

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Югорский государственный университет»**  
**НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)**  
**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования**  
**«Югорский государственный университет»**



**ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Методические указания к практическим работам по разделу**  
**«ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»**  
**для студентов образовательных учреждений**  
**среднего профессионального образования**  
**всех форм обучения (очная, заочная)**  
**специальности**

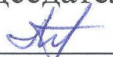
- 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений;**
- 21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин;**
- 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов**  
**и газонефтехранилищ;**
- 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств**  
**(по отраслям);**
- 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования**  
**промышленных и гражданских зданий;**
- 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного**  
**оборудования (по отраслям);**
- 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта**

**Нижневартовск 2016**


## ББК 30.11

### И-62

#### РАССМОТРЕНО

На заседании ПЦК «МД»  
Протокол № 1 от 14 января 2016 г.  
Председатель ПЦК  
 Л. Г. Таранина

#### УТВЕРЖДАЮ

Председатель методического совета  
ННТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»  
 Р. И. Хайбулина  
« 28 » января 2016г.

Методические указания к практическим работам по разделу «Геометрическое черчение» для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования всех форм обучения (очная, заочная) специальности 21.02.01; 21.02.02; 21.02.03; 15.02.07; 08.02.09; 15.02.01; 23.02.03 по дисциплине ОП.01 «Инженерная графика» разработаны в соответствии с:

1. Федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования по специальностям:

21.02.01 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», утвержденным приказом № 482 от 12.05.2014г.;

21.02.02 «Бурение нефтяных и газовых скважин», утвержденным приказом № 483 от 12.05.2014г.;

21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», утвержденным приказом № 484 от 12.05.2014г.;

15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)», утвержденным приказом № 349 от 18.04.2014г.;

08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий», утвержденным приказом № 519 от 14.05.2014г.;

15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)», утвержденным приказом № 344 от 18.04.2014г.;

23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», утвержденным приказом № 383 от 22.04.2014г.

2. Рабочей программой дисциплины ОП.01. Инженерная графика, утв. 11.09.2015г.

Разработчик:

Дойникова Нина Семеновна, преподаватель Нижневартовского нефтяного техникума (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

Рецензенты:

1. Макарова В.А., преподаватель ННТ (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

2. Чумазова А.П., специалист по УМП 1 категории филиала Тюм. ГНГУ.

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

©Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ», 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Комплекс практических работ по разделу «Геометрическое черчение», соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки специалистов среднего звена по специальностям: 21.02.01 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», 21.02.02 «Бурение нефтяных и газовых скважин», 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)», 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий», 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям), 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

### **Цель методической разработки:**

Закрепление полученных теоретических знаний, навыков работы со справочным материалом, таблицами, чертежами.

Учебная дисциплина «Инженерная графика» является дисциплиной общеобразовательного цикла в структуре основной образовательной программы по специальности.

В результате изучения учебной дисциплины студент **должен**

**знать:** государственные стандарты, форматы, масштабы, правила выполнения и оформления чертежей, выполнение линий, шрифтов, нанесения размеров на чертежах, деление окружностей на равные части, выполнение сопряжений, лекальных кривых;

**уметь:** вычерчивать линии различного назначения, выполнять шрифты, вычерчивать контуры технических деталей с применением деления окружности и сопряжений, уметь правильно наносить размеры и выполнять чертежи, лекальные кривые, в соответствии с государственными стандартами.

В разделе «Геометрическое черчение» изучаются следующие темы:

1. Основные сведения по оформлению чертежей.
2. Шрифт чертежный и нанесение надписей на чертежах.
3. Основные правила нанесения размеров на чертежах.
4. Геометрические построения и примеры вычерчивания контуров технических деталей.
5. Сопряжения линий.
6. Лекальные кривые.

Перед выполнением графических работ необходимо ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.

Практические работы выполняются по вариантам.

## ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Формат	Наименование работ	Кол-во аудиторских часов
1.	ФА4	Линии чертежа	2
2.	ФА4	Шрифт чертежный	4
3.	ФА4	Контур плоской детали с применением геометрических построений.	4
4.	ФА3	Контур технической детали с применением сопряжений.	4
5.	ФА4	Лекальные кривые	2

### ТЕМА 1.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

При выполнении и оформлении чертежей установлены единые, обязательные для всех правила оформления чертежей, которые делала бы их понятными для любого участка производства.

Такие правила устанавливают стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

ЕСКД – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Стандарты ЕСКД распределены на девять классификационных групп:

Таблица 1

Шифр группы	Содержание стандартов в группе
0	Общие положения
1	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах
3	Общие правила выполнения чертежей
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения
5	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение дублирование, внесение изменений)
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7	Правила выполнения схем
8	Правила выполнения документов строительных и судостроения
9	Прочие стандарты

В каждой классификационной группе может насчитываться 99 стандартов. Поэтому группы стандартов ЕСКД могут пополняться без нарушения их нумерации.

Пример обозначения стандарта ЕСКД «Шрифты чертежные» - ГОСТ 2.304-81. Цифра «2» обозначает класс, присвоенный комплексу стандартов ЕСКД, «3» - классификационная группа стандартов ( см. таб. 1), «04» -



порядковый номер стандарта в группе, «81» - год утверждения стандарта. При наличии изменений к цифровому обозначению стандарта с права добавляется знак «\*». Так, например обозначение ГОСТ 2.301 – 68\*, говорит о том, что в этот стандарт внесено изменение и его содержание несколько отличается от прежнего, что обязательно следует учитывать при использовании стандарта.

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

Таблица 2

Основные форматы.

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

### Дополнительные форматы

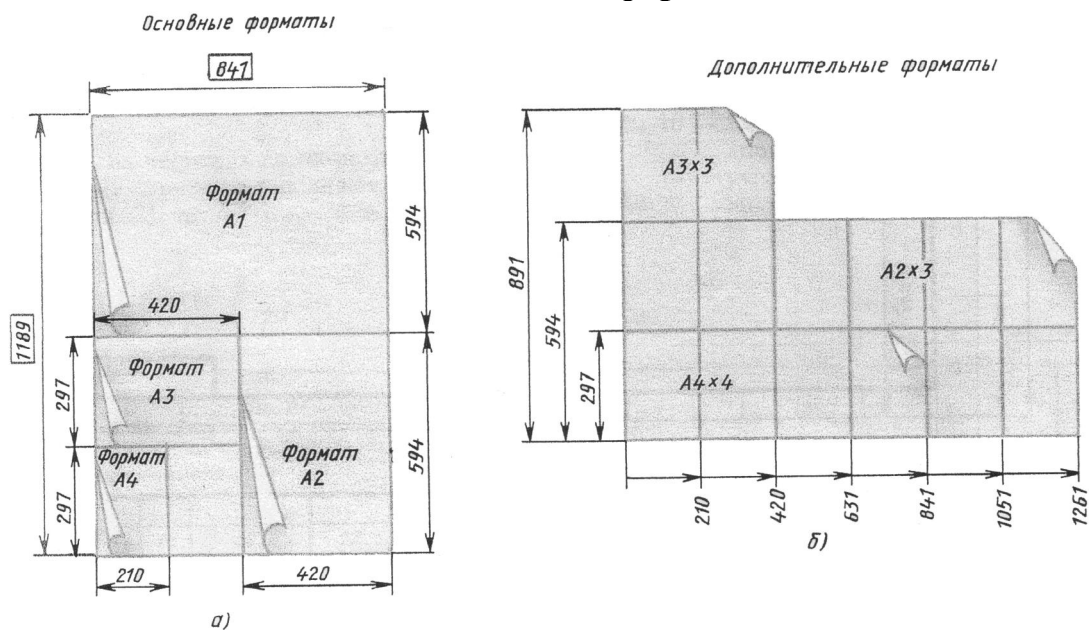


Рисунок 1

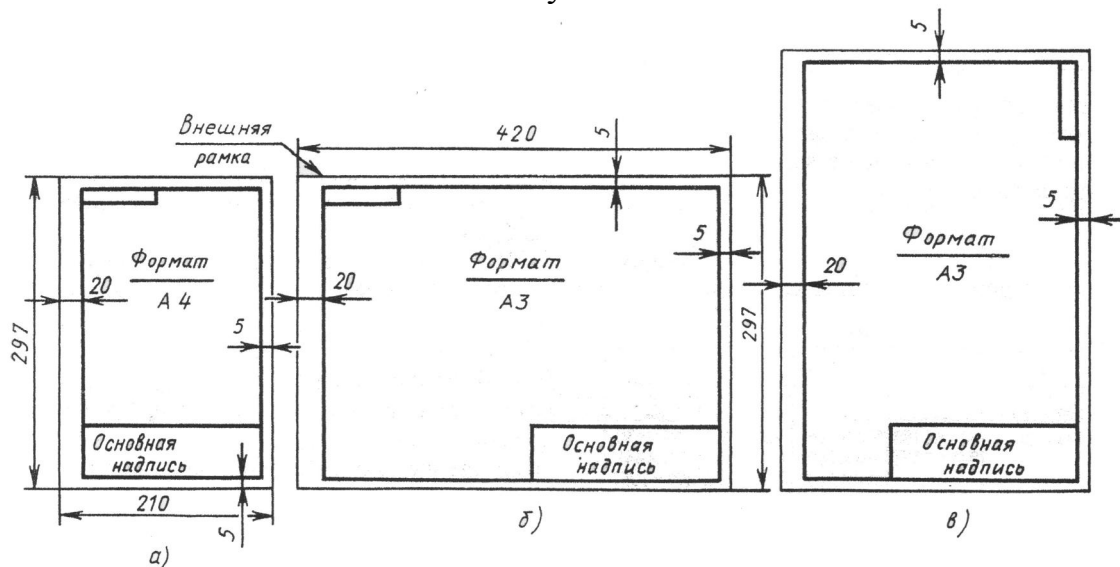


Рисунок 2

## ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ЧЕРТЕЖА

ГОСТ 2.104-68 устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах (рис. 3).

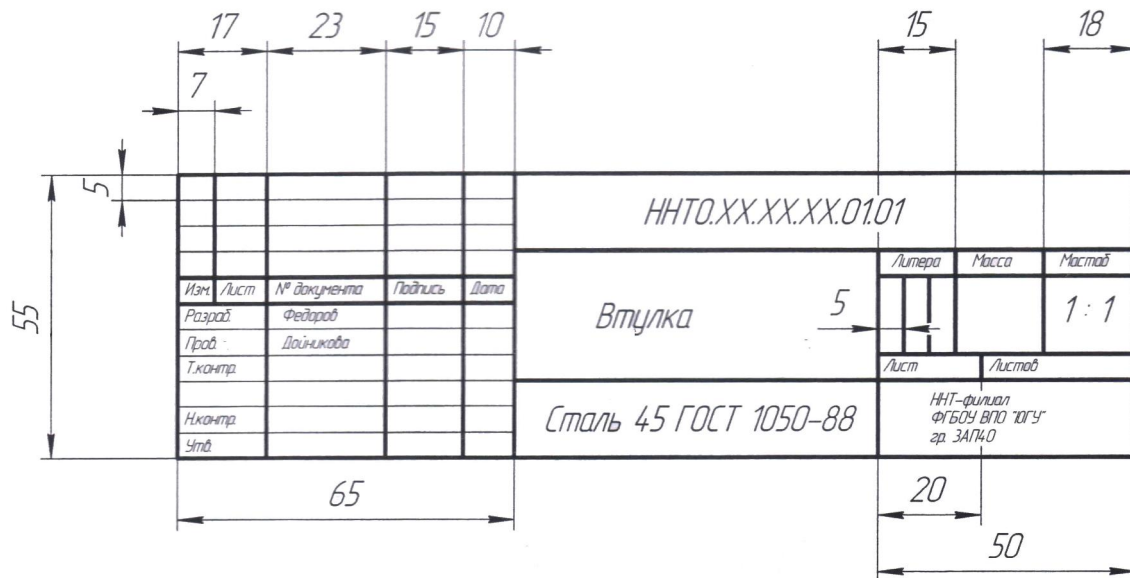


Рисунок 3

Где: ХХ.ХХ.ХХ – шифр специальности;  
01 - № задания; 01 - № варианта.

## МАСШТАБЫ. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Чертежи рекомендуется выполнять в натуральную величину, что дает правильное представление о действительных размерах изделия. Но это не всегда позволяют размеры изделия и форматы листов. В таких случаях чертеж выполняют в уменьшенном виде, т.е. масштабе.

Масштаб – это отношение линейных размеров изображаемого предмета на чертеже к его натуральным размерам. ГОСТ 2.302-68 устанавливает масштабы изображения и их обозначения на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Таблица 4

Масштабы уменьшения	1:2, 1:2,5, 1:4, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:40, 1:50, 1:75, 1:100, 1:200, 1:400, 1:500, 1:800, 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштаб увеличения	2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1, 20:1, 40:1, 50:1, 100:1

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах устанавливает ГОСТ 2.307-68.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.

Размеры бывают линейные – длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и угловые – размеры углов.

Линейные размеры указывают на чертеже в миллиметрах, единицы измерения на чертеже не указывают.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или в выносные и осевые линии. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линий видимого контура ( $s$ ) и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа.

Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного шрифта. Размерные числа ставят над размерной линией, параллельно ей и как можно ближе к середине.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7мм, а между размерными линиями и линией контура – 10мм. (Рис. 4)

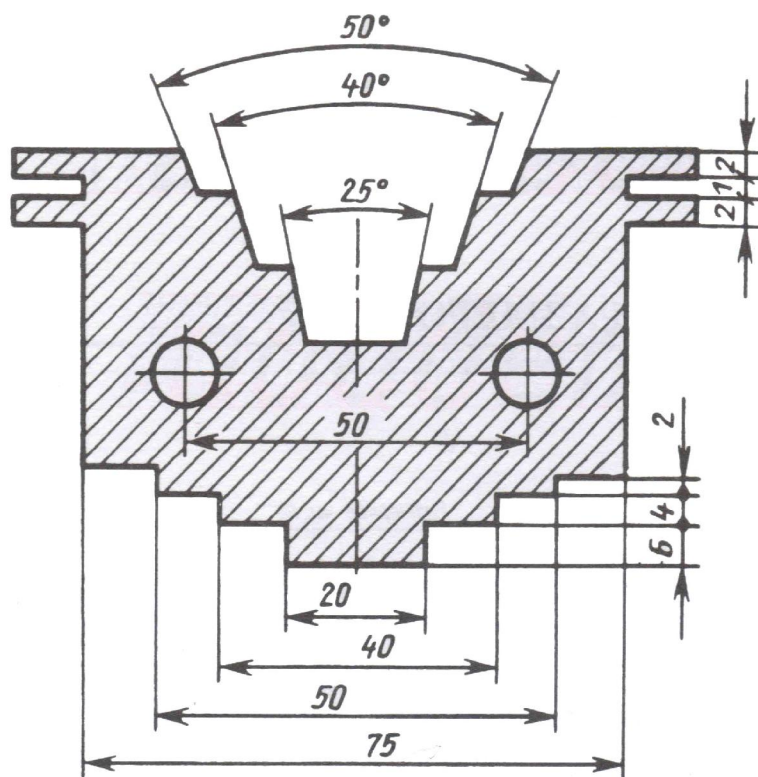


Рисунок 4

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер.

Если наклон размерной линии к вертикали менее  $30^\circ$ , то размерное число наносят на полке линии – выноски (рис. 5).

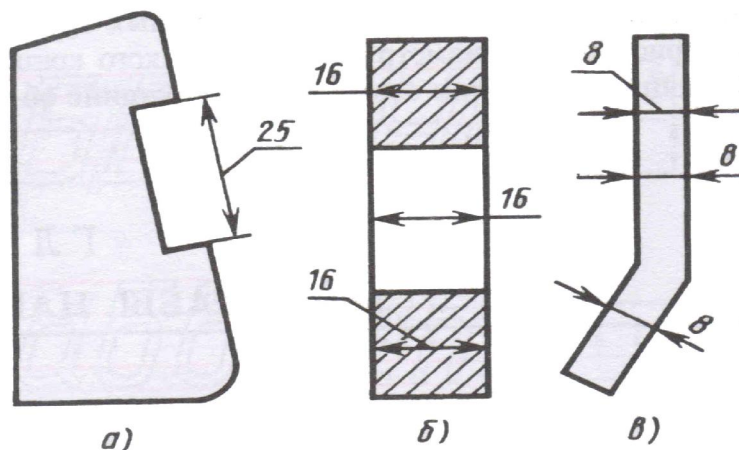


Рисунок 5

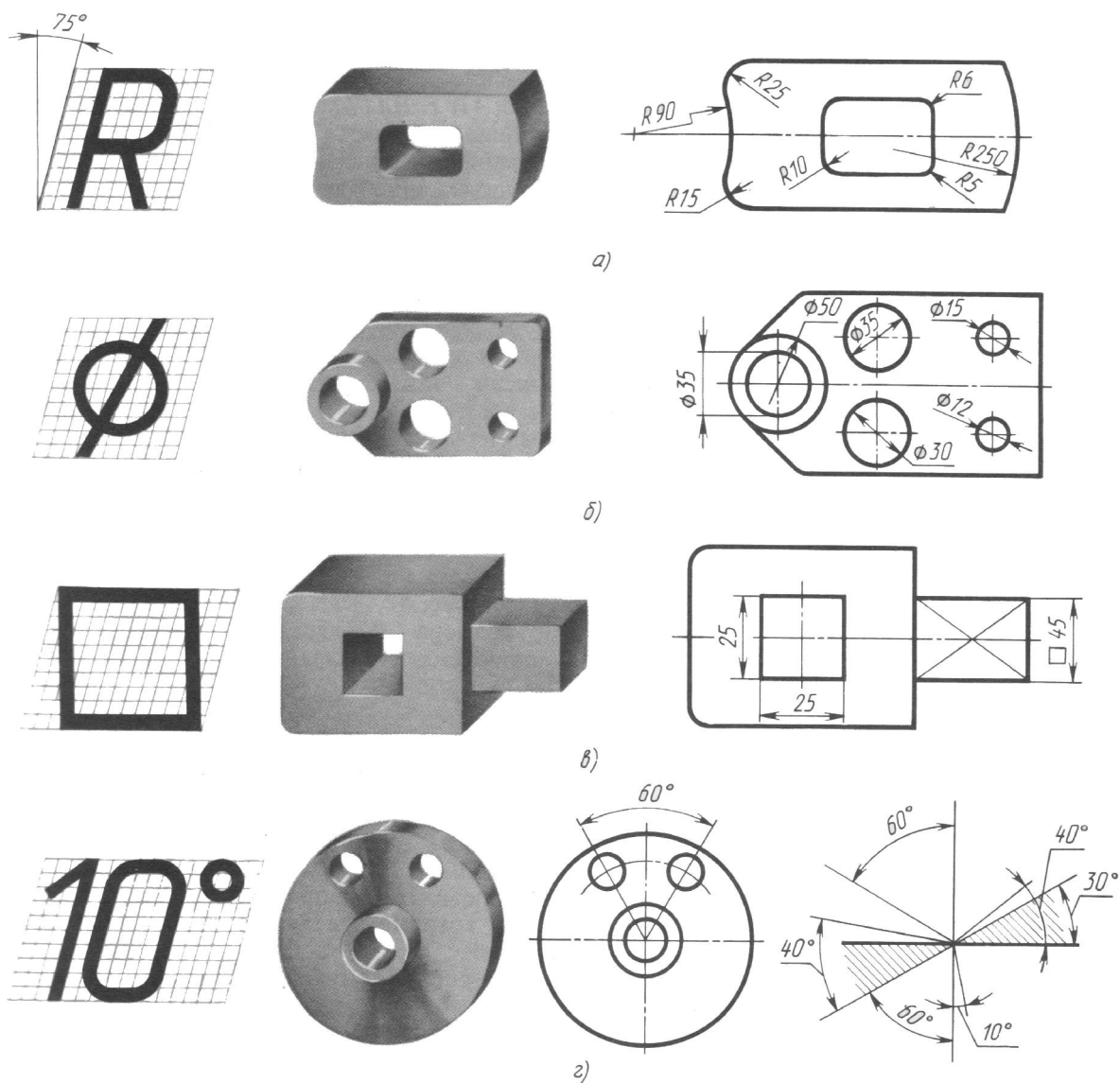


Рисунок 6

При указании размера радиуса перед размерным числом ставят прописную букву R. (рис. 6 а).

При большой величине радиуса допускается центр приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом  $90^\circ$  (рис. 6 а).

Перед размерным числом диаметра ставят знак  $\varnothing$  (рис.6 б), высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, перечеркнутую кривой чертой под углом  $60^\circ$  к размерной линии (рис.6б).

Размеры квадрата наносят, как показано на рис.6 в. Высота знака,  $\square$  должна быть равна высоте размерных чисел на чертежах (ГОСТ 2.307-68).

Нанесение угловых размеров показано на рис.6г. Для указания размера угла размерная линия проводится в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии радиально.

В заштрихованной зоне наносить размерные линии не рекомендуется.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

### ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

**Цель:** Познакомить обучающихся с основными правилами выполнения и оформления чертежей, вычерчиванием линий, применяемых на чертежах.

**Материально-техническое оснащение:** плакаты, раздаточный материал, формат А4 (рабочая тетрадь), чертежные инструменты.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить теоретические сведения.
2. Подготовить формат (тетрадь) к работе.
3. Начертить линии по указанным размерам, в зависимости от толщины.
4. Чертеж выполняется по указанным размерам, размеры на чертеж не наносят.
5. Ответить на вопросы самоконтроля.

**Методические указания:** На формате А4 либо в рабочей тетради формата А4 выполнить линии чертежа. Толщина сплошной основной линии берется до 1 мм, в зависимости от того, какая взята сплошная основная линия, берутся остальные линии. Работа выполняется в одном варианте.

1. Вычерчивается 4 сплошных толстых линии контура толщиной 1мм, каждая на расстоянии 5 мм друг от друга.

2. Вычерчивается 4 штриховых линии на расстоянии 10 мм от сплошной линии, каждая на расстоянии 5 мм друг от друга, толщиной  $1/3$ ,  $1/2$  от s.

3. Вычерчивается 4 штрихпунктирных линии на расстоянии 10 мм от штриховой линии, толщиной  $1/3$ ,  $1/2$  от s.




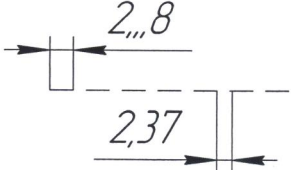
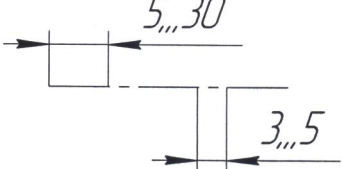
4. Вычерчиваются окружности разного диаметра, разными линиями, в зависимости от указанных размеров.
5. Между окружностей нанести линии, разного назначения (см. образец).
6. Выполнить деталь по указанным размерам.
7. Размеры не наносить.

**Краткие теоретические сведения:**

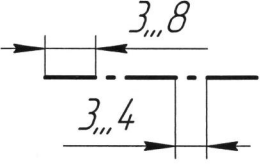
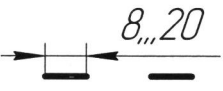

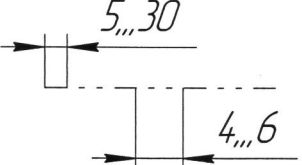
При выполнении любого чертежа основными элементами являются линии. Согласно ГОСТ 2.303-68 для изображения изделий на чертежах применяют линии различных типов в зависимости от их назначения, что способствует выявлению формы изображаемого изделия, чтобы чертеж стал выразителен. (см. таблица 5).

Таблица 5

Линии чертежа ГОСТ 2.303 – 68

№ п/п	Наименование	Начертание	Толщина линии	Назначение
1	Сплошная толстая основная		<i>s</i>	толщиной от 0,5 дл 1,4 мм, применяется для линии видимого контура
2	Сплошная тонкая		$\frac{1}{3}$ от <i>s</i> $\frac{1}{2}$ от <i>s</i>	размерные и выносные линии, штриховки сечений, линии контура, наложенного сечения, линии-выноски, линии для изображения пограничных деталей
3	Сплошная волнистая		$\frac{1}{3}$ от <i>s</i> $\frac{1}{2}$ от <i>s</i>	для изображений линий обрыва, линий разграничения вида и разреза
4	Штриховая		$\frac{1}{3}$ от <i>s</i> $\frac{1}{2}$ от <i>s</i>	для линий невидимого контура
5	Штрихпунктирная тонкая		$\frac{1}{3}$ от <i>s</i> $\frac{1}{2}$ от <i>s</i>	для осевых и центровых, линий сечения, осей симметрии



№ п/п	Наименование	Начертание	Толщина линии	Назначение
6	Штрихпунктирная утолщенная		1/2 от s 2/3 от s от s	для элементов расположенных перед секущей плоскостью, линий, подлежащих термообработке или покрытию
7	Разомкнутая		1/3 от s 1/2 от s	для обозначения линий сечения
8	Сплошная тонкая с изломами		1/3 от s 1/2 от s	для длинных линий обрыва
9	Штрихпунктирная с двумя точками		1/3 от s 1/2 от s	для изображения деталей в крайних или промежуточных положениях, линий сгиба на развертках

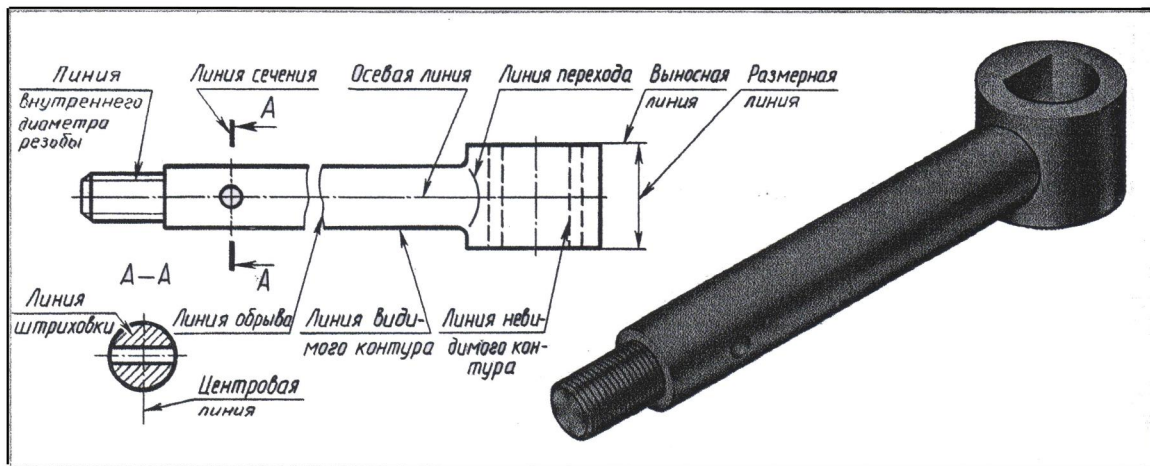


Рисунок 7

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Линия, применяемая при выполнении осевых линий?





## ТЕМА 1.2. ЧЕРТЕЖНЫЙ ШРИФТ И НАНЕСЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

Чертежи и прочие конструкторские документы содержат необходимые надписи: название изделий, размеры, данные о материале, обработке деталей, спецификации и другие надписи.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства.

Устанавливаются следующие виды шрифтов:

- тип А с наклоном  $75^\circ$ ; тип А без наклона; тип Б с наклоном  $75^\circ$ ; тип Б без наклона.

Размер шрифта определяет высота  $h$  прописных букв в миллиметрах. Толщина линии шрифта  $d$  зависит от типа и высоты шрифта.

ГОСТ устанавливает следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20. Применение шрифта 1,8 не рекомендуется и допускается только для шрифта типа Б.

Таблица 6

Шрифт типа Б ( $d = h/14$ )

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм									
			1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0		
Размер шрифта: Высота прописных букв	$h$	$(10/10)h$ $10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0		
Высота строчных букв	$c$	$(7/10)h$ $7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0		
Расстояние между буквами	$a$	$(2/10)h$ $2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0		
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	$v$	$(17/10)h$ $17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0		
Минимальное расстояние между словами	$e$	$(6/10)h$ $6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0		
Толщина линий шрифта	$d$	$(1/10)h$ $d$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0		

Таблица 7

Ширина букв и цифр шрифта типа Б, мм

Буквы и цифры		Относительный размер	Размер шрифта (высота прописных букв)							
			1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Прописные буквы	Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я	$6/10h$	1	1,4	2	3	4	6	8	12
	А, Д, М, Х, Ы, Ю	$(7/10)h$	1,2	1,7	2,5	3,5	5	7	10	14
	Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ	$(8/10)h$	1,5	2	3	4	5,5	8	11	16
	Е, Г, З, С	$(5/10)h$	1	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10

Буквы и цифры		Относительный размер	Размер шрифта (высота прописных букв)							
			1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Строчные буквы	а, б, в, г, д, е, з, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ь, э, я	(5/10)h	1	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10
	м, ь, ы, ю	(6/10)h	1	1,4	2	3	4	6	8	12
	ж, т, ф, ш, щ	(7/10)h	1,2	1,7	2,5	3,5	5	7	10	14
	с	(4/10)h	0,8	1	1,6	2	3	4	6	8
Цифры	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	(5/10)h	1	1,2	1,8	2,5	3,5	5	7	20
	1	(3/10)h	0,5	0,7	1	1,5	2	3	4	6
	4	(6/10)h	1	1,4	2	3	4	6	8	12

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

### ШРИФТ ЧЕРТЕЖНЫЙ

**Цель:** Сформировать у обучающихся знания по написанию чертежного шрифта. Закрепить теоретические знания при выполнении практической работы.

**Материально-техническое оснащение:** плакаты, образцы заданий, раздаточный материал, формат ф4 (тетрадь), миллиметровая бумага ф А4, чертежные инструменты.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучение теоретического материала.
2. Подготовка формата к работе.
3. Подготовка вспомогательной сетки, учитывая размеры, указанные в таблице 7.
4. Написание букв, учитывая толщину линии шрифта.
5. Ответить на вопросы самоконтроля.

**Методические рекомендации:**

Практическая работа выполняется в одном варианте. Выполняется шрифт типа Б, с наклоном  $75^\circ$ . Высота шрифта берется 10мм. Работа выполняется по указанным в задании размерам. Выполнение начинается с построения сетки, учитывая ширину букв, расстояние между буквами, межстрочное расстояние. В пределах высоты шрифта проводится срединная линия, на которой проводятся срединные элементы. Учитывается округление букв, равное  $2/10h$ .

**Последовательность выполнения задания:**

1. Проводятся линии на расстоянии 10мм друг от друга.
2. На нижней линии отмечается точка на расстоянии 15мм слева от рамки.
3. Из точки отмечается угол  $75^\circ$ , проводятся параллельные линии,

учитывая ширину буквы, расстояние между буквами (все данные берутся в табл. 7).

4. Готовится сетка под написание букв.
5. Вторая строчка вычерчивается на расстоянии 17мм (см. таб.7 ).
6. Все линии проводятся под углом  $75^\circ$ .
7. Остальные строчки выполняются аналогично.
8. Ответить на вопросы самоконтроля.

#### **Краткие теоретические сведения:**

При построении шрифта по вспомогательной сетке следует учитывать разную ширину букв. Необходимо также помнить, что расстояние между некоторыми буквами, например Г и Л (и в аналогичных сочетаниях букв), уменьшается до размера, равного толщине линии букв.

Прописные буквы по начертанию условно можно разделить на три группы, например Т, Ц, Г, И, не требуется вспомогательной сетки. Для написания второй группы букв нужно учитывать, что по середине сетки проходит линия, над которой или под которой располагаются средние элементы букв, например букв Э, Ч, Ю, Б. Для написания букв третьей группы необходимо учитывать две линии, которые находятся на расстоянии  $2/10h$  от верхней и нижней линии, ограничивающие округление букв, например букв Э, Ю, О. Это нужно учитывать и при выполнении строчных букв.

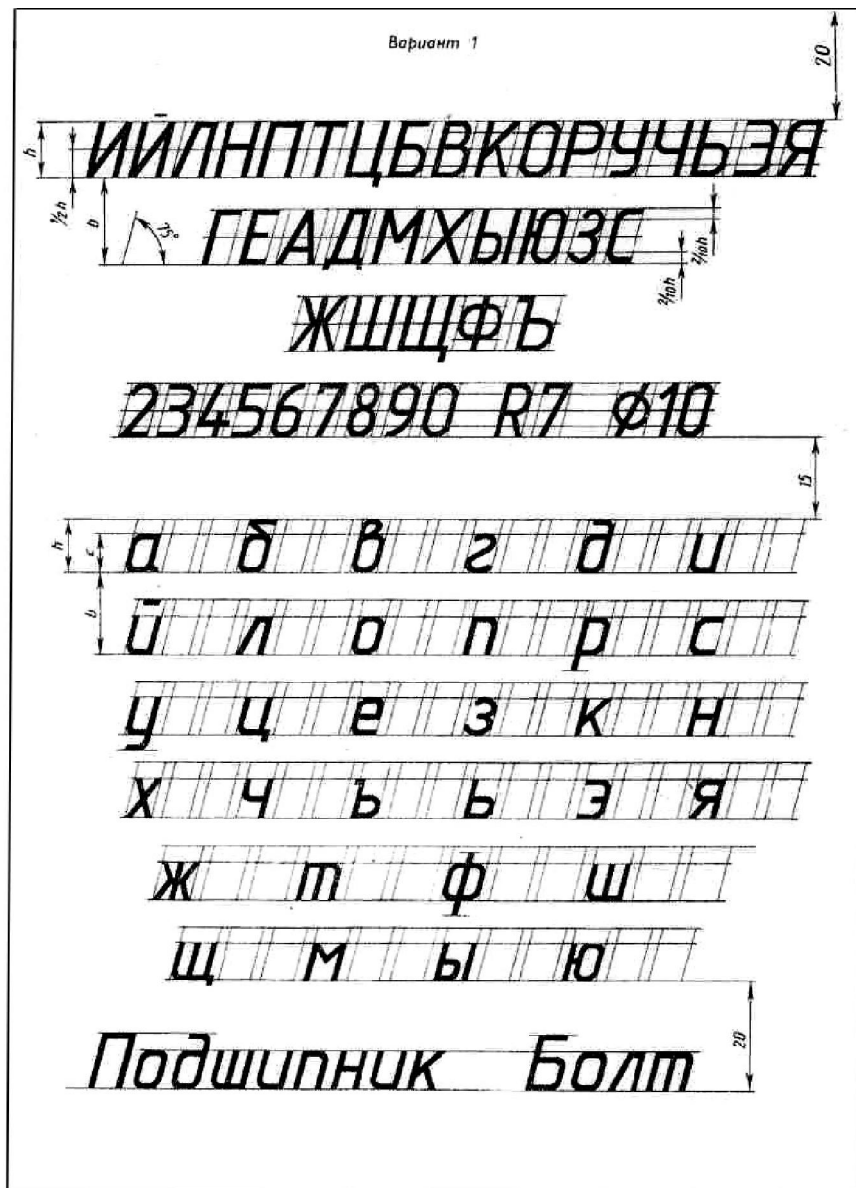
После выполнения задания в написании шрифтов и освоения этого процесса надписи на чертежах необходимо выполнять без построения сеток, от руки, соблюдая наклон букв, толщину линии шрифта по ГОСТу. При этом допускается проводить только горизонтальные вспомогательные линии.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие установлены размеры шрифта и чем определяется размер шрифта?
2. В каких случаях уменьшается расстояние между буквами?
3. От чего зависит расстояние между буквами?
4. От чего зависит толщина линии шрифта?

#### **Задание: №2**

Шрифтом размером 10 типа Б написать изображенные буквы, цифры и слова. Каждую строчную букву писать 3 раза. Выполнение задания начинать с нанесения вспомогательной сетки сплошными тонкими линиями.



## ТЕМА 1.3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

### Деление отрезков на равные части.

При выполнении чертежей часто встречается деление отрезков прямых на равные части, построение и измерение углов транспортиром, построение и деление углов, способы построения многоугольников, определение центра дуги окружности.

Чтобы отрезок АВ разделить на две равные части, из концов этого отрезка проводят две дуги окружности радиусом R, несколько большим половины данного отрезка, до взаимного пересечения в точках n и m (рис. 8а). Точки n и m соединяют прямой, которая пересекает отрезок АВ в точке С. Точка С делит отрезок АВ на две равные части. Проведав подобное построение для отрезка АС находим середину – точку D. Повторим построение для отрезка СВ, разделим отрезок АВ на четыре равные части.

### Деление отрезков прямой на любое число равных частей.

Например, отрезок АВ нужно разделить на 11 равных частей. Для этого из любого конца этого отрезка проводят под произвольным углом вспомогательную прямую ВС, на которой от точки В измерительным циркулем откладывают 11 равных отрезков произвольной величины. Крайнюю точку 11 последней отложенной части соединяют с точкой А концом отрезка прямой АВ (рис.8а).

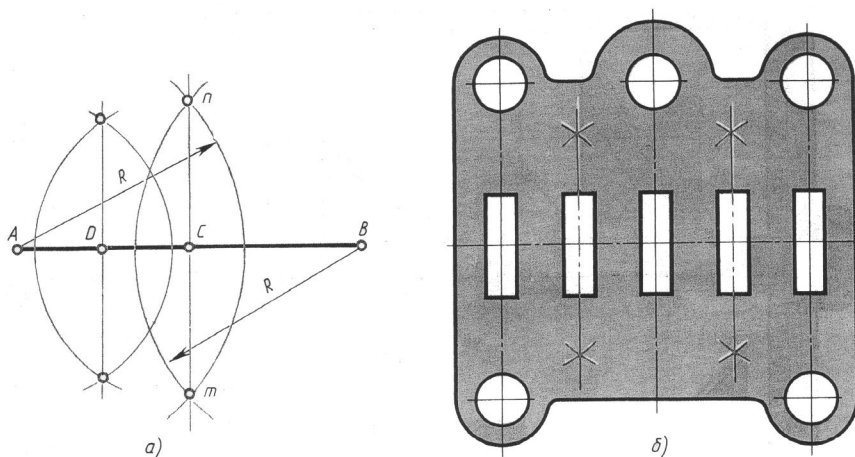


Рисунок 8

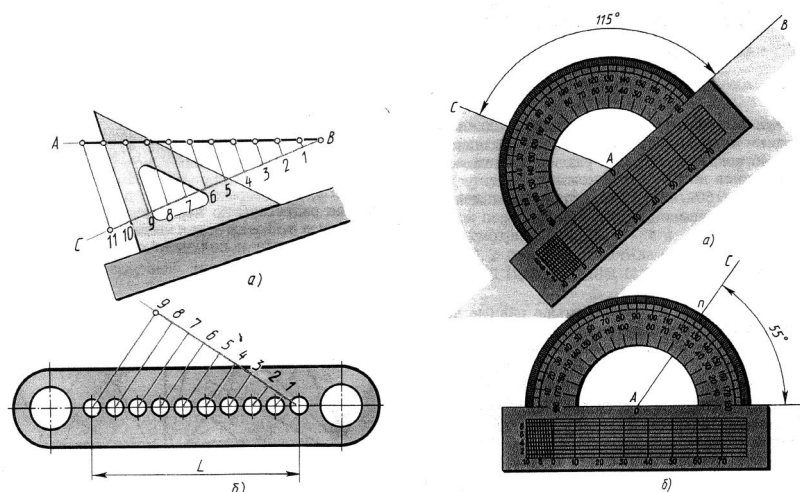


Рисунок 9

### Построение и измерение углов транспортиром.

Для измерения угла транспортиром прикладывают опорной планкой к одной из сторон данного угла (рис.9) так, чтобы вершина угла (точка А) совпадала с точкой О на транспортире. Величину угла САВ в градусах определяют по шкале транспортира.

Углы можно строить с помощью угольников с углами 45, 30, 60° и линейки или рейсшины (рис.10).

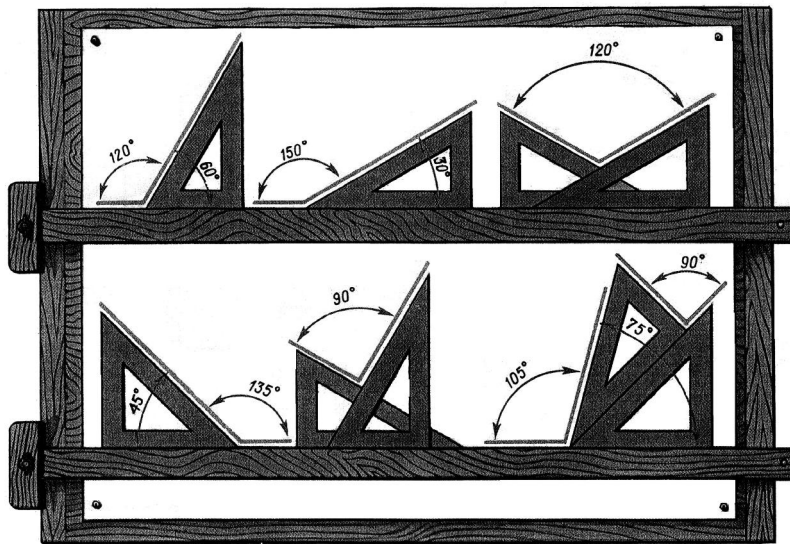


Рисунок 10

**Построение и деление углов.**

Деление угла на две и четыре части показано на рис.11а. Из вершины угла проводят произвольным радиусом дугу до пересечения со сторонами угла ВАС в точках n и k. Из полученных точек проводят две дуги радиусом R, несколько большим половины длины дуги nk, до взаимного пересечения в точке m. Вершину угла соединяют с точкой m прямой, которая делит угол ВАС пополам. Эта прямая называется биссектрисой угла ВАС. Повторяя это построение с полученными углами, угол ВАС можно разделить на четыре равные части.

**Деление угла на три равные части.**

Из вершины А прямого угла (рис.11б) произвольным радиусом R описывают дугу окружности до пересечения ее со сторонами прямого угла в точках a и b, из которых проводят дуги окружности того же радиуса R до пересечения с дугой ab в точках m и n. Точки m и n соединяют с вершиной угла А прямыми и получают стороны Am и An

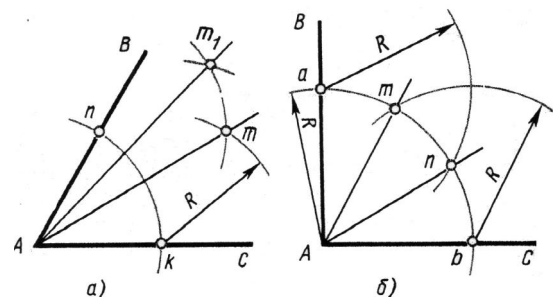


Рисунок 11

Построение угла, равного данному показано на рис. 12.

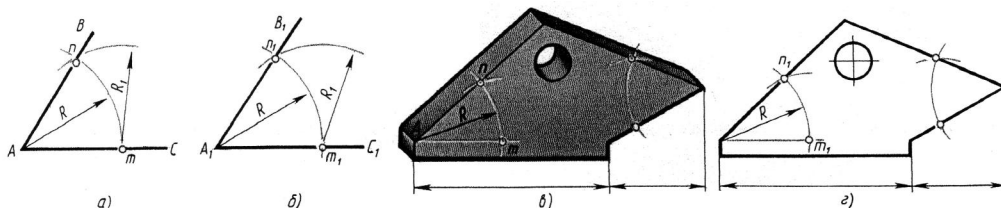


Рисунок 12

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

### КОНТУР ПЛОСКОЙ ДЕТАЛИ

**Цель:** Сформировать, у обучающихся, знаний по выполнению контура технической детали, с применением деления окружности, отрезков, углов, и закрепить полученные знания при выполнении практической работы.

**Материально-техническое оснащение:** плакаты по теме, образцы заданий, раздаточный материал, формат А3, чертежные инструменты.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучение теоретического материала.
2. Подготовка формата к работе.
3. Нанесение базовых линий.
4. Выполнение контура детали по указанным размерам в тонких линиях.
5. Обведение контура сплошной толстой линией.
6. Нанесение размеров.
7. Заполнение рамки основной надписи.
8. Ответы на вопросы.

**Методические рекомендации:**

Практическая работа выполняется на формате А4, или в рабочей тетради формата А4, по вариантам. Построение начинается с базовых линий. Выполняется контур детали с применением знаний по делению окружности.

**Порядок выполнения задания:**

- 1) Проводятся осевые линии.
- 2) Постепенно вычерчиваются окружности по указанным размерам.
- 3) Чертеж обводится линией контура.
- 4) Расставить размеры.

**Краткие теоретические сведения:**

При выполнении чертежей встречаются случаи, где требуется деление окружности на равные части, которое выполняют с помощью треугольника и циркуля, применяя также таблицу коэффициентов. Разделить окружность на равные части можно треугольником с углами  $45^\circ$ , с углами  $30$  и  $60^\circ$ .

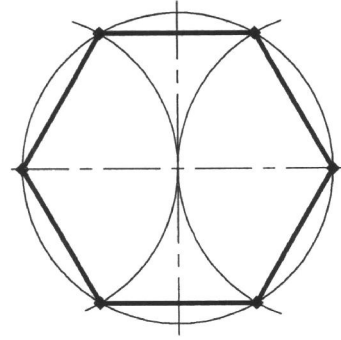
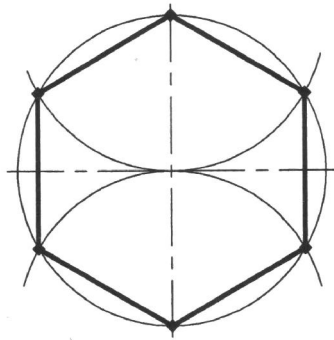
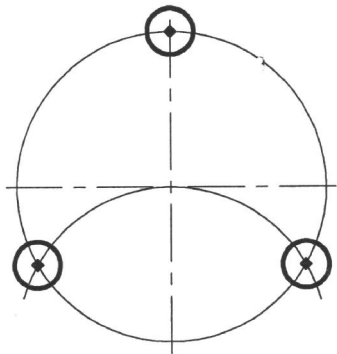
Разделить окружность на равные части можно также с помощью циркуля. Примеры деления окружности на равные части показаны на рисунке 5.

**Вопросы по самоконтролю:**

1. Как разделить окружность на три части?
2. Как разделить окружность на 7 частей?
3. Как выполняется деление на 5, 10 частей?
4. Деление окружности на, 3, 6, 12 частей?

*Деление окружности на равные части*

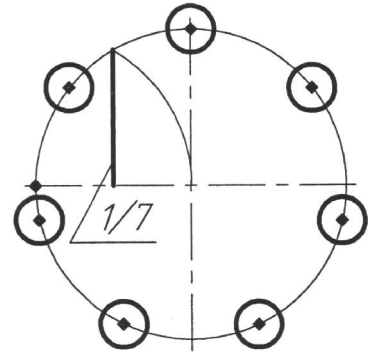
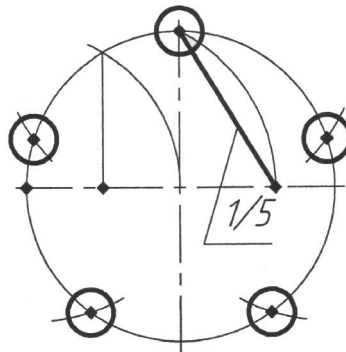
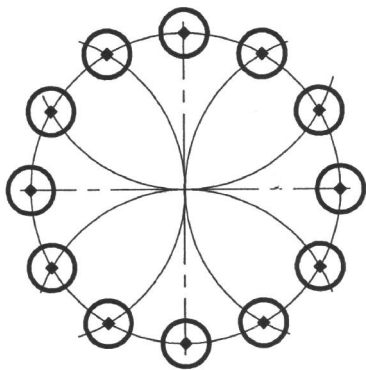
*на 3 части*                      *на 6 частей*                      *на 6 частей*  
*(первое положение)*                      *(второе положение)*



*на 12 частей*

*на 5 частей*

*на 7 частей*



*на 4 части*

*на 8 частей*

*на 10 частей*

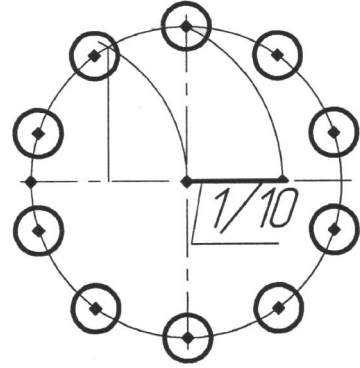
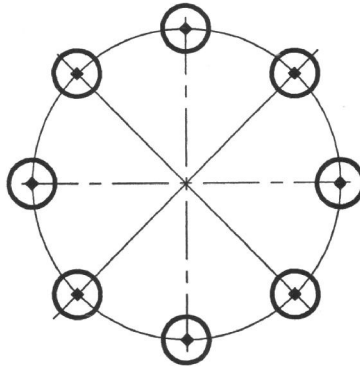
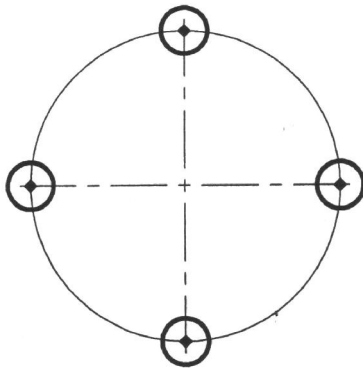
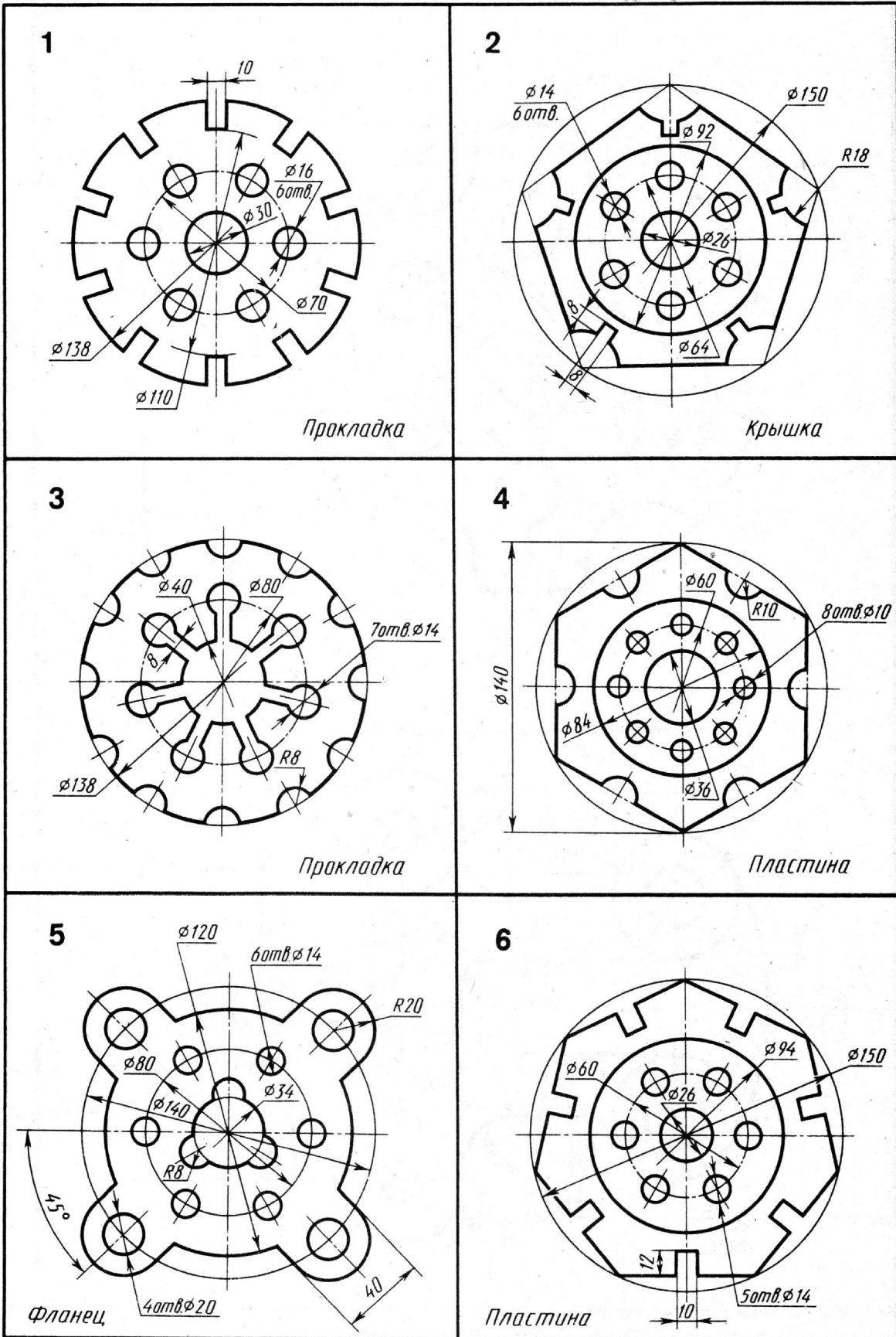


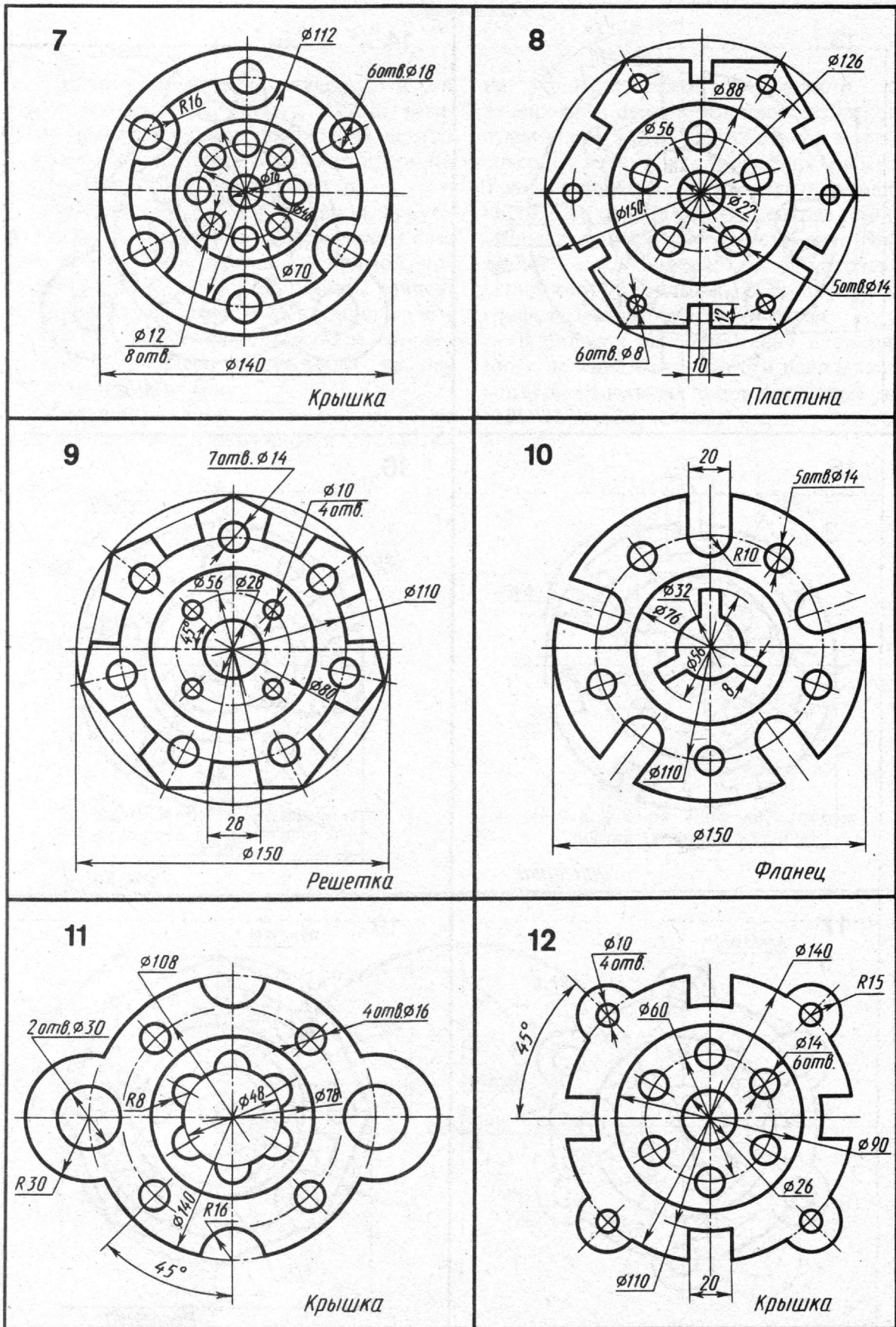
Рисунок 13



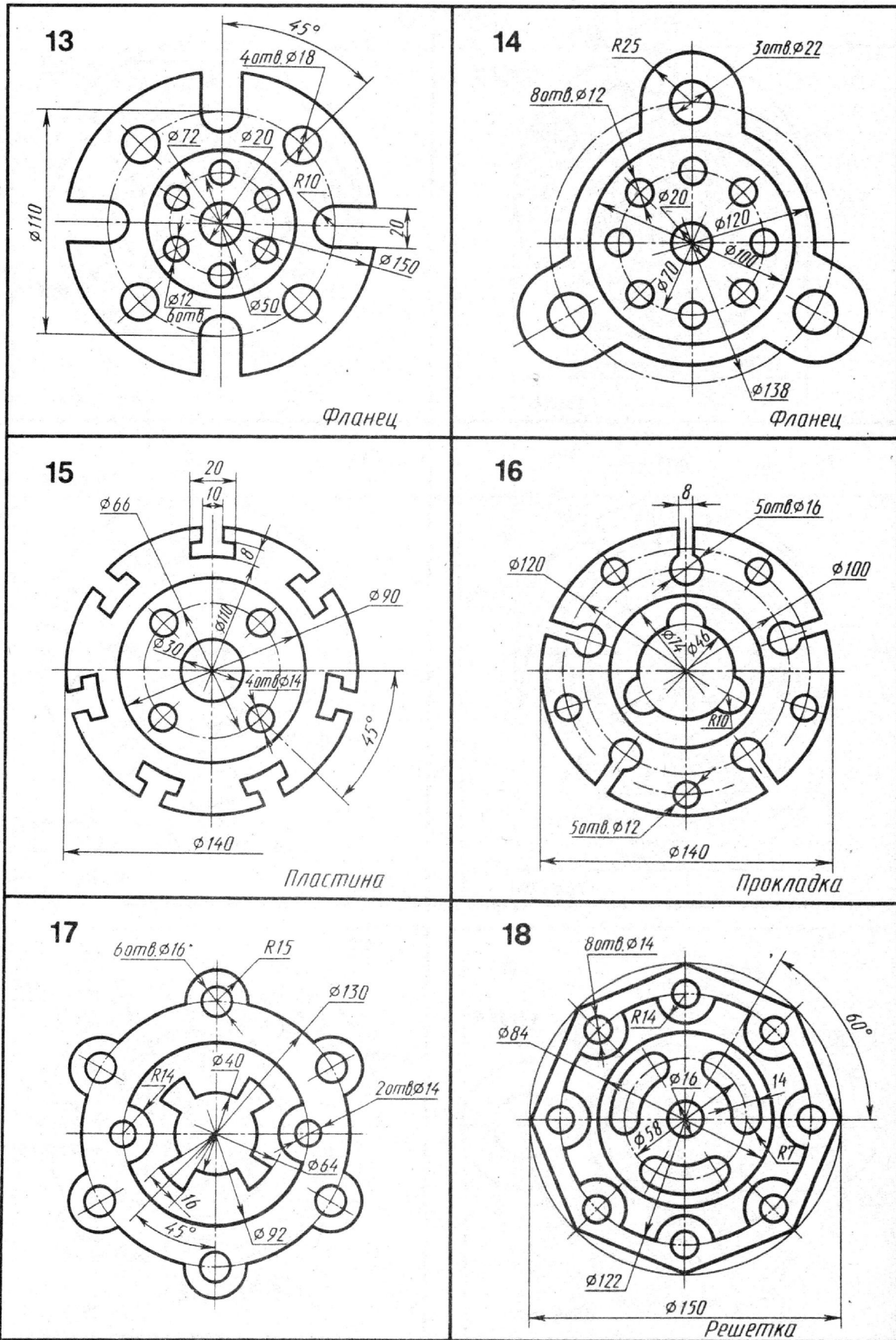
**Задание №3:** Вычертить контур детали, применяя деление окружности на равные части



**Задание №3:** Вычертить контур детали, применяя деление окружности на равные части



**Задание №3:** Вычертить контур детали, применяя деление окружности на равные части



## ТЕМА 1.4. СОПРЯЖЕНИЕ ЛИНИЙ

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

#### КОНТУР ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ

**Цель:** Сформировать, у обучающихся, знания по выполнению контуров технических деталей, с применением сопряжений. Закрепить полученные знания при выполнении практической работы.

**Материально-техническое оснащение:**

плакаты, образцы заданий, раздаточный материал, формат А3; чертежные инструменты.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучение теоретического материала.
2. Подготовка формата к работе.
3. Выполнение первой детали в тонких линиях.
4. Выполнение второй детали в тонких линиях.
5. Обводка контура деталей сплошной толстой линией.
6. Нанесение размеров.
7. Заполнение рамки основной надписи.
8. Ответы на вопросы по самоконтролю.

**Методические рекомендации:**

Практическая работа выполняется на формате А3 по вариантам, указанным в задании. Построение начинается с оформления листа формата.

Порядок выполнения задания:

1. Вычерчиваются осевые линии.
2. По указанным размерам выполняется первая деталь в тонких линиях на левой половине листа.
3. Выполняются необходимые сопряжения и деление окружности.
4. Набирается необходимая толщина линии контура.
5. Наносятся размеры.
6. На правой половине листа вычерчиваются осевые линии для второй детали.
7. Выполняются необходимые сопряжения и деление окружности для второй детали.
8. Набирается необходимая толщина линии контура для второй детали.
9. Наносятся размеры на вторую деталь.

**Краткие теоретические сведения:**

При вычерчивании деталей, контуры очертаний которых состоят из прямых линий и дуг окружностей с плавными переходами от одной линии в другую, часто выполняют сопряжений.

Для точного и правильного выполнения чертежей необходимо уметь выполнять построения сопряжений, которые основаны на двух положениях.

1. Для сопряжения прямой линии и дуги необходимо, чтобы центр ок-



ружности, которой принадлежит дуга, лежал на перпендикуляре к прямой, восстановленному из точки сопряжения.

2. Для сопряжения двух дуг необходимо, чтобы центры окружностей, которым принадлежат дуги, лежали на прямой, проходящей через точку сопряжения.

**Сопряжение двух сторон угла дугой окружности и заданного радиуса.**

Сопряжение двух сторон угла (прямого, острого или тупого) дугой заданного радиуса  $R$  выполняют следующим образом. Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиуса дуги  $R$ , проводят две вспомогательные прямые линии. Точка пересечения этих прямых (точка  $O$ ) будет центром дуги радиуса  $R$ , т.е. центром сопряжения. Из центра  $O$  описывают дугу, плавно переходящую в прямые – стороны угла. Дуга заканчивается в точках сопряжения, которые являются основаниями перпендикуляров, опущенных из центра  $O$  на стороны угла.

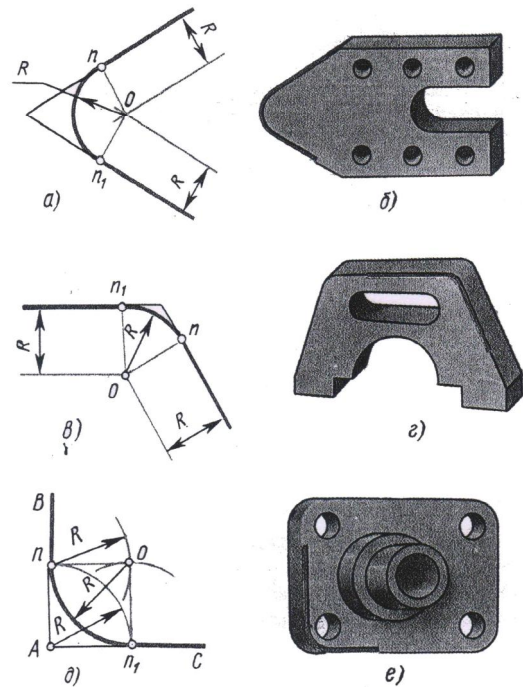


Рисунок 14

При построении сопряжения сторон прямого угла центр дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля. Из вершины угла проводят дугу радиусом  $R$ , равным радиусу сопряжения. На сторонах угла получают точки сопряжения  $n$  и  $n_1$ . Из этих точек, как из центров, проводят дуги радиусом  $R$  до взаимного пересечения в точке  $O$ , являющейся точкой сопряжения. Из центра  $O$  описывают дугу сопряжения (рис.14).

**Сопряжение прямой с дугой окружности.**

Сопряжение прямой с дугой окружности может быть выполнено с помощью дуги с внутренним касанием и дуги с внешним касанием.

Для построения такого сопряжения проводят окружность радиуса  $R$  и прямую  $AB$ . Параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу  $r$  (радиус сопрягающей дуги), проводят прямую  $ab$ . Из центра  $O$  проводят дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов  $R$  и  $r$ , до пересечения ее с прямой  $ab$  в точке  $O_1$  (рис.15). Точка  $O_1$  является центром дуги сопряжения.

Точку сопряжения с находят на пересечении прямой  $OO_1$  с дугой окружности радиуса  $R$ .

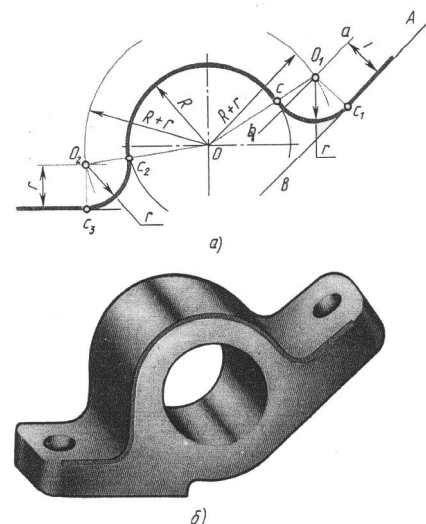


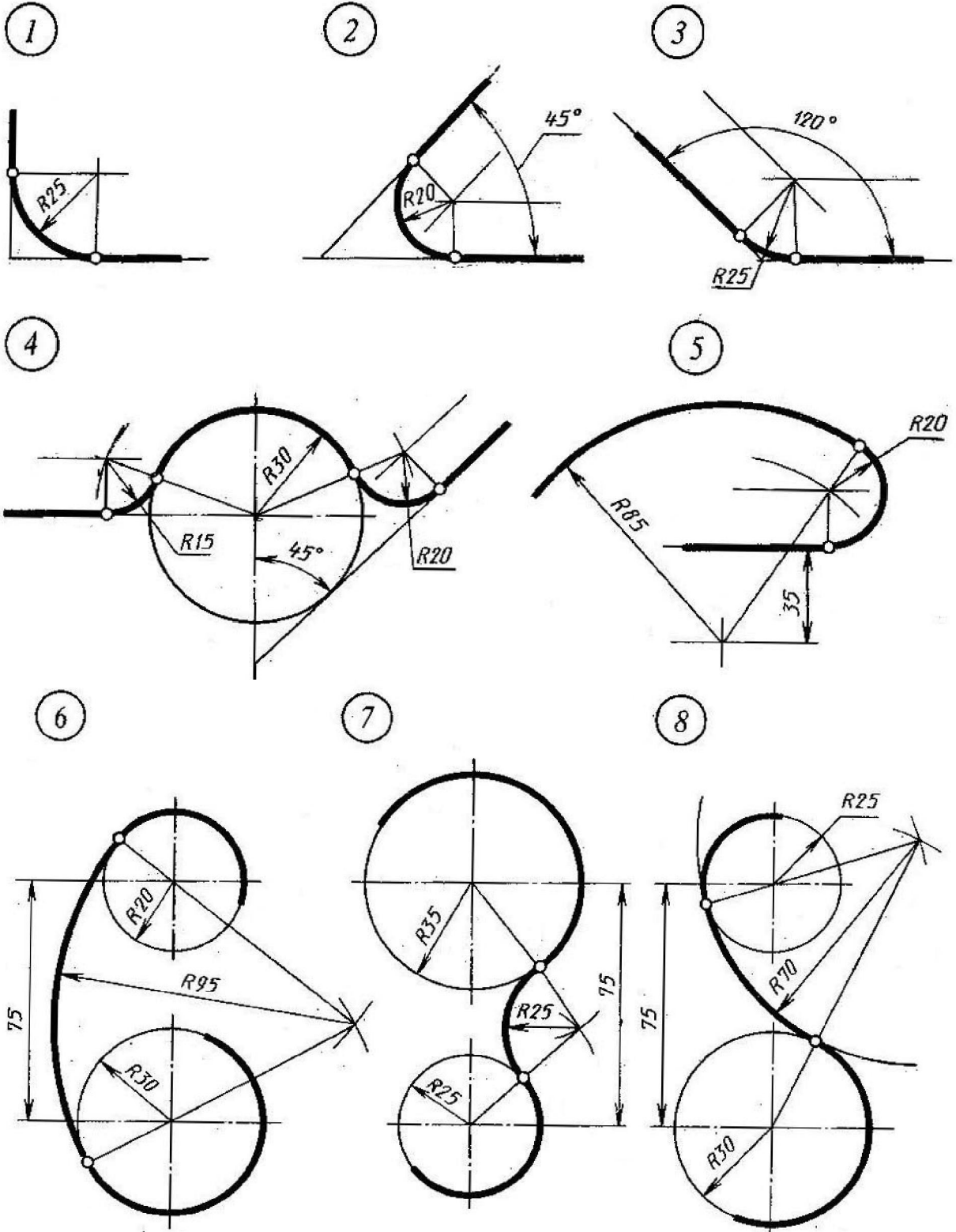
Рисунок 15 а,б



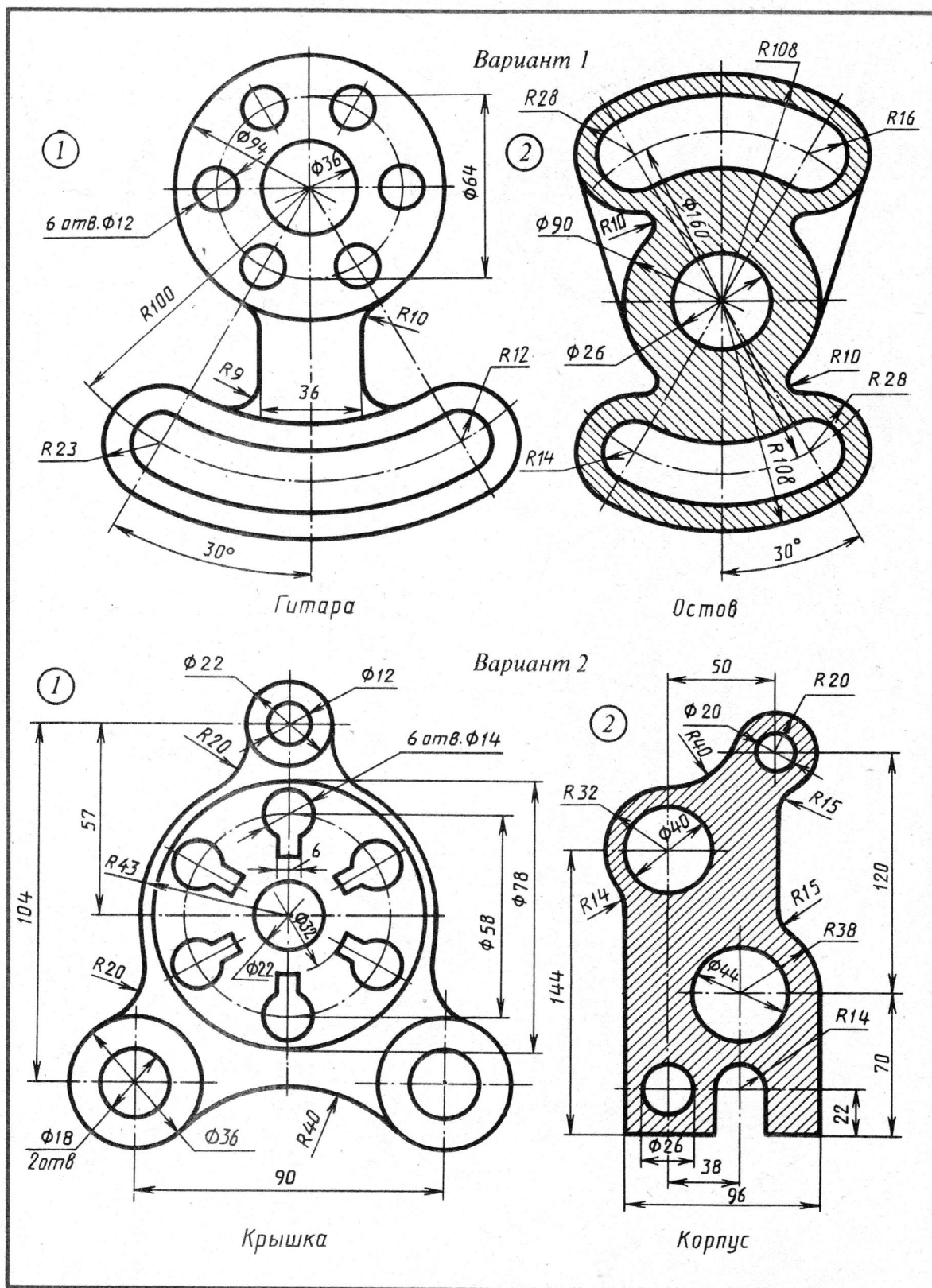
**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое сопряжение?
2. Какое сопряжение называется внешним, внутренним, смешанным?
3. Как определяют точки сопряжения?
4. Как определяют центр сопряжения?

**Упражнение:** Выполнить сопряжения по указанным размерам

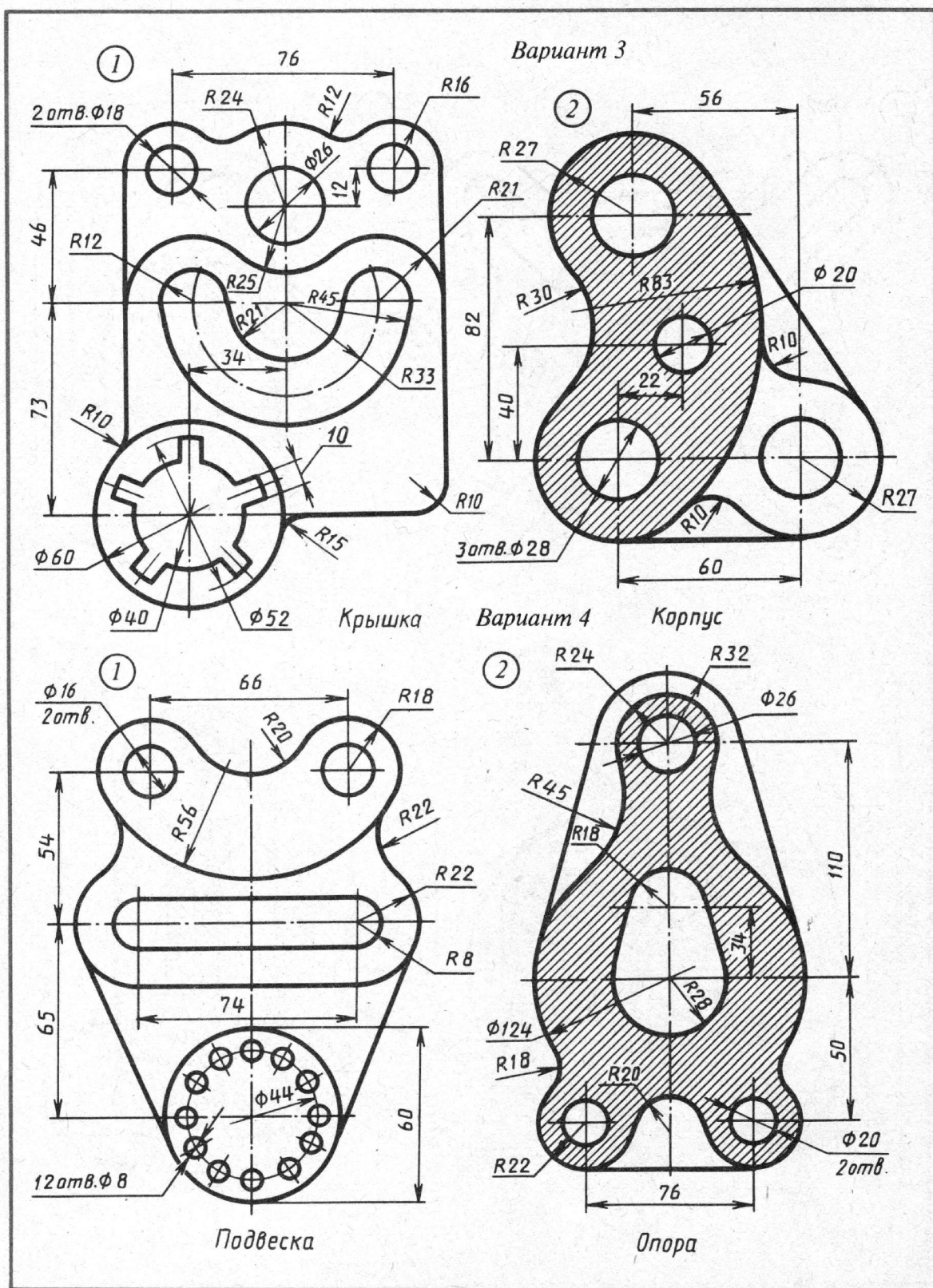


**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры

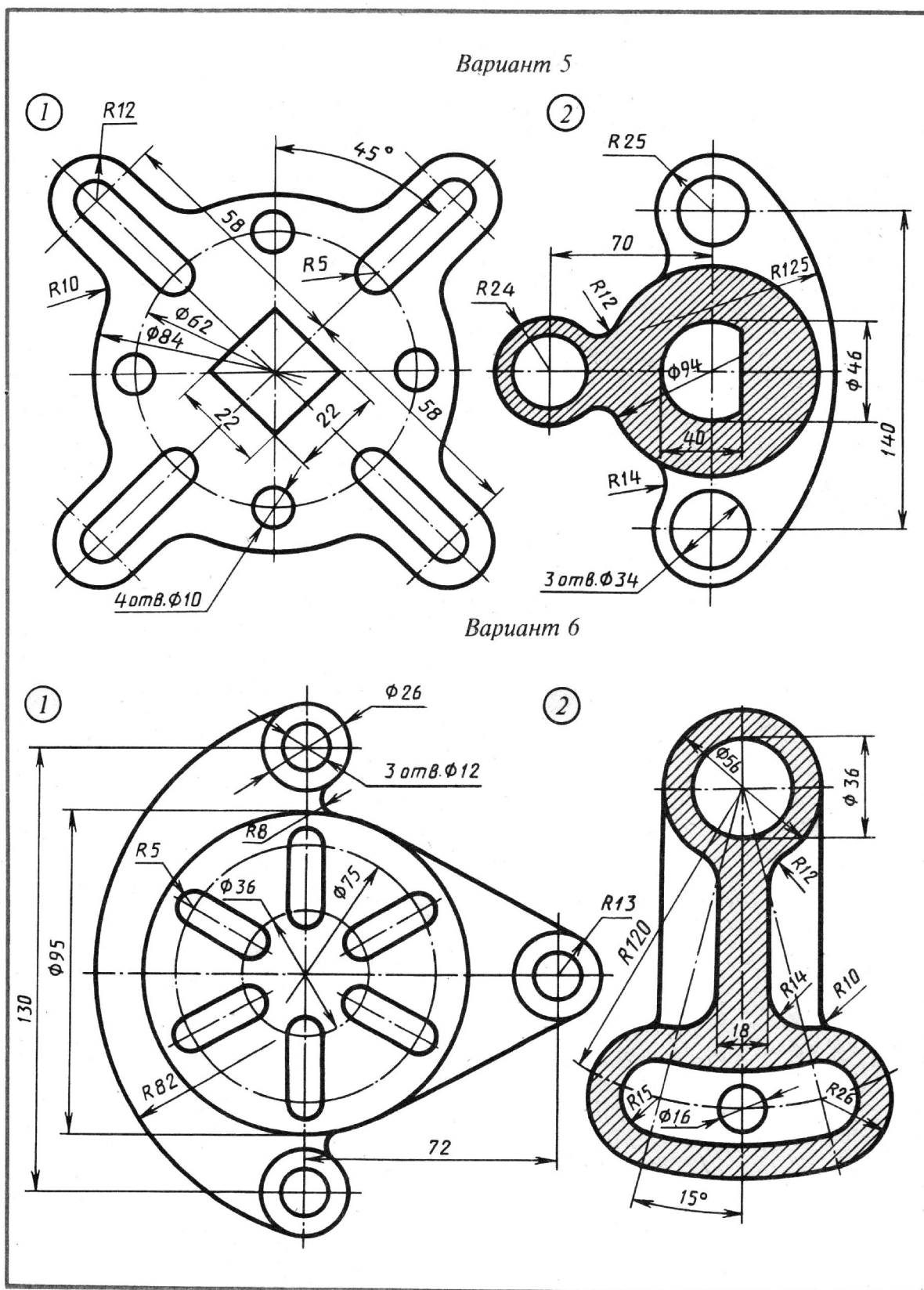




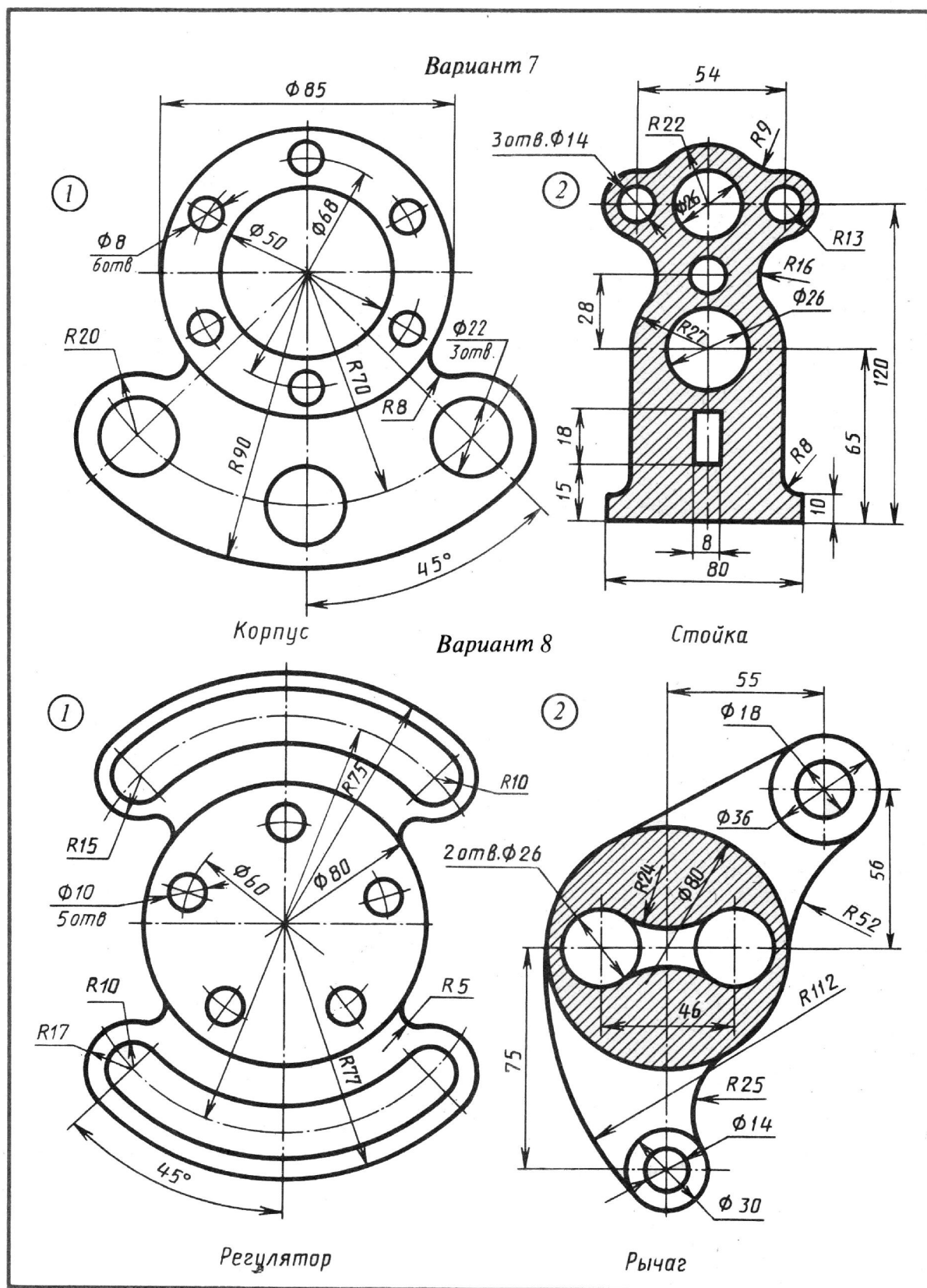
**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры



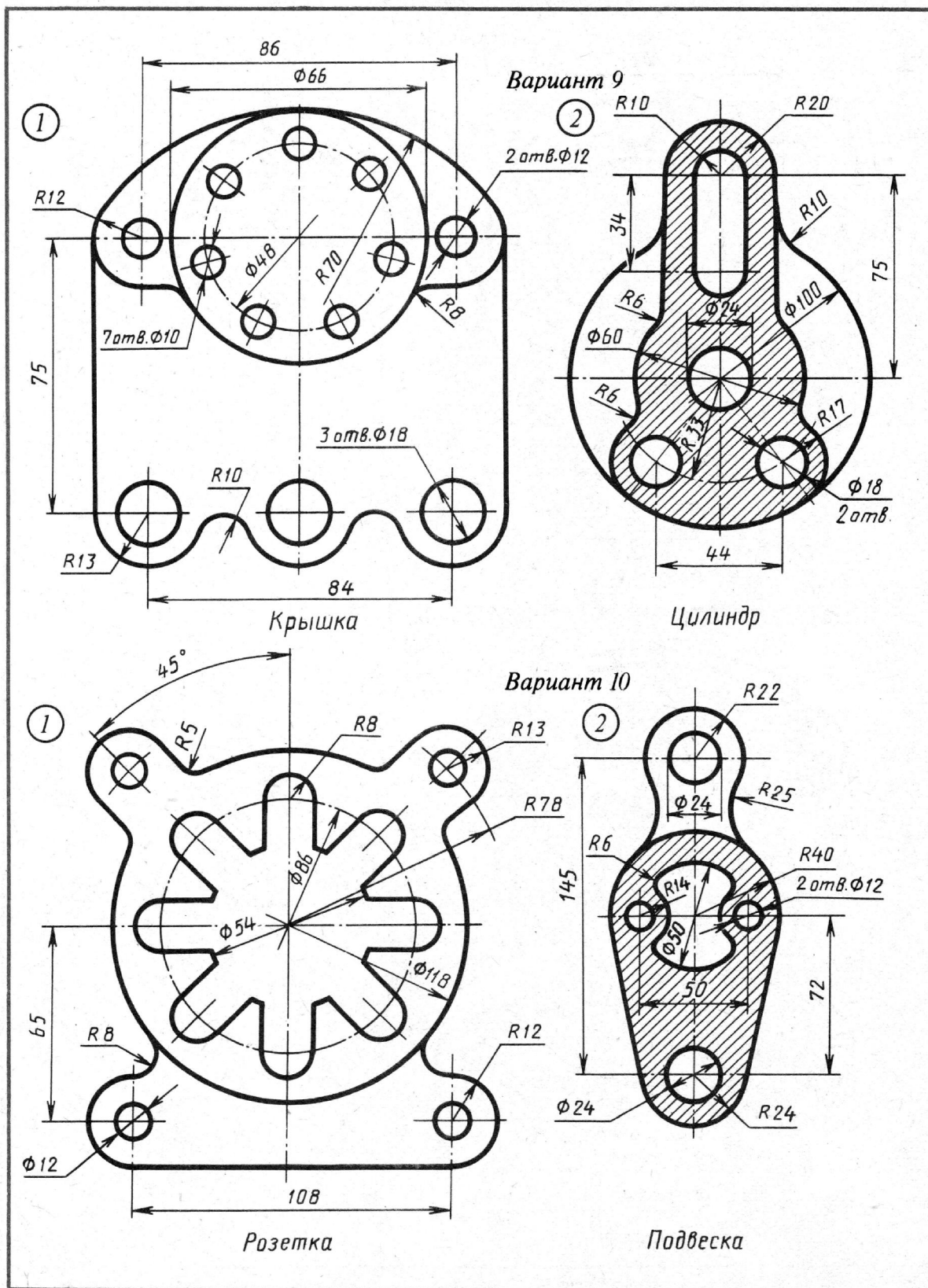
**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры



**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры

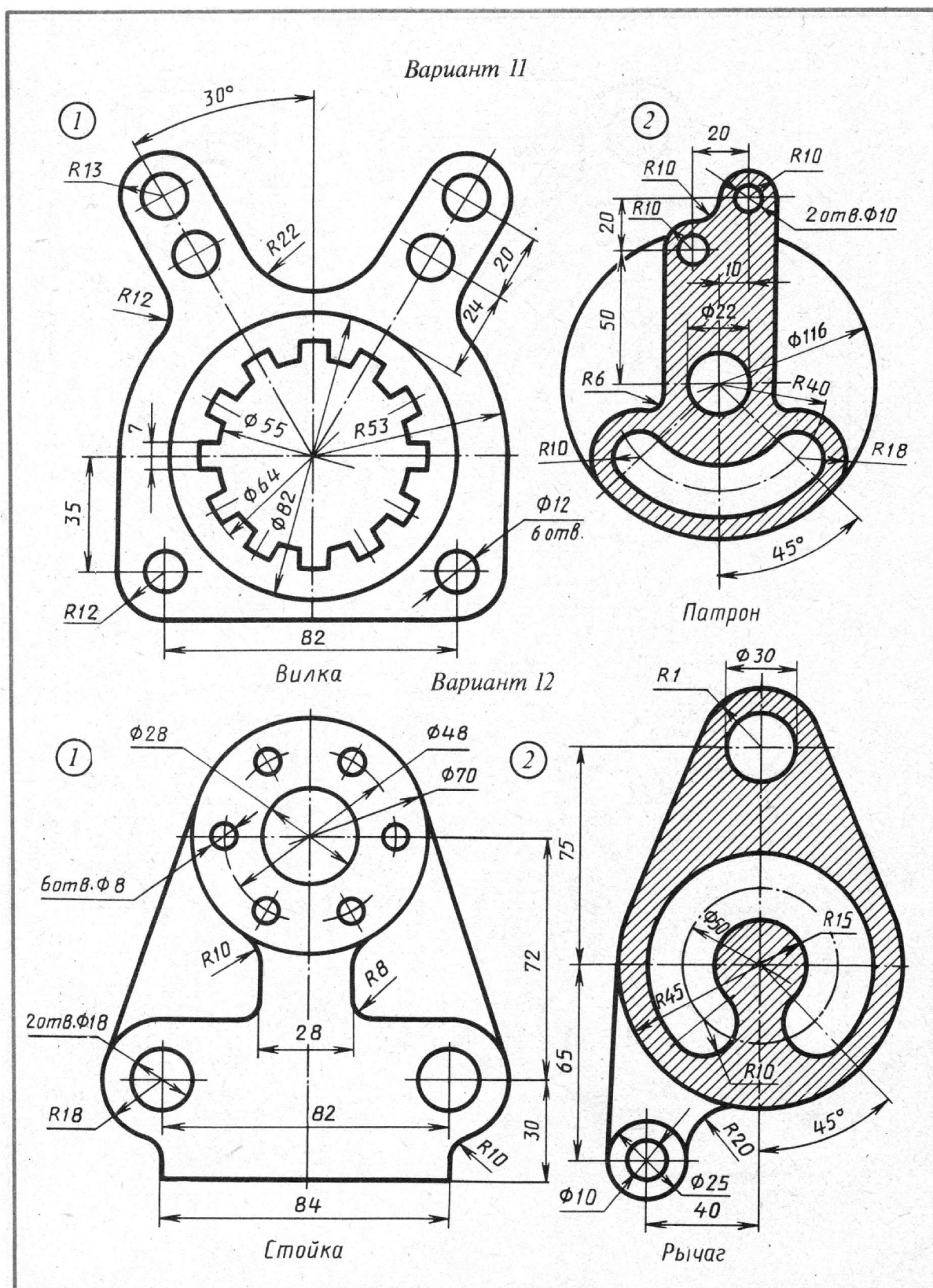


**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры

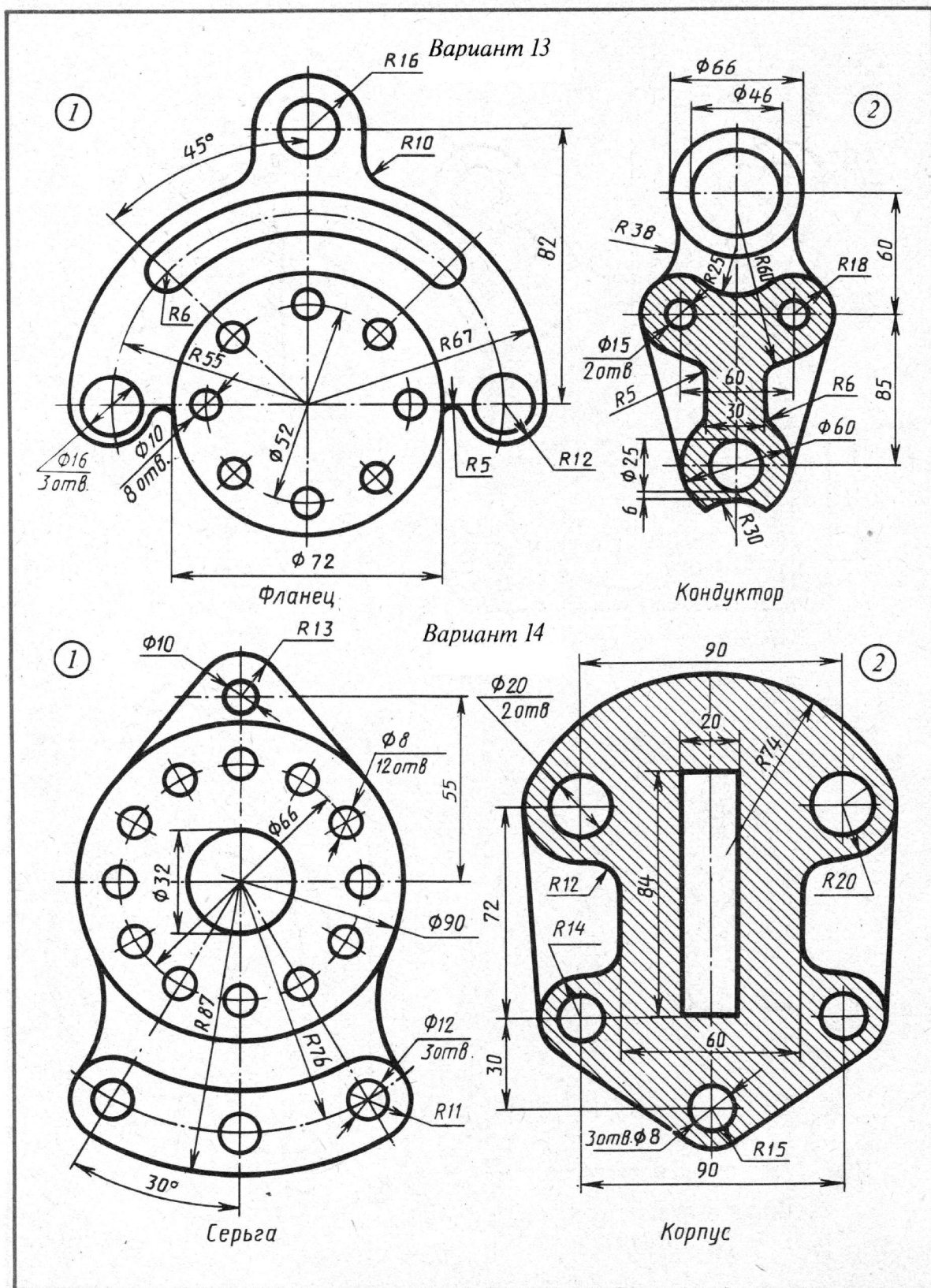




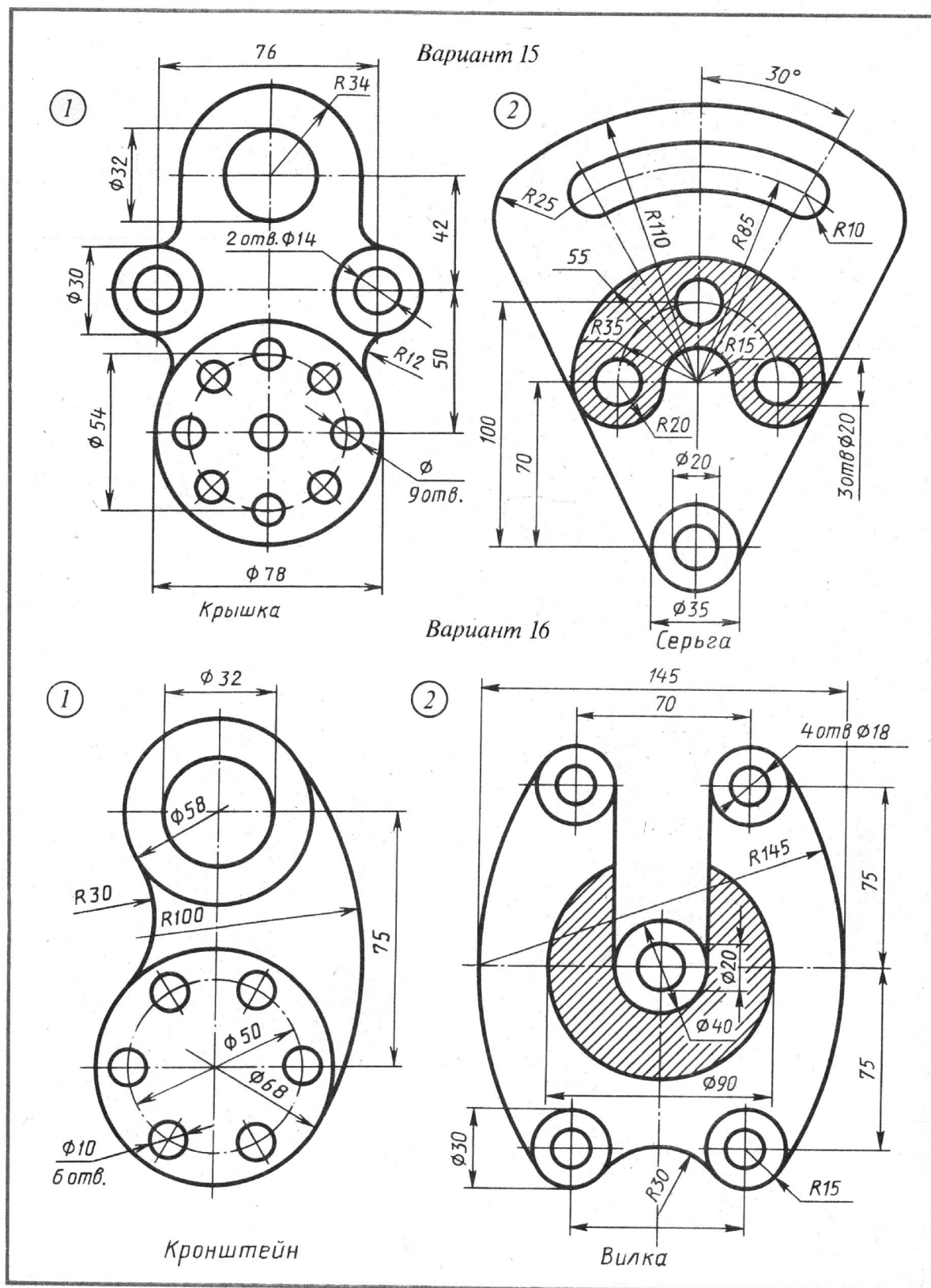
**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры



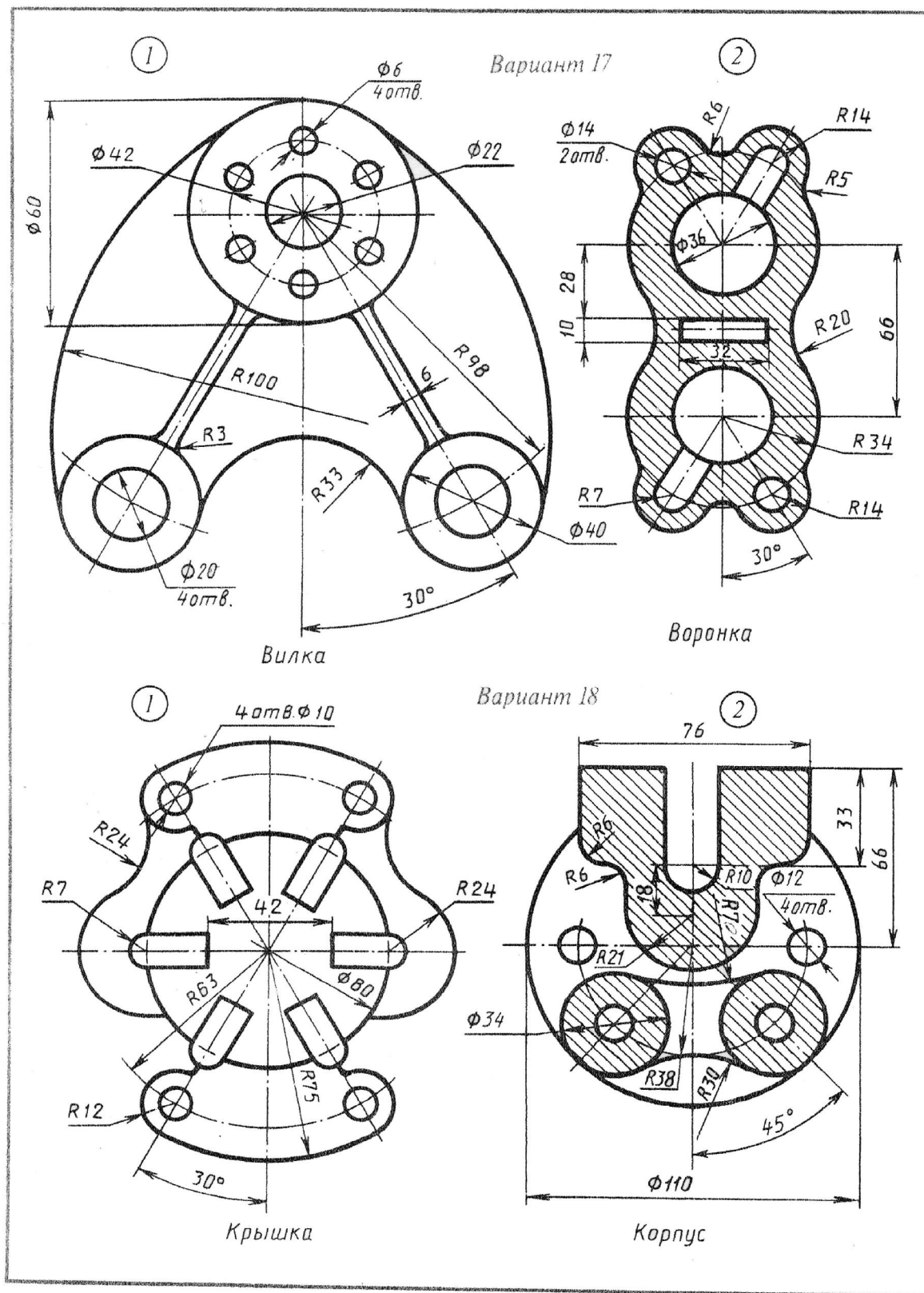
**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры



**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры



**Задание №4:** Вычертить изображения контуров деталей и нанести размеры





## ТЕМА 1.5 ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

При вычерчивании чертежей часто приходится прибегать к вычерчиванию кривых, состоящих из ряда сопряженных частей, которые невозможно провести циркулем. Такие кривые строят по ряду принадлежащих им точек, которые затем соединяют плавной линией с помощью лекал. Образец на рис. 18

**Эллипс** – замкнутая плоская кривая, сумма расстояний каждой точки которой до двух данных точек (фокусов), лежащих на большой оси, есть величина постоянная и равная длине большой оси (рис.19а).

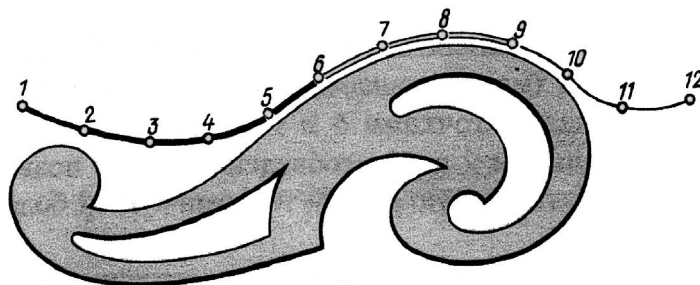


Рисунок 18

### Построение эллипса.

Проводят две перпендикулярные осевые линии. Затем из центра  $O$  откладывают вверх и вниз по вертикальной оси отрезки, равные длине малой полуоси, а влево и вправо по горизонтальной оси – отрезки, равные длине большой полуоси.

Из центра  $O$  радиусами  $OA$  и  $OC$  проводят две концентрические окружности и ряд лучей-диаметров. Из точек пересечения лучей с окружностями проводят линии, параллельные осям эллипса, до взаимного пересечения в точках, принадлежащих эллипсу. Полученные точки соединяют и обводят по лекалу.

**Парабола** – плоская кривая, каждая точка которой равноудалена от директрисы  $DD_1$  прямой, перпендикулярной к оси симметрии параболы, и от фокуса  $F$  – точки, расположенной на оси симметрии параболы (рис.19в)

Для построения параболы по заданной величине параметра  $p$  проводят ось симметрии параболы и откладывают отрезок  $KF = p$ . Через точку  $K$  перпендикулярно оси симметрии проводят директрису  $DD_1$ . Отрезок  $KF$  делят пополам и получают вершину  $O$  параболы. От вершины  $O$  вниз на оси симметрии намечают ряд произвольных точек 1-6 с постепенно увеличивающимся расстоянием между ними. Через эти точки проводят вспомогательные прямые, перпендикулярные оси симметрии. На вспомогательных прямых из фокуса  $F$  делают засечки радиусом, равным расстоянию от прямой до директрисы (рис. 19г)

**Гипербола** -плоская кривая, состоящая из двух разомкнутых, симметрично расположенных ветвей (рис.19 г, е). разность расстояний от каждой точки гиперболы до двух данных точек (фокусов  $F$  и  $F_1$  есть величина постоянная и равная расстоянию между вершинами гиперболы  $A$  и  $B$ . Построение гиперболы по заданным вершинам  $A$  и  $B$  и фокусному расстоянию  $FF_1$  . Разделив фокусное расстояние пополам, получают точку  $O$ , от которой в обе стороны откладывают по половине заданного расстояния

между вершинами А и В. Вниз от фокуса F намечают ряд произвольных точек 1,2,3, 4, .... с постепенно увеличивающимся расстоянием между ними. Из фокуса F описывают дугу вспомогательной окружности радиусом R, равным расстоянию от вершины гиперболы В до точки 3. Из фокуса F1 проводят вторую дугу вспомогательной окружности радиусом r, равным расстоянию от вершины А до точки 3. На пересечении этих дуг находят точки С и С1, принадлежащие гиперболе, таким же способом находят остальные точки гиперболы. Вторую ветвь гиперболы строят аналогичным образом.

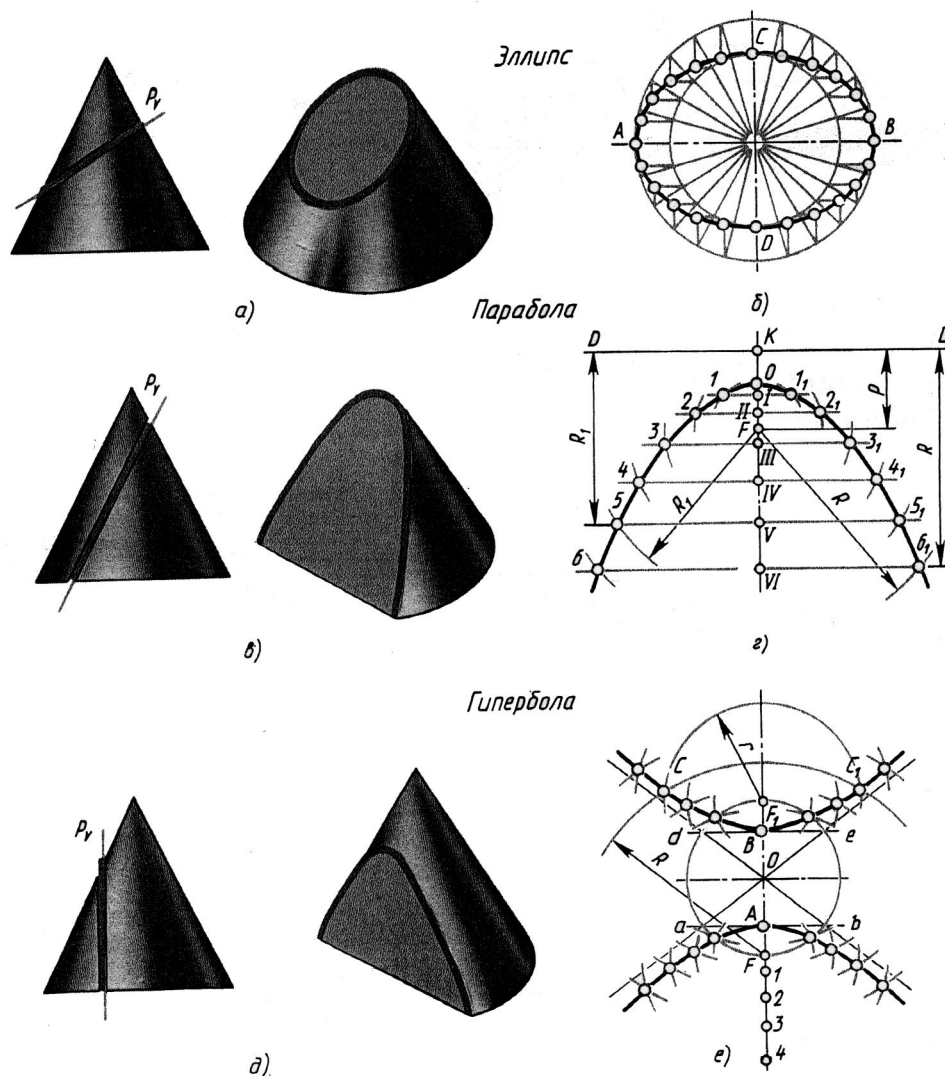


Рисунок 19

**Синусоида** - это плоская кривая, графически изображающая изменение синуса в зависимости от изменения угла (рис. 20).

Для построения синусоиды проводят горизонтальную ось и на ней откладывают заданную длину волны АВ. Отрезок АВ делят на 12 частей. Величина L называется длиной волны синусоиды,  $L = \pi D$ . Слева вычерчивают окружность, радиус которой равен величине амплитуды, и делят ее на 12 равных частей; точки деления нумеруют и через них проводят горизонтальные прямые. Из точек деления отрезка АВ восстанавливают перпенди-

куляры к оси синусоиды и на их пересечении с горизонтальными прямыми находят точки синусоиды. Полученные точки соединяют по лекалу кривой.

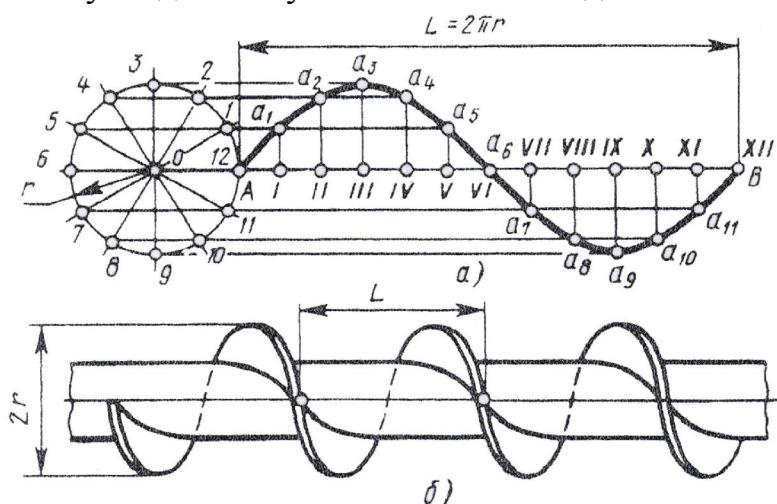


Рисунок 20

**Спираль Архимеда** - это плоская кривая, которую описывает точка, движущаяся равномерно от точки О по равномерно вращающемуся радиусу.

Для построения спирали Архимеда (рис.21) задают ее шаг Р спирали и делят шаг и окружность на несколько равных частей. Точки деления нумеруются.

Из центра О проводят радиальные прямые, проходящие через точки деления окружности. Из центра О радиусами 01,02 и т.д. проводят дуги до пересечения с соответствующими радиальными прямыми. Точки пересечения соединяют кривой с помощью лекала.

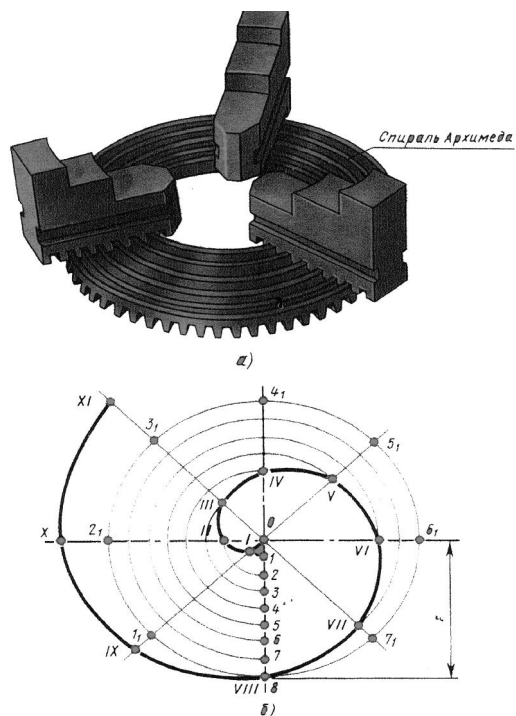


Рисунок 21

### Эвольвента.

Эвольвента окружности – траектория любой точки прямой линии, перекатываемой без скольжения по окружности. Для построения эвольвенты заданную окружность диаметра D делят на несколько равных частей (рис 22в на 12 частей), которые нумеруют. Из конечной точки (12) проводят касательную к окружности и на ней откладывают отрезок, равный длине окружности  $\pi D$ . Длину окружности делят также на равные части. Из точек делений окружности 1,2,3,...,12 проводят касательные к окружности и на них откладывают отрезки; на первой касательной – отрезок - 121', на второй - 122', на третьей - 123' и т.д. Соединив точки 1...12 по лекалу, получают эвольвенту окружности.

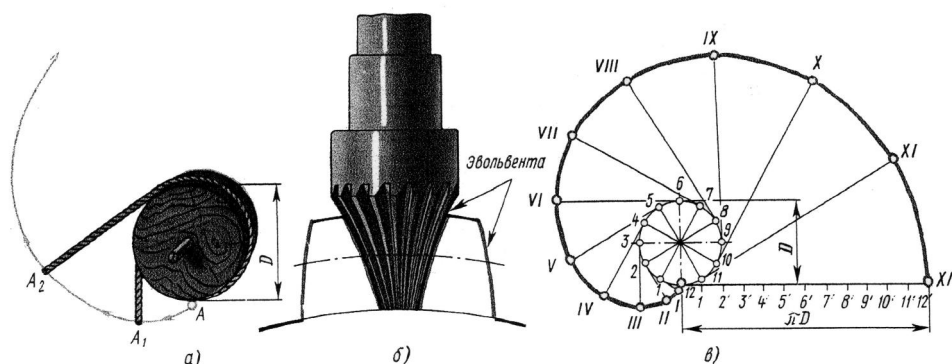


Рисунок 22

### Циклоидальные кривые

**Циклоида** – плоская кривая, которую описывает точка А, лежащая на окружности, которая катится без скольжения по прямой СВ (рис 23а).

#### Построение циклоиды.

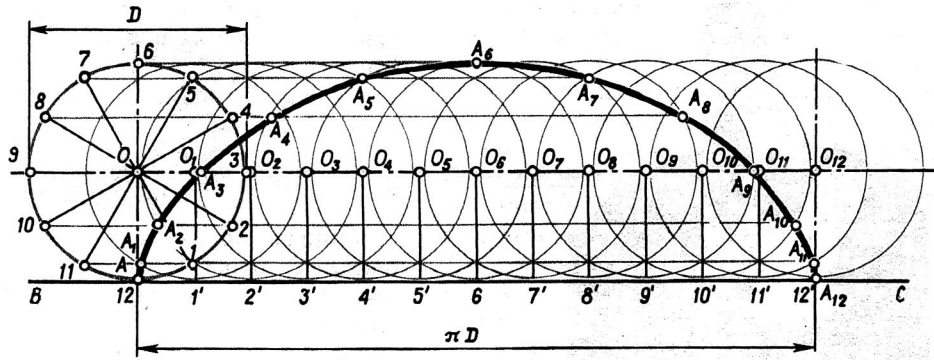
На направляющей прямой ВС откладывают длину производящей окружности диаметра D, равную  $\pi D$ . Окружность диаметра D и отрезок AA12 BC делят на равные 12 частей. Из точек деления прямой BC (1', 2', 3' ...12') восстанавливают перпендикуляры до пересечения с продолжением горизонтальной оси окружности в точках O1, O2.....O12, а из точек деления окружности (1,2,3.....12) проводят горизонтальные прямые. Из точек O1, O2, O3.....O12 проводят окружности диаметром D, которые пересекаясь с горизонтальными линиями образуют точки A1, A2,A3.....A12, принадлежащие циклоиде.

#### Построение эпициклоиды (рис. 23б)

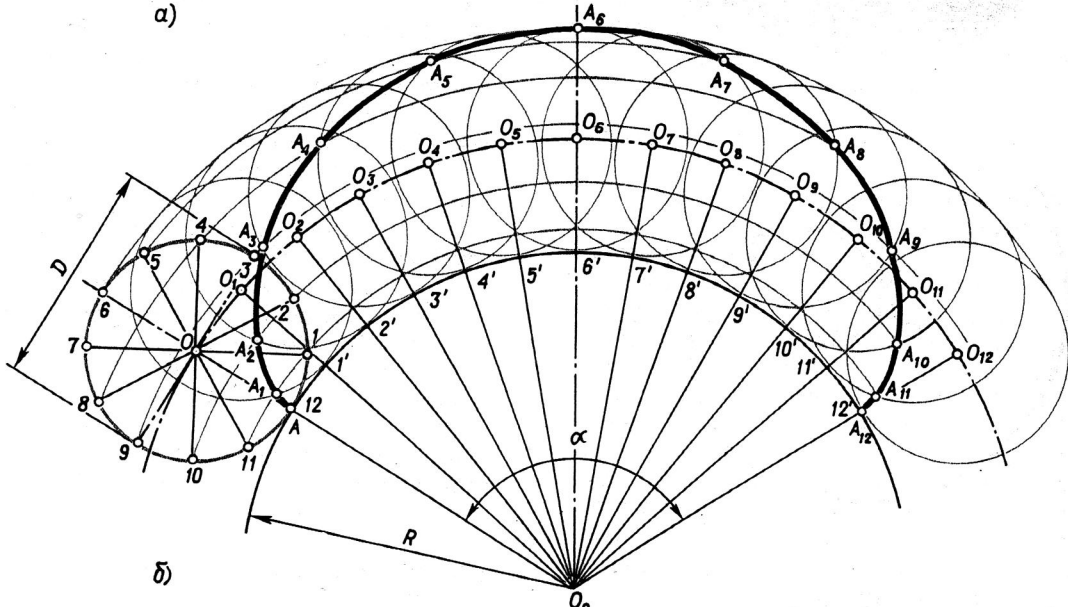
Производящую окружность диаметра D и направляющую окружность радиуса R проводят так, чтобы они касались. Производящую окружность диаметра D делят на 12 равных частей. Из центра OO радиусом, равным  $R + 0,5D$ , проводят вспомогательную дугу.

Центральный угол  $\alpha$  определяют по формуле  $\alpha = 180^\circ D/R$ . Разделив дугу направляющей окружности, ограниченную углом  $\alpha$ , на 12 равных частей, получают точки 1'2', 3'.....12'. Из центра OO через точки 1'2', 3'.....12' проводят прямые, которые продолжают до пересечения с вспомогательной дугой в точках O1, O2.....O12. Из центра OO проводят вспомогательные дуги через точки делений 1...12 производящей окружности.

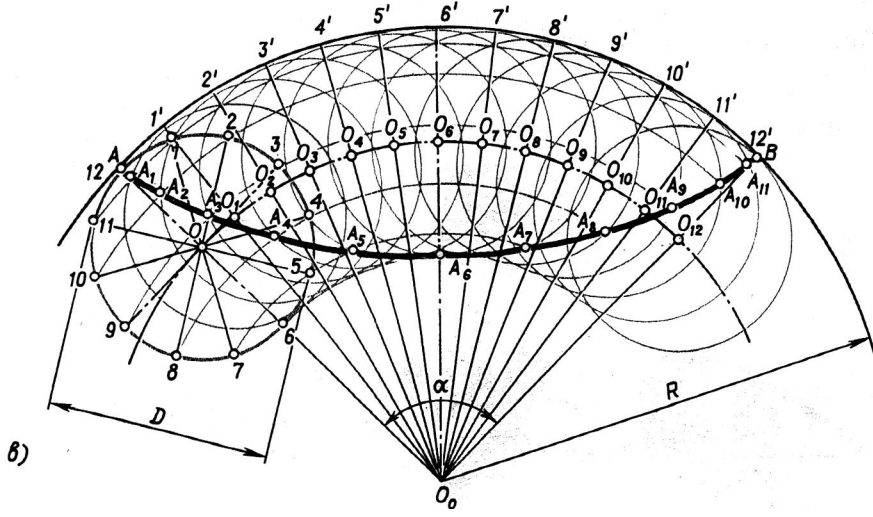
Из точек O1, O2, O3, ....O12, как из центров, проводят окружности диаметра D до пересечения с вспомогательными дугами в точках A1, A2, A3, ...A12, которые принадлежат эпициклоиде.



a)



b)



b)

Рисунок 23

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература:

1. Боголюбов С.К. Инженерная графика. М.: Машиностроение, 2000.
2. Боголюбов С.К. Индивидуальные задания по курсу черчения: Практическое пособие для учащихся техникумов, - М.: Высшая школа, 1989, - 368 с.; ил.
3. ЕСКД, ГОСТ 2.300 Общие правила выполнения чертежей / ВНИИС, - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

### Дополнительная литература:

1. Куликов В.П., Кузин А.В., Демин В.М. Инженерная графика: Учебник, - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006, -368 с, - (Профессиональное образование).
2. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Сборник заданий по инженерной графике: Учеб. Пособие, - 2-е изд., испр,- М.: Вышш. шк.; Изд. Центр «Академия», 2001,- 263 с.: ил.
3. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебник / А.А.Чекмарев,- М.: Высшая школа, 2007, - 217 с.

### Интернет-ресурсы:

1. Графическая система КОМПАС-ГРАФИК LT. Интернет: АСКОН в <http://www.ascon.ru>
2. Интернет-конференция пользователей систем КОМПАС - <http://book.by.ru/cgi-bin/book.cgi?book=ASCON>
3. Лекции по инженерной графике <http://6151.spb.ru/ig/enter.html>
4. Олимпиадные задания по инженерной графике [http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&op=viewlink&cid=2761&fids\[\]=6](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&op=viewlink&cid=2761&fids[]=6)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ</b> .....	4
<b>ТЕМА 1.1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ</b> .....	4
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1</b> .....	9
<b>ТЕМА 1.2 ЧЕРТЕЖНЫЙ ШРИФТ И НАНЕСЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ</b> .....	13
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2</b> .....	14
<b>ТЕМА 1.3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ</b>	16
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3</b> .....	19
<b>ТЕМА 1.4. СОПРЯЖЕНИЕ ЛИНИЙ</b> .....	24
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4</b> .....	24
<b>ТЕМА 1.5 ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ</b> .....	37
<b>ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	42

## **ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Методические указания к практическим работам по разделу  
«ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»  
для студентов образовательных учреждений  
среднего профессионального образования  
всех форм обучения (очная, заочная)  
специальности**

- 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений;**
- 21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин;**
- 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов  
и газонефтехранилищ;**
- 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств  
(по отраслям);**
- 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий;**
- 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования (по отраслям);**
- 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта**

Методические указания к практическим работам  
разработала преподаватель: Дойникова Н.С.

Подписано к печати *28.01.2016 г.*

Формат 60x84/16

Тираж

Объем *2,7* п.л.

Заказ

*150 экз.*

---

### **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Югорский государственный университет»**

**НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)**

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования**

**«Югорский государственный университет»**

628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,

г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.