

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный аграрный университет»**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Учебное пособие  
по разделу «Инженерная графика»**



**ПЕНЗА 2022**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный аграрный университет»**

**Т.А. Кирюхина, В.А. Овтов**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебное пособие  
по разделу «Инженерная графика»  
для студентов, обучающихся по направлениям подготовки  
35.03.06 Агроинженерия, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-  
технологических машин и комплексов  
и по специальности 23.05.01 Наземные  
транспортно-технологические средства

**ПЕНЗА 2022**

УДК 514 (075)

ББК 22.151.3 (Я7)

К43

Рецензент: кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и математика» ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ **Н.М. Семикова**.

Издаётся по решению методической комиссии инженерного факультета от 14 февраля 2022 года, протокол № 6.

**Начертательная геометрия и инженерная графика:**

К43 учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Т.А. Кирюхина, В.А. Овтов; Мин-во сел. хоз-ва РФ, Пензен. гос. аграр. ун-т, каф. Механизация технологических процессов в АПК. – Пенза: ПГАУ, 2022. – Текст: электронный. 1CD(131)

Учебное пособие предназначено для лабораторных занятий и самостоятельного выполнения заданий расчетно-графических работ №1 «Геометрическое черчение» и № 2 «Проекционное черчение» по разделу «Инженерная графика», содержит сведения о форматах, масштабах, линиях чертежа, основной надписи, правилах нанесения размеров, изображениях на чертеже, примеры построения третьего вида детали по двум заданным с выполнением полезных разрезов и аксонометрического изображения детали по ее ортогональным проекциям, вопросы для самоподготовки, рекомендуемую литературу, приложения с вариантами заданий.

Учебное пособие предназначено для студентов первого курса инженерного факультета, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

© Кирюхина Т.А., Овтов В.А., 2022

© Оформление. ФГБОУ ВО Пензенский  
государственный аграрный университет», 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика (чертение) – одна из дисциплин, составляющих основу подготовки инженеров по инженерно-техническим специальностям.

Конструирование любого изделия – одно из самых сложных и творческих видов умственной деятельности человека. Высокое качество изделия, прежде всего, обеспечивается качеством технической документации, разработанной для его выпуска. Главной составляющей технической документации является чертеж.

Чертеж – это конструкторский документ, содержащий изображение изделия и другие данные, необходимые для его изготовления, контроля и эксплуатации.

Цель изучения инженерной графики (чертения) – получить знания и навыки выполнения и чтения изображений предметов на основе метода прямоугольного проецирования, выполненных в соответствии со стандартом ЕСКД, научиться пользоваться стандартами и справочными материалами, получить навыки техники черчения.

Учебное пособие направлено на формирование понимания значимости грамотного выполнения технических чертежей для дальнейшего использования при разработке, эксплуатации, ремонте, сборке и разборке различных устройств, а также при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ по различным техническим специальностям.

Учебное пособие составлено в соответствии с программой по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» направлений подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Для выполнения чертежей требуются следующие чертежные инструменты и принадлежности:

- чертежная бумага;
- набор простых карандашей различной твердости: Т(Н), ТМ(НВ), М(В);
- два различных угольника;
- циркуль;
- транспортир;
- резинка-стёрка.

Чертеж вначале должен быть выполнен в тонких линиях карандашом марки «Т». После проверки чертежа преподавателем, выполняется его обводка карандашом марки «М» или «ТМ». В циркуль вставляют карандаш марки «М».

Линии обводки должны быть четкими и одинаковыми по толщине на всем чертеже.

Все надписи на чертеже должны быть выполнены аккуратно и только чертежным шрифтом.

При защите чертежа необходимо ответить на вопросы по теоретическому материалу в объеме данного задания (вопросы приводятся в конце раздела).

# **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

Расчетно-графическая работа № 1 (РГР №1) «Геометрическое черчение» является первой ступенью обучения студентов, на которой изучаются начальные правила выполнения и оформления конструкторской документации.

## **ЦЕЛЬ ЗАДАНИЯ**

1. Знакомство с чертежными инструментами и принадлежностями и приобретение навыков работы с ними.
2. Изучение стандартов на форматы чертежей, масштабы, линии, нанесение размеров, шрифты чертежные.
3. Изучение правил компоновки изображений на чертеже, выполнение рамки и основной надписи чертежа.
4. Изучение геометрических построений: сопряжения линий, уклона, конусности.

## **СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ**

РГР №1 «Геометрическое черчение» выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420 мм) по индивидуальным вариантам, номера которых выдает преподаватель дисциплины. Пример оформления РГР №1 приводится на рисунке 38.

РГР №1 состоит из трех задач:

Задача 1: выполнить чертеж детали типа «диск» или «пластина» и нанести размеры по ГОСТ 2.307-68. Варианты к задаче приводятся в Приложении А.

Задача 2: выполнить чертеж детали типа «вал» и нанести размеры по ГОСТ 2.307-68. Варианты к задаче приводятся в Приложении Б.

Задача 3: выполнить чертеж детали с элементами сопряжения линий и нанести размеры по ГОСТ 2.307-68. Варианты к задаче приводятся в Приложении В.

## **СТАНДАРТЫ**

Чертежи являются конструкторскими документами (КД), на которые, как и на многие изделия, изготовленные в нашей стране, существуют Государственные стандарты (ГОСТы).

Стандарт – это нормативно - технический документ, устанавливающий нормы, правила требования к объекту стандартизации и утверждённый компетентным органом.

Для установления единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации в нашей стране создана единая система конструкторской документации (ЕСКД).

Пример обозначения стандарта ЕСКД «Изображения – виды, разрезы, сечения»: ГОСТ 2.305-68.

ГОСТ – государственный стандарт.

Цифры:

2 – класс стандартов;

3 – классификационная группа стандартов;

05 – порядковый номер стандарта в группе;

68 – год регистрации стандарта.

## **ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ**

### **ФОРМАТЫ**

Чертежи выполняются на листах определенных форматов, размеры которых устанавливает ГОСТ 2.301-68.

Формат чертежного листа определяется размерами внешней рамки, по которой выполняется обрезка чертежа.

ГОСТ 2.301-68 устанавливает основные форматы и дополнительные.

Формат с размерами сторон  $841 \times 1189$  мм, площадь которого равна  $1 \text{ м}^2$ , является основным исходным форматом. Он обозначается А0.

Остальные основные форматы получаются путём последовательного поперечного деления его на две равные части.

Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов в целое число раз.

Например: дополнительный формат А1×3 имеет размеры сторон  $841 \times 1783$  мм, где 1783 получено из произведения  $594 \times 3$ .

Размеры основных форматов по ГОСТ 2.301-68 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Форматы и их размеры по ГОСТ 2.301-68

Обозначение	Размеры сторон, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297
A5	148×210

## МАСШТАБЫ

Детали и сборочные единицы на чертеже в зависимости от их сложности и размеров могут изображаться в натуральную величину или с увеличением, или с уменьшением.

**Масштабом** чертежа называется отношение линейных размеров изображения предмета к действительным размерам этого предмета.

Масштабы изображений установлены ГОСТом 2.302-68 и должны выбираться из следующих рядов:

**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

**Масштабы увеличения:** 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Независимо от выбранного масштаба на изображении всегда наносят действительные размеры изображаемого предмета.

## ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

При оформлении чертежей используются различные линии, наименование, начертание и назначение которых на чертежах устанавливает ГОСТ 2.303-68.

За основную линию чертежа принимается сплошная толстая основная линия. Толщину основной линии  $S$  берут в пределах 0,5…1,4 мм в зависимости от размеров и сложности изображения, а также от формата чертежа; для учебных чертежей рекомендуется брать  $S=0,8…1,0$  мм. Толщину остальных линий чертежа выбирают в зависимости от принятой толщины основной линии (таблица 2).

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, выполненных в одинаковом масштабе.

Длина штрихов в штрихпунктирных и штриховых линиях должна быть выбрана в зависимости от размеров изображения и одинакова для данного чертежа.

Промежутки между штрихами в каждой линии должны быть одинаковыми.

Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, заменяют сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности на чертеже менее 12 мм.

*Таблица 2 – Линии чертежа по ГОСТ 2.303-68*

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
Сплошная толстая основная		$s$ (0,5 - 1,4 мм)	Линии видимого контура, линии контура вынесенного сечения
Сплошная тонкая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии контура наложенного сечения, размерные и выносные линии, штриховка
Сплошная волнистая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза
Штриховая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии невидимого контура
Штрихпунктирная тонкая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии осевые и центровые
Штрихпунктирная утолщенная		$\frac{s}{2} \dots \frac{2s}{3}$	Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью
Разомкнутая		$s \dots 1,5s$	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии сгиба на развертках, линии для изображения развертки, совмещенной с видом

## ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

Надписи на чертежах и других конструкторских документах должны выполняться чертежным шрифтом, установленным ГОСТом 2.304-81.

**Шрифтом** называется графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, которые используются при выполнении чертежей и других технических документов.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает конфигурацию и размеры всех букв, цифр и условных знаков для всех конструкторских документов. Надписи на конструкторских документах выполняют чертежными шрифтами следующих видов: без наклона к основанию строки и с наклоном под углом  $75^0$  к основанию строки.

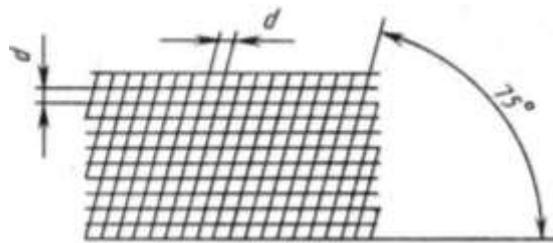
Размер шрифта обозначается буквой  $h$  и определяется высотой прописных букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает два типа шрифта в зависимости от толщины линий букв и цифр  $d$  – тип А ( $d=1/14h$ ) и тип Б ( $d=1/10h$ ).

В соответствии со стандартом можно использовать следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Наиболее распространенным в машиностроительном черчении является шрифт типа Б ( $d=1/10h$ ) с наклоном под углом  $75^0$ .

Чтобы научиться писать чертежным шрифтом, сначала для каждой буквы чертят сетку (рисунок 1), в которую затем по размерам вписывают букву.



*Рисунок 1 – Вспомогательная сетка для шрифта типа Б с наклоном  $75^0$*

Параметры шрифта типа Б с наклоном для букв русского алфавита и арабских цифр в относительных размерах и для шрифтов размером 3,5, 5; 7, 10 в цифровом виде приведены на рисунке 2 и в таблице 3.

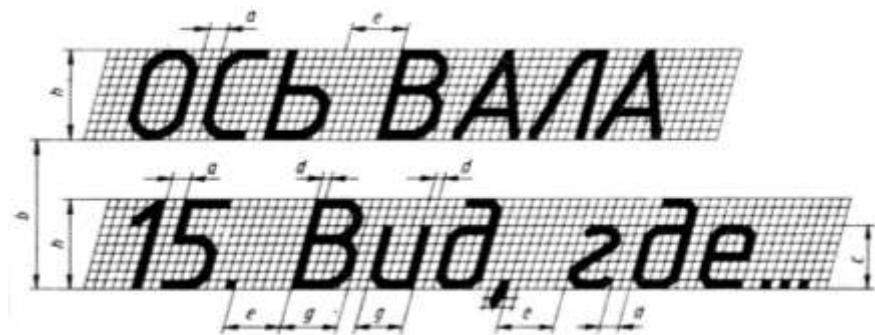


Рисунок 2 – Параметры шрифта типа Б с наклоном

Таблица 3 – Параметры шрифта типа Б для букв русского алфавита и арабских цифр

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размер шрифта, мм.			
			3,5	5	7	10
Прописные буквы и цифры						
Высота букв и цифр	$h$	$(10/10)h$	10	3,5	5,0	7,0
Ширина букв Г, Е, З, С и цифр 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0	$g$	$(5/10)h$	5	1,7	2,5	3,5
Ширина букв Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ь, Э, Я и цифра 4	$g$	$(6/10)h$	6	2,1	3,0	4,2
Ширина букв А, Д, М, Х, Ы, Ю	$g$	$(7/10)h$	7	2,4	3,5	4,9
Ширина букв Ж, Ф, Ш, Ъ	$g$	$(8/10)h$	8	2,8	4,0	5,6
Ширина цифры 1	$g$	$(3/10)h$	3	2,0	1,5	2,1
Строчные буквы						
Высота букв, кроме б, в, д, р, у, ф	$c$	$(7/10)h$	7	2,5	3,5	5,0
Высота букв б, в, д, р, у, ф	$c$	$(10/10)h$	10	3,5	5,0	7,0
Ширина букв кроме ж, з, с, т, ф, ш, щ, ъ, ы, ю	$g$	$(5/10)h$	5	1,7	2,5	3,5
Ширина букв э, с	-/-	$(4/10)h$	4	1,4	2,0	2,8
Ширина букв м, ъ, ы, ю	-/-	$(6/10)h$	6	2,1	3,0	4,2
Ширина букв ж, т, ф, ш, щ	-/-	$(7/10)h$	7	2,4	3,5	4,9
Расстояние между буквами и цифрами	$a$	$(2/10)h$	2	0,7	1,0	1,4
Расстояние между основаниями строк	$e$	$(17/10)h$	17	6,0	8,5	12
Минимальное расстояние между словами	$e$	$(6/10)h$	6	2,1	3,0	4,2
Толщина линий шрифта	$d$	$(1/10)h$	1	0,35	0,5	0,7

Примечание: ширина букв Ц и Щ дана без отростков.

Начертание букв русского алфавита (кириллицы) прописных и строчных шрифтом типа Б с наклоном, арабских цифр и используемых при указании размеров условных знаков показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Начертание прописных и строчных букв русского алфавита, арабских цифр и условных знаков шрифтом типа Б с наклоном по ГОСТ 2.304-81

## ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

При выполнении чертежей на листе чертежной бумаги вычерчивают рамку чертежа, отступив от границ формата внутрь слева 20 мм, со всех остальных сторон – по 5 мм (рисунок 4). В правом нижнем углу формата выполняют основную надпись по ГОСТ 2.104-2006.

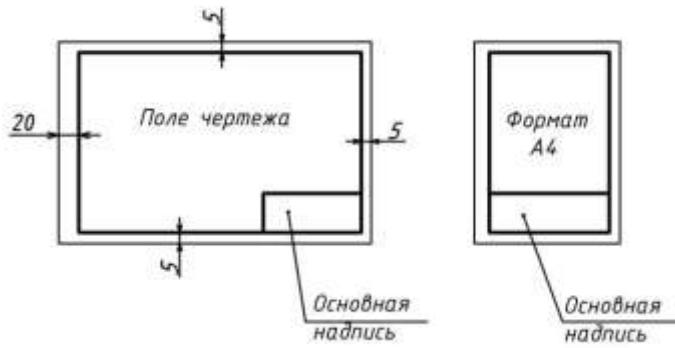


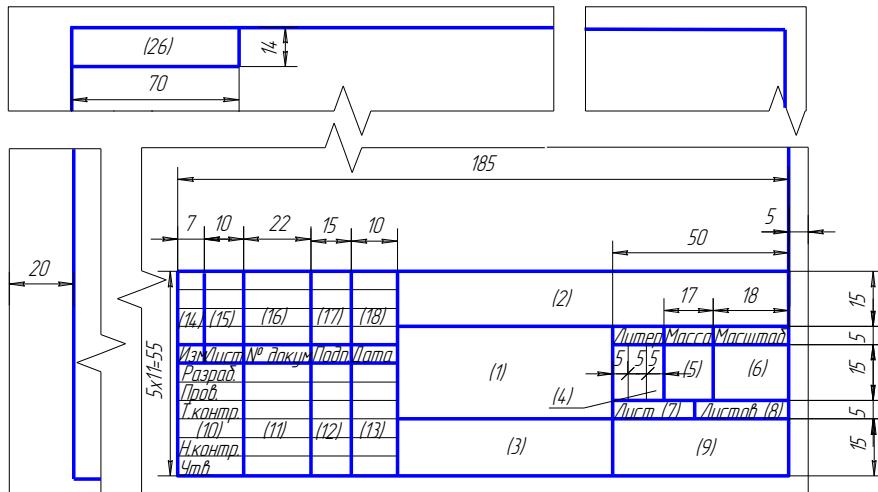
Рисунок 4 – Оформление рамки и основной надписи чертежа

# ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ

Каждый конструкторский документ должен иметь основную надпись, содержащую общие сведения об изображенных предметах.

Формы, размеры, содержание и порядок заполнения основных надписей в конструкторских документах устанавливает ГОСТ 2.104-2006 «ЕСКД. Основные надписи». Для заглавных листов чертежей и схем предусмотрена основная надпись по форме 1, для заглавных листов текстовых документов – основная надпись по форме 2. Последующие листы чертежей и текстовых документов допускается выполнять с основной надписью по форме 2а.

Формы 1, 2 и 2а показаны на рисунках 5,6,7.



*Рисунок 5 – Размещение и размеры основной надписи на формате по форме 1 на заглавном листе чертежа*

Основную надпись размещают в правом нижнем углу чертежа как вдоль длинной, так и короткой стороны рамки, кроме формата

А4. У формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны рамки.

В графах основной надписи (номера граф на рисунке показаны в скобках) указывают:

Графа 1 – наименование изделия в соответствии с ГОСТ 2.109-73. Наименование должно записываться в именительном падеже единственного числа. Если оно состоит из нескольких слов, то на первом месте помещают имя существительное, например, «Колесо зубчатое»;

Графа 2 – обозначение документа по ГОСТ 2.201-80.

Графа 3 – обозначение материала изделия (графу заполняют только на чертежах деталей);

Графа 4 – литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103-68, которая показывает, к какой стадии разработки относится данный документ.

Графа 5 – масса изделия. В документах дипломного проекта ее можно не заполнять;

Графа 6 – масштаб заполняется по ГОСТ 2.302-68 и ГОСТ 2.109-73;

Графа 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

Графа 8 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);

Графа 9 – наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ (графу не заполняют, если различительный индекс содержится в обозначении документа);

Графа 10 – характер работы, выполняемый лицом, подписывающим документ (разработчик, руководитель, консультант, н. контроль, зав. кафедрой);

Графа 11 – фамилии лиц, подписывающих документ;

Графа 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

Графа 13 – дата подписания документа;

Графы 14...18 – не заполняются.

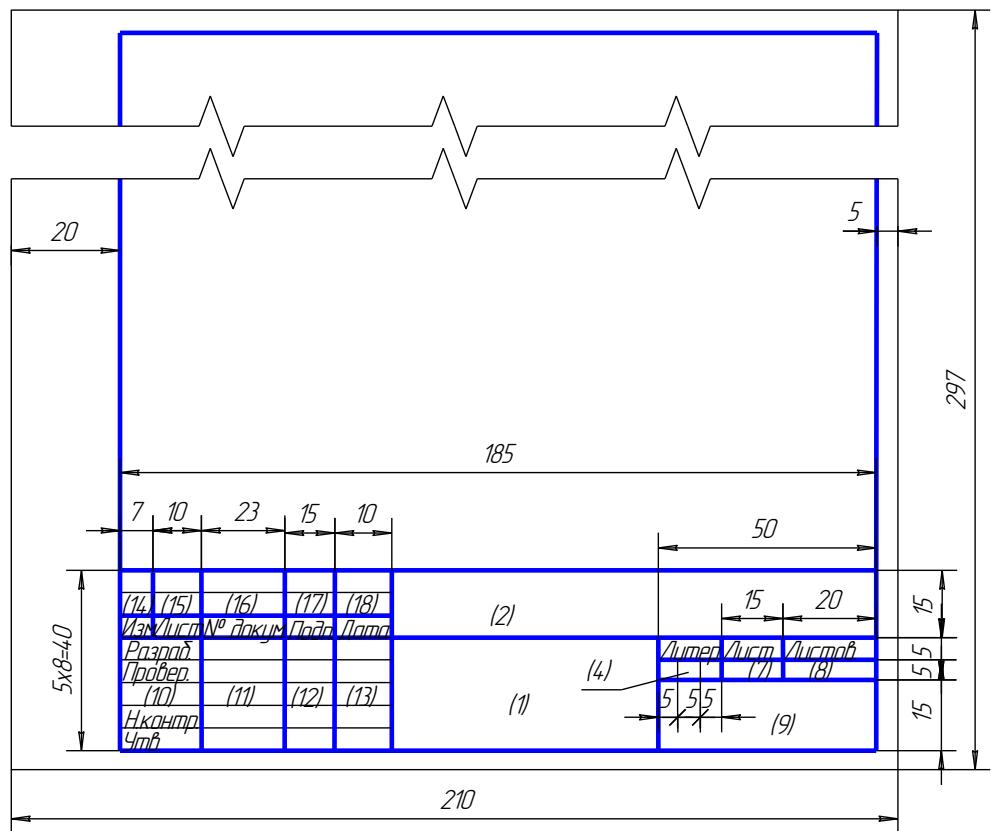


Рисунок 6 – Размещение и размеры основной надписи по форме 2 на заглавном листе текстового документа

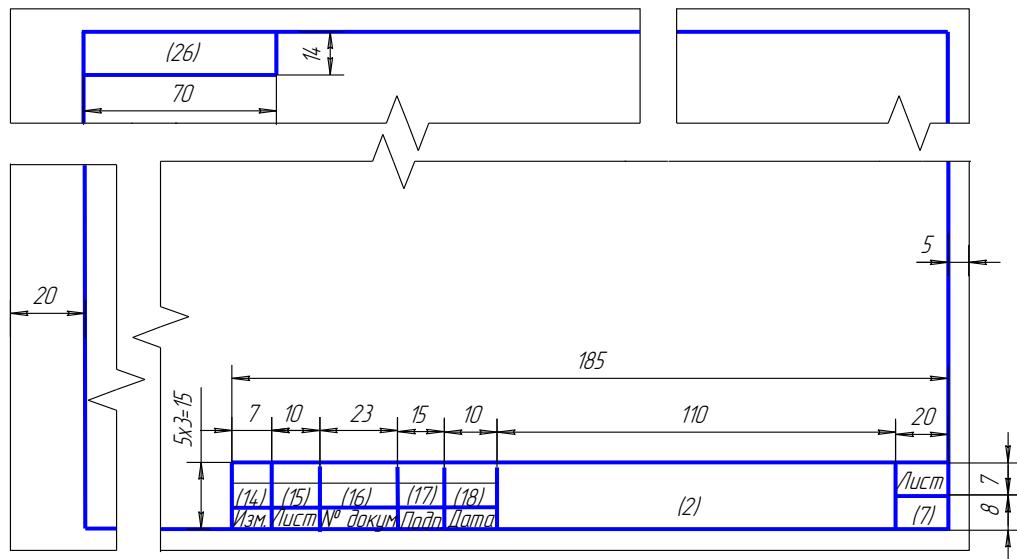


Рисунок 7 – Размещение и размеры основной надписи по форме 2а на последующих листах чертежей и текстовых документов

Основные надписи выполнять сплошными основными и сплошными тонкими линиями. Для заполнения основной надписи рекомендуется применять шрифты 5 и 3,5.

Пример заполнения основной надписи для задания №1 «Геометрическое черчение» дан на рисунке 8.

Условное обозначение задания: ГЧ.01.15.00, где  
ГЧ – геометрическое черчение;  
01 – задание №1;  
15 – номер варианта.

Рисунок 8 – Пример заполнения основной надписи

## НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

По этой теме студент получает индивидуальное задание, состоящее из чертежей двух деталей: одна деталь типа пластина (или диск) (Приложение А) и другая деталь типа вал (Приложение Б). Детали вычертить в натуральном масштабе и нанести размеры.

Общие правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-68.

Размеры на чертежах указывают с помощью выносных и размерных линий. Над размерными линиями проставляют размерные числа.

Размеры рекомендуется наносить вне контура изображения.

Каждый размер указывается на чертеже только один раз в том месте, где данный элемент изделия показан наиболее ясно.

На машиностроительных чертежах все линейные размеры представляются в миллиметрах, без указания единицы измерения, а угловые – в градусах.

При указании размеров прямолинейного отрезка размерная линия проводится параллельно отрезку (рисунок 9), а выносные линии – перпендикулярно размерной.

Общая схема нанесения линейных размеров представлена на рисунке 9, угловых размеров – на рисунке 10.

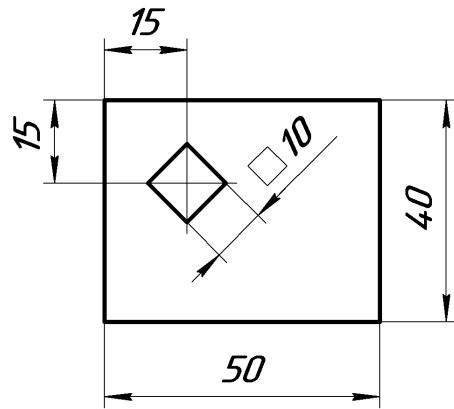


Рисунок 9 – Нанесение линейных размеров

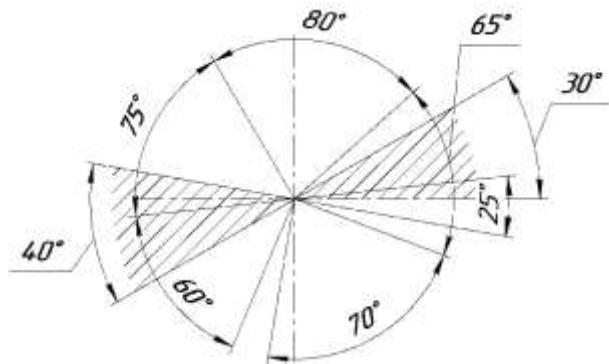


Рисунок 10 – Нанесение угловых размеров

В случае, когда линию необходимо сместить в сторону – следует сделать так, чтобы размерная и выносная линии образовывали вместе параллелограмм (рисунок 11).

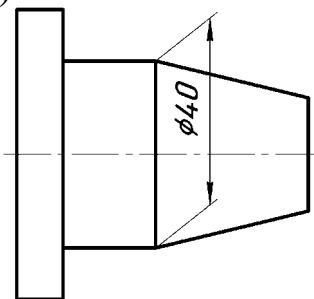


Рисунок 11 – Вариант нанесения размера диаметра

Размерные линии проводят сплошной тонкой линией толщиной от  $S/3$  до  $S/2$  ( $S$  – толщина сплошной основной линии) и ограничивают стрелками в виде острых углов. Величина стрелок выбирается в зависимости от толщины сплошных основных линий. Она должна быть примерно одинаковой на всем чертеже. Формы и размеры стрелок в мм показаны на рисунке 12.



Рисунок 12 – Изображение стрелок

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм (рисунок 13).

Размерные линии не должны по возможности пересекаться.

Не допускается использовать в качестве размерных линий линии контура, осевые, центровые и выносные линии.

Выносные линии проводят от линий видимого контура.

Концы выносных линий должны выходить за стрелки размерных линий на 1...5 мм.

Пример нанесения линейных размеров дан на рисунке 13.

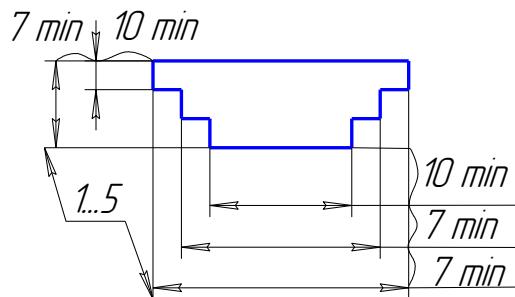


Рисунок 13 – Нанесение линейных размеров

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки заменяются засечками или точками, как показано на рисунке 14.

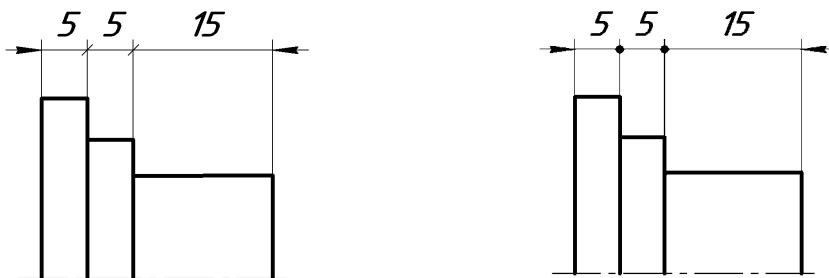


Рисунок 14 – Нанесение размерных линий

Размерные числа наносят над размерной линией, параллельно ей и по возможности ближе к её середине.

Расстояние между размерным числом и размерной линией 0,5 – 1,0 мм.

Высоту размерных чисел рекомендуется брать 5мм.

Цифры следует писать только стандартным шрифтом.

При нанесении нескольких параллельных размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рисунок 15).

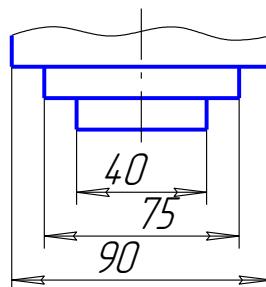


Рисунок 15 – Нанесение параллельных размерных линий

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В местах нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рисунок 16).

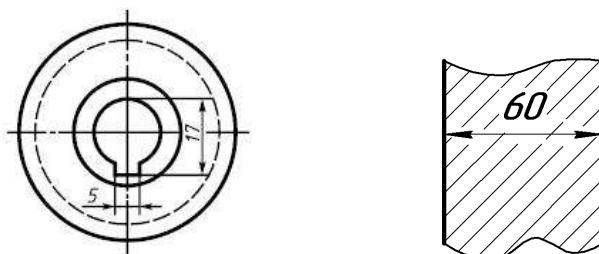
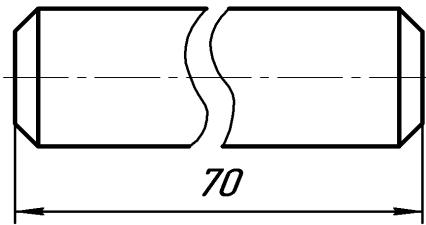


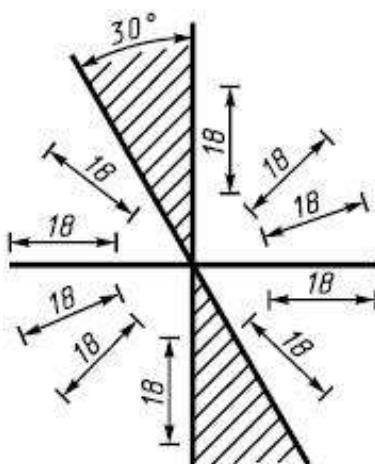
Рисунок 16 – Нанесение размерных чисел

Если деталь изображена с разрывами, то размерную линию не прерывают (рисунок 17).



*Рисунок 17 – Нанесение размера длины длинномерных деталей*

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают так, как показано на рисунке 18. В пределах зоны  $30^0$  от вертикали (на рисунке она штрихована) размеры проставляются на полке.



*Рисунок 18 – Нанесение размеров при различных наклонах размерных линий*

На чертежах для уменьшения количества изображений применяют условные знаки:  $\varnothing$  – диаметр;  $R$  – радиус;  $\circ$  – сфера;  $\square$  – квадрат;  $\angle$  – уклон;  $\cdots\cdots$  – конусность.

Радиус дуги окружности обозначают прописной буквой  $R$ , которую ставят перед размерным числом, указывающим размер радиуса. Размерную линию радиуса ограничивают одной стрелкой со стороны дуги.

Примеры нанесения радиальных размеров показаны на рисунке 19.

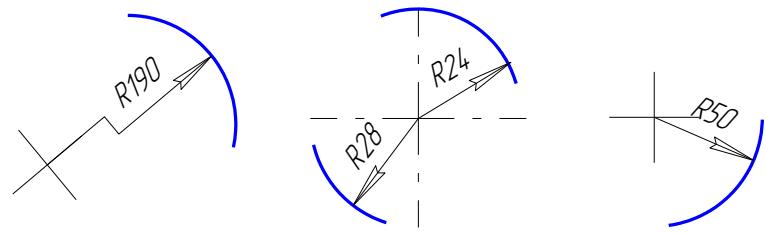


Рисунок 19 – Нанесение радиальных размеров

При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак  $\emptyset$  (рисунок 20).

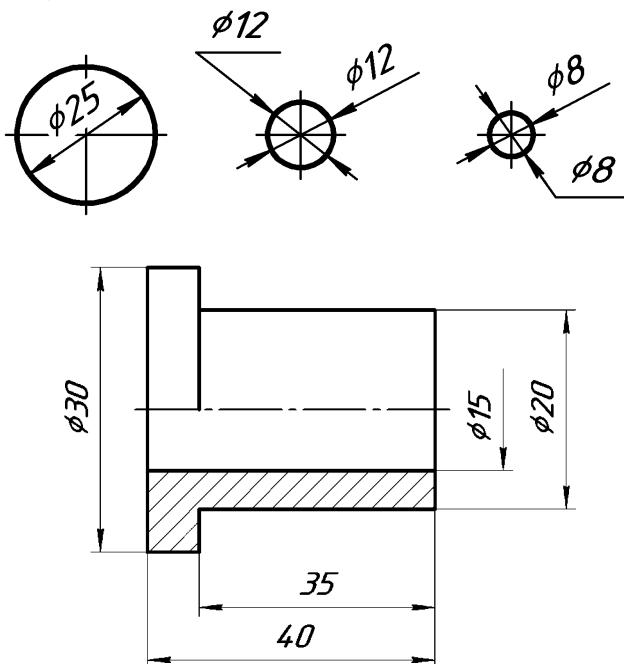


Рисунок 20 – Примеры нанесения диаметральных размеров

Перед размерным числом диаметра сферы также наносят знаки  $\emptyset$  или  $R$ . Если сферу на чертеже можно спутать с какой-то другой поверхностью, то допускается перед знаком  $\emptyset$  или  $R$  добавлять слово «сфера» (рисунок 21).

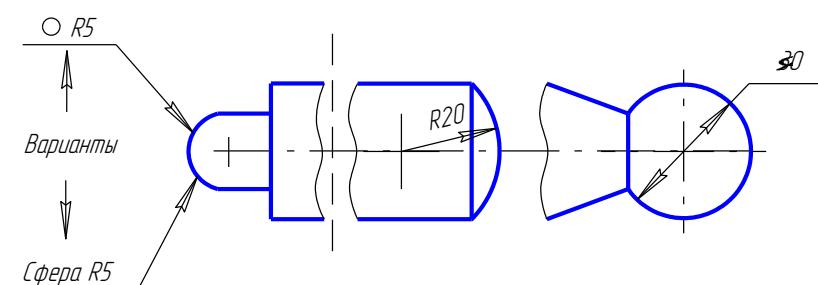


Рисунок 21 – Нанесение размеров на сферические элементы детали

Кроме условных знаков для уменьшения количества изображений применяют буквы:  $s$  – указывает толщину изображаемого предмета и  $l$  – указывает длину изображаемого предмета. Эти буквы наносятся, как правило, на полке линии-выноски, которая заканчивается точкой внутри изображения (рисунок 22).

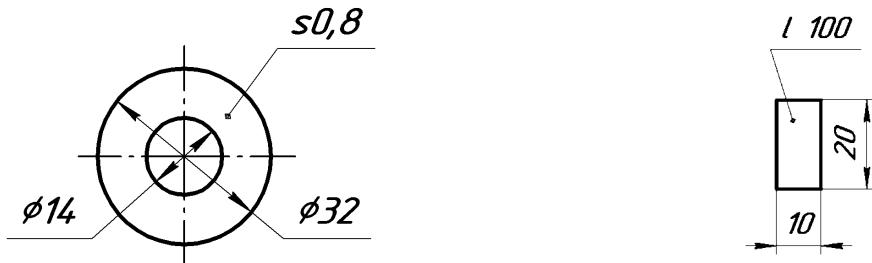


Рисунок 22 – Использование букв при простановке размеров

Размеры квадрата наносят, как показано на рисунке 23. Высота знака «квадрат» равна высоте цифр размерных чисел на чертеже.

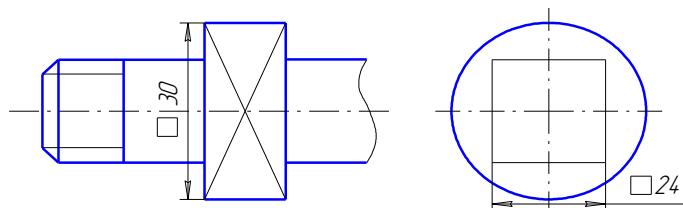


Рисунок 23 – Нанесения размеров квадратных по форме элементов детали

При указании размера угла размерную линию следует проводить в виде дуги с центром в вершине этого угла. Выносные линии для угловых размеров проводятся радиально (рисунок 24)

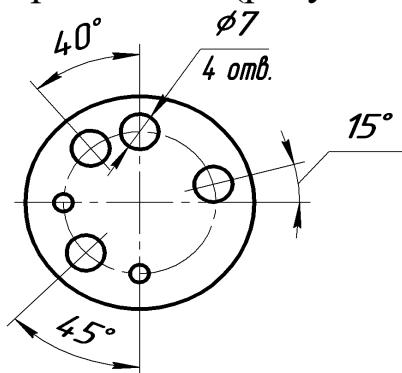
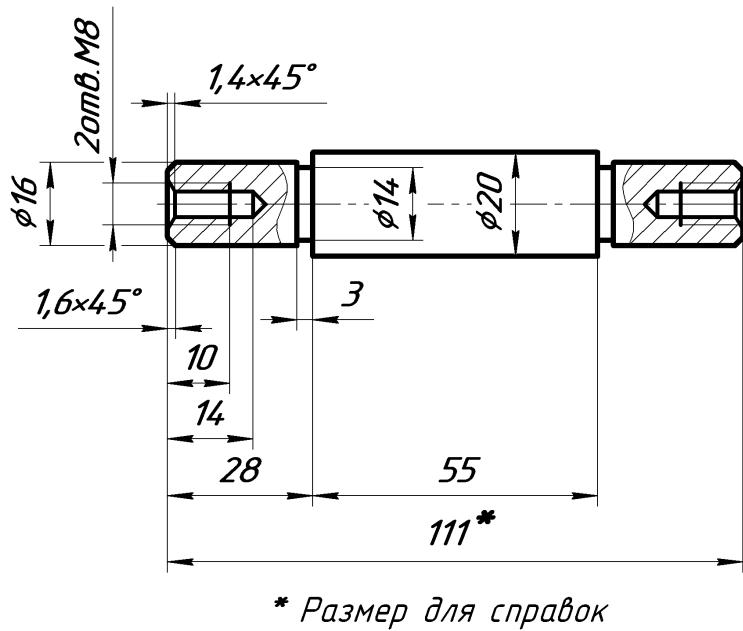


Рисунок 24 – Нанесение угловых размеров

Размеры двух симметрично расположенных элементов предмета (кроме отверстий) наносят один раз без указания количества, группируя в одном месте (рисунок 25).



*Рисунок 25 – Нанесение размеров детали с одинаковыми элементами*

При конструировании многих деталей широко используют такой типовой элемент как фаска. Фасками называются сплошные (притупленные) кромки стержня, отверстия, бруска, листа. Фаски предохраняют острые кромки деталей от забоин, что важно для обеспечения сборки деталей.

Для обозначения размеров фасок с углом  $45^0$  применяют условную надпись, в которой первая цифра указывает ширину фаски в миллиметрах, а вторая – угол, например,  $2\times45^0$  (рисунок 26, а и 26, б). Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейными и угловыми размерами (рисунок 26, в) или двумя линейными размерами (рисунок 26, г).

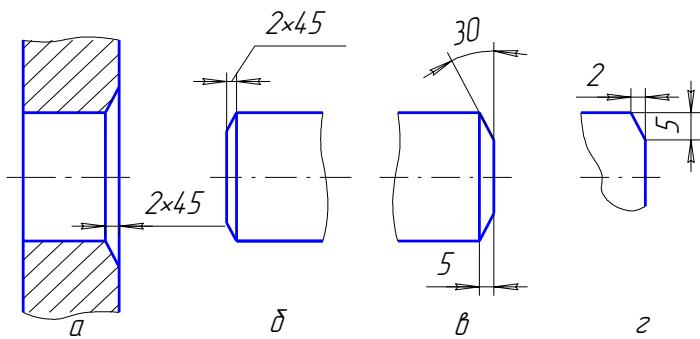


Рисунок 26 – Примеры нанесения размера на фаски

Следует помнить, что размер на чертеже проставляется один раз. Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски числа этих элементов (рисунок 27).

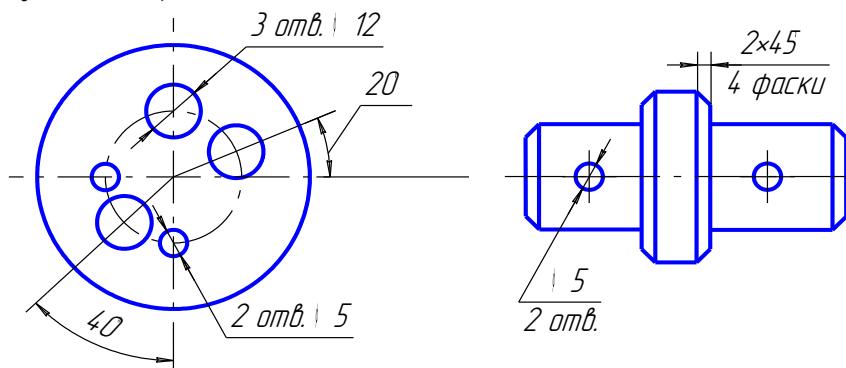


Рисунок 27 – Примеры обозначения одинаковых элементов детали

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их число (рисунок 28).

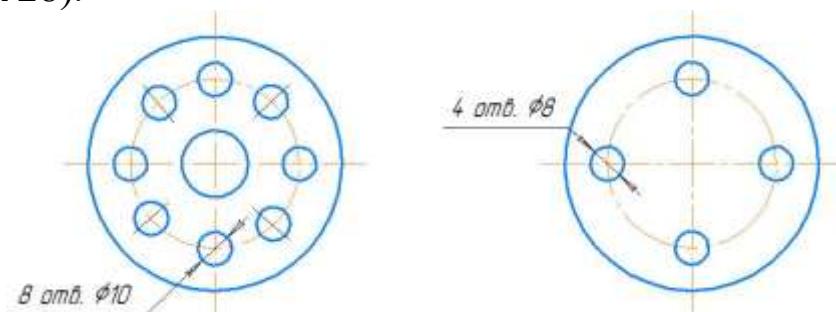
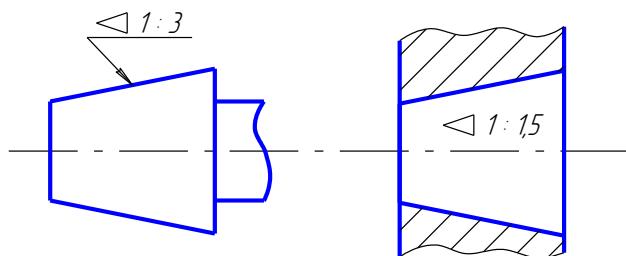


Рисунок 28 – Примеры обозначения элементов, равномерно расположенных по окружности

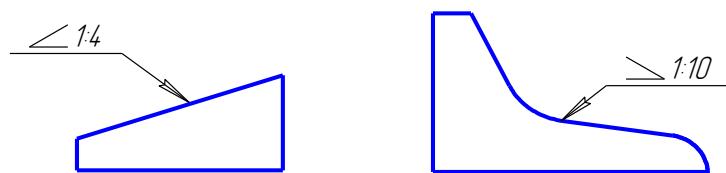
На практике часто встречаются элементы деталей в виде конуса вращения или усеченного конуса, которые определяют два и три размера соответственно, задаваемых в зависимости от условий различным образом.

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак конусности – равнобедренный треугольник, вершина которого должна быть направлена в сторону вершины конуса. Знак конуса и конусность следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски (рисунок 29).



*Рисунок 29 – Нанесение размеров конусности отношением двух чисел*

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят специальный знак – острый угол, вершина которого должна быть направлена в сторону уклона. Уклон следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения или в процентах (рисунок 30).



*Рисунок 30 – Нанесение размеров уклона*

На рисунках 31, 32, 33 приведены примеры нанесения размеров на детали «Пластина», «Фланец», «Вал».

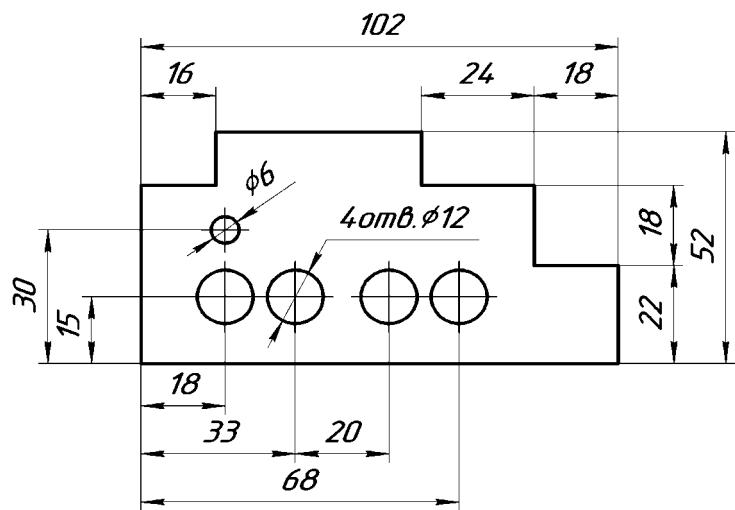


Рисунок 31 – Пример нанесения размеров детали «Пластина»

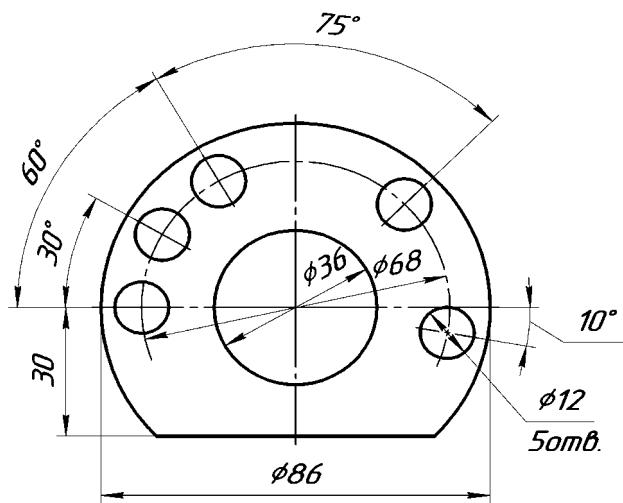


Рисунок 32 – Пример нанесения размеров детали «Фланец»

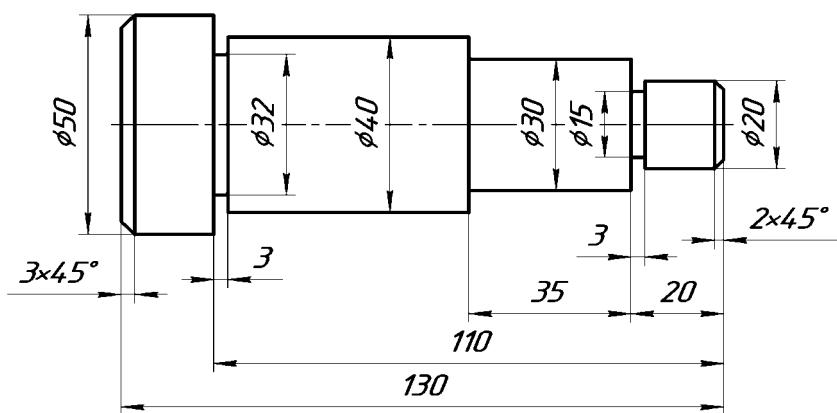


Рисунок 33 – Пример нанесения размеров детали «Вал»

# ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ

По этой теме студент получает индивидуальное задание, состоящее из чертежа детали с размерами (Приложение В). Деталь вычертить в натуральном масштабе и нанести размеры.

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

Рассмотрим три основных случая построения сопряжения.

## Сопряжение двух прямых линий дугой окружности

Даны две прямые «*a*» и «*b*» и радиус сопряжения  $R$ .

Вначале определяют центр дуги сопряжения, для чего на расстоянии  $R$  от сторон «*a*» и «*b*» острого угла проводят прямые, параллельные этим сторонам, до пересечения в точке «*O*».

Из центра «*O*» опускают перпендикуляры на заданные прямые, получают точки сопряжения **A** и **B**. Из точки «*O*», как из центра, проводят радиусом  $R$  дугу сопряжения (рисунок 34).

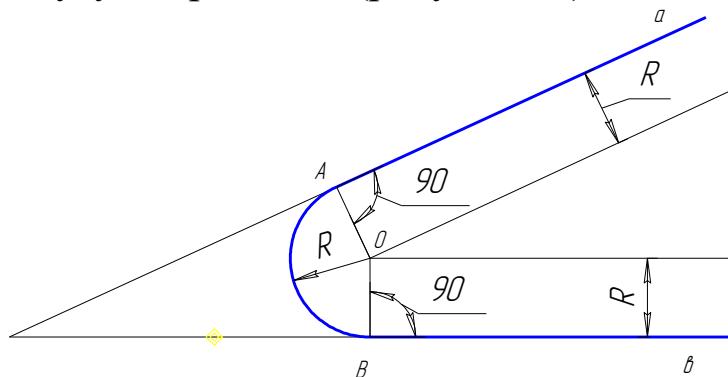


Рисунок 34 – Пример построения сопряжения двух прямых

## Сопряжение прямой к окружности дугой заданного радиуса

Дана прямая «*a*», окружность радиуса  $R_1$  и радиус дуги сопряжения  $R$ .

Из центра « $O_1$ » (рисунок 35) проводят вспомогательную дугу радиусом  $R_1+R$  до пересечения с прямой линией, проведенной параллельно прямой *a* на расстоянии  $R$  от неё. Получают точку «*O*» – центр дуги сопряжения. Соединяя центры « $O_1$ » и «*O*» прямой, находят в пересечении её с заданной окружностью точку **A** сопряжения. Опустив

перпендикуляр из точки « $O$ » на прямую  $a$  получают точку В сопряжения. Из точки « $O$ » проводят дугу сопряжения радиусом  $R$ .

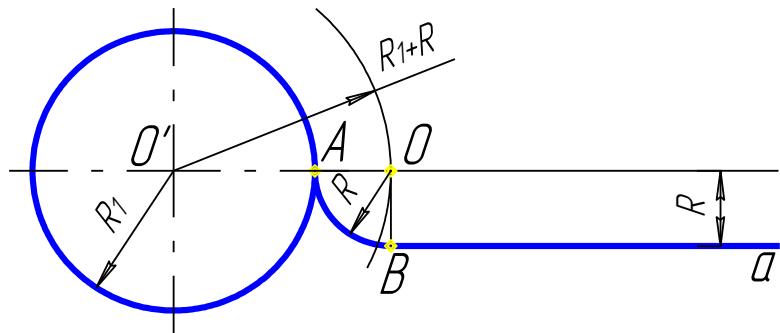


Рисунок 35 – Пример построения сопряжения прямой и окружности

## Сопряжение двух заданных окружностей дугой заданного радиуса

Даны две окружности радиусом  $R_1$  и  $R_2$ , из центра  $O_1$  радиусом  $R+R_1$  проводят дугу, а из центра  $O_2$  радиусом  $R+R_2$  до пересечения их в точке  $O$  – центре дуги сопряжения. Точки **А** и **В** сопряжения лежат на прямых, соединяющих точку  $O$  с центрами  $O_1$  и  $O_2$  сопрягаемых окружностей. Из точки  $O$ , как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом  $R$  (рисунок 36).

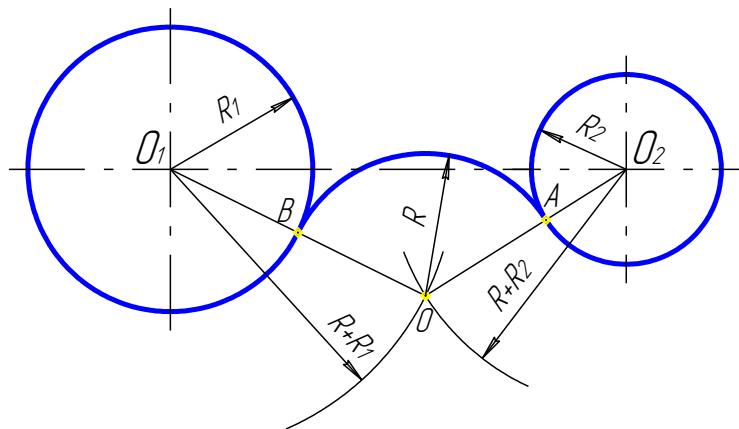
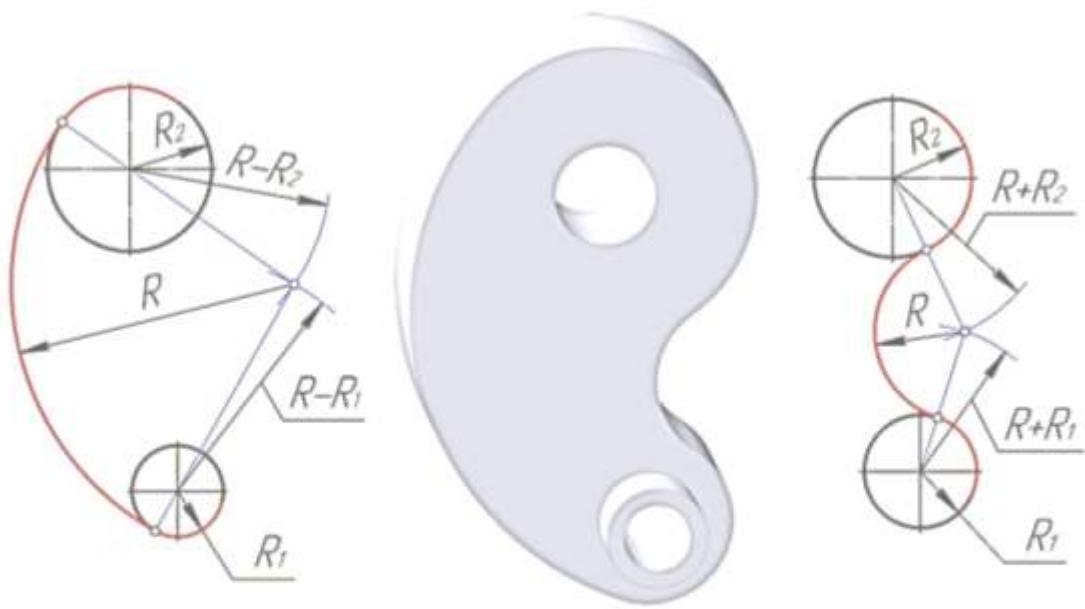


Рисунок 36 – Пример построения сопряжения двух окружностей



КРЫШКА

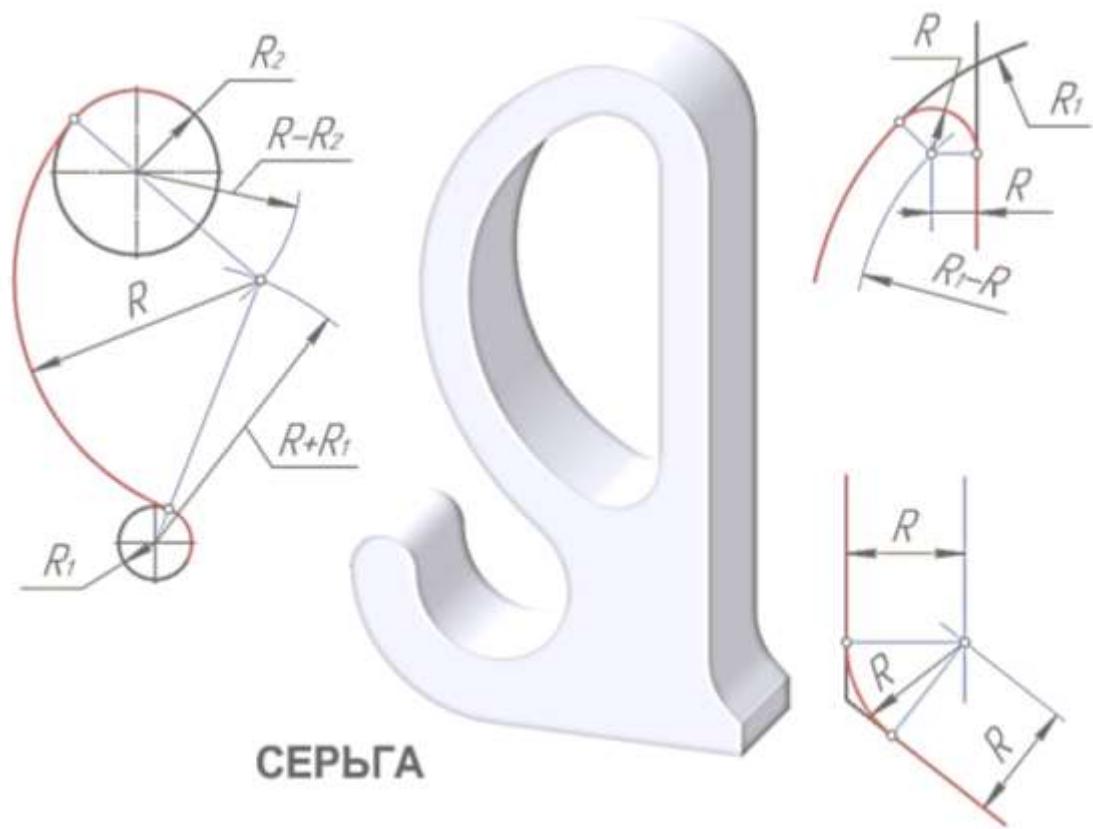
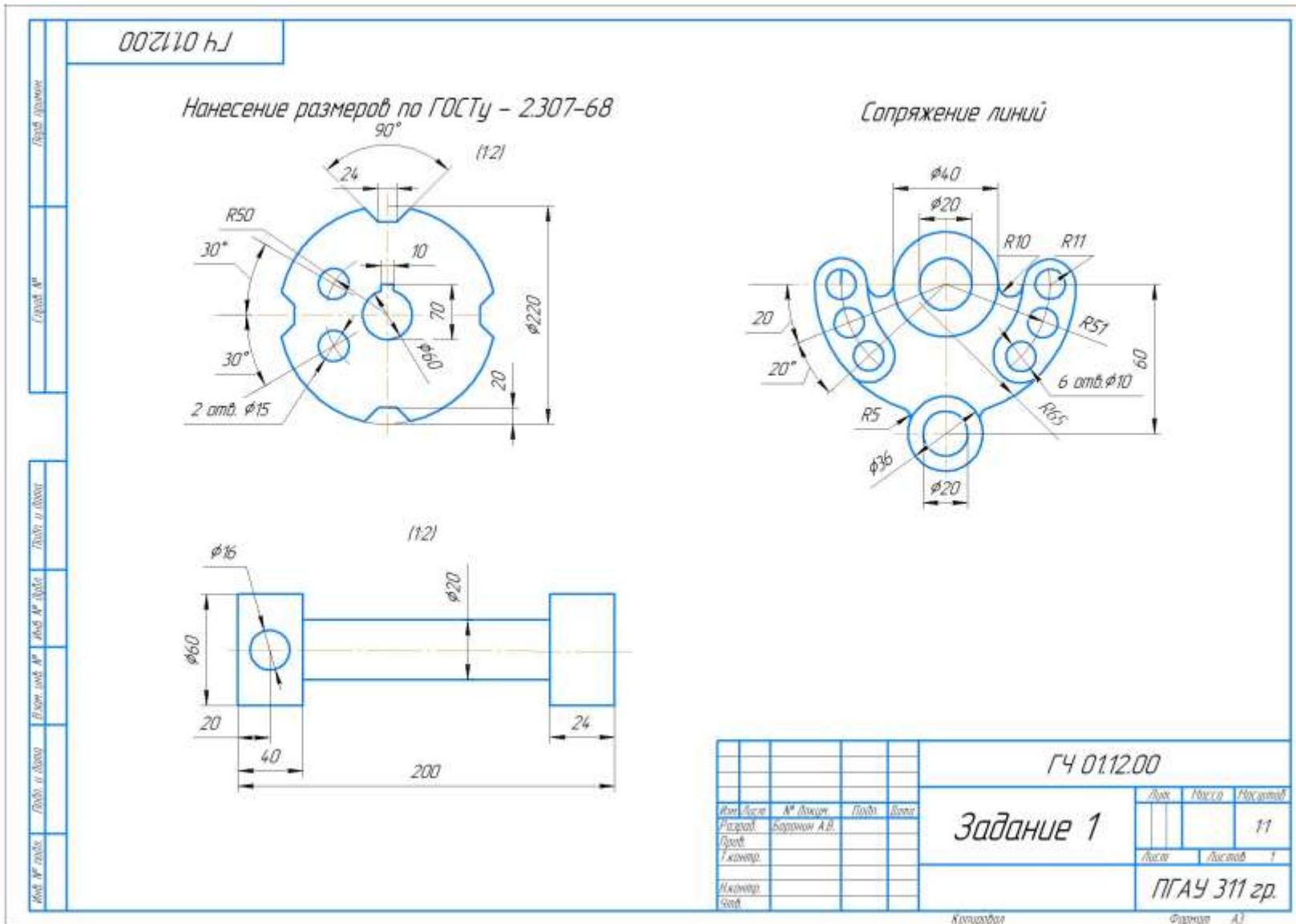


Рисунок 37 – Сопряжения и их практическое применение



*Рисунок 38 – Образец оформления РГР №1 «Геометрическое черчение»*

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ РГР №1 «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»**

1. Что такое «стандарт» и «ЕСКД»?
2. Как образуются, обозначаются и какие размеры имеют форматы по ГОСТ 2.301-68?
3. Что называется масштабом и каковы стандартные масштабы?
4. Каково наименование, начертание и назначение имеют линии чертежа согласно ГОСТ 2.303-68?
5. Какие типы шрифтов устанавливает ГОСТ 2.304-68 и что называют размером шрифта?
6. Каково содержание основной надписи и её основные размеры?
7. Как располагаются размерные числа по отношению к размерным линиям?
8. Каковы минимальные расстояния между параллельными размерными линиями и между размерной линией и линией видимого контура?
9. Как наносят размерное число на заштрихованном поле?
10. Как наносят размер нескольких одинаковых элементов детали?
11. Какие знаки сопровождают размер диаметра, радиуса, квадрата, конусности, уклона?
12. Что называется сопряжением линий?
13. Как выполняются сопряжения, в какой последовательности?

## **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

### **ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

Расчетно-графическая работа № 2 (РГР №2) «Проекционное черчение» является основой технического черчения, в которой рассматривается построение изображений предметов и размещение их на поле чертежа. Данный раздел базируется на методе прямоугольного проецирования, изучаемом в курсе начертательной геометрии, и стандартах ЕСКД.

#### **ЦЕЛЬ ЗАДАНИЯ**

1. Изучение и практическое построение изображений технических деталей на три плоскости проекций по ГОСТу 2.305-68.
2. Изучение и практическое применение ГОСТа 2.307-68 «Нанесение размеров».
3. Построение прямоугольной изометрической аксонометрической проекции детали.

#### **СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ**

РГР № 2 «Проекционное черчение» выполняется на листах чертежной бумаги формата А3 (297×420 мм) по индивидуальным вариантам, номера которых выдает преподаватель дисциплины. Пример оформления задания №2 приводится на рисунках 57, 58, 59.

РГР № 2 состоит из трёх задач:

Задача №1: по аксонометрическому изображению детали построить три вида (спереди, сверху, слева), выполнить разрезы, нанести размеры. Задачу оформить на формате А3 в масштабе 2:1. Варианты к задаче приводятся в Приложении Г.

Задача № 2: по двум заданным видам детали, имеющим форму многогранника или тела вращения, построить третий вид, выполнить разрезы, нанести размеры. Задачу оформить на формате А3 в масштабе 1:1. Варианты к задаче приводятся в Приложении Д.

Задача № 3: построить третий недостающий вид детали по двум заданным, выполнить разрезы, нанести размеры. Вычертить прямоугольную изометрическую аксонометрию данной детали. Задачу оформить на формате А3, масштаб принять, исходя из указанных размеров. Варианты к задаче приводятся в Приложении Е.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОЕКЦИОННОМУ ЧЕРЧЕНИЮ

**Изображения** – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-68).

Чертеж – графическое изображение предмета на плоскости, выполненное по установленным правилам проецирования с соблюдением принятых требований и условностей. Чертеж должен содержать форму и размеры предмета, а также все данные, необходимые для его изготовления и контроля.

Изображение на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы и сечения, причем эти изображения могут быть полными, частичными и местными, а также основными и дополнительными.

Число изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для полного представления формы предмета.

Для построения технических чертежей пользуются способом прямоугольного проецирования. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают шесть граней пустотелого куба, внутри которого размещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней, т. е. на шесть основных плоскостей проекций: две фронтальные – вид спереди и вид сзади, две горизонтальные – вид сверху и вид снизу и две профильные – вид слева и вид справа (рисунок 39).

Чаще используют фронтальную (вид спереди), горизонтальную (вид сверху) и профильную (вид слева) плоскости проекций. Разрезая куб по ребрам, разворачивают его так, чтобы две грани (вид сверху и вид слева) совместились с фронтальной плоскостью проекций (рисунок 39).

При вычерчивании предмета необходимо выбрать главный вид, поэтому предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы наиболее полно выявить его форму и размеры с учетом других необходимых видов и разрезов.

## Виды

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Виды разделяются на основные, дополнительные и местные.

Основными видами называют виды, полученные проецированием предмета на шесть основных плоскостей проекций (рисунок 39).

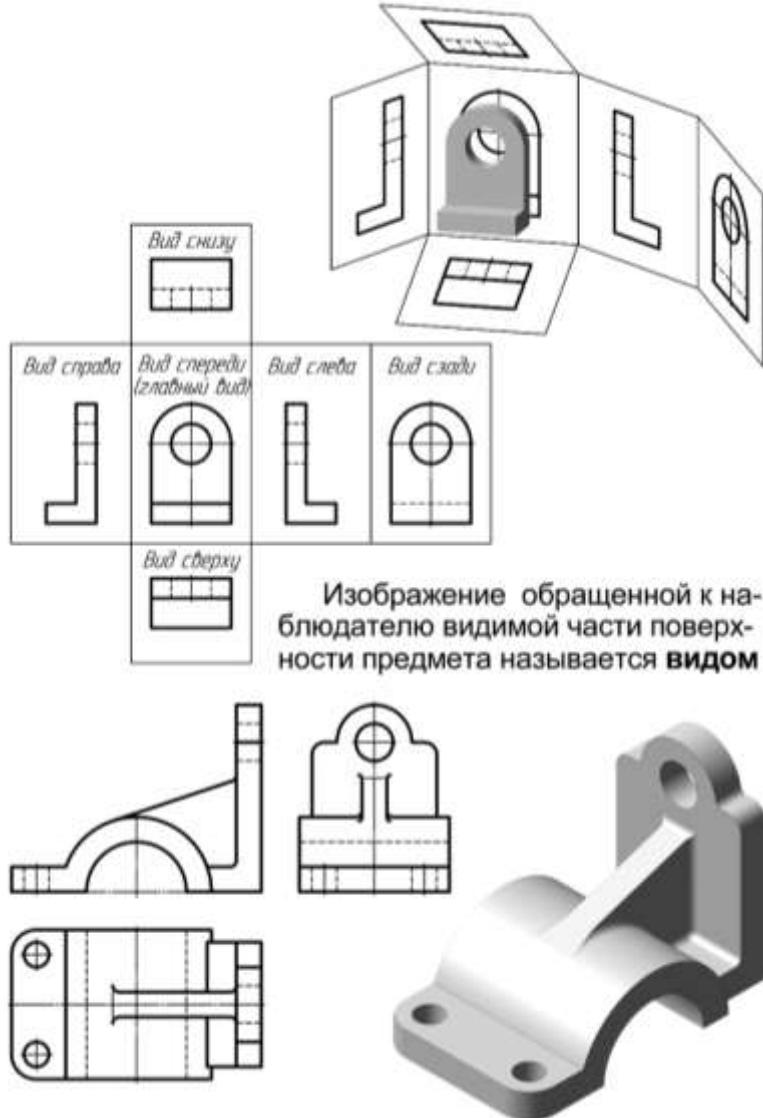


Рисунок 39 – Виды основные ГОСТ 2.305-68

Дополнительными называют виды, полученные проецированием на произвольно выбранную плоскость, не параллельную основным плоскостям проекций (рисунок 40).

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций.

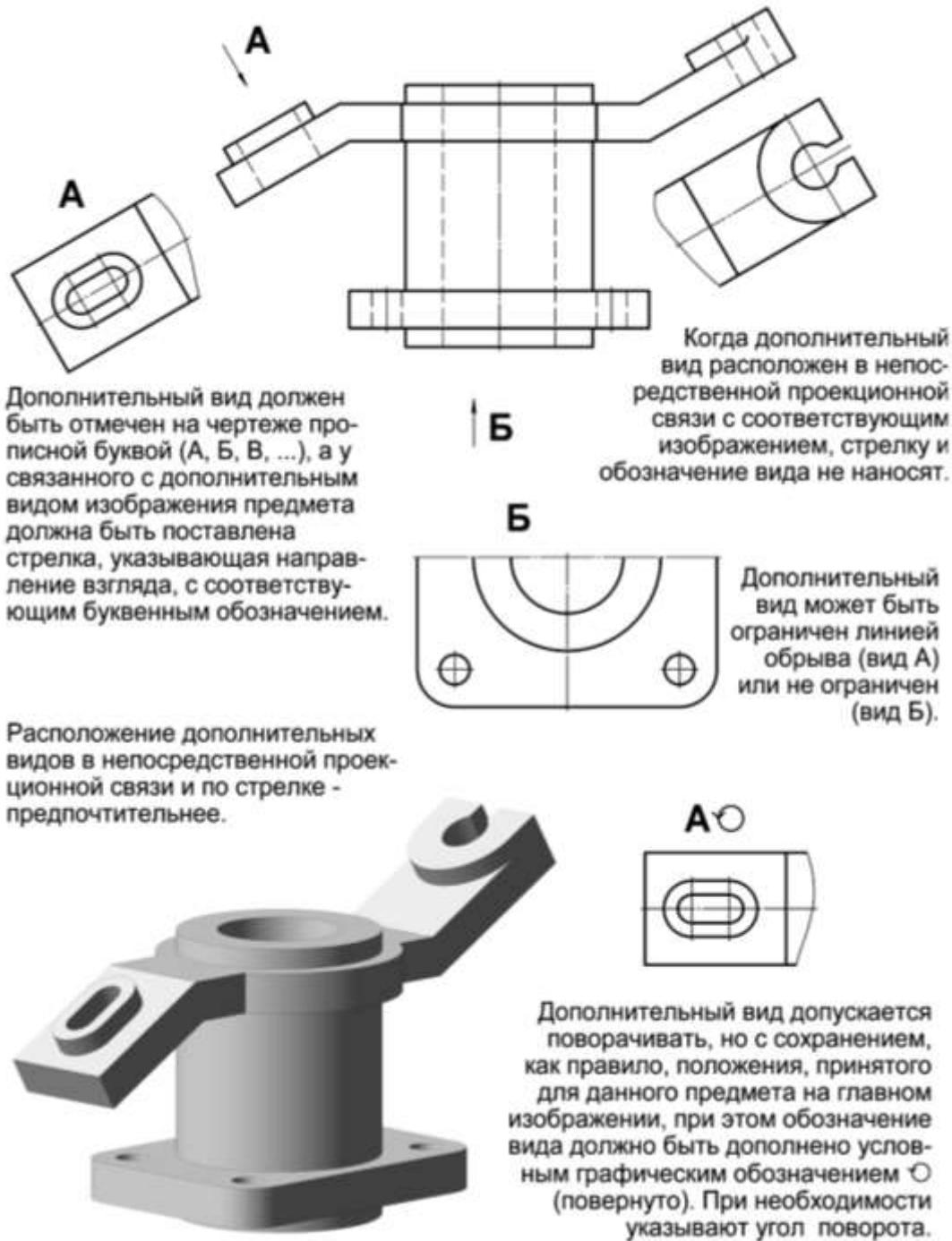
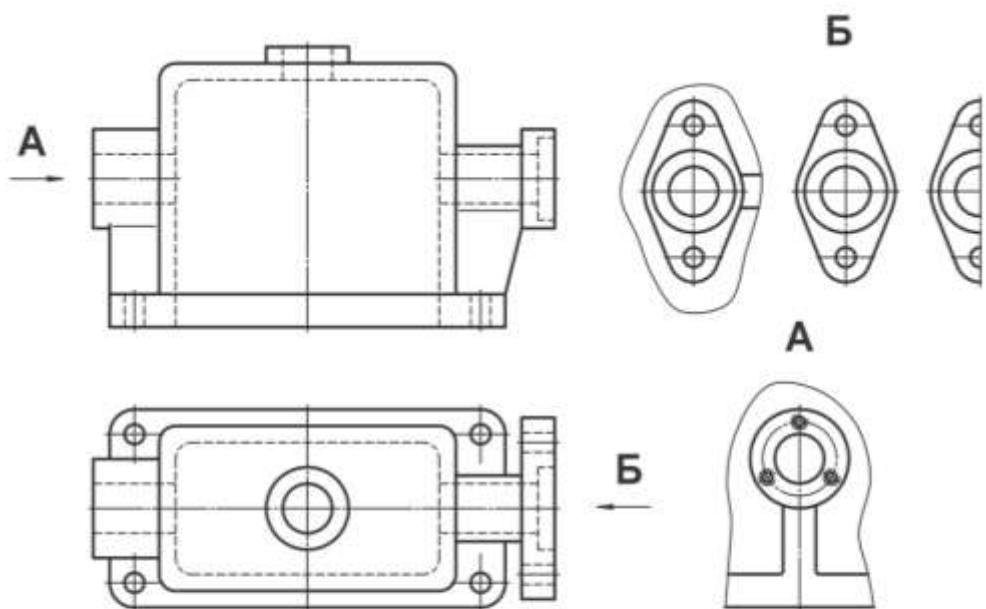


Рисунок 40 – Виды дополнительные ГОСТ 2.305-68

Местным видом называется изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета (рисунок 41).



Местный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой (А, Б, ...), а у связанного с местным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением.

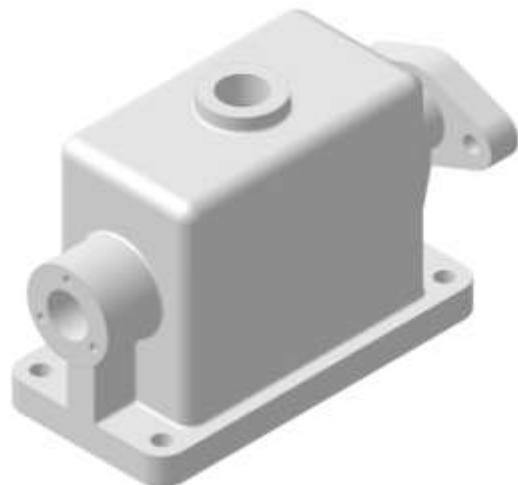


Рисунок 41 – Виды местные ГОСТ 2.305-68

## Разрезы

Каждый чертеж должен давать представление о внешней форме предмета и внутреннем его строении. Для изображения внутреннего строения предмета применяют разрезы.

Разрез – изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями, включающее все то, что находится в секущей плоскости и расположено за ней (рисунок 42,43).

### *Классификация разрезов*

Разрезы, в зависимости от положения секущих плоскостей относительно горизонтальной плоскости проекции, делят на:

- а) горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- б) вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- в) наклонные – когда секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Вертикальные разрезы бывают:

- а) вертикально-фронтальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций и параллельна фронтальной плоскости проекций;
- б) вертикально-профильные – секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций и перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно основных измерений предмета разрезы разделяют на:

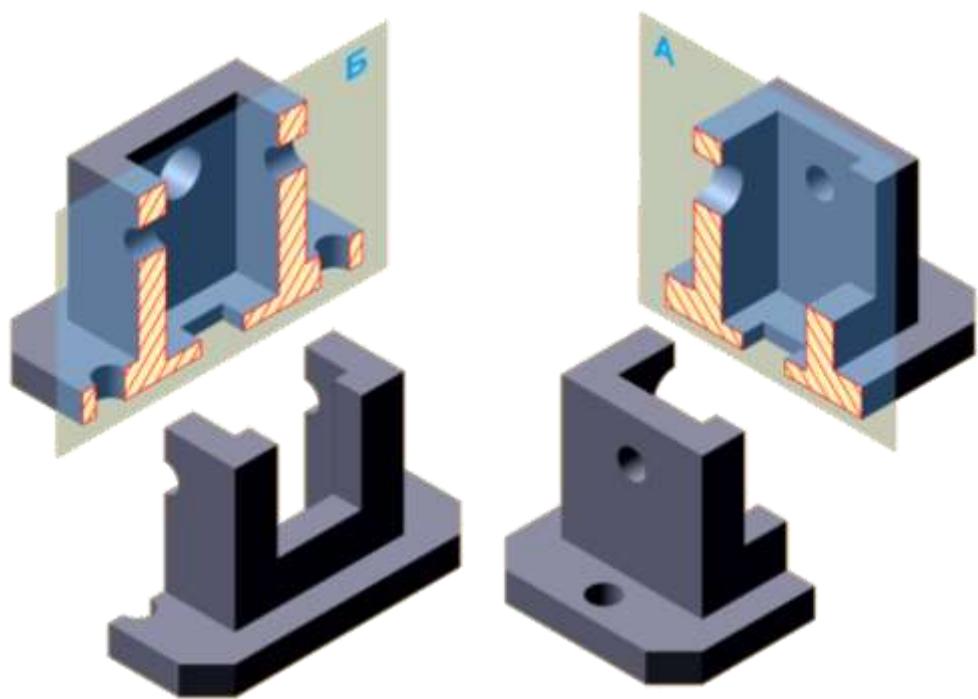
1. Продольные – секущая плоскость направлена вдоль линии или высоты предмета;
2. Поперечные – секущая плоскость направлена перпендикулярно к длине или высоте предмета.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы бывают:

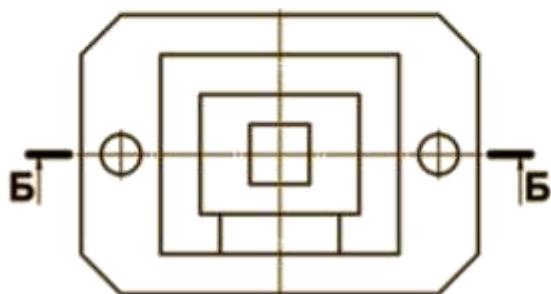
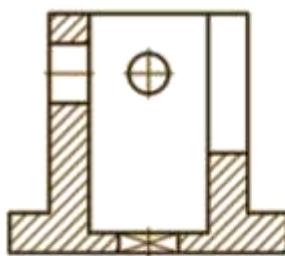
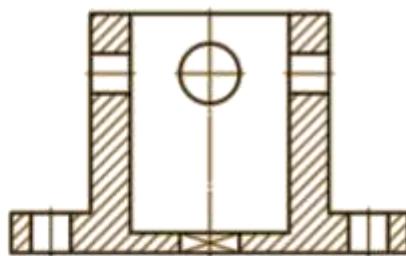
- а) простые – образованные одной секущей плоскостью (рисунок 42);
- б) сложные – образованные двумя и более секущими плоскостями (рисунок 43)

Сложные разрезы называют ступенчатыми, если они образованы параллельными секущими плоскостями (рисунок 43).

Ломанным разрезом называется сложный разрез, образованный непараллельными секущими плоскостями, причем одна из них наклонена к основной плоскости проекций (рисунок 43).

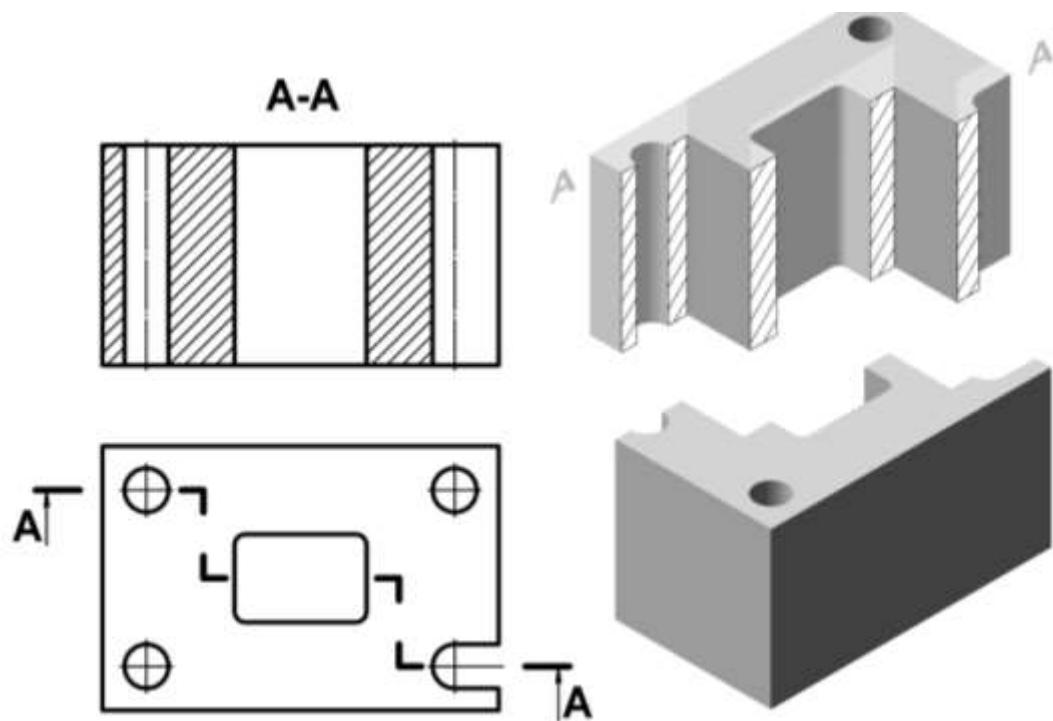


Б-Б

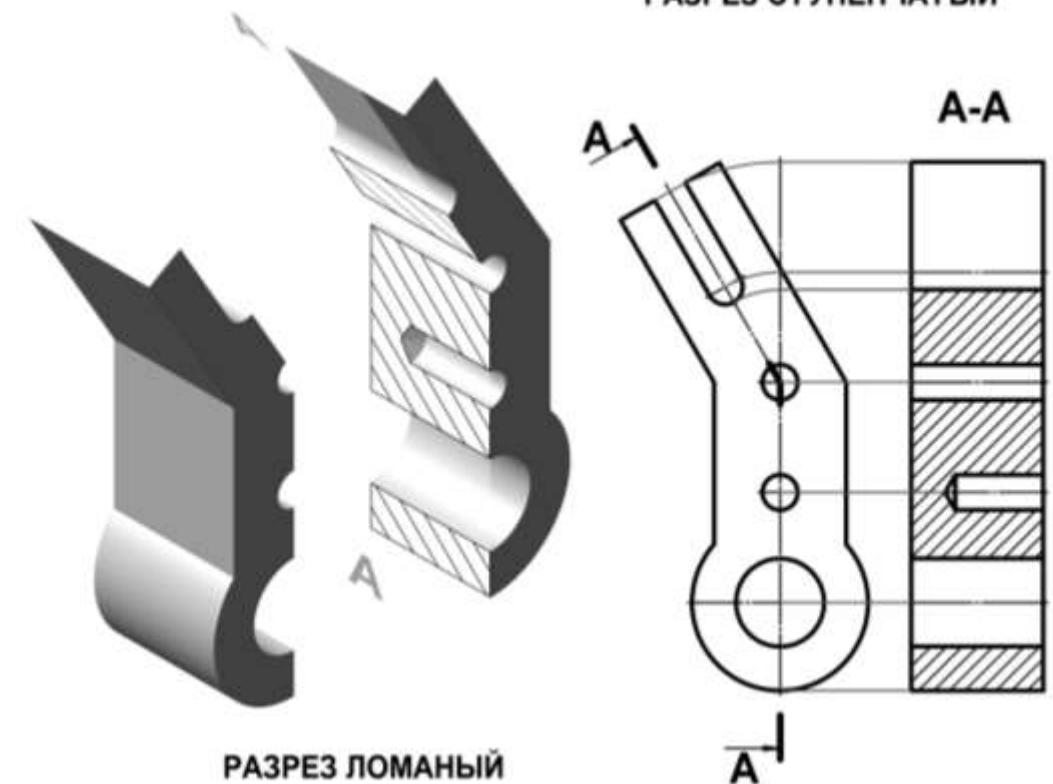


**Разрез** - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Рисунок 42 – Разрезы простые ГОСТ 2.305-68



РАЗРЕЗ СТУПЕНЧАТЫЙ



РАЗРЕЗ ЛОМАНЫЙ

Рисунок 43 – Разрезы сложные ГОСТ 2.305-68

В зависимости от полноты исполнения разрезы разделяют на полные и местные.

Полным разрезом называется изображение, раскрывающее внутреннее строение предмета по всему сечению, т. е. когда секущая плоскость полностью пересекает предмет (рисунок 42).

Местным разрезом называется изображение, выявляющее внутреннее строение детали лишь в отдельном, ограниченном месте (рисунок 44).



Рисунок 44 – Разрезы местные ГОСТ 2.305-68

## Сечения

Кроме видов и разрезов, на чертежах применяют еще и сечения. С их помощью выявляют поперечную форму детали в определенном, нужном месте.

Сечением называют изображение, полученное при мысленном пересечении предмета плоскостью.

На сечении показывают лишь то, что получается в секущей плоскости. Сечение, как и разрез, – изображение условное.

Сечение разделяют на входящие в состав разреза и существующие как самостоятельные изображения.

Последние, в свою очередь, разделяются на вынесенные и наложенные.

Сечение называется вынесенным, если оно выполнено отдельно от основного изображения (рисунок 45). Контур сечения обводят сплошной основной линией и заштриховывают под углом 45 градусов к основной надписи чертежа.

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рисунок 45).

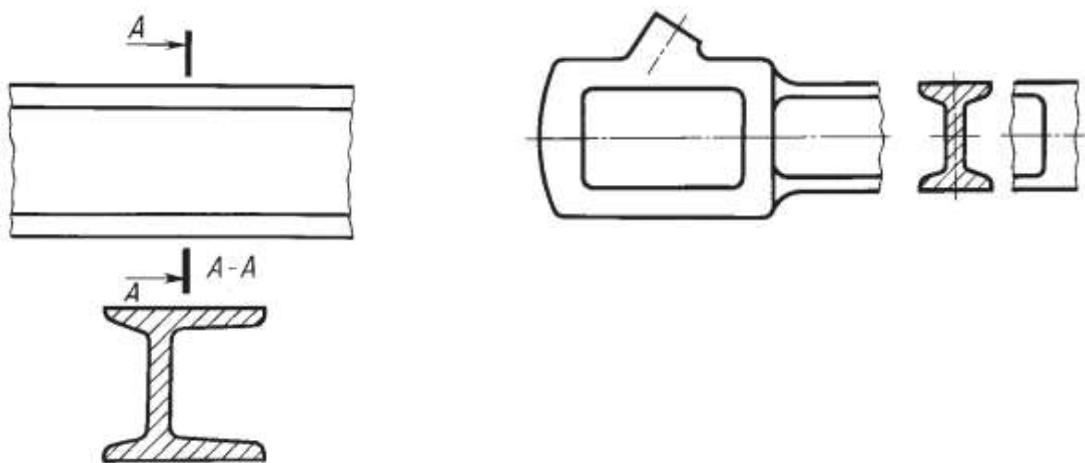


Рисунок 45 – Сечение вынесенное ГОСТ 2.305-68

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рисунок 46).

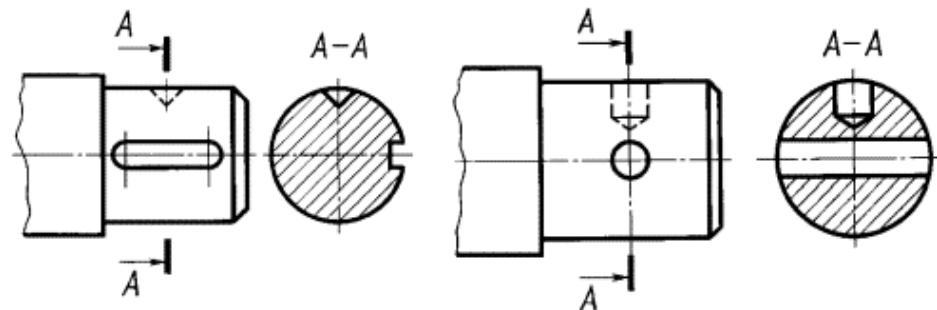


Рисунок 46 – Сечение вынесенное ГОСТ 2.305-68

Сечение называют наложенным, если оно размещено на изображении предмета, контур его обводят тонкой сплошной линией и заштриховывают под углом 45 градусов к основной надписи чертежа (рисунок 47).

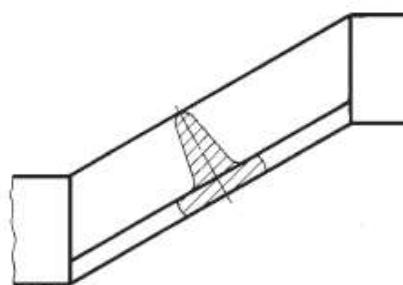


Рисунок 47 – Сечение наложенное ГОСТ 2.305-68

Выносной элемент – изображение в более крупном масштабе какой-либо части предмета, содержащей подробности, не указанные на соответствующем изображении; он может отличаться от основного

изображения по содержанию (например, изображение может быть видом, выносной элемент разрезом). Пример изображения выносного элемента приведен на рисунке 48.

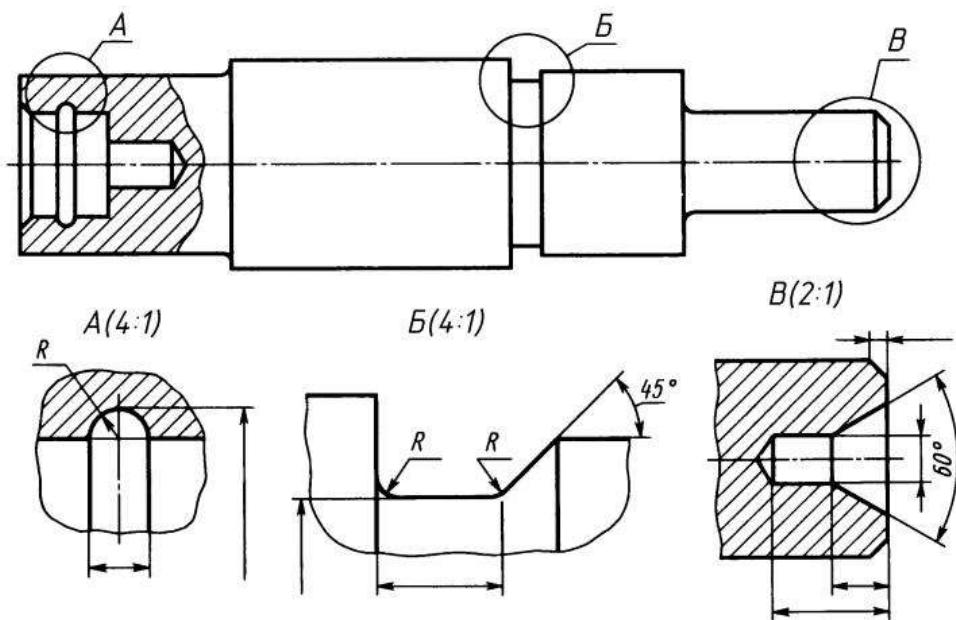


Рисунок 48 – Выносной элемент ГОСТ 2.305-68

### Обозначение разрезов и сечений

На чертежах простые горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы помещают на местах основных видов, т. е. горизонтальный – на виде сверху, фронтальный – на виде спереди, профильный – на виде слева (рисунок 49). Если секущие плоскости совпадают с осями симметрии и предмет симметричный, то положение секущей плоскости не указывают и сам разрез не обозначают.

В остальных случаях разрезы обозначают так же, как и сечения, разомкнутой линией. Стрелки с буквами показывают направление взгляда. Над разрезом или сечением пишут те же буквы. Разрез и сечение должны быть отмечены надписью по типу «А-А» (всегда двумя буквами через тире) (рисунок 49).

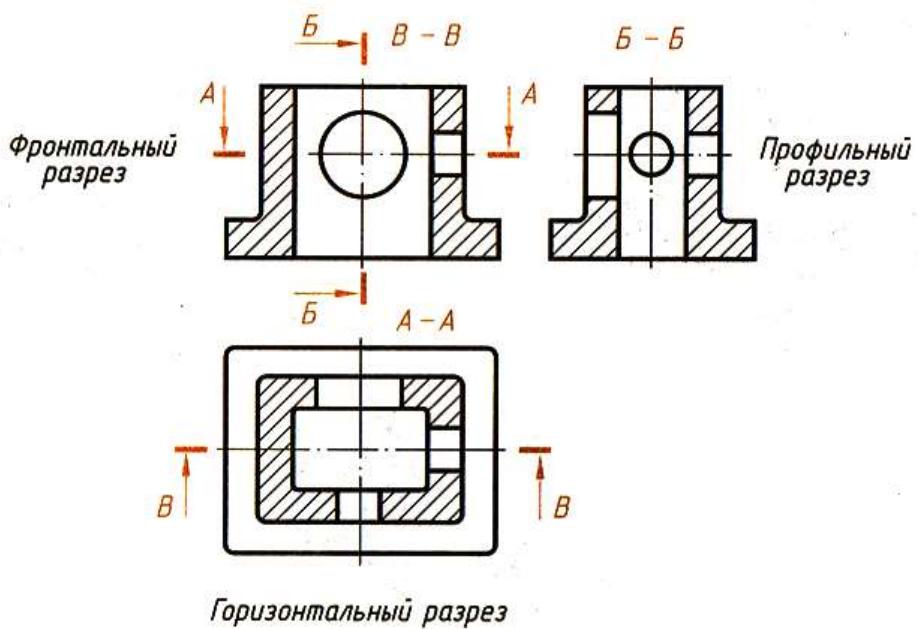


Рисунок 49 – Обозначение простых разрезов

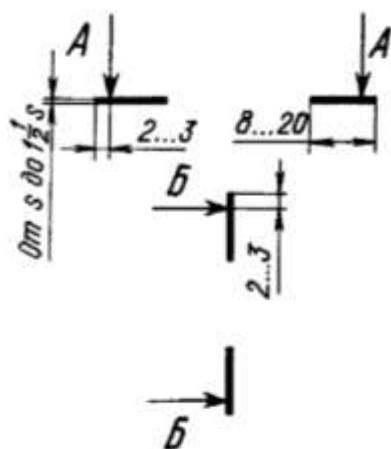


Рисунок 50 – Размеры и расположение букв при обозначении разреза и сечения

Сложные разрезы обозначают во всех случаях. Например, на рисунке 43 показан сложный ступенчатый вертикально-фронтальный разрез по А-А тремя параллельными плоскостями так, что все отверстия детали показаны в разрезе. На рисунке 43 также показан сложный ломаный разрез по А-А с целью показа разных сквозных отверстий детали.

## Соединение части вида с частью разреза

Для уменьшения графической работы, экономии времени и ясности изображаемого предмета в черчении принята такая условность: если предмет проецируется в форме симметричной фигуры, допускается в одном изображении соединить половину вида с половиной разреза (рисунок 51), при этом разрез на чертеже располагают справа от оси симметрии или под ней (в случае горизонтального разреза).

Если соединяется половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии.

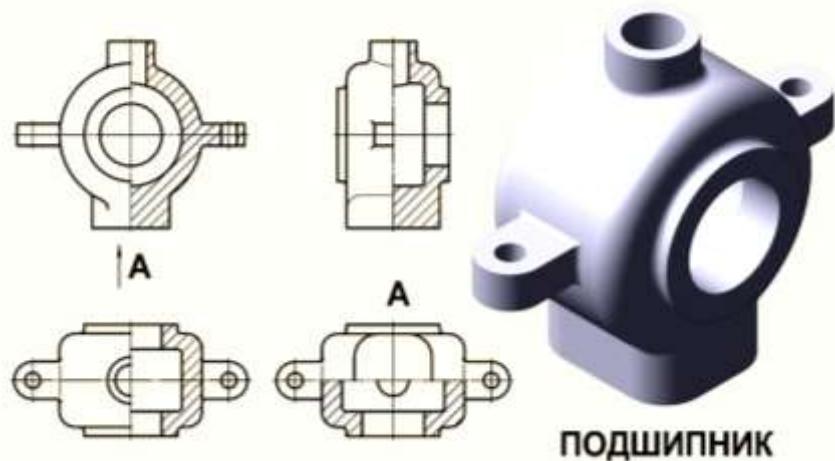


Рисунок 51 – Соединение части вида и части разреза

Если контурная линия предмета совпадает с осью симметрии (при наличии на детали внешнего или внутреннего ребра), то границу между видом и разрезом проводят волнистой линией обрыва (рисунок 52).

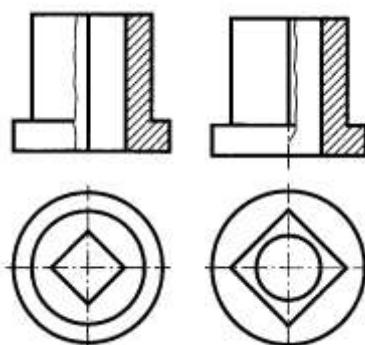


Рисунок 52 – Соединение части вида и части разреза

## Построение третьего вида по двум заданным

Построение третьего вида детали по двум заданным требует знания основ прямоугольного проецирования, изучаемого в курсе начертательной геометрии.

При выполнении чертежа детали она мысленно расчленяется на простые геометрические тела, такие, как призмы, цилиндры, конусы и т. п., и её проецирование сводится к проецированию выделенных геометрических тел.

На рисунке 53 деталь состоит из цилиндра со сквозным отверстием, который стоит на основании, имеющем форму параллелепипеда, и с двух сторон подпирается ребрами жесткости.

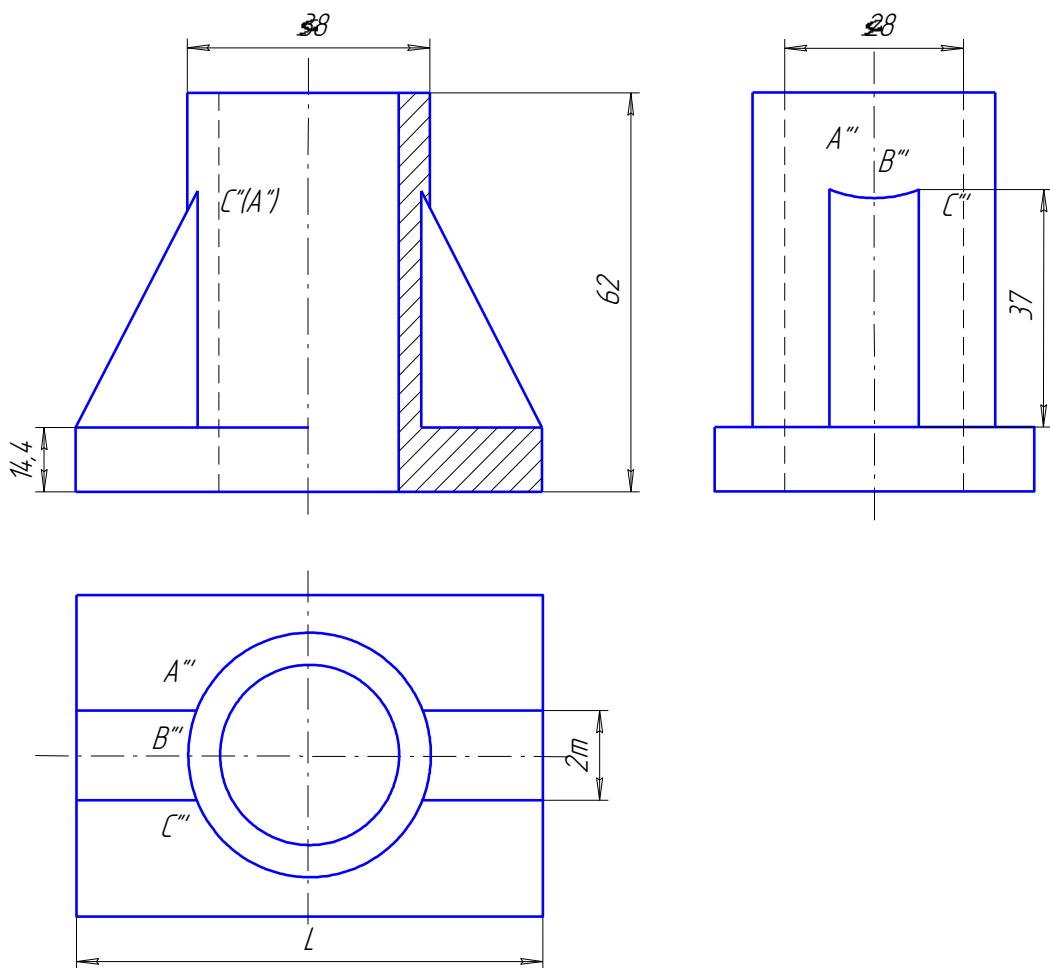


Рисунок 53 – Чертеж детали

Проецирование детали надо вести поэлементно, т. е. полностью закончить построение проекций элемента на главном виде и виде

сверху и только после этого приступать к построению следующего элемента. Заданные виды вычерчиваются тонкими линиями, видимый контур – сплошными, невидимый – штриховыми. Виды должны располагаться при точном соблюдении их проекционной связи.

В техническом черчении принята безосная система, поэтому третий вид строится на оси симметрии, проведенной на свободном поле чертежа между главным видом и правой стороной рамки листа поэлементно:

- на горизонтальной линии связи откладывается ширина основания, измеряемая на горизонтальной проекции и строится его профильная проекция;
- далее таким же методом откладывают диаметры внутреннего и наружного цилиндров;
- откладывается ширина ребра жесткости, равная 2m, и строятся точки А, В, С, принадлежащие линии пересечения данного ребра жесткости и поверхности наружного цилиндра.

С целью выяснения внутренней формы детали выполняют фронтальный разрез. Учитывая, что деталь вполне симметричная, достаточно сделать вырез одной четвертой части, тем самым совмещают и показывают вид наружный и внутренний. В результате часть видимого контура исчезает, а часть линий невидимого контура становится видимой (рисунок 53).

Такие элементы деталей, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки, болты, винты, заклепки, шпонки, валы, оси, рукоятки, зубья, ребра жесткости и т. п. показываются незаштрихованными, если секущая плоскость проходит или направлена вдоль оси или длинной стороны элемента.

Далее на видах детали следует нанести размеры, необходимые для изготовления детали, распределив их равномерно по видам.

## Построение аксонометрических проекций

Для наглядных изображений деталей часто возникает необходимость выполнять их в так называемых аксонометрических проекциях. ГОСТ 2.317-69 устанавливает два типа прямоугольных аксонометрических проекций: изометрическую и диметрическую. Выбор типа аксонометрической проекции для заданной детали определяется обеспечением наибольшей её наглядности.

По ортогональным проекциям любого предмета всегда можно построить его аксонометрическое изображение. Порядок построения аксонометрических проекций следующий:

- 1) Выбирают оси координат на ортогональной проекции детали.
- 2) Странят эти оси в аксонометрической проекции.
- 3) Странят аксонометрическое изображение основной формы детали.
- 4) Странят аксонометрическое изображение всех элементов детали.
- 5) Странят вырез части детали так, чтобы имеющиеся отверстия были показаны в разрезе.

### Прямоугольная изометрическая проекция

Положение осей в данном виде аксонометрии приведено на рисунках 54, 55, 56. Действительные коэффициенты искажения по осям равны 0,82. В практике применяют вычерчивание без этих коэффициентов, и все размеры отдельных линий откладывают в масштабе 1:1, элементы детали вычерчиваются параллельно осям.

В прямоугольной изометрии эллипсы, изображающие окружности, вычерчиваются по большой оси, равной  $1,22d$ , и малой оси, равной  $0,71d$  изображаемого диаметра. В техническом черчении при построении аксонометрических проекций окружностей эллипсы допускается заменять овалами, т. е. вычерчивать с помощью циркуля. Направление больших и малых осей эллипсов во всех основных проекциях и вычерчивание самих эллипсов показано на рисунке 54, 56.

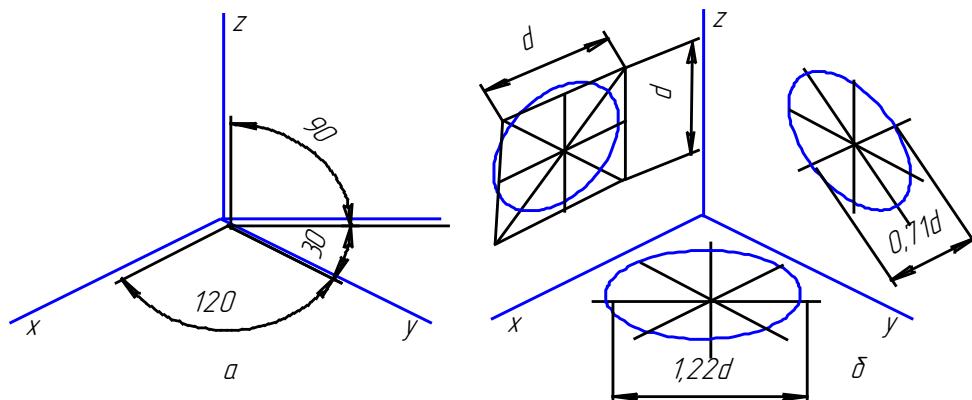
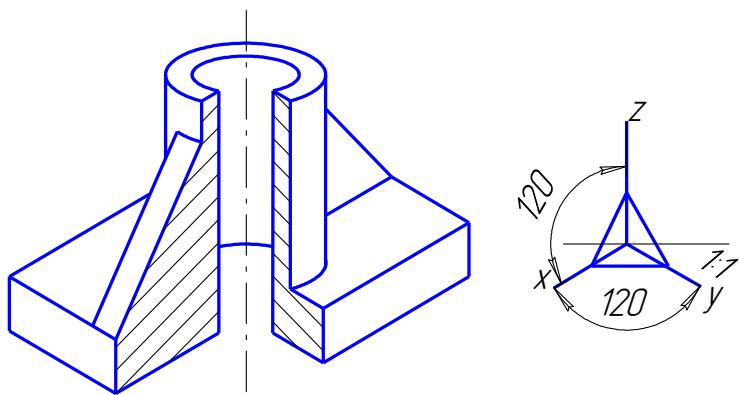


Рисунок 54 – Схема осей прямоугольной изометрической аксонометрии

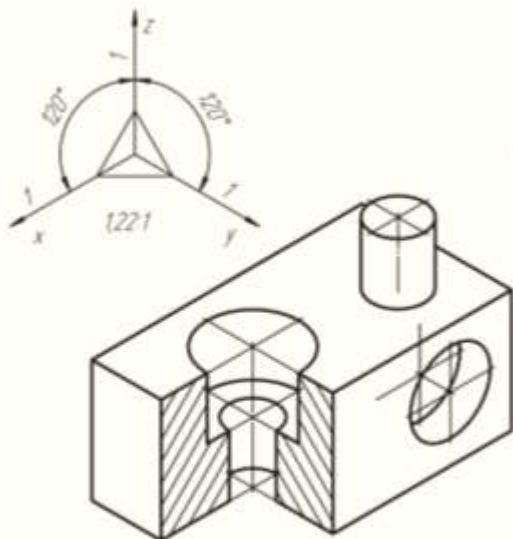
На рисунке 55 выполнена прямоугольная изометрия детали с вырезом одной четвертой части и схемой осей с показом направлений штриховки.

Остальные четыре вида аксонометрических проекций, расположение координатных осей, положения аксонометрических проекций окружностей для плоскостей параллельных горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостям проекций, а также значение больших и малых осей эллипсов необходимо проработать в соответствующих учебниках более подробно после курса лекций по начертательной геометрии.

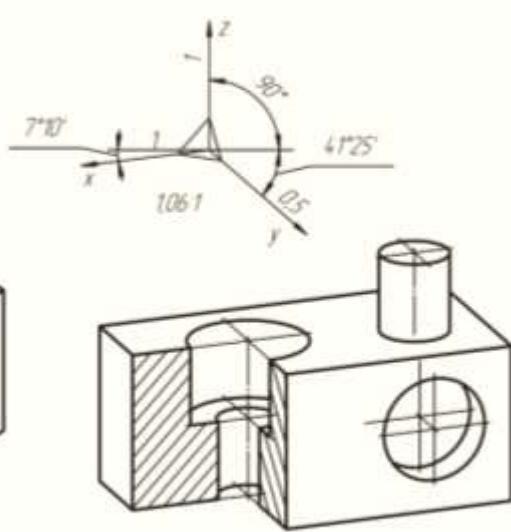


*Рисунок 55 – Пример выполнения прямоугольной изометрической аксонометрии*

## ИЗОМЕТРИЯ



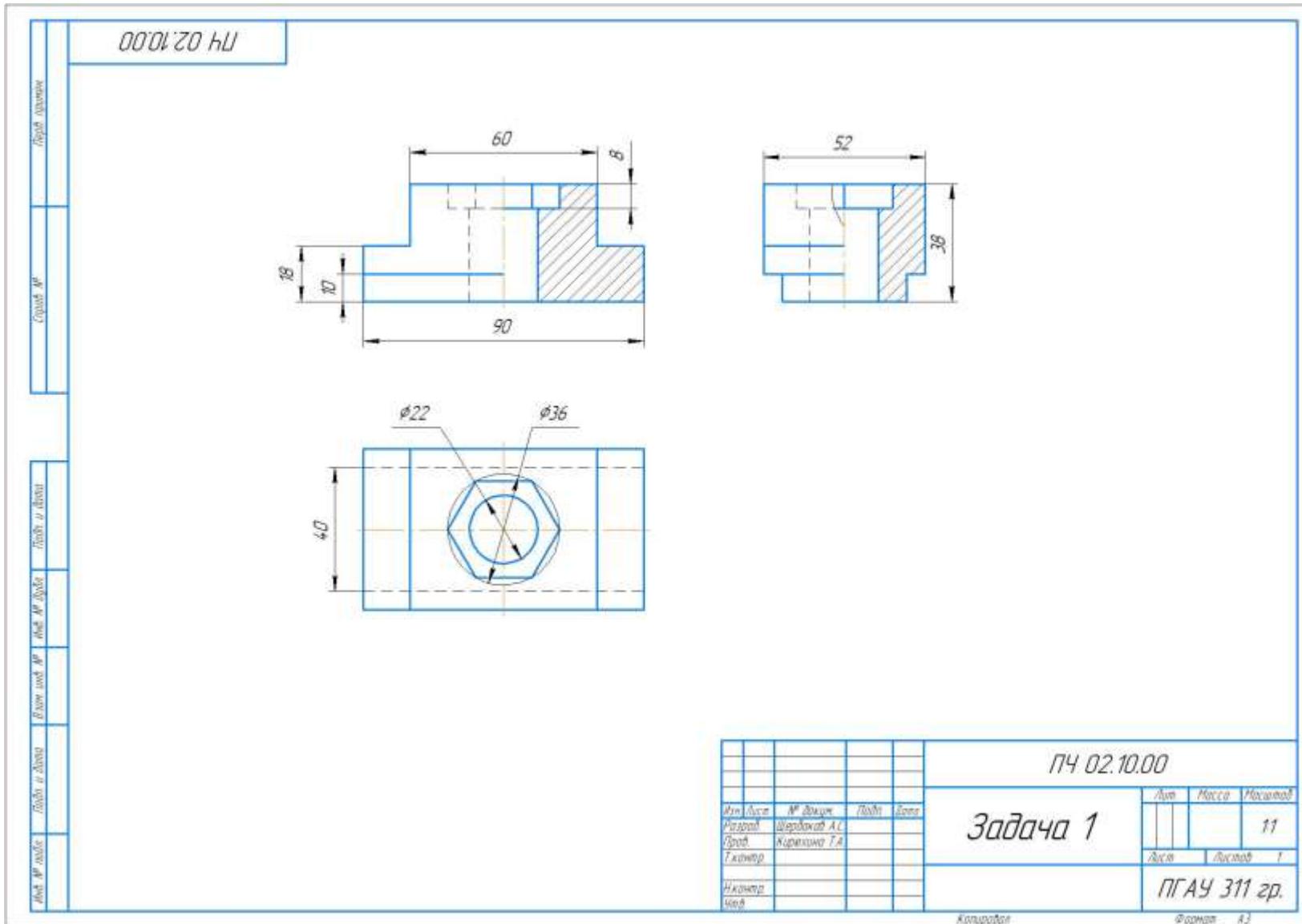
## ДИМЕТРИЯ



Построение овалов  
в изометрической и диметрической проекциях



Рисунок 56 – Примеры изображения детали в прямоугольной изометрии и диметрии



*Рисунок 57 – Образец оформления задачи 1 РГР №2*

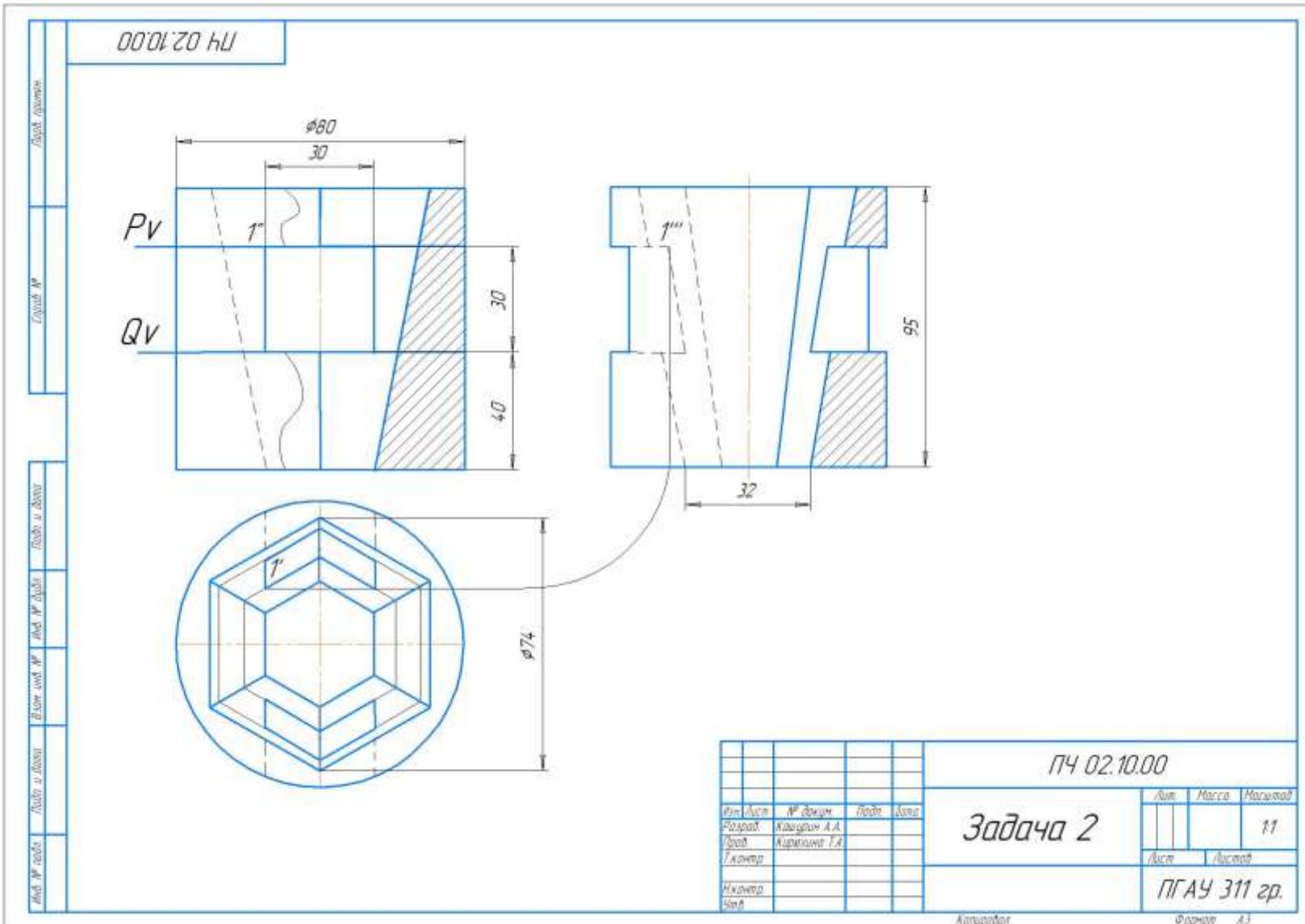


Рисунок 58 – Образец оформления задачи 2 РГР №2

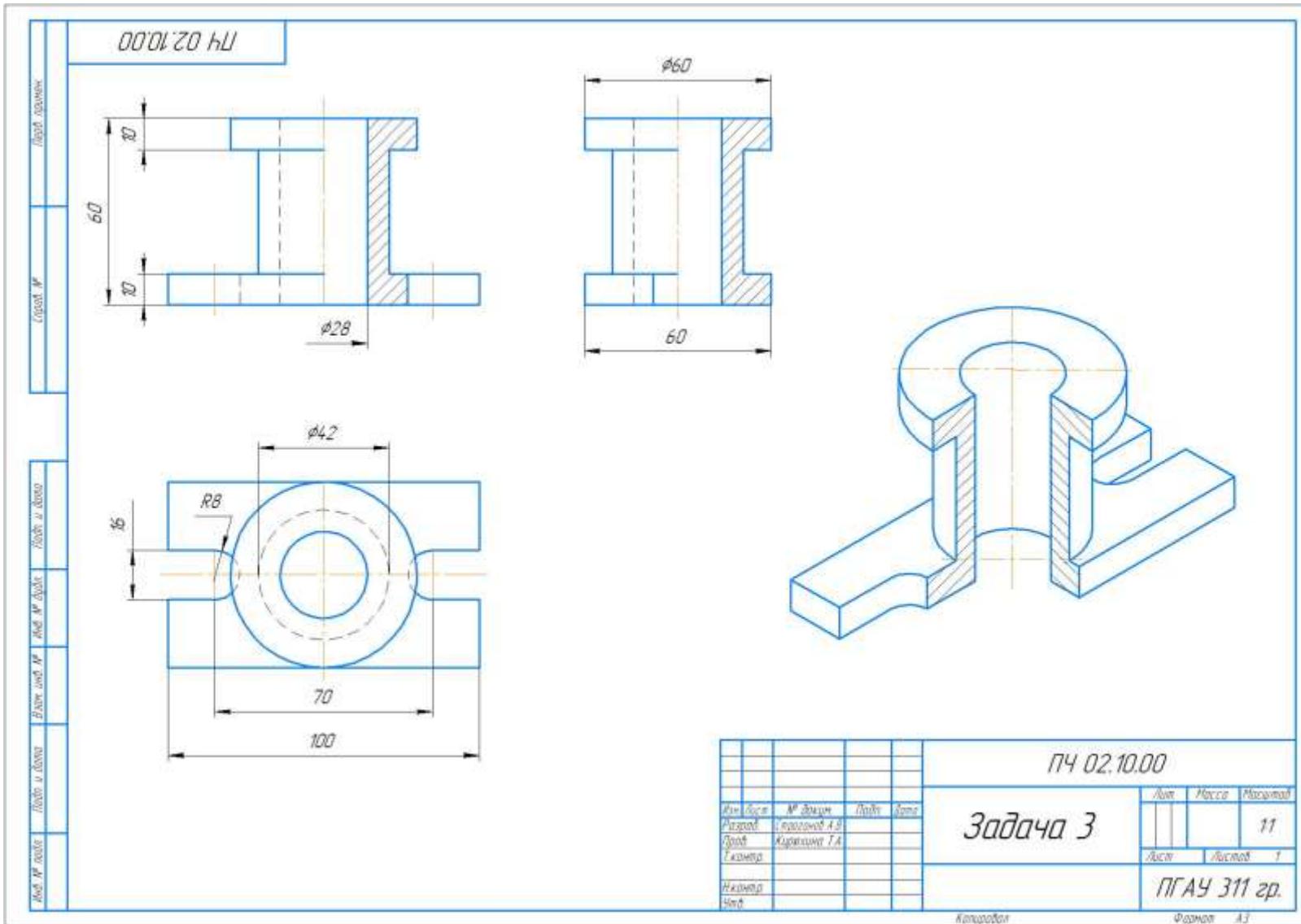


Рисунок 59 – Образец оформления задачи 3 РГР №2

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ РГР №2 «ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»**

1. Что называется чертежом?
2. Какие изображения может содержать чертеж?
3. Что называется видом?
4. Какой вид называется главным и как он выбирается?
5. Как получают основные виды, как они называются и располагаются на чертеже?
6. Какие виды называются дополнительными?
7. Какие виды называются местными, как их оформляют?
8. Какое изображение называется разрезом?
9. Для чего применяют на чертеже разрезы?
10. Какие разрезы называются простыми?
11. Какие разрезы называются сложными?
12. Какие разрезы называются местными, для чего используются и как выполняются?
13. Какие разрезы следует обозначать?
14. В каких случаях допускается соединение части вида и части разреза? Как оно выполняется?
15. Какое изображение называется сечением и для чего его применяют?
16. Какие существуют сечения и как они оформляются на чертеже?
17. Какое изображение называется выносным элементом?
18. Как оформляют изображение выносного элемента?
19. Как направлены аксонометрические оси в прямоугольной изометрии и чему равны коэффициенты искажения по ним?
20. Как направлены аксонометрические оси в прямоугольной диметрии и чему равны коэффициенты искажения по ним?

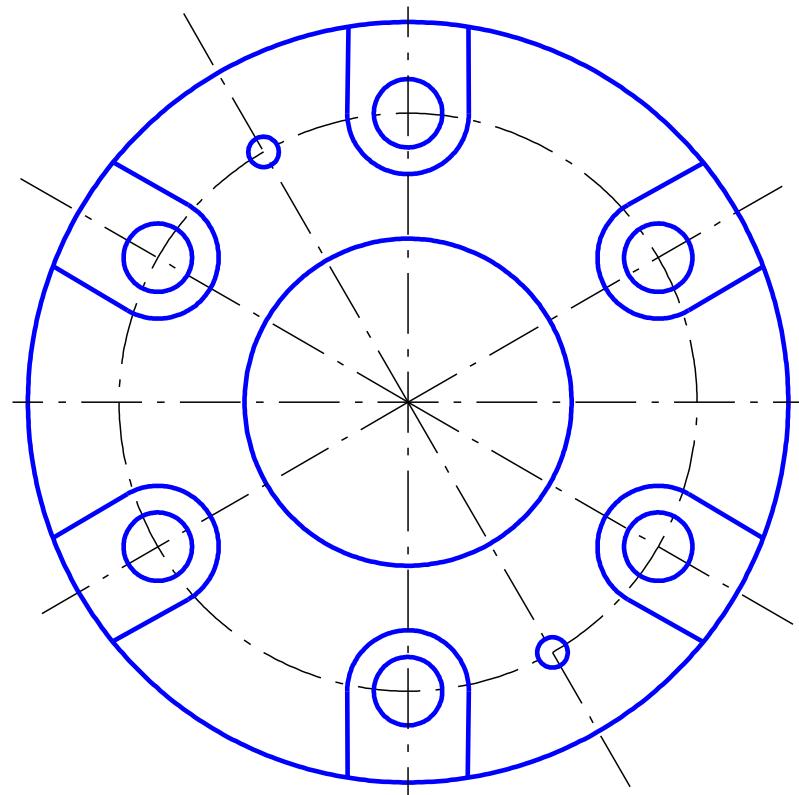
## ЛИТЕРАТУРА

1. Государственные стандарты. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие правила выполнения чертежей. – М.: Изд. стандартов, 2003. – 159 с.
2. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для прикладного бакалавриата / А.А. Чекмарев. – 7-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 465 с. – (Серия: Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-06868-9. Электронный ресурс]: (Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/32E361F4-504E-407B-993B-1A482A2F9932/nachertatelnaya-geometriya-i-cherchenie>
3. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для вузов. – 4е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2000. – 422 с.: ил.
4. Чекмарев, А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа. «Академия», 2000. – 493 с.: ил.
5. Сорокин, Н.П., Ольшевский Е.Д., Заикина А.Н., Шибанова Е.И. Инженерная графика: Учебник / Под ред. Н.П. Сорокина. 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2006. – 392.: ил.
6. Фазлулин, Э.М. Инженерная графика: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Э.М. Фазлулин, В.А. Халдинов. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 432 с.

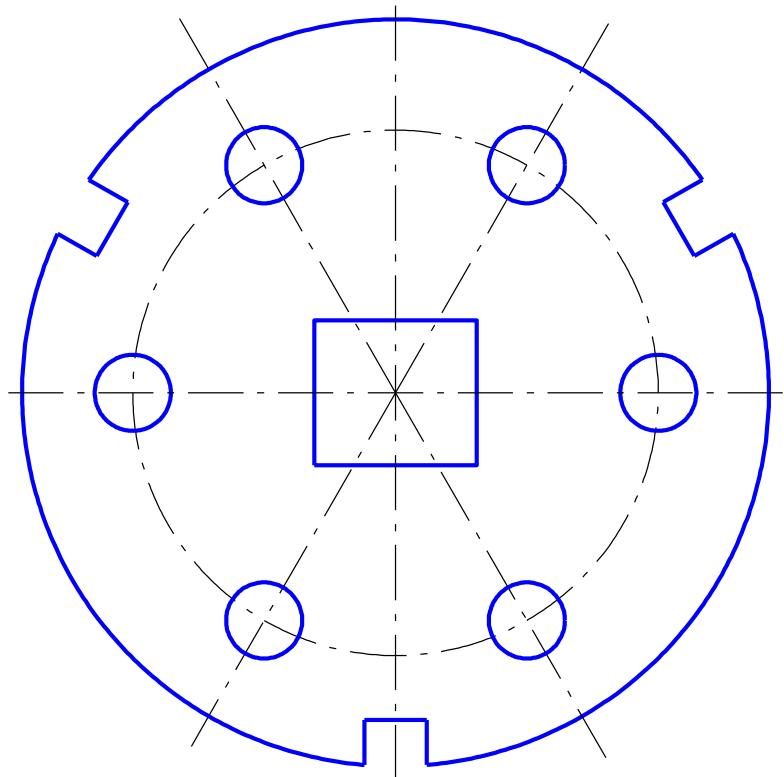
## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

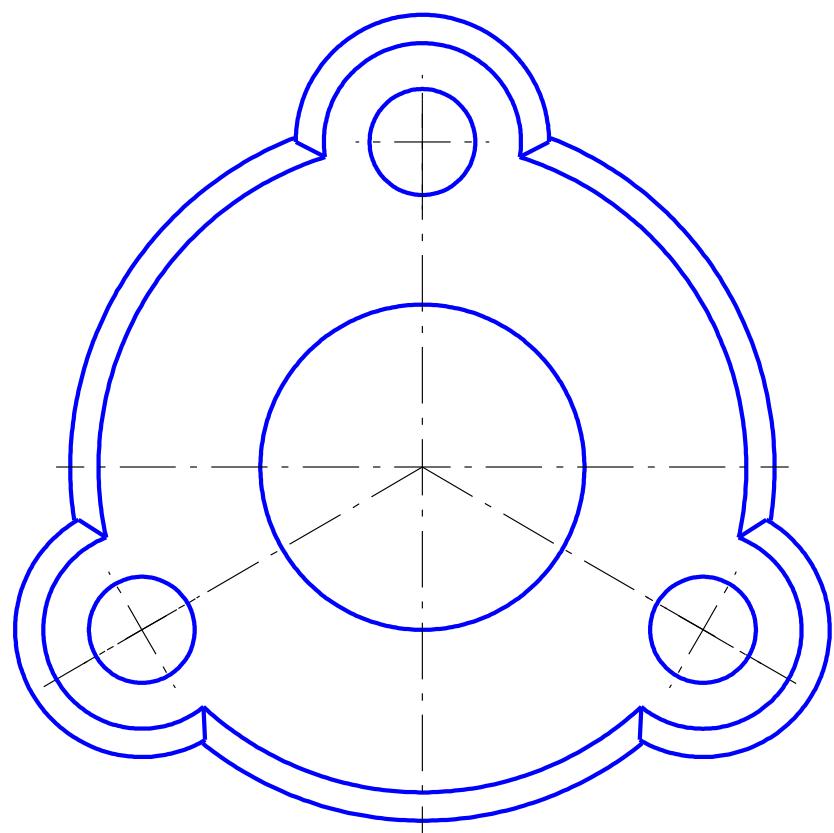
Варианты к задаче 1 РГР №1 «Геометрическое черчение»



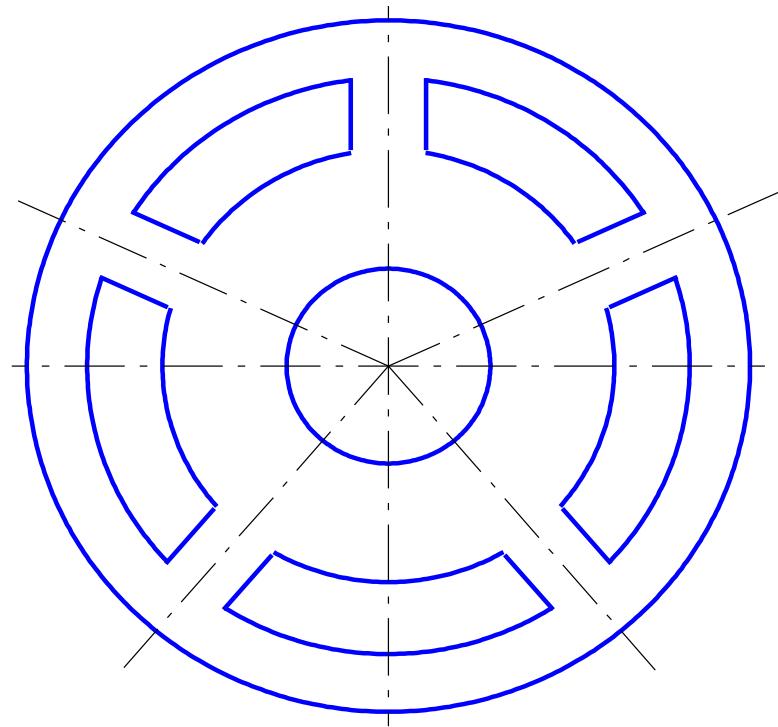
Вариант 1



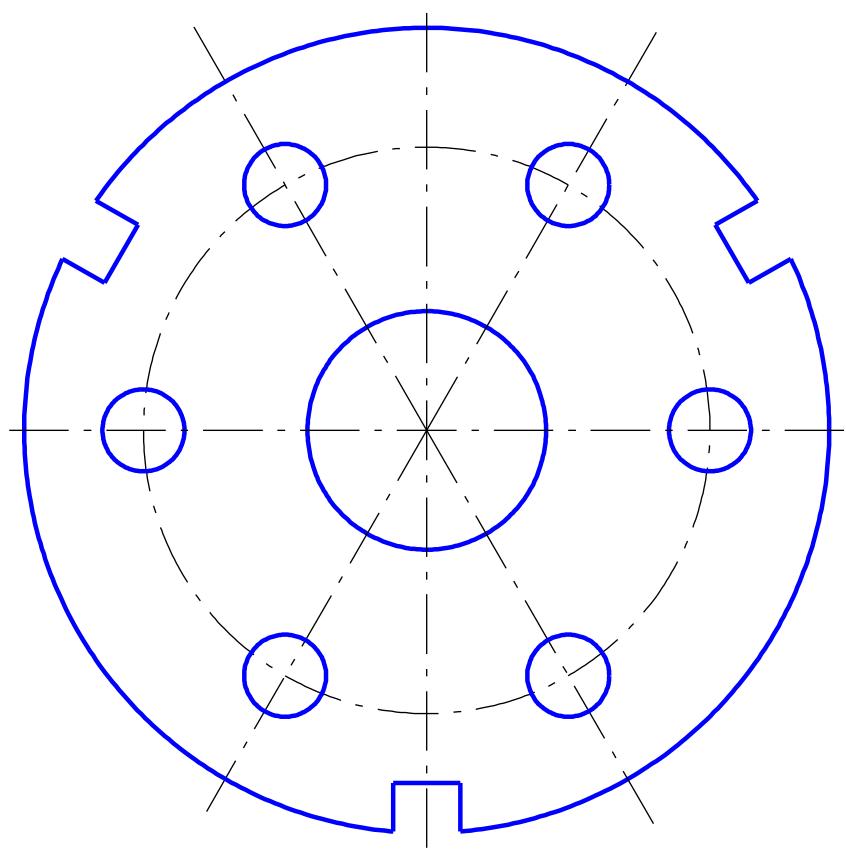
Вариант 2



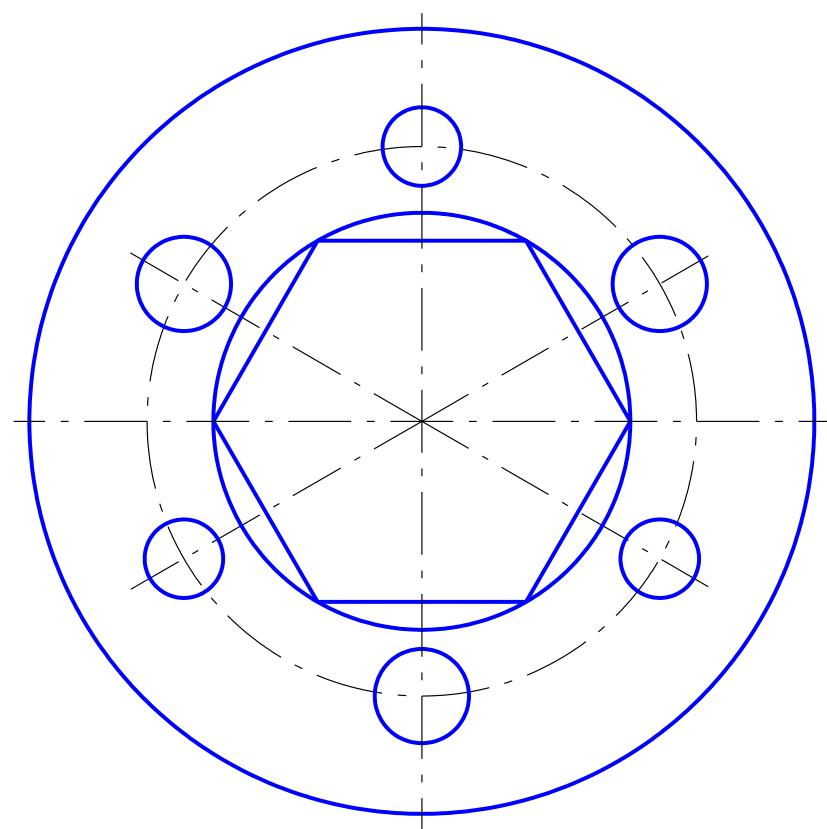
Вариант 3



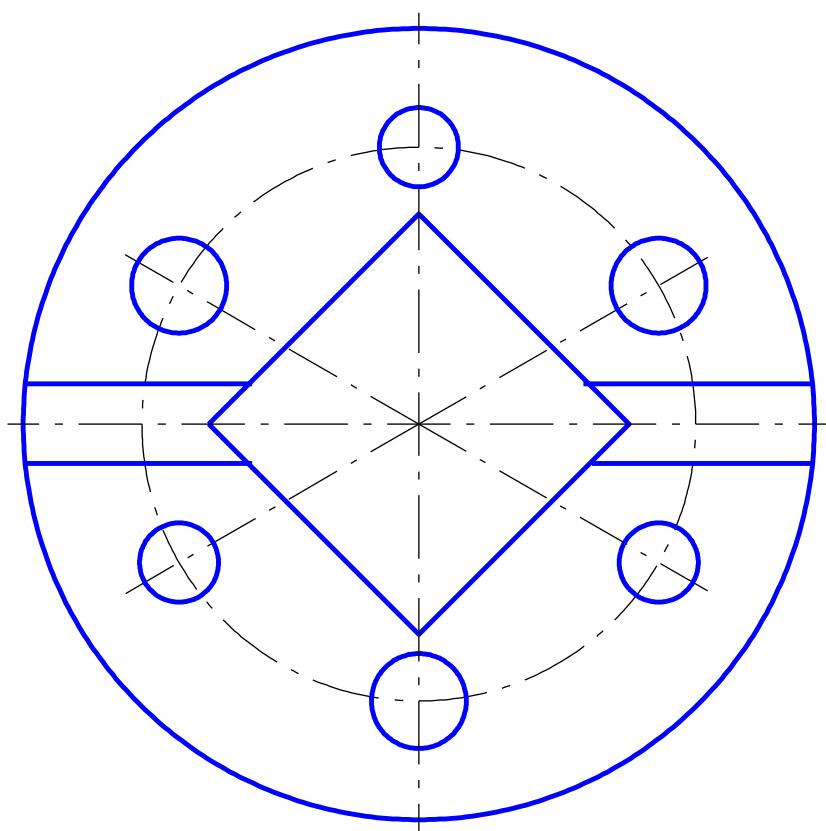
Вариант 4



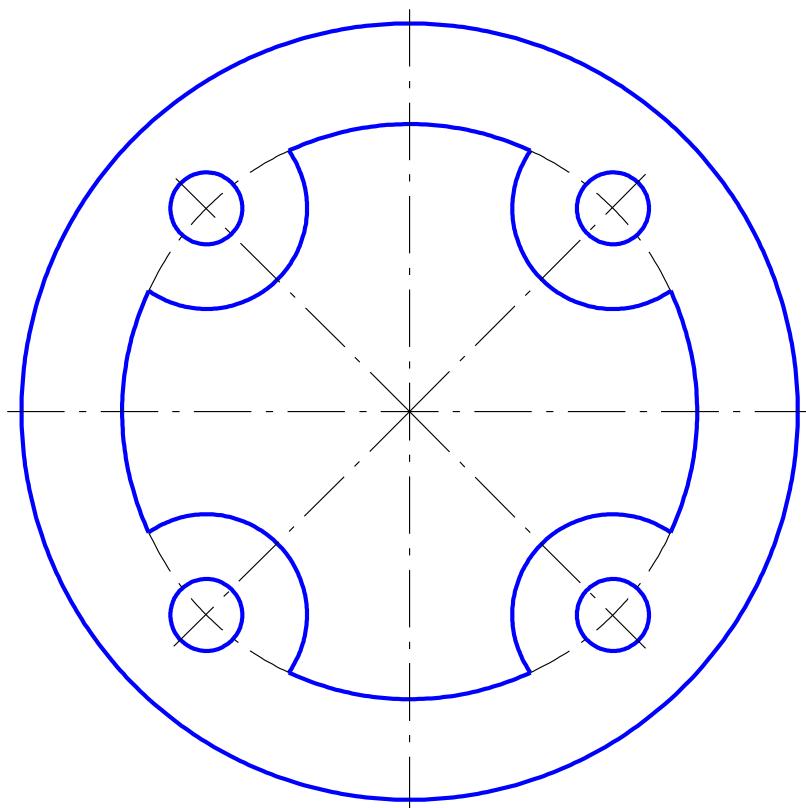
Вариант 5



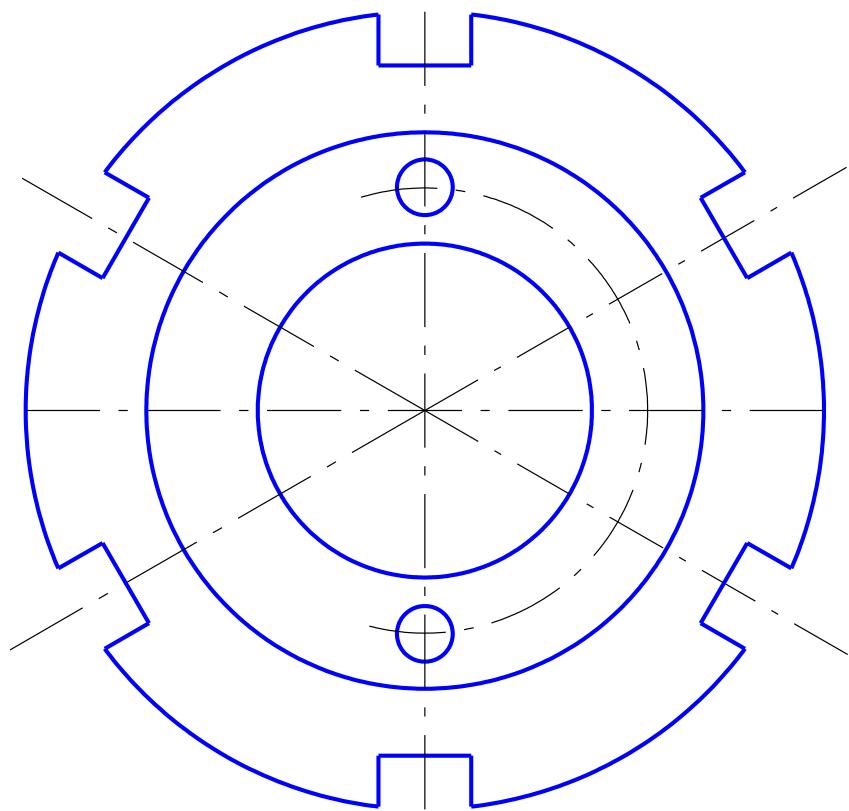
Вариант 6



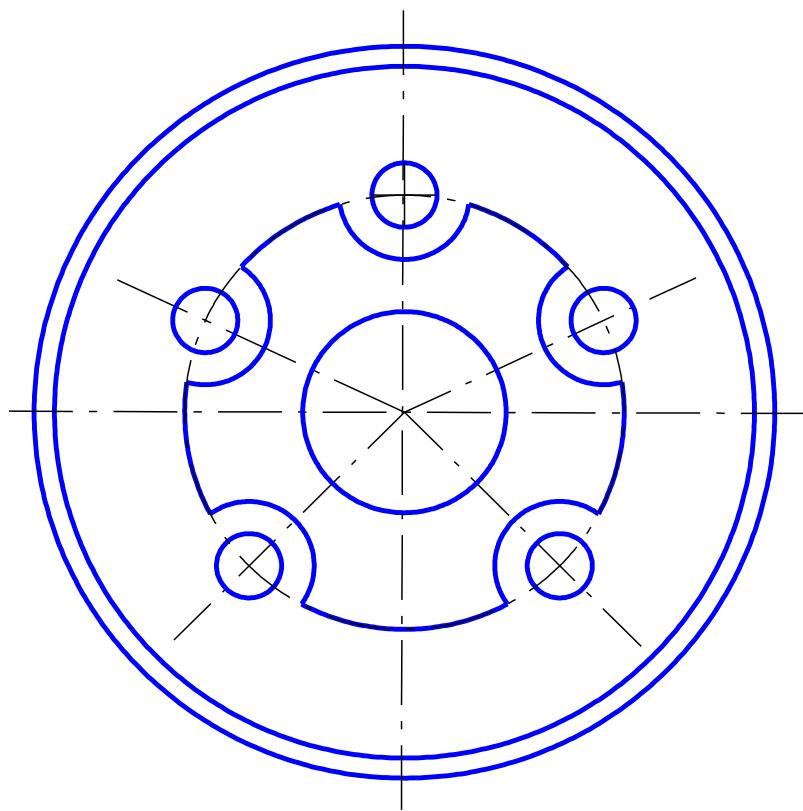
Вариант 7



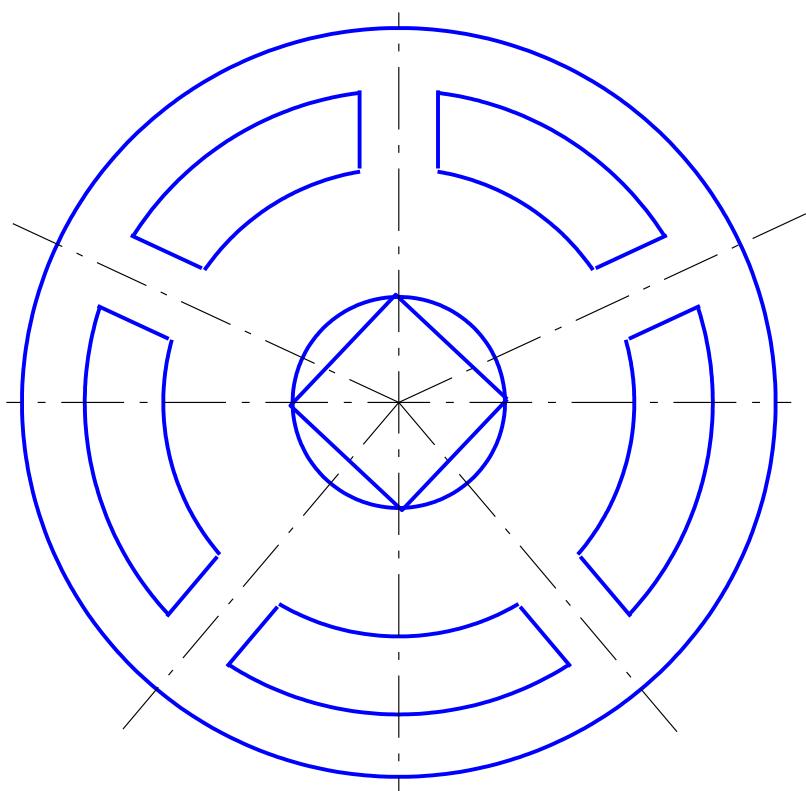
Вариант 8



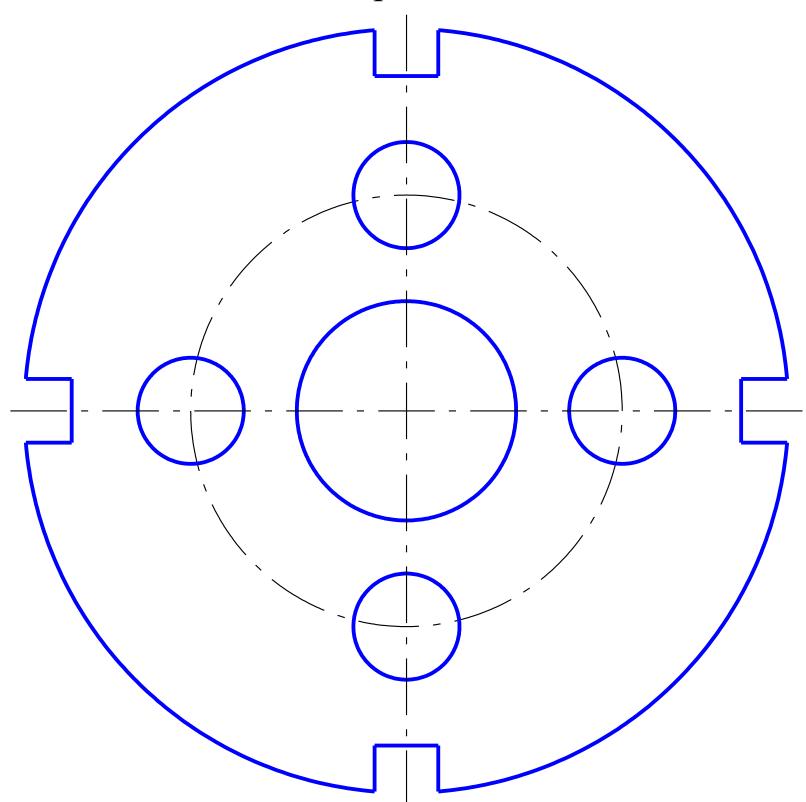
Вариант 9



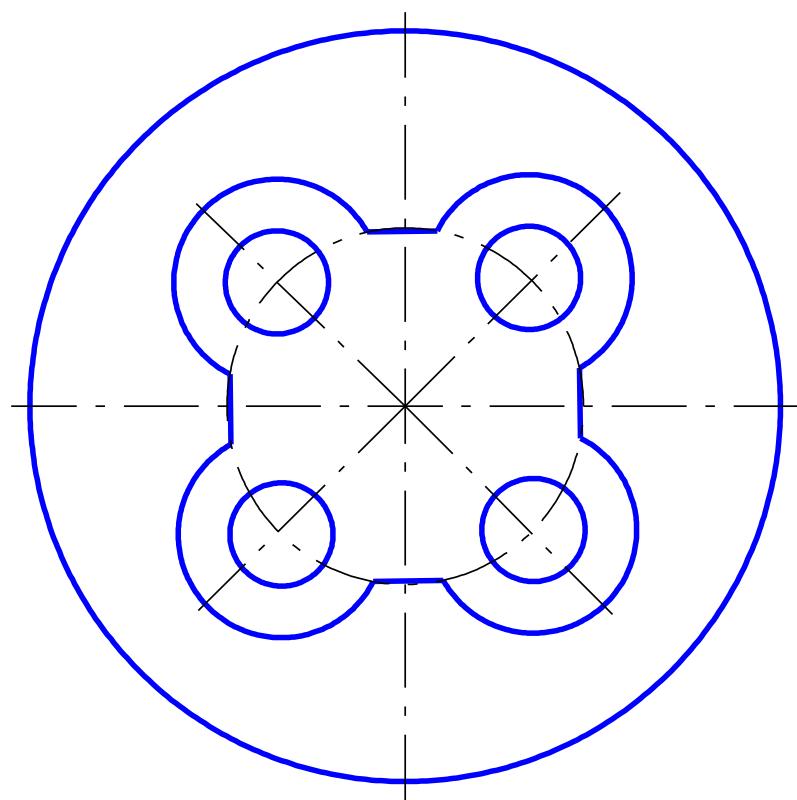
Вариант 10



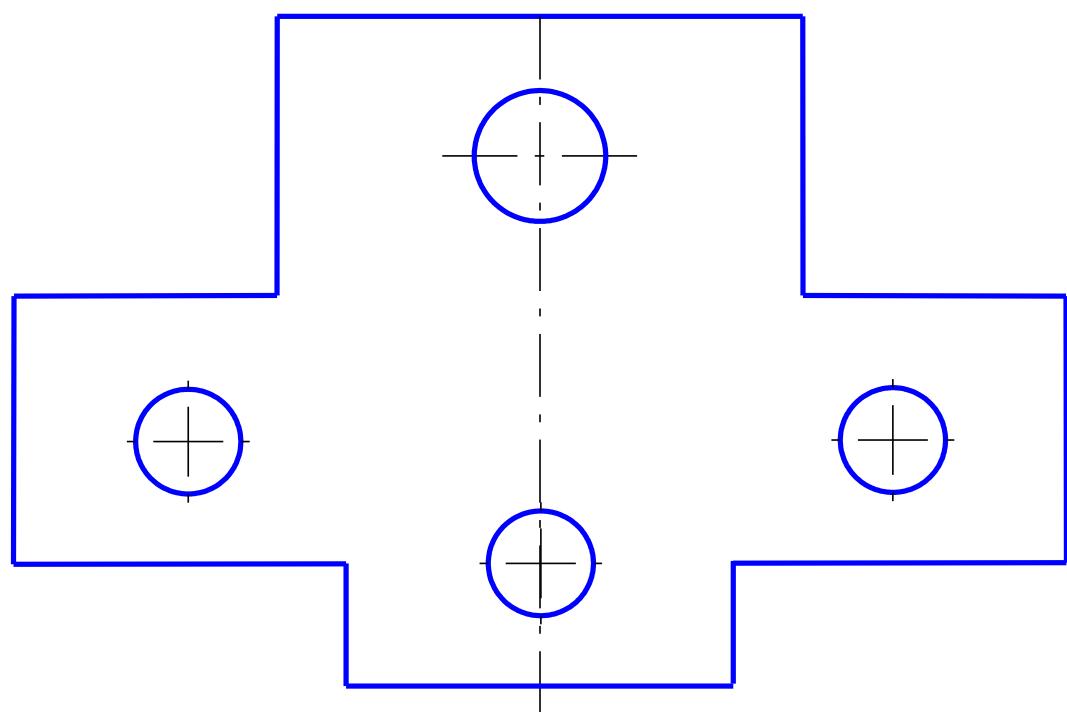
Вариант 11



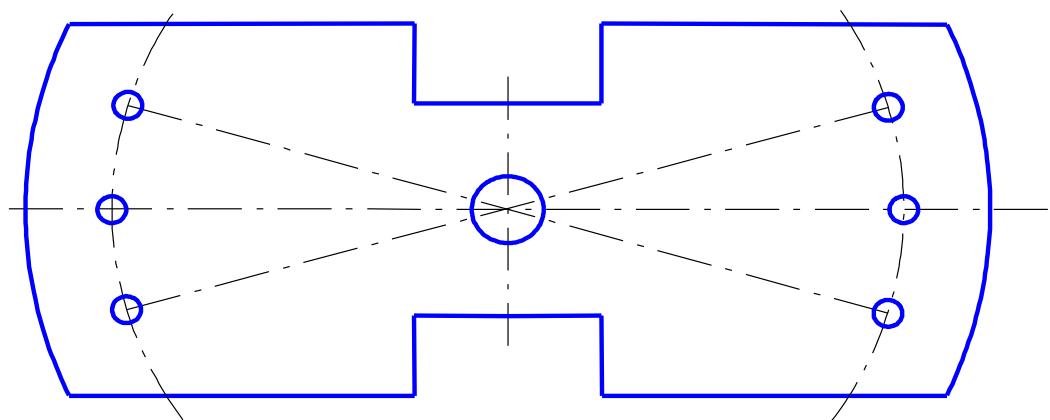
Вариант 12



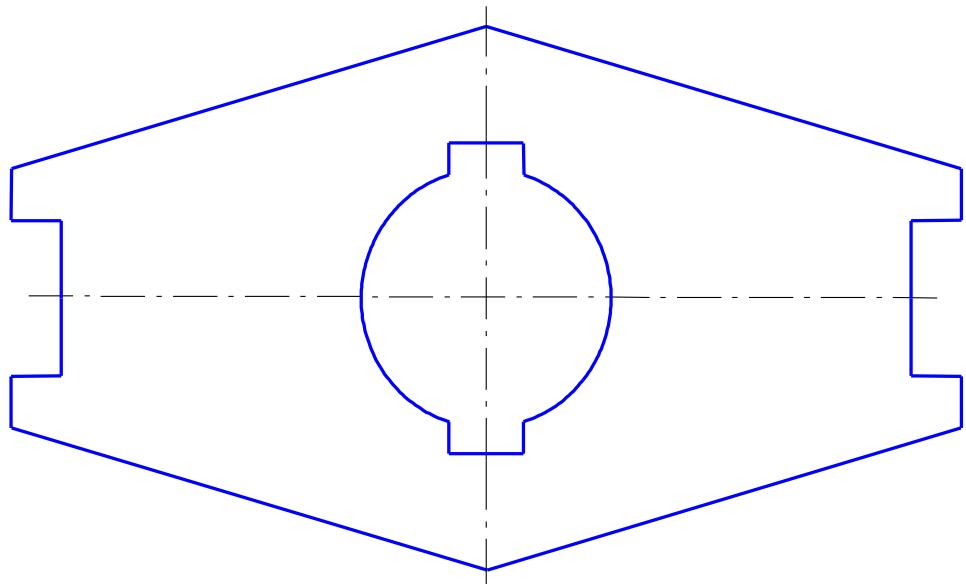
Вариант 13



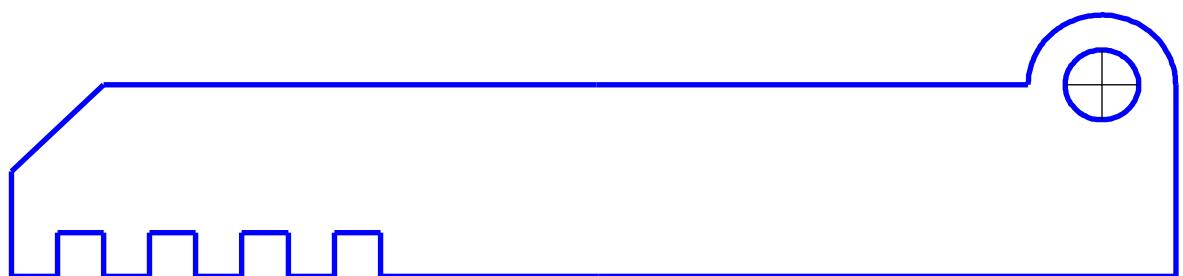
Вариант 14



Вариант 15



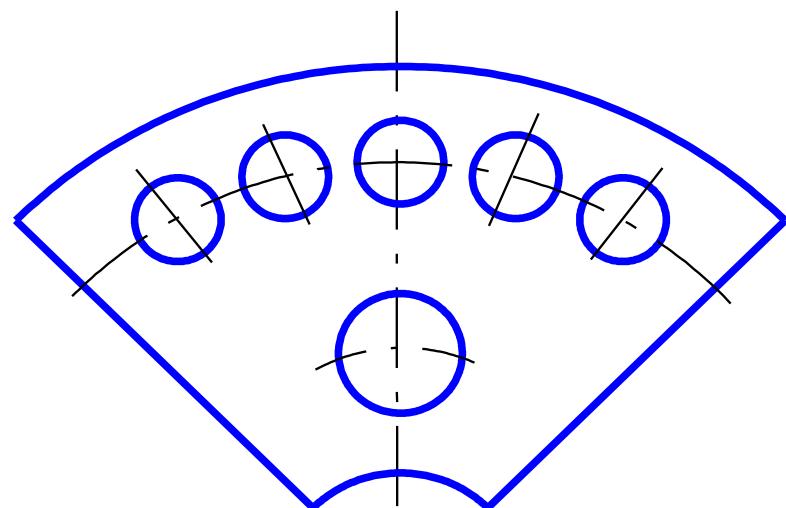
Вариант 16



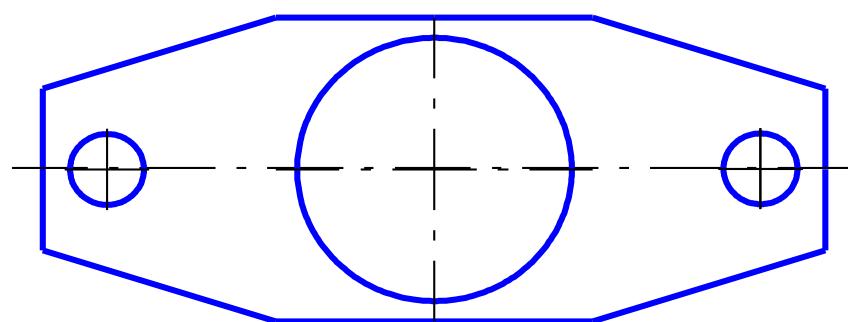
Вариант 17



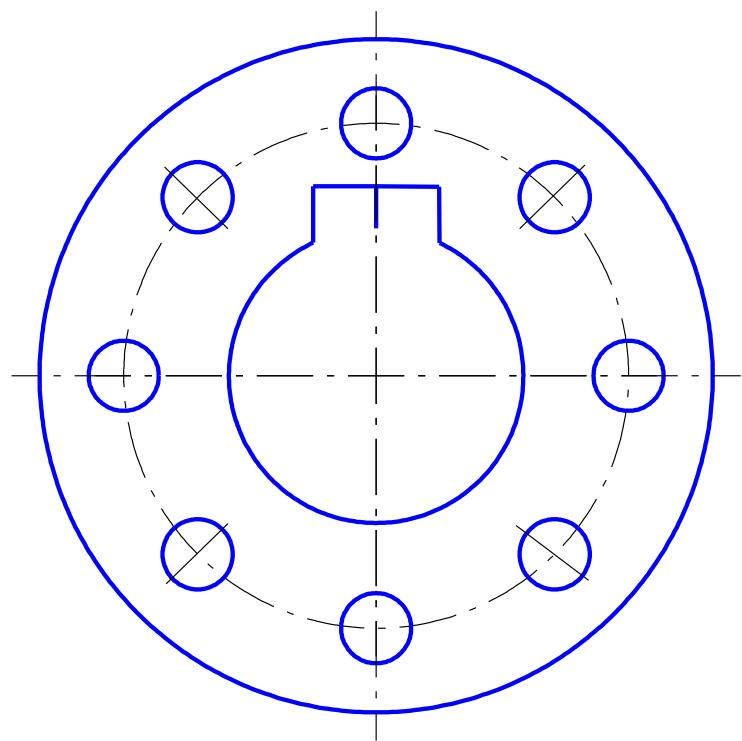
Вариант 18



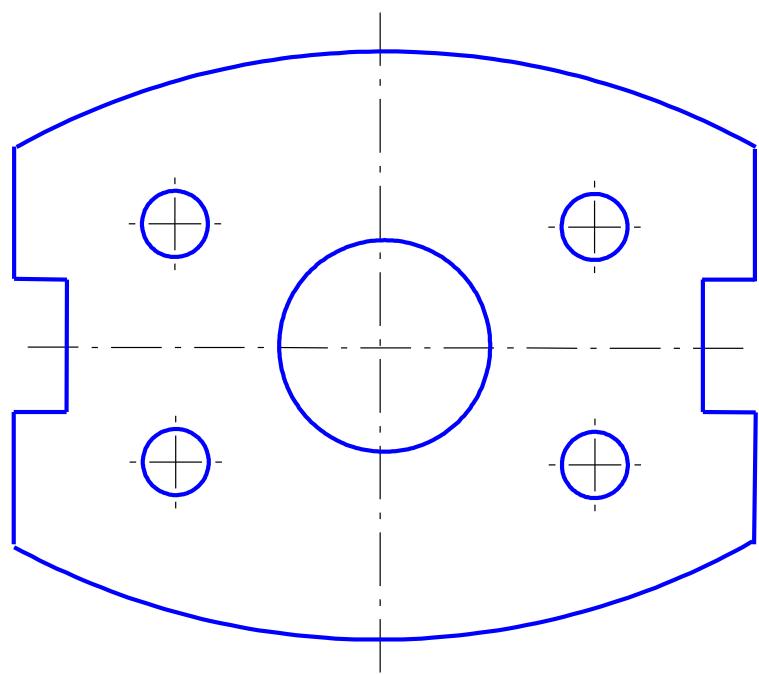
Вариант 19



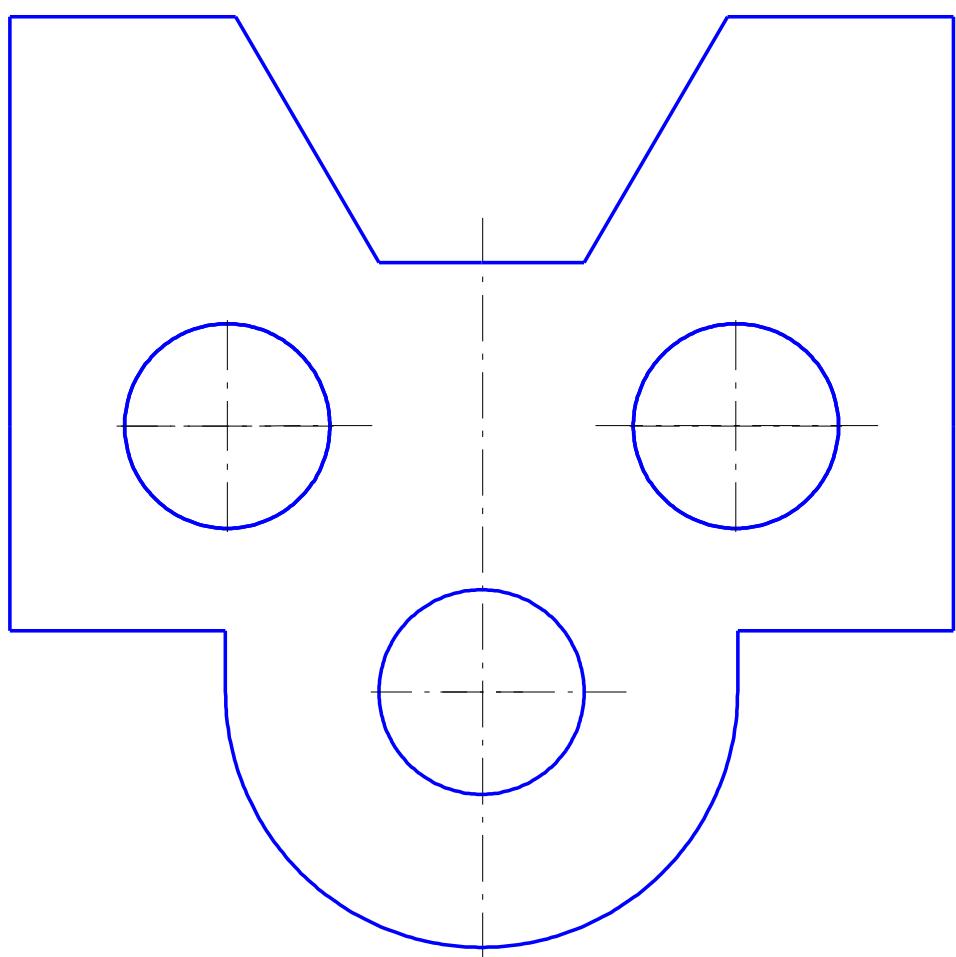
Вариант 20



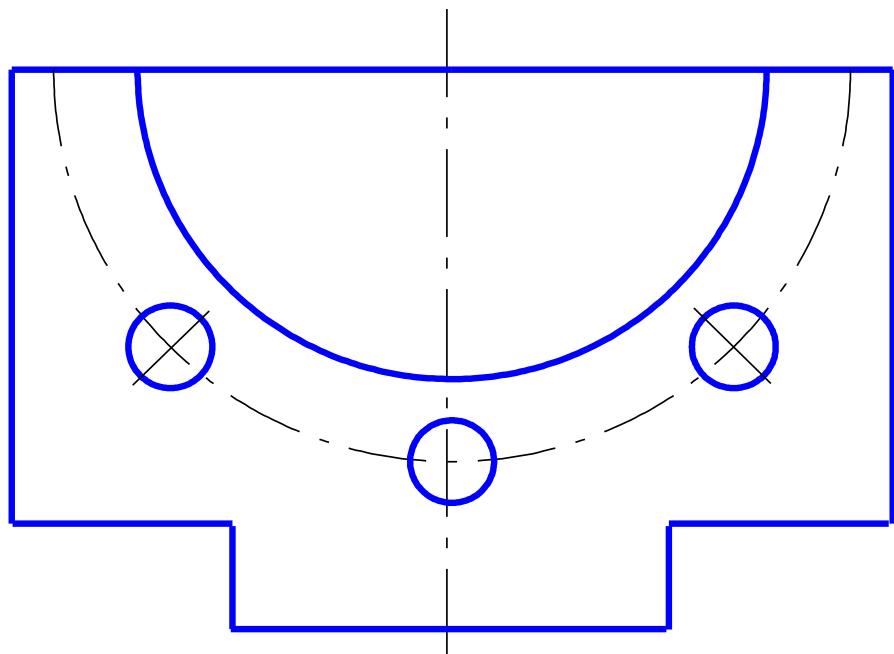
Вариант 21



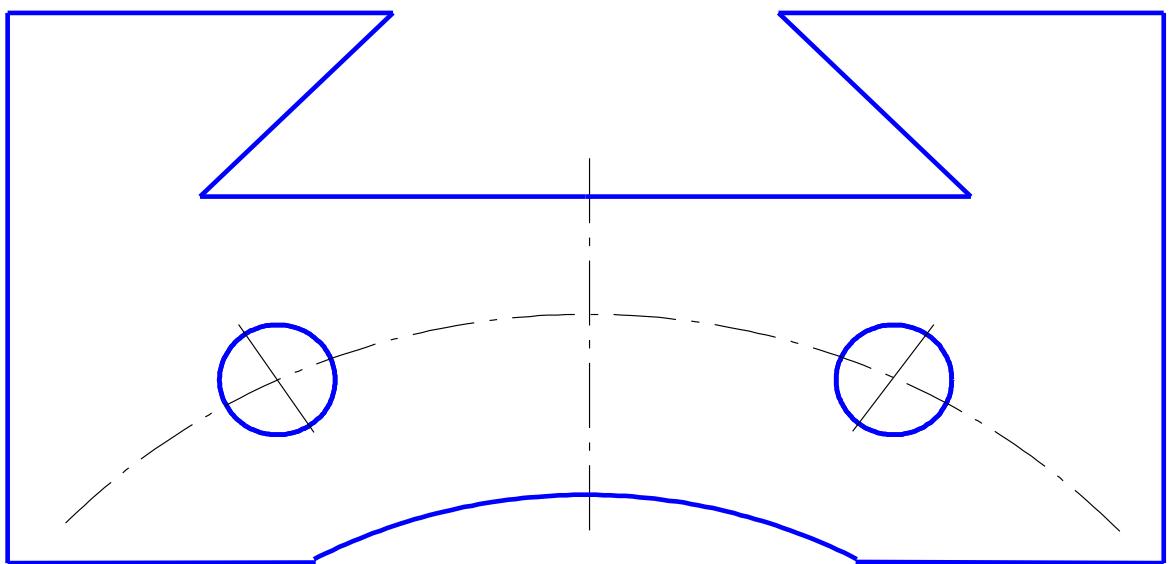
Вариант 22



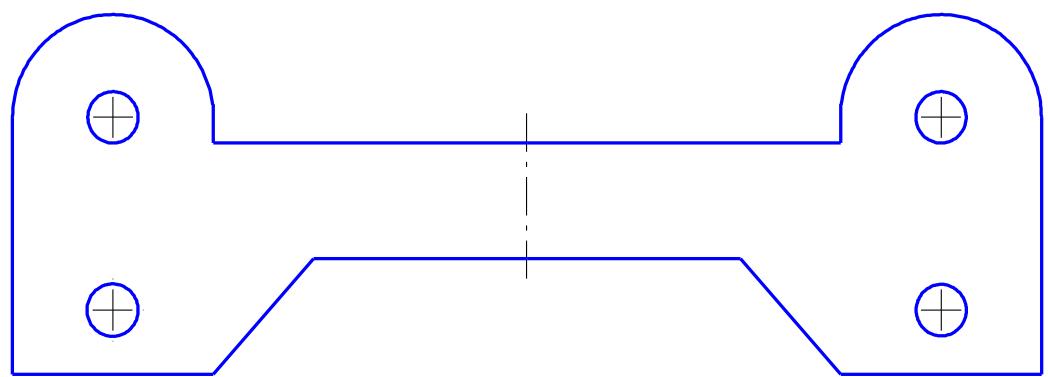
Вариант 23



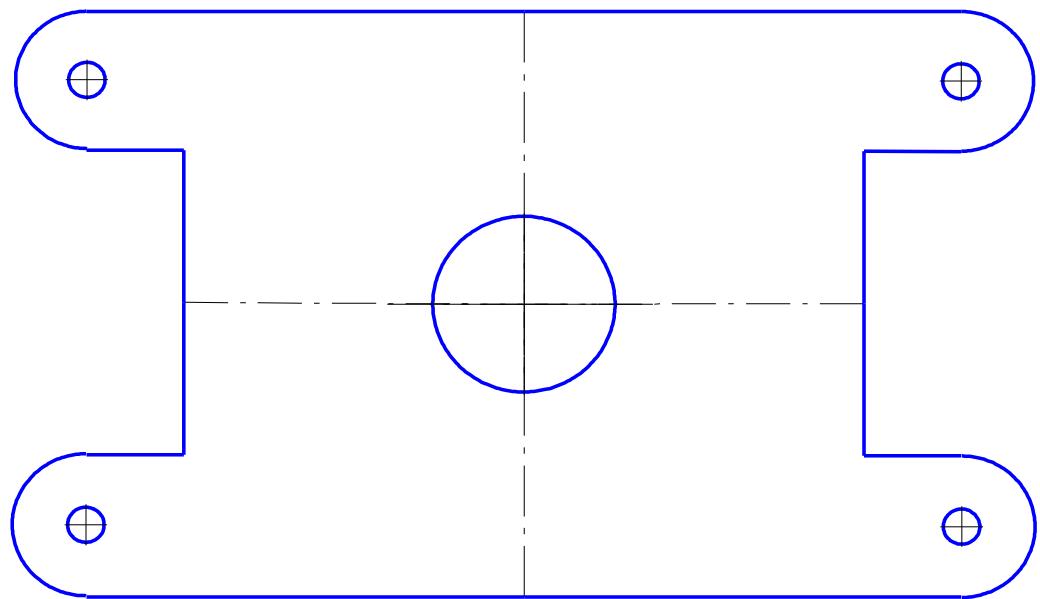
Вариант 24



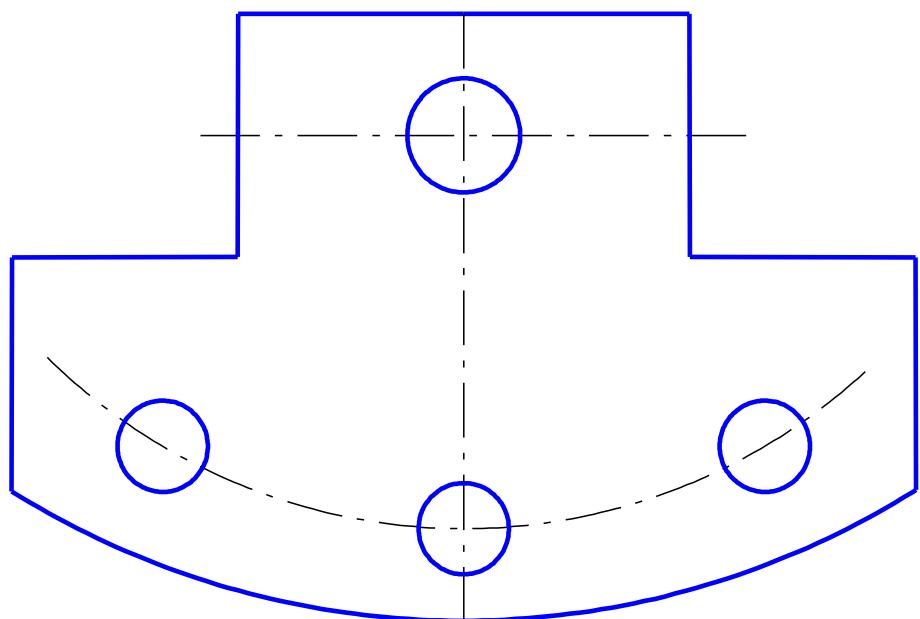
Вариант 25



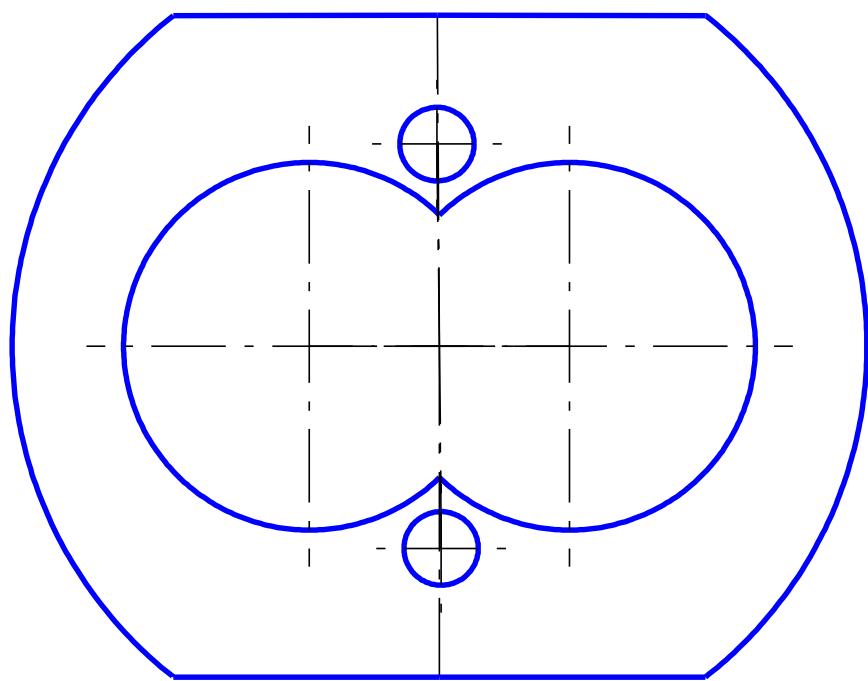
Вариант 26



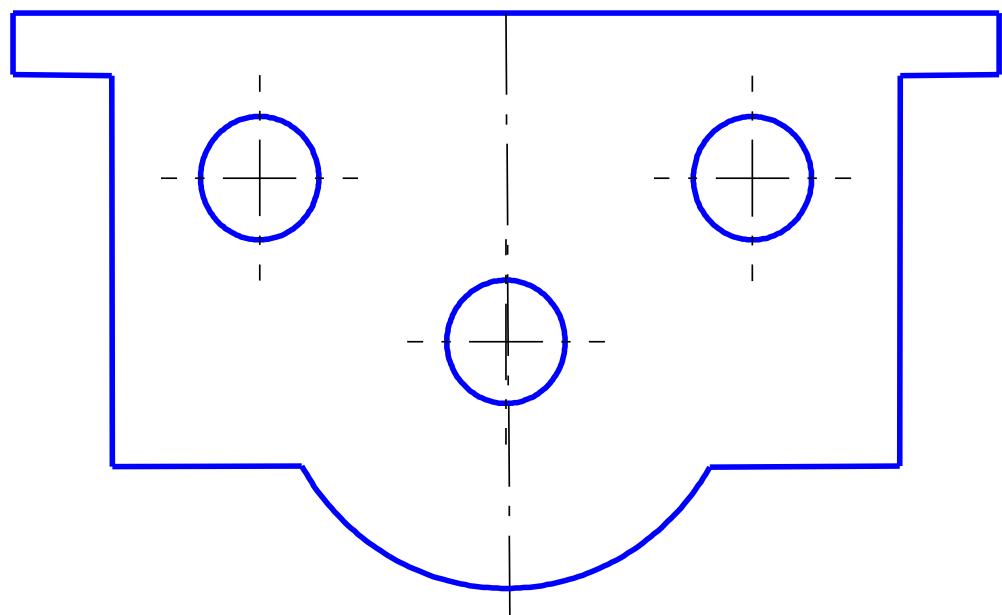
Вариант 27



Вариант 28



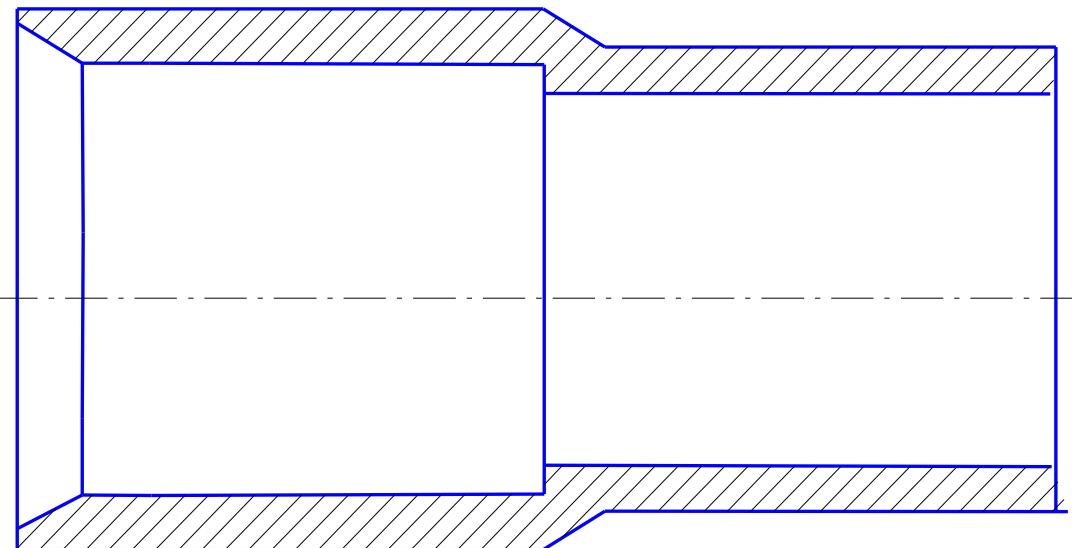
Вариант 29



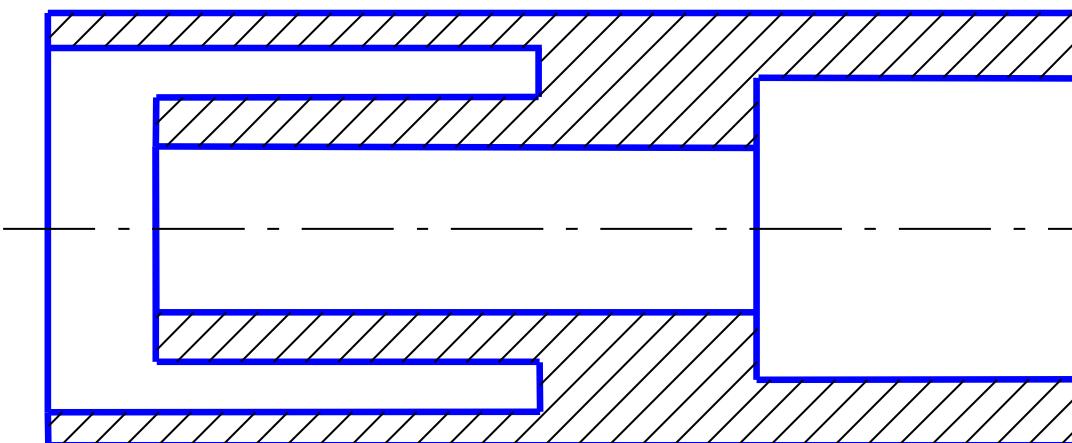
Вариант 30

## Приложение Б

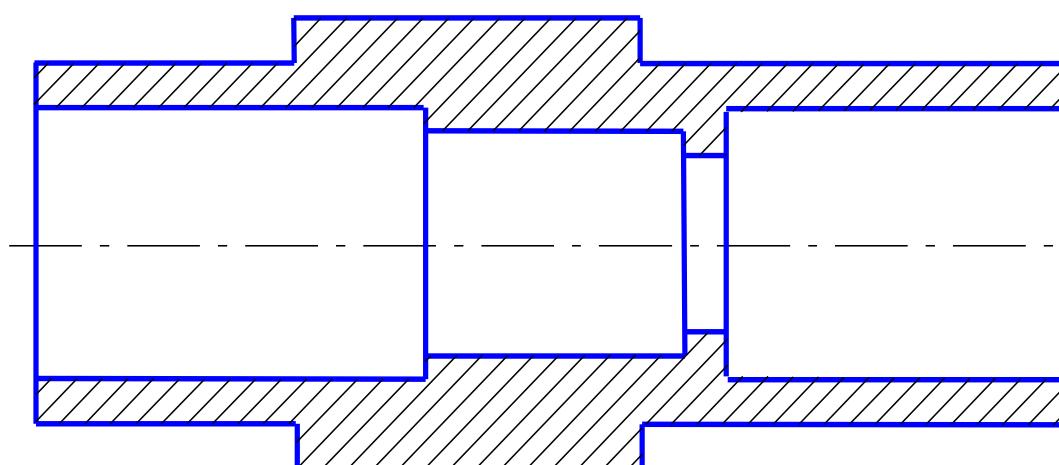
Варианты к задаче 2 РГР№1 «Геометрическое черчение»



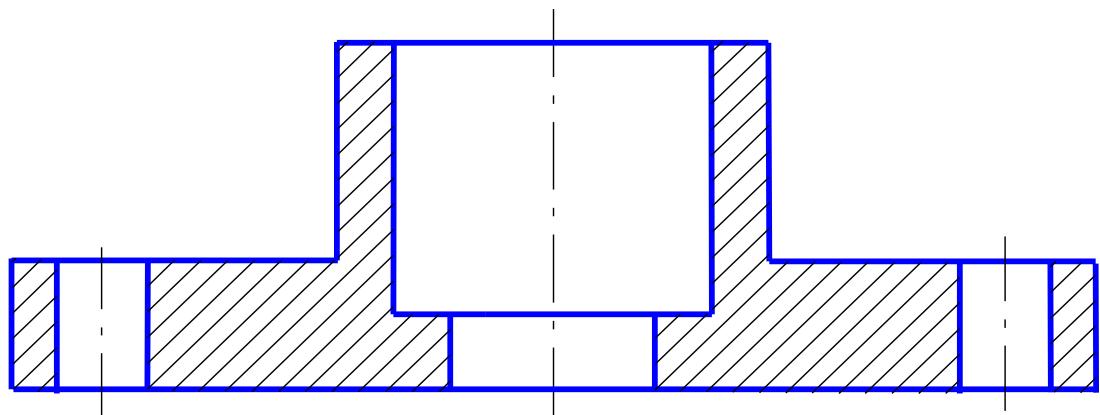
Вариант 1



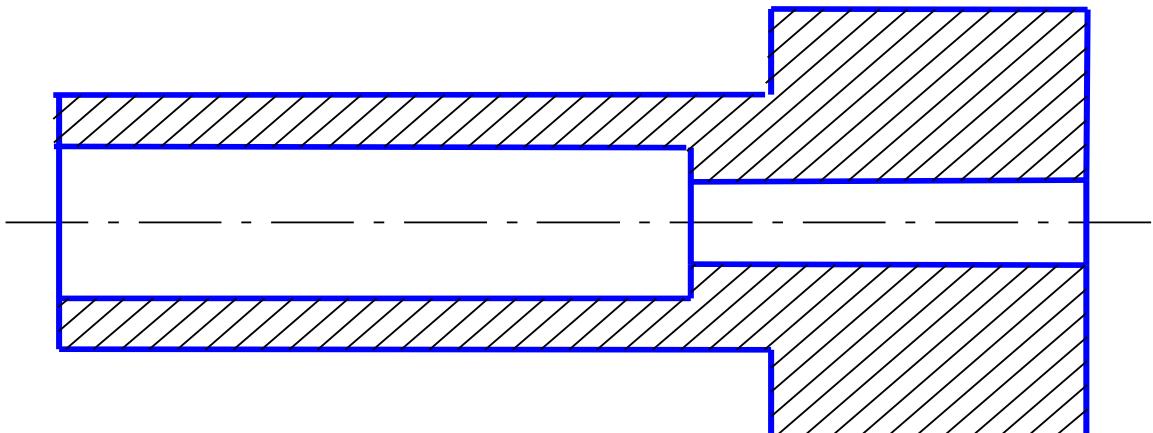
Вариант 2



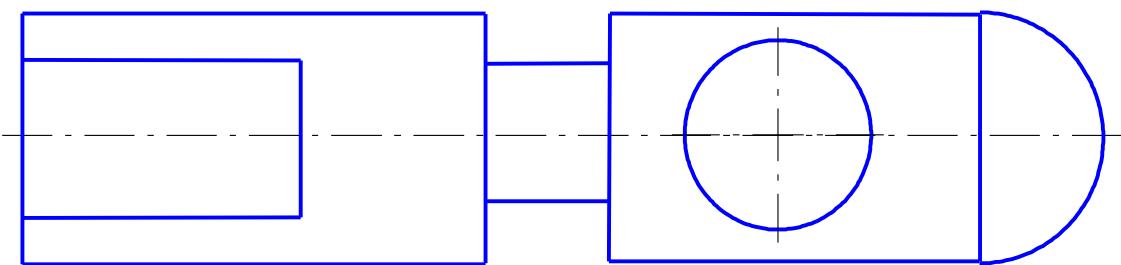
Вариант 3



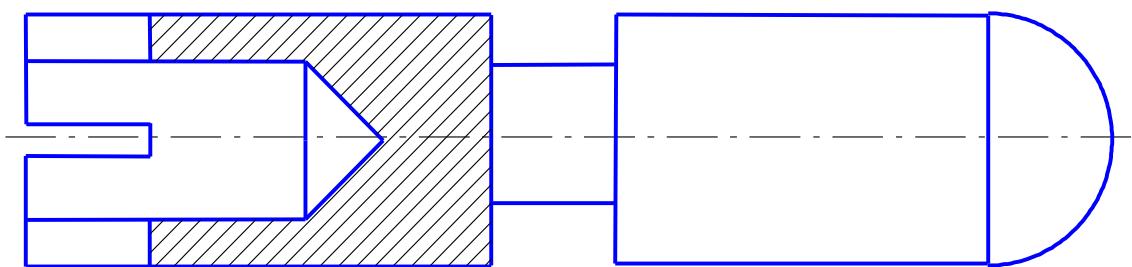
Вариант 4



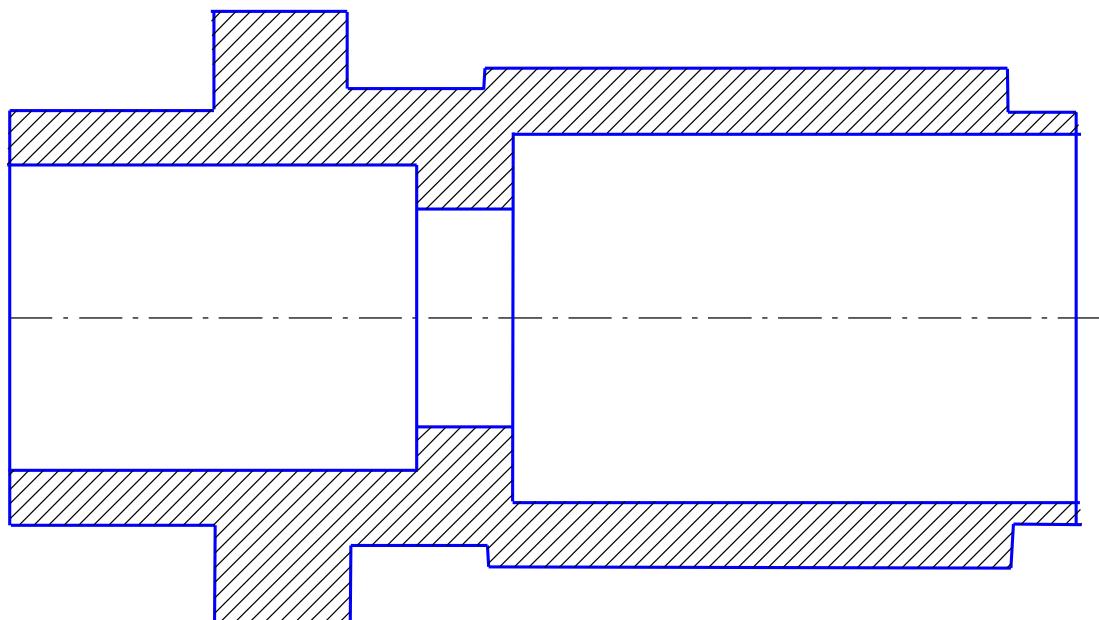
Вариант 5



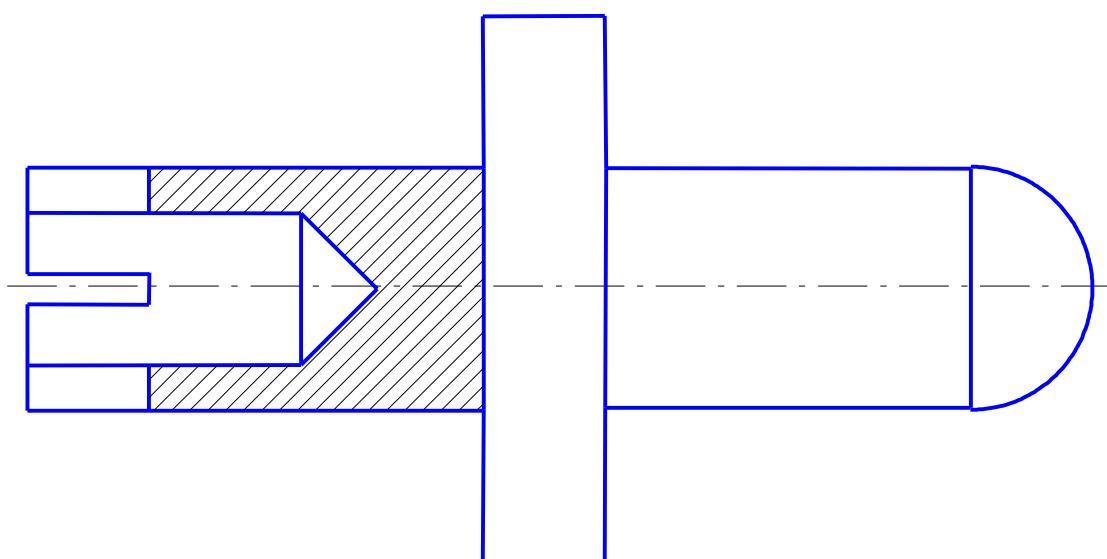
Вариант 6



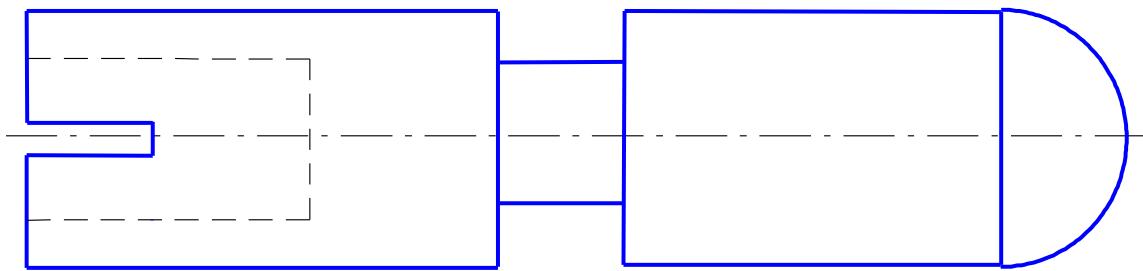
Вариант 7



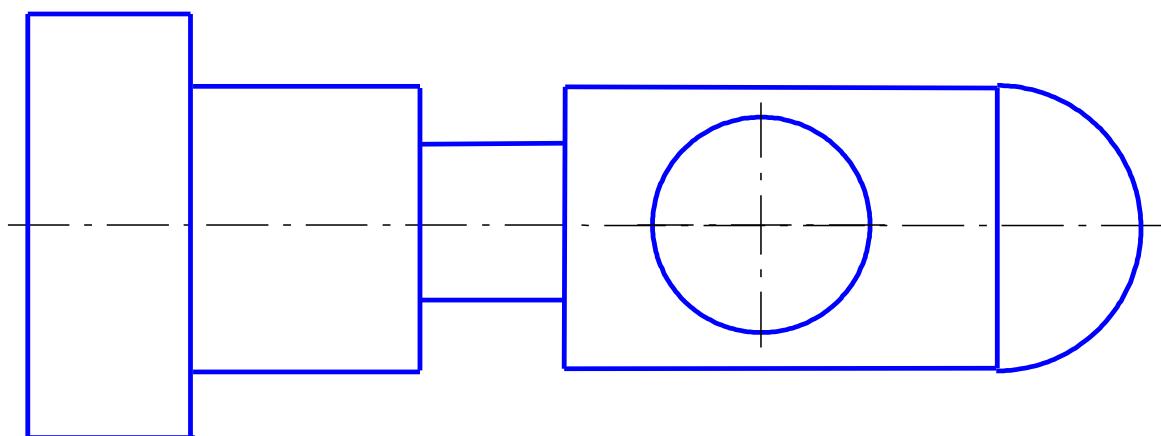
Вариант 8



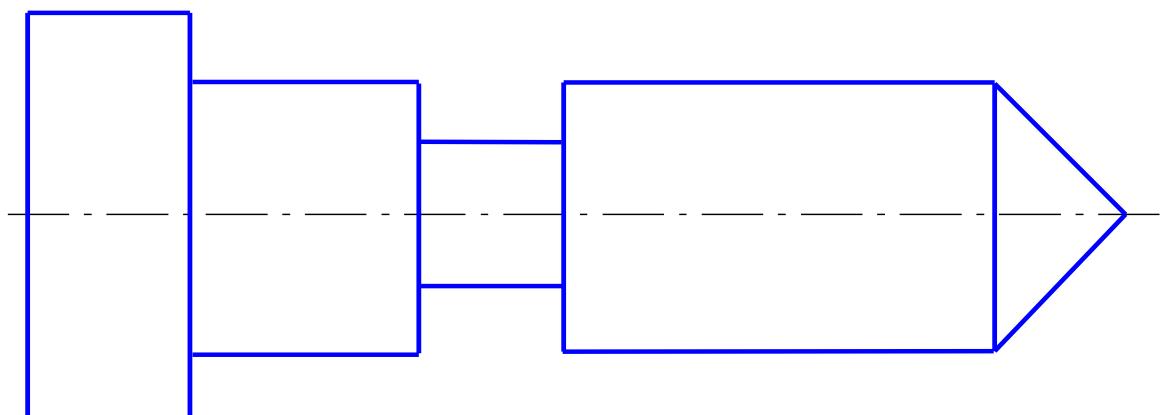
Вариант 9



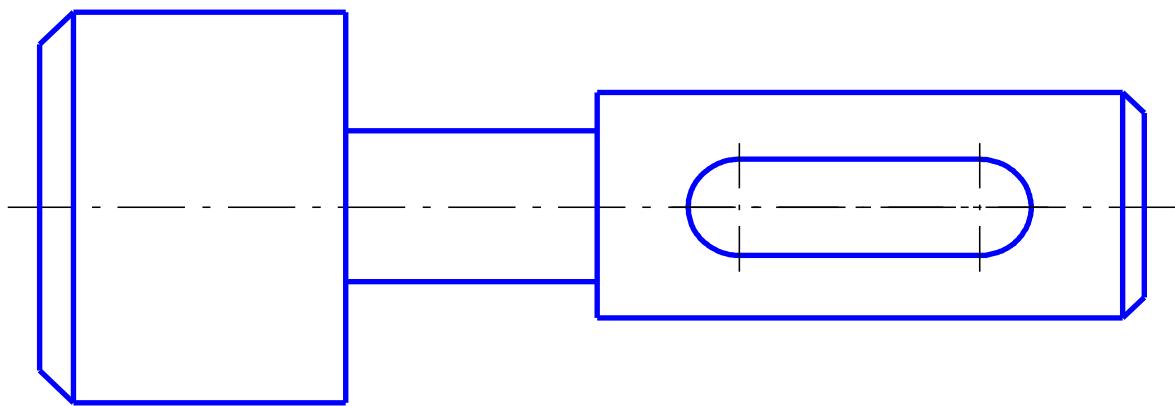
Вариант 10



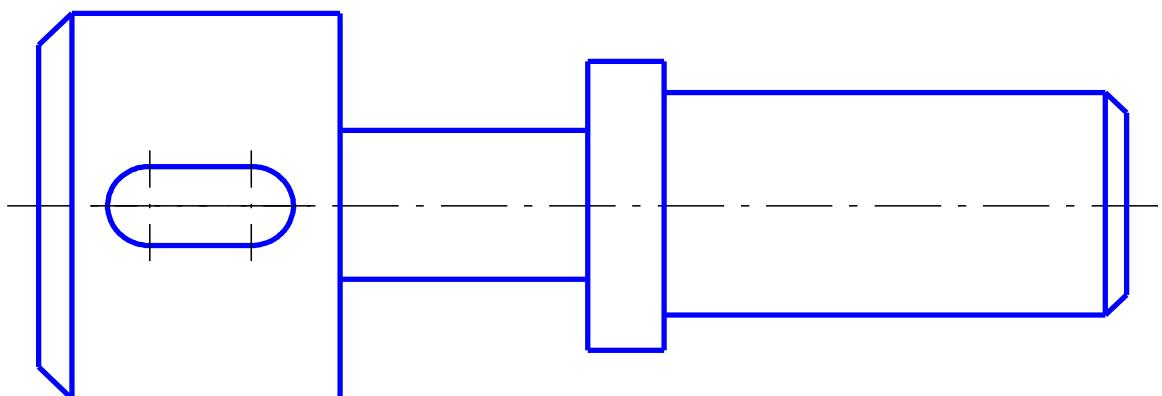
Вариант 11



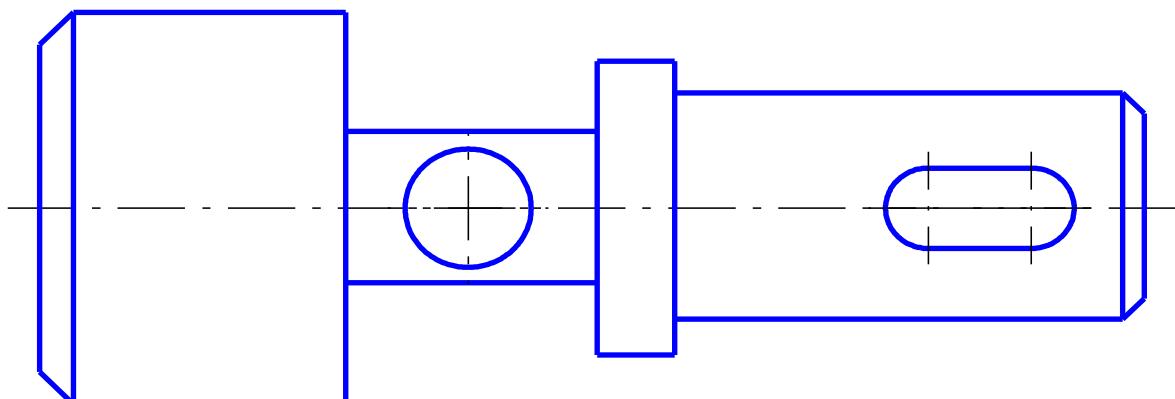
Вариант 12



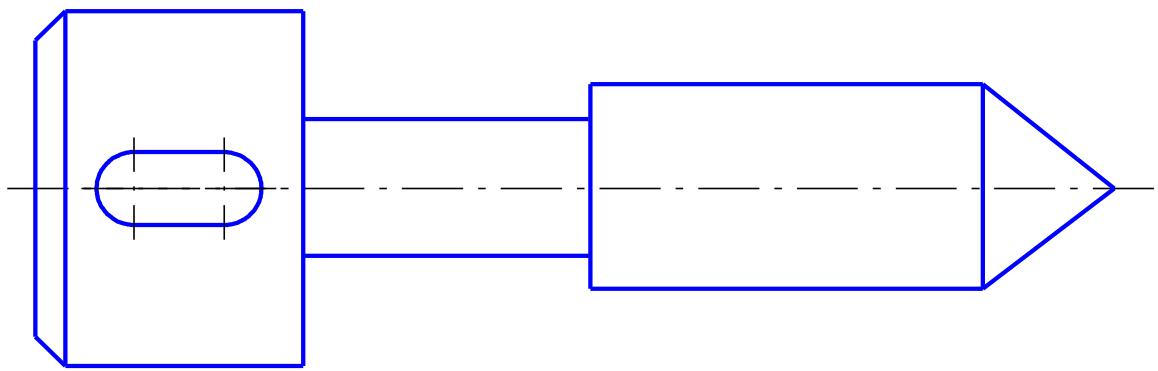
Вариант 13



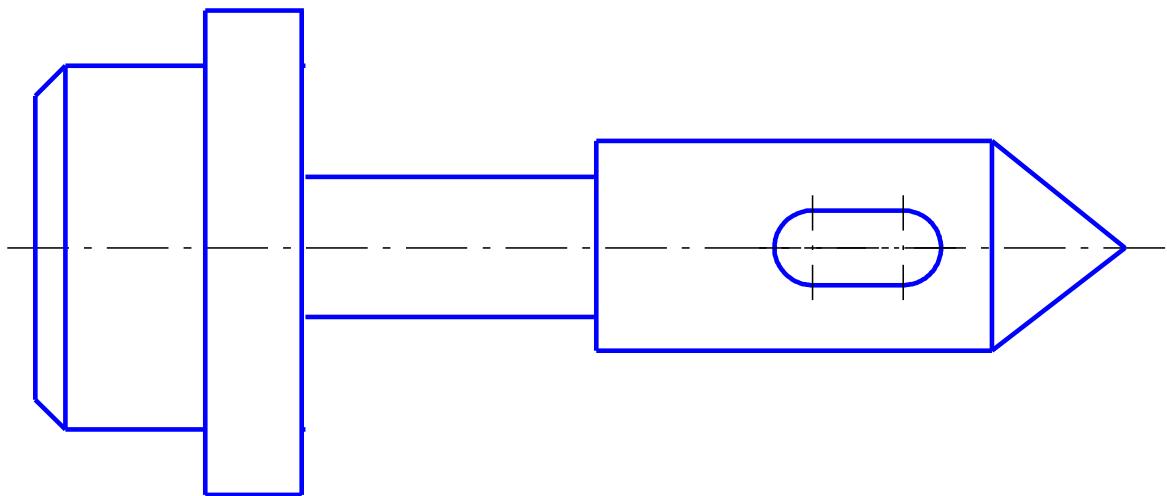
Вариант 14



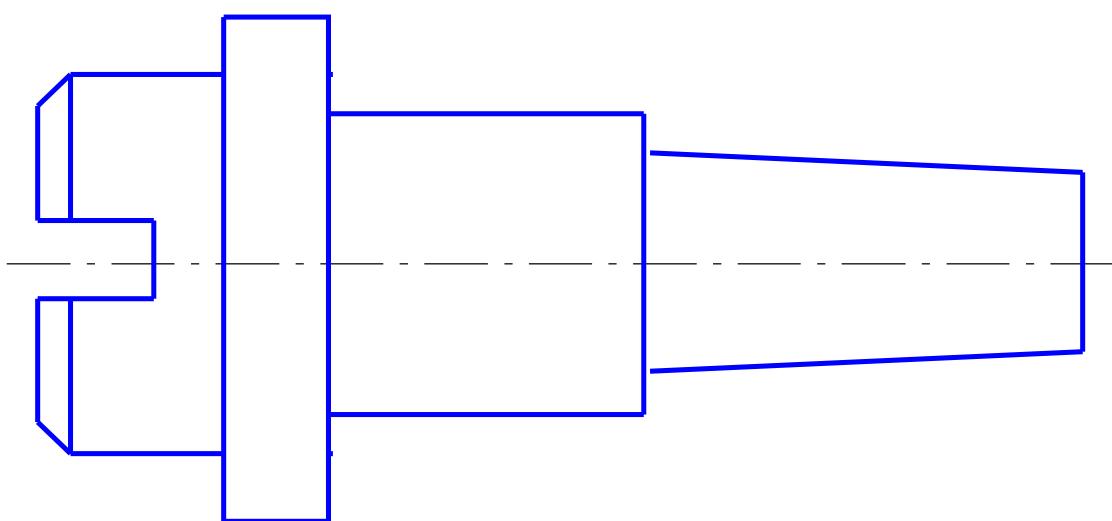
Вариант 15



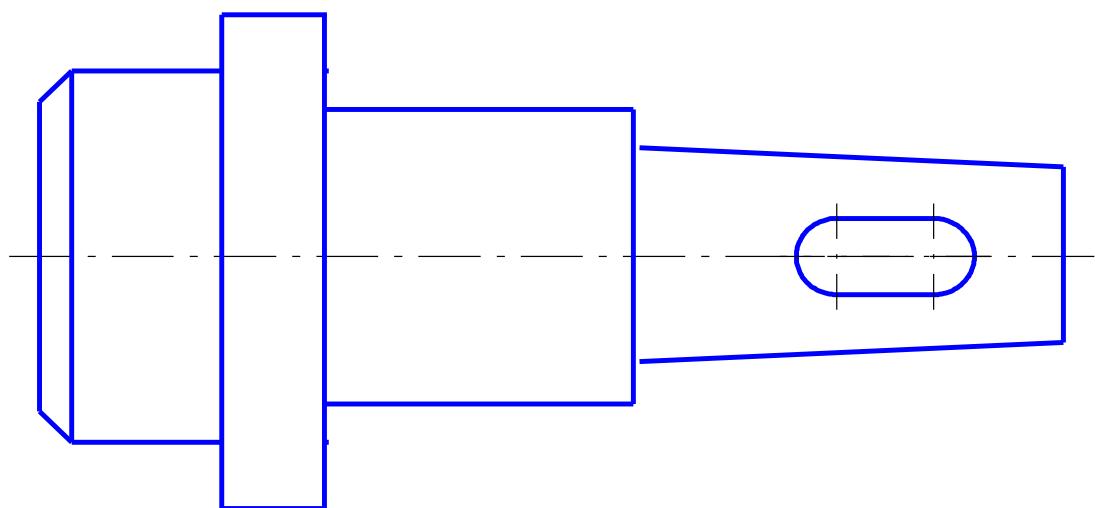
Вариант 16



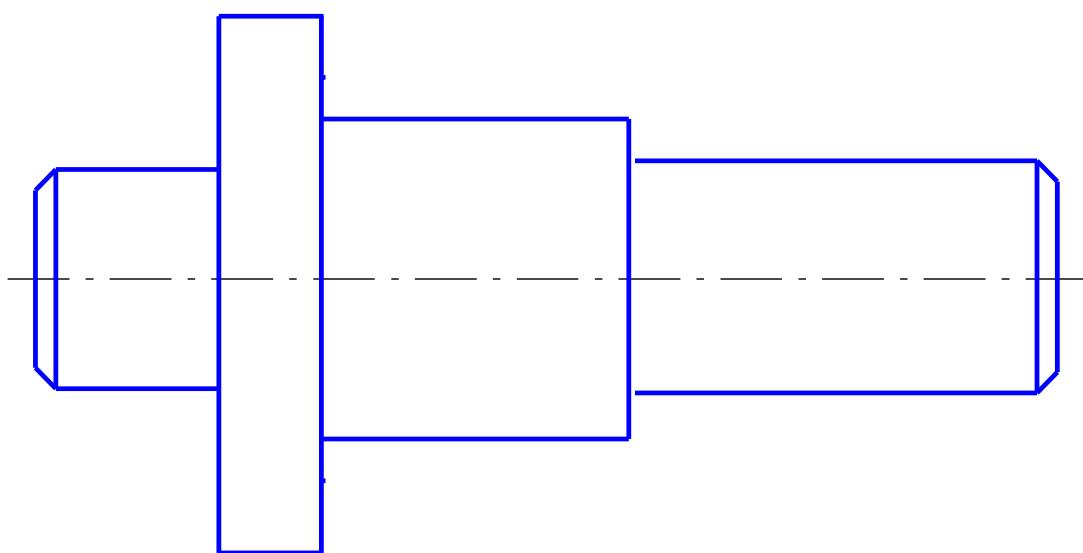
Вариант 17



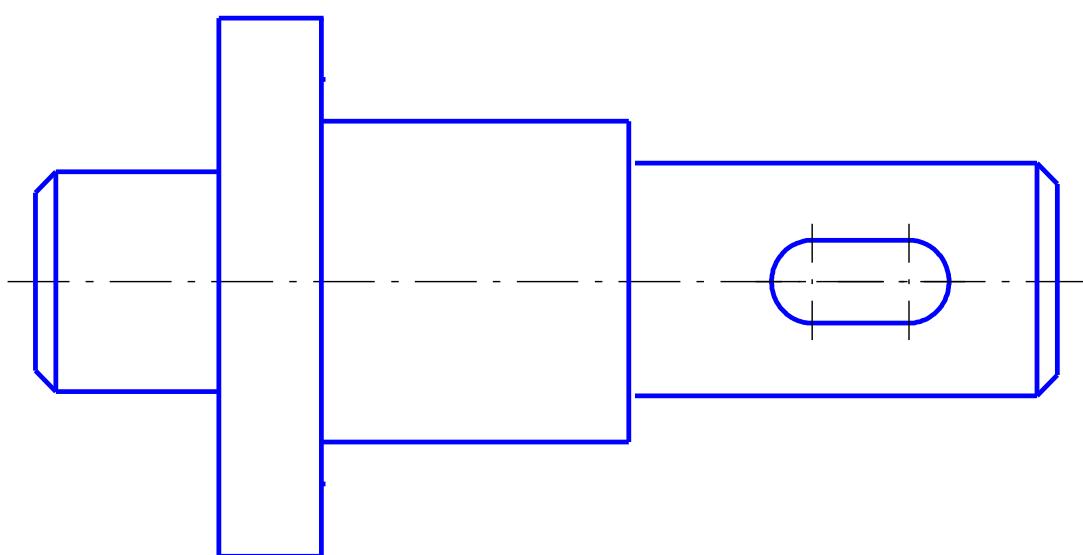
Вариант 18



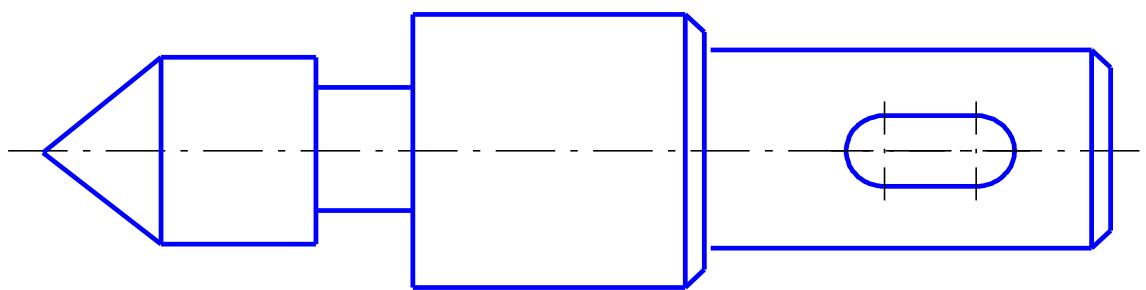
Вариант 19



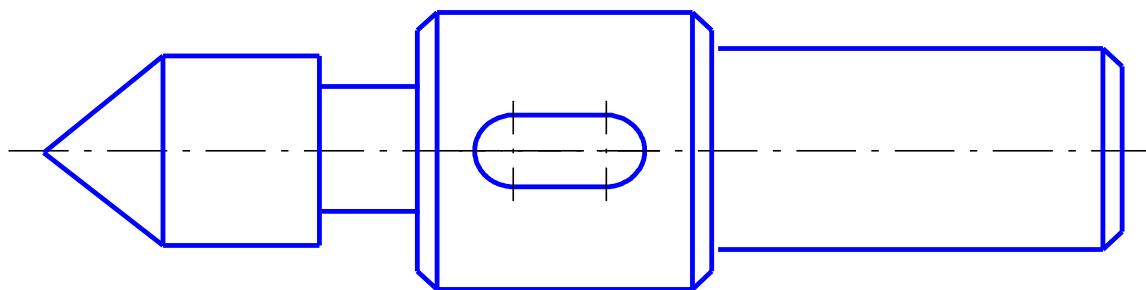
Вариант 20



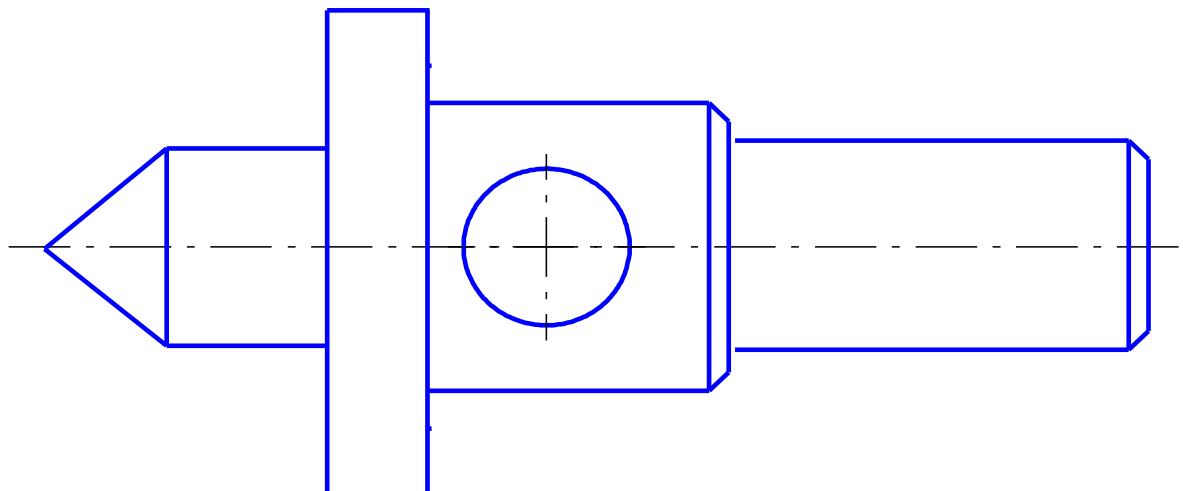
Вариант 21



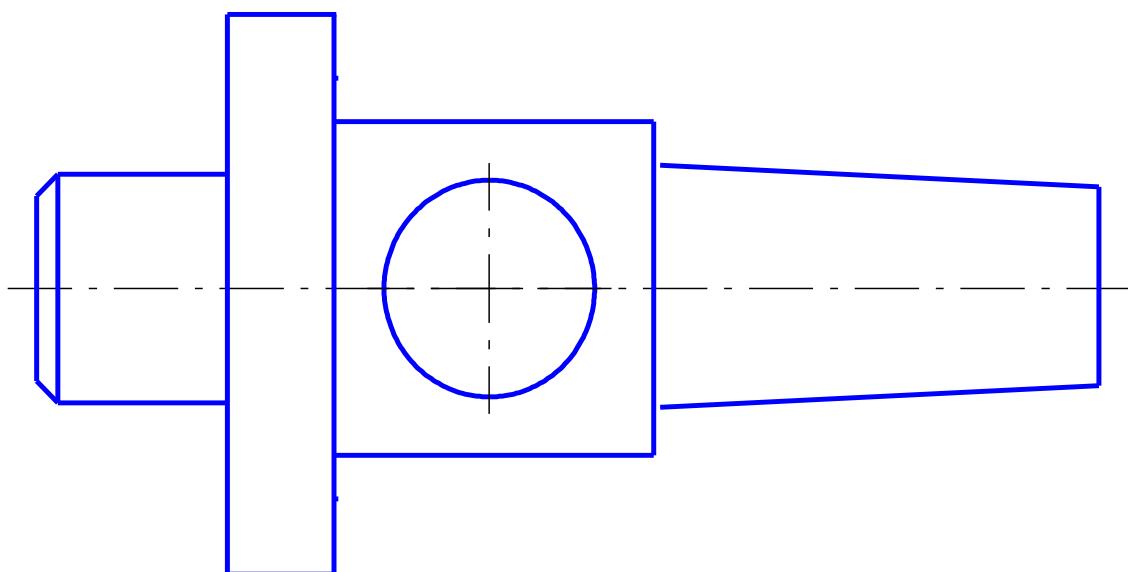
Вариант 22



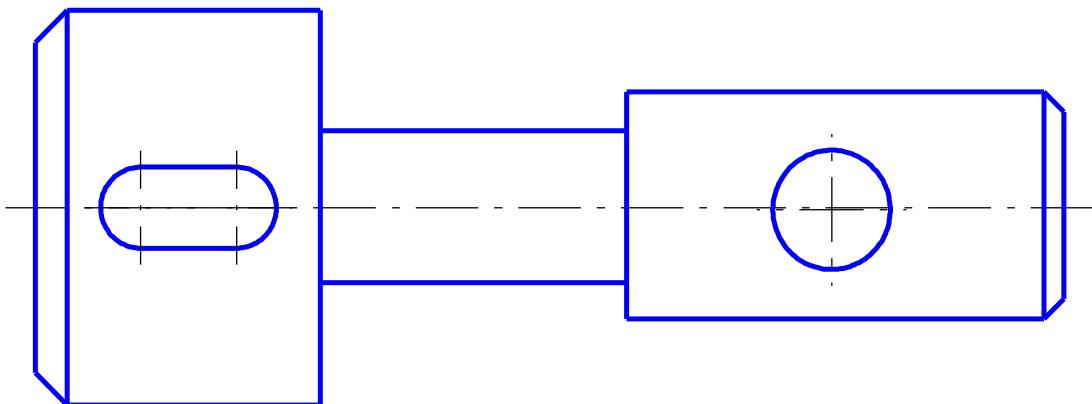
Вариант 23



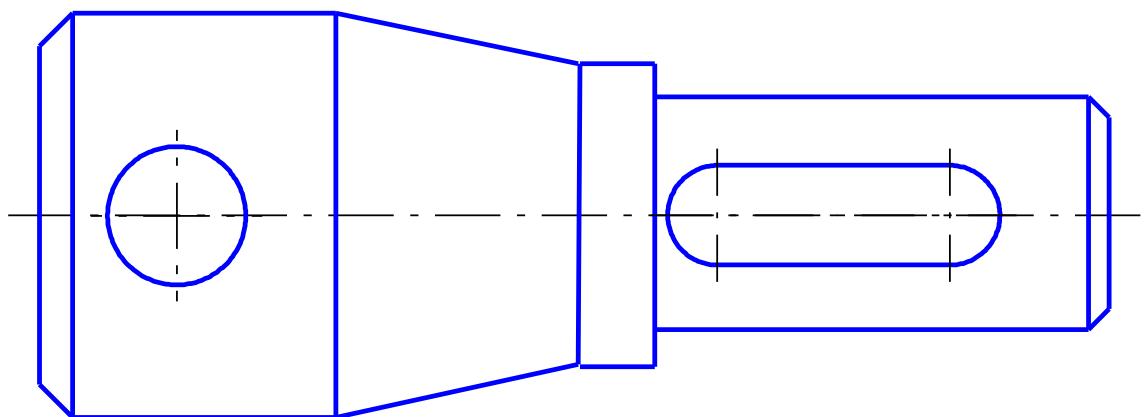
Вариант 24



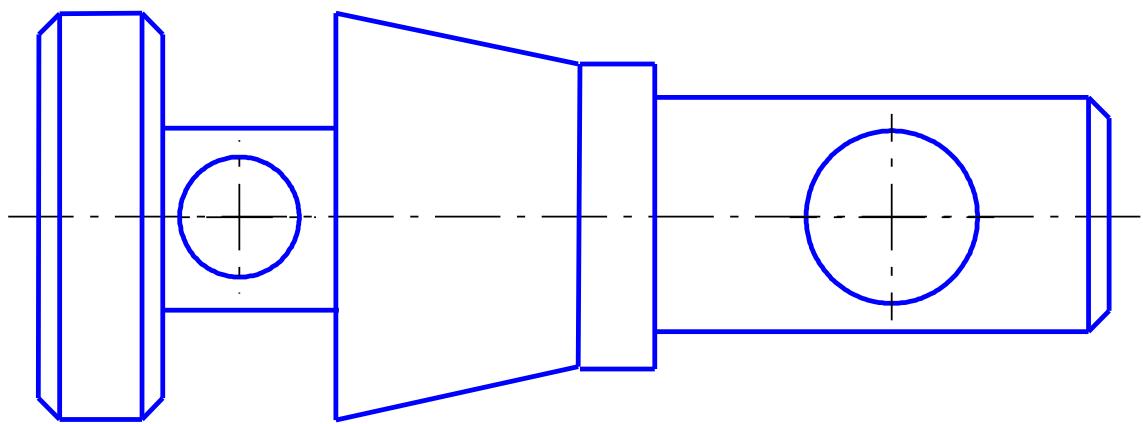
Вариант 25



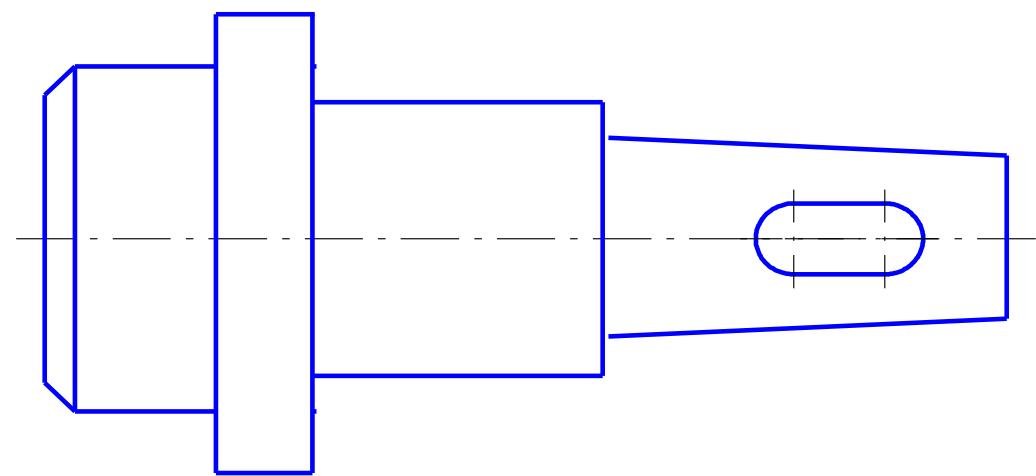
Вариант 26



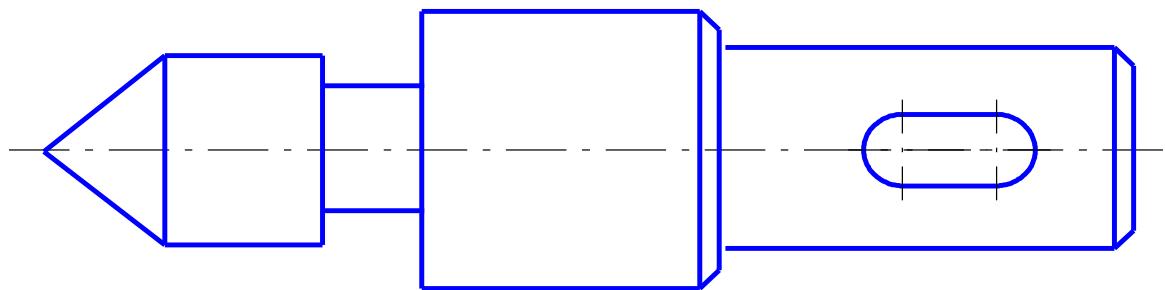
Вариант 27



Вариант 28



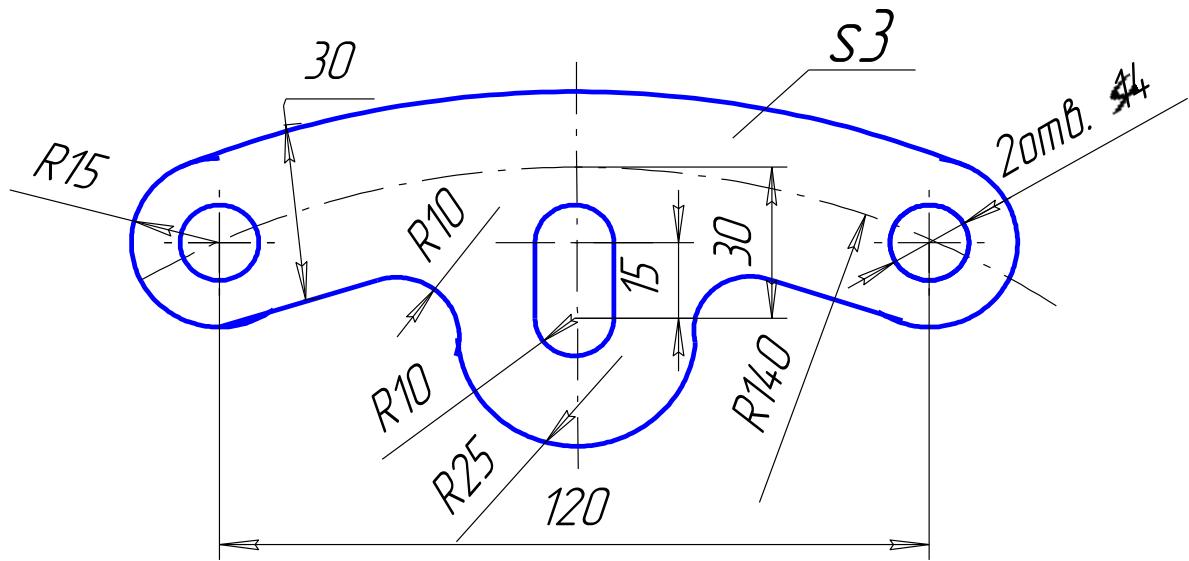
Вариант 29



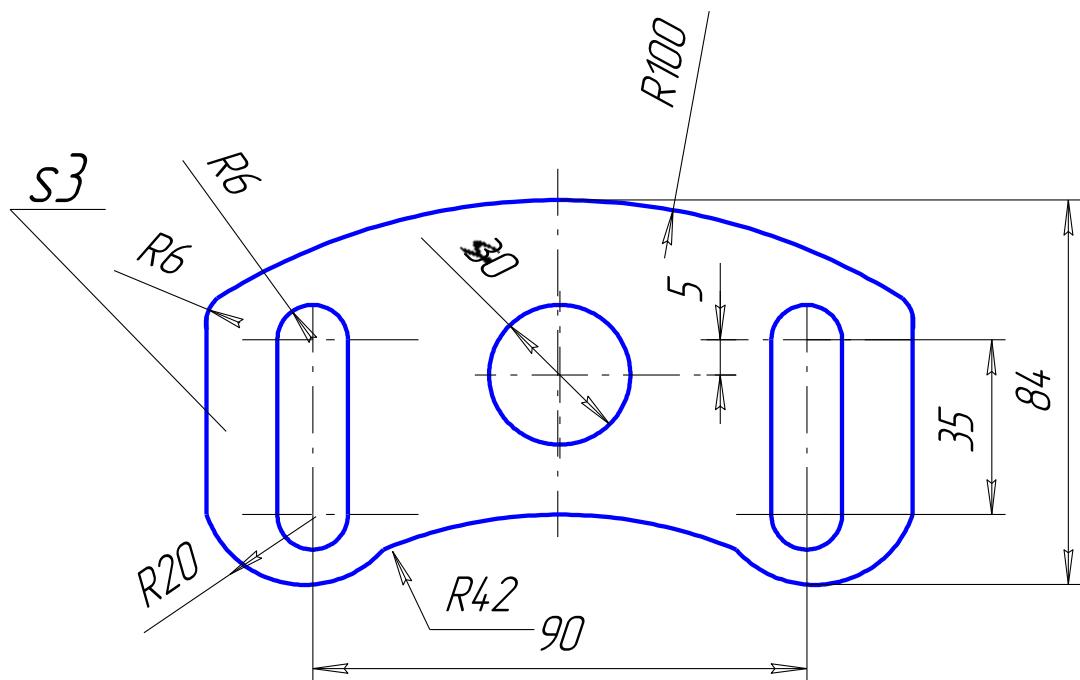
Вариант 30

## Приложение В

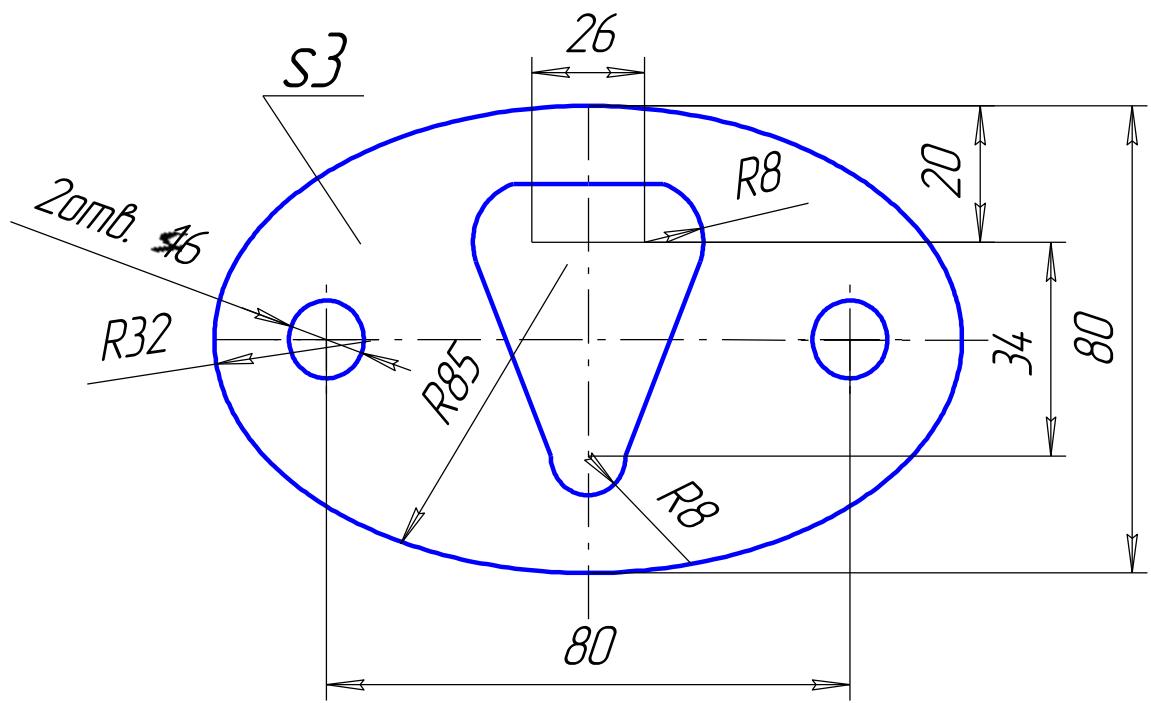
## Варианты к задаче 3 РГР№1 «Геометрическое черчение»



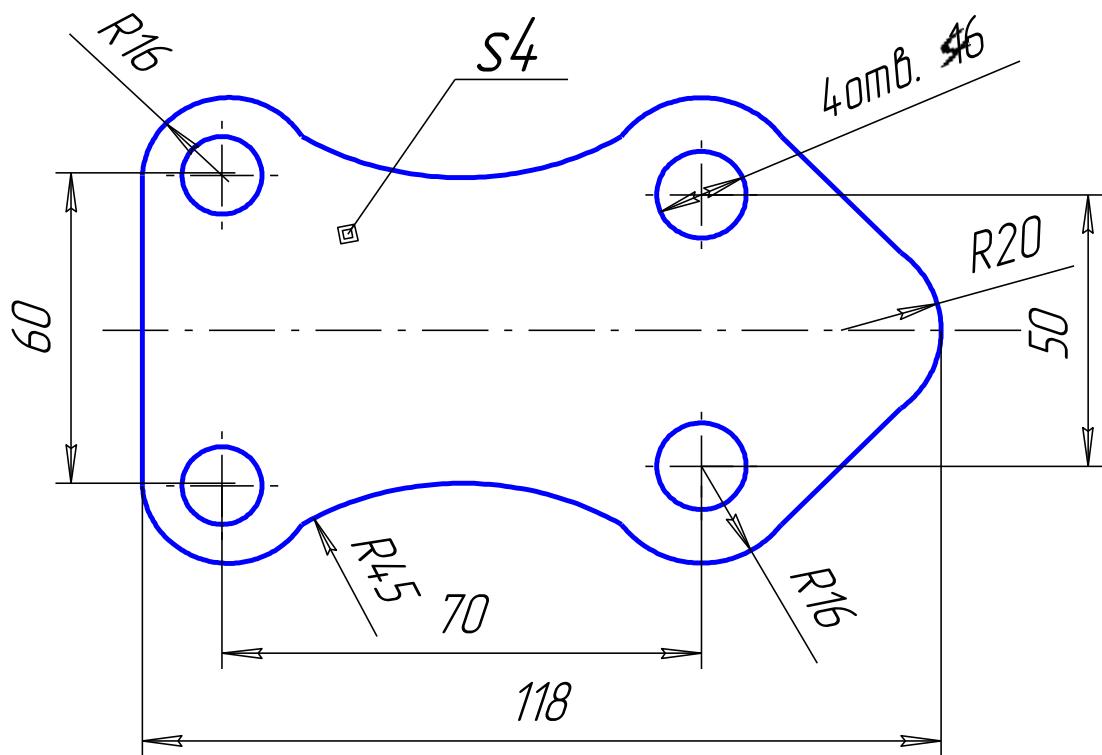
## Вариант 1



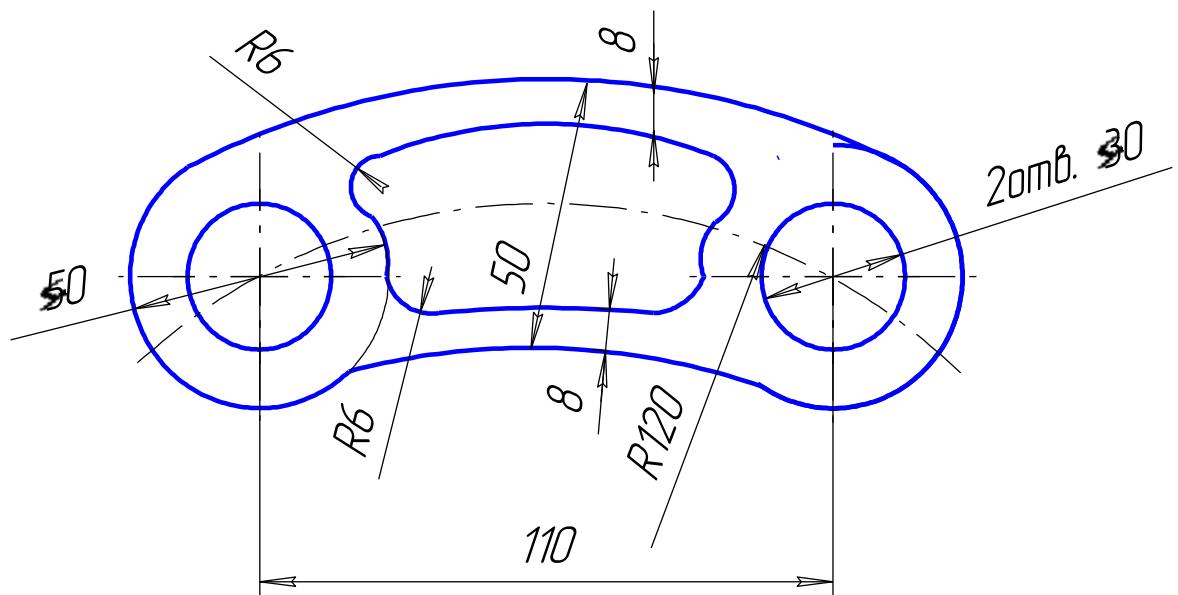
## Вариант 2



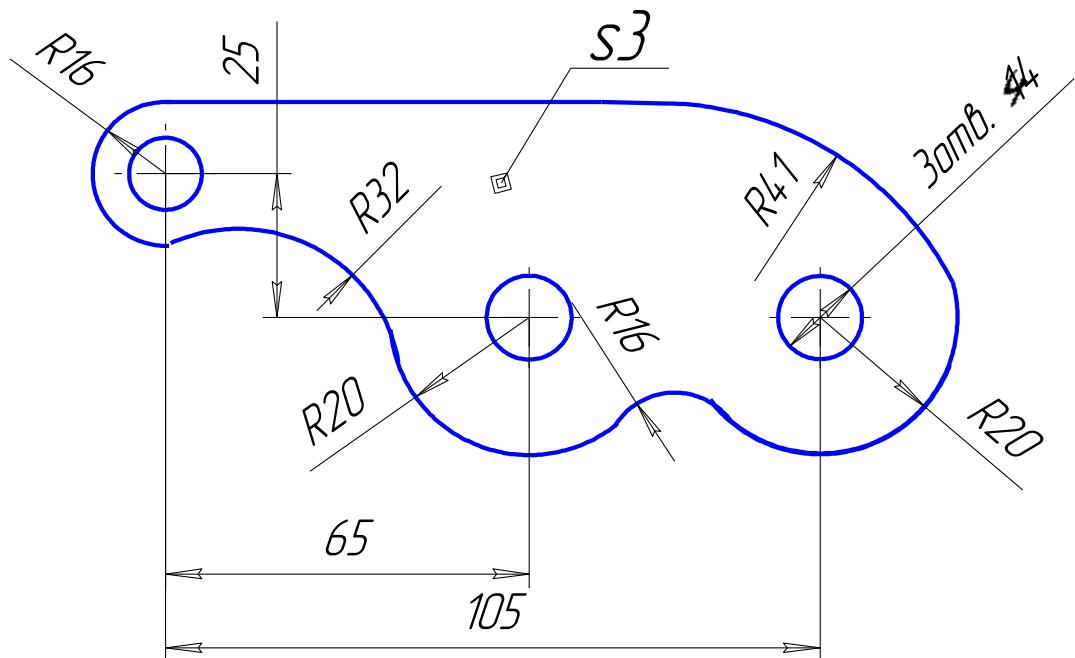
Вариант 3



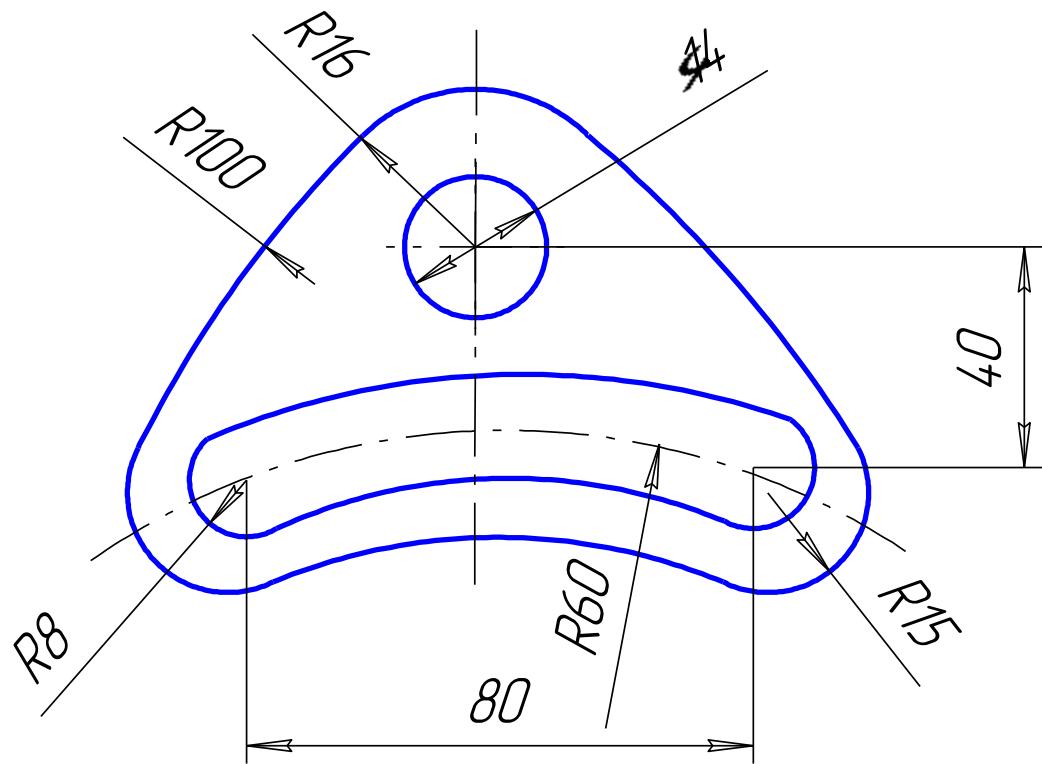
Вариант 4



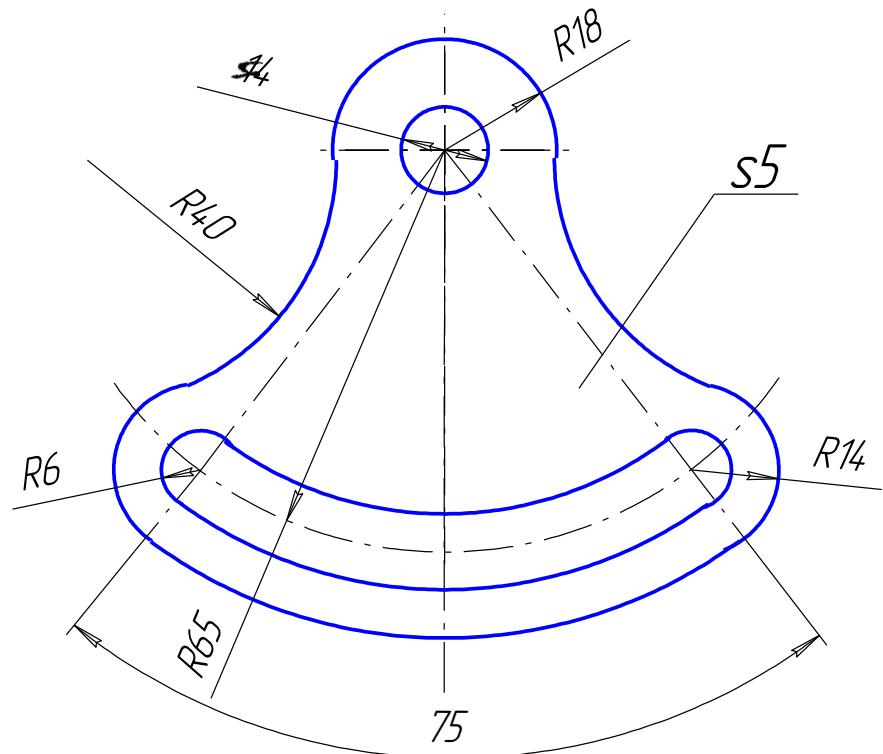
Вариант 5



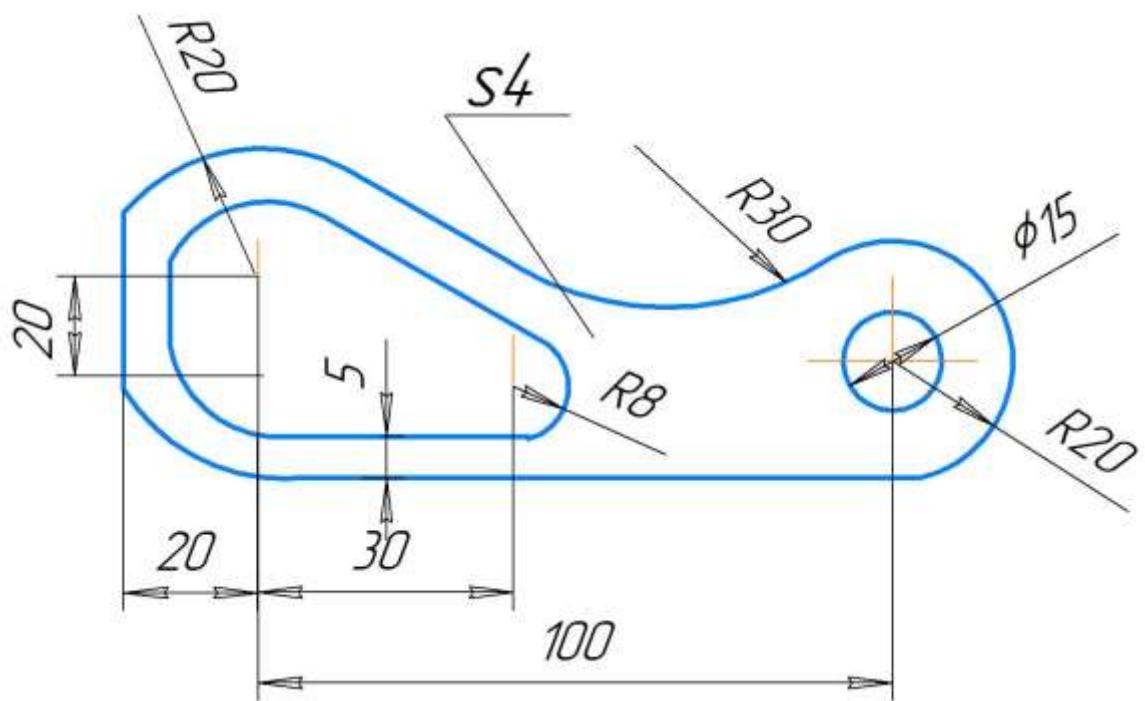
Вариант 6



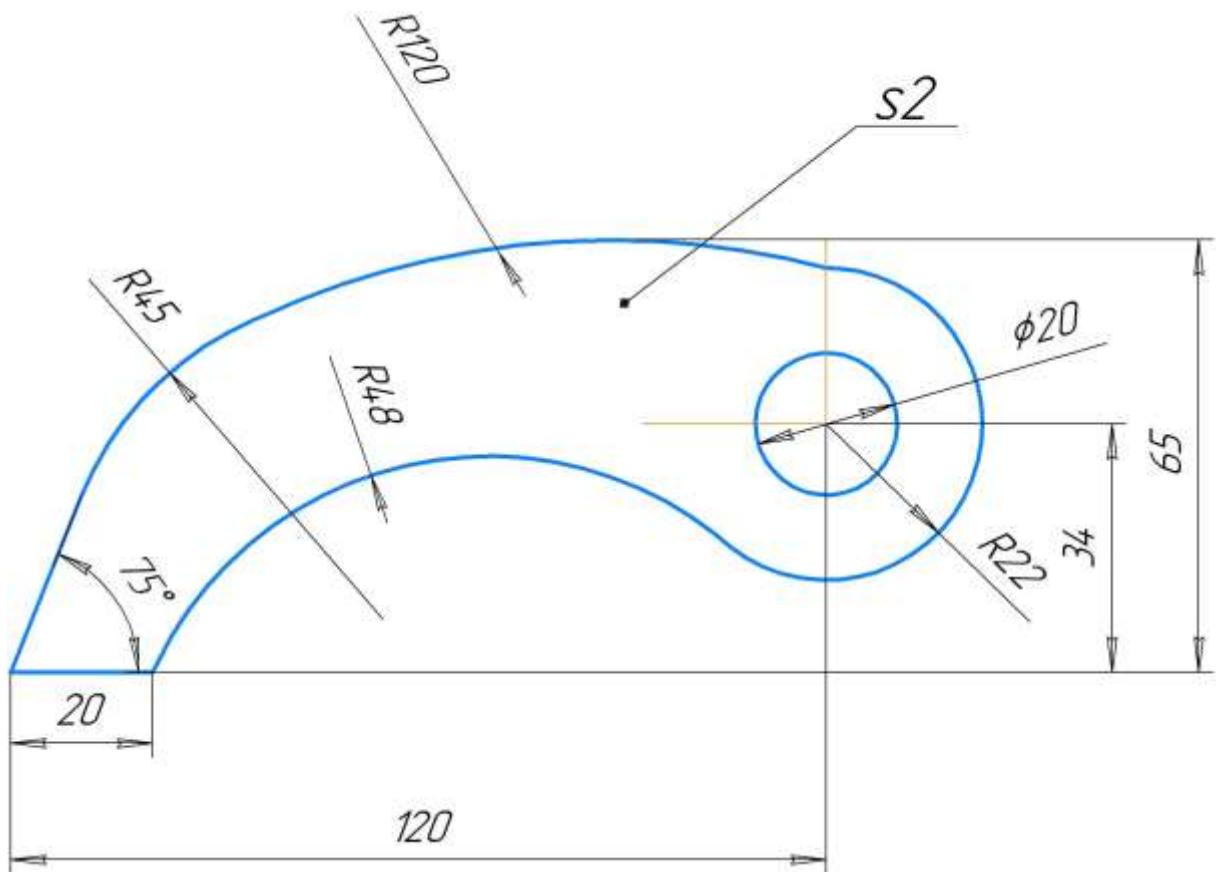
Вариант 7



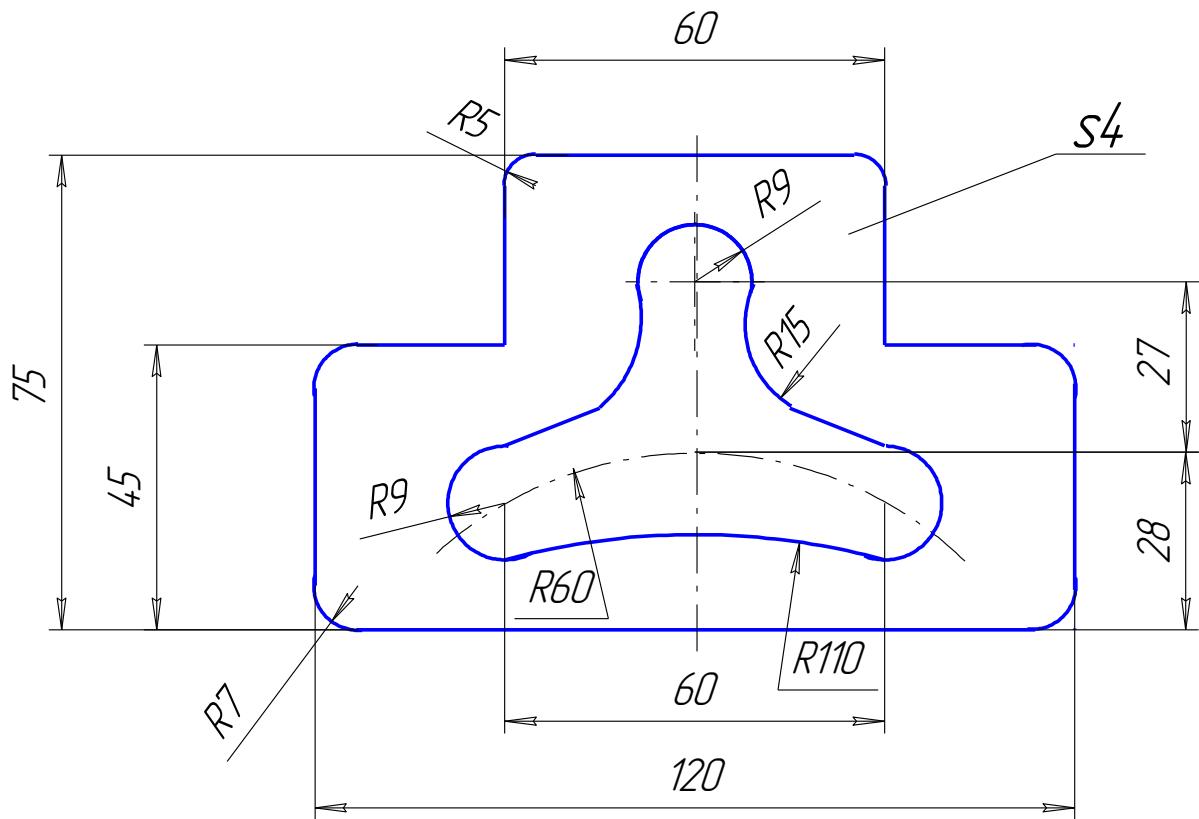
Вариант 8



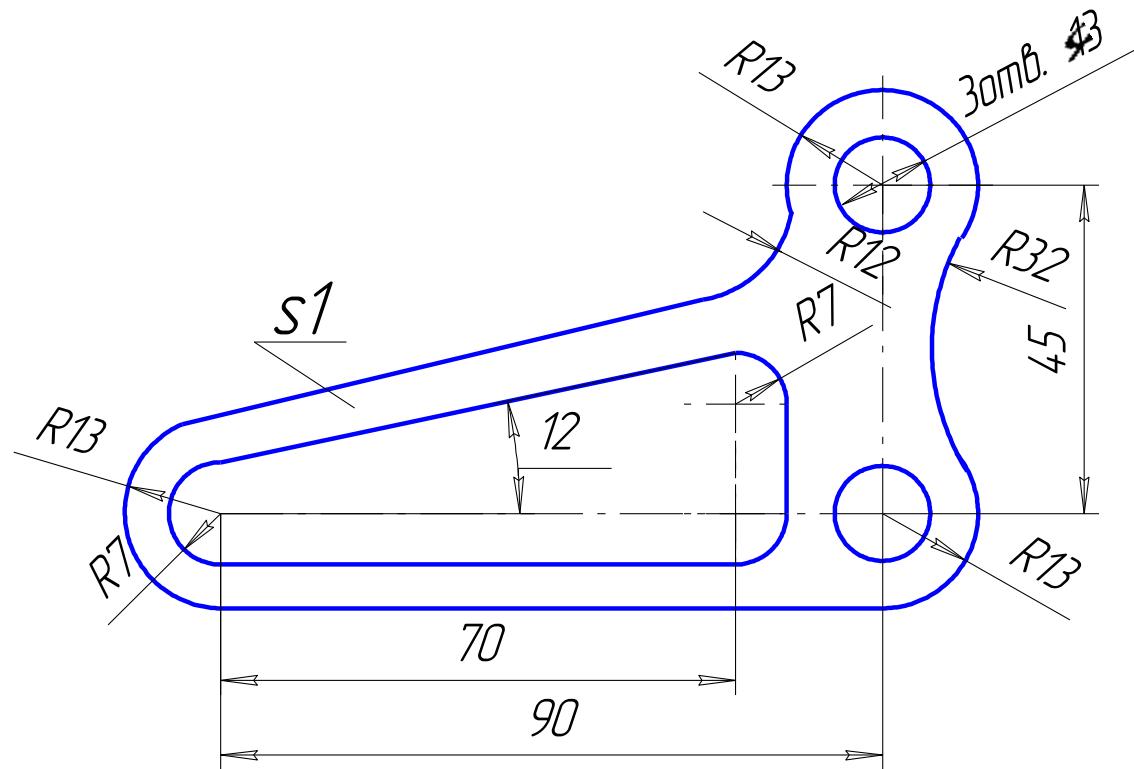
## Вариант 9



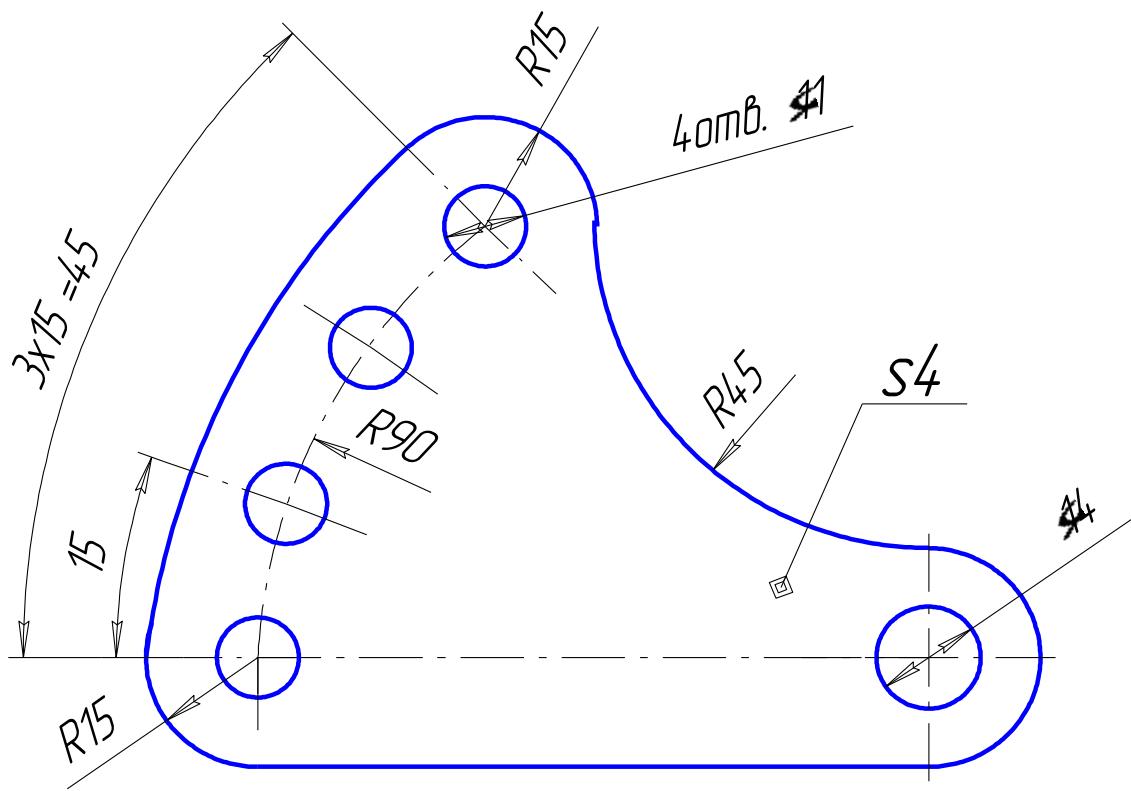
## Вариант 10



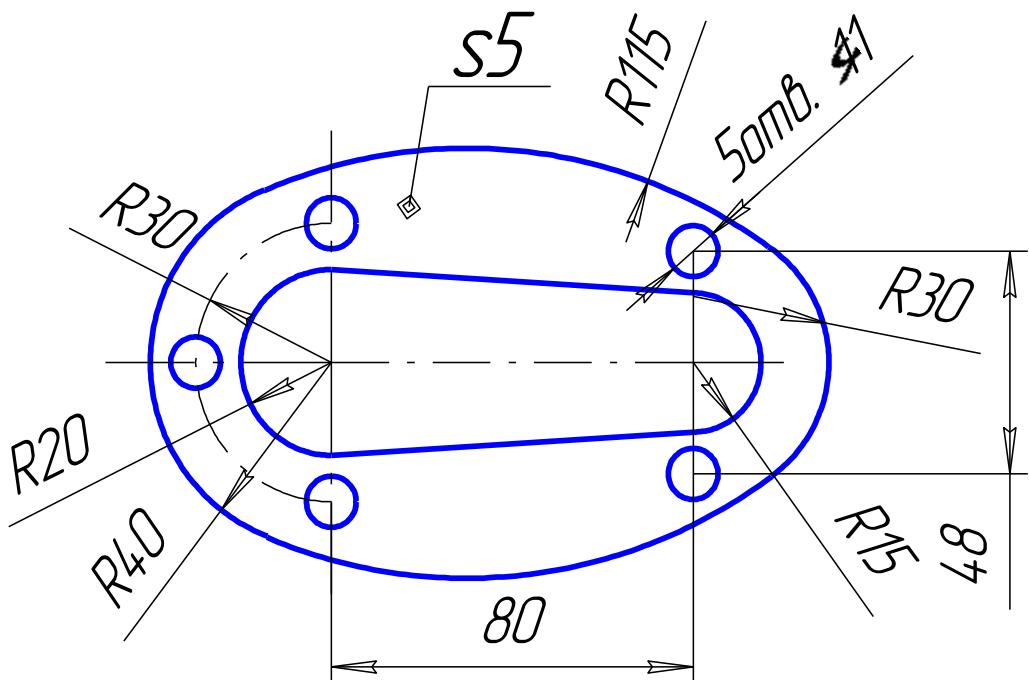
Вариант 11



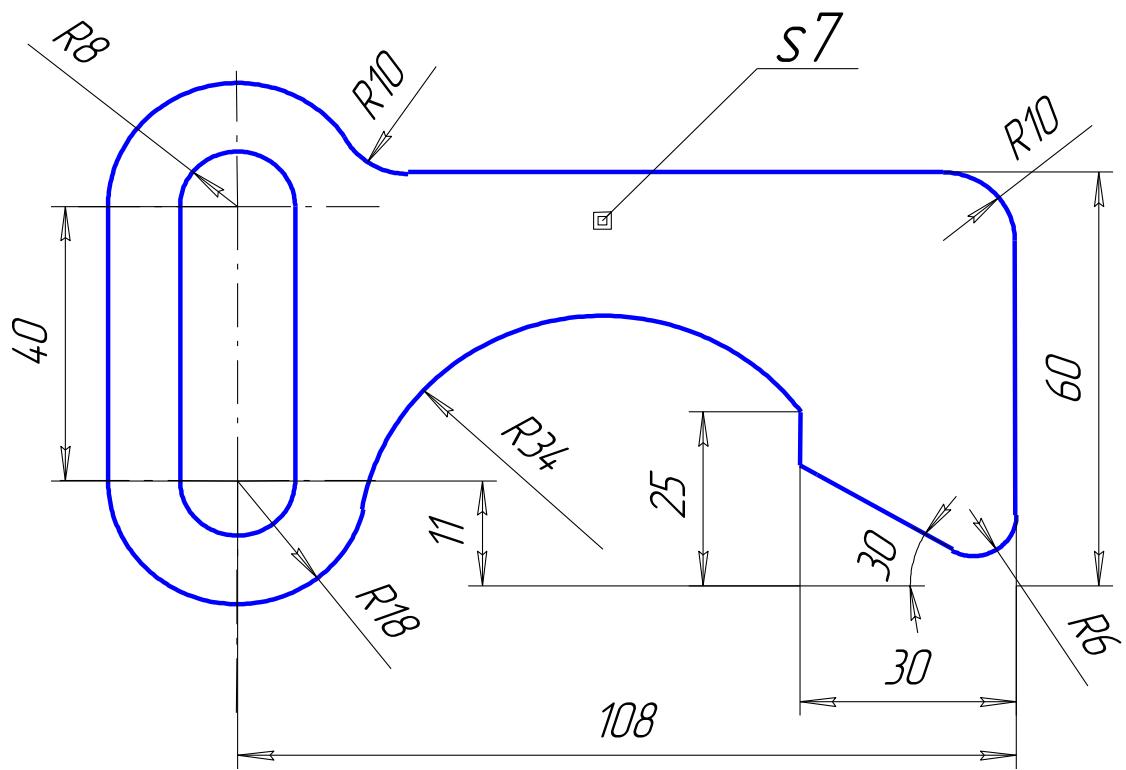
Вариант 12



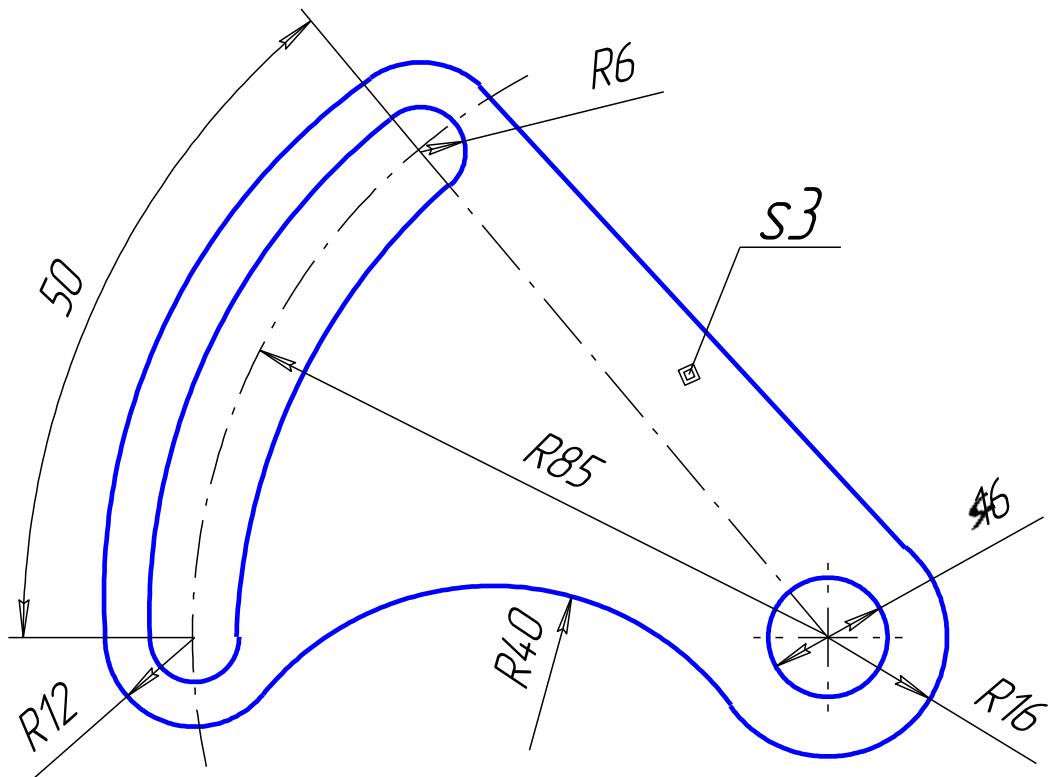
Вариант 13



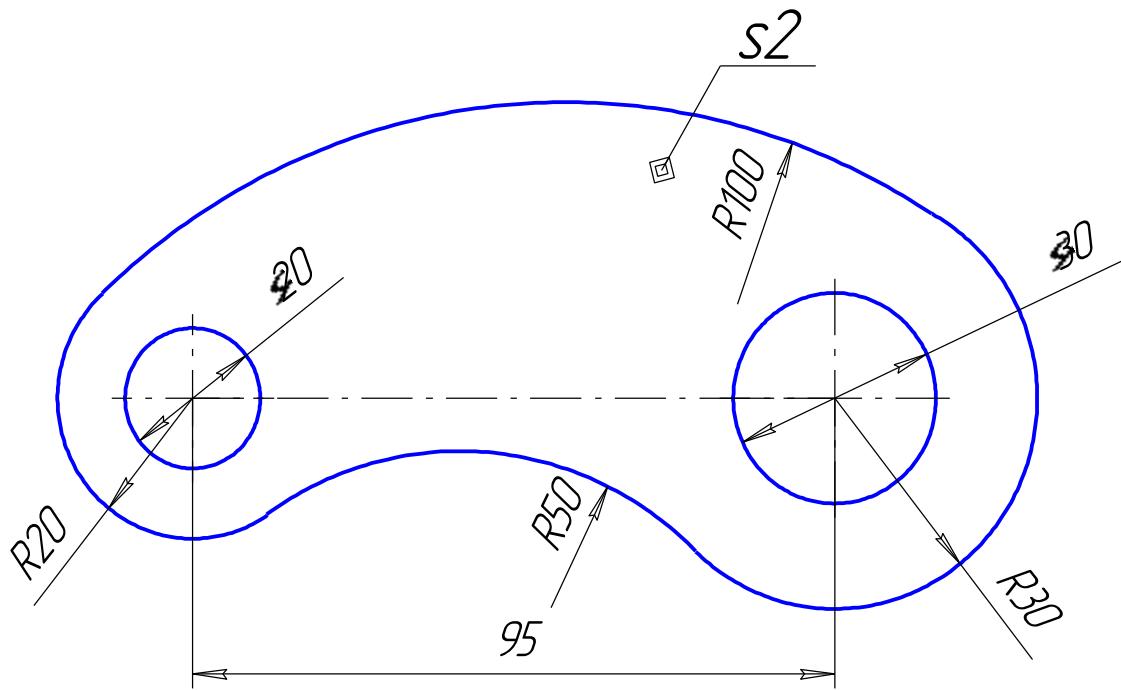
Вариант 14



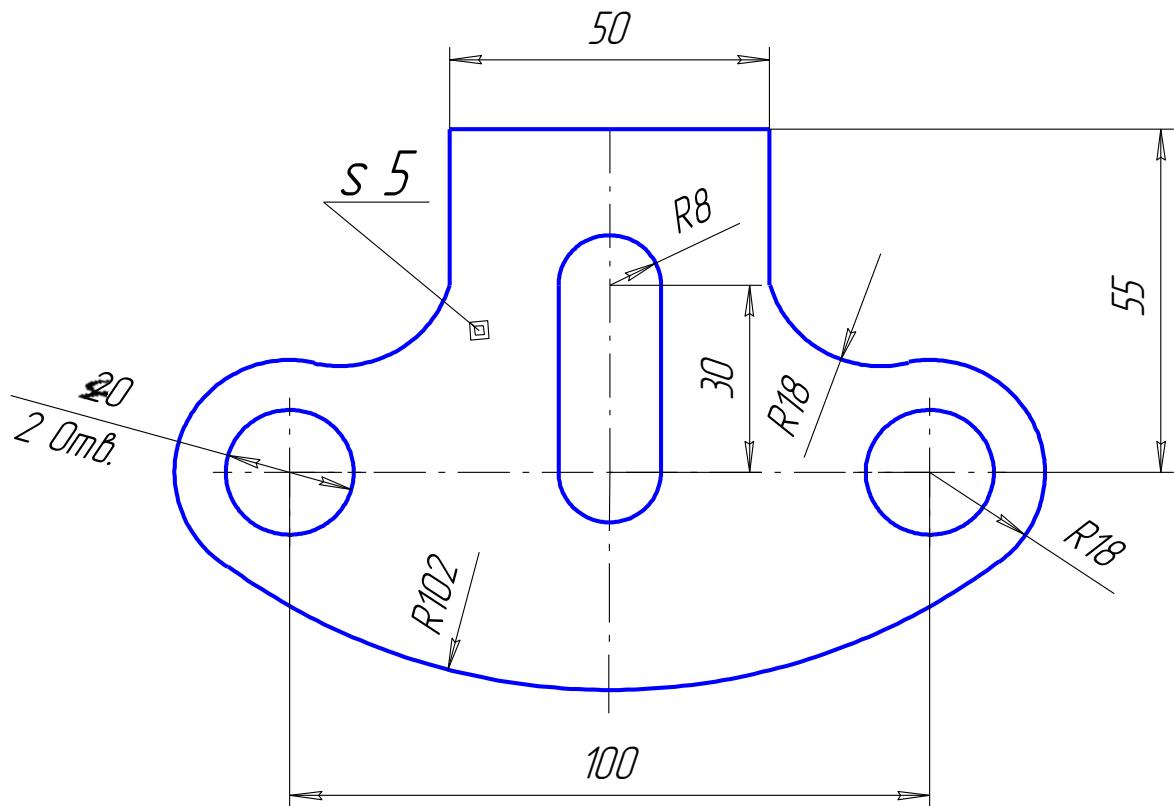
Вариант 15



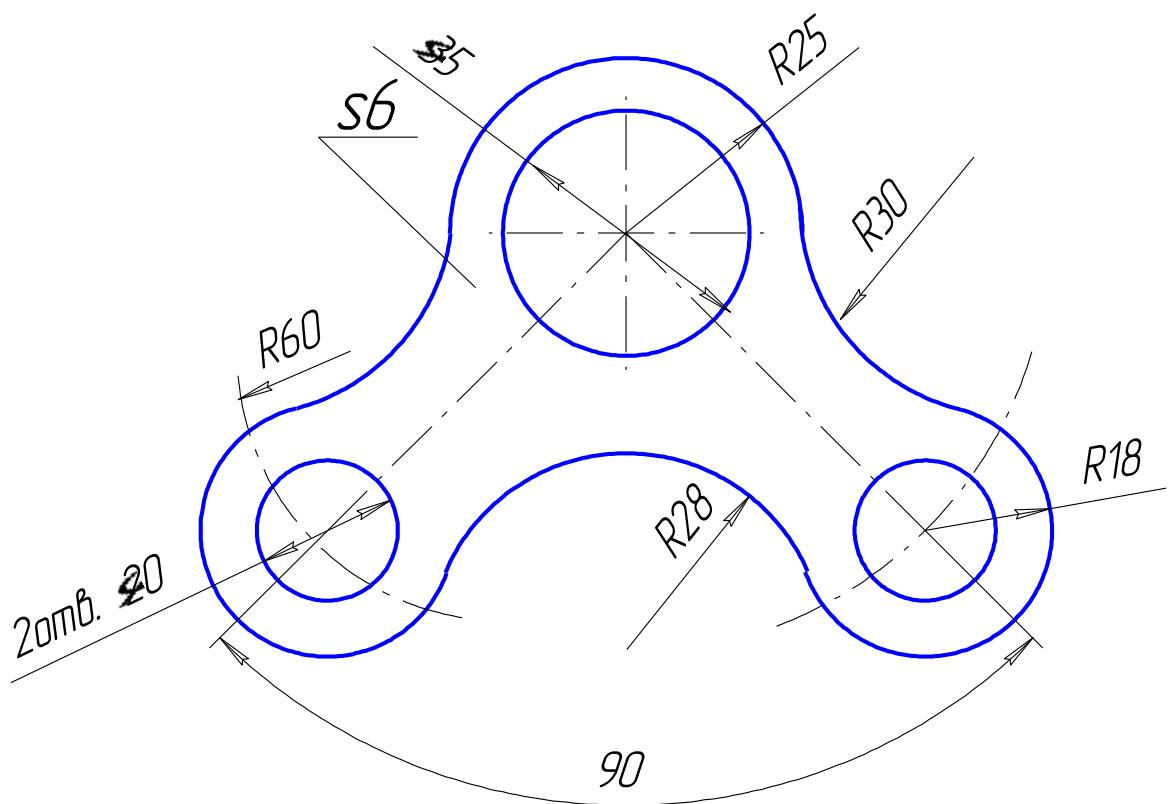
Вариант 16



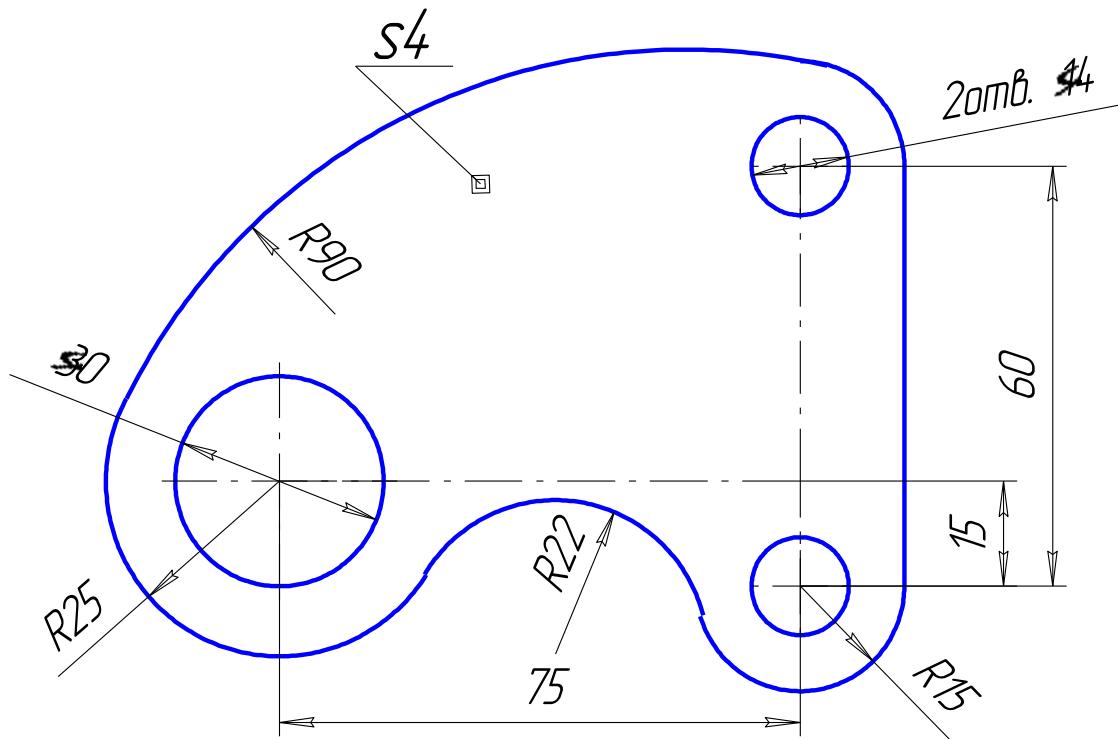
Вариант 17



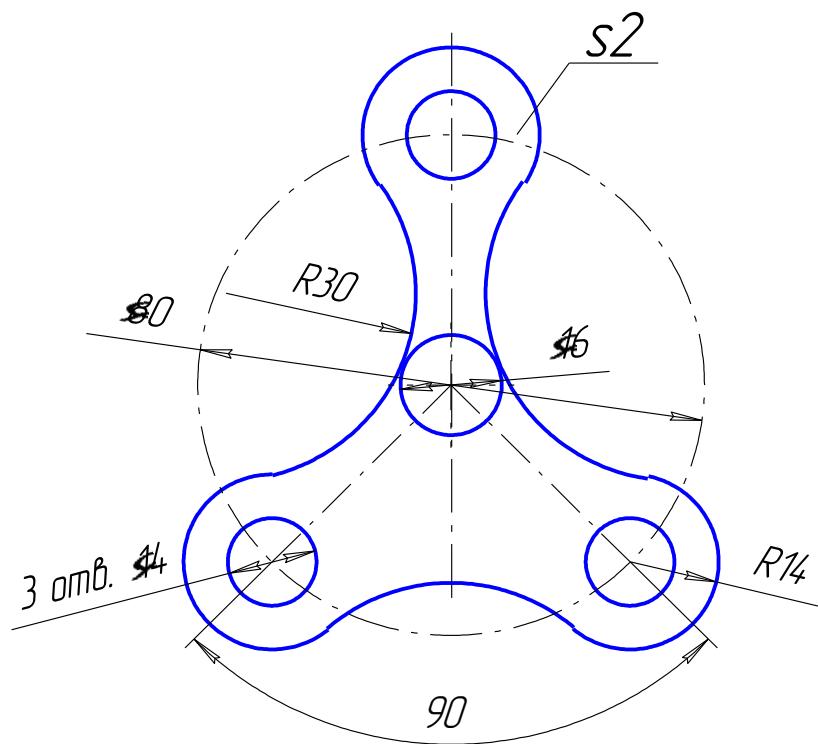
Вариант 18



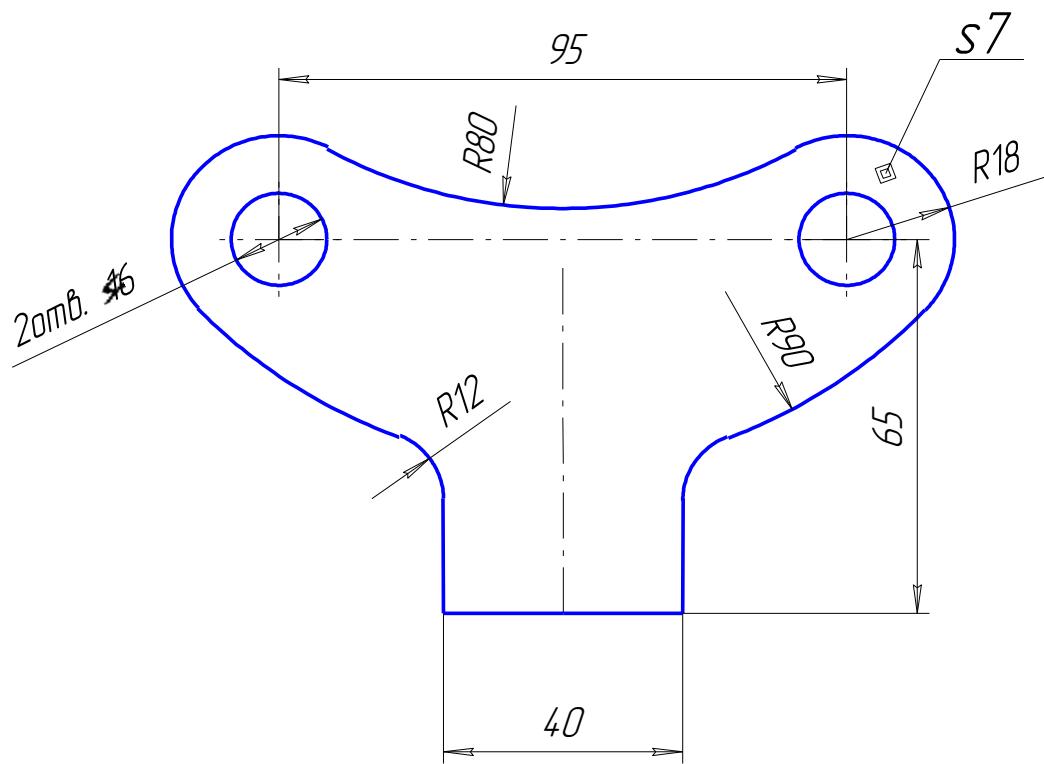
Вариант 19



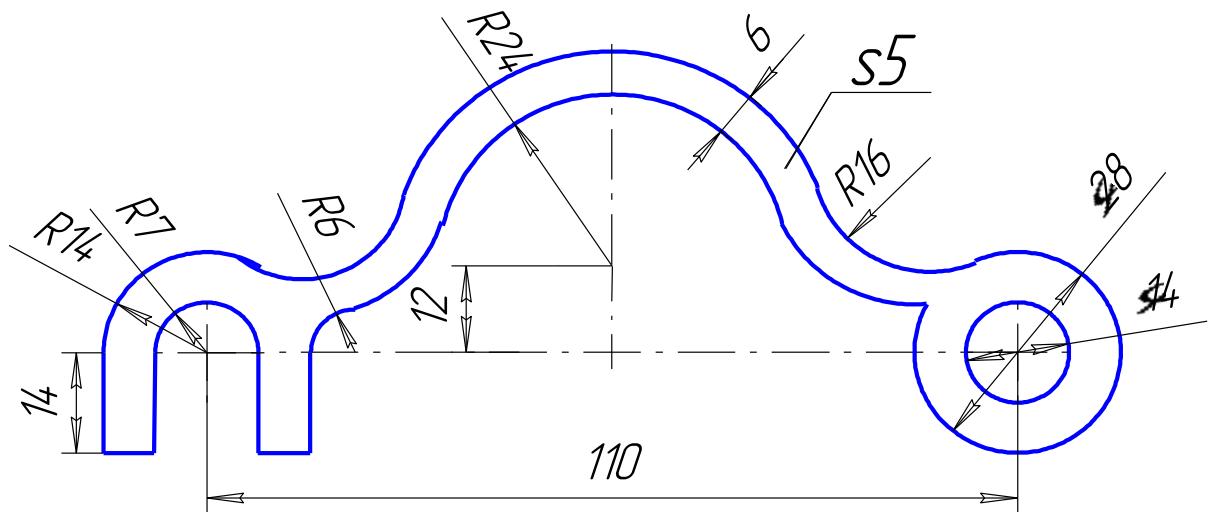
Вариант 20



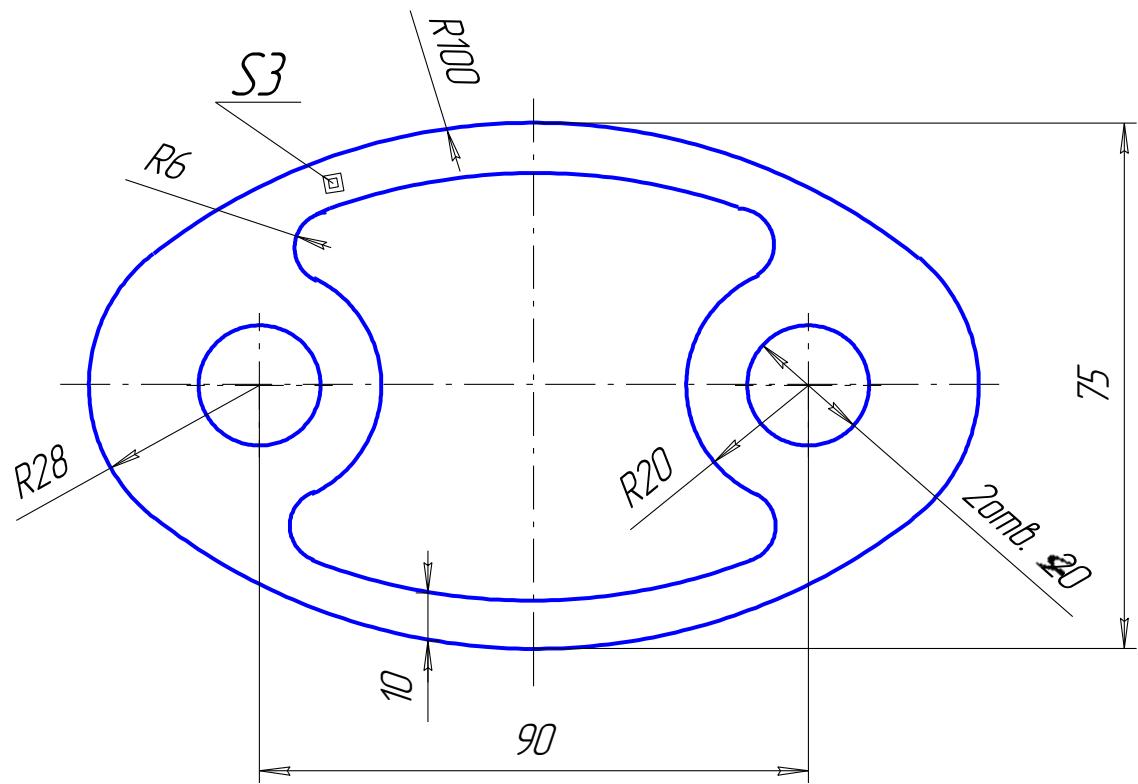
Вариант 21



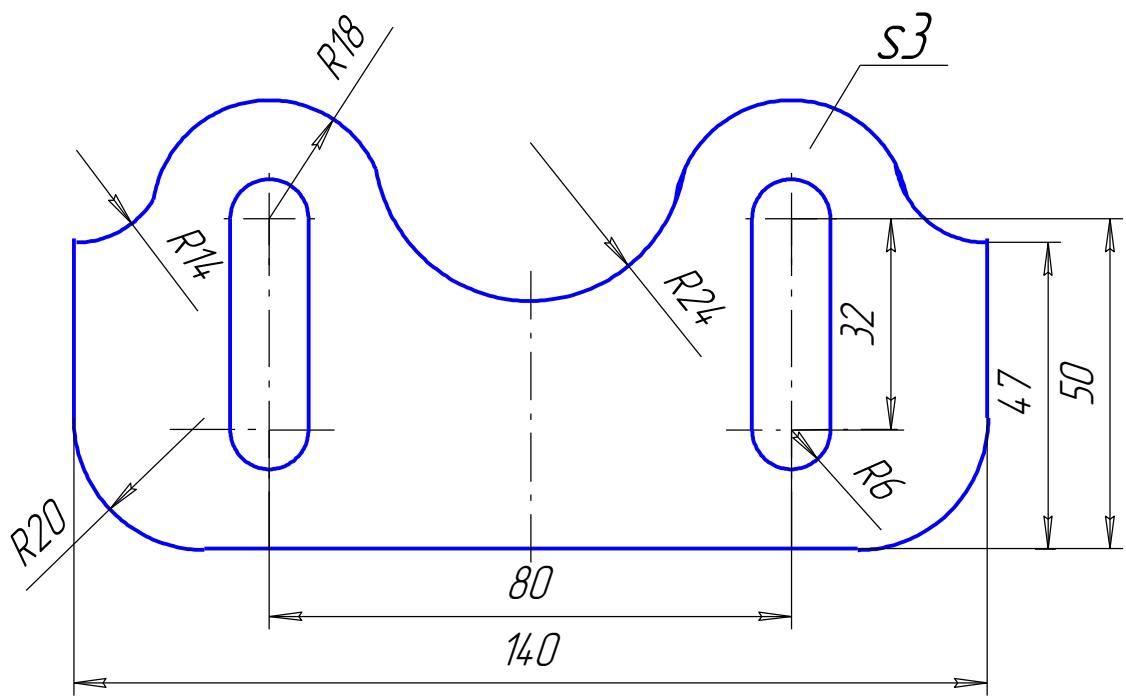
Вариант 22



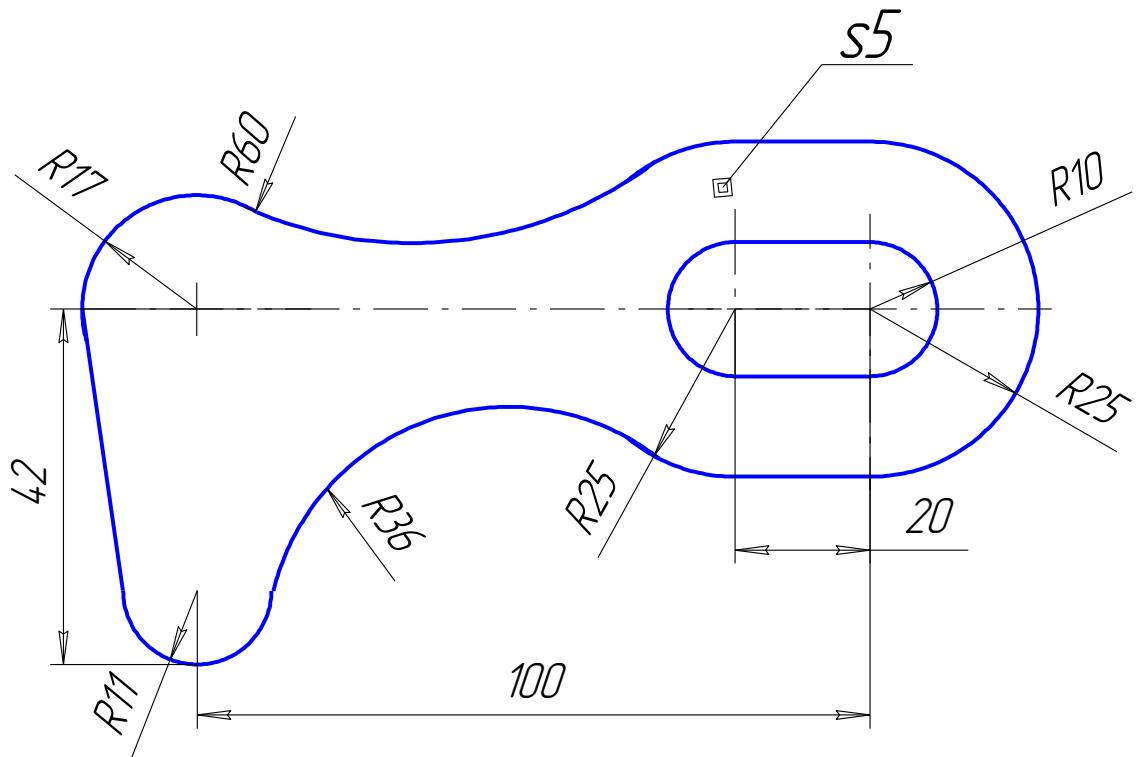
Вариант 23



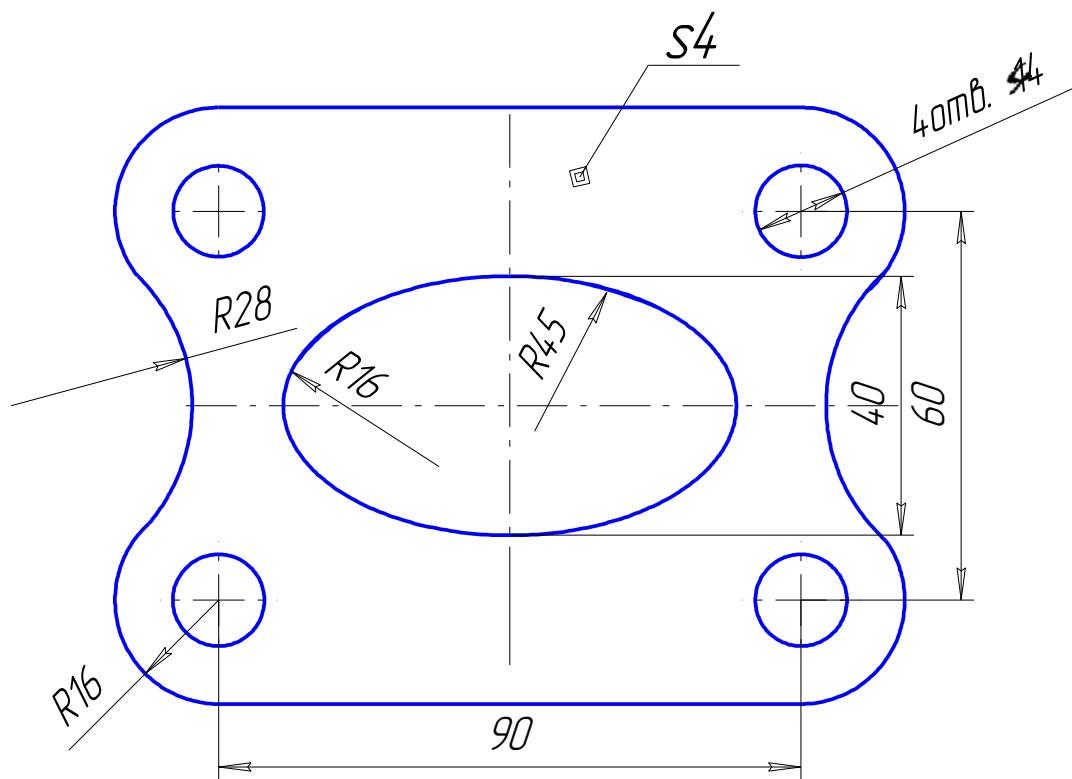
Вариант 24



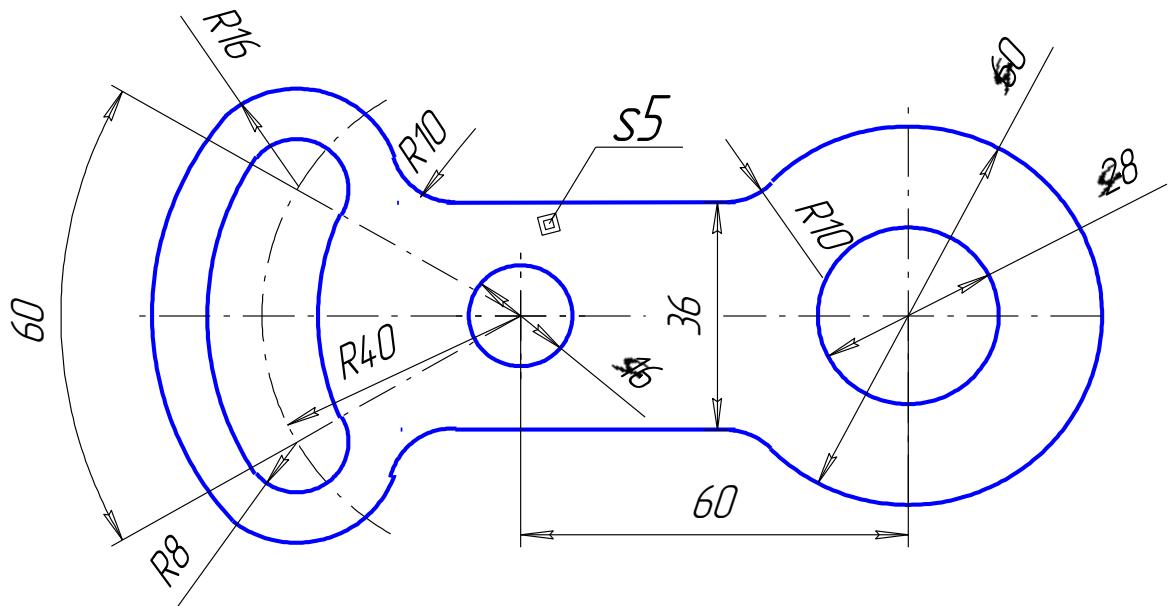
Вариант 25



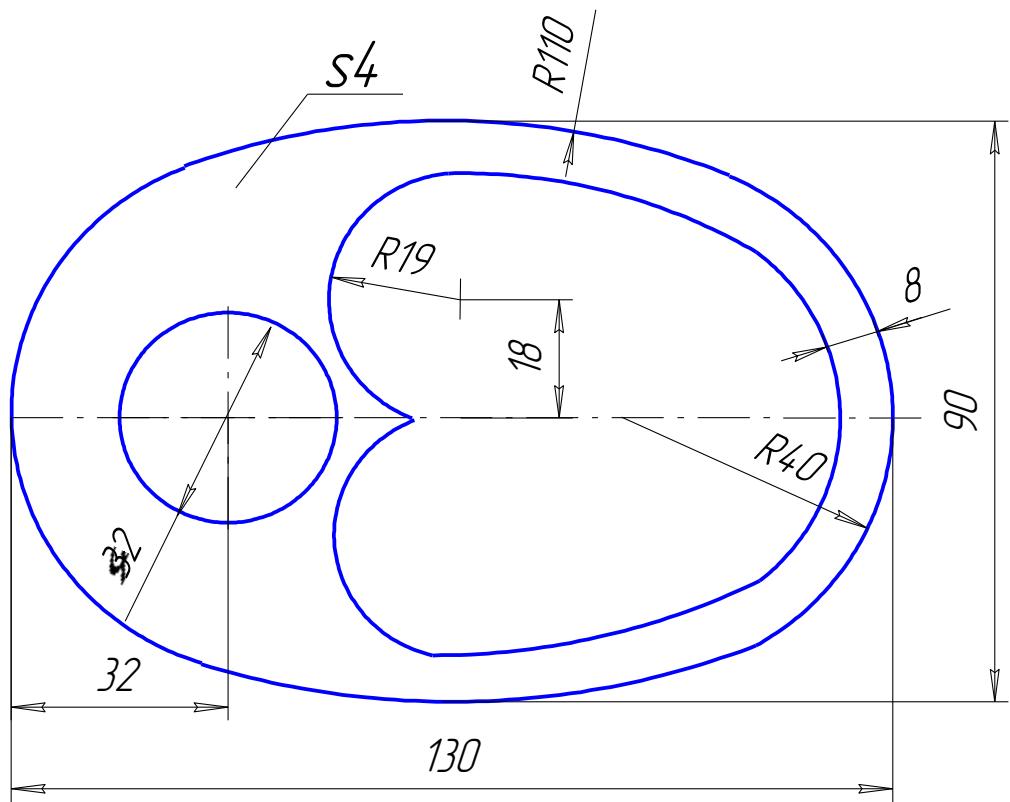
Вариант 26



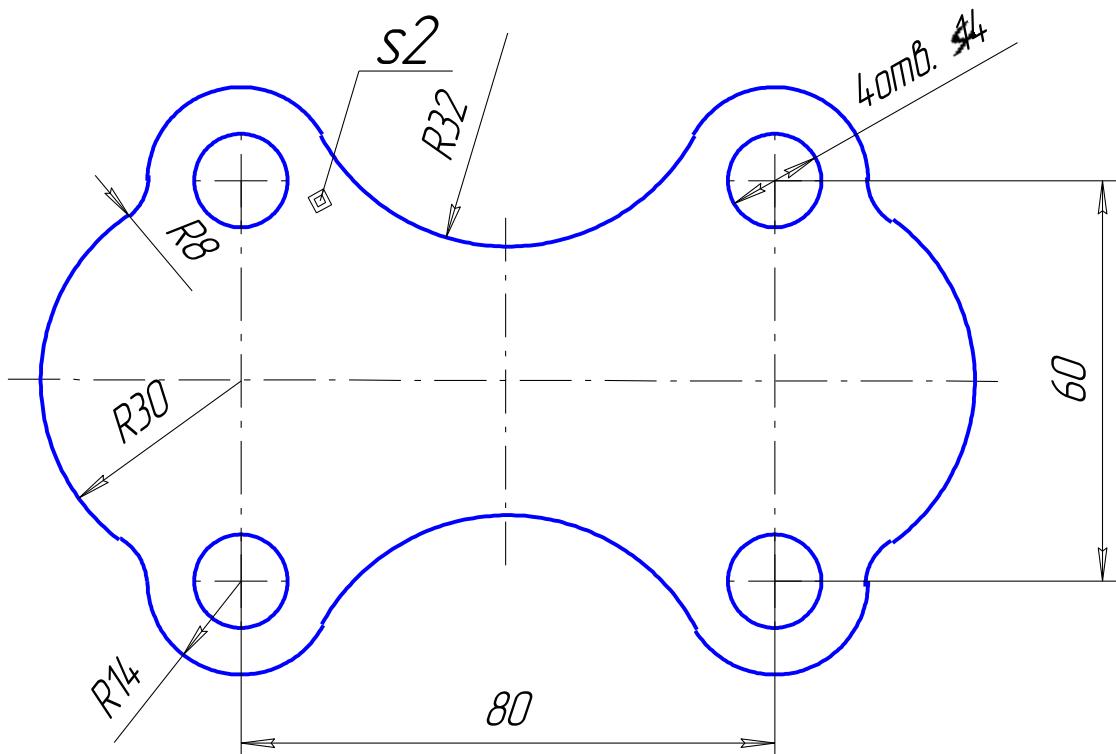
Вариант 27



Вариант 28



## Вариант 29

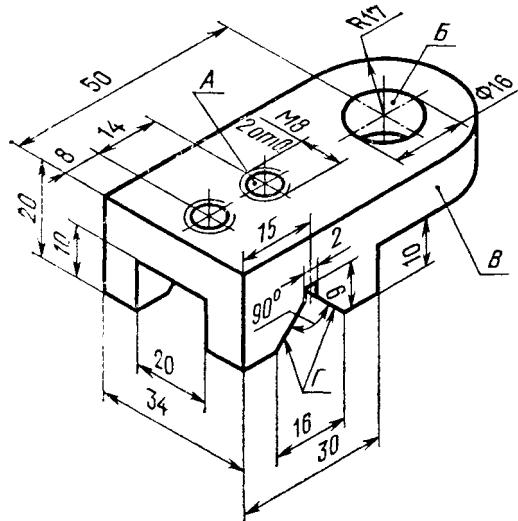


## Вариант 30

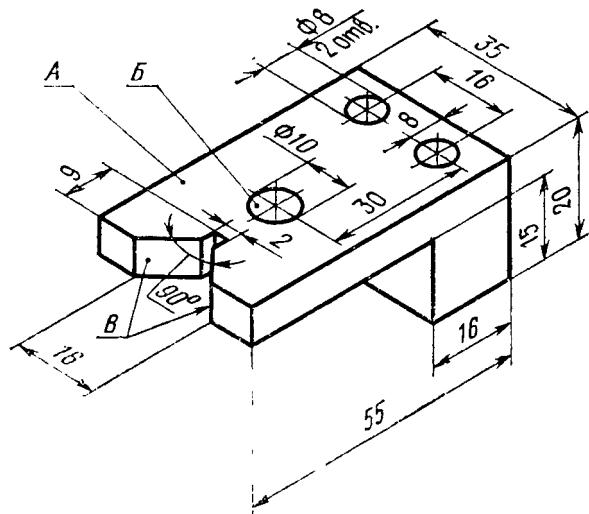
## Приложение Г

Варианты к задаче 1 РГР №2 «Проекционное черчение»

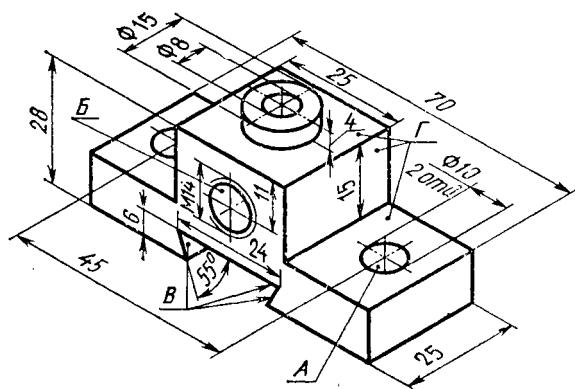
**Вариант 1**



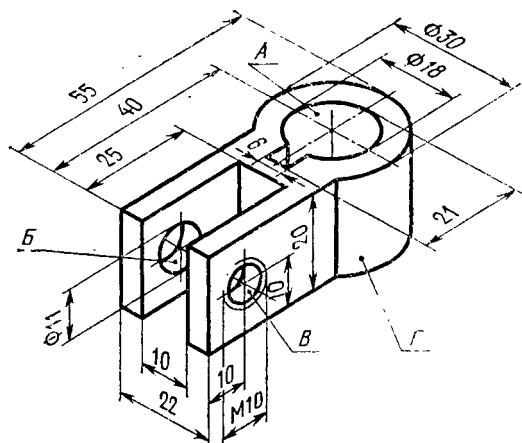
**Вариант 2**



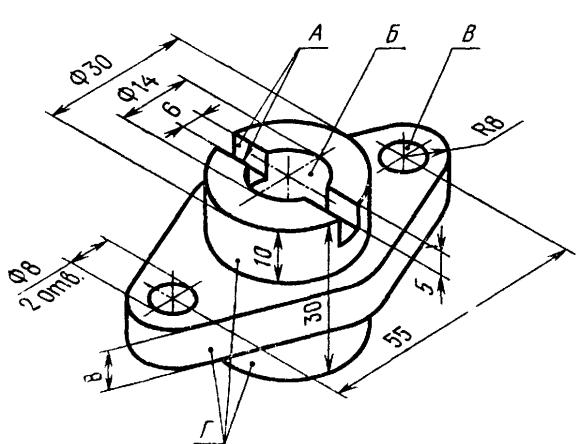
**Вариант 3**



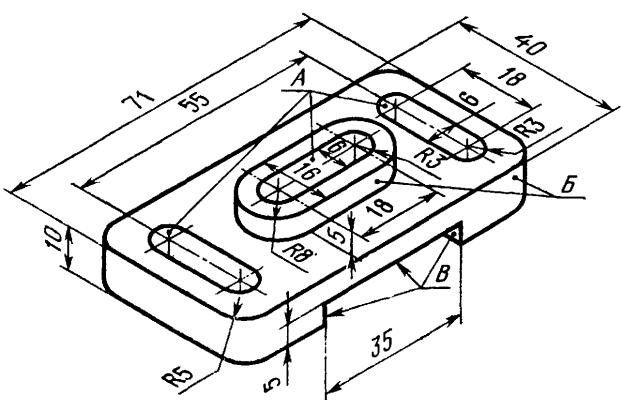
**Вариант 4**



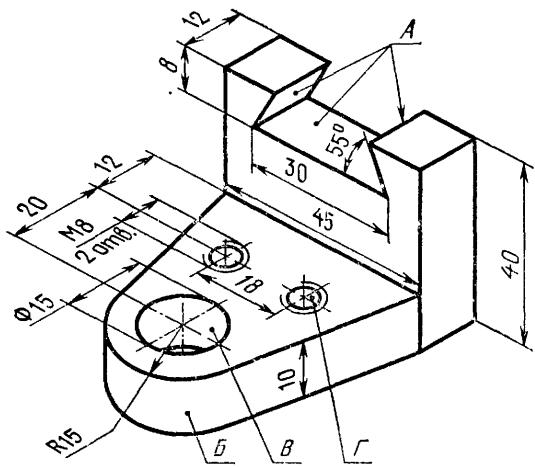
**Вариант 5**



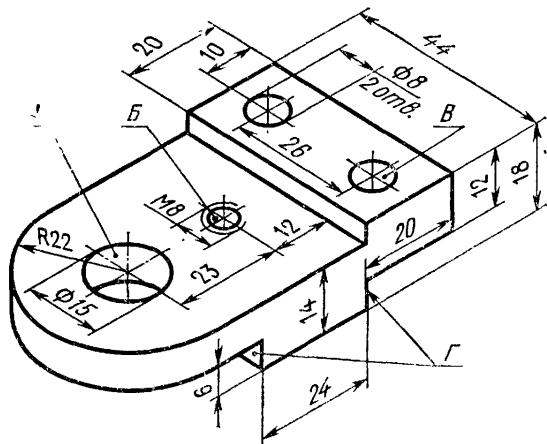
**Вариант 6**



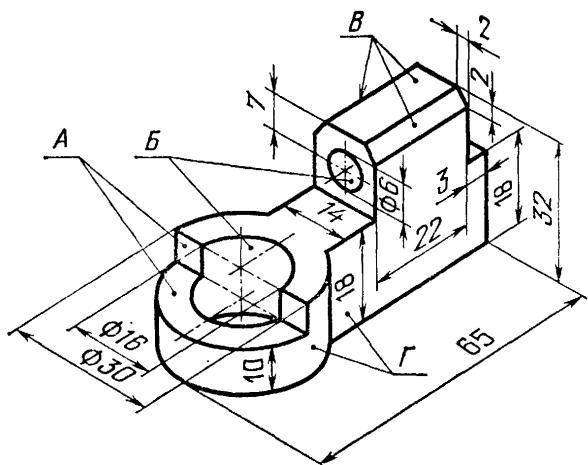
## Вариант 7



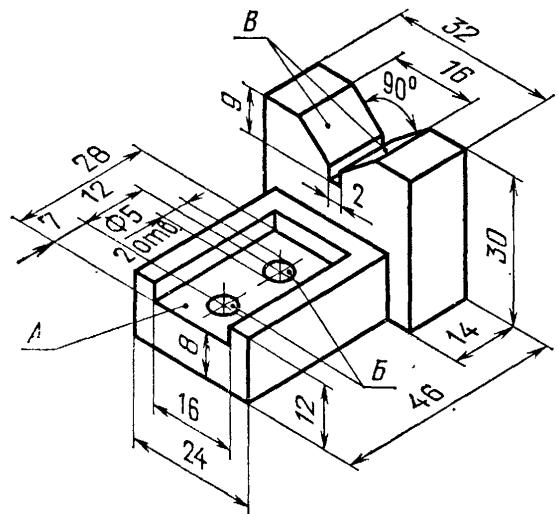
# Вариант 8



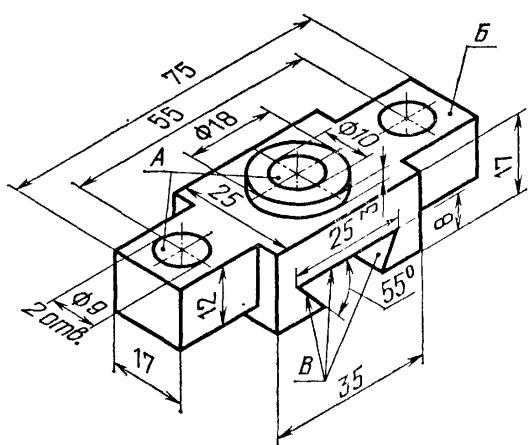
## Вариант 9



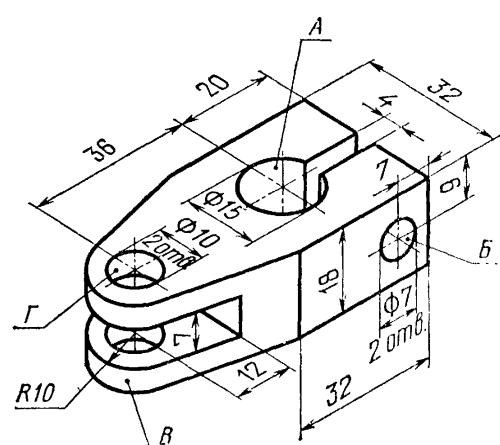
## Вариант 10

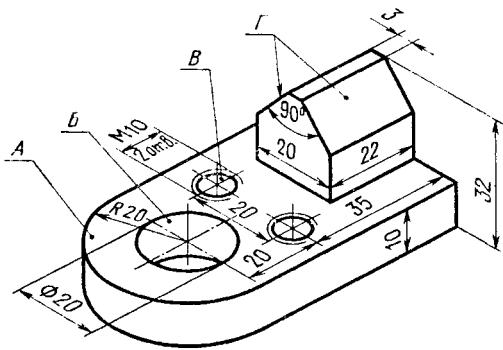
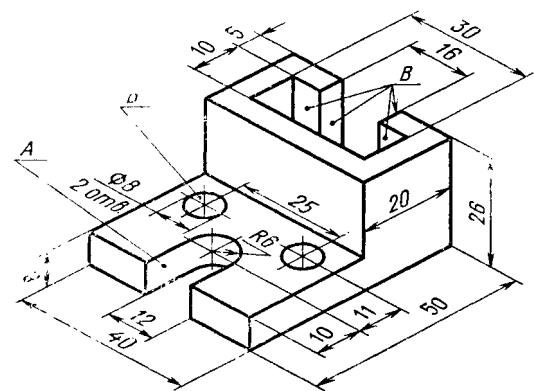
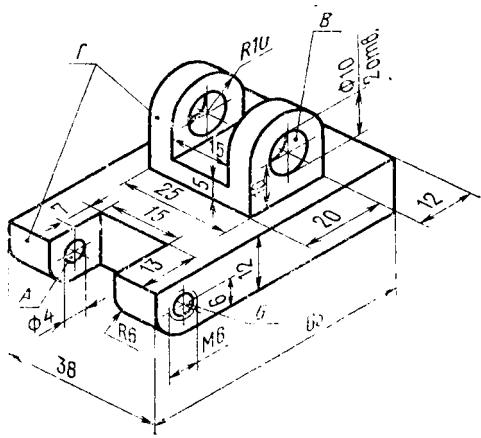
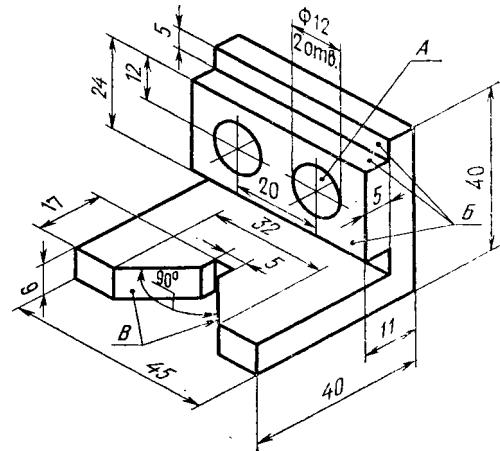
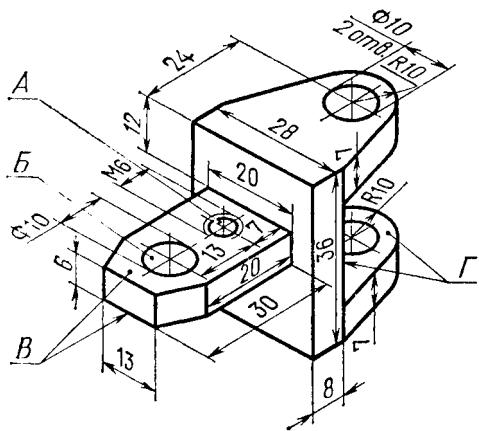
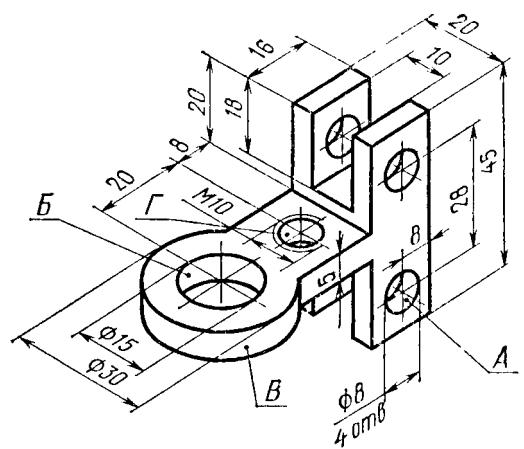


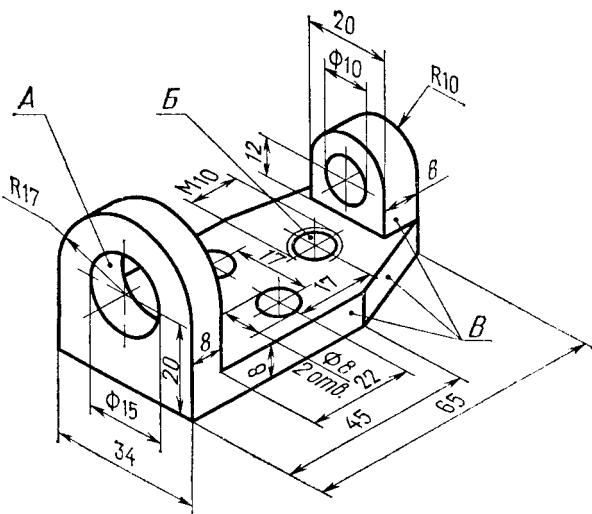
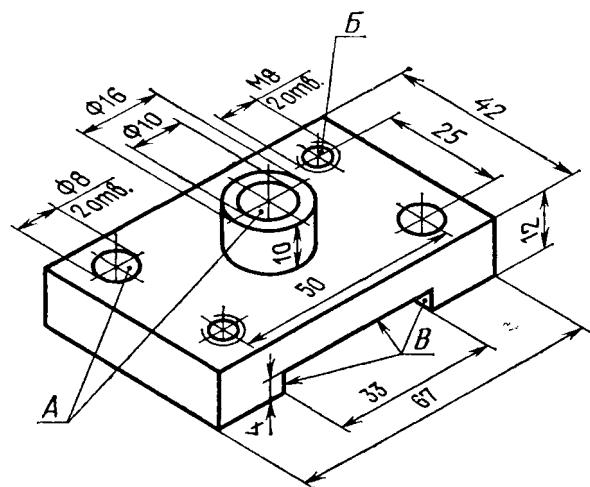
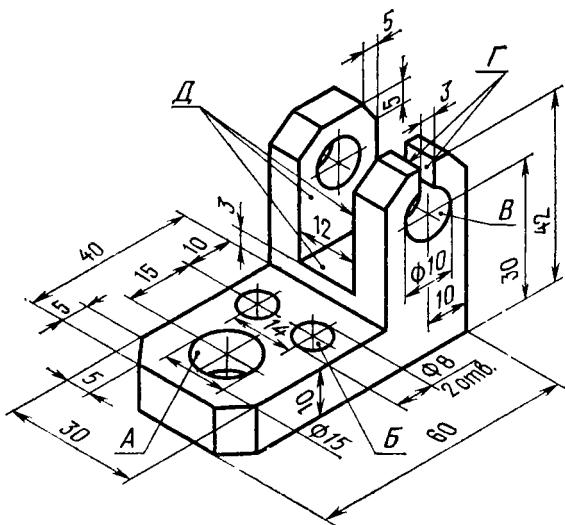
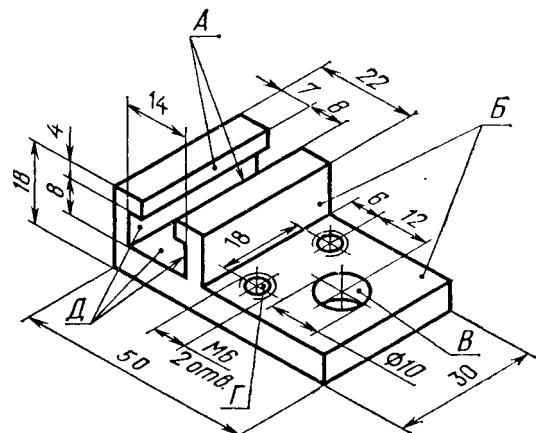
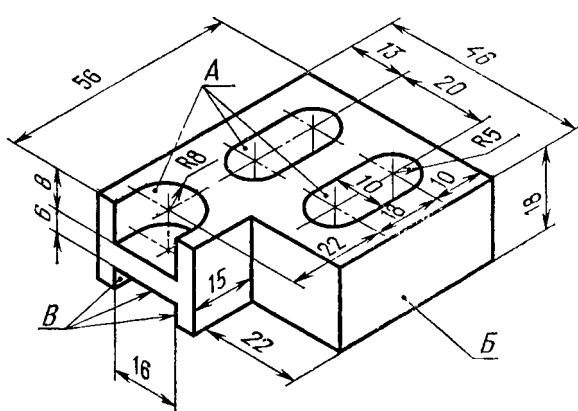
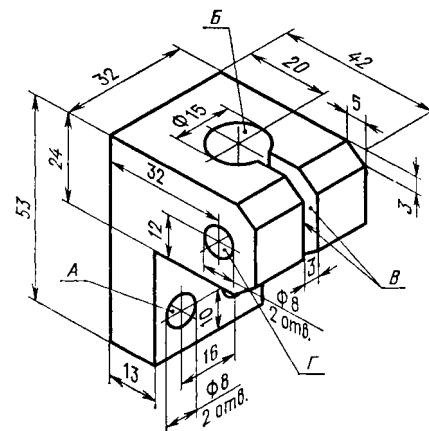
## Вариант 11



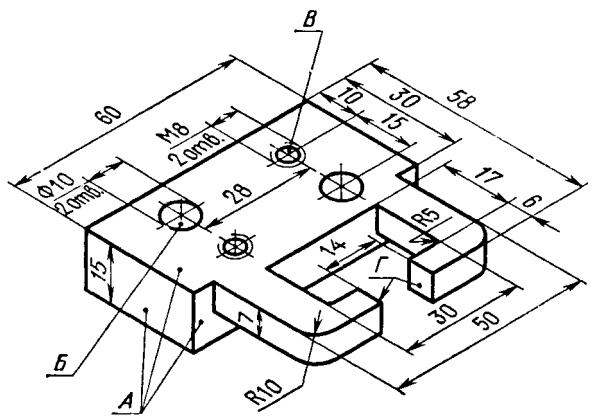
## Вариант 12



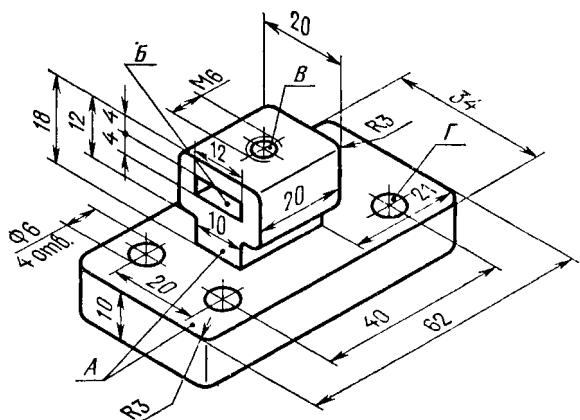
**Вариант 13****Вариант 14****Вариант 15****Вариант 16****Вариант 17****Вариант 18**

**Вариант 19****Вариант 20****Вариант 21****Вариант 22****Вариант 23****Вариант 24**

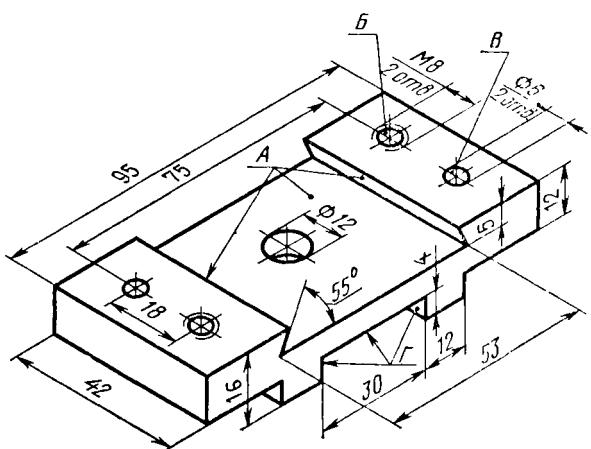
## Вариант 25



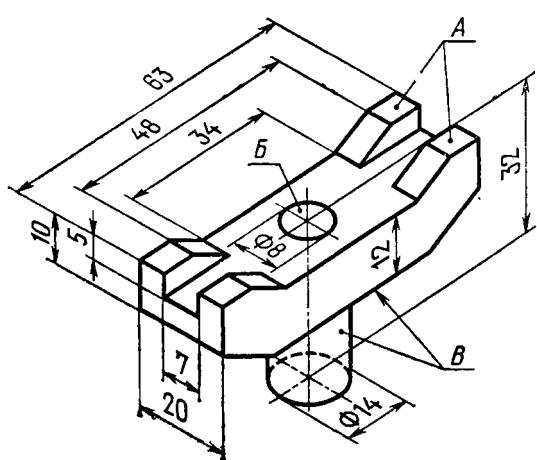
## Вариант 26



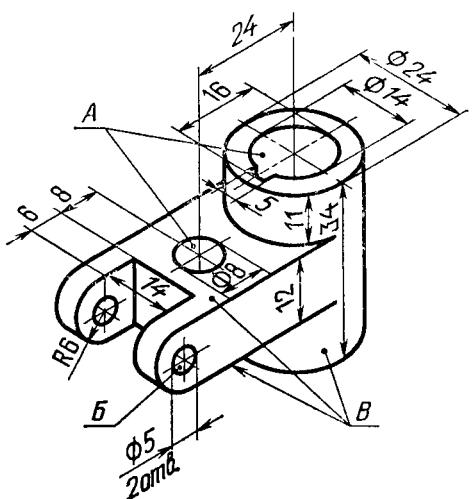
## Вариант 27



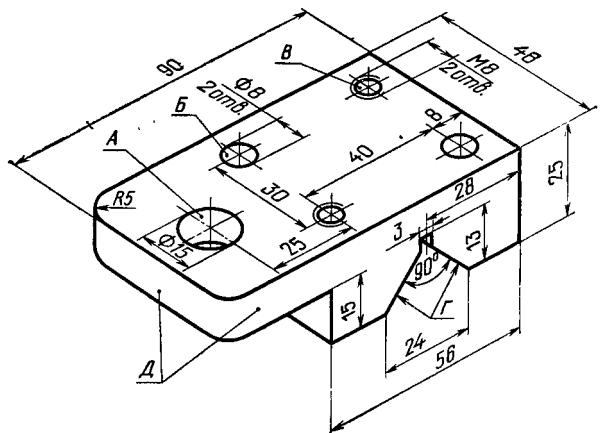
## Вариант 28



## Вариант 29

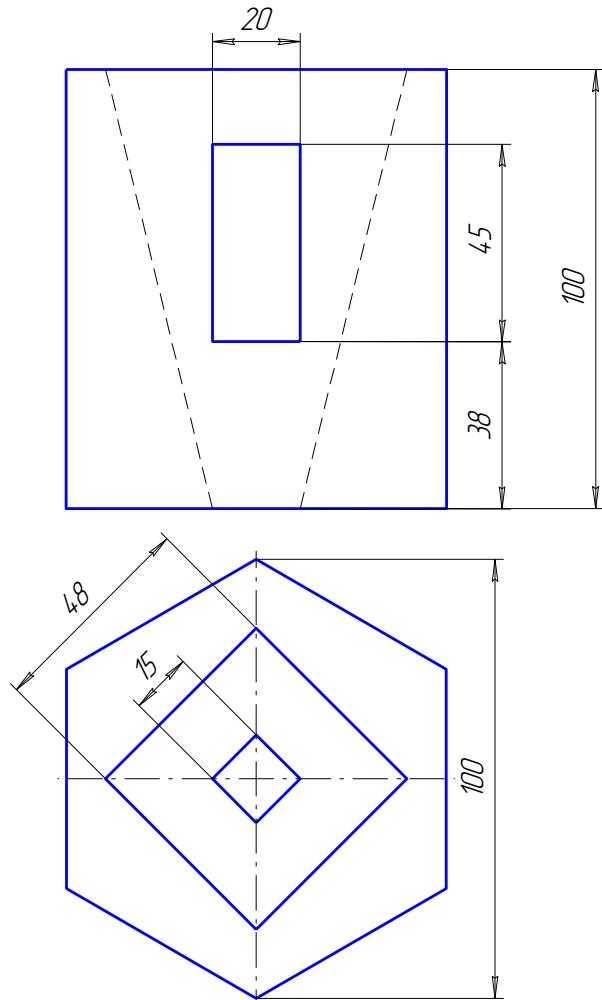


## Вариант 30

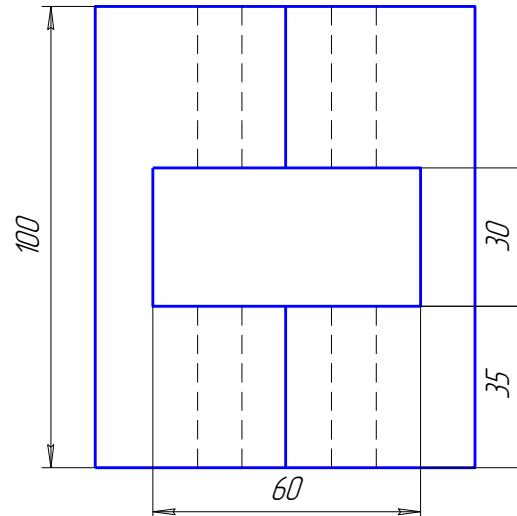


## Приложение Д

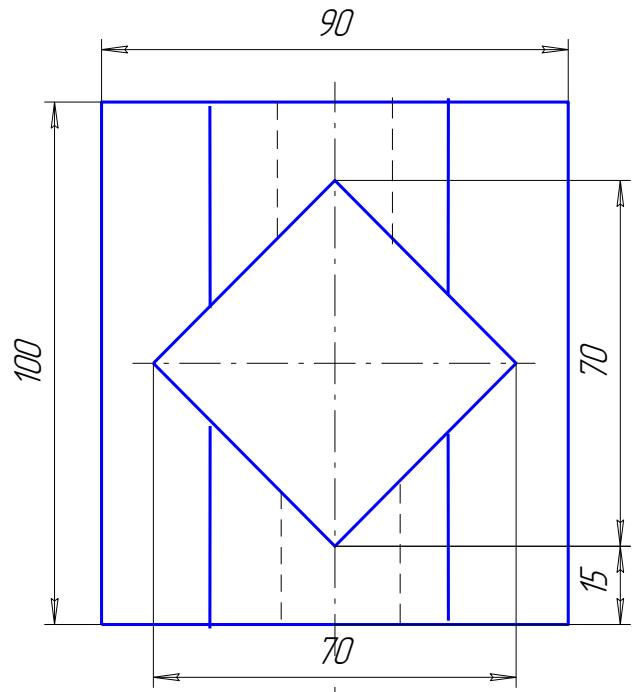
### Варианты к задаче 2 РГР №2 «Проекционное черчение»



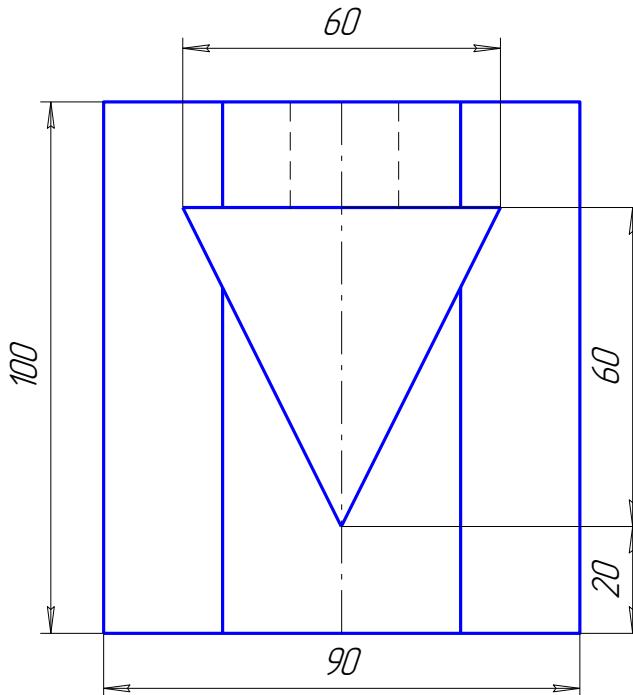
Вариант 1



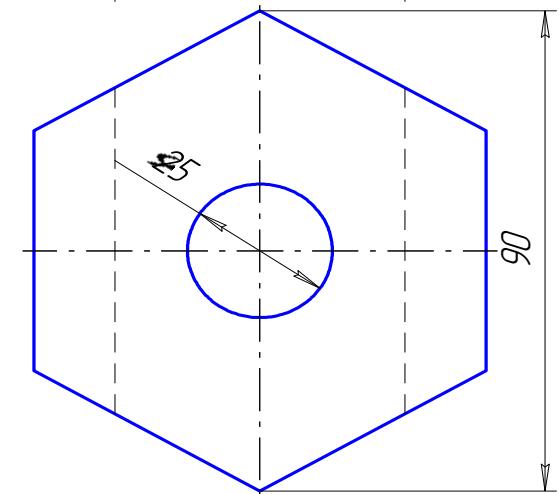
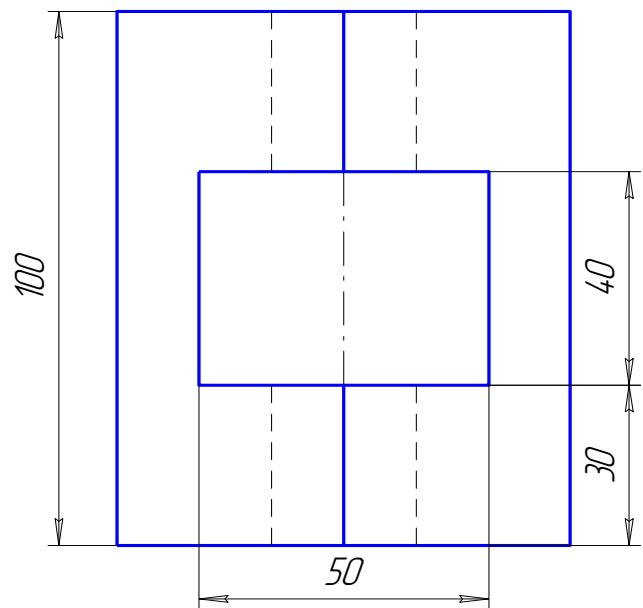
Вариант 2



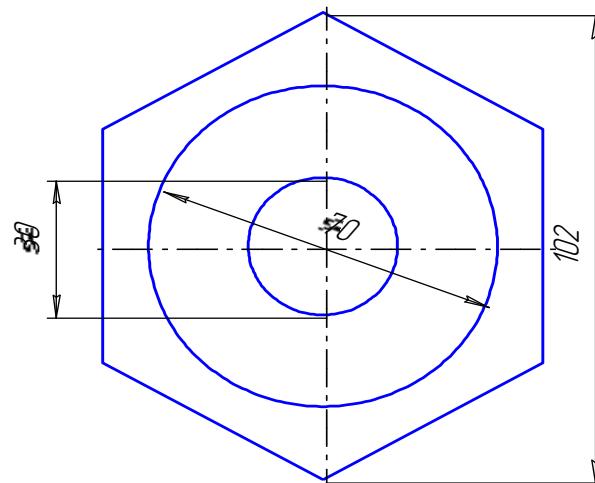
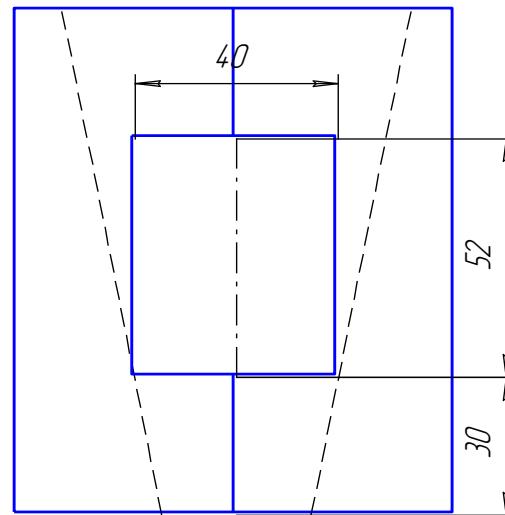
Вариант 3



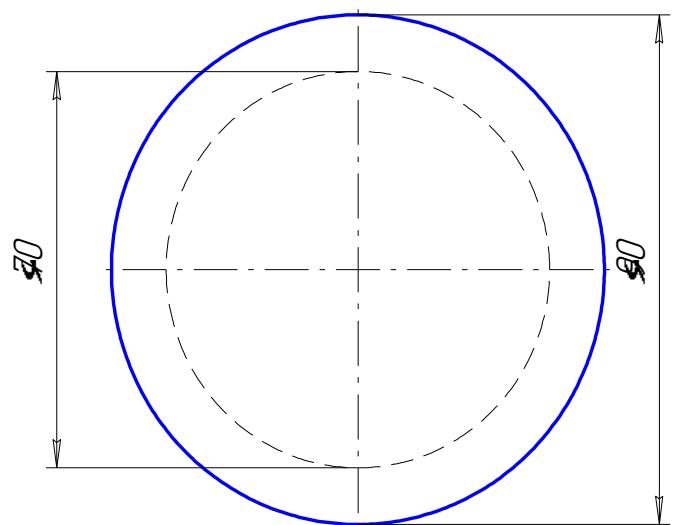
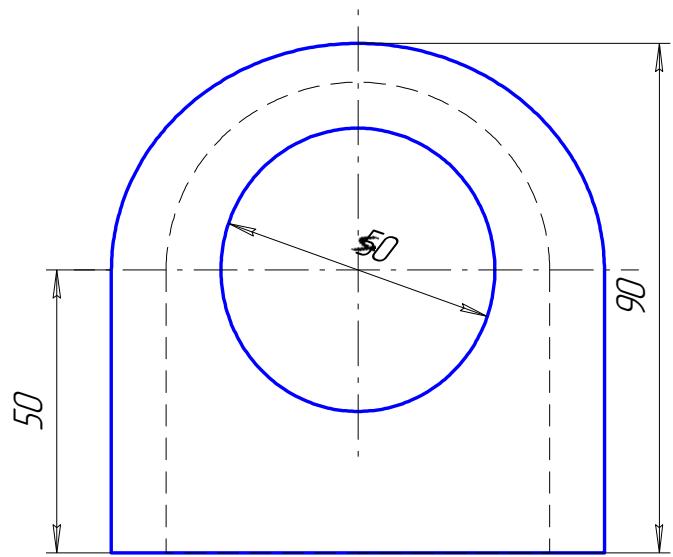
Вариант 4



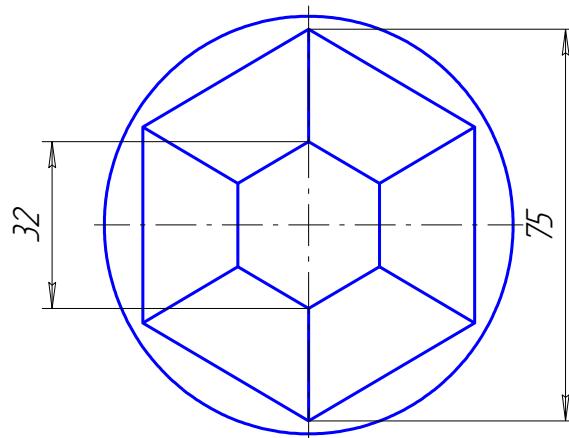
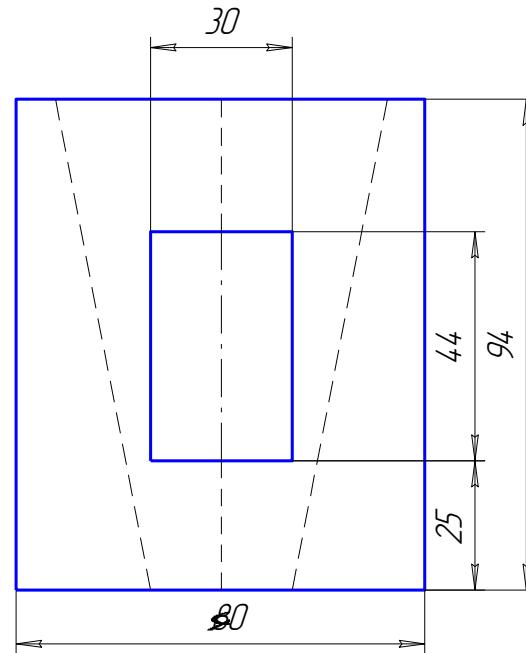
Вариант 5



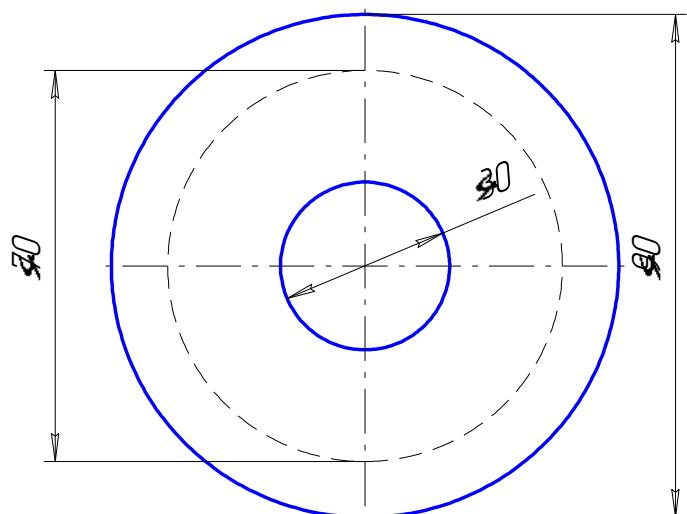
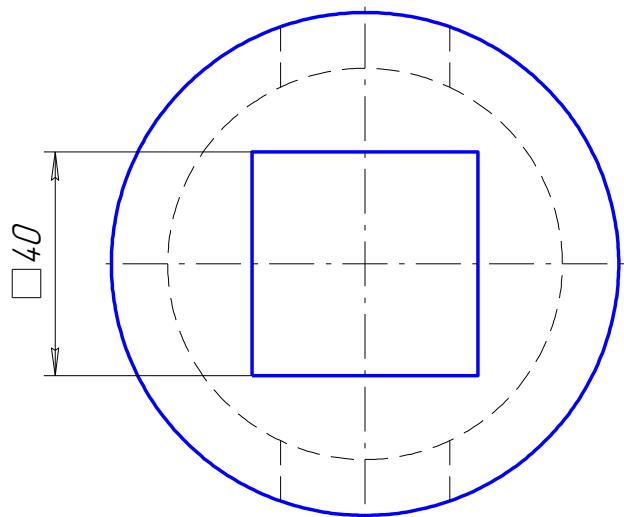
Вариант 6



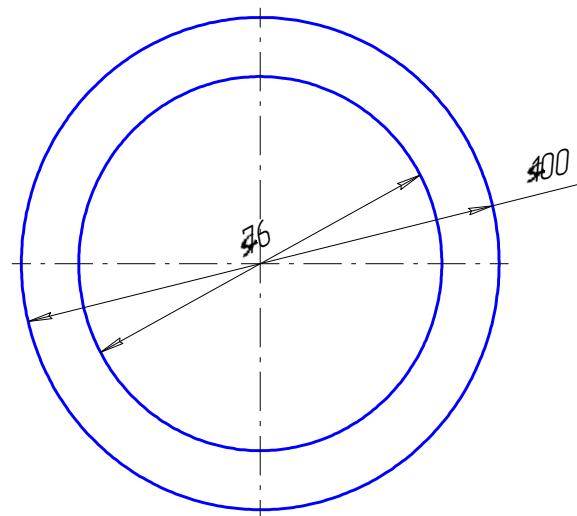
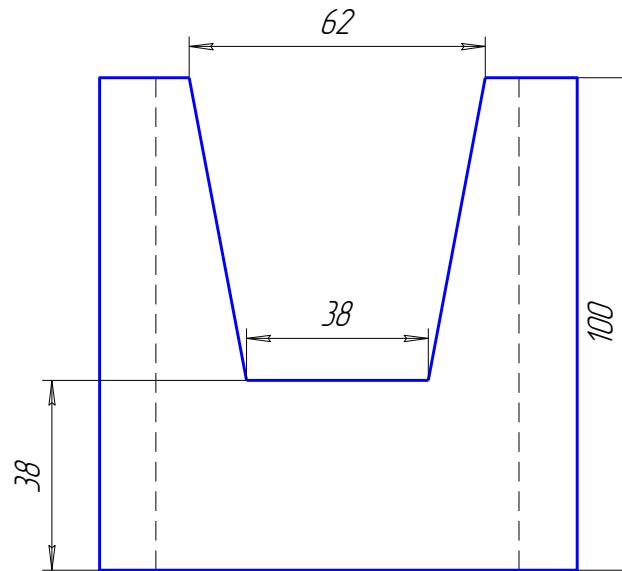
Вариант 7



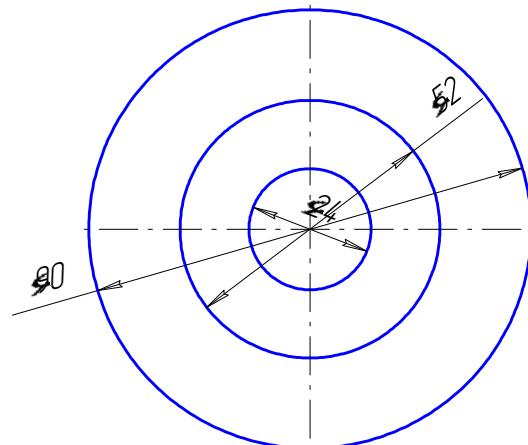
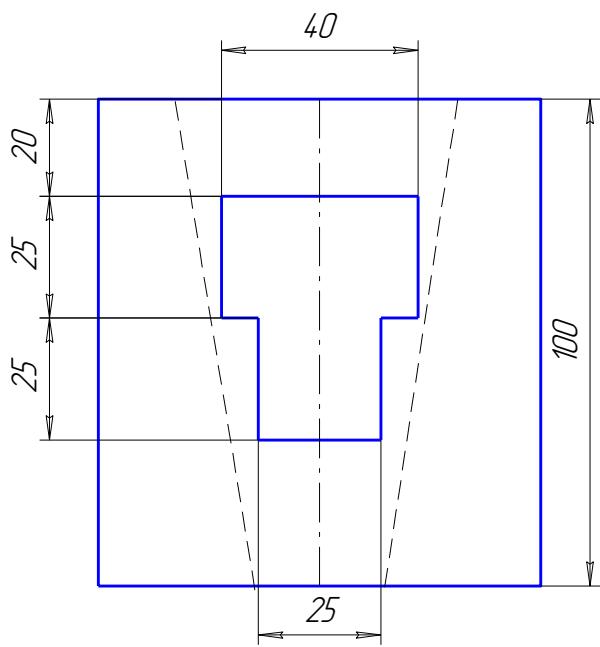
Вариант 8



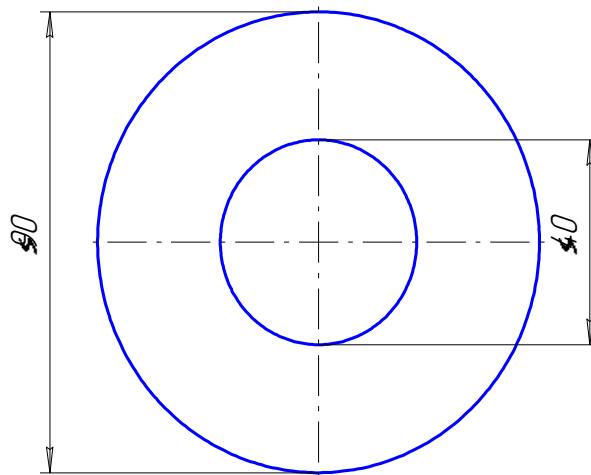
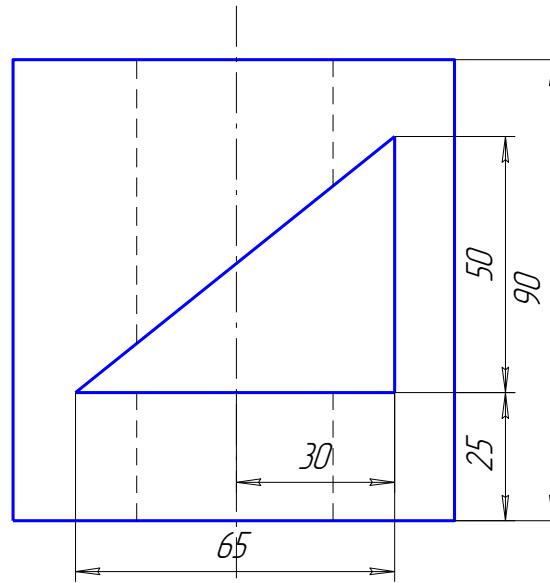
Вариант 9



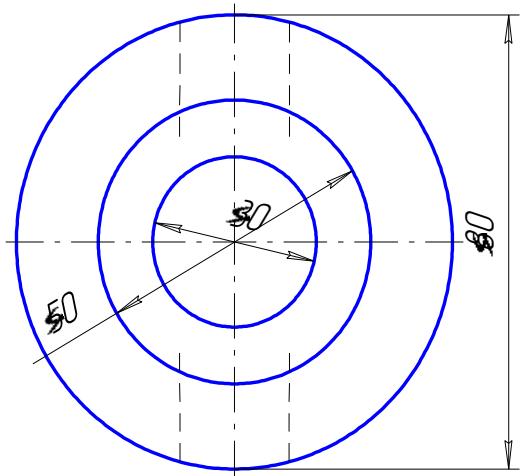
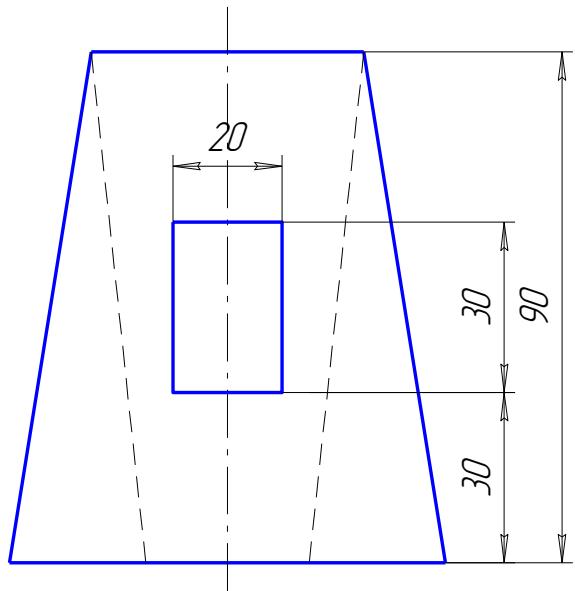
Вариант 10



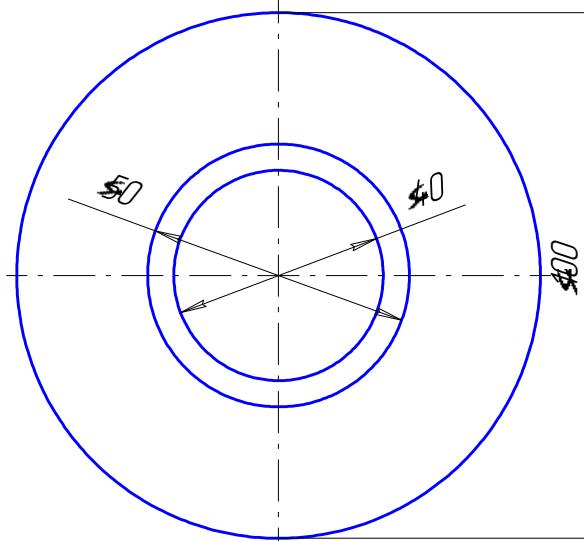
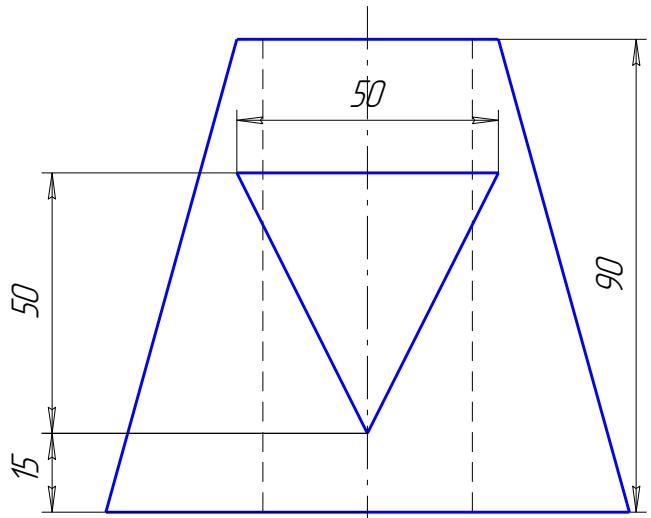
Вариант 11



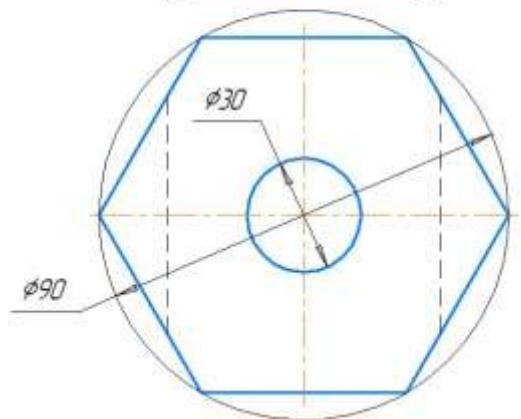
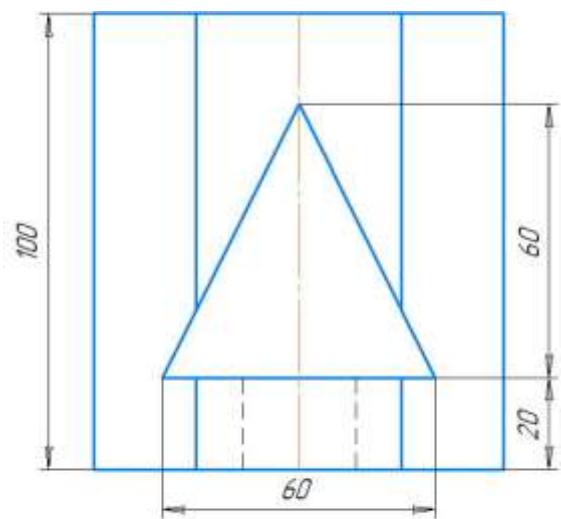
Вариант 12



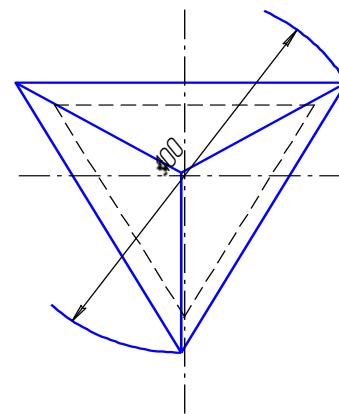
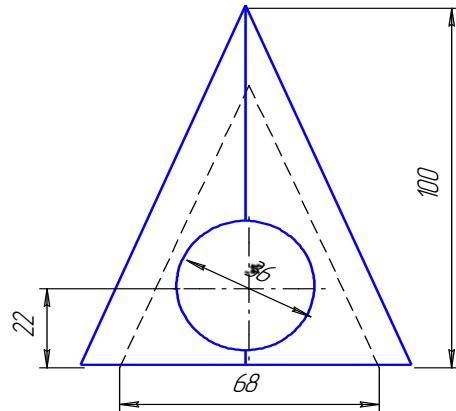
Вариант 13



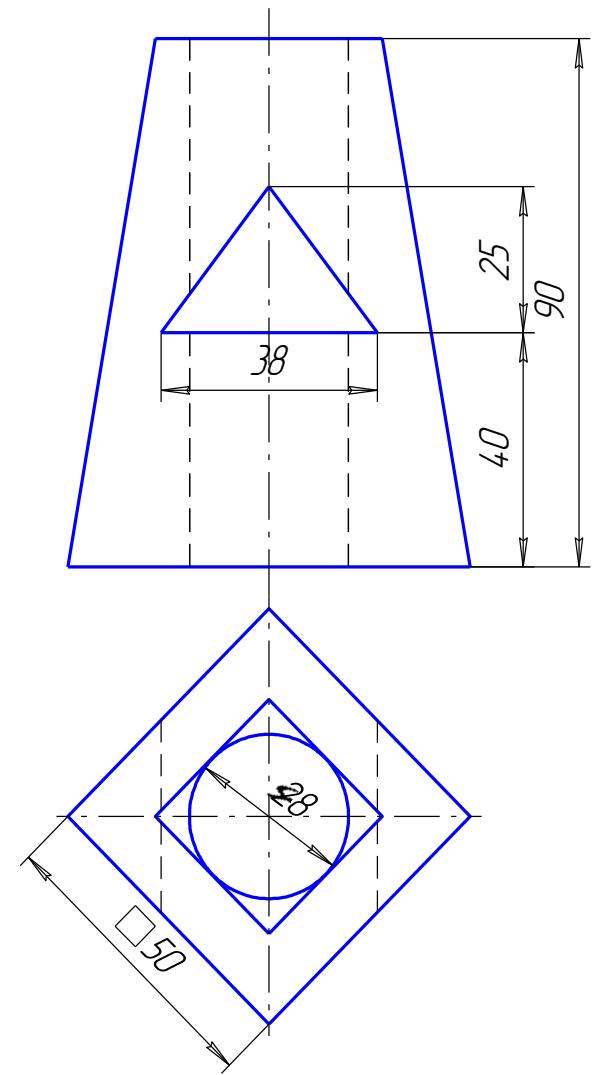
Вариант 14



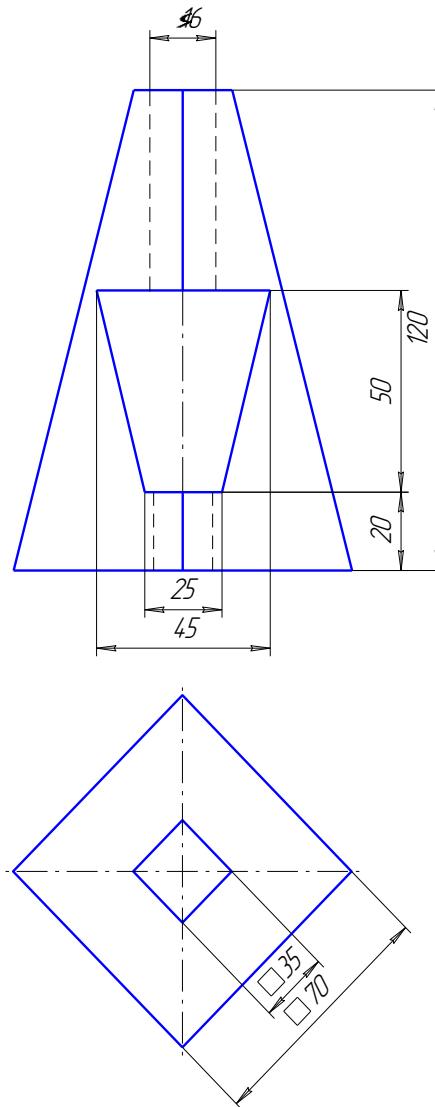
Вариант 15



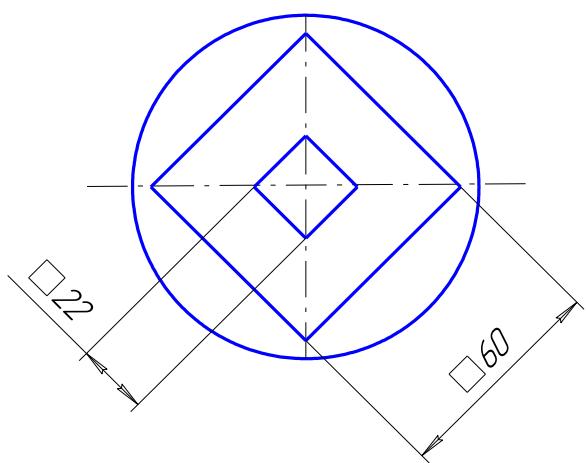
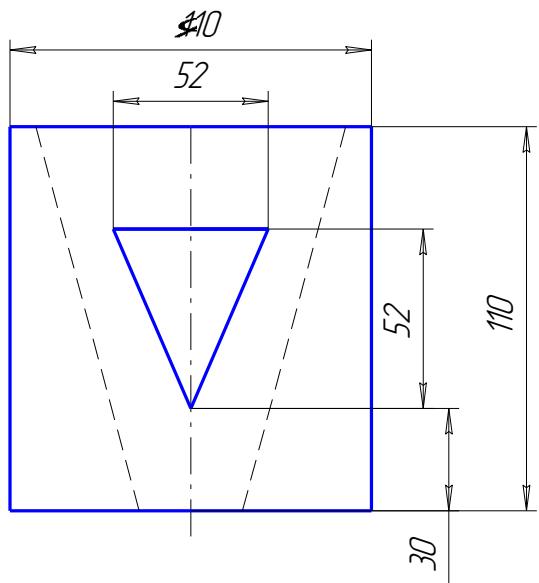
Вариант 16



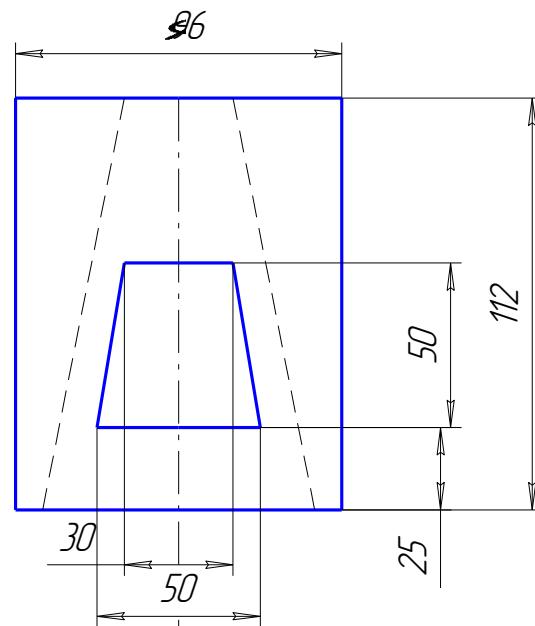
Вариант 17



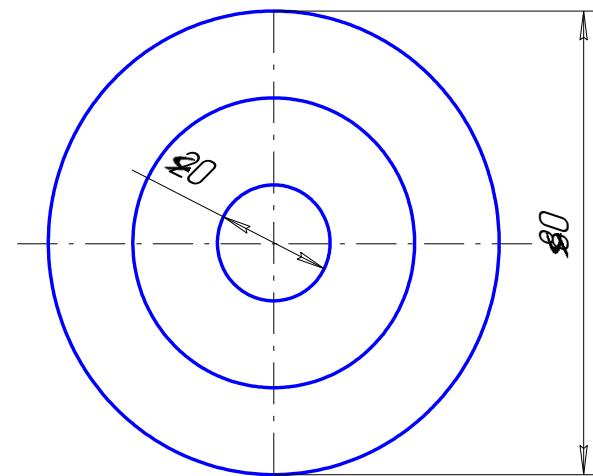
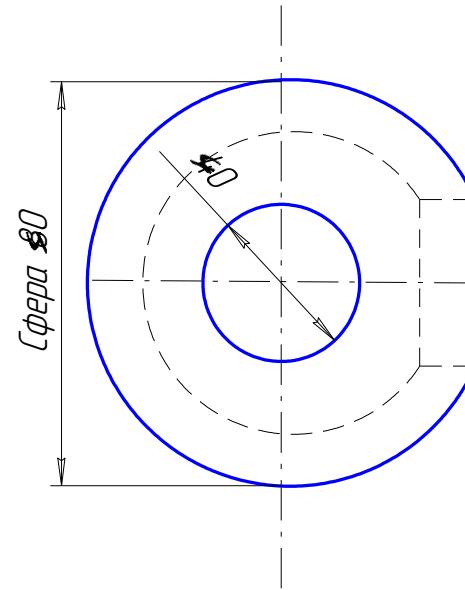
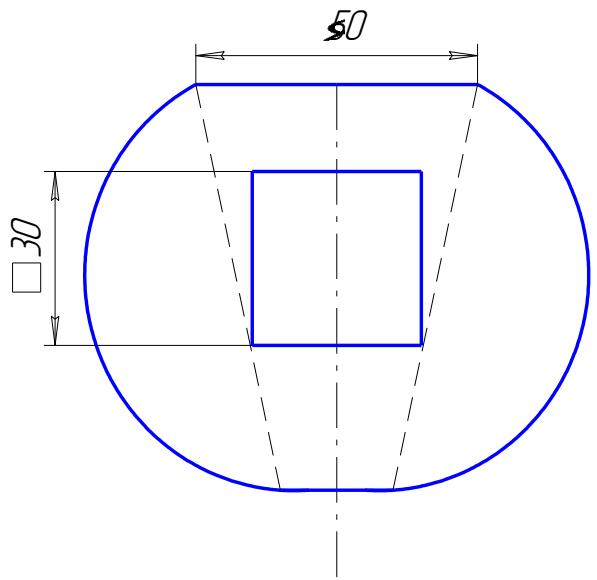
Вариант 18



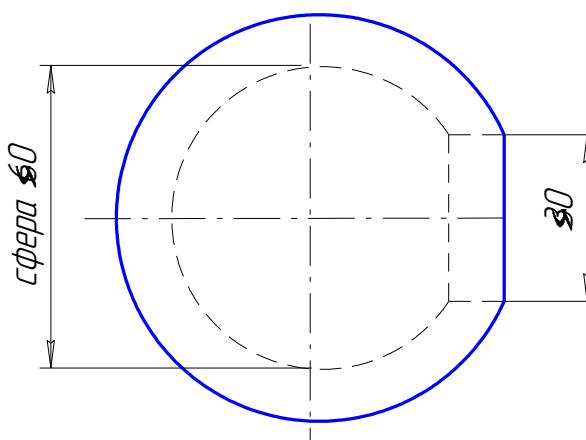
Вариант 19



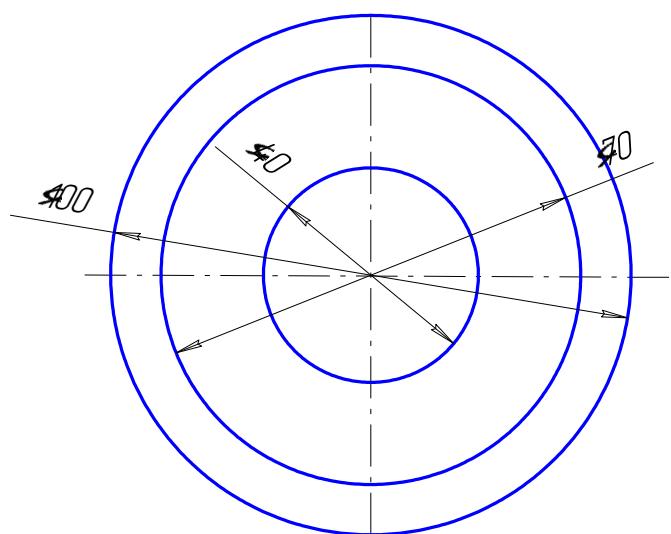
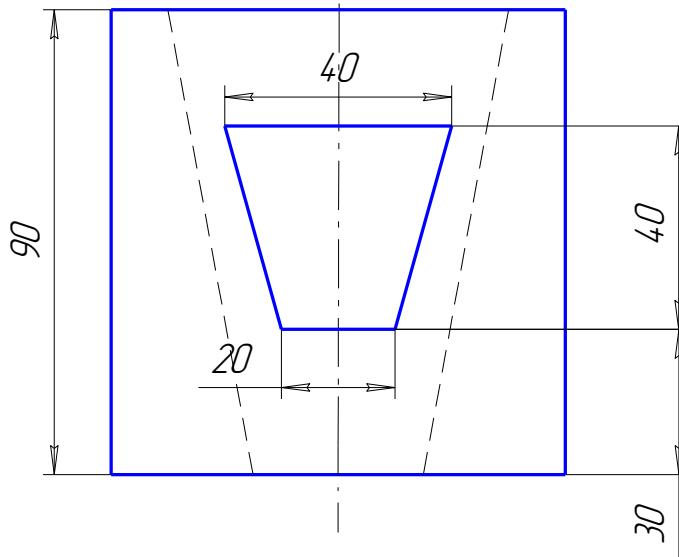
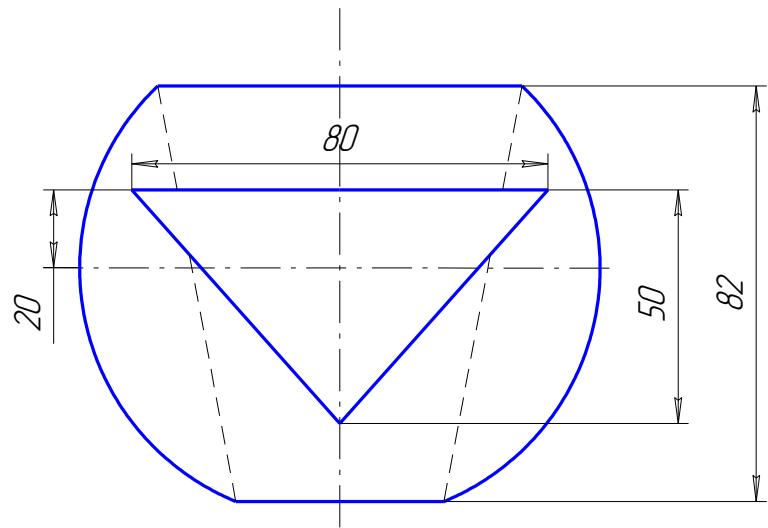
Вариант 20



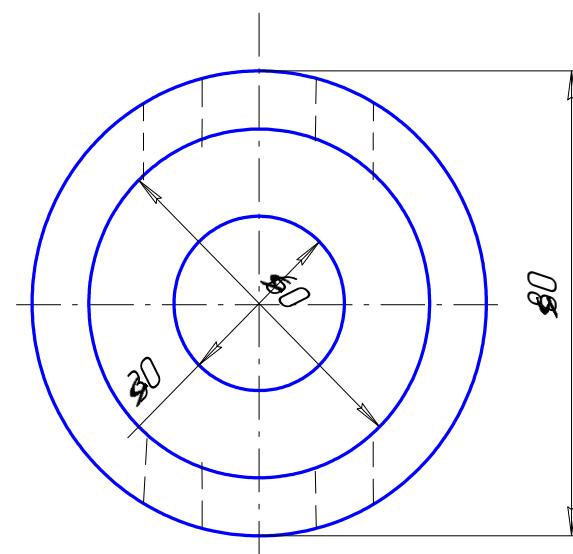
Вариант 21



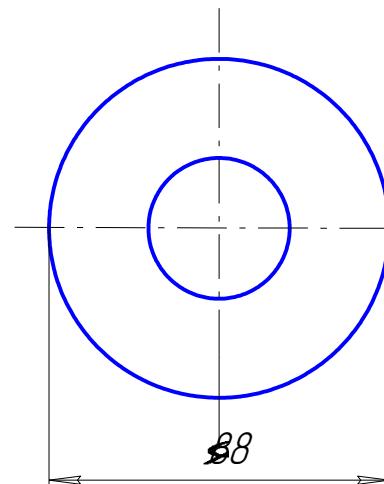
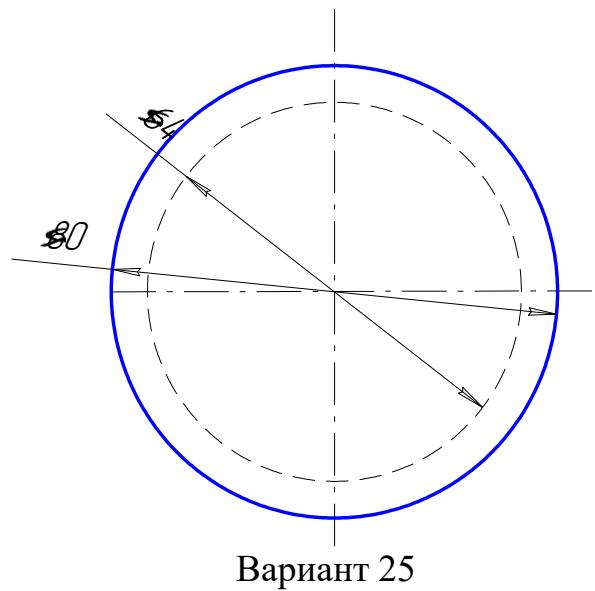
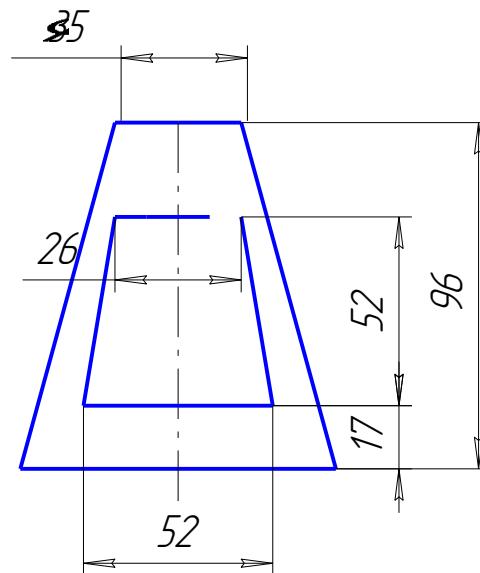
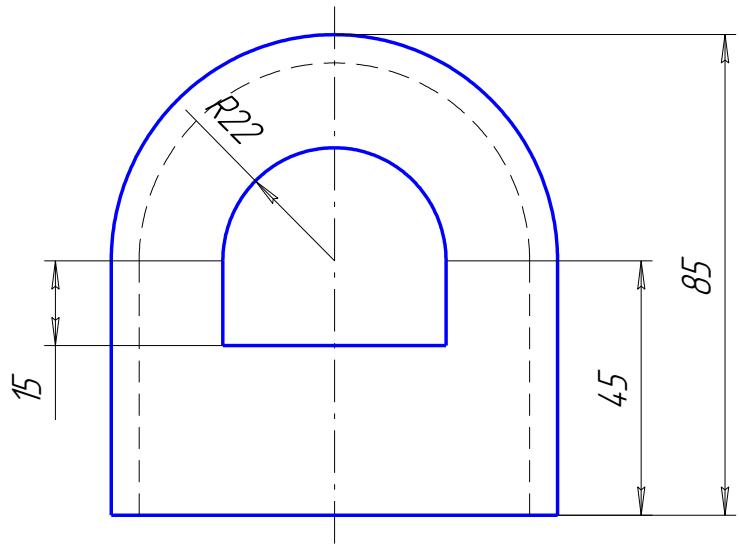
Вариант 22



Вариант 23

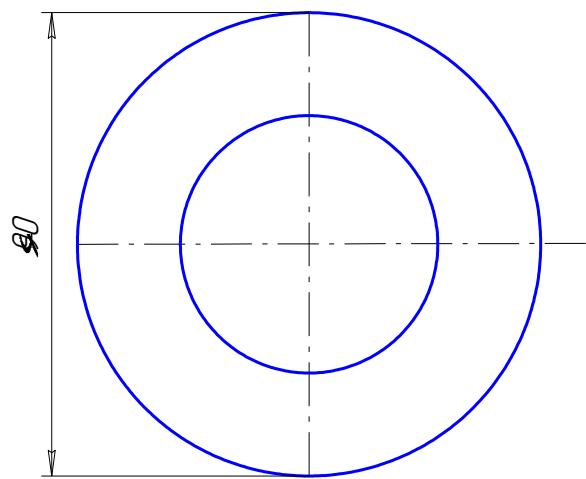
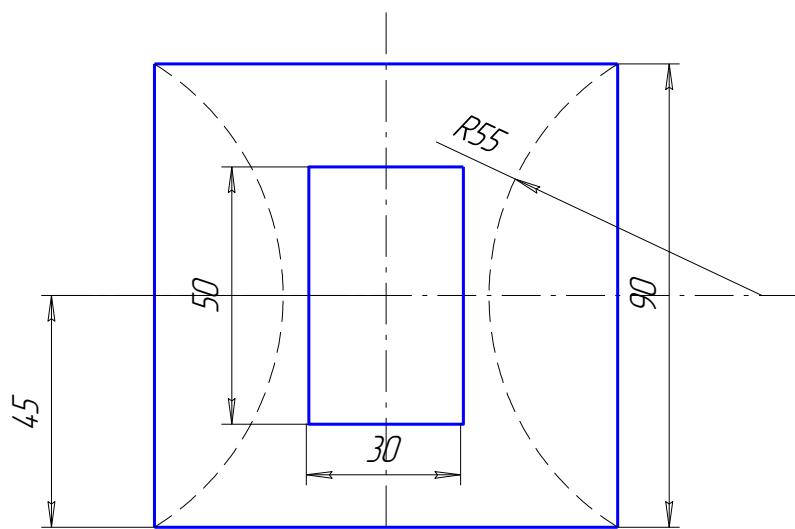


Вариант 24

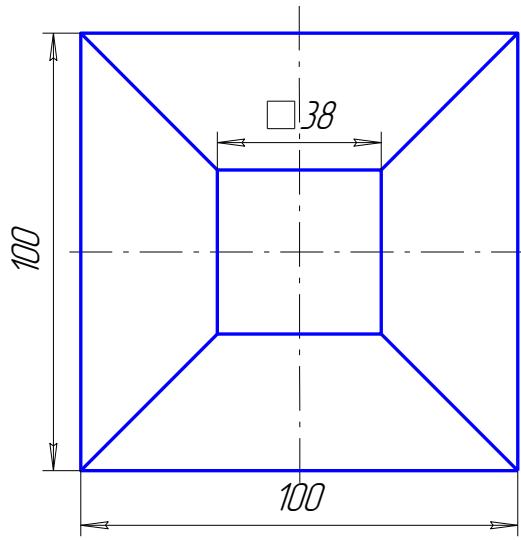
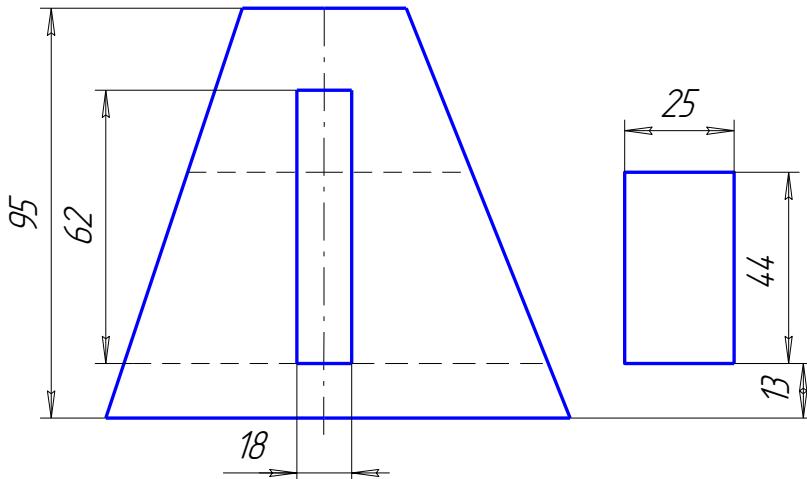


Вариант 25

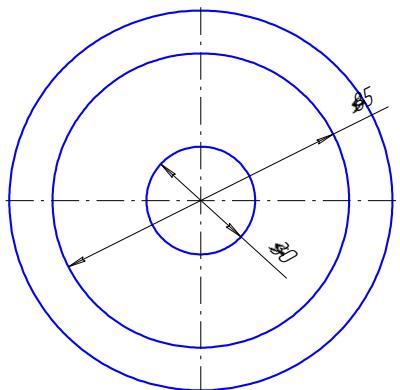
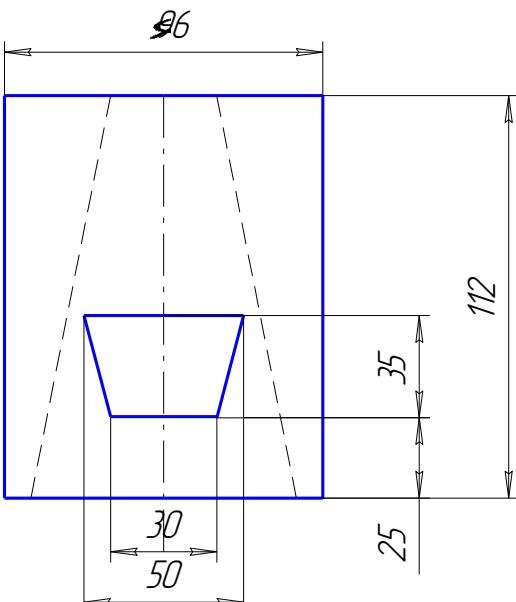
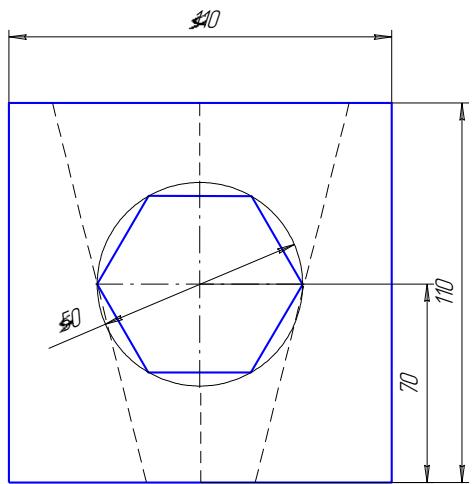
Вариант 26



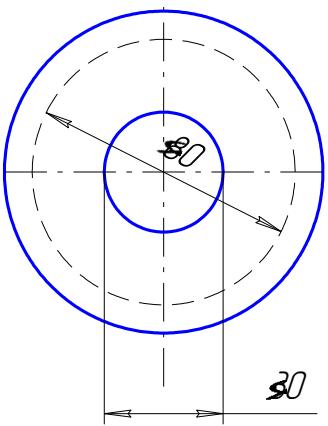
Вариант 27



Вариант 28



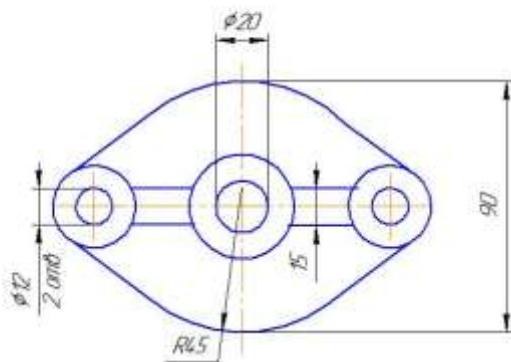
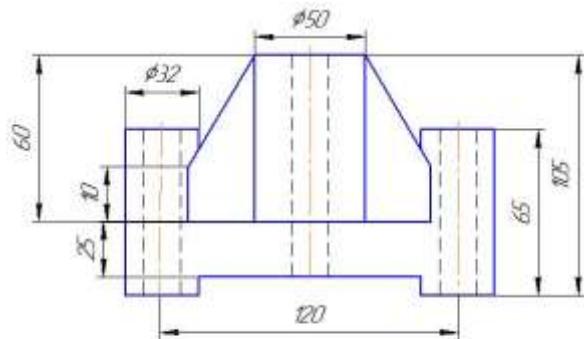
Вариант 29



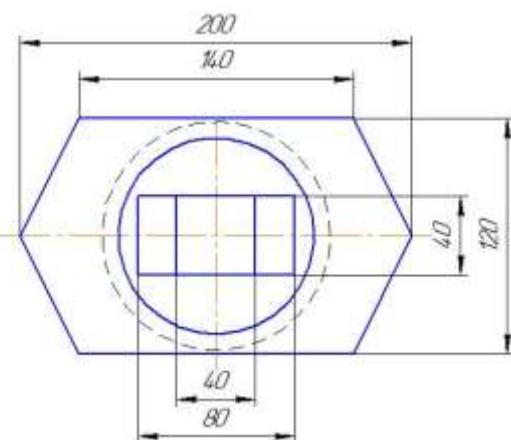
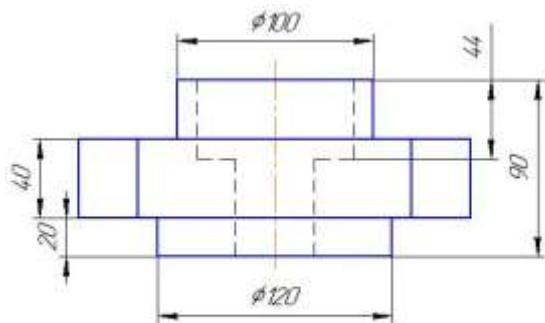
Вариант 30

## Приложение Е

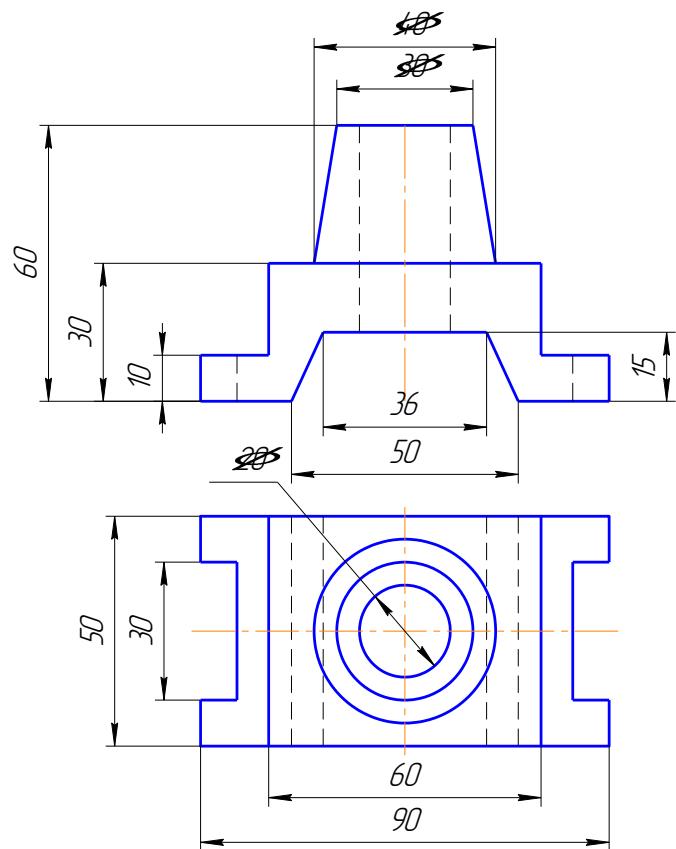
Варианты к задаче 3 РГР №2 «Проекционное черчение»



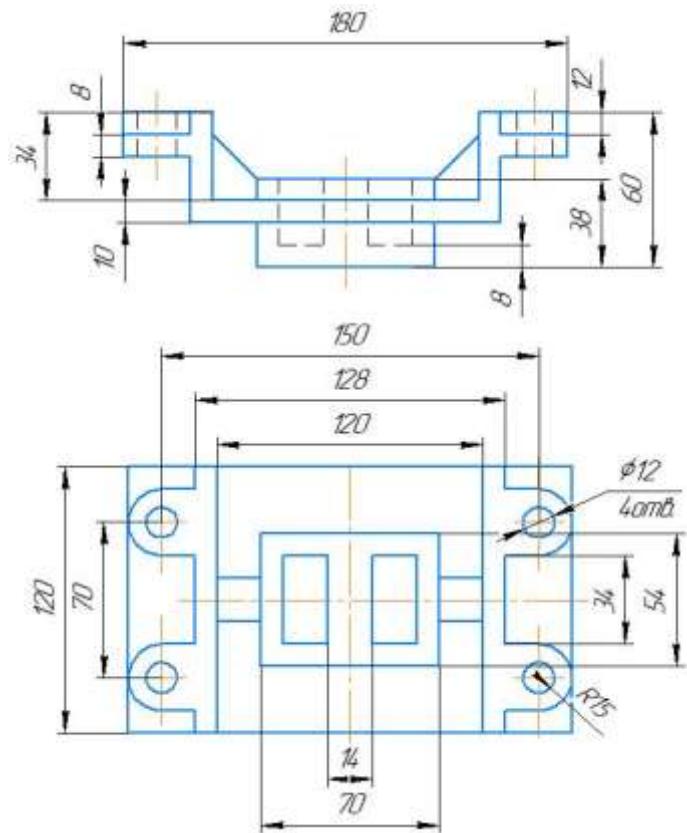
Вариант 1



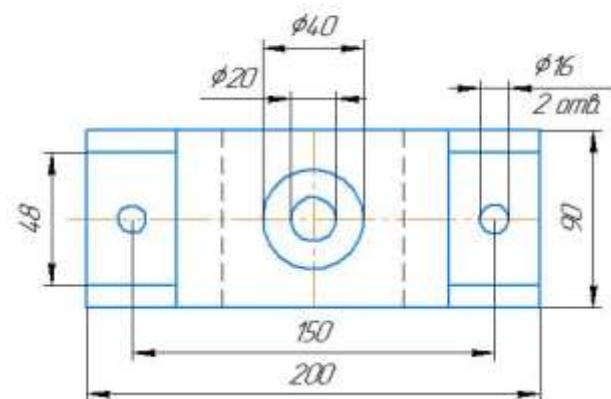
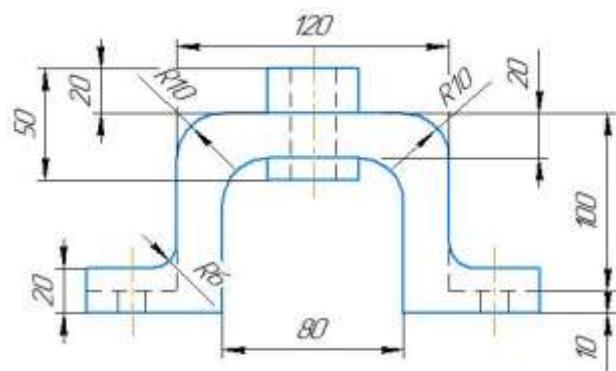
Вариант 2



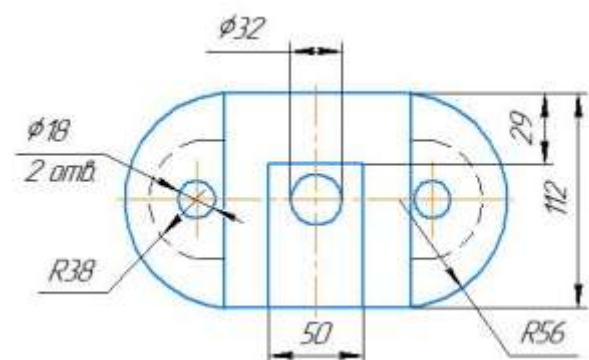
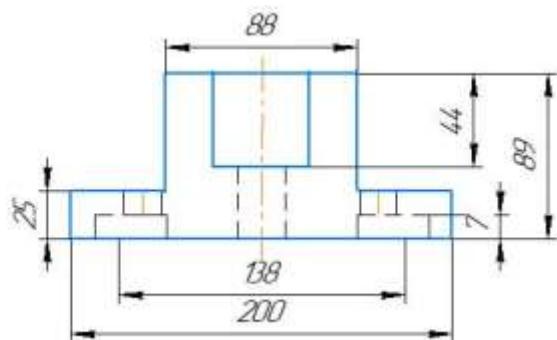
Вариант 3



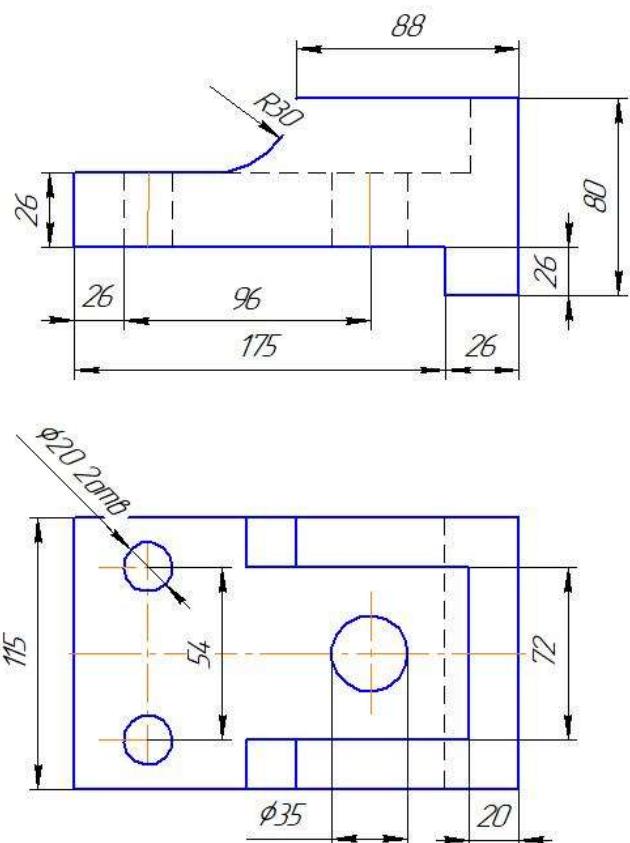
Вариант 4



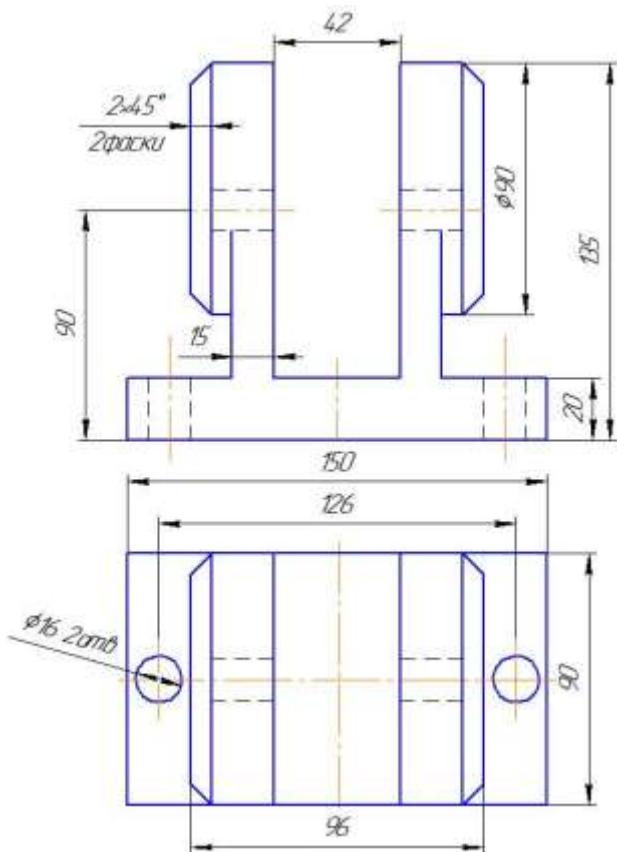
## Вариант 5



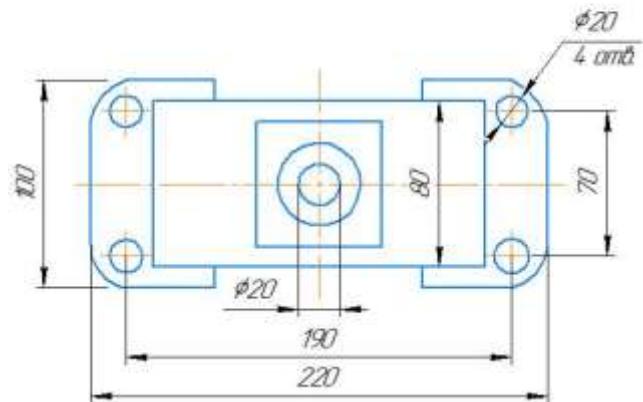
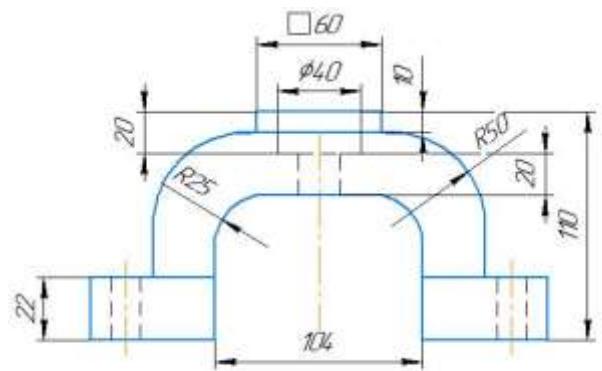
## Вариант 6



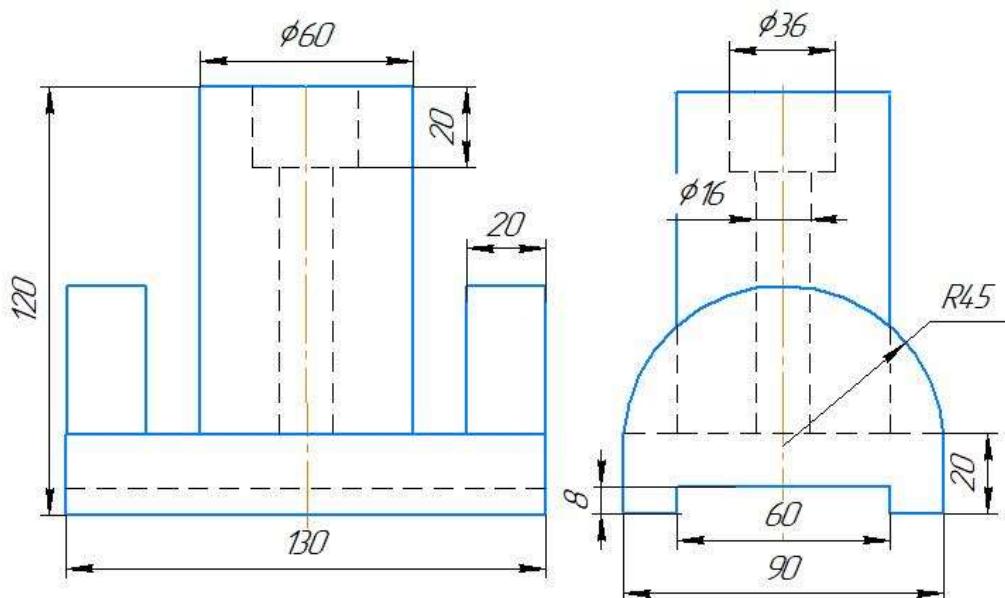
Вариант 7



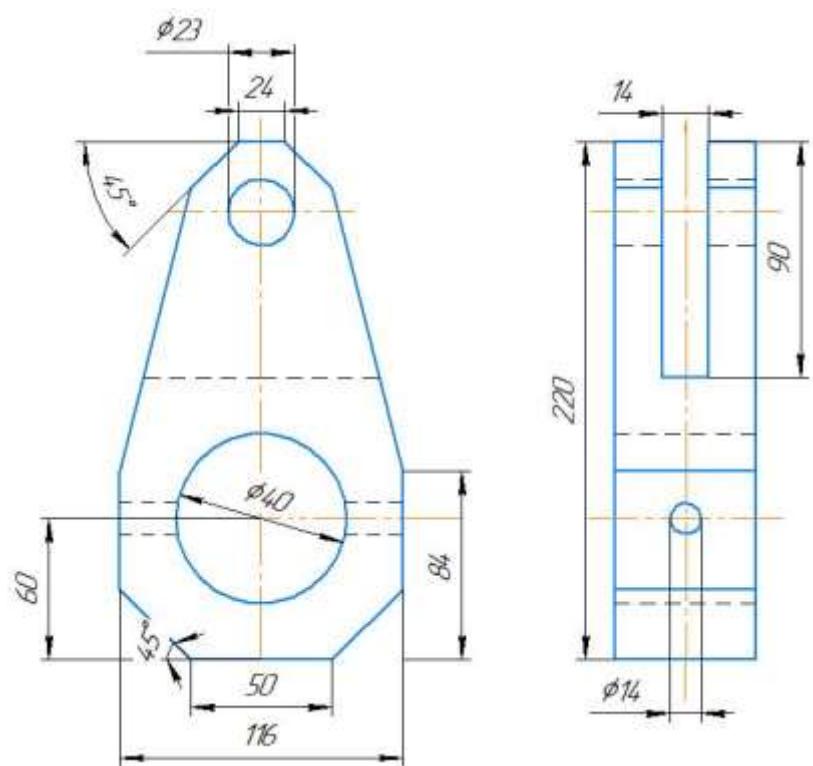
Вариант 8



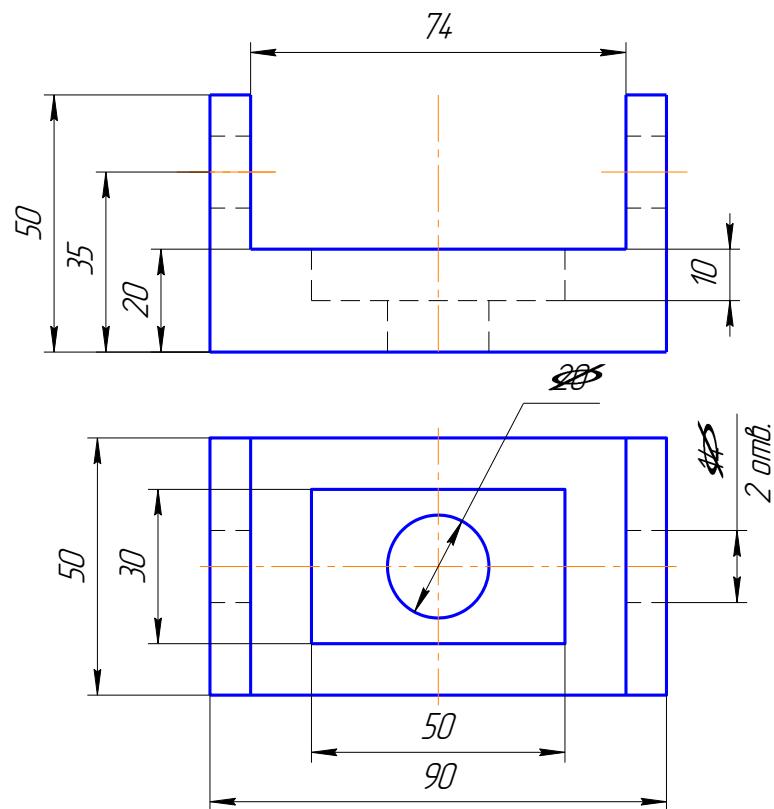
Вариант 9



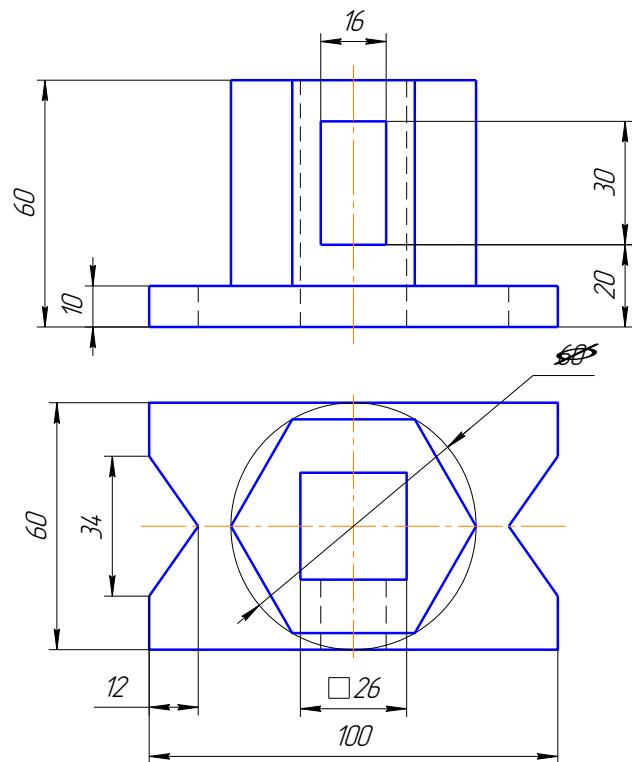
Вариант 10



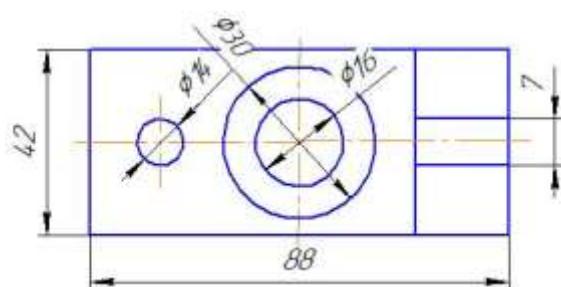
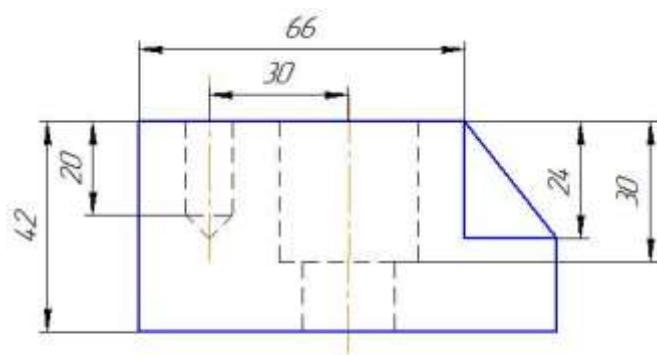
Вариант 11



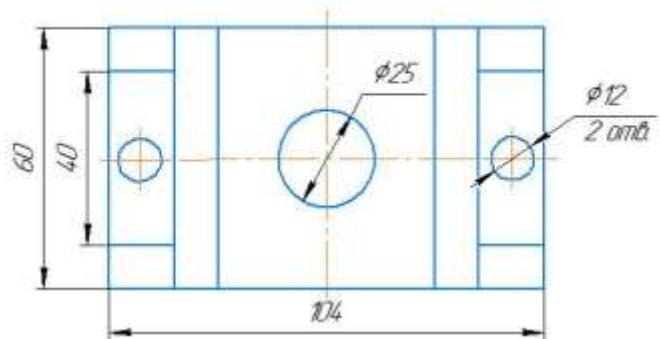
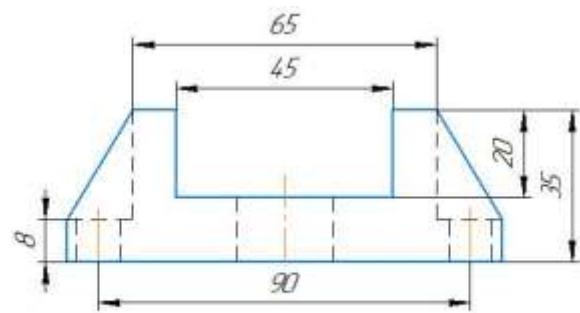
Вариант 12



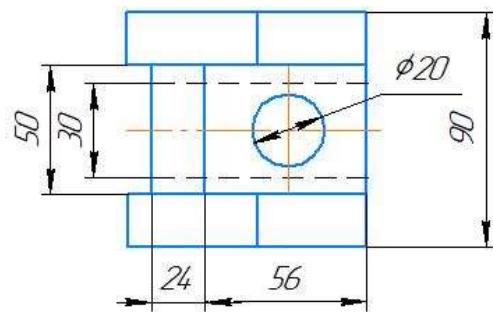
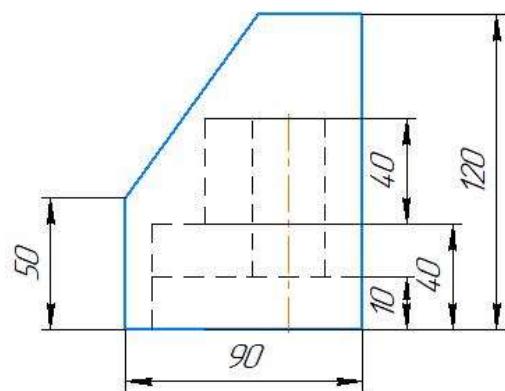
Вариант 13



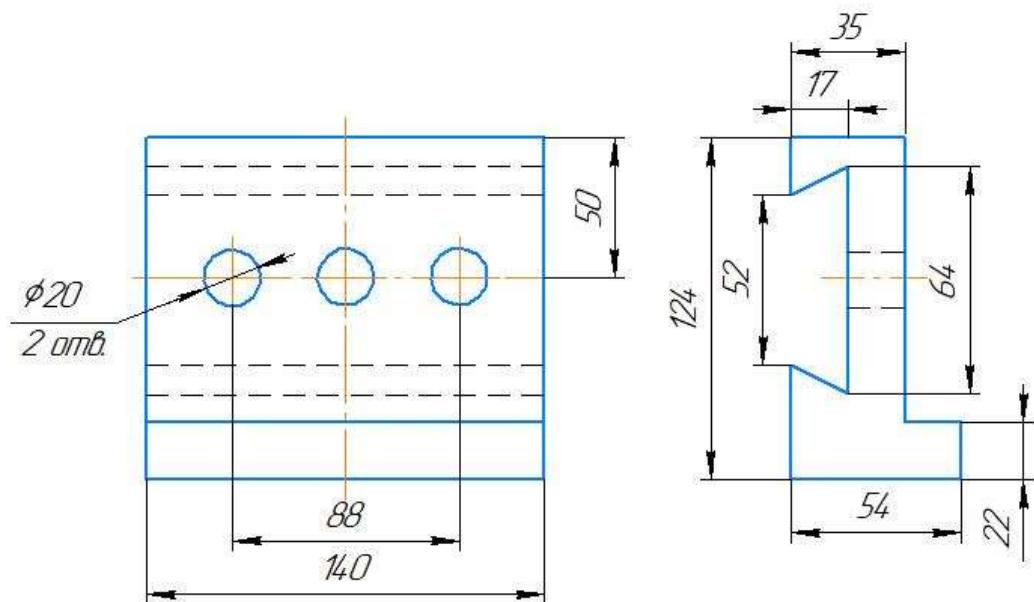
Вариант 14



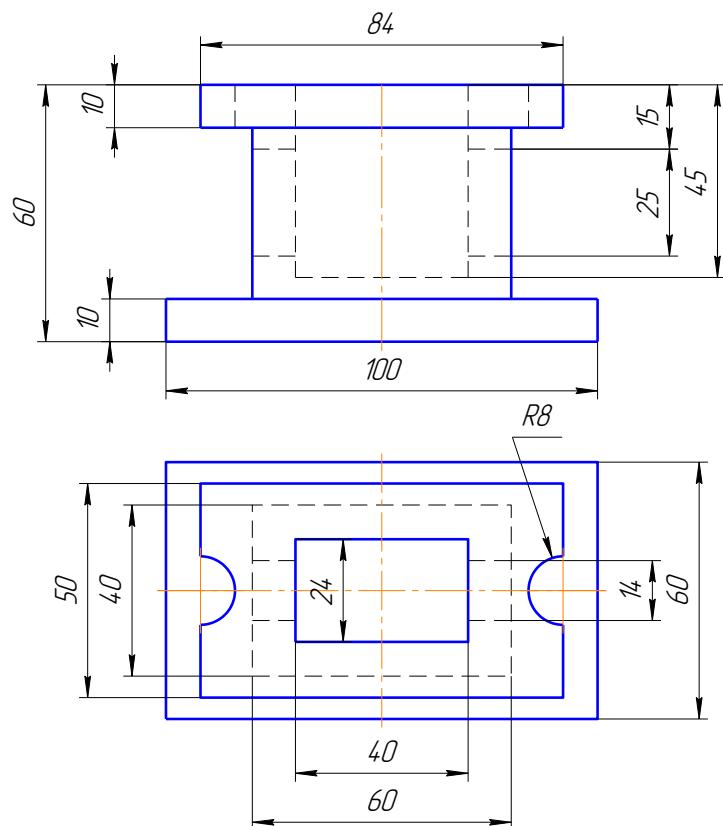
Вариант 15



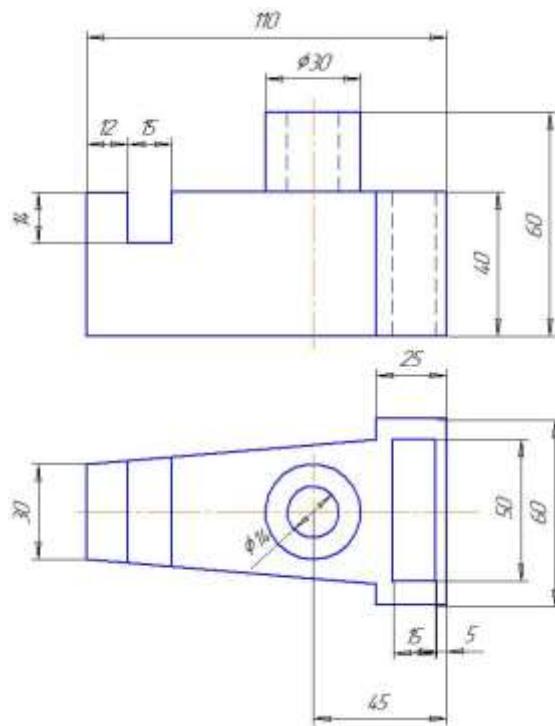
Вариант 16



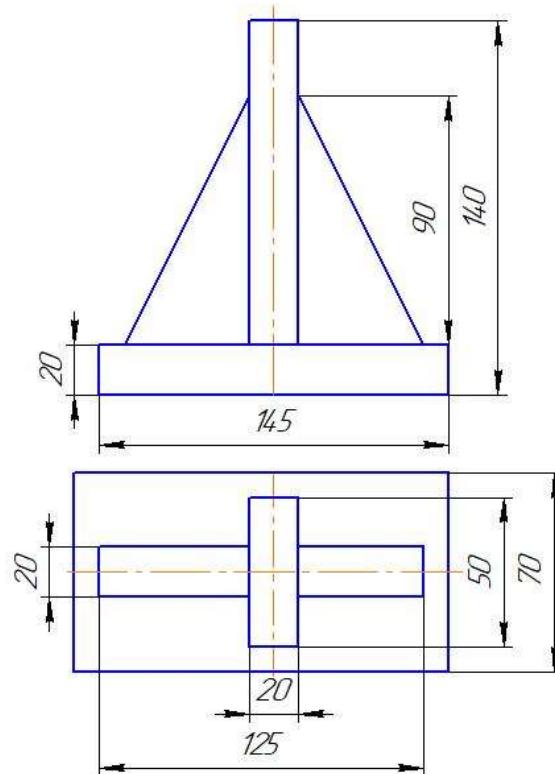
Вариант 17



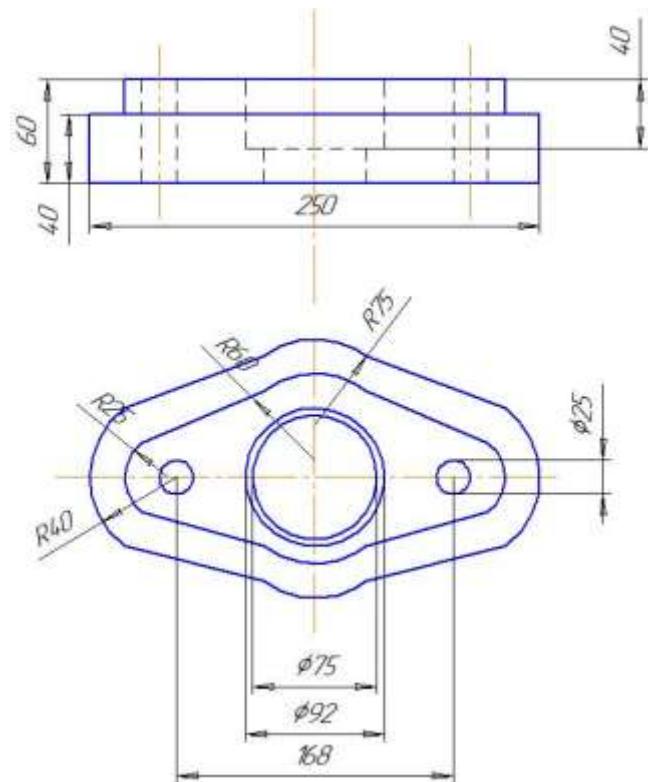
Вариант 18



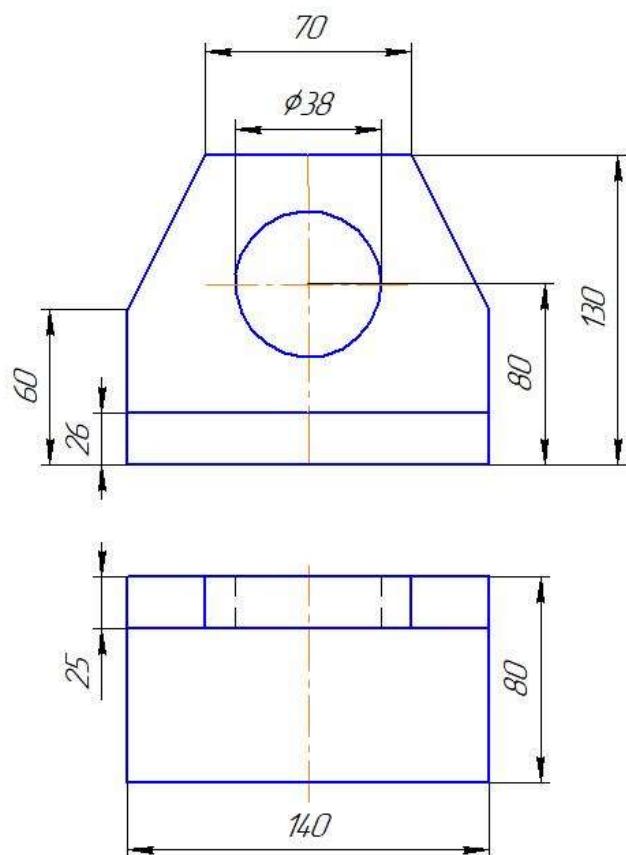
Вариант 19



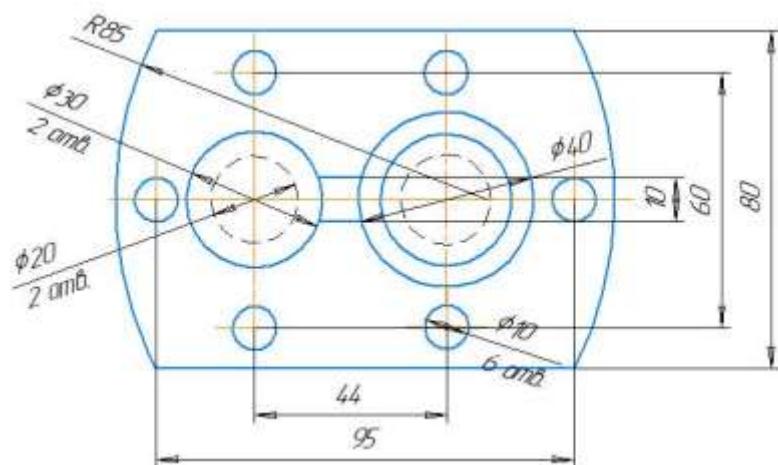
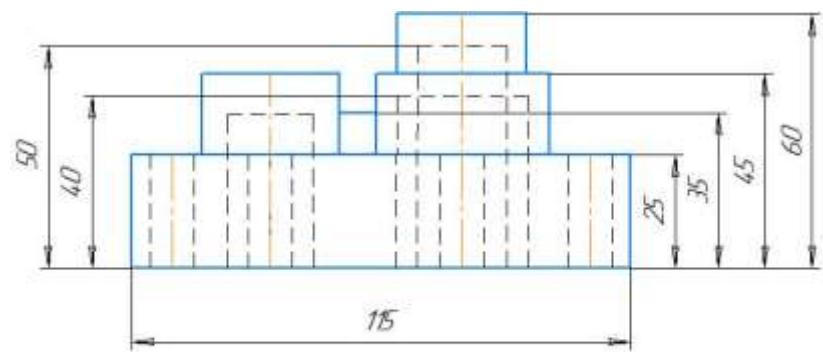
Вариант 20



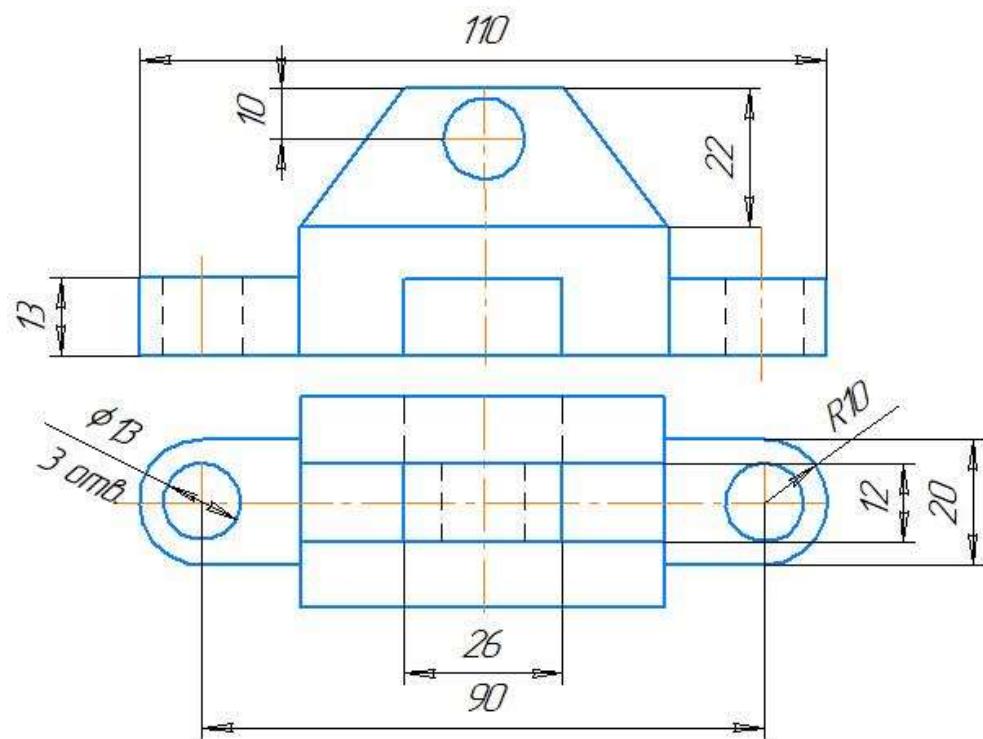
Вариант 21



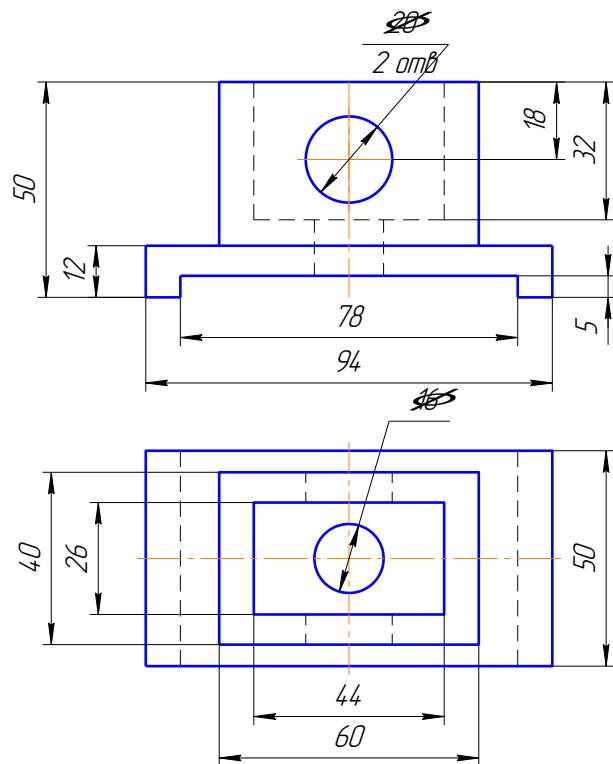
Вариант 22



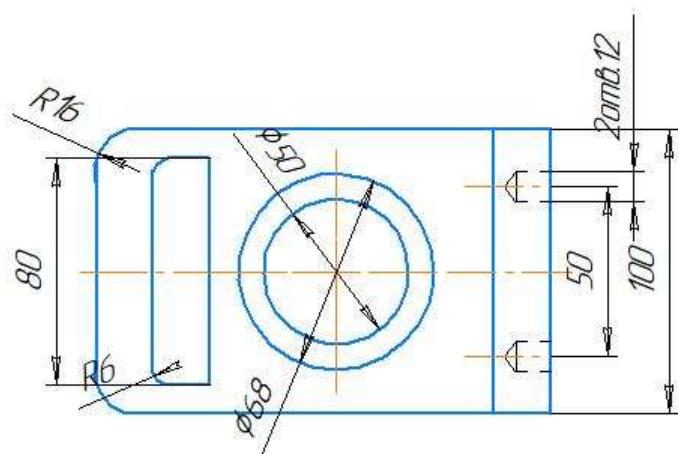
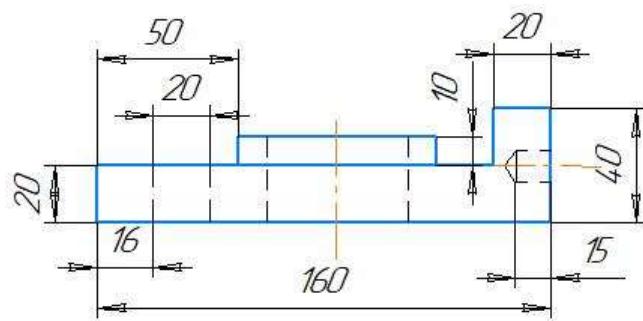
Вариант 23



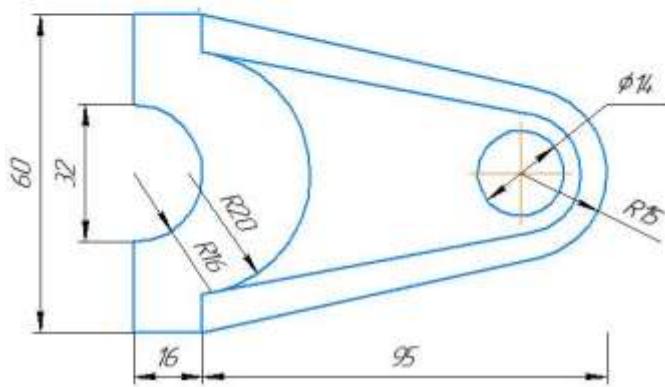
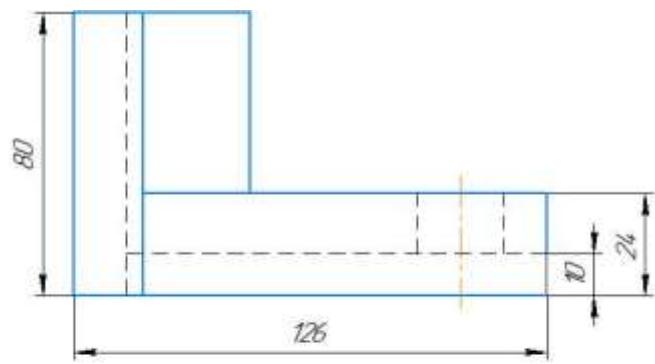
Вариант 24



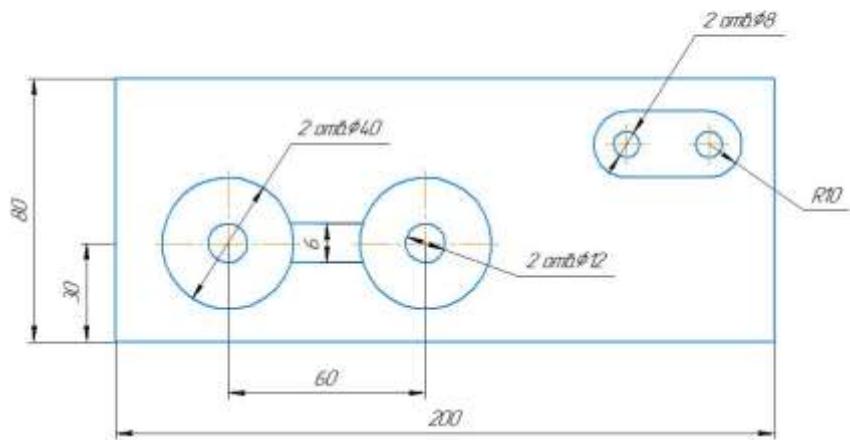
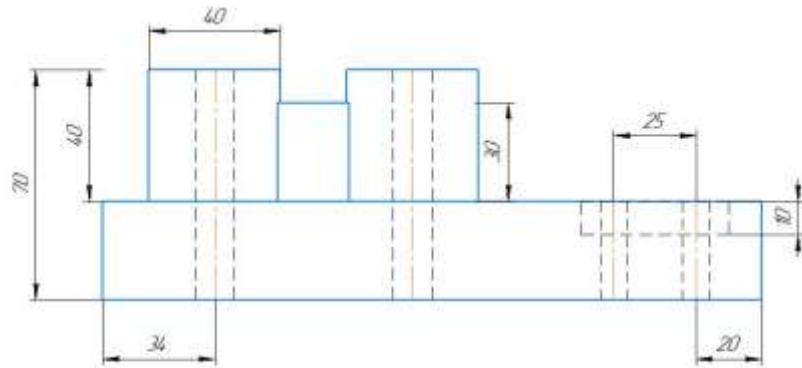
Вариант 25



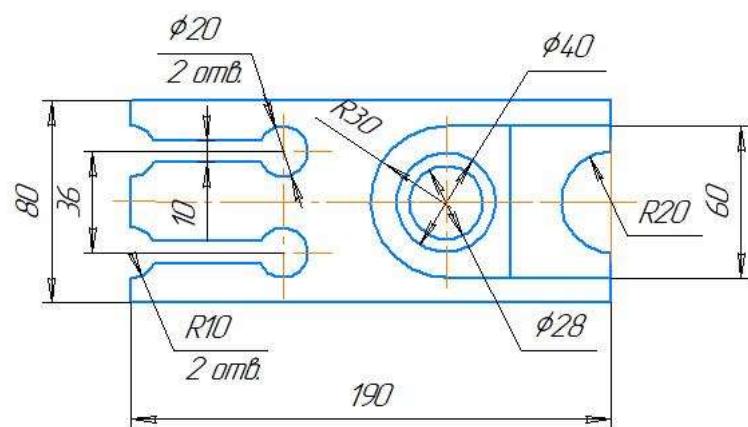
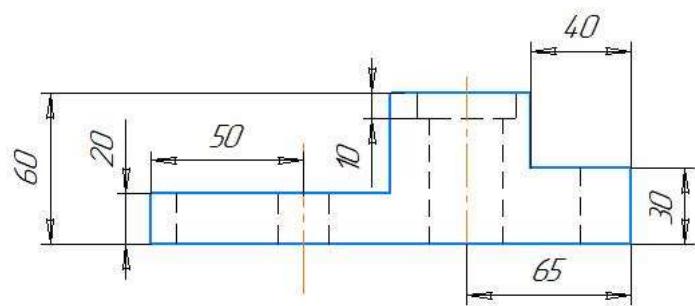
Вариант 26



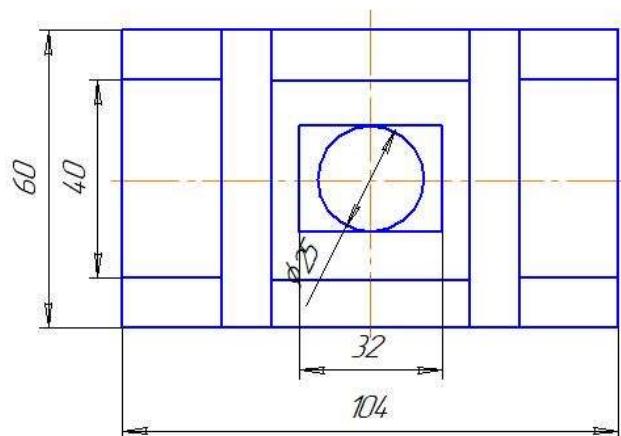
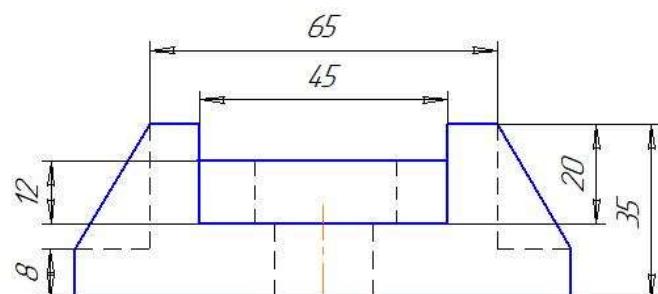
Вариант 27



Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Общие указания.....	4
Расчетно-графическая работа №1 Геометрическое черчение.....	5
Цель задания.....	5
Содержание задания.....	5
Стандарты.....	5
Общие правила выполнения чертежей.....	6
Форматы.....	6
Масштабы.....	7
Линии чертежа.....	7
Шрифты чертежные.....	9
Оформление чертежа.....	11
Основная надпись.....	12
Нанесение размеров.....	15
Построение сопряжений.....	26
Сопряжение двух прямых линий дугой окружности.....	26
Сопряжение прямой к окружности дугой заданного радиуса.....	26
Сопряжение двух заданных окружностей дугой заданного радиуса.....	27
Вопросы для самоподготовки к защите задания №1 Геометрическое черчение.....	30
Расчетно-графическая работа №2 Проекционное черчение.....	31
Цель задания.....	31
Содержание задания.....	31
Теоретические сведения по проекционному черчению.....	32
Виды.....	33
Разрезы.....	36
Сечения.....	39
Обозначение разрезов и сечений.....	41
Соединение части вида с частью разреза.....	43
Построение третьего вида детали по двум заданным.....	44
Построение аксонометрических проекций.....	46
Прямоугольная аксонометрическая проекция.....	46
Вопросы для самоподготовки к защите задания №2 Проекционное черчение.....	52
Литература.....	53
Приложения.....	54
Содержание.....	129

*Учебное издание*

Татьяна Александровна Кирюхина  
Владимир Александрович Овтов

## **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебное пособие  
по разделу «Инженерная графика»

Компьютерная верстка  
Корректор

Т.А. Кирюхина  
А.И. Муругова

Дата подписания к использованию 25.05.2022 Уч. Изд. л. 1,23  
№ 12 в реестре электронных ресурсов ПГАУ.  
Объем издания 6,95 Мб

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30, [www.pgau.ru](http://www.pgau.ru)