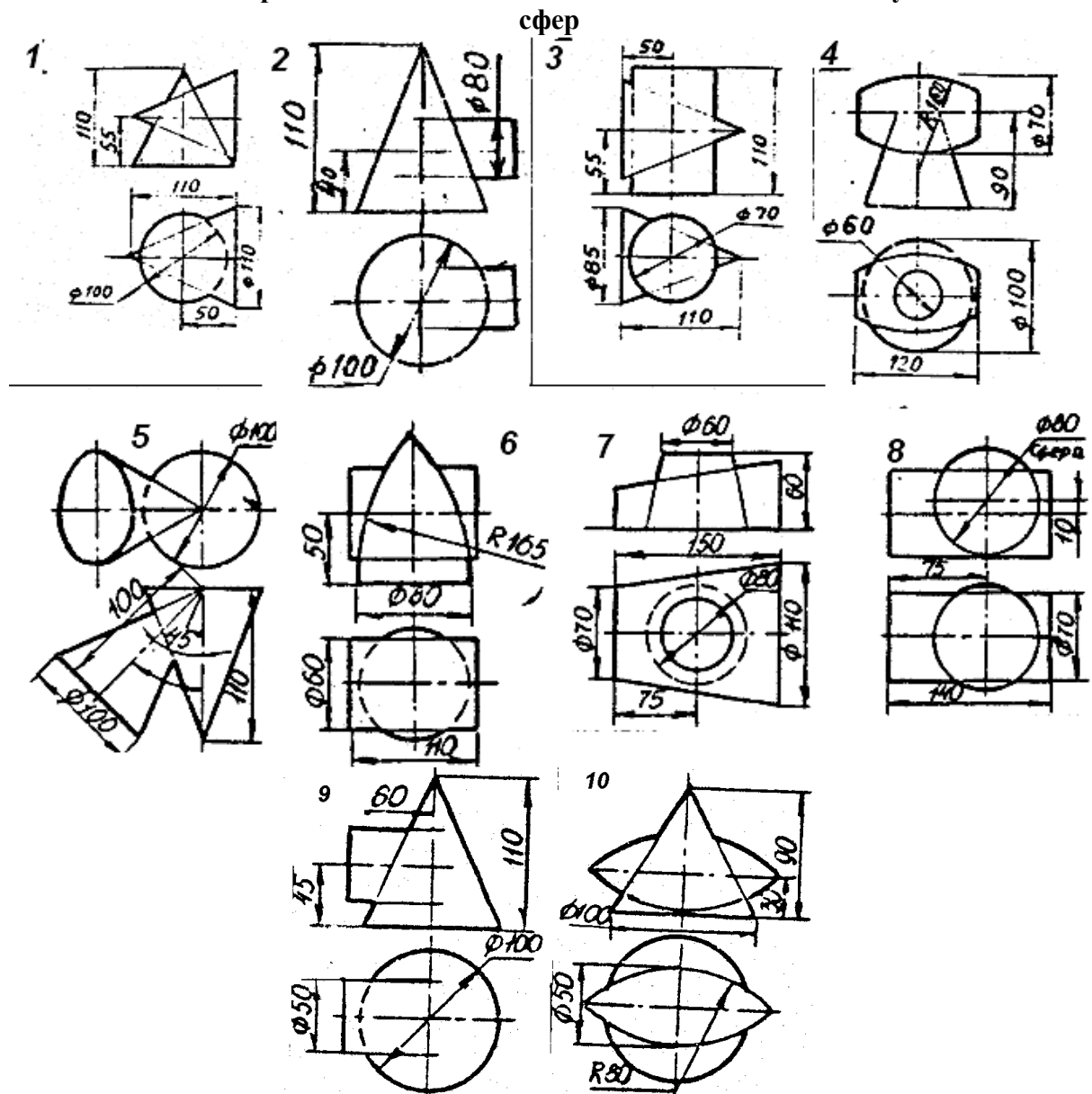


Рис.12 Варианты заданий на способ вспомогательных секущих



### Задание 7. Построение линии пересечения поверхности

**ПЛОСКОСТЬЮ.** Ватман, формат А3, карандаш (рис.14,15). Плоскость, не проходящая через его вершину, пересекает конус по окружности, эллипсу или параболе, если она расположена по одну сторону от вершины, и по гиперболе, если она пересекает его по обе стороны от вершины. Перед выполнением задания устанавливают, какие линии получаются при пересечении конуса с плоскостью. Горизонтальную проекцию линии пересечения строят по точкам. При этом обязательно отмечают характерные точки, например большую и малую оси эллипсов, точки касания кривых проекций очерков, вершины кривых, точки на границах видимости. Построив ряд точек, соединяют их плавной линией и обводят по лекалам, желательно цветным фломастером или карандашом. При обводке особое внимание следует обратить на форму кривой. Следы вспомогательных секущих плоскостей и точки линий пересечения следует обозначить, вспомогательные линии построений — сохранить.

Рис.13 Пример построения линии пересечения поверхностей.  
Способ вспомогательных секущих плоскостей  
(задание №6 выполняется на 2 листах)

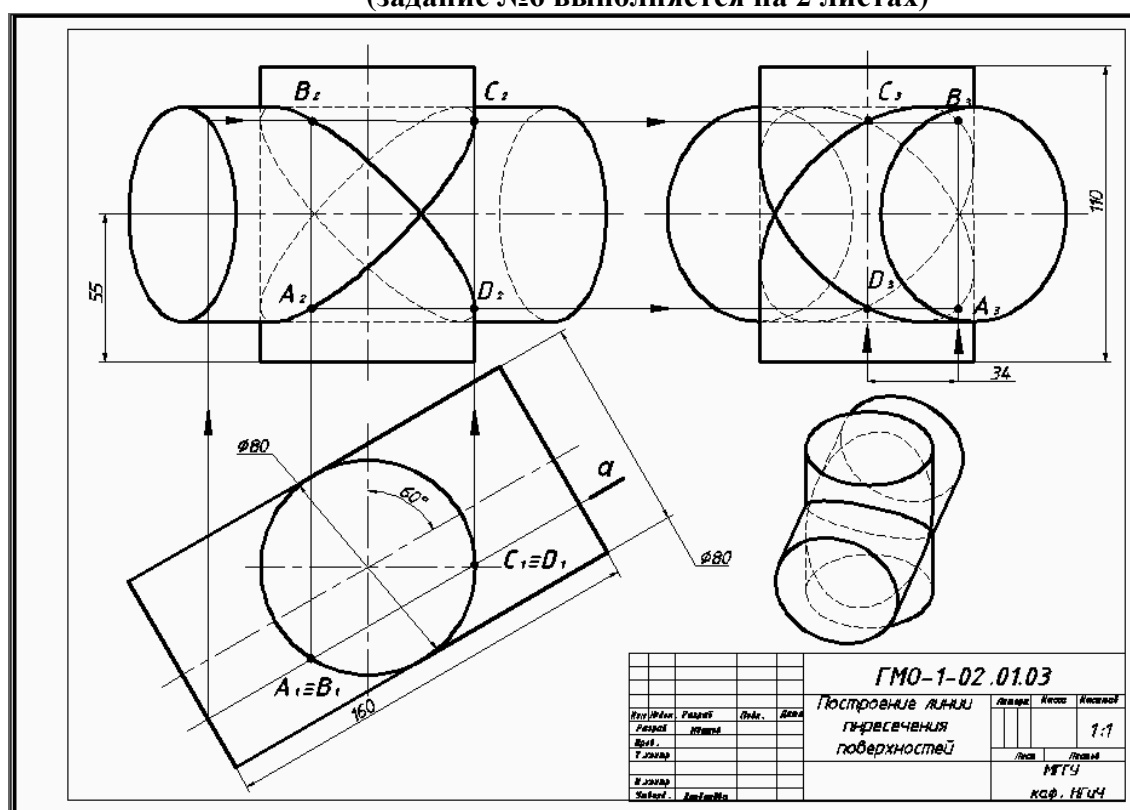
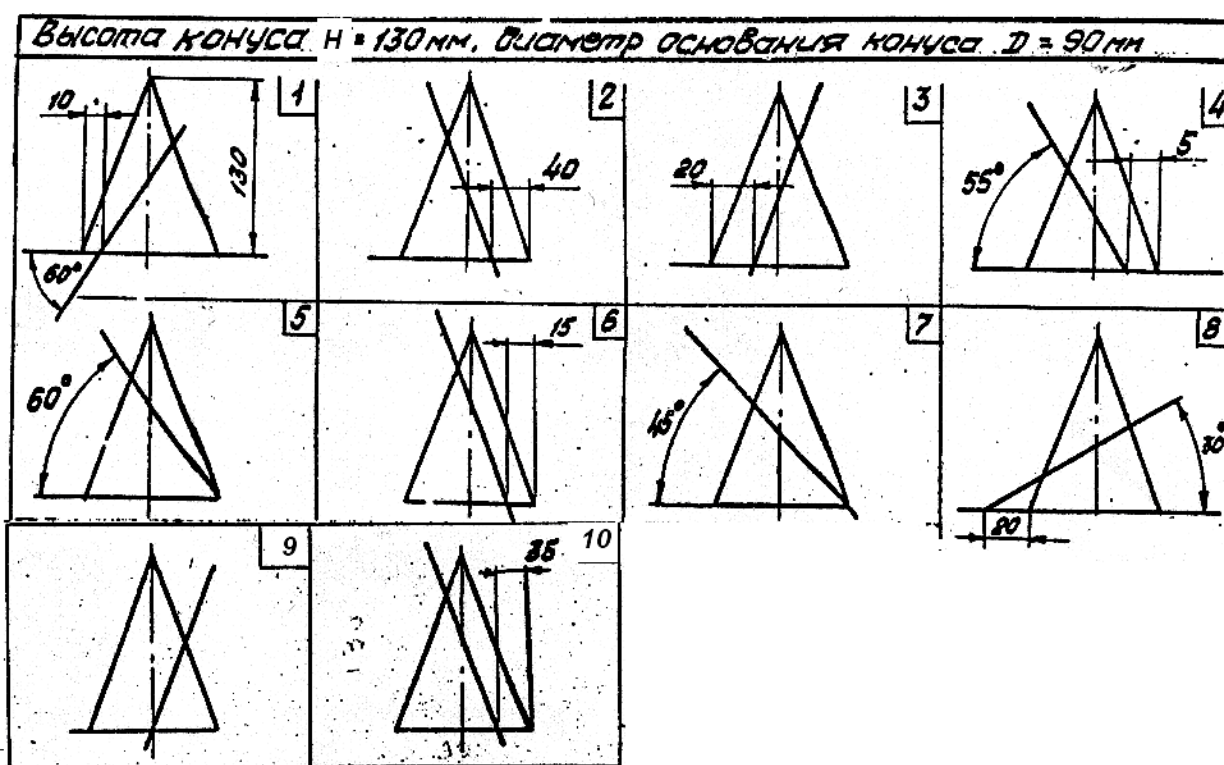
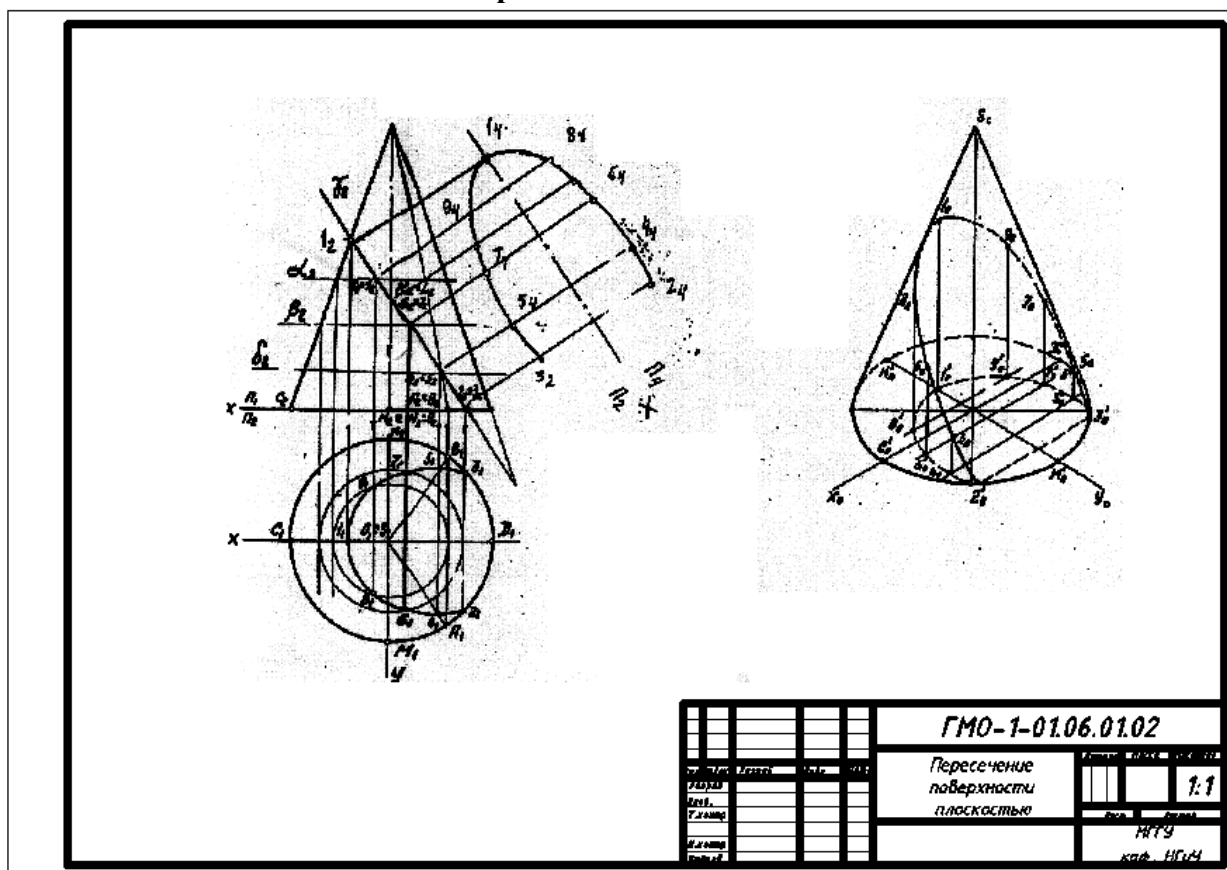


Рис.14 Варианты к заданию №7 «Построение линии пересечения поверхности плоскостью»



**Рис.15 Пример оформления задания №7 «Построение линии пересечения поверхности плоскостью»**



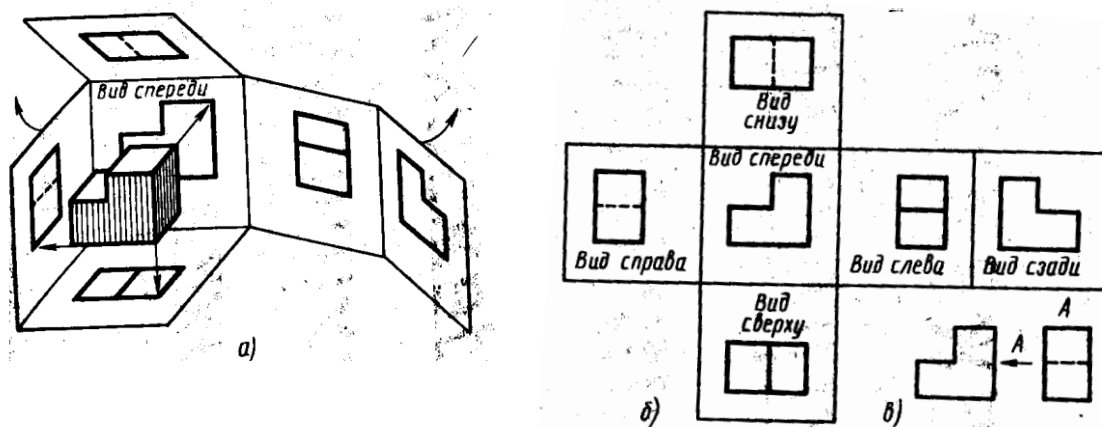
## Контрольная работа №2

### **Проекционное черчение. Виды, разрезы, сечения.**

**Задание 8. Виды, разрезы, размеры.** Ватман, формат А3, карандаш (компьютерная графика). Варианты заданий взять по **рис.20**. Пример оформления **рис.21**. По наглядному аксонометрическому изображению построить три вида детали. Выполнить полезные разрезы. Проставить размеры. Изометрию детали не выполнять. Для правильного выполнения задания ознакомиться с ГОСТ 2.305-68 и ГОСТ 2.307-68. Стандартное расположение проекций по ГОСТ 2.305-68 показано на **рис. 16**. Это развернутые грани параллелепипеда, внутри которого помещают проецируемый предмет (**рис.16, а, б**). Поясняющие надписи на чертежах не делают. При ином расположении вида его оформляют по **рис.16, в** : показано стрелкой направление проецирования и дана надпись над соответствующим изображением - **А**. **Вид** — изображение видимой части предмета. **Разрез** — изображение предмета, мысленно рассеченного плоскостью (плоскостями). На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости, и то, что расположено за ней. Разрез изображают на одной из проекций, на другие проекции он не влияет. Разрезы называют: вертикально-продольный, вертикально-поперечный, горизонтальный. На чертежах симметричных предметов соединяют половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной линией (**рис.17,а, б**). Разрезы бывают простыми (**рис.17,а, б**). Если секущая плоскость проходит по оси симметрии предмета, ее на чертеже не

обозначают. В ином случае положение плоскости разреза указывают утолщенной (1,5 толщины основной линии) разомкнутой линией и стрелками с заглавными буквами русского алфавита, которые пишут с наружной стороны линий, и над соответствующим изображением дают надпись с обозначением разреза (например, А—А). Штриховкой под  $45^\circ$  обозначают металл в разрезе.

Рис.16 Расположение видов на чертеже



Линия обрыва применена на (рис. 17, б), а для выделения контурной линии, совпадающей с осевой; так разделяют вид и разрез, когда проекция не симметрична. На (рис. 17, б) сделан также местный разрез по отверстию, чтобы наглядно показать, что оно сквозное; на профильной проекции разрез по отверстию не нужен.

**Сложные разрезы** обозначают стрелками и заглавными буквами русского алфавита. На (рис. 18, б) изображен **сложный ступенчатый разрез**. Выполняется так, как будто сделан одной плоскостью, без каких-либо линий в месте ступеньки. Секующие плоскости обозначены толстой разомкнутой линией. На (рис. 18, а) сделан **сложный ломаный разрез** фланца с условным поворотом верхней части до плоскости разреза.

Рис.17 Простые разрезы

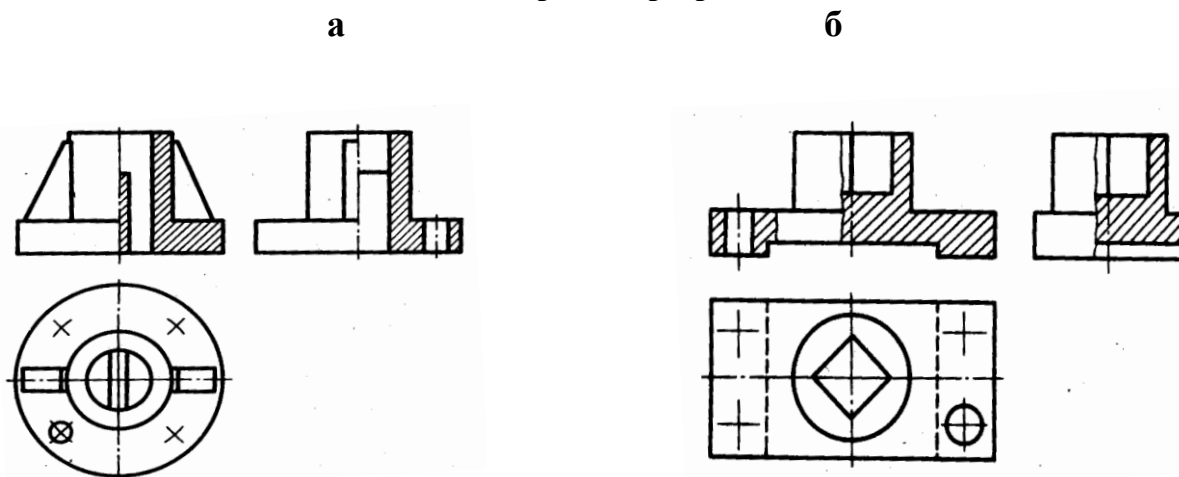
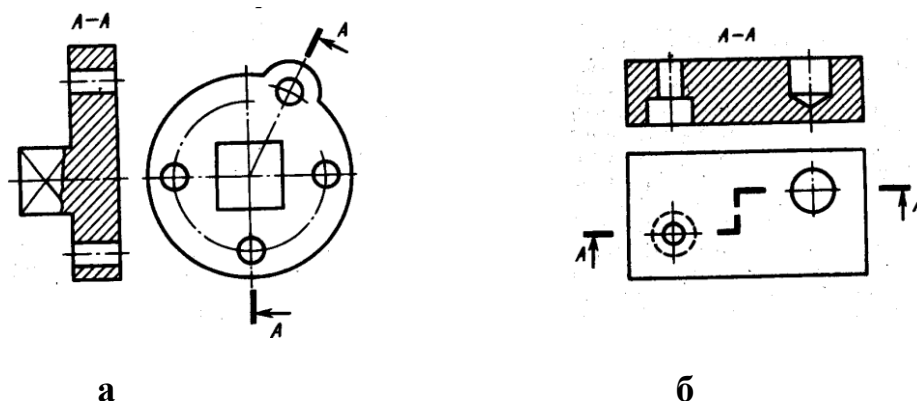




Рис.18 Сложные разрезы



**Сечение** — изображение фигуры, лежащей только в секущей плоскости. На (рис. 18, а, б, в) показаны сечения (обведены толстой контурной линией), повернутые так же, как отвертывают профильную плоскость проекций. Если (рис. 19, а) сечение симметрично и изображено на продолжении секущей плоскости, его не обозначают буквами. Если (рис. 19, б) сечение изображено в удалении от секущей плоскости, его обозначают стрелками. На (рис.19, в) показано наложенное сечение.

Рис.19 Сечение деталей

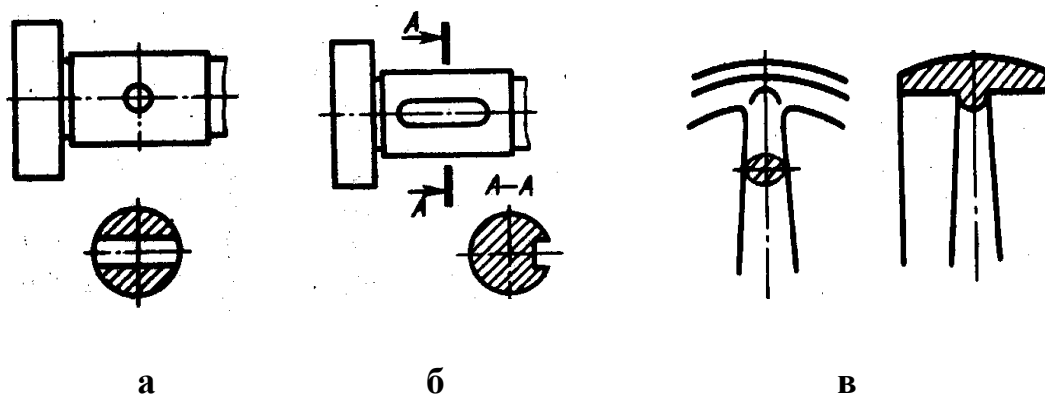
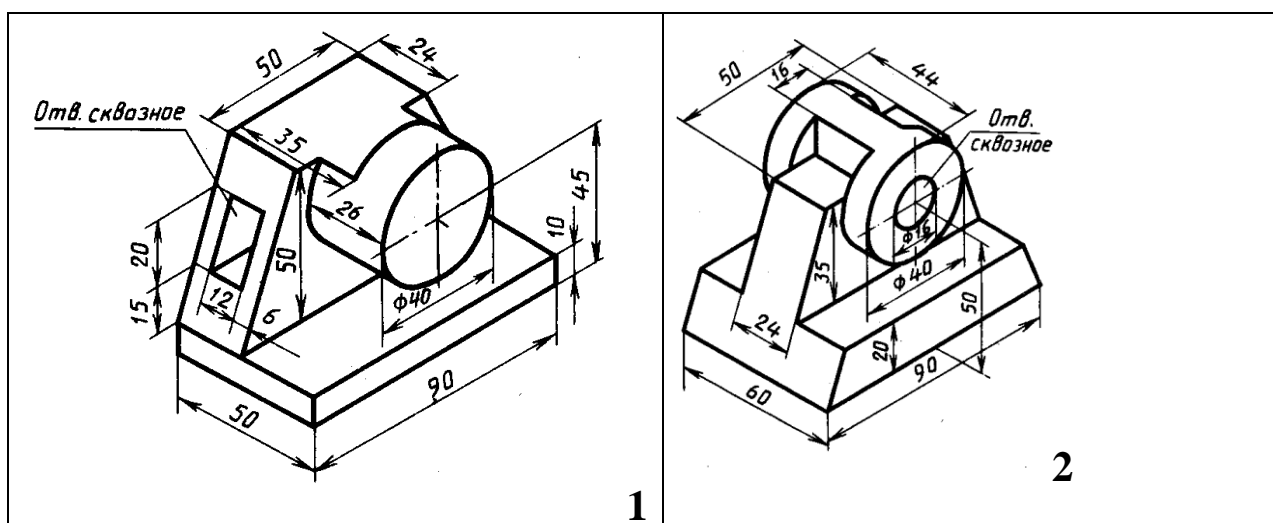
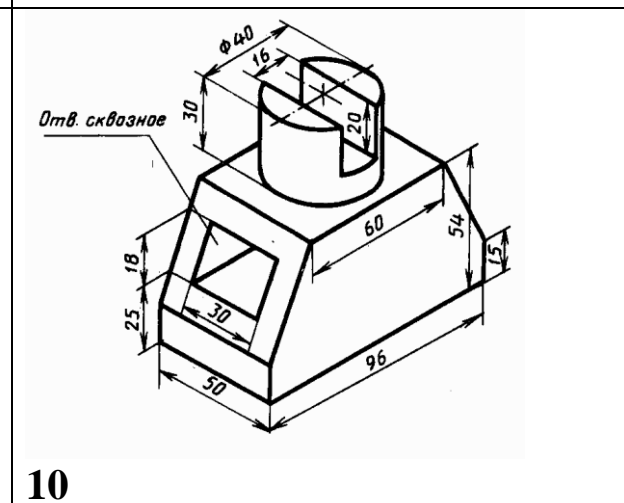
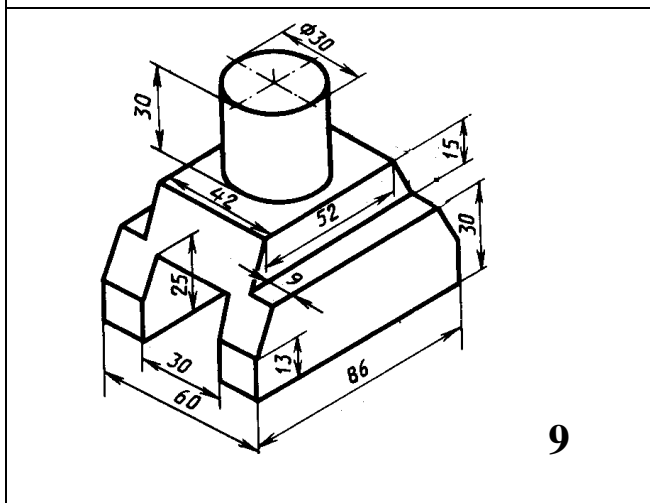
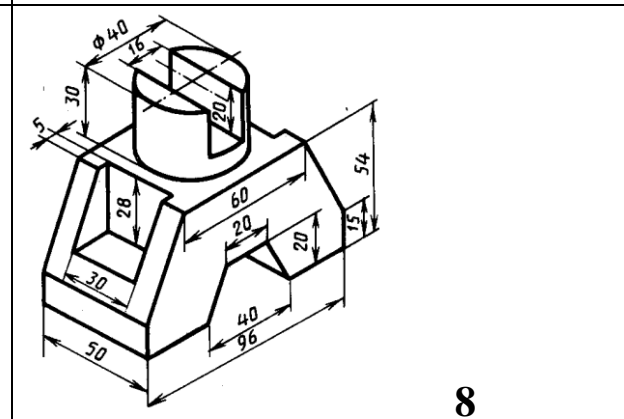
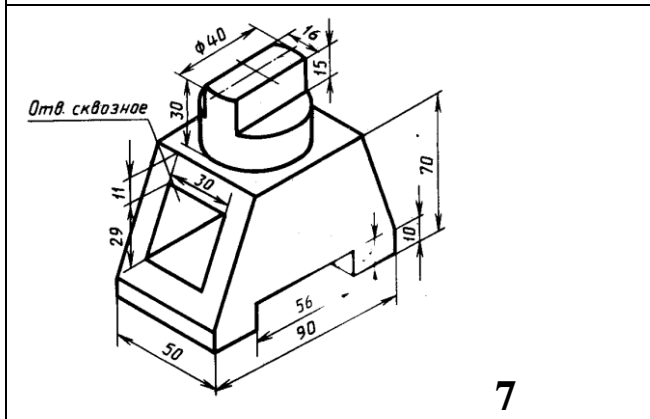
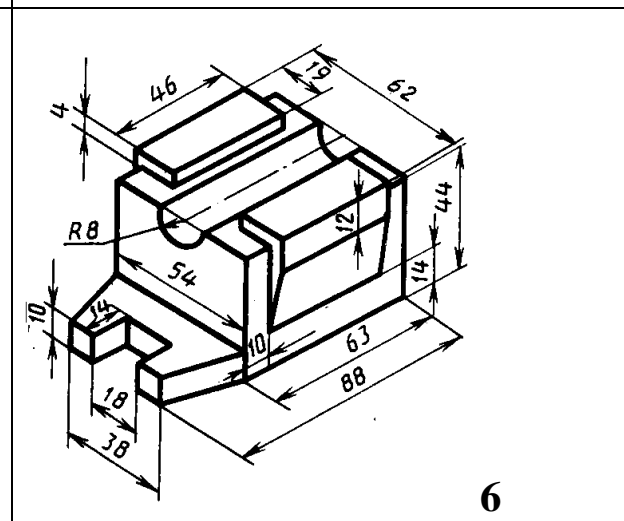
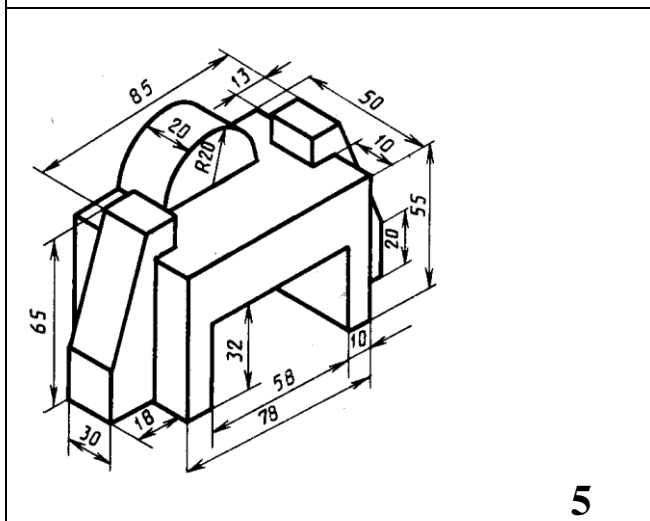
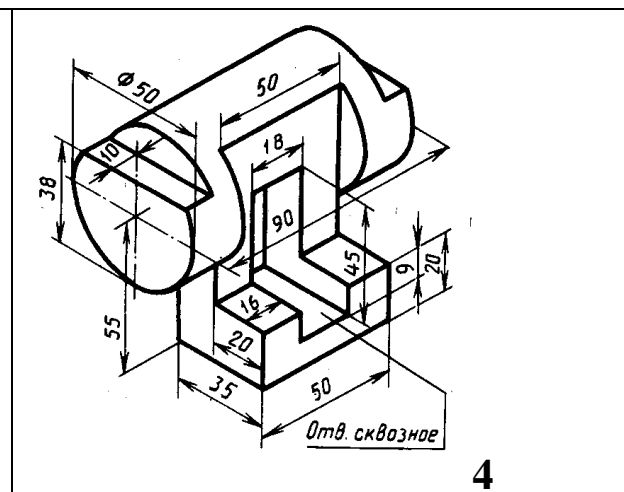
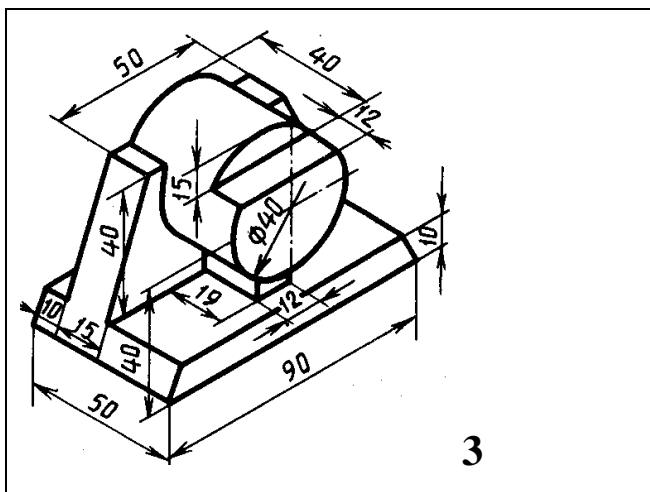


Рис.20 Варианты заданий « Виды, разрезы, размеры »





Technical drawing of a mechanical part, showing three views: front view, top view, and isometric view. The drawing includes dimensions in millimeters.

**Front View Dimensions:**

- Overall width: 135
- Overall height: 90
- Base thickness: 10
- Base width (left): 30
- Base width (right): 75
- Top flange thickness: 20
- Top flange width (left): 30
- Top flange width (right): 75
- Central slot width: 15
- Central slot depth: 20
- Section line A-A is indicated.

**Top View Dimensions:**

- Overall width: 135
- Overall height: 90
- Base thickness: 10
- Base width (left): 30
- Base width (right): 75
- Top flange thickness: 20
- Top flange width (left): 30
- Top flange width (right): 75
- Central slot width: 15
- Central slot depth: 20
- Section line A-A is indicated.

**Isometric View Dimensions:**

- Overall width: 135
- Overall height: 90
- Base thickness: 10
- Base width (left): 30
- Base width (right): 75
- Top flange thickness: 20
- Top flange width (left): 30
- Top flange width (right): 75
- Central slot width: 15
- Central slot depth: 20

**Section A-A Dimensions:**

- Overall width: 135
- Overall height: 90
- Base thickness: 10
- Base width (left): 30
- Base width (right): 75
- Top flange thickness: 20
- Top flange width (left): 30
- Top flange width (right): 75
- Central slot width: 15
- Central slot depth: 20

**Technical Drawing Data:**

№	Имя	Дата	Статус	Комментарий
1	Иванов	10.03.2020	Создан	
2	Петров	15.03.2020	Проверен	
3	Сидоров	20.03.2020	Утвержден	
4	Кузнецов	25.03.2020	Изменен	
5	Лебедев	30.03.2020	Проверен	
6	Зайцев	05.04.2020	Утвержден	
7	Васильев	10.04.2020	Проверен	
8	Попов	15.04.2020	Утвержден	
9	Смирнов	20.04.2020	Проверен	
10	Михайлов	25.04.2020	Утвержден	

**ГМО-1-05.03.08.00**

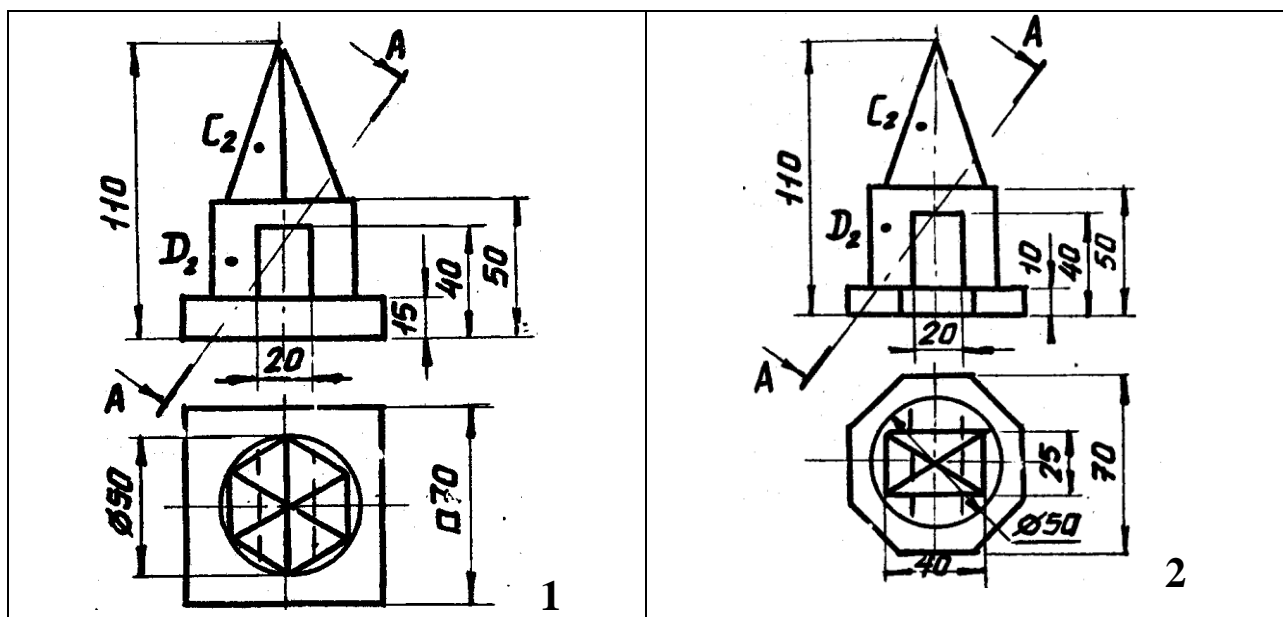
**ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, РАЗМЕРЫ**

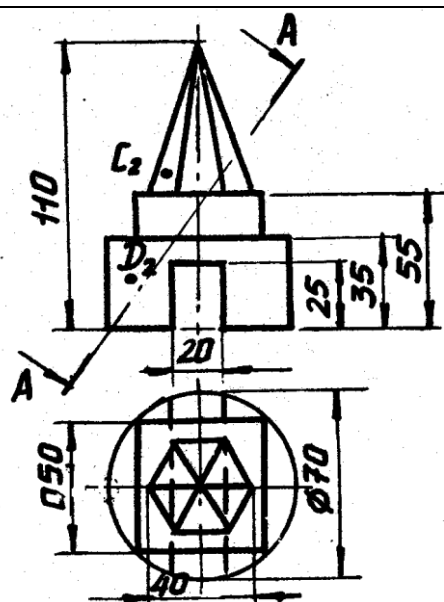
Шкала: 1:1

МШЧ

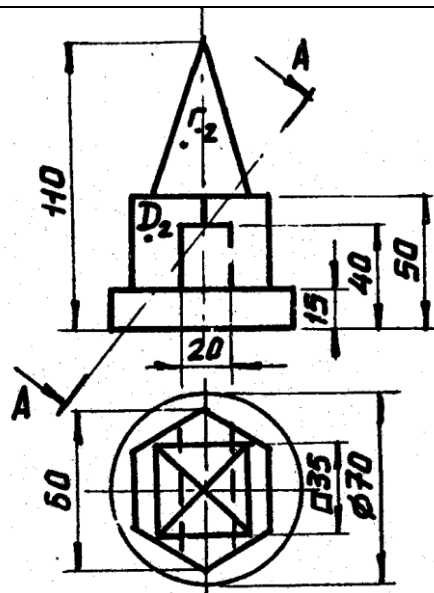
КСФ. НГЧ

**Рис.22 Варианты заданий «Виды, сечение, изометрия»**

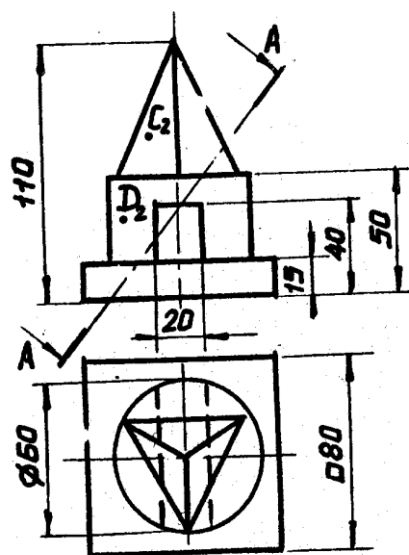




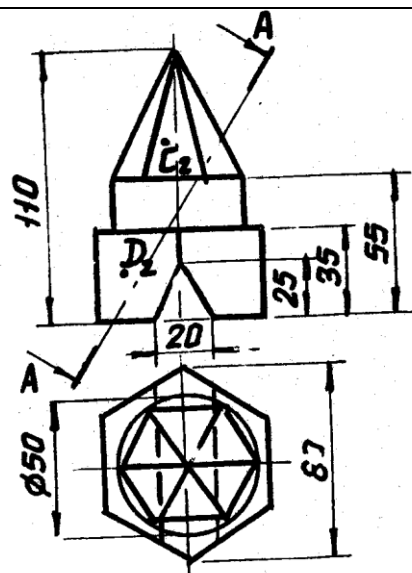
3



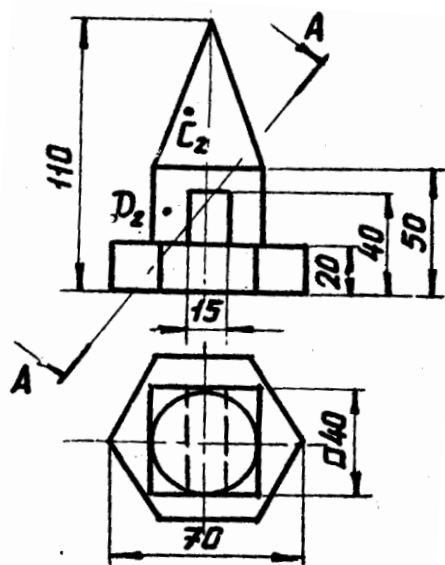
4



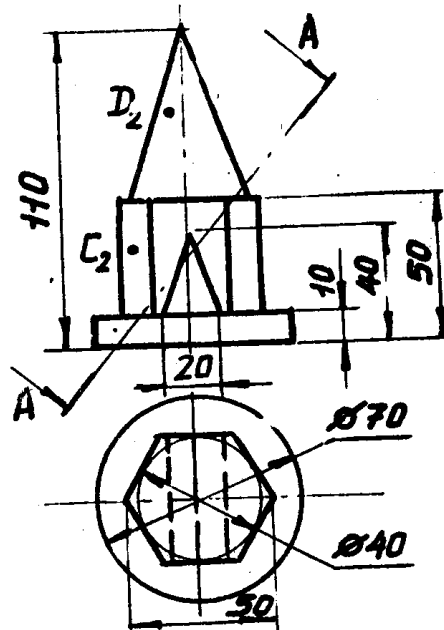
5



6



7



8

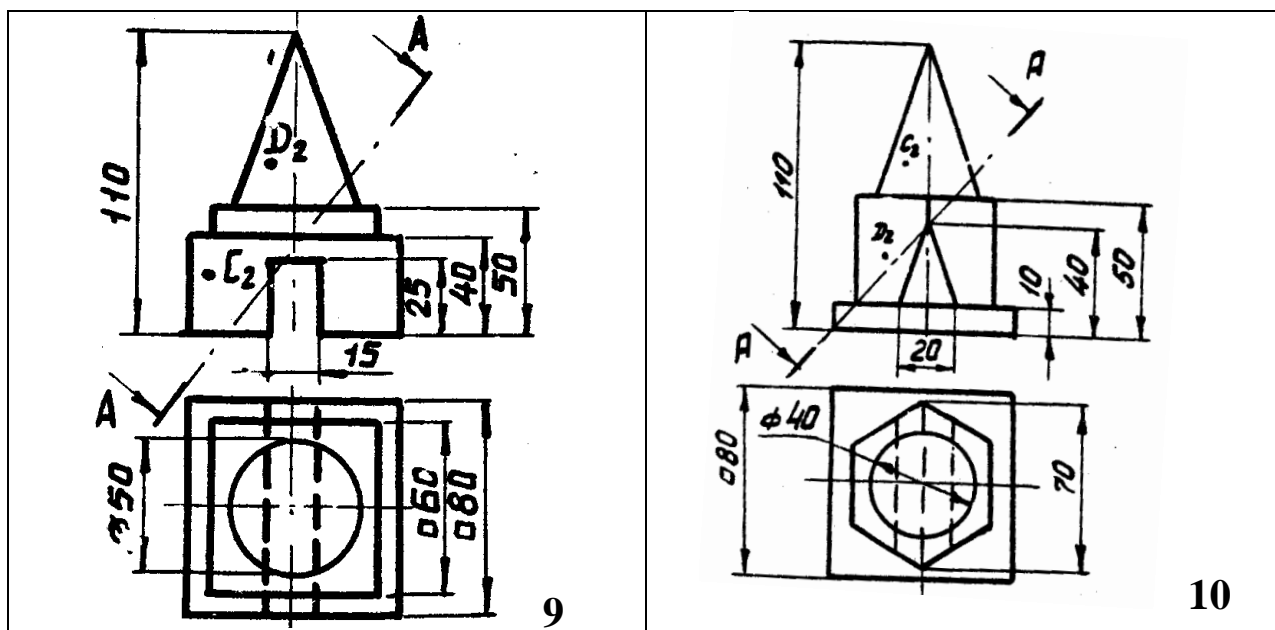
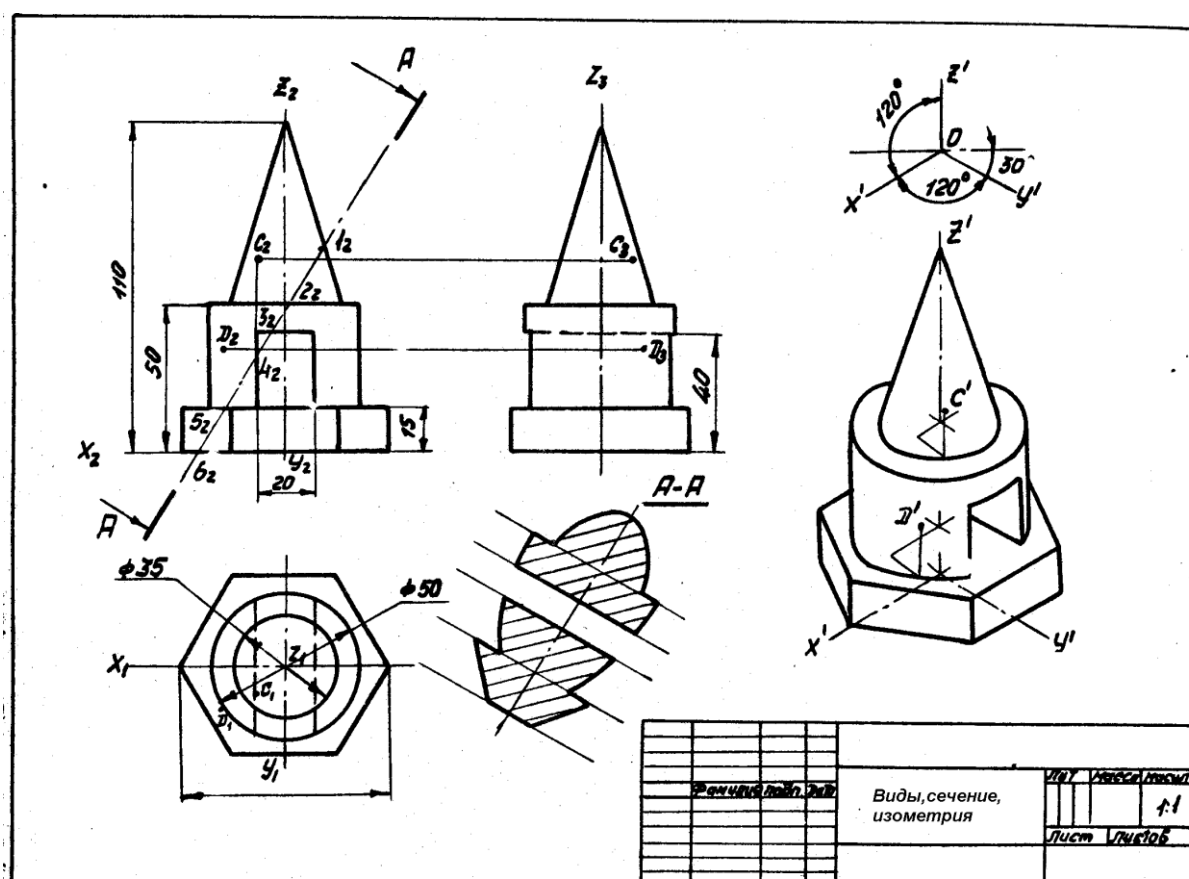
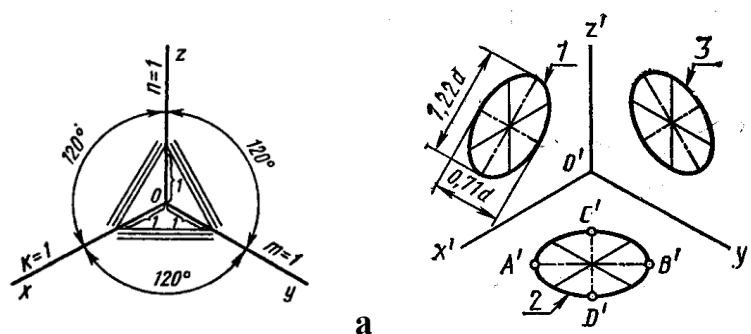


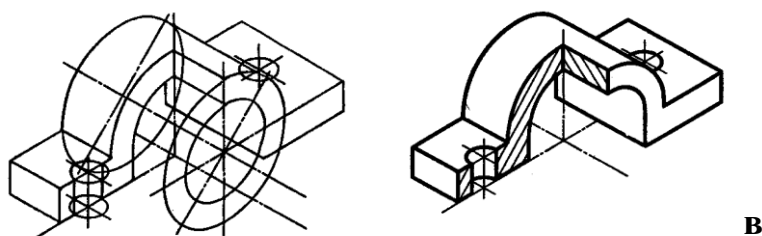
Рис. 23 Пример оформления листа « Виды, сечение, изометрия »



**Рис. 24** Положение аксонометрических осей в прямоугольной изометрии ( а, б).  
Пример построения детали в прямоугольной изометрии ( в)

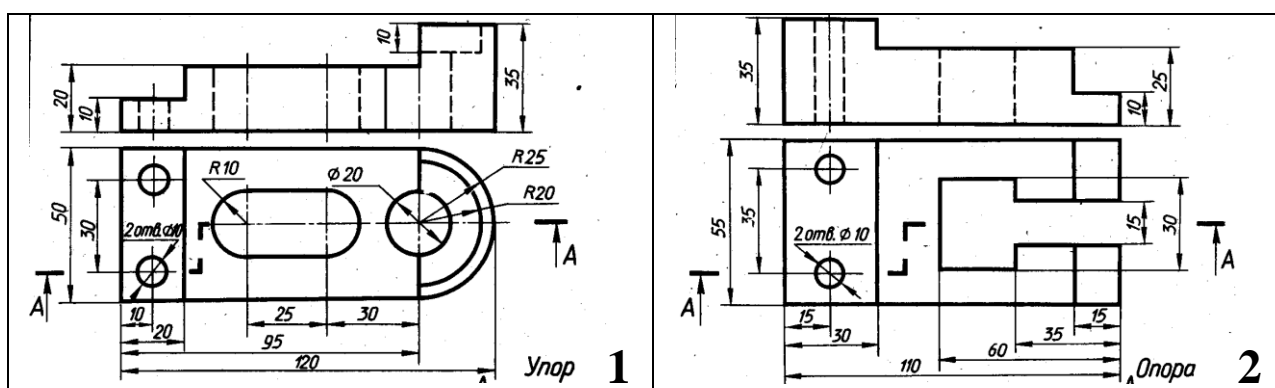


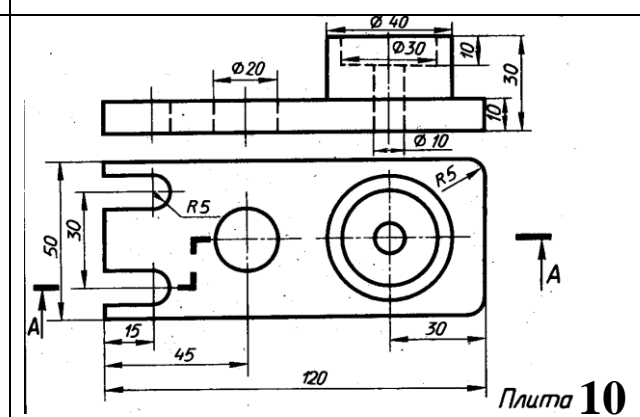
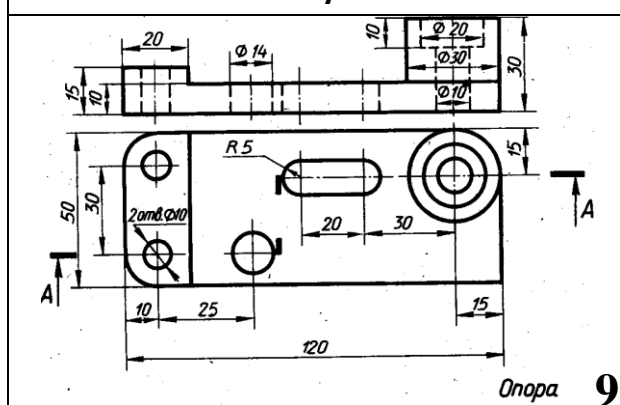
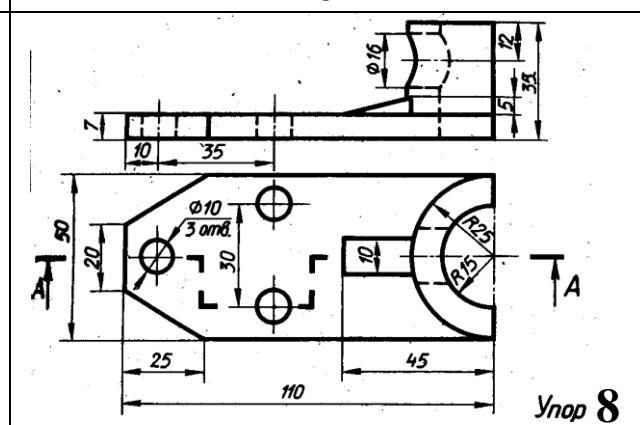
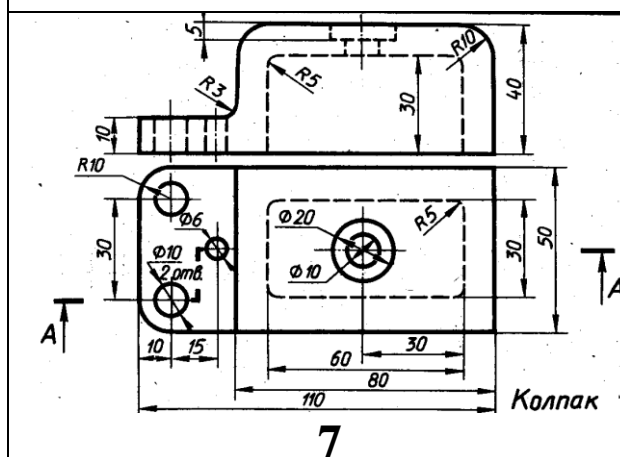
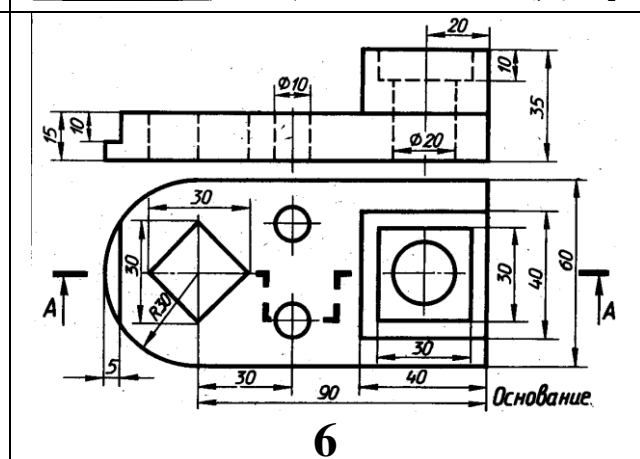
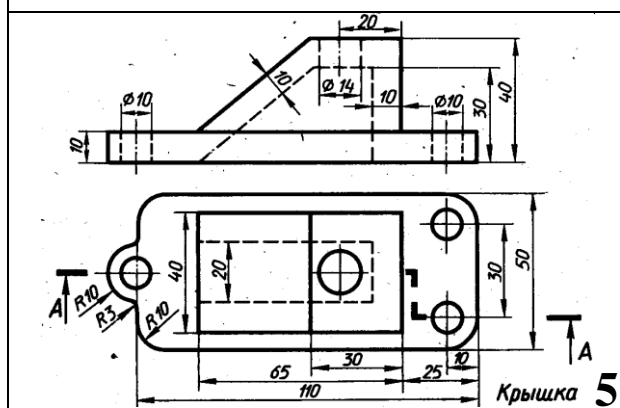
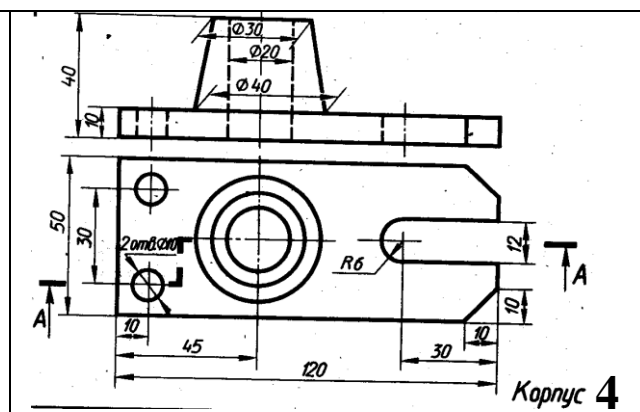
Коэффициенты искажения по осям: X-1:1; Y-1:1; Z-1:1. Изображение окружности в плоскостях параллельных: 1-фронтальной, 2-горизонтальной, 3-профильной плоскости проекций.



**Задание 10.Сложный разрез.** По двум проекциям детали построить третью. Выполнить указанный разрез. Проставить размеры. Формат А3, ватман. Варианты заданий **рис.25**. Пример оформления **рис.21**(аксонометрическую проекцию не строить).

**Рис.25 Варианты заданий «Сложный разрез»**





## Контрольная работа №3

### Машиностроительное черчение Резьбы

Резьбы и резьбовые соединения широко распространены в технике. К их достоинствам относятся универсальность, надежность, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

#### Применяют следующие типы резьб

1. **Метрическая резьба (М)** - угол ее треугольного профиля  $60^\circ$ . Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом.
2. **Трубная цилиндрическая (G)** резьба — угол ее треугольного профиля  $55^\circ$ .
3. **Конические резьбы** бывают с углом треугольного профиля  $55^\circ$  (трубная коническая **R, Rc**) и  $60^\circ$  (метрическая коническая **МК** и дюймовая коническая **К**).
4. **Трапецеидальная резьба (Tr)** имеет профиль — равнобочная трапеция с углом  $\alpha = 30^\circ$ .
5. **Упорная резьба (S)** имеет профиль — неравнобочная трапеция с углом рабочей стороны  $3^\circ$  и нерабочей  $30^\circ$ .
6. **Круглая резьба (Kr)** имеет профиль круга.
7. **Прямоугольная и квадратная резьбы** не стандартизованы.
8. Кроме того, применяются резьбы специального назначения: часовая, метрическая для деталей из пластмассы, окулярная.

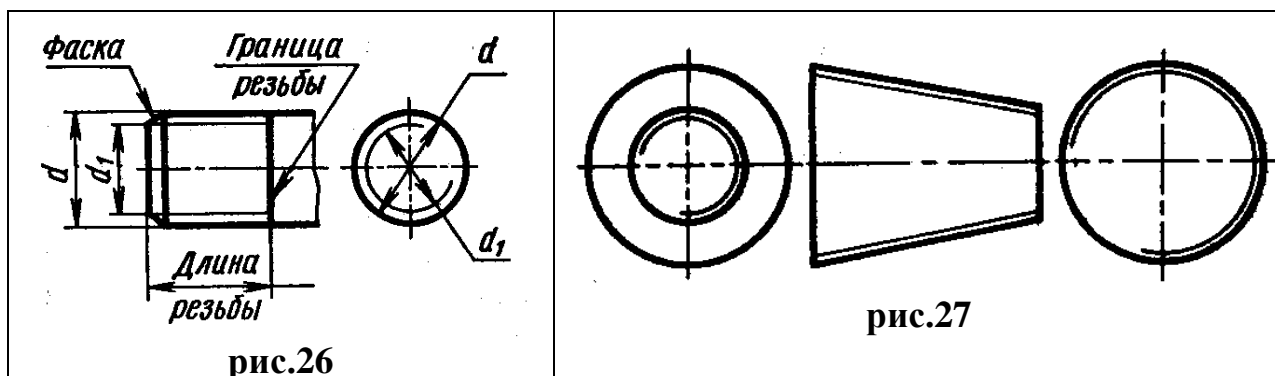
#### Изображение резьбы на чертежах

Правила изображения и обозначения резьбы на чертежах установлены ГОСТ 2.311-68 (СТ СЭВ 284-76) «Изображение резьбы». Все резьбы на чертежах изображают одинаково. Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру (**рис. 26, 27**). Сплошную тонкую линию при изображении резьбы проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более размера шага резьбы. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега. Эта линия пересекает линию фаски (**см. рис. 26**). На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярно к оси стержня (вид слева), по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, примерно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (**см. рис. 26, 27**). Однако не следует начинать и кончать разрыв тонкой линии на центровых линиях. На этом виде **не показывают фаску**.

#### Изображение наружной цилиндрической (**рис.26**) и конической (**рис.27**) резьбы $d_1=0,85d$

Размеры  $d, d_1$  **рис.26** не указывают, здесь приведена рекомендуемая для чертежа геометрическая связь параметров. Постановка размеров резьбы см. **рис.33**.





Изображение глухого отверстия с резьбой показано на **рис. 28, в**. Дно отверстия имеет форму конуса с углом при вершине, близким к  $120^\circ$  или  $90^\circ$  (на чертеже угол не указывают). Этот конус образуется режущей частью сверла при сверлении отверстия под резьбу. Размер глубины сверления рассчитывают и наносят на чертеже только с учетом цилиндрической части гнезда (см. **рис.28, в**). Границу резьбы на стержне и в отверстии наносят в конце полного профиля без сбега (рис.28,в). Штриховку на разрезах и сечениях наносят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы в отверстии (см. **рис. 28,29**) или наружному диаметру резьбы на стержне.

**Рис.28 Изображение цилиндрической внутренней резьбы ("втулка")**

D-размер резьбы;  $D_1=0,85$

Размеры D,  $D_1$  **рис.28, а, г** не указывают, здесь приведена рекомендуемая для чертежа геометрическая связь параметров. Постановка размеров резьбы см. **рис.33**.

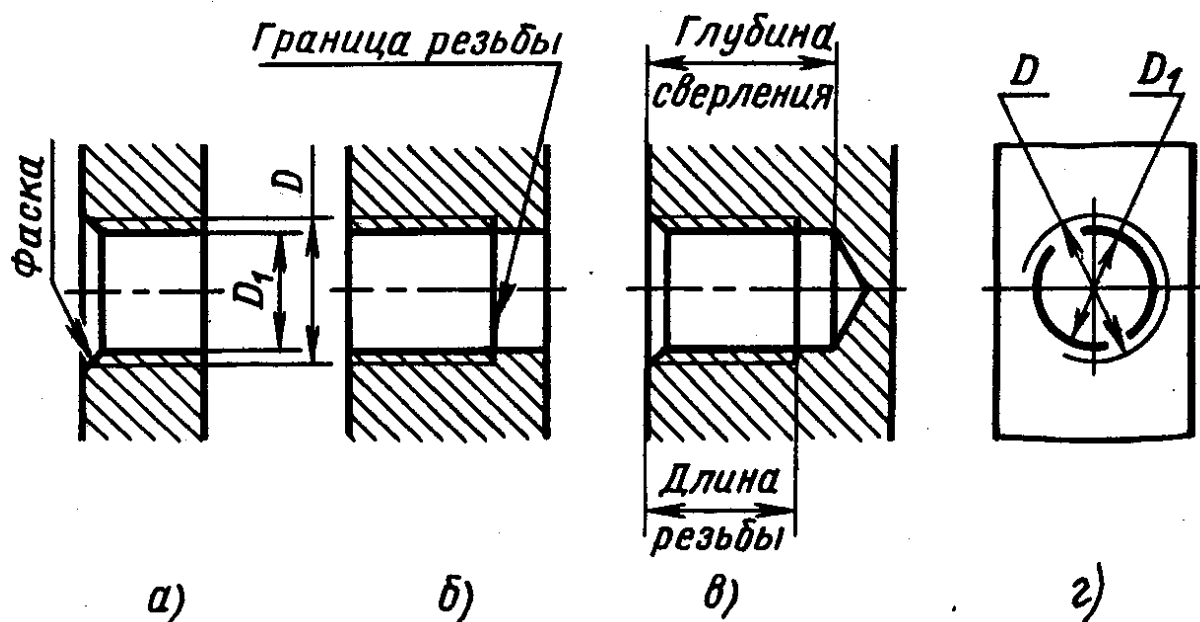


Рис.29 Изображение конической внутренней резьбы

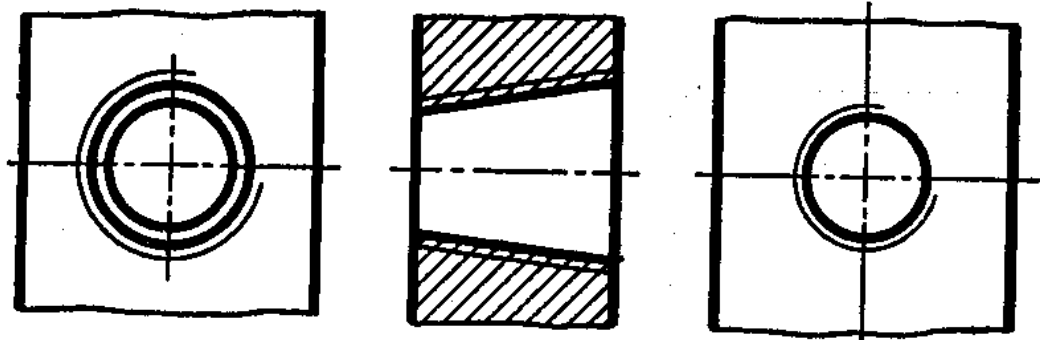
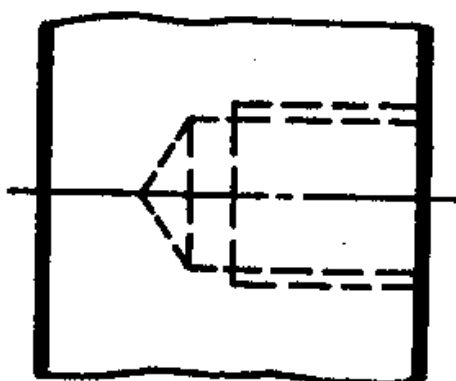


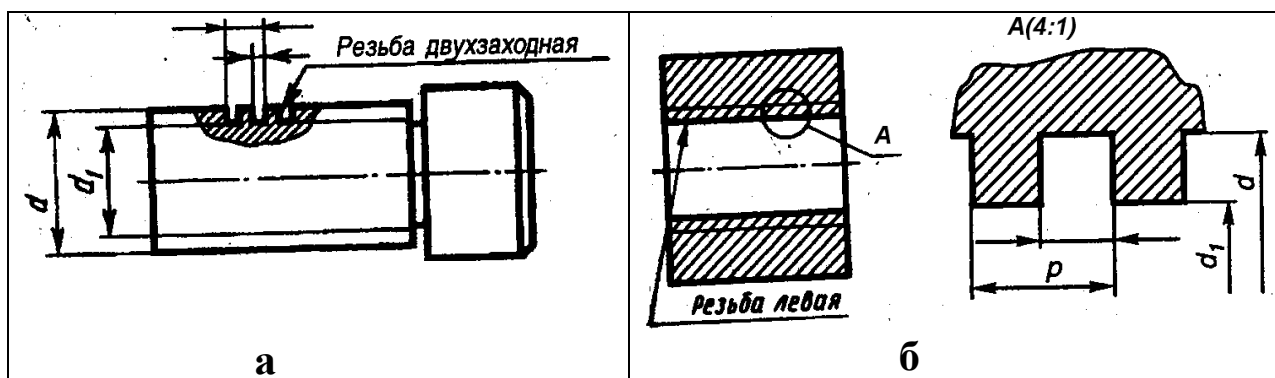
Рис.30 Изображение невидимой внутренней цилиндрической резьбы



При изображении на чертеже невидимой резьбы наружный и внутренний ее диаметры проводят штриховыми линиями одной толщины.

Если резьба имеет нестандартный профиль, то ее следует показывать со всеми необходимыми размерами (рис. 31 а, б). Кроме этого, на чертеже указывают дополнительные данные: число заходов (для многозаходной резьбы), направление нарезки.

Рис.31 Изображение прямоугольной нестандартной резьбы



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЗЬБЫ

Условные изображения резьбы в большинстве случаев **не позволяют** судить по чертежу о типе резьбы. Поэтому **условные изображения** должны быть дополнены условными **обозначениями** резьбы. В условные обозначения для резьбы входят различные данные: тип резьбы, номинальный диаметр, обозначение поля допуска, направление резьбы и др. Условное обозначение метрических, трапецеидальных и упорных резьб наносят вдоль обычных размерных линий с двумя стрелками (рис.33) или размещают на полке-выноске. На чертеже размер резьбы следует проставлять только на одной проекции,

предпочтительно на главном виде. Условное обозначение конических резьб и цилиндрической трубной резьбы размещают только на полке-выноске.

**Пример обозначения некоторых резьб:**

1) метрическая резьба с наружным диаметром 20 мм, с мелким шагом  $P = 0,75$  мм, полем допуска резьбы 6g должна обозначаться: M20 x 0,75-6g;

2) трубная цилиндрическая резьба, выполненная на трубе с внутренним диаметром  $D_y = 25,4$  мм (1") и класса точности А, обозначается: G1 - А.

Для **левой** резьбы необходимо к обозначению резьбы добавлять буквы LH (например, M24LH).

В условное обозначение **многозаходной** резьбы должны входить: буквенное обозначение резьбы, номинальный диаметр резьбы, числовое значение хода и в скобках буква P и числовое значение шага.

Пример условного обозначения трехзаходной метрической резьбы с наружным диаметром 30 мм, ходом 4,5 мм и шагом 1,5 мм:

M30 x 4,5 (P 1,5).

То же, левой резьбы: M 30 x 4,5 (P1,5)LH.

**Рис.32** Сбеги (х), проточки (f), недорезы (а), фаски (z) для внутренней (г,д,е) и наружной (а,б,в) резьбы  
ГОСТ 10549-80

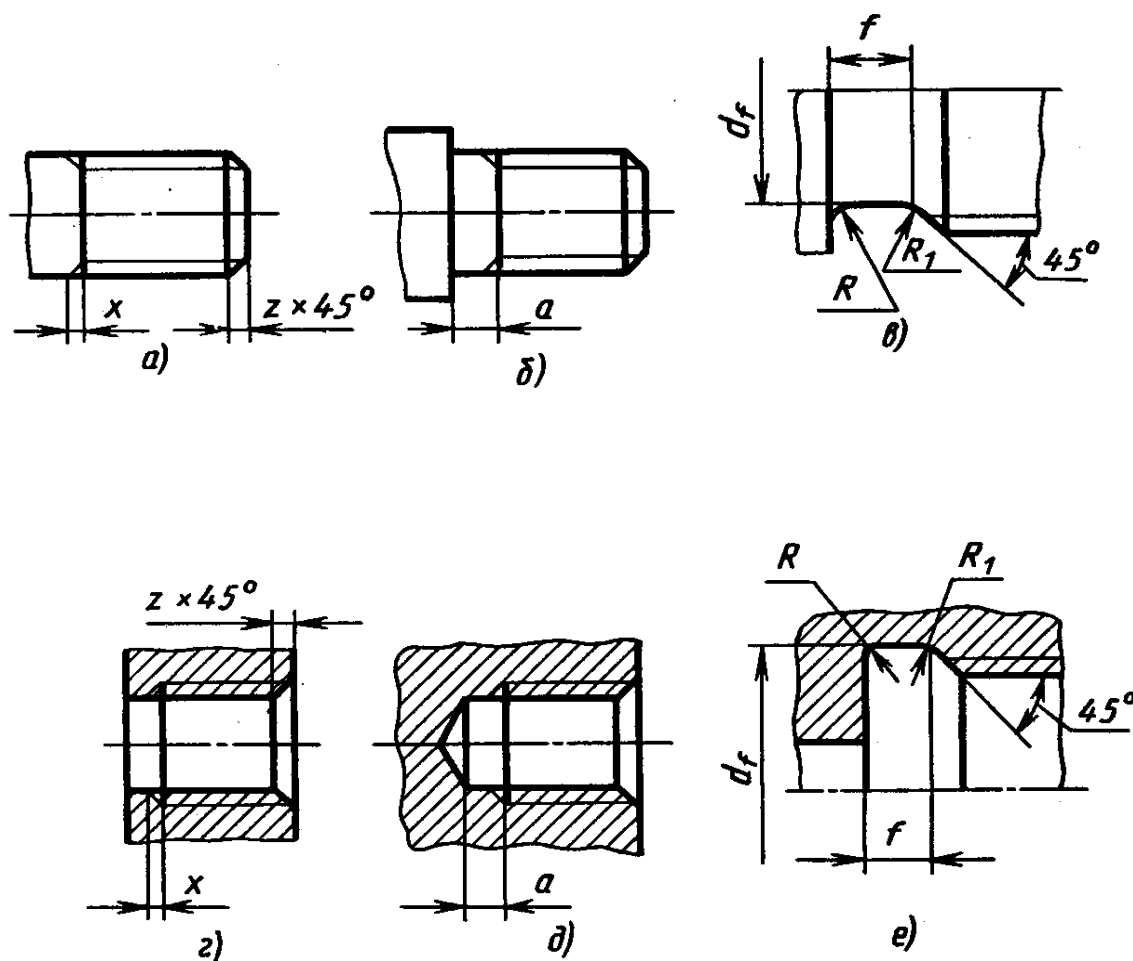


Рис.33, а Примеры обозначения резьб на чертежах

Примеры обозначения резьб на чертежах


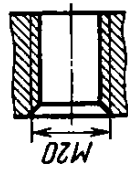

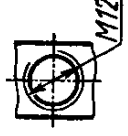
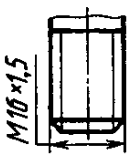
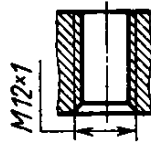
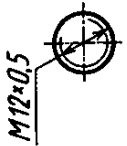
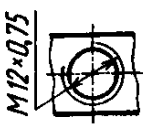
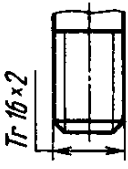
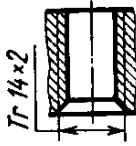
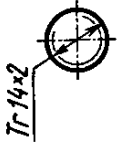
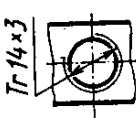
Тип резьбы	Условное обозначение типа резьбы	Размеры, указываемые на чертеже	Обозначение резьбы на чертежах			
			на изображении в плоскости, параллельной оси резьбы		на изображении в плоскости, перпендикулярной к оси резьбы	
			на стержне	в отверстии	на стержне	в отверстии
Метрическая с крупным шагом ГОСТ 9150 – 81	<i>M</i>	Наружный диаметр (мм)				
Метрическая с мелким шагом ГОСТ 9150 – 81	<i>M</i>	Наружный диаметр и шаг резьбы (мм)				
Тrapeцеидальная однозаходная ГОСТ 9484 – 81 (СТ СЭВ 146 – 78)	<i>Tr</i>	Наружный диаметр и шаг резьбы (мм)				

Рис.33, б Примеры обозначения резьб на чертежах

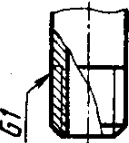
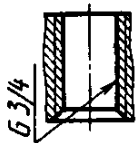

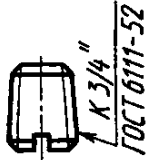
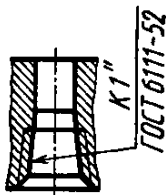
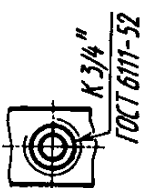

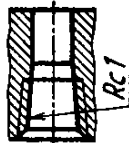

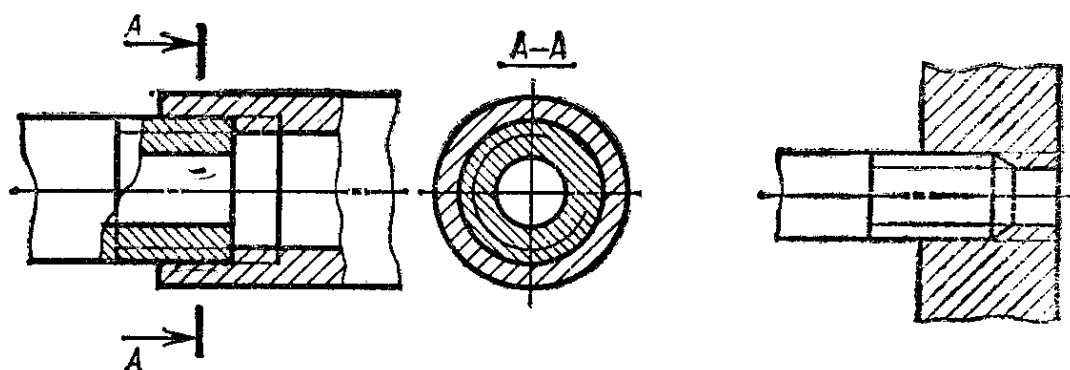
Трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81 (СТ СЭВ 1157-78)	G	Условное обозначение в дюймах			
Коническая дюймовая ГОСТ 6111-52	K	Условное обозначение в дюймах			
Трубная коническая ГОСТ 6211-81 (СТ СЭВ 1159-78): наружная внутренняя	R R <sub>c</sub>	Условное обозначение в дюймах			

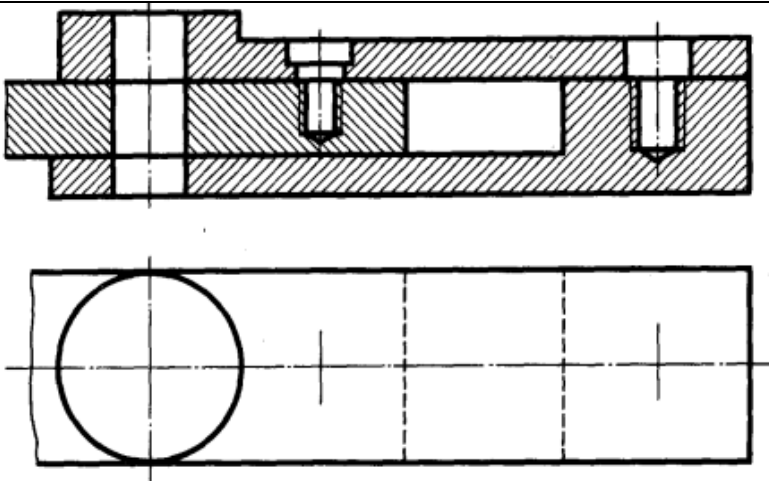
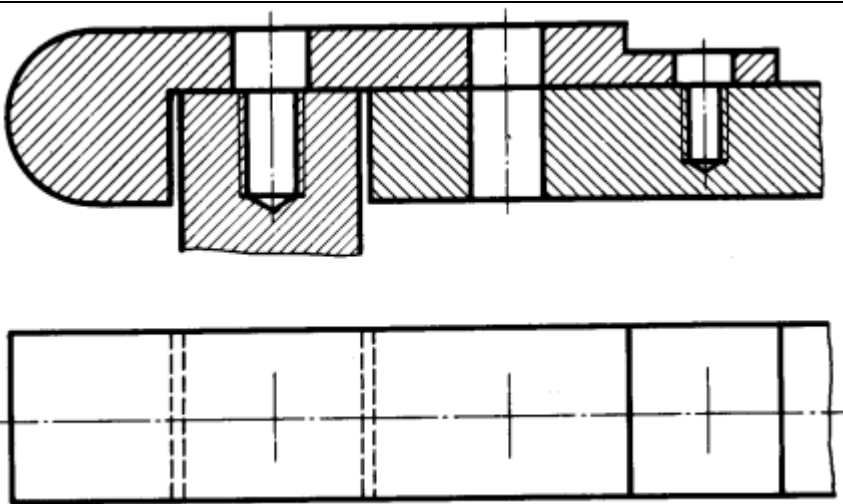
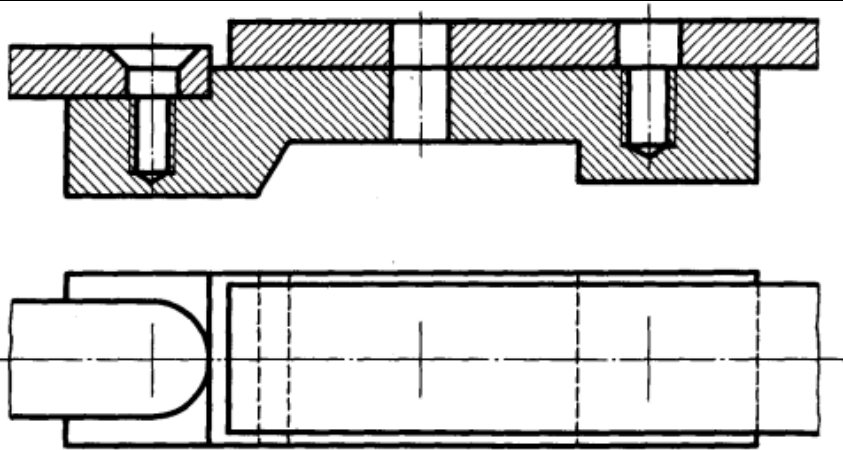
Рис.34 Соединение резьбовое ГОСТ 2.311-68

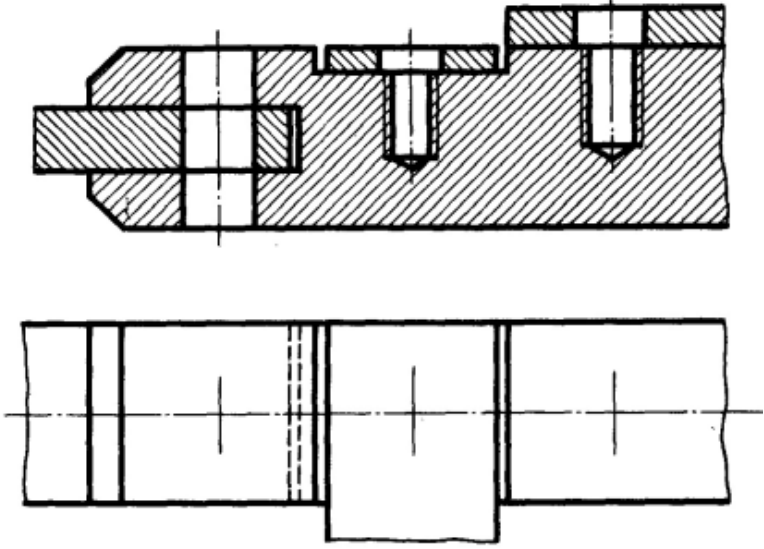
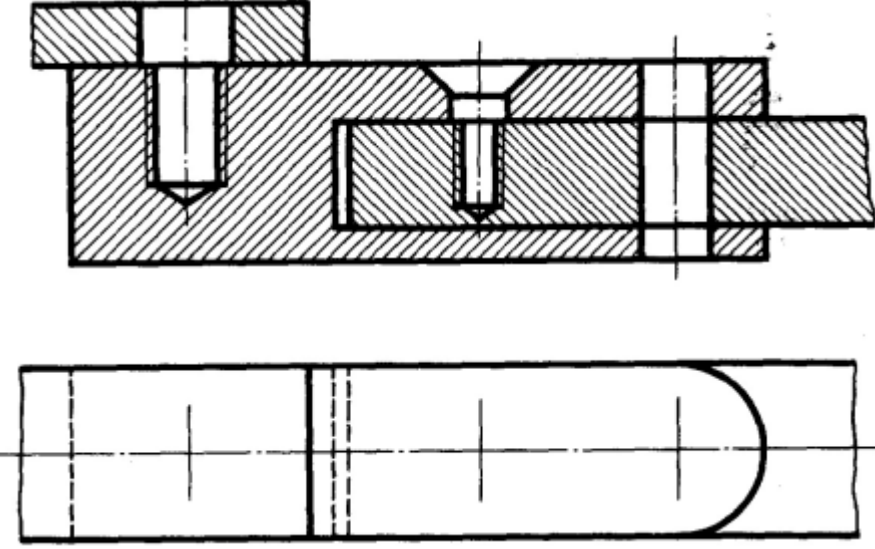
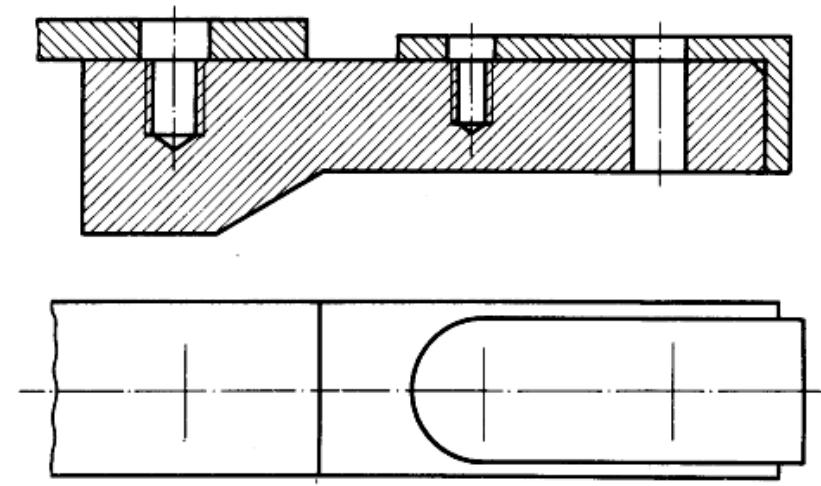


**Задание 11 Соединения резьбовые.** Выполнить сборочный чертёж резьбового соединения, формат А3, ватман. Спецификация к сборочному чертежу - формат А4. Пример оформления сборочного чертежа «Соединения резьбовые»- на **рис.36**. Пример выполнения спецификации к сборочному чертежу приведён на **рис.37,а,б,в**. Индивидуальные варианты заданий взять по **рис.35**. Резьба на чертежах изображается условно по ГОСТ 2.311-68. Крепёжные изделия изображаются по ГОСТ 2.109-68; ГОСТ 2.305-68; ГОСТ 2.315-68. Относительные размеры для болтового и шпилечного соединения взять по **рис.34,35,36**. Относительные размеры для винтового соединения взять по **рис.38**.

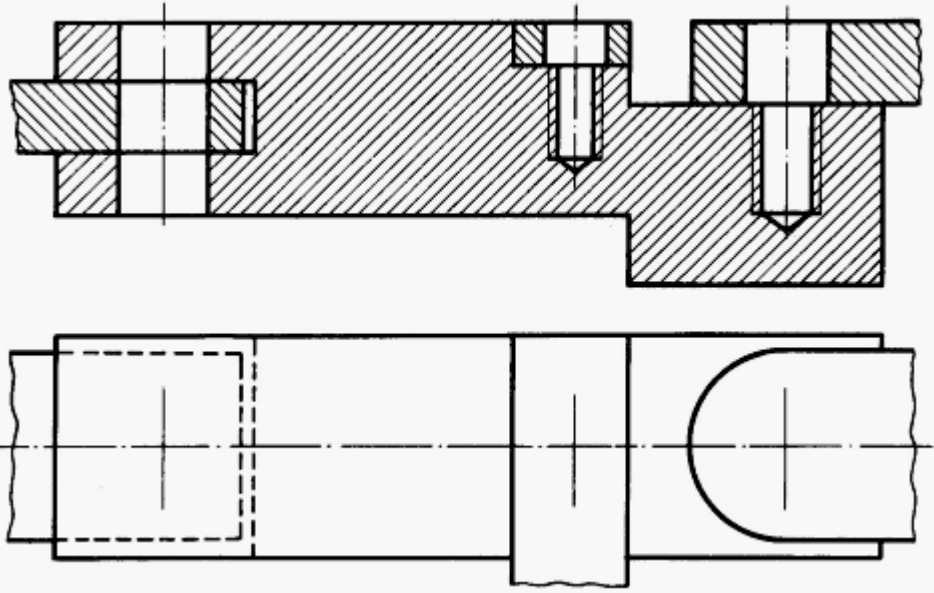
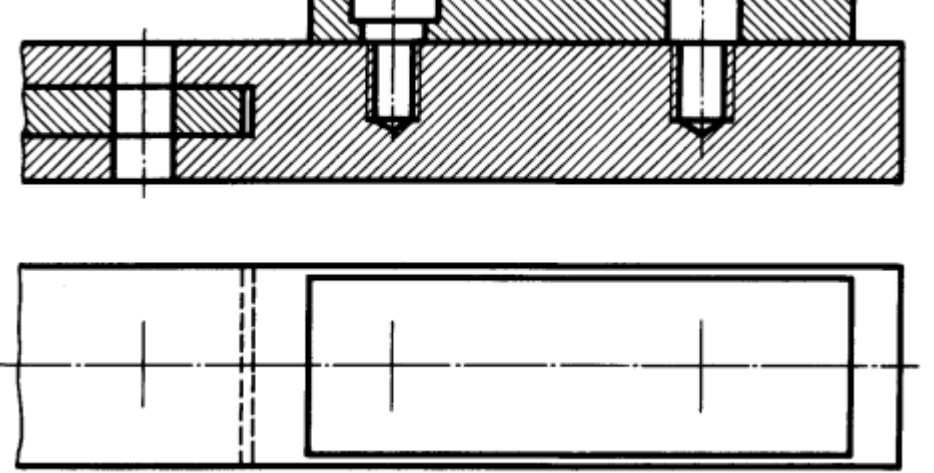
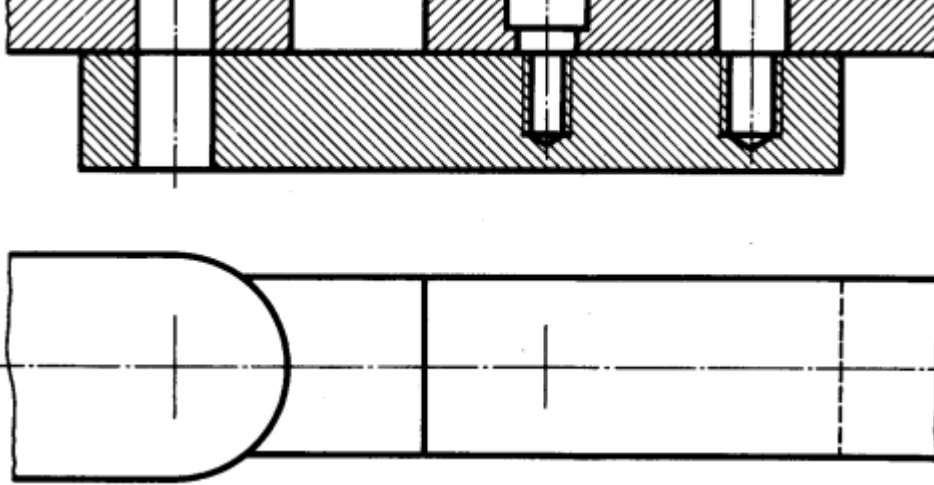
Рис.35 Варианты заданий «Соединения резьбовые»

	<p><u>1</u> Перечертить изображения деталей в масштабе 2:1. Изобразить соединение деталей шпилькой М10 (ГОСТ 22038-76), винтом М8 {ГОСТ 1491-80} и болтом М12 (ГОСТ 7798-70)</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

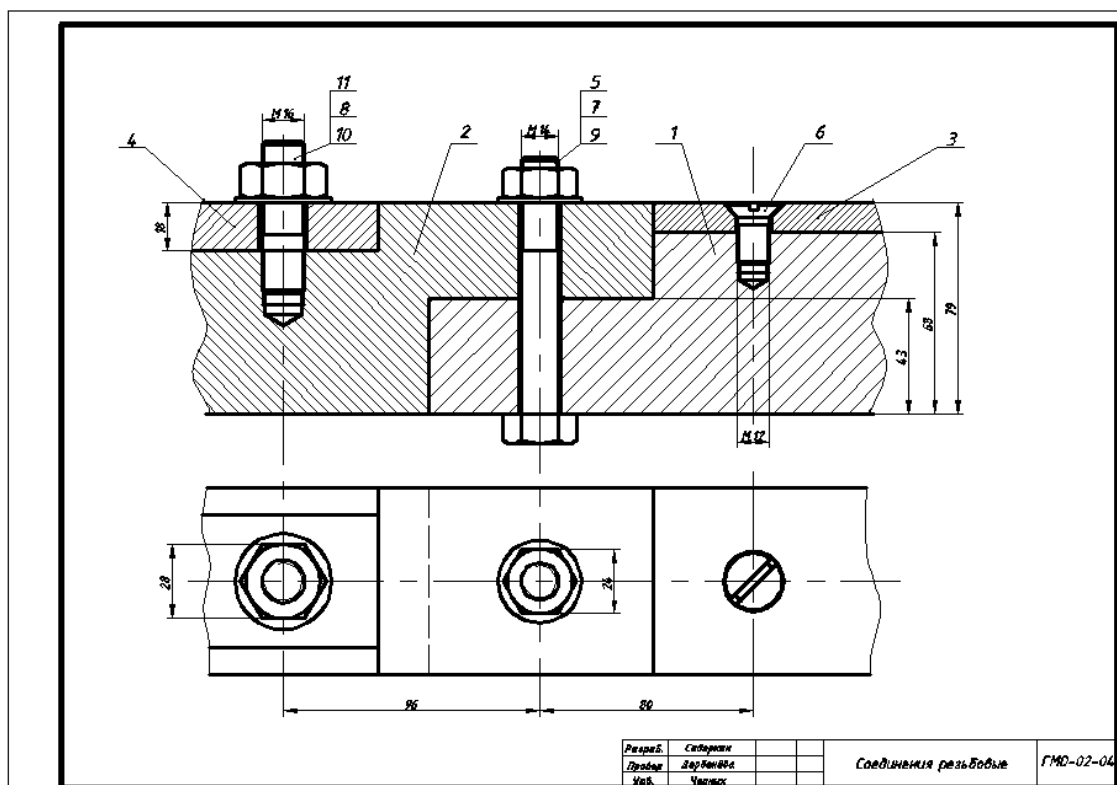
	<p><b>2</b> Перечертить изображения деталей в масштабе 2:1. Изобразить соединение деталей болтом М12 (ГОСТ 7798-70), винтом М8 (ГОСТ 1491-80) и шпилькой М10 (ГОСТ 22036-76)</p>
	<p><b>3</b> Перечертить изображения деталей в масштабе 2:1. Изобразить соединение деталей шпилькой М10 (ГОСТ 22036-76), болтом М12 (ГОСТ 7798-70) и винтом М8 (ГОСТ 1491-80)</p>
	<p><b>4</b> Перечертить изображения деталей в масштабе 2:1. Изобразить соединение деталей винтом М8 (ГОСТ 17475-80), болтом М12 (ГОСТ 7798-70) и шпилькой М10 (ГОСТ 22036-76)</p>

	<p><b>5</b></p> <p>Перечертить изображения деталей в масштабе 1: 1 или 2:1. Изобразить соединение деталей болтом М12 (ГОСТ 7798-70), винтом М8 (ГОСТ 1491-80) и шпилькой М10 (ГОСТ 22036-76)</p>
	<p><b>6</b> Перечертить изображения деталей в масштабе 1: 1 или 2:1. Изобразить соединение деталей шпилькой М10 (ГОСТ 22038 — 76), винтом М8 (ГОСТ 17475-80) и болтом М12 (ГОСТ 7798-70)</p>
	<p><b>7</b></p> <p>Перечертить изображения деталей в масштабе 1: 1 или 2:1. Изобразить соединение деталей болтом М10 (ГОСТ 7798-70), винтом М8 (ГОСТ 1491-80) и шпилькой М12 (ГОСТ 22036-76)</p>



	<p><b>8</b> Перечертить изображения деталей в масштабе 1:1 или 2:1. Изобразить соединение деталей шпилькой М12 (ГОСТ 22036-76), винтом 2М10 (ГОСТ 1491-80) и болтом М10 (ГОСТ 7798-70)</p>
	<p><b>9</b> Перечертить изображения деталей в масштабе 1:1 или 2:1. Изобразить соединение деталей болтом М12 (ГОСТ 7798-70), винтом М8 (ГОСТ 1491-80) и шпилькой М10 (ГОСТ 22034-76)</p>
	<p><b>10</b> Перечертить изображения деталей в масштабе 1:1 или 2:1. Изобразить соединение деталей болтом М12 (ГОСТ 7798-70), винтом М8 (ГОСТ 1491-80) и шпилькой М10 (ГОСТ 22036-76)</p>

**Рис.36**Пример оформления сборочного чертежа  
**«Соединения резьбовые.»** (Основную надпись по возможности выполнять по ГОСТу  
 рис.3).



Содержание **сборочных чертежей** определено ГОСТ 2.109--73. «Основные требования к чертежам». Сборочный чертеж должен содержать: изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу; эксплуатационные, установочные и присоединительные размеры (все они справочные) и другие размеры, параметры и требования, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному чертежу; указания о характере и способе соединения деталей, в том числе неразъемных соединений (сварных, паяных, клепаных и т. п.); номера позиций составных частей, входящих в состав сборочной единицы. Позиции располагают на полках-выносках, которые **не должны пересекаться** между собой и **должны заканчиваться точкой**. На полке пишут позиционное обозначение детали в соответствии с составленной спецификацией. Высота цифр на полке-7мм.

Состав любой сборочной единицы определяет **спецификация ГОСТ 2.108-68 (рис. 37)**. Она необходима для изготовления, комплектования конструкторской документации. Спецификация, в общем случае, состоит из разделов, которые располагают в такой последовательности: документация, комплексы; сборочные единицы; детали; стандартные изделия; прочие изделия; материалы; комплекты. Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

При заполнении разделов «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы» руководствуются требованиями ГОСТ 2.108-68.

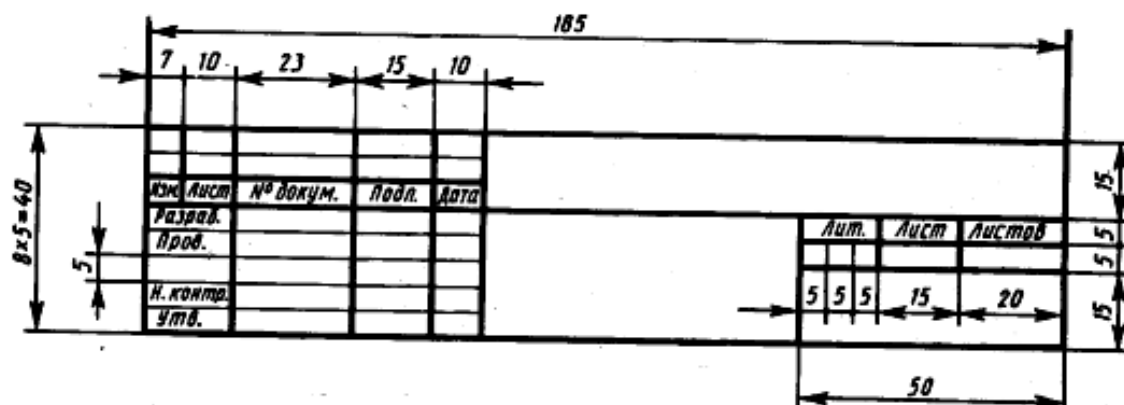
В разделе «Стандартные изделия» записывают вначале изделия, применяемые по государственным стандартам, затем по республиканским стандартам, далее по отраслевым стандартам и по стандартам предприятия (для изделий вспомогательного производства),

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, крепежные изделия, подшипники, электротехнические изделия и т.п.). В пределах каждой группы — в

**Рис.37 Спецификация по ГОСТ 2.108-68. Основная надпись к 1 листу спецификации**

[illegible][illegible]

Основная надпись к первому листу спецификации (рис.37в)



Изображение соединений стандартными резьбовыми деталями

Рис.38 Соединение болтовое  
1(а) - болт; 2(б) - гайка; 3(в) - шайба.  
L - длина болта, d-диаметр болта

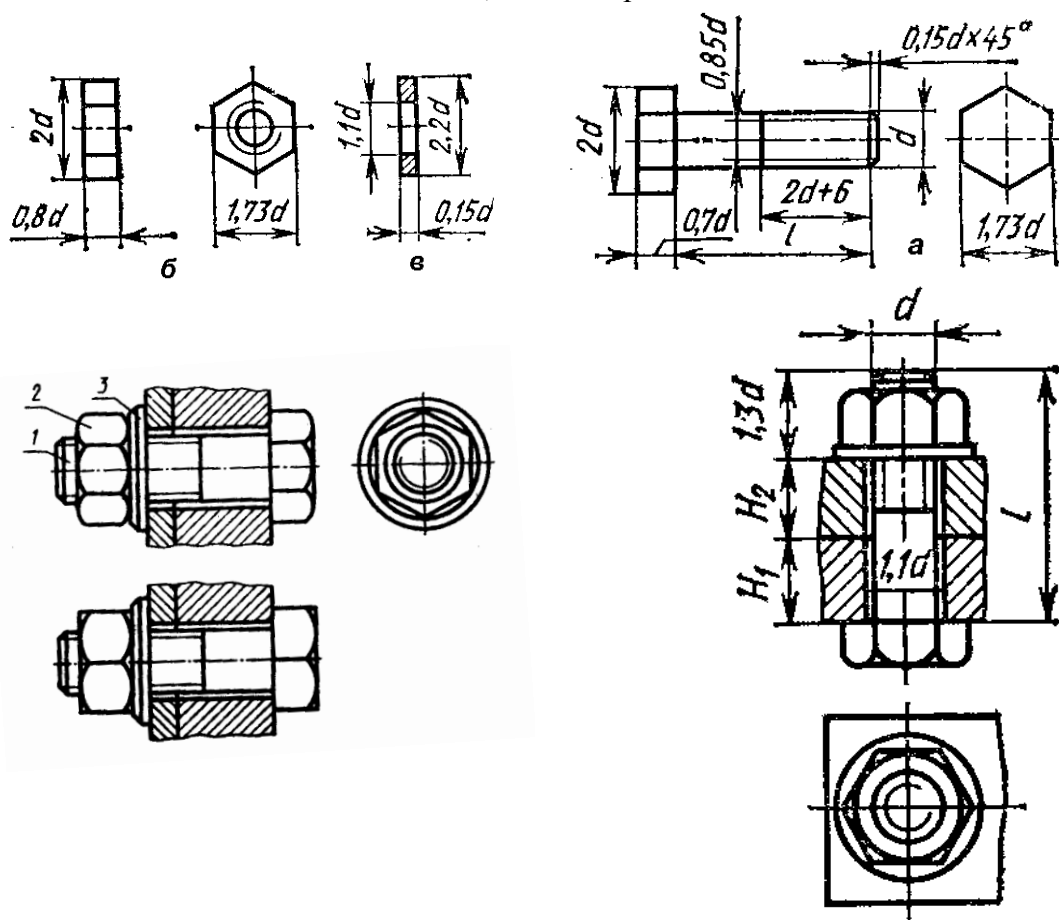


Рис. 39 Относительные размеры для изображения болтового соединения

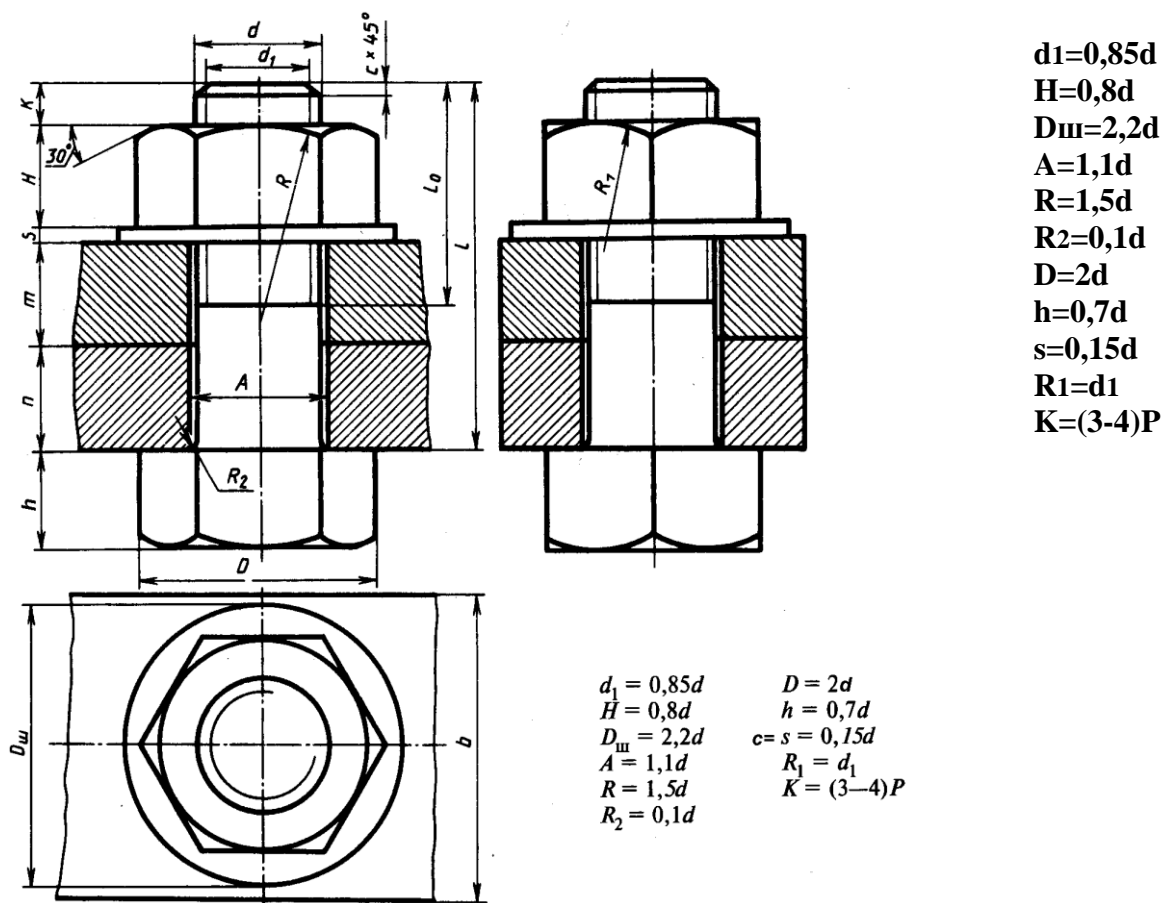
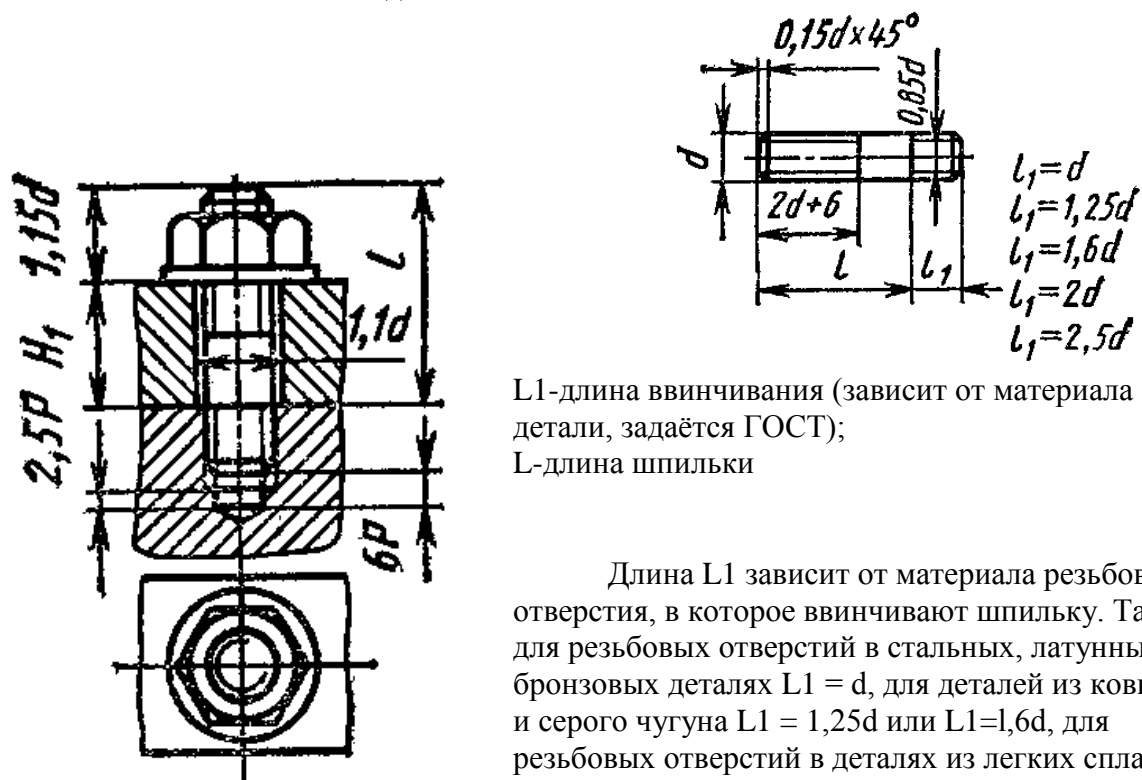


Рис. 40 Соединение шпилечное



$L_1$ -длина ввинчивания (зависит от материала детали, задаётся ГОСТ);  
 $L$ -длина шпильки

Длина  $L_1$  зависит от материала резьбового отверстия, в которое ввинчивают шпильку. Так, для резьбовых отверстий в стальных, латунных и бронзовых деталях  $L_1 = d$ , для деталей из ковкого и серого чугуна  $L_1 = 1,25d$  или  $L_1 = 1,6d$ , для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов  $L_1 = 2d$  или  $L_1 = 2,5d$ .

Рис. 41 Относительные размеры для изображения шпилечного соединения.

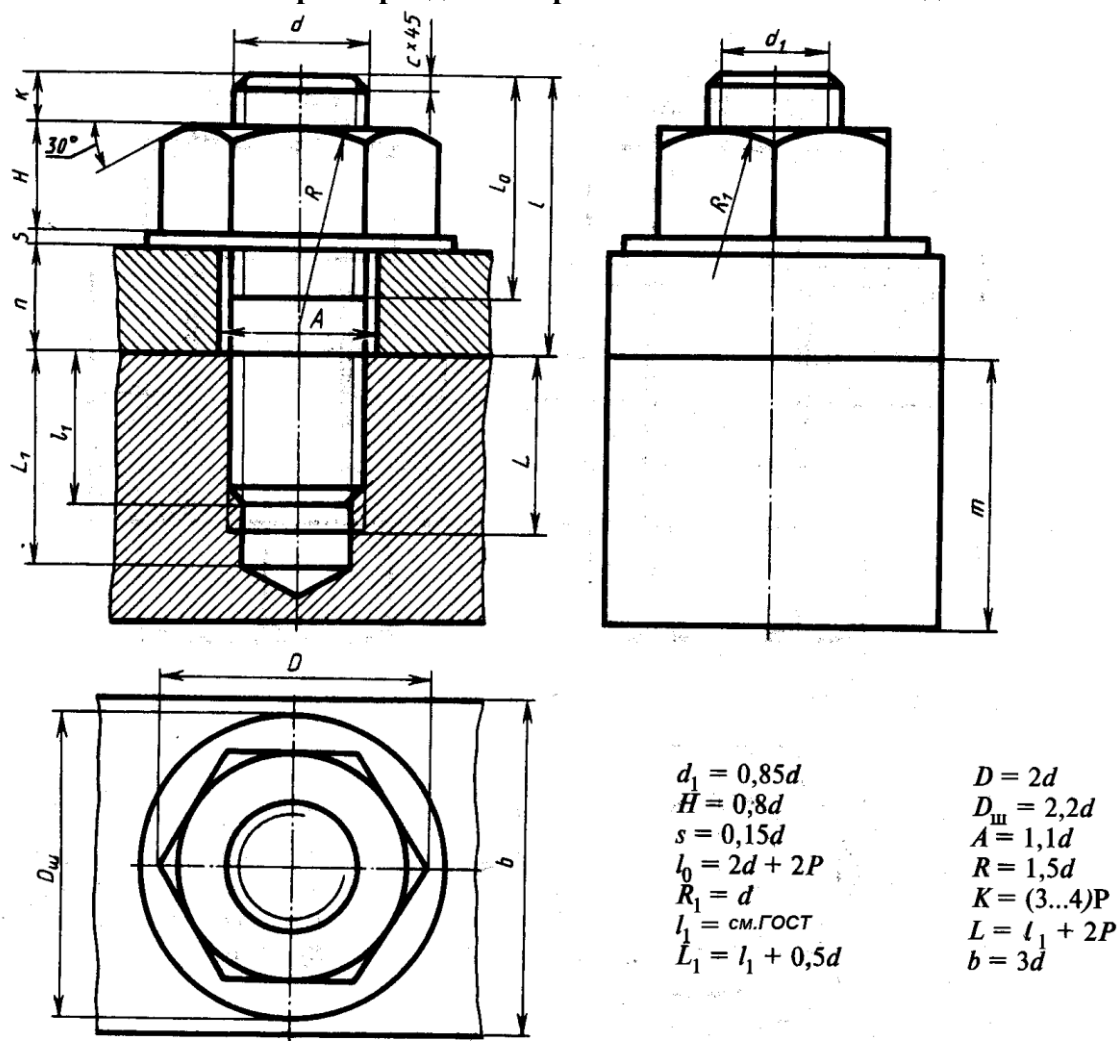


Рис.42 Стандарты на конструкцию и размеры шпилек

Виды шпилек	ГОСТ
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $1d$ :	
класса точности $B$	22032—76*
класса точности $A$	22033—76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $1,25d$ :	
класса точности $B$	22034—76*
класса точности $A$	22035—76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $1,6d$ :	
класса точности $B$	22036—76*
класса точности $A$	22037—76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $2d$ :	
класса точности $B$	22038—76*
класса точности $A$	22039—76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $2,5d$ :	
класса точности $B$	22040—76*
класса точности $A$	22041—76*
Шпильки для деталей с гладкими отверстиями:	
класса точности $B$	22042—76*
класса точности $A$	22043—76*

В условном обозначении шпилек указывают:

1) слово «Шпилька»; 2) цифру 2 для шпилек исполнения 2; 3) диаметр резьбы; 4) шаг резьбы (только для резьбы с мелким шагом); 5) поле допуска резьбы; 6) длину  $L$  шпильки; 7) класс прочности; 8) марку стали или сплава (указывают только для шпилек класса прочности выше 8.8 и для изделий из коррозионно-стойких, жаростойких, жаропрочных и теплоустойчивых сталей); 9) вид покрытия; 10) толщину покрытия; 11) номер стандарта на шпильки.

#### Примеры условных обозначений шпилек:

1. Шпилька с ввинчиваемым концом длиной  $1d$ , класса точности В (ГОСТ 22032—76), исполнения 1, с диаметром резьбы  $d = 20$  мм, с крупным шагом  $P = 2,5$  мм, с полем допуска 6g, длиной  $L = 150$  мм, класса прочности 5,8, без покрытия:

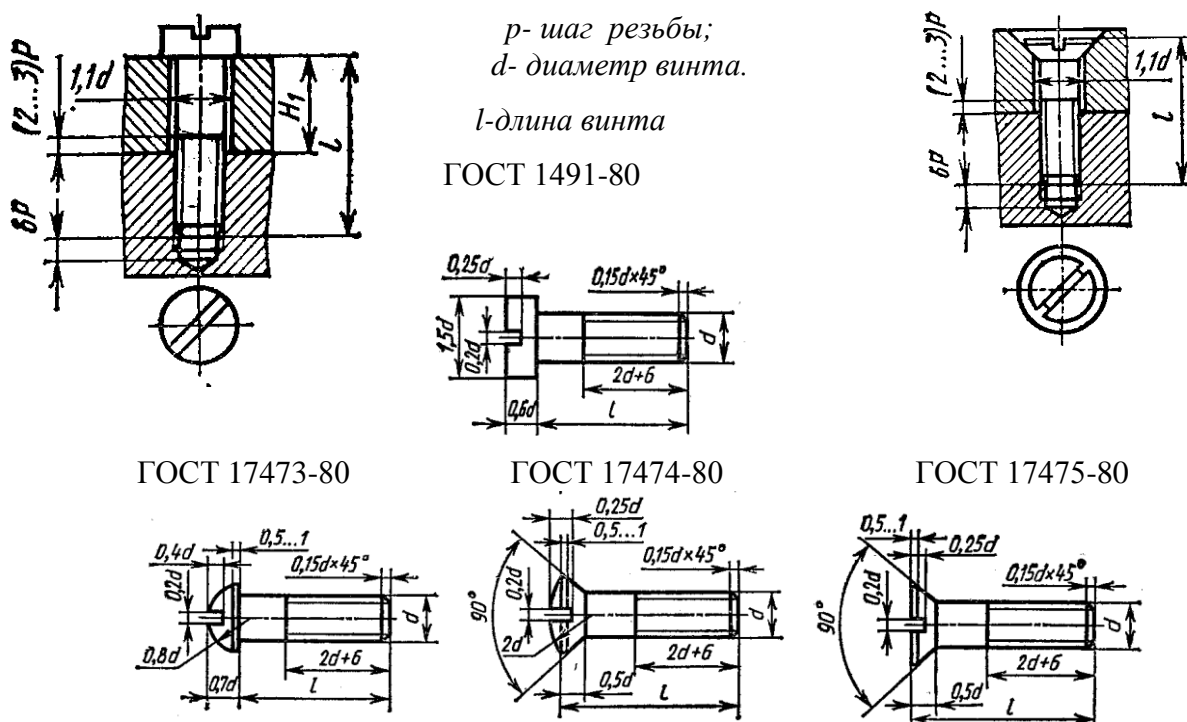
**Шпилька М20—6g x 150.58 ГОСТ 22032—76,**

2. То же исполнения 2, с мелким шагом  $P = 1,5$  мм, с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали марки 40Х, с покрытием 02 толщиной 8 мкм:

**Шпилька 2М20 x 1,5—6g x 150. 109. 40Х. 029 ГОСТ 22032—76.**

### Соединение деталей винтами

Рис.43 Условное изображение соединений винтами в разрезе и на виде



#### Пример условного обозначения винта :

Винт с полукруглой головкой по ГОСТ 17473—80\* класса точности А, исполнения 1, с диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной  $l = 80$  мм, с нормальной длиной резьбы  $b = 38$  мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

**Винт А. М16-6g x 80. 48 ГОСТ 17473-80.**

#### Примеры условных обозначений гайки:

1. Гайка исполнения I, с диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6H, класса прочности 5, без покрытия: **Гайка М16—6H. 5 ГОСТ 5915—70.**

2. То же исполнения 2, с мелким шагом резьбы с полем до пуска 6H, класса прочности 12, из стали марки 40Х, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

**Гайка 2М16 x 1,5- 6H. 12. 40Х. 019 ГОСТ 5915—70.**

### Примеры условных обозначений болта:

1. Болт исполнения 1, диаметром резьбы  $d = 20$  мм, длиной  $L = 90$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

**Болт M20 — 6g x 90.58 ГОСТ 7798 — 70.**

2. То же исполнения 3, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

**Болт 3.M20 x 1,5 - 6g x 90.109.40X.019 ГОСТ 7798—70.**

### Примеры условных обозначений круглых шайб:

1. Шайба исполнения 1, по ГОСТ 11371-78\* для крепежной детали диаметром 14 мм, с толщиной, установленной в стандарте, из стали марки 08кп, с цинковым покрытием толщиной 6 мкм, хромированным: **Шайба 14. 01. 08кп. 016 ГОСТ 11371—78.**

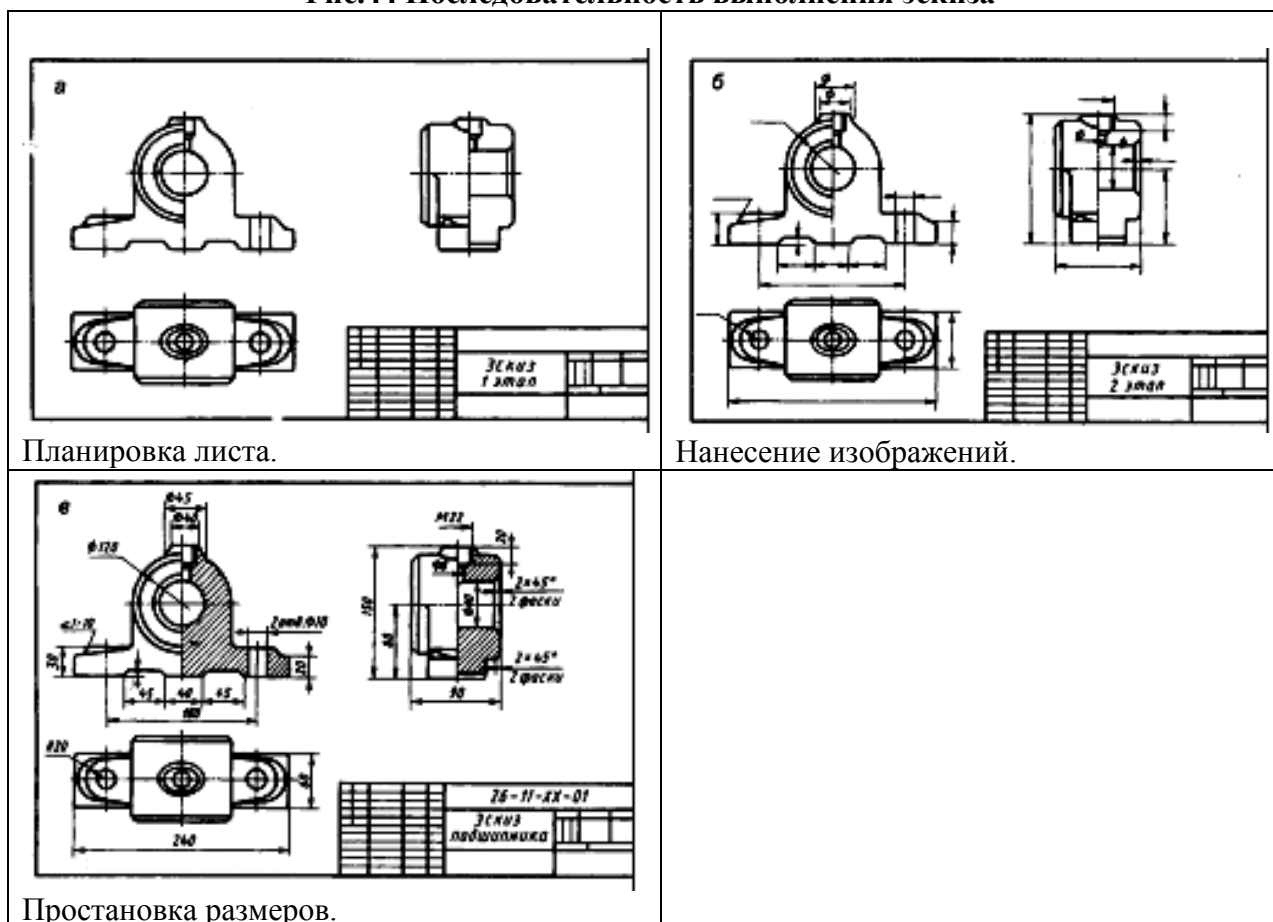
2. То же исполнения 2: **Шайба 2. 14. 01. 08кп. 016 ГОСТ 11371—78.**

**Задание 12. Эскиз.** В глазомерном масштабе на миллиметровке, от руки выполнить по моделям (рис.45) эскизы двух деталей. Нанести на эскизы только **размерные линии**, т.к. модели представлены аксонометрическими изображениями.

Миллиметровка, 2 формата А3, карандаш. Пример оформления задания на **рис.45.**

Эскиз каждой детали выполняют **на отдельном формате**. Пример последовательного выполнения эскиза детали приведен на **рис. 44** : а) планировка; б) выполнение изображений (видов, разрезов), нанесение выносных и размерных линий; г) измерение детали и нанесение размерных чисел, обводка, штриховка.

**Рис.44 Последовательность выполнения эскиза**

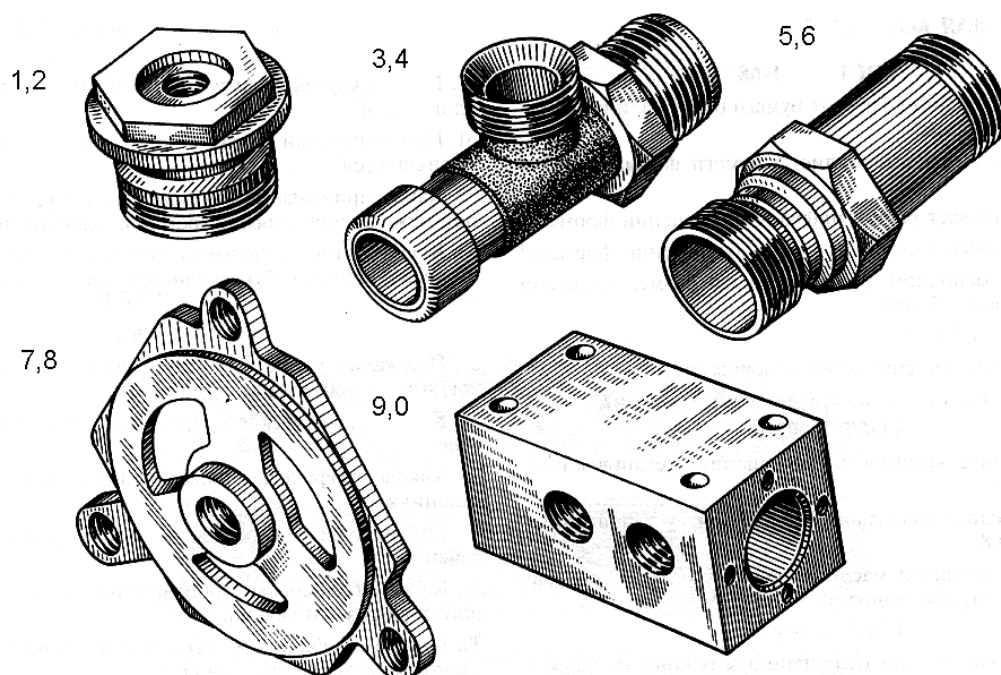




### Рис.45 Варианты заданий «Эскиз»

#### Эскиз №1

Отверстия в деталях – сквозные и в некоторых случаях резьбовые.



#### Эскиз №2

Отверстия в деталях – сквозные, гладкие.

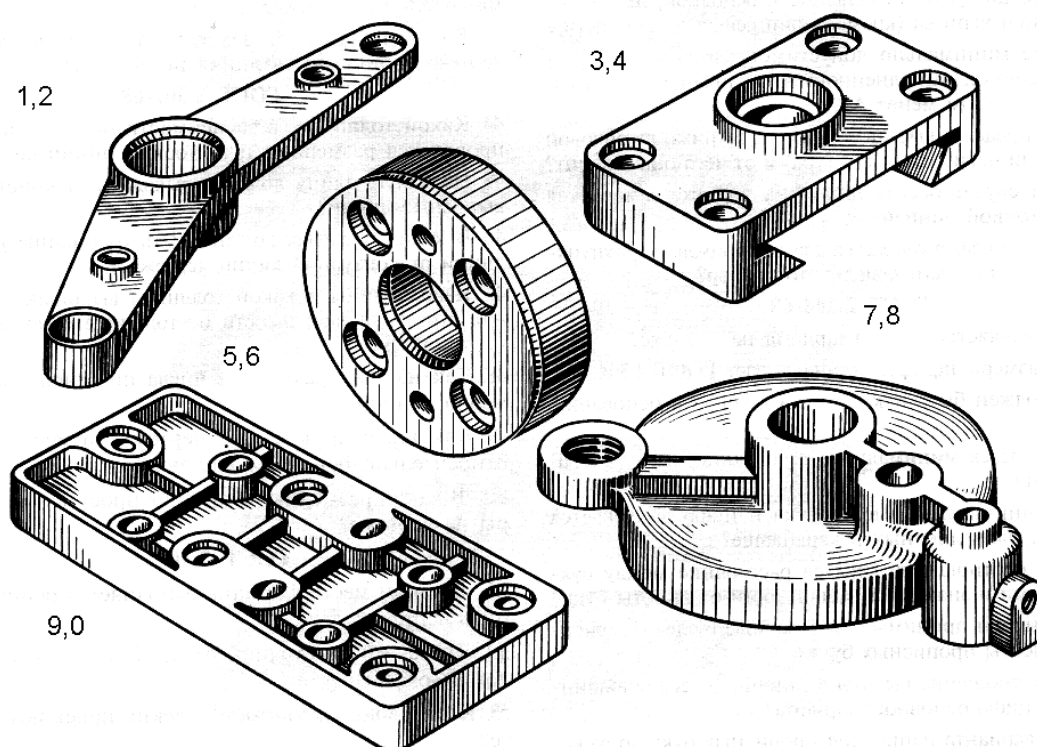


Рис.46 Пример оформления чертежа «Эскиз»

