

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

С.Е. Сахаров, Е.Ю. Куваева, М.Ю. Колобов

**ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Учебное пособие

Иваново 2017

УДК 744.4

Сахаров, С.Е. Общие правила выполнения машиностроительных чертежей: учебное пособие / С.Е. Сахаров, Е.Ю. Куваева, М.Ю. Колобов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2017. – 132 с.

Учебное пособие создано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (квалификация «бакалавр»).

Изложены общие правила выполнения машиностроительных чертежей в соответствии с действующими стандартами. Даны практические рекомендации по выполнению простых и сложных разрезов, описаны принципы нанесения размеров, графического обозначения материалов. Содержатся задания на выполнение работ.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения.

Табл. 5. Ил. 93. Библиогр.: 10 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

кафедра механики, ремонта и деталей машин Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент А.М. Абалихин (Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева)

© Сахаров С.Е., Куваева Е.Ю., Колобов М.Ю., 2017

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	5
1.1. Единая система конструкторской документации.....	5
1.2. Линии чертежа.....	6
1.3. Форматы.....	9
1.4. Основная надпись.....	10
1.5. Масштабы.....	13
1.6. Шрифты чертежные.....	14
1.7. Основные правила нанесения размеров на чертежах.....	19
1.8. Графическое обозначение материалов.....	38
2. ИЗОБРАЖЕНИЯ.....	41
2.1. Виды.....	41
2.2. Разрезы.....	48
2.2.1. Простые разрезы.....	49
2.2.2. Сложные разрезы.....	55
2.3. Сечения.....	59
3. Работа «Геометрическое черчение».....	61
4. Работа «Разрезы простые».....	63
4.1. Лист №1.....	63
4.2. Лист №2.....	80
5. Работа «Разрезы сложные».....	97
5.1. Лист №1 «РАЗРЕЗ СТУПЕНЧАТЫЙ».....	97
5.2. Лист №2 «РАЗРЕЗ ЛОМАНЫЙ».....	114
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	131

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика является одной из дисциплин, которые составляют основу общей инженерной подготовки современного специалиста.

В инженерной графике изучают правила выполнения, оформления и чтения различных конструкторских документов.

Чертежи, как один из видов конструкторской документации, выполняются и оформляются в соответствии с правилами, изложенными в комплексе государственных стандартов, объединенных в единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Темы, изучаемые студентами при выполнении работ, принадлежат к важнейшим, фундаментальным темам курса инженерной графики.

Основные темы:

1. Изображение предметов (виды, разрезы, сечения).
2. Общие правила выполнения чертежей предметов.

Содержание работ:

- 1) выполнить изображения предметов;
- 2) нанести размеры;
- 3) сделать необходимые надписи.

В итоге цель работ – приобрести знания, умения и навыки при выполнении чертежей деталей.

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1. Единая система конструкторской документации

При выполнении чертежей и других конструкторских документов, применяемых в машиностроении, используются стандарты, позволяющие грамотно их оформить и однозначно читать. Эти стандарты объединены в комплекс под общим названием «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД).

Стандарты ЕСКД подразделяются на следующие классификационные группы, каждой из которых присвоен шифр (0-9):

0 – общие положения (ГОСТ 2.001-70 – 2.034-83);

1 – основные положения (ГОСТ 2.101-68 – 2.124-85);

2 – классификация и обозначение изделий в конструкторских документах (ГОСТ 2.201-80);

3 – общие правила выполнения чертежей (ГОСТ 2.301-68 – 2.321-84);

4 – правила выполнения чертежей в машиностроении и приборостроении (ГОСТ 2.401-68 – 2.430-85);

5 – правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений) (ГОСТ 2.501-68 – 2.506-68);

6 – правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации (ГОСТ 2.601-68 – 2.609-68);

7 – правила выполнения схем (ГОСТ 2.701-84 – 2.797-81);

8 – правила выполнения строительных документов и документов судостроения (ГОСТ 2.801-74 – 2.857-75);

9 – прочие стандарты.

Все стандарты ЕСКД имеют следующую структуру обозначения:

ГОСТ 2.АВС-DE, где 2 – номер, присвоенный всему комплексу ЕСКД; АВС – номер стандарта (А – шифр классификационной группы, ВС – порядковый номер в данной группе); DE – последние две цифры года регистрации.

Например, обозначение ГОСТ 2.303-68 расшифровывается следующим

образом: 2 – принадлежность к ЕСКД; 3 – классификационная группа, выделенная под общие правила выполнения чертежей; 03 – третий номер стандарта в группе, касающийся линий чертежа; 68 – две последние цифры года (1968) регистрации стандарта.

Стандарты периодически уточняются и изменяются, что необходимо учитывать при их использовании.

1.2. Линии чертежа

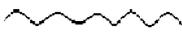
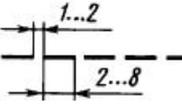
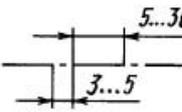
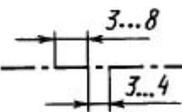
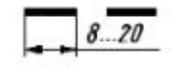
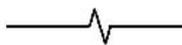
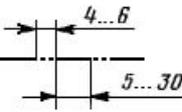
При оформлении чертежей используются различные линии, назначение и начертание которых устанавливает ГОСТ 2.303-68 (табл. 1.1).

Сплошная основная линия имеет толщину S от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от размера и сложности изображения, а также от формата чертежа.

Таблица 1.1

Типы линий и их назначение

Наименование	Начертание	Толщина линии	Основное назначение
1	2	3	4
1. Сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура Линии контура сечения, вынесенного и входящего в состав разреза
2. Сплошная тонкая		$\frac{S}{3} \div \frac{S}{2}$	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях

1	2	3	4
3. Сплошная волнистая		$\frac{S}{3} \div \frac{S}{2}$	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая		$\frac{S}{3} \div \frac{S}{2}$	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5. Штрихпунктирная тонкая		$\frac{S}{3} \div \frac{S}{2}$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6. Штрихпунктирная утолщенная		$\frac{S}{2} \div \frac{2S}{3}$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
7. Разомкнутая		$S \div 1,5S$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		$\frac{S}{3} \div \frac{S}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		$\frac{S}{3} \div \frac{S}{2}$	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Примеры применения линий различного типа приведены на рис. 1.1.

Длина штрихов и расстояние между ними в штриховых и штрихпунктирных линиях выбираются в зависимости от размера изображения и должны быть примерно одинаковыми. Начальный и конечный штрихи штриховой линии должны пересекаться с линиями, между которыми ее проводят.

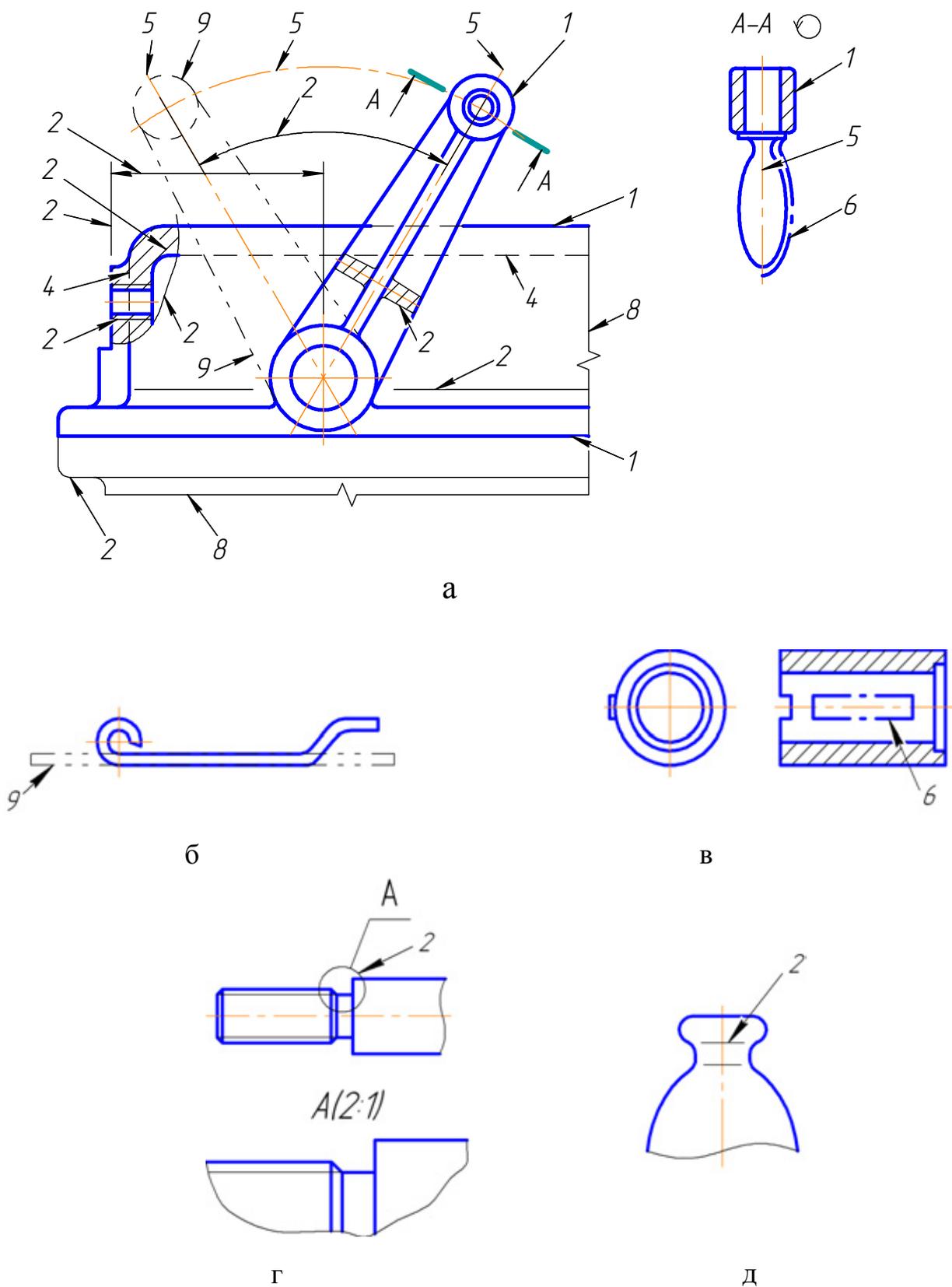


Рис. 1.1. Примеры применения линий различного типа

Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм (рис. 1.2).

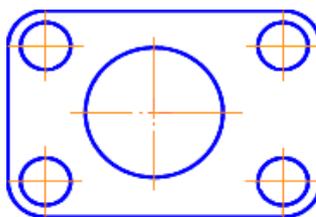


Рис. 1.2. Пример замены штрихпунктирных линий сплошными тонкими

Толщина линий одного типа должна быть одинаковой для всех изображений одного чертежа, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

1.3. Форматы

Формат – лист бумаги определенных размеров.

ГОСТ 2.301-68 устанавливает форматы листов чертежей и других конструкторских документов всех отраслей промышленности. Применение таких форматов позволяет легко комплектовать и брошюровать чертежи и документы в альбомы, что удобно при их хранении и пользовании.

Обозначение и размеры сторон основных форматов приведены в табл. 1.2. Формат А0 принят за исходный, остальные – получают делением предыдущего формата на две равные части параллельно меньшей его стороне.

Таблица 1.2

Основные форматы

Обозначения форматов	Размеры сторон формата, мм
А0	1189×841
А1	594×841
А2	594×420
А3	297×420
А4	297×210

При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148x210 мм.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рис. 1.3), по которой производится его обрезка. Внутреннюю

рамку проводят сплошными основными линиями: с трёх сторон на расстоянии 5 мм от края листа, а слева – на расстоянии 20 мм.

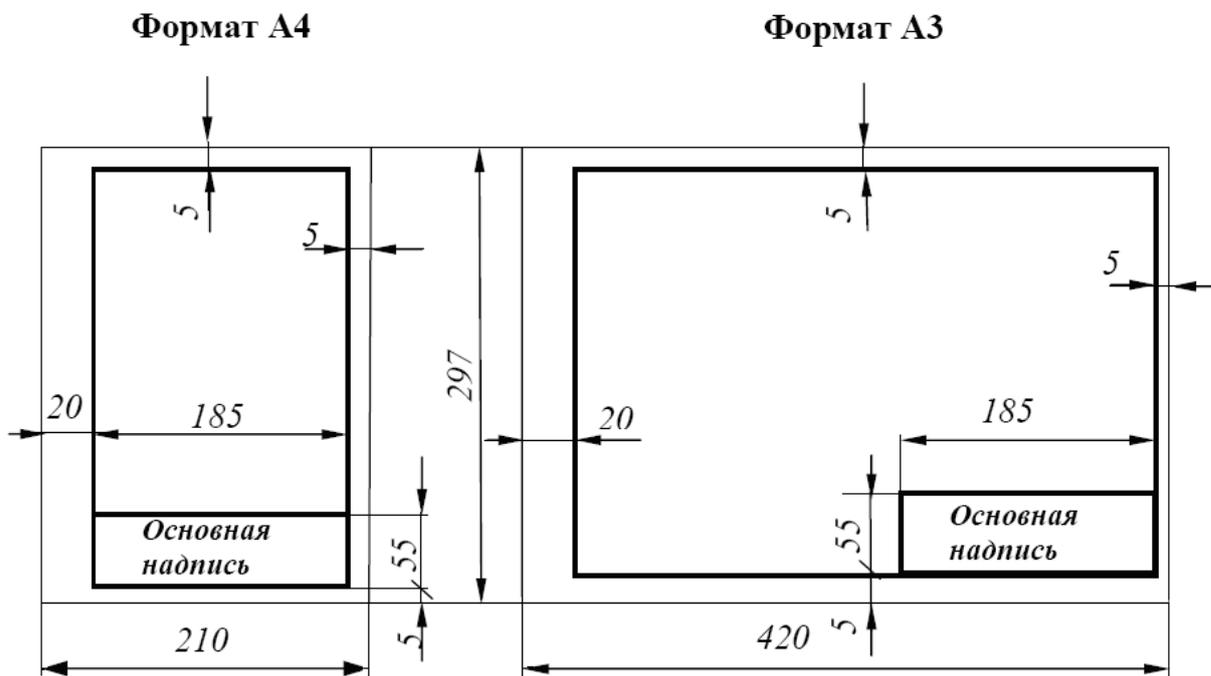


Рис. 1.3. Оформление формата

В случаях, когда неудобно применение основных форматов, используют дополнительные форматы, которые получают увеличением меньшей стороны основного формата на значение, кратное его размеру.

Обозначение дополнительного формата составляется из обозначения основного формата и числа, соответствующего кратности его увеличения, например A2x3 (594x1261), A3x4 (420x1189), A4x4 (297x841).

Все форматы за исключением A4 могут располагаться как вертикально, так и горизонтально. *Формат A4 располагается только вертикально, формат A5 – только горизонтально.*

1.4. Основная надпись

Для всех чертежей и схем ГОСТ 2.104–2006 устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи, которую

располагают в правом нижнем углу вплотную к рамке чертежа. На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны (рис. 1.3), формата А5 – только вдоль длинной стороны листа. На листах больших форматов основную надпись можно располагать как вдоль короткой, так и вдоль длинной сторон.

Расположение и размеры граф основной надписи представлены на рис. 1.4. Содержание граф следующее:

- 1 – наименование изделия или наименование документа. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Колесо зубчатое»;
- 2 – обозначение документа;
- 3 – обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей);
- 4 – литера чертежа (на учебных чертежах – У);
- 5 – масса изделия в килограммах (на учебных чертежах обычно не указывают);
- 6 – масштаб;
- 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- 8 – общее количество листов документа (указывают только на первом листе);
- 9 – наименование предприятия (учебного заведения, факультета, группы);
- 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;
- 11 – фамилии лиц, подписавших документ;
- 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- 13 – дата подписания документа;
- 14–18 – сведения об изменениях на чертеже (на учебных чертежах не заполняют).

В дополнительной графе основной надписи указывают повернутое на 180° или 90° обозначение документа.

Основные надписи на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 (рис. 1.4), а в текстовых документах – форме 2 (рис. 1.5).

Если чертеж предмета выполняется на нескольких листах, то основная надпись на втором и последующих форматах выполняется по форме, приведенной на рис. 1.6.

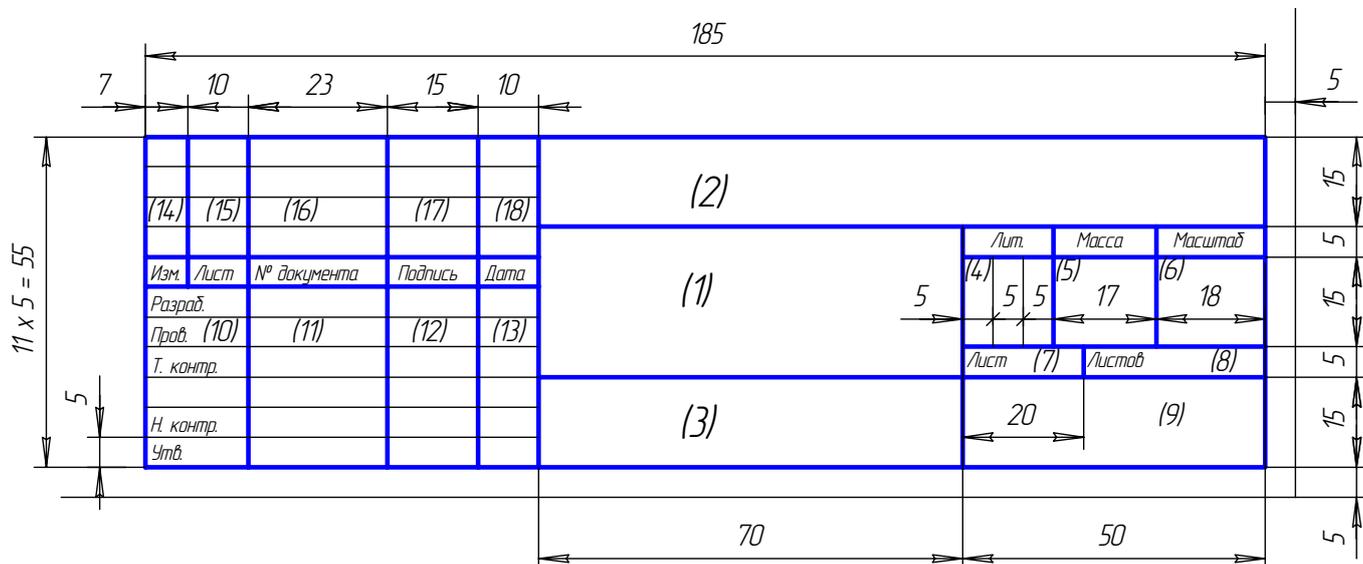


Рис. 1.4. Основная надпись для чертежей и схем (форма 1)

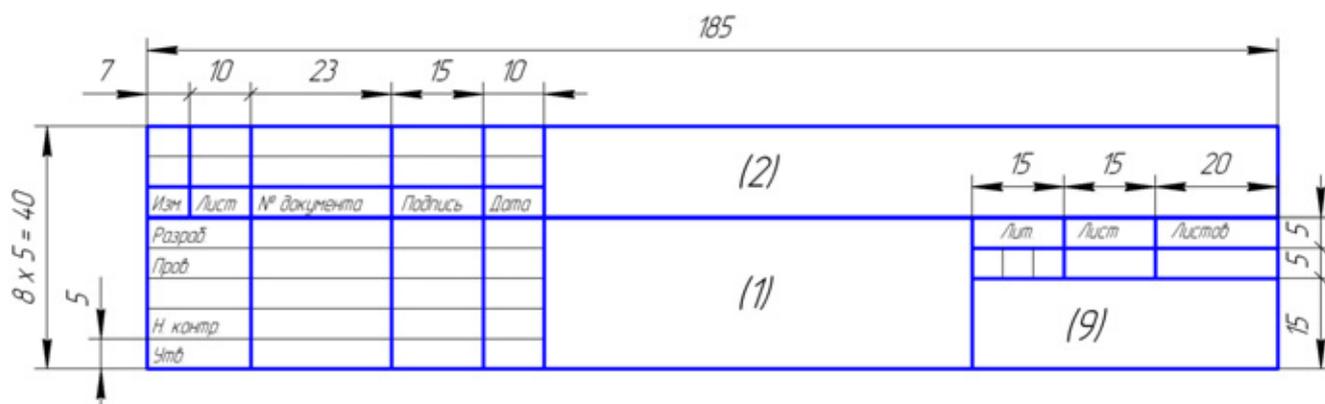


Рис. 1.5. Основная надпись для текстовых конструкторских документов (первый или заглавный лист) (форма 2)

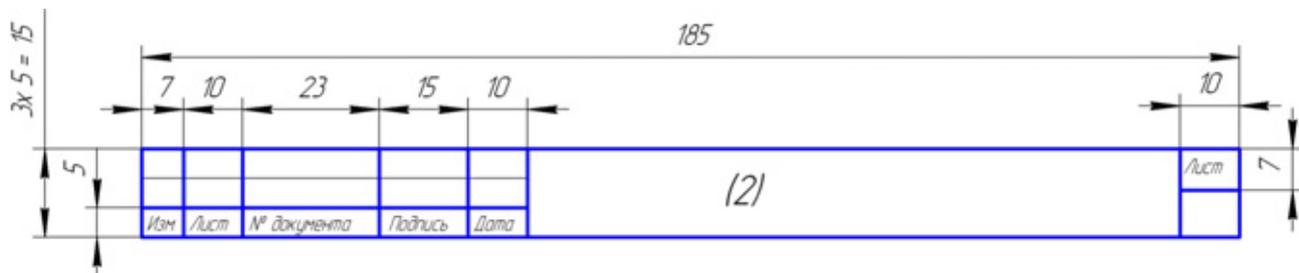


Рис. 1.6. Основная надпись для чертежей (схем) и текстовых конструкторских документов (последующие листы) (форма 2а)

1.5. Масштабы

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

Масштаб – это отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к их действительным размерам.

Масштабы изображений и их обозначения на чертеже устанавливает ГОСТ 2.302-68 (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Масштабы изображений

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:30; 1:40; 1:50; 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

Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, указывают в графе 6 основной надписи (рис. 1.4). Если на чертеже некоторые изображения выполнены в другом масштабе, то над ними помещают надписи типа А (1:5) – для вида, Б-Б (1:15) – для разреза или сечения.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные размеры предмета.

На рис. 1.7 приведены изображения одной и той же детали, выполненные в разных масштабах.

При выборе масштаба изображения следует по возможности не применять масштабы уменьшения 1:2,5; 1:15; 1:75, а также масштабы увеличения 2,5:1.

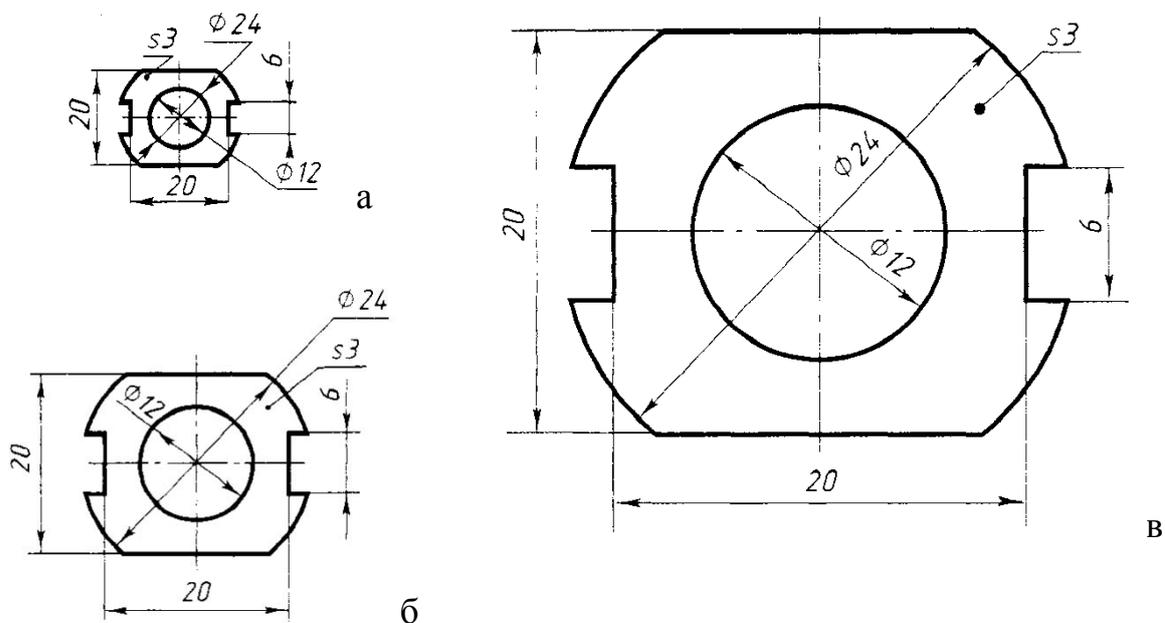


Рис. 1.7. Чертеж прокладки, выполненный в различных масштабах:
 а – масштаб 1:2; б – масштаб 1:1; в – масштаб 2:1

1.6. Шрифты чертежные

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 выполняются чертежными шрифтами следующих видов: без наклона к основанию строки и с наклоном под углом 75° к основанию строки (рис. 1.8).

*Размер шрифта обозначается буквой **h** и определяется высотой прописных букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки.* Стандарт устанавливает два типа шрифта: А и Б. Для шрифта типа А толщина линий букв и цифр $d=h/14$, для шрифта типа Б – $d=h/10$.

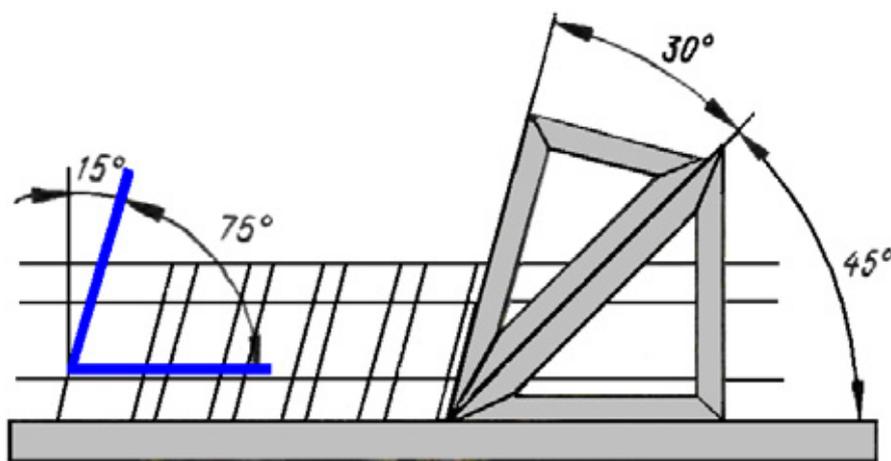


Рис. 1.8. Проведение наклонных линий под углом 75°

В соответствии со стандартом можно использовать 10 размеров чертежного шрифта (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Однако шрифт размером 1,8 применять не рекомендуется. Наиболее распространенным в машиностроительном черчении является шрифт типа Б с наклоном под углом 75° .

ГОСТ устанавливает основные параметры шрифтов без наклона и с наклоном (рис. 1.9-1.10).



Рис. 1.9. Шрифт без наклона

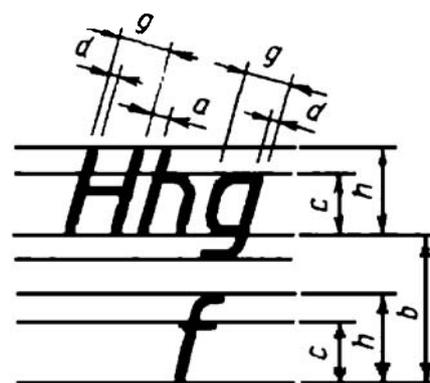


Рис. 1.10. Шрифт с наклоном

Начертание букв русского алфавита (кириллицы) прописных и строчных шрифтом типа Б с наклоном и арабских цифр показано на рис. 1.11 и 1.12. Параметры этого шрифта для букв русского алфавита и арабских цифр приведены в табл. 1.4.



Рис. 1.11. Русский алфавит (кириллица) шрифт типа Б с наклоном

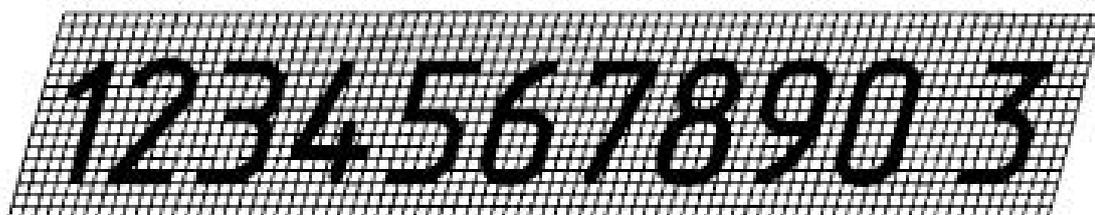


Рис. 1.12. Арабские цифры

Параметры и размеры чертежного шрифта типа Б ($d=h/10$)

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

Для лучшего построения формы и размеров букв, цифр и знаков строят сетку с ячейками, имеющими форму квадрата или параллелограмма (рис. 1.13).

Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d .

Сетку строят тонкими, едва заметными линиями остро заточенным карандашом марки Т, что позволяет выдерживать конструкцию букв и цифр.

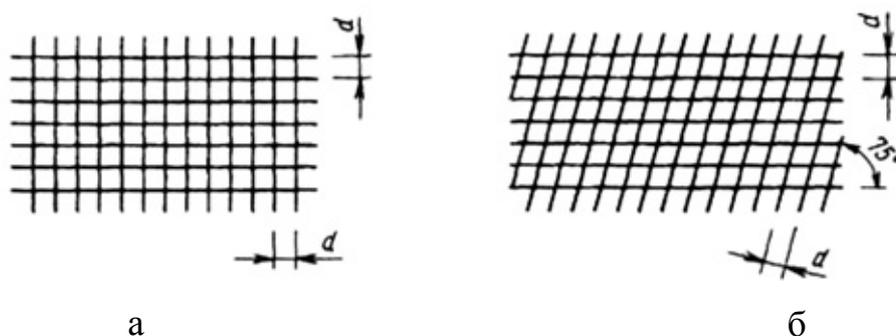


Рис. 1.13. Вспомогательная сетка: а – для шрифтов без наклона; б – для шрифтов с наклоном 75°

Начертание букв по сетке делают карандашом марки ТМ или М тонкими линиями от руки на глаз, соблюдая несколько правил (рис. 1.14):

1) вертикальные и наклонные (под углом 75°) элементы проводим сверху вниз; горизонтальные – слева направо;

2) если в букве есть скругления, то сначала выполняем скругления, а потом плавно соединяем их прямыми;

3) срединный дополнительный элемент прописных букв чертежного шрифта Р, У, Ч, Я (где наиболее развита верхняя часть) проводим под средней линией вспомогательной сетки, в остальных случаях – над ней.

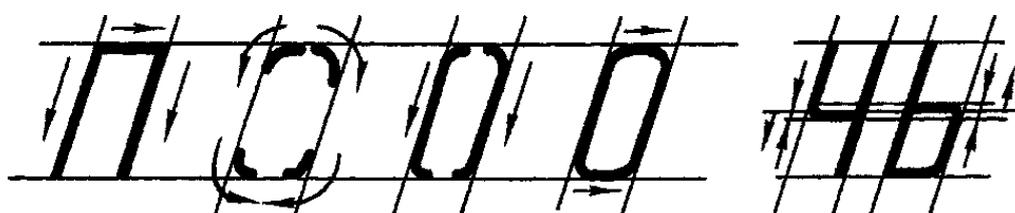


Рис. 1.14. Начертания букв

Проверив правильность начертания букв, обводят их карандашом, стараясь выдержать толщину обводки. Обводить буквы нужно так, чтобы линии обводки не выходили за габаритные размеры букв. Рука при обводке должна идти слева направо и сверху вниз (рис. 1.15).

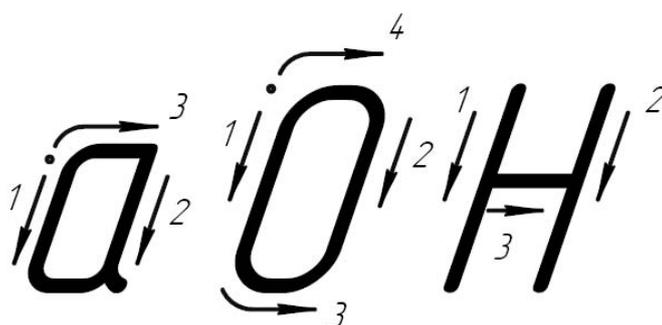


Рис. 1.15. Обводка букв

На учебных чертежах рекомендуется использовать шрифт типа Б с наклоном (для размерных чисел и всех надписей). Высота букв и цифр на чертежах, выполняемых карандашом, должна быть не менее 3,5 мм.

1.7. Основные правила нанесения размеров на чертежах

Нанесение размеров на чертежах регламентировано ГОСТ 2.307-2011 для всех отраслей промышленности и строительства. Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже.

Общее число размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размеры можно разделить на линейные и угловые.

Линейные размеры на чертежах указываются в миллиметрах без обозначения единиц измерения, а угловые – в градусах, минутах, секундах с обозначением единиц измерения; например, $1^{\circ}12'30''$.

Для нанесения размеров рекомендуется применять шрифт № 5 (№ 3,5). Линейные размеры, приводимые в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно должны содержать единицы измерения.

Размеры проставляются истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж. Размеры наносятся с помощью выносных и размерных линий, а также с помощью размерных чисел.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку (предпочтительно вне контура изображения), а выносные линии – перпендикулярно (рис. 1.16) или под каким-либо другим углом (рис. 1.17) к размерной линии. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рис. 1.16).

Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, форма которых и примерные соотношения элементов показаны на рис. 1.18. Стрелки должны быть приблизительно одинаковыми при указании всех размеров одного чертежа. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

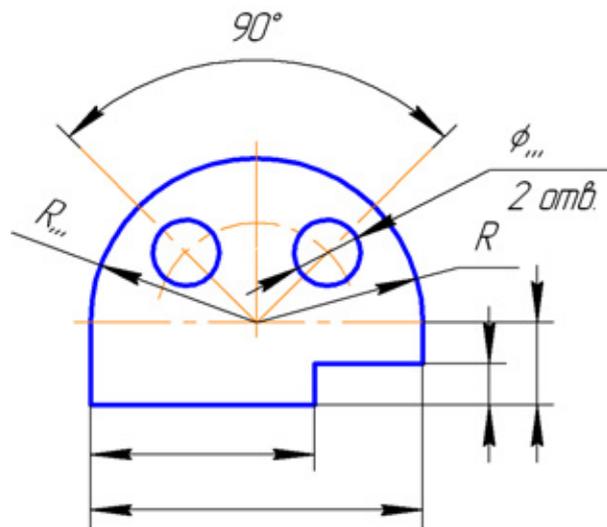


Рис. 1.16. Вынесение размеров за контур изображения

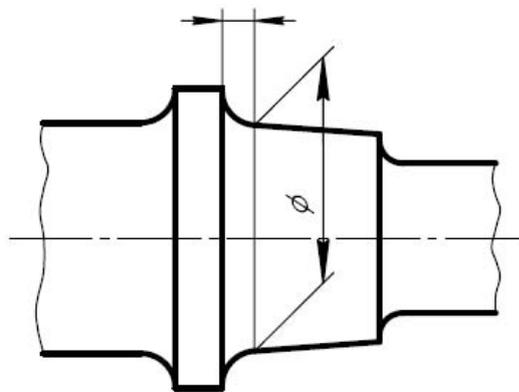


Рис. 1.17. Проведение выносной линии под углом к размерной линии

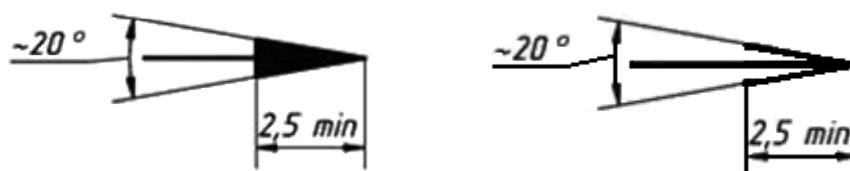


Рис. 1.18. Форма и размеры стрелки

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа (рис. 1.19).

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных. Размерная линия также не должна служить продолжением контурной, осевой, центральной или выносной линии (рис. 1.20).

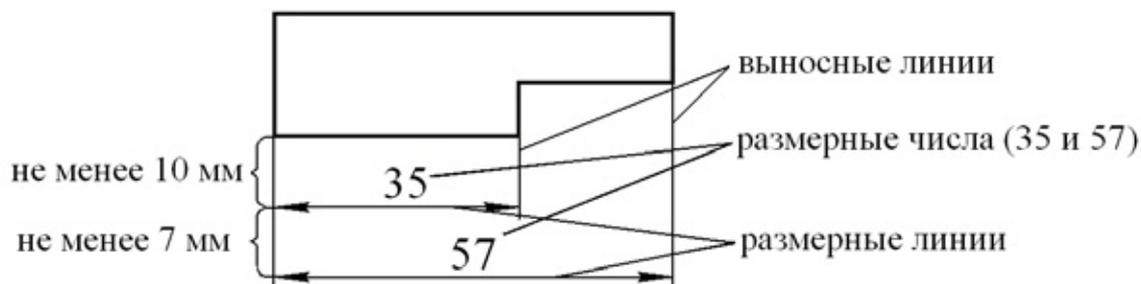


Рис. 1.19. Нанесение размеров на детали

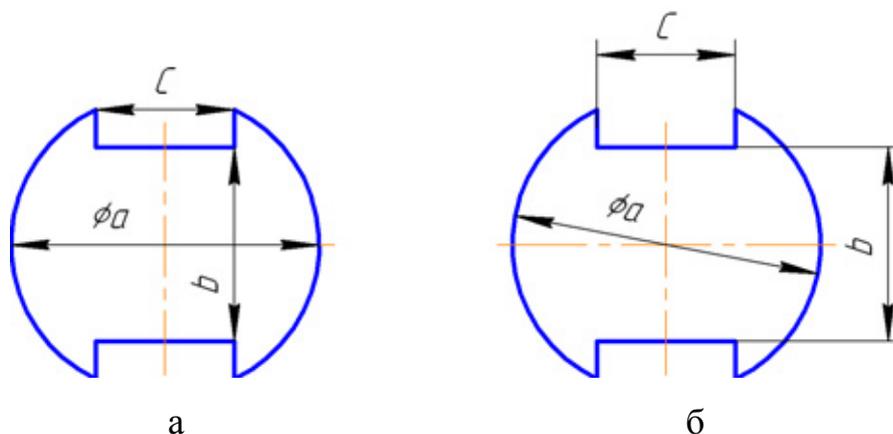


Рис. 1.20. Нанесение размеров на чертеже: а – неправильно; б – правильно

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 1.21,а), или четко наносимыми точками (рис. 1.21,б).

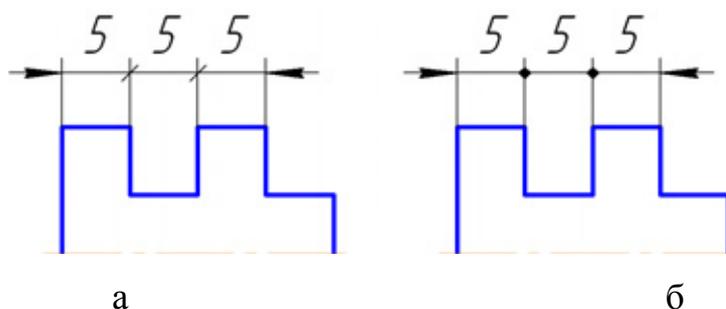


Рис. 1.21. Замена стрелок: а – засечками; б – точками

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии (или за контурные, осевые, центровые и т. д.) и стрелки наносят, как показано на рис. 1.22.

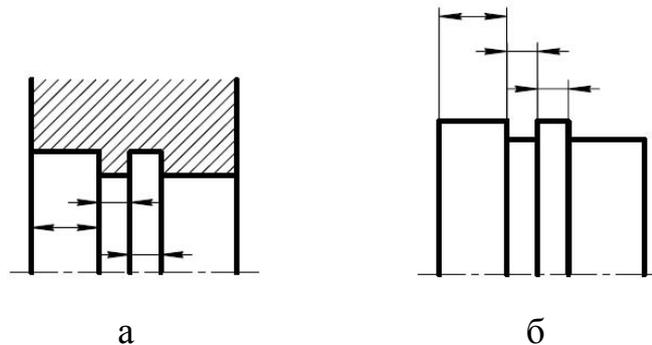


Рис. 1.22. Нанесение размеров, в случае недостатка места: а – стрелки упираются в контур снаружи; б – стрелки упираются снаружи в выносные линии

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (рис. 1.23,а). При изображении изделий с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер (рис. 1.23,б).

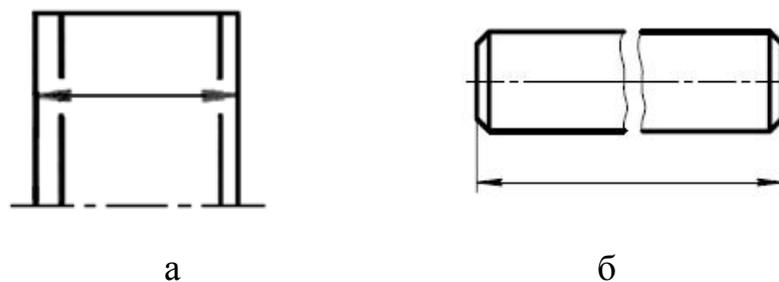


Рис. 1.23. Нанесение размеров: а – при недостатке места для стрелки; б – при изображении изделий с разрывом

Размерное число наносится над размерной линией на расстоянии 0,5...1 мм как можно ближе к ее середине (рис. 1.24).

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними

рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 1.24). Причем меньшие размеры располагают ближе к контуру изображения, а большие – далее во избежание пересечения размерных и выносных линий.

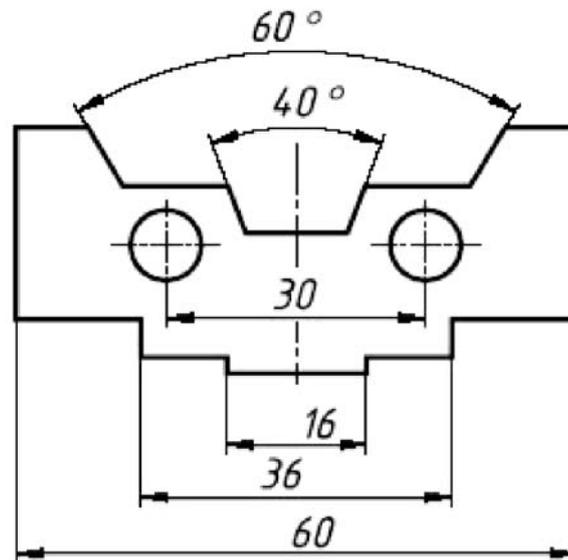


Рис. 1.24. Нанесение размерных чисел в шахматном порядке

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагаются, как показано на рис. 1.25. Если наклон размерной линии к вертикали менее 30° , то размерное число размещается на полке линии-выноски (рис. 1.26).

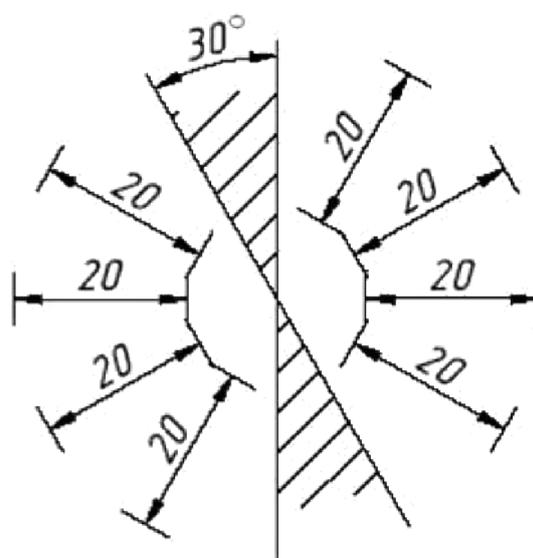


Рис. 1.25. Размерные числа линейных размеров

Простановка угловых размеров показана на рис. 1.27, в заштрихованной зоне угловые размерные числа наносятся на полке линии-выноски.

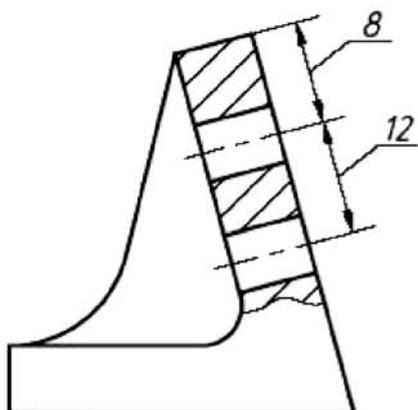


Рис. 1.26. Размещение размерного числа на полке линии-выноски

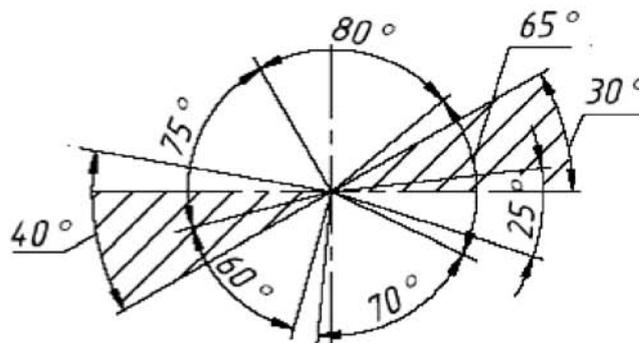


Рис. 1.27. Размерные числа угловых размеров

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются (рис. 1.28).

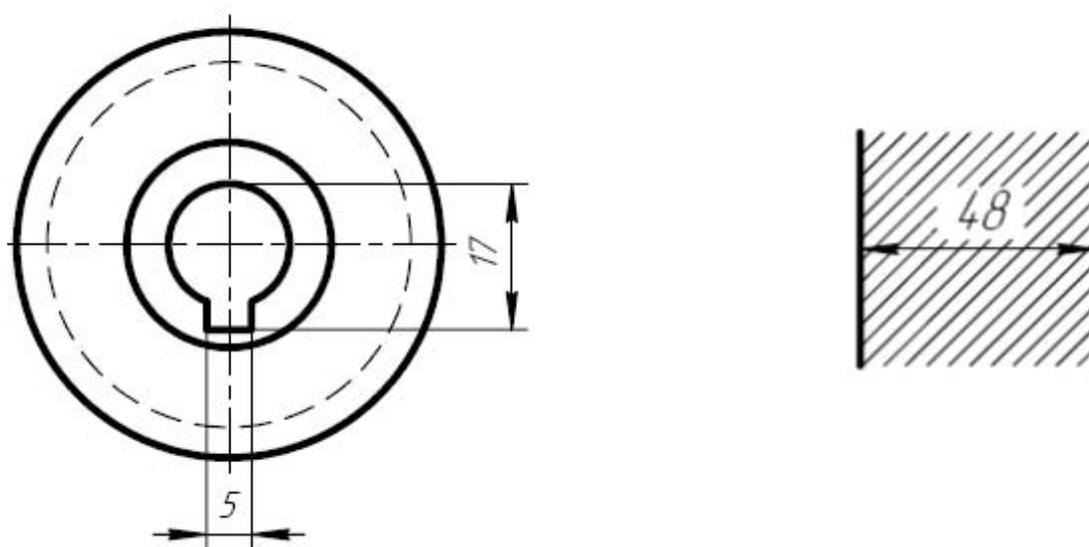


Рис. 1.28. Прерывание центровых и осевых линий и линий штриховки для размерного числа

При наличии нескольких изображений все размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу, рекомендуется группировать в одном месте и располагать их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 1.29).

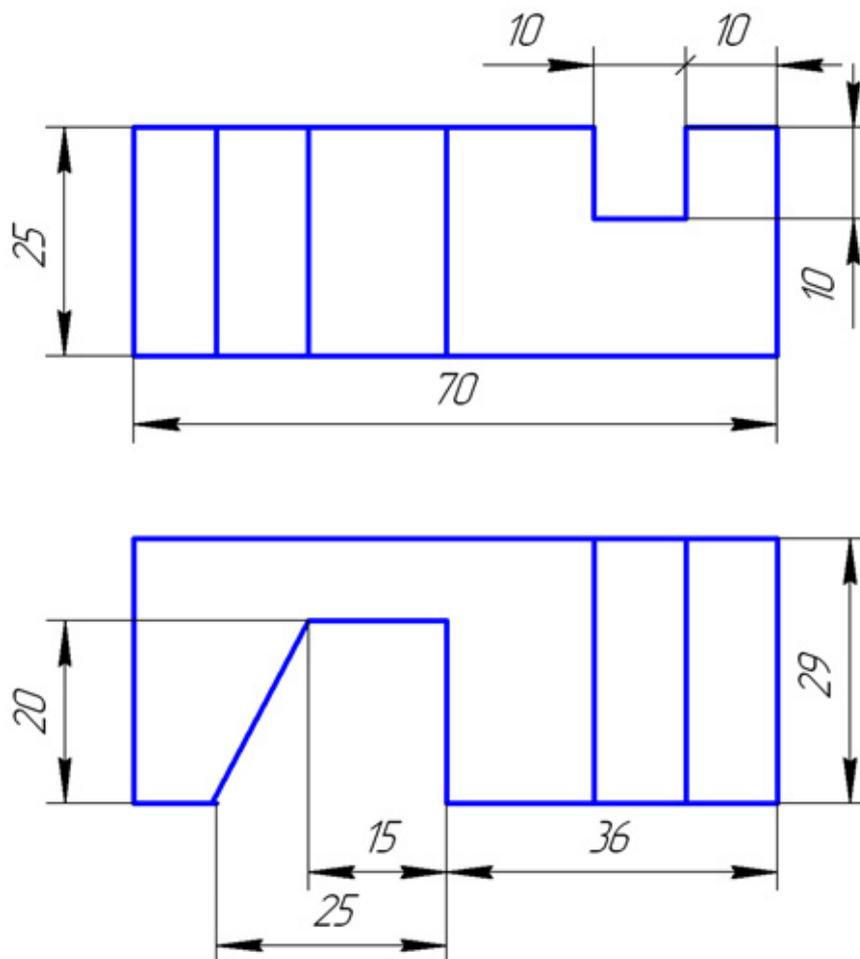


Рис. 1.29. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу

Если на детали имеется отверстие, то на чертеже необходимо выполнить разрез, проходящий по оси этого отверстия. При этом размеры отверстий рекомендуется задавать на продольных разрезах (рис. 1.30).

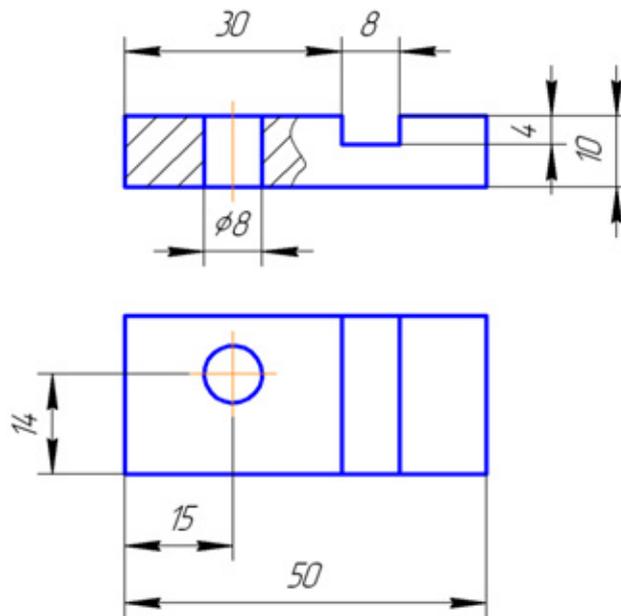


Рис. 1.30. Нанесение размера отверстия на продольном разрезе

При указании размера диаметра применяется знак, который наносится перед размерным числом (рис. 1.31).

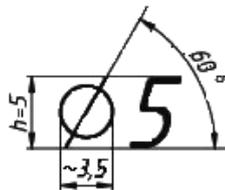


Рис. 1.31. Размеры знака диаметра

Некоторые из вариантов простановки диаметральных размеров показаны на рис. 1.32.

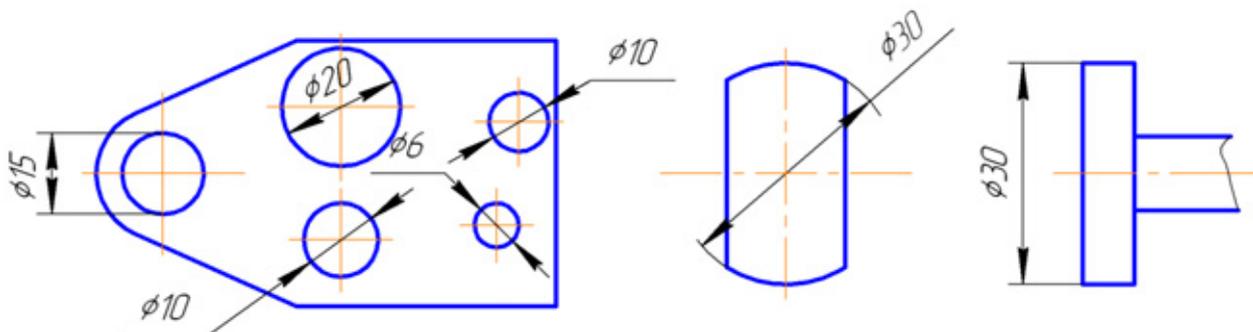


Рис. 1.32. Варианты простановки диаметральных размеров

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещается прописная латинская буква R (рис. 1.33).



Рис. 1.33. Обозначение размера радиуса

Варианты простановки размеров радиусов показаны на рис. 1.34.

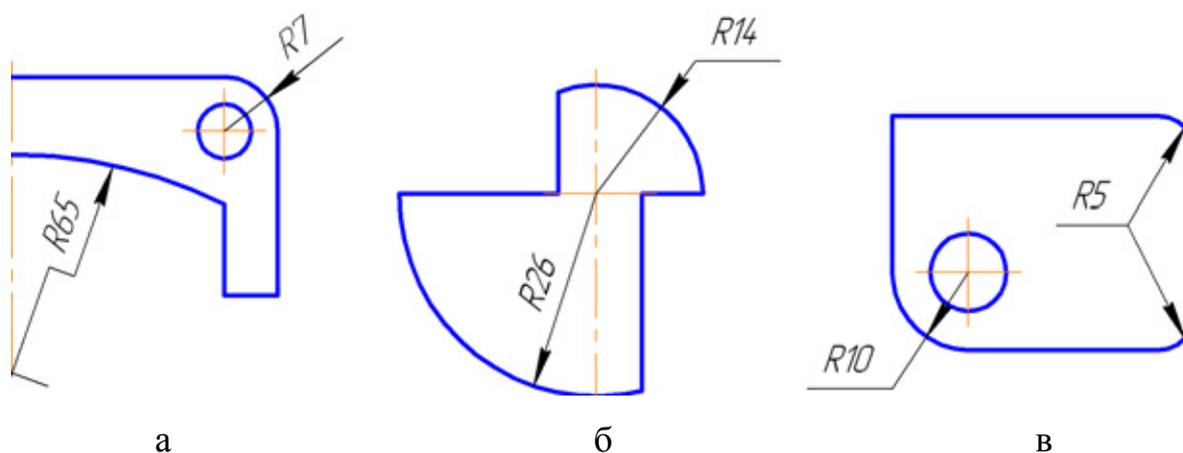


Рис. 1.34. Простановка размеров радиуса дуги: а – размерная линия радиуса с изломом; б – проведение радиусов из одного центра; в – нанесение на чертеже радиусов скруглений

При необходимости нанесения центра дуги большого радиуса допускается приближать его к дуге, а размерную линию показывать с изломом под углом 90° (рис. 1.34,а).

При проведении нескольких размерных линий радиусов из одного центра они не должны располагаться на одной прямой (рис. 1.34,б).

Размеры радиусов скруглений наносят, как показано на рис. 2.34,в.

Если радиусы скруглений, сгибов и других подобных элементов, имеющих на чертеже, одинаковые или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения этих размеров на изображение рекомендуется выносить их в технические требования в виде записей типа: «Неуказанные радиусы 8 мм», «Радиусы скруглений 4 мм» и др.

Перед размерными числами диаметра или радиуса сферы наносятся знаки « \varnothing » или «R» (рис. 1.35,а). Если сферу трудно отличить от других поверхностей, то перед размерным числом наносится слово «Сфера» или знак « \circ » (рис. 1.35,б).

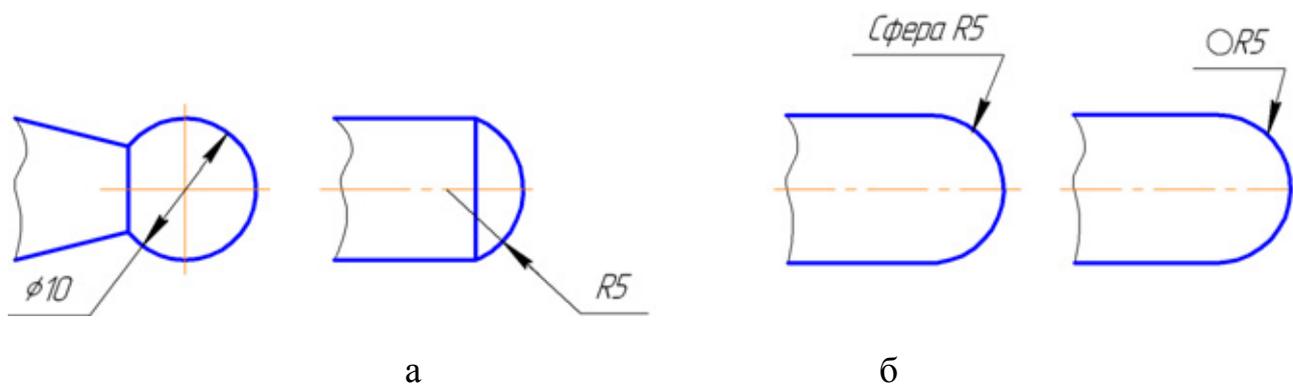


Рис. 1.35. Нанесение размера сферы

Перед размерным числом, определяющим ширину квадрата, ставят знак « \square », высота которого равна высоте размерных чисел. Наносят его, как правило, на том изображении, где квадрат не проецируется в натуральную величину (рис. 2.36,а). При этом плоскую грань поверхности отмечают на чертеже тонкими диагональными линиями.

На изображении квадрата, спроецированного в натуральную величину, предпочтительно проставлять два размера, равных его стороне (рис. 2.36,б), но допускается и нанесение размера со знаком квадрата.

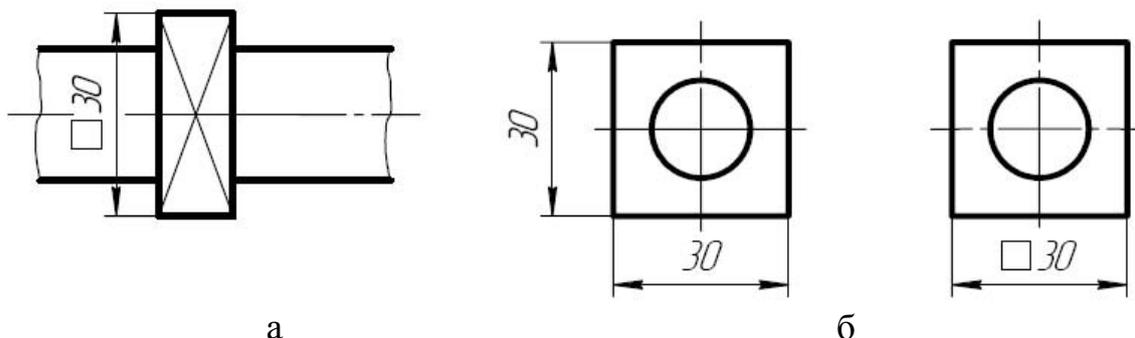


Рис. 1.36. Нанесение размеров квадрата

На чертежах необходимо проставлять габаритные размеры. **Габаритными размерами** называют размеры, определяющие максимальные величины внешних очертаний изделий.

К габаритным размерам относятся размеры длины, ширины, высоты изделия.

Габаритные размеры всегда больше других, поэтому их на чертеже располагают дальше от изображения, чем остальные размеры.

Нанесение габаритных размеров и привязка отверстий на чертежах выполняется, как показано на рис. 1.37.

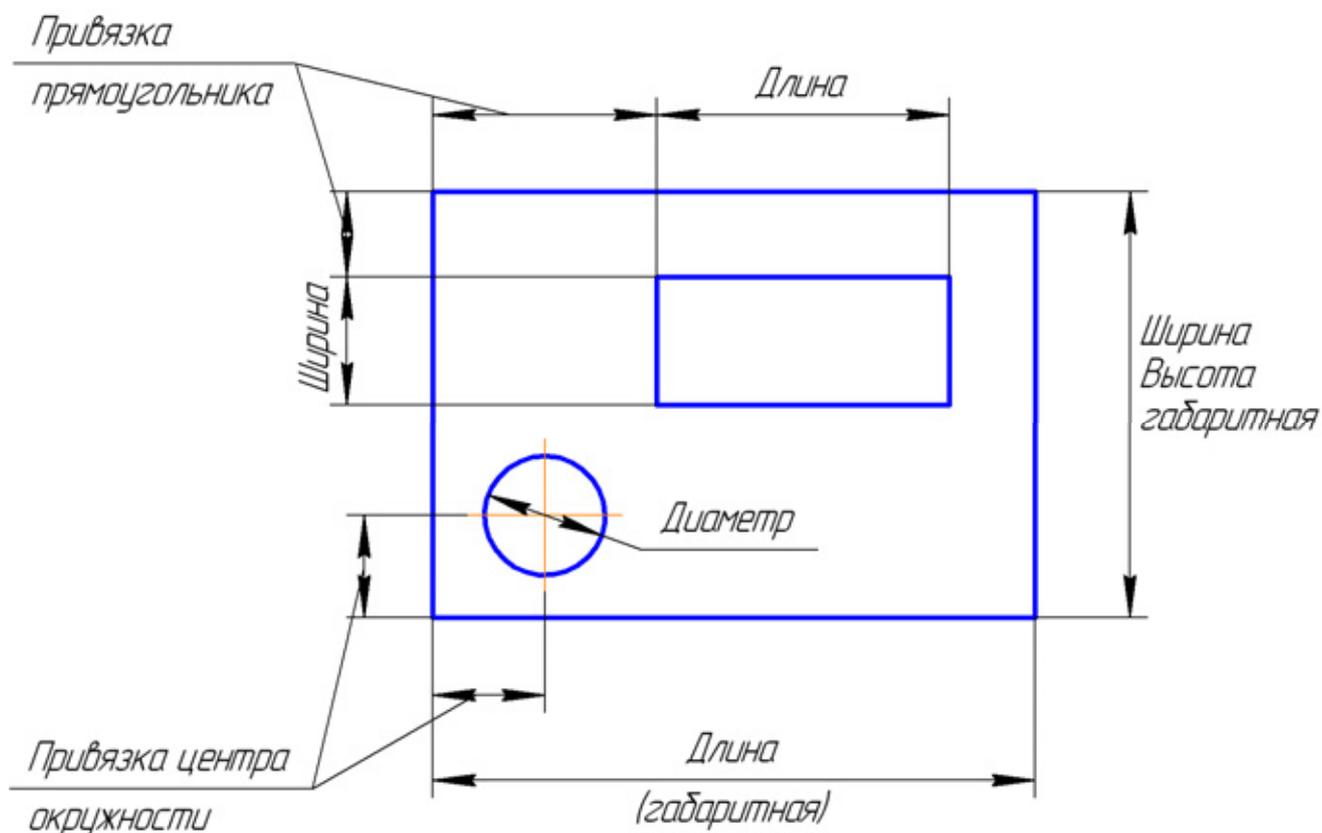


Рис. 1.37. Нанесение габаритных размеров и привязка отверстий

При совмещении вида с разрезом следует отдельно группировать размеры, относящиеся к внешним и внутренним очертаниям (рис. 1.38).

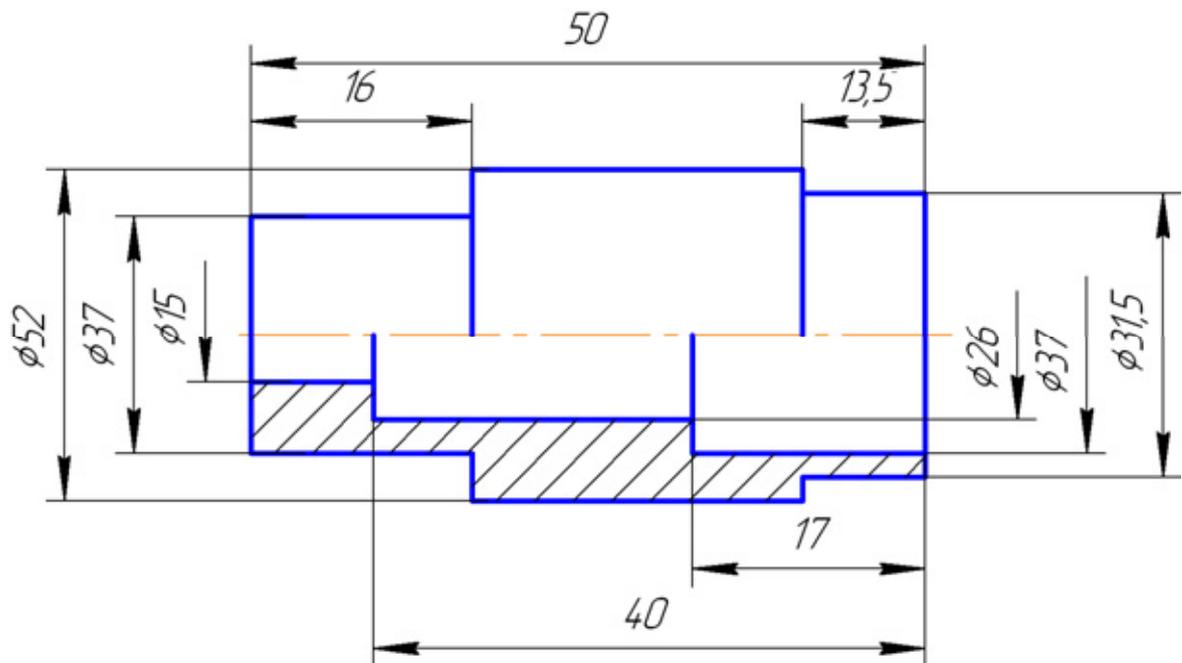


Рис. 1.38. Группирование размеров, относящихся к внешним и внутренним очертаниям

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельно симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рис. 1.38 и 1.39).

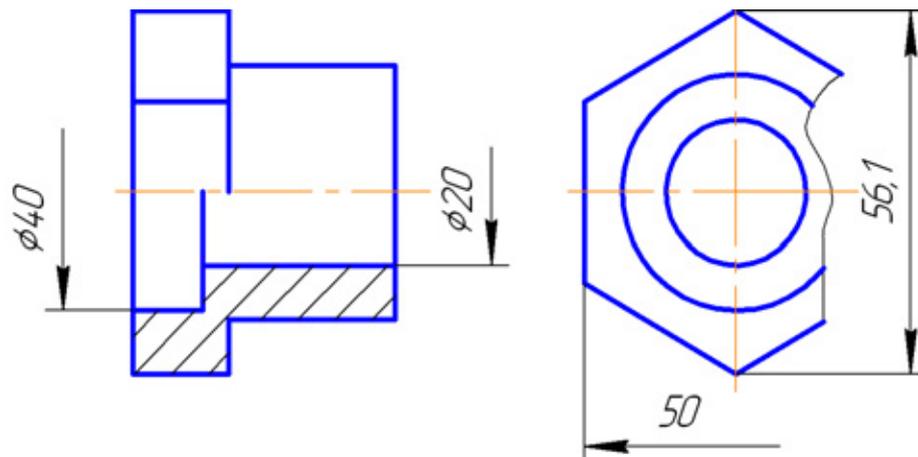


Рис. 1.39. Размерные линии с обрывом

Размерные линии допускается проводить с обрывом при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность

полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 1.40).

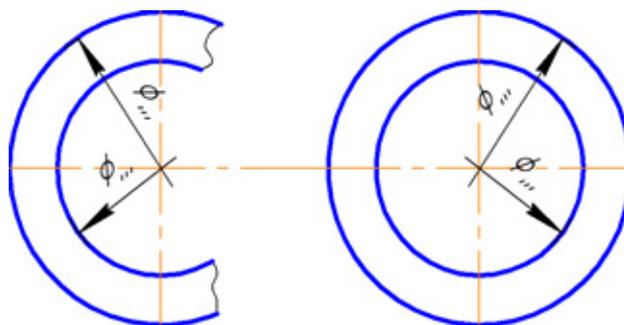


Рис. 1.40. Размерные линии с обрывом при указании размера диаметра окружности

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак « ∇ », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 1.41).

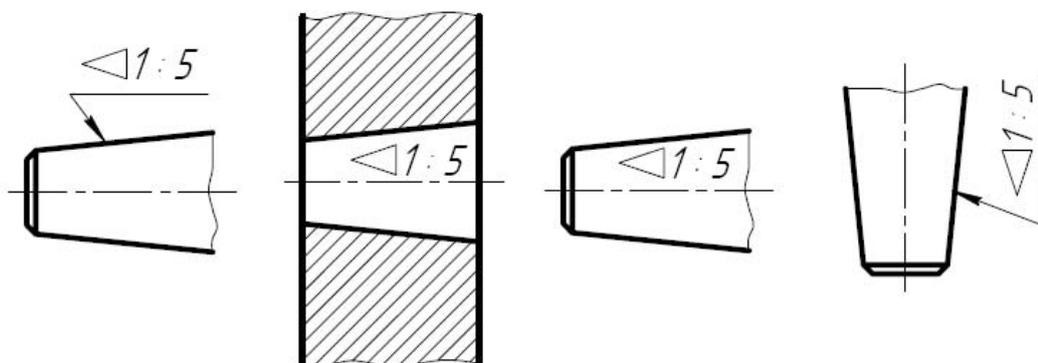


Рис. 1.41. Обозначение конусности

Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски.

Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения (рис. 1.42,а), в процентах (рис. 1.42,б). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак « \sphericalangle », острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

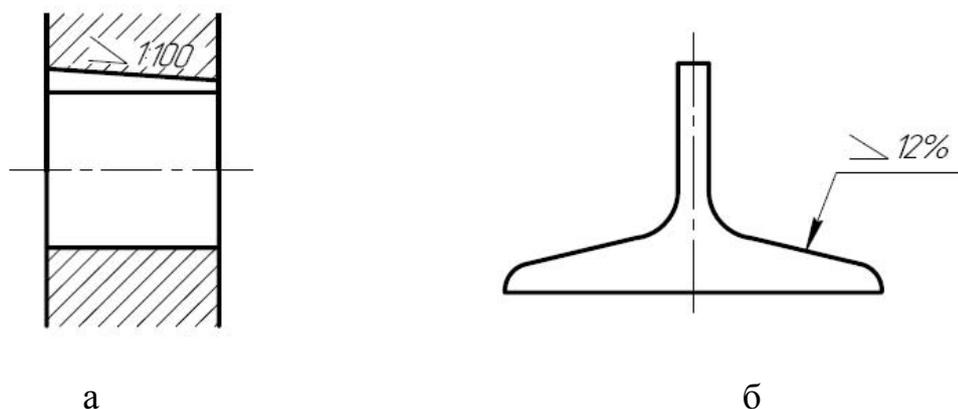


Рис. 1.42. Обозначение уклонов

Фасками называются сплошные (притупленные) кромки стержня, отверстия, бруска, листа. На чертежах фаска определяется одним линейным и одним угловым размерами (рис. 1.43, а, б) либо двумя линейными (рис. 1.43, в).

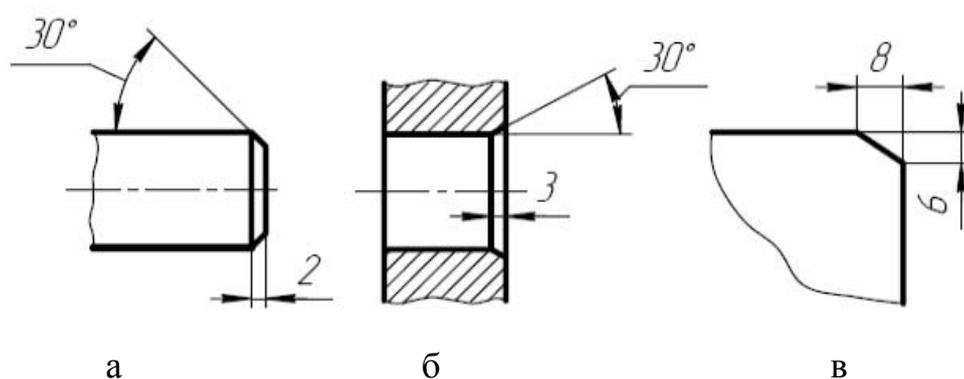


Рис. 1.43. Нанесение размеров фасок под углом, отличным от 45°

Фаска с углом наклона 45° обозначается линейным и угловым размерами, записанными через знак умножения (рис. 1.44).

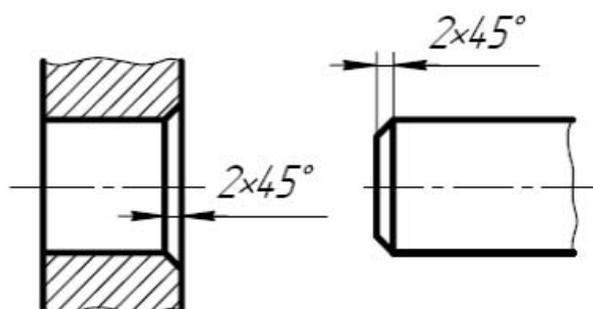


Рис. 1.44. Нанесение размеров фасок под углом 45°

Размеры, определяющие положение симметрично расположенных отверстий симметричных изделий, наносят, как показано на рис. 1.45.

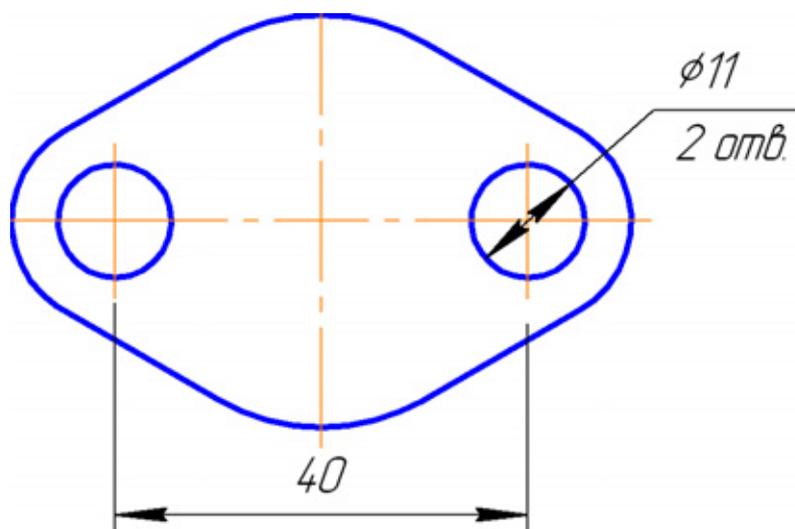


Рис. 1.45. Простановка размеров, определяющих положение симметрично расположенных отверстий симметричных изделий

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 1.45-1.47).

При нанесении размеров положения элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), указывают диаметр этой окружности (рис. 1.46), а в случаях, показанных на рис. 1.47, и угловые размеры.

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размеры между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 1.48).

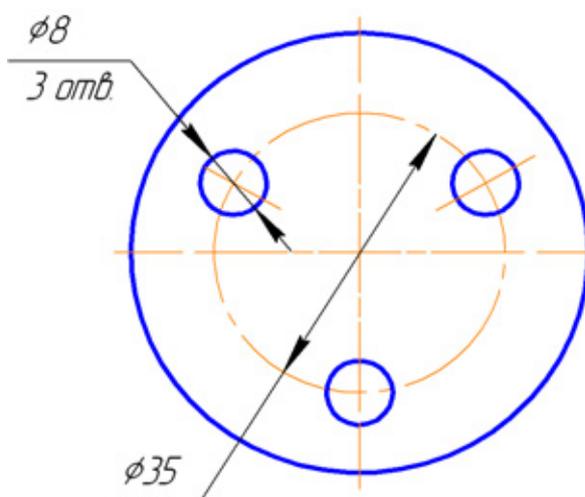


Рис. 1.46. Простановка размеров отверстий, равномерно расположенных по окружности

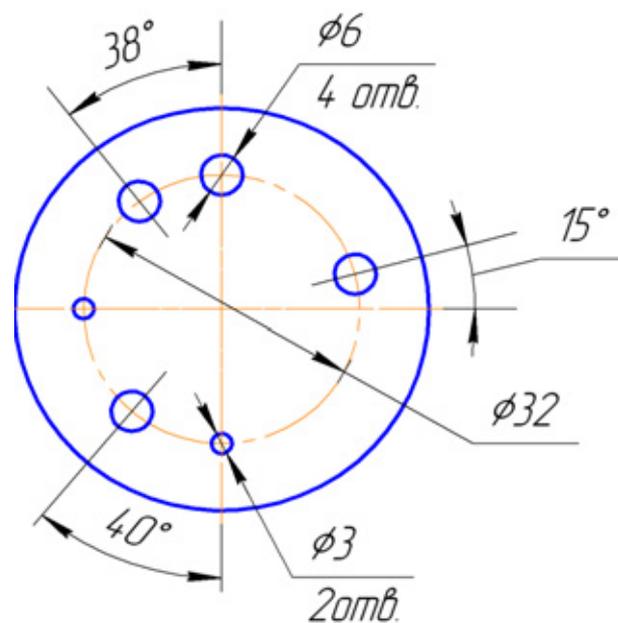


Рис. 1.47. Простановка угловых размеров

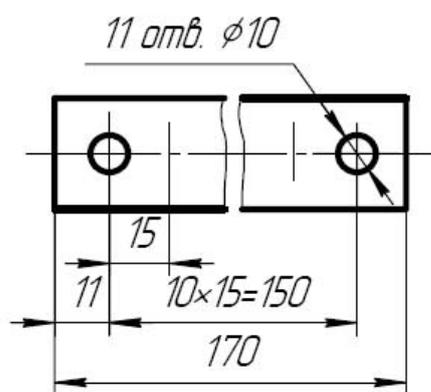
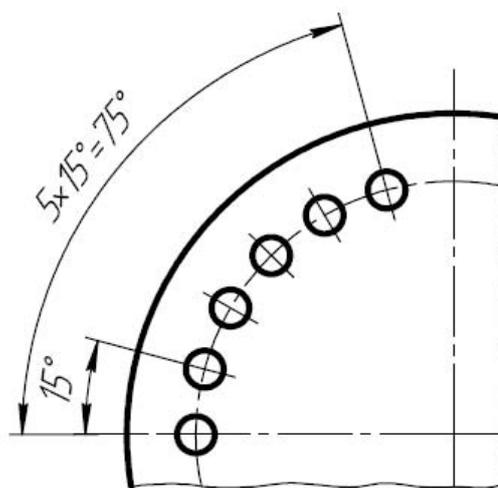


Рис. 1.48. Простановка размеров одинаковых и равномерно расположенных элементов



При изображении детали в одной проекции размер ее толщины s или длины l наносят, как показано на рис. 1.49.

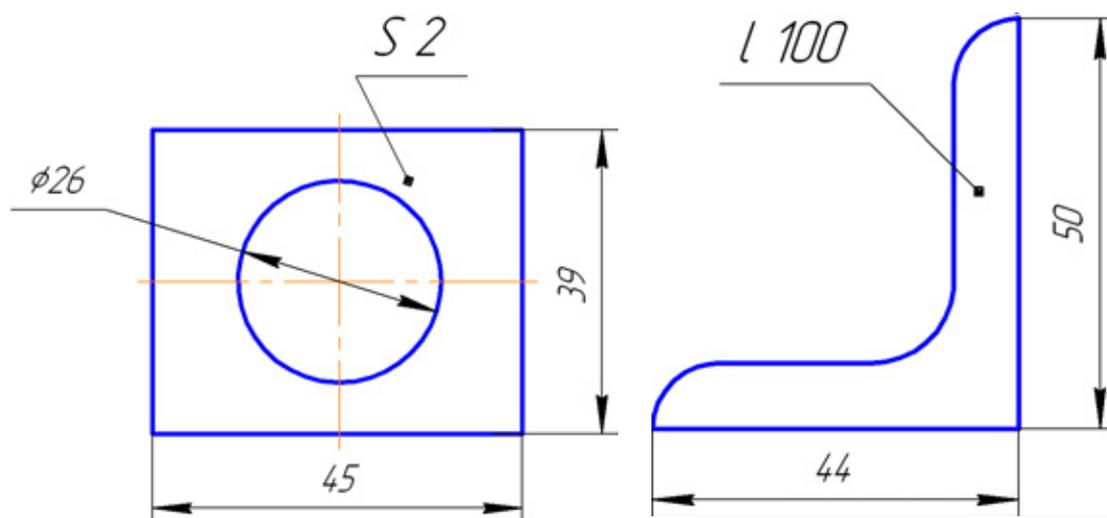


Рис. 1.49. Нанесение размеров толщины и длины детали

Размеры, не обязательные для данного вида чертежа, но которые указываются для удобства пользования, называются справочными и отмечаются на чертеже звездочкой «*» (рис. 1.50). При этом в технических требованиях к чертежу делается запись – * Размер для справок.

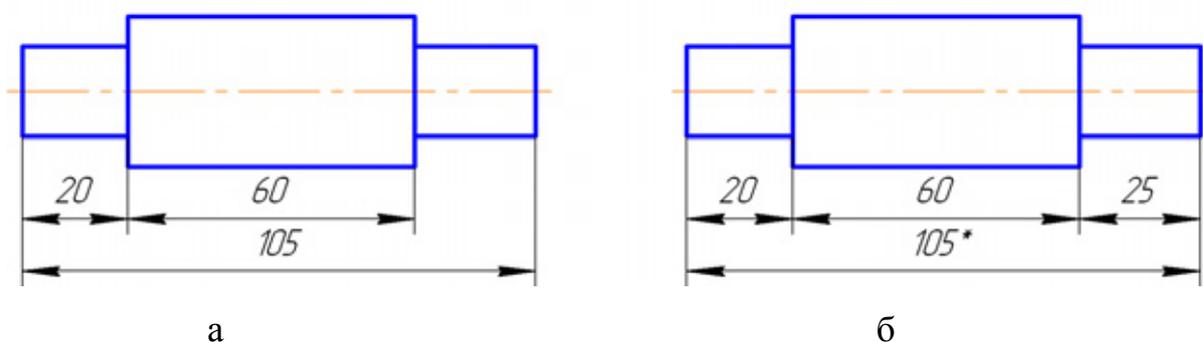


Рис.1.50. Простановка справочных размеров

Размеры на чертеже детали наносятся конструктором не только из соображения о ее взаимодействии с другими деталями, но и с учетом процесса ее изготовления и удобства контроля этих размеров. Простановка размеров производится от определенных поверхностей детали, которые называются **базами**. От баз в процессе обработки и контроля производится обмер детали. В машиностроении различают конструкторские, технологические и измерительные базы.

Конструкторские базы – поверхности (линии, точки), используемые для определения (ориентации) положения детали или сборочной единицы в изделии.

Технологические базы – поверхности детали, служащие для установки заготовки или изделия на станке и ориентирующие её относительно режущего инструмента.

Измерительная база – поверхность, линия или точка, от которых производится отсчет размеров при измерении элементов детали. Часто в качестве измерительной базы принимают ось вращения, ось или плоскость симметрии детали или ее части.

Во многих случаях размеры, нанесенные от конструкторских баз с учетом требований конструкции, не совпадают с размерами, нанесенными от технологических баз с учетом требований технологического процесса изготовления детали.

В зависимости от баз, относительно которых ориентируют поверхности детали при ее конструировании, изготовлении и измерении, применяют три способа нанесения размеров элементов детали: *цепной*, *координатный* и *комбинированный*.

Цепной способ простановки размеров – способ, при котором размеры отдельных элементов детали проставляются последовательно, один за другим как звенья одной цепи (рис. 1.51). Этот способ применяется редко.

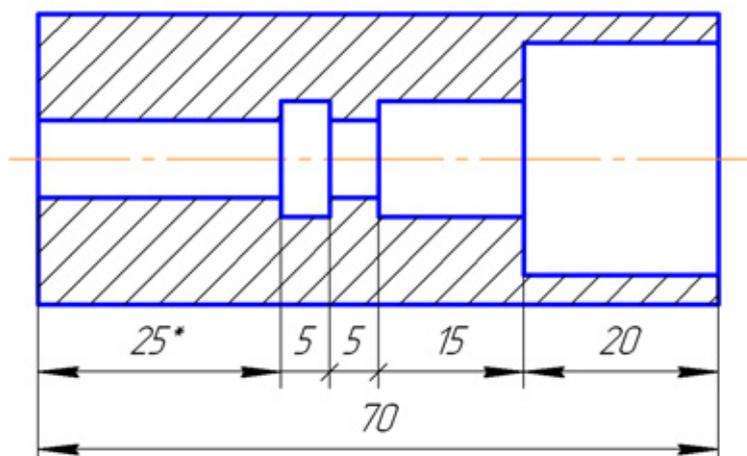


Рис. 1.51. Цепной способ задания размеров

Координатный способ – способ, при котором размеры являются координатами, характеризующими положение отдельных поверхностей детали относительно одной из них, принятой за измерительную базу (рис. 1.52).

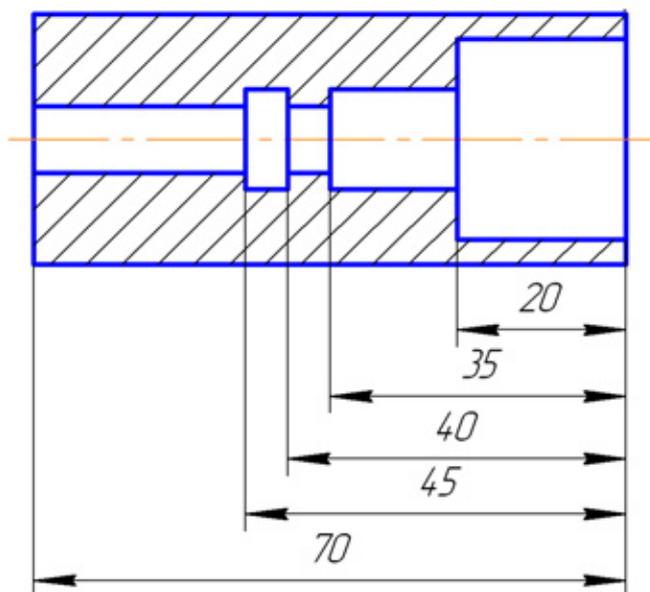


Рис. 1.52. Координатный способ задания размеров

Комбинированный способ – способ, представляющий собой сочетание цепного и координатного способов (рис. 1.53). Этот способ нанесения размеров получил широкое применение как обеспечивающий наибольшую точность и удобство измерения при изготовлении и контроле размеров детали без каких-либо дополнительных подсчетов размеров.

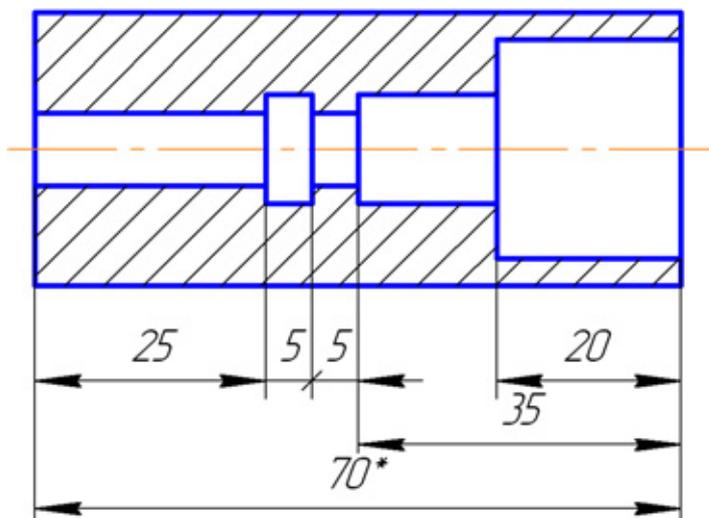


Рис. 1.53. Комбинированный способ задания размеров

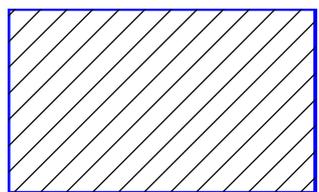
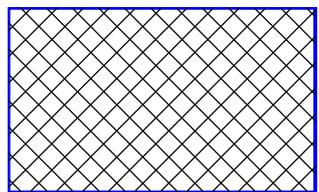
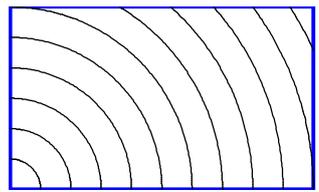
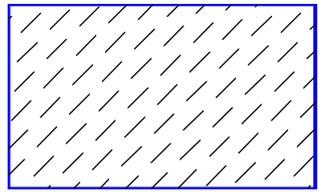
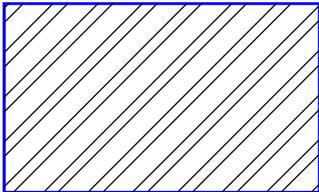
1.8. Графическое обозначение материалов

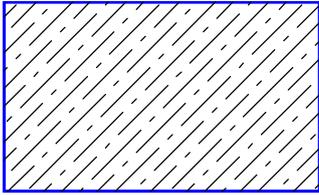
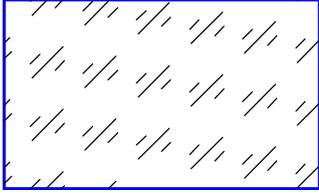
Для изображения материала, из которого изготовлен предмет или его отдельная часть, применяют условные графические обозначения, установленные ГОСТ 2.306–68.

На чертежах в сечениях материал должен обозначаться, как указано в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Графическое обозначение материалов в сечениях на чертежах

Материал	Обозначение
1	2
1. Металлы и твердые сплавы	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
3. Древесина	
4. Камень естественный	
5. Керамика и силикатные материалы для кладки	

1	2
6. Бетон	
7. Стекло и другие светопрозрачные материалы	

Штриховка выполняется тонкими сплошными линиями толщиной $S/2 - S/3$.

Наклонные параллельные прямые линии штриховки должны проводиться под углом 45° : а) к линиям рамки чертежа (рис. 1.54,а), б) к оси изображения (рис. 1.54,б), в) к контуру сечения (рис. 1.54,в).

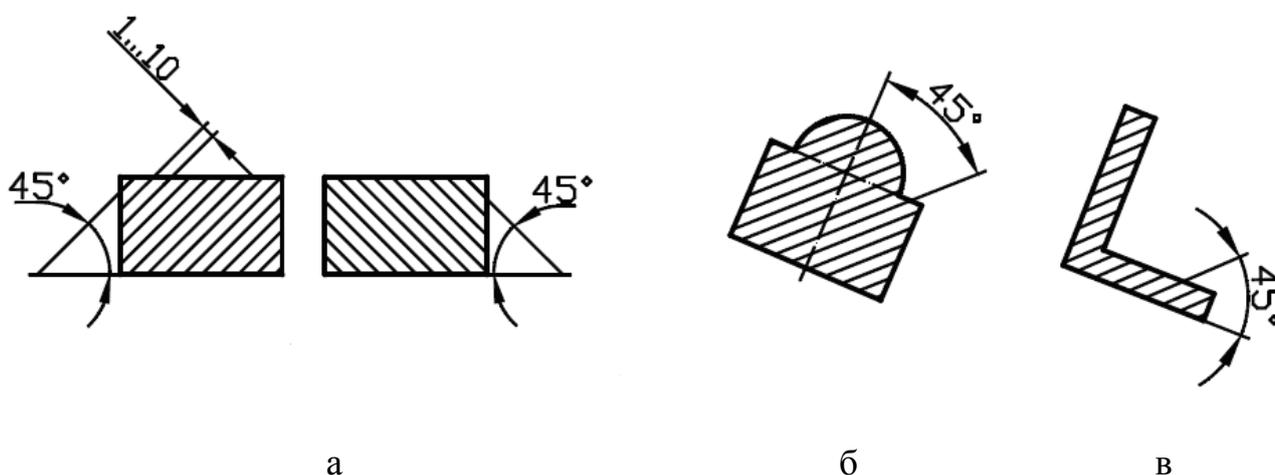


Рис. 1.54. Штриховка под углом 45° : а – к линиям рамки чертежа; б – к оси изображения; в – к контуру сечения

Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но в одну и ту же сторону на всех разрезах и сечениях, относящихся к одной и той

же детали, независимо от количества листов, на которых эти изображения расположены.

Если штриховки сечений совпадают по направлению с линиями контура чертежа или с осявыми, то следует брать углы 30° или 60° (рис. 1.55).

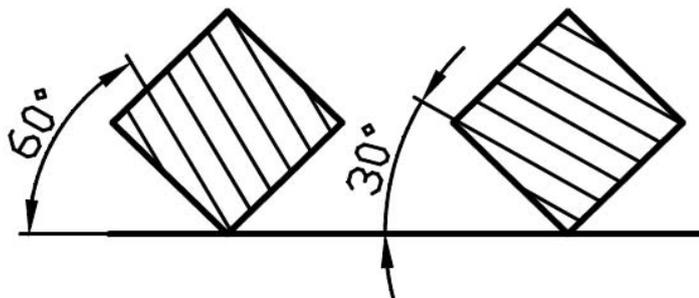


Рис. 1.55. Штриховка под углом 60° и 30° к рамке чертежа

Расстояние между параллельными линиями штриховки должно быть **одинаковым** для всех выполняемых разрезов и сечений данной детали в пределах от 1 до 10 мм, в зависимости от площади штриховки.

При штриховке сечения смежных деталей из одного материала следует брать наклон линий штриховки для одной детали вправо, для другой – влево (встречная штриховка). Можно также изменять расстояние между линиями штриховки (рис. 1.56).

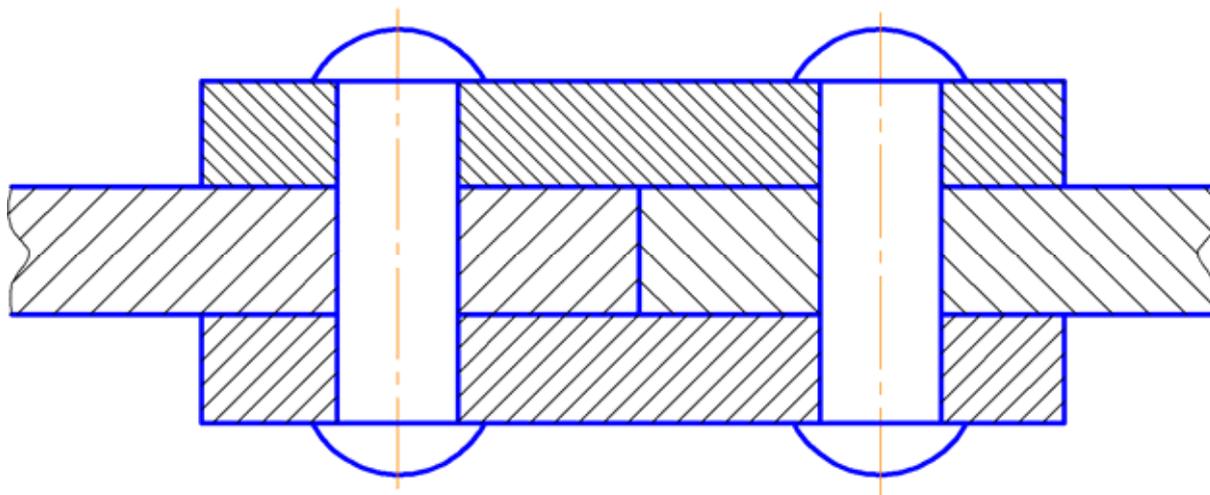


Рис. 1.56. Образец штриховки смежных площадей

2. ИЗОБРАЖЕНИЯ

В процессе конструирования при выполнении технических чертежей предметов – деталей, приборов и других устройств – трех основных плоскостей проекций нередко оказывается недостаточно. При выполнении изображений применяют также ряд правил и условностей, которые позволяют существенно снизить трудоемкость выполнения чертежей, уменьшить расход бумаги на их оформление при сохранении наглядности и однозначности их понимания.

Правила изображения предметов на чертежах всех отраслей промышленности и строительства изложены в стандартах ЕСКД.

Изображения предметов выполняют по методу прямоугольного проецирования. При этом предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 2.1).

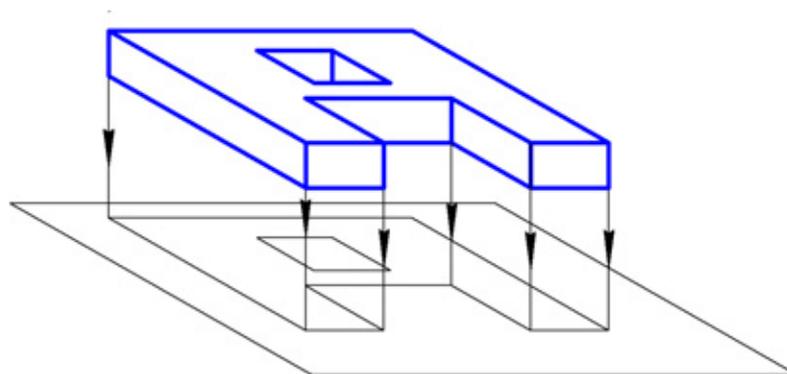


Рис. 2.1. Изображение предмета методом прямоугольного проецирования

В соответствии с ГОСТ 2.305-2008 изображения на чертеже в зависимости от содержания разделяют на виды, разрезы, сечения.

2.1. Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. В целях уменьшения количества изображений допускается показывать на них контуры невидимых элементов (рис. 2.2).

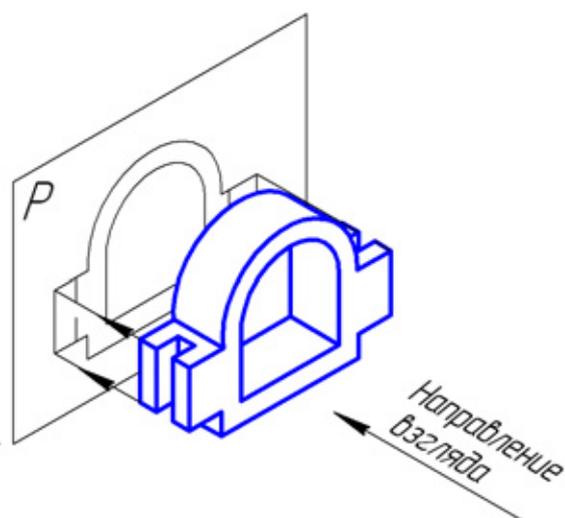


Рис. 2.2. Направление взгляда на деталь при проецировании

Классификация видов представлена на рис. 2.3.

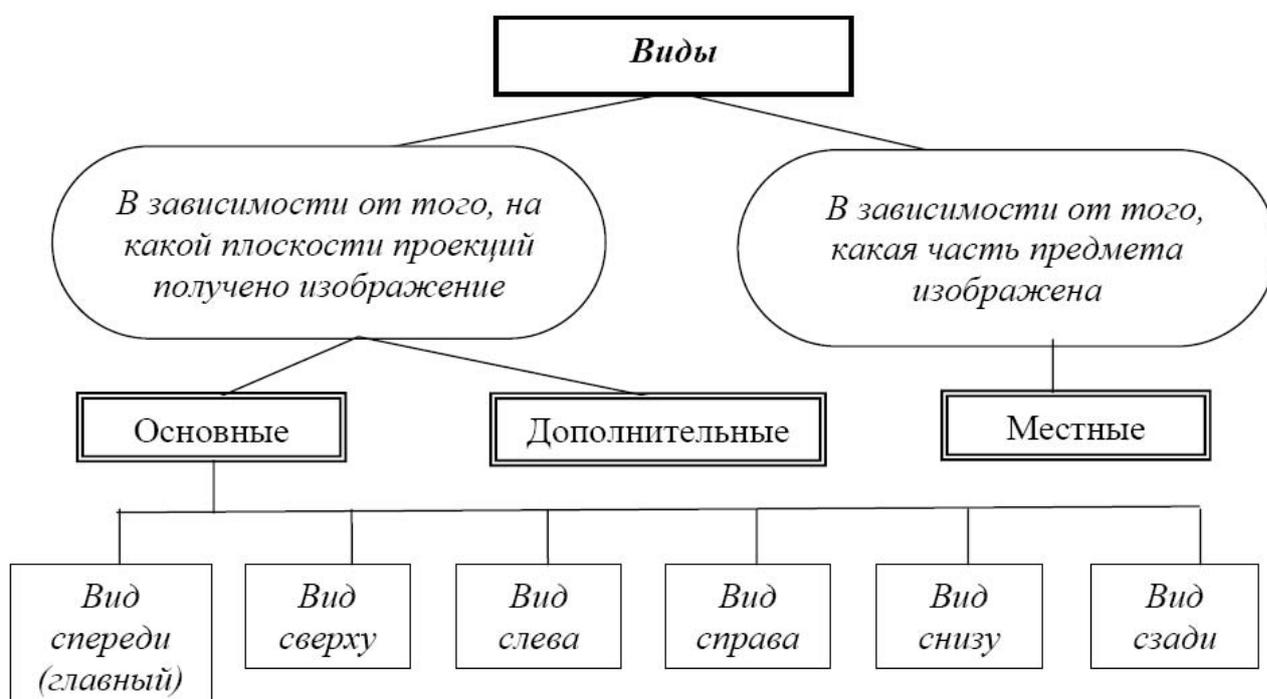


Рис. 2.3. Классификация видов

Основные виды получают проецированием предмета на основные плоскости проекций, за которые принимают шесть граней куба, внутри которого располагается изображаемый предмет. При этом предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Этот вид

принимается на чертеже в качестве главного вида (рис. 2.4). После разворота граней куба получают схему расположения основных видов на чертеже (рис. 2.5).

ГОСТ 2.305-2008 устанавливает следующие названия основных видов:

- на грани 1 (совмещенной с фронтальной плоскостью проекций) – вид спереди (главный вид);
- на грани 2 – вид сверху;
- на грани 3 – вид слева;
- на грани 4 – вид справа;
- на грани 5 – вид снизу;
- на грани 6 – вид сзади.

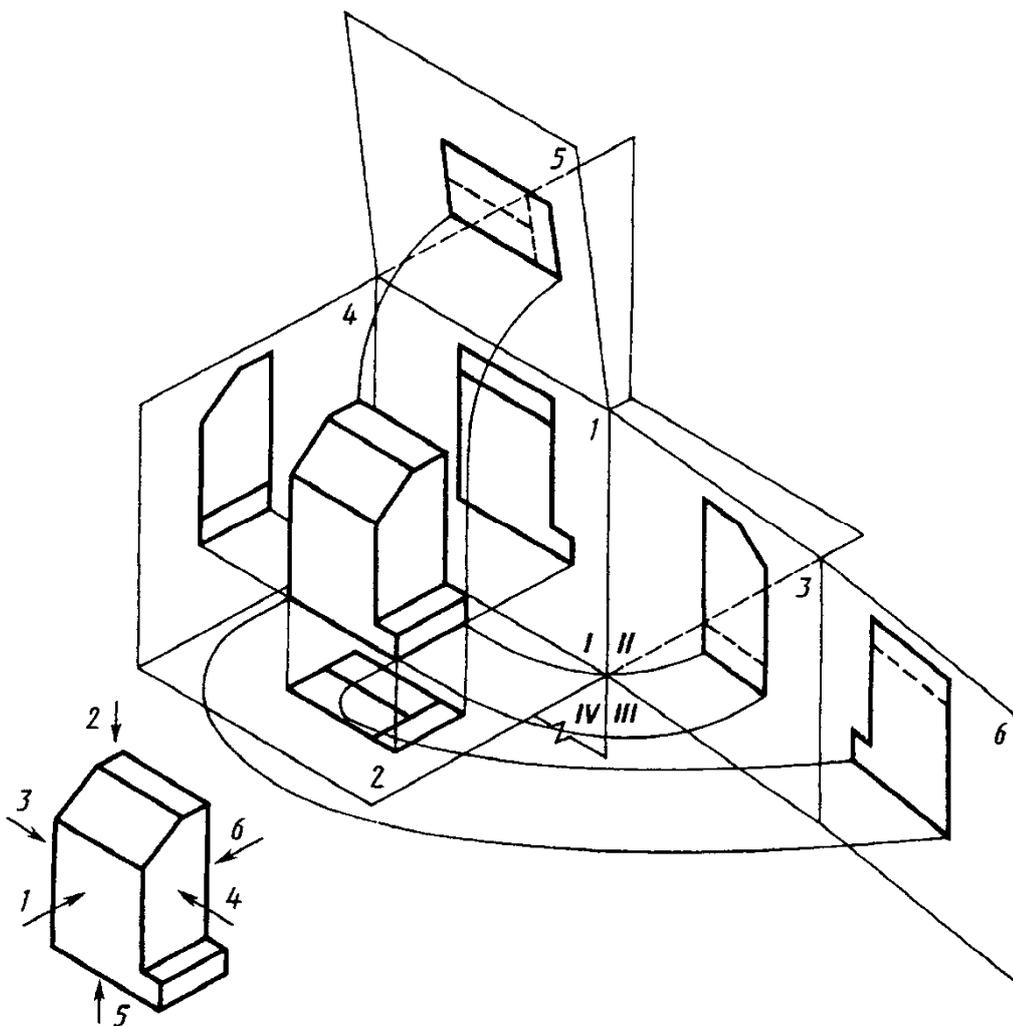


Рис. 2.4. Проецирование предмета на шесть граней куба

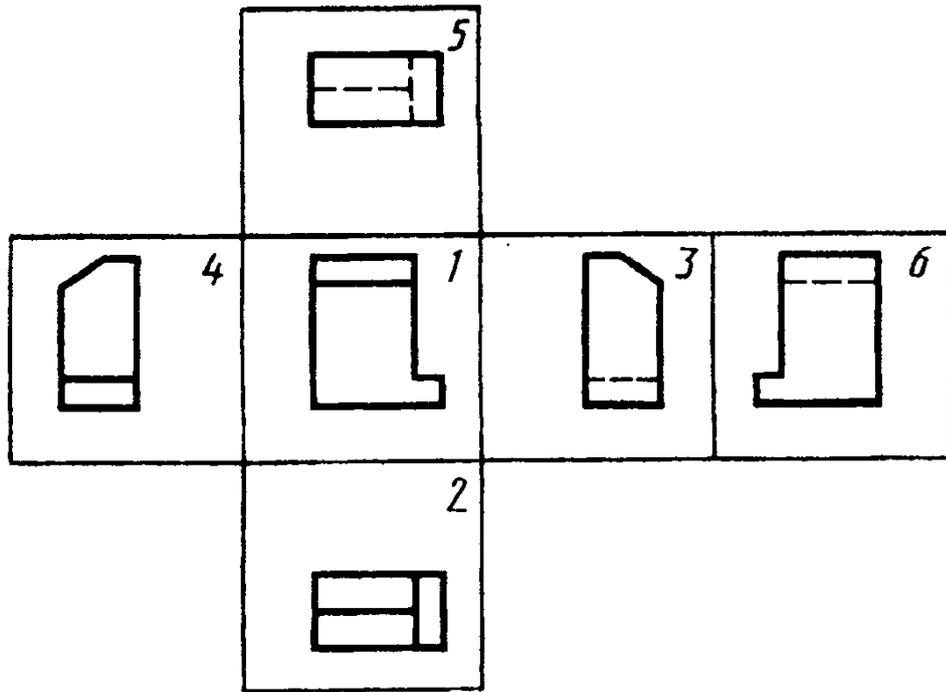


Рис. 2.5. Схема расположения основных видов на чертеже

Количество видов (точнее изображений) на чертеже должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное и однозначное представление об изображаемом предмете.

В ряде случаев на чертеже может быть достаточно одного изображения, например, для деталей типа «плоский контур» (рис. 2.6) или для деталей типа «вал» (рис. 2.7.)

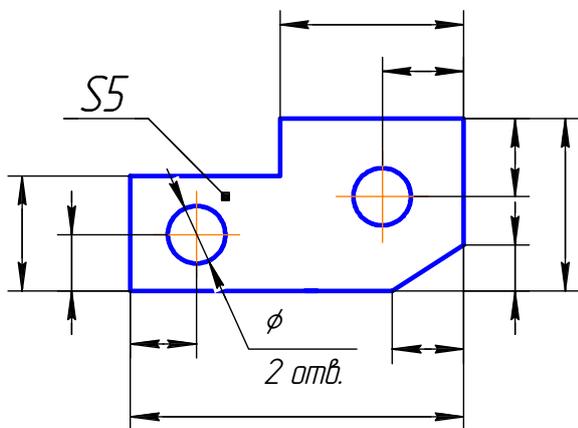


Рис. 2.6. Деталь типа «плоский контур»

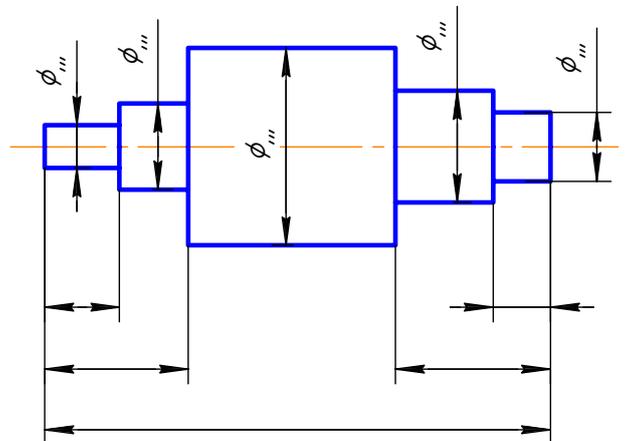


Рис. 2.7. Деталь типа «вал»

Часто для полного и однозначного представления предмета бывает достаточно двух изображений, например, главного вида и вида слева, или главного вида и вида сверху, в ряде случаев приходится применять все три вышеназванные основные виды или заменяющие их разрезы.

В любом случае решение этой задачи для каждой конкретной детали требует индивидуального анализа и может быть решено методом перебора вариантов.

Рассматривают возможность выполнения одного изображения. В случае, если этот вариант не подходит, рассматривают:

- 1) возможность выполнения двух изображений. При этом анализируют варианты: главный вид – вид сверху; главный вид – вид слева. В случае, если ни один из этих вариантов не отвечает сформулированным выше требованиям, рассматривают:
- 2) возможность выполнения трех изображений.

При выборе главного вида следует учитывать, что кроме ясного представления о форме и размерах предмета, он должен обеспечивать рациональность размещения информации на остальных изображениях чертежа, например, при выборе главного вида детали, изображенной на рис. 2.8, равноценные изображения дают виды с передней стороны А и задней стороны Б. При выборе в качестве главного вида – вида со стороны А на виде слева получается информационно насыщенное изображение, на котором можно, например, указать шесть размеров детали (рис. 2.9,а). При выборе в качестве главного вида – вида со стороны Б вид слева информационно ненасыщенный прямоугольник, на котором можно указать лишь ширину и высоту детали (рис. 2.9,б).

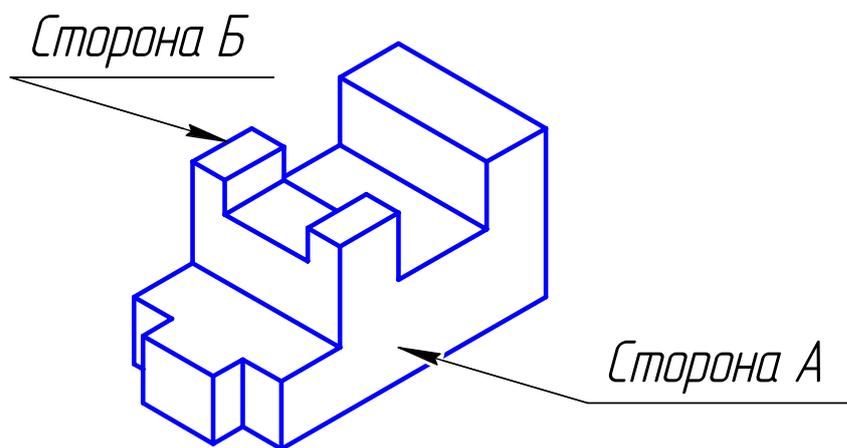


Рис. 2.8. Выбор главного вида

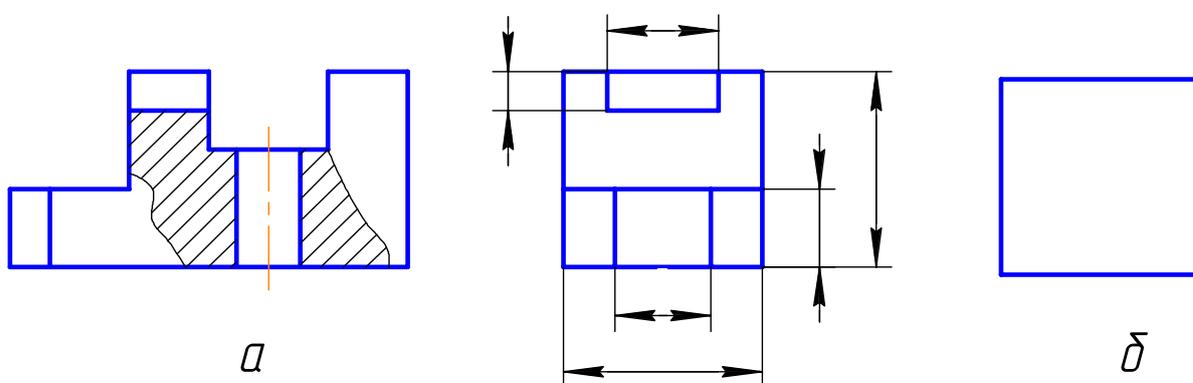


Рис. 2.9.

Обозначать основные виды следует только в том случае, если отсутствует проекционная связь между ними и главным видом. При этом сам вид отмечают прописной буквой русского алфавита. Направление взгляда указывают стрелкой, обозначенной той же буквой, что и вид (рис. 2.10 - 2.12).

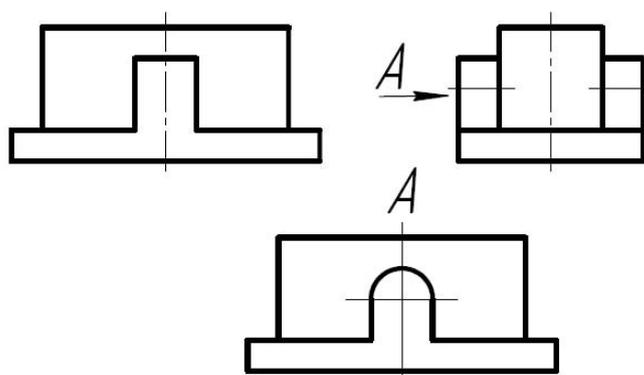


Рис. 2.10. Обозначение основного вида при отсутствии проекционной связи

Дополнительным видом называют вид, получаемый на плоскости не параллельной ни одной из основных плоскостей проекций. Эти виды применяют в тех случаях, когда какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Если дополнительный вид расположен в проекционной связи с соответствующим изображением, его не обозначают (рис. 2.11). В остальных случаях дополнительные виды обозначают, как показано на рис. 2.12,а.

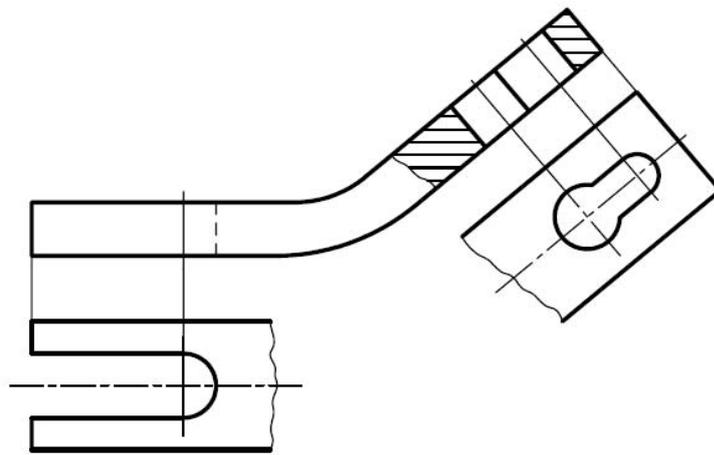


Рис. 2.11. Дополнительный вид в проекционной связи с соответствующим изображением

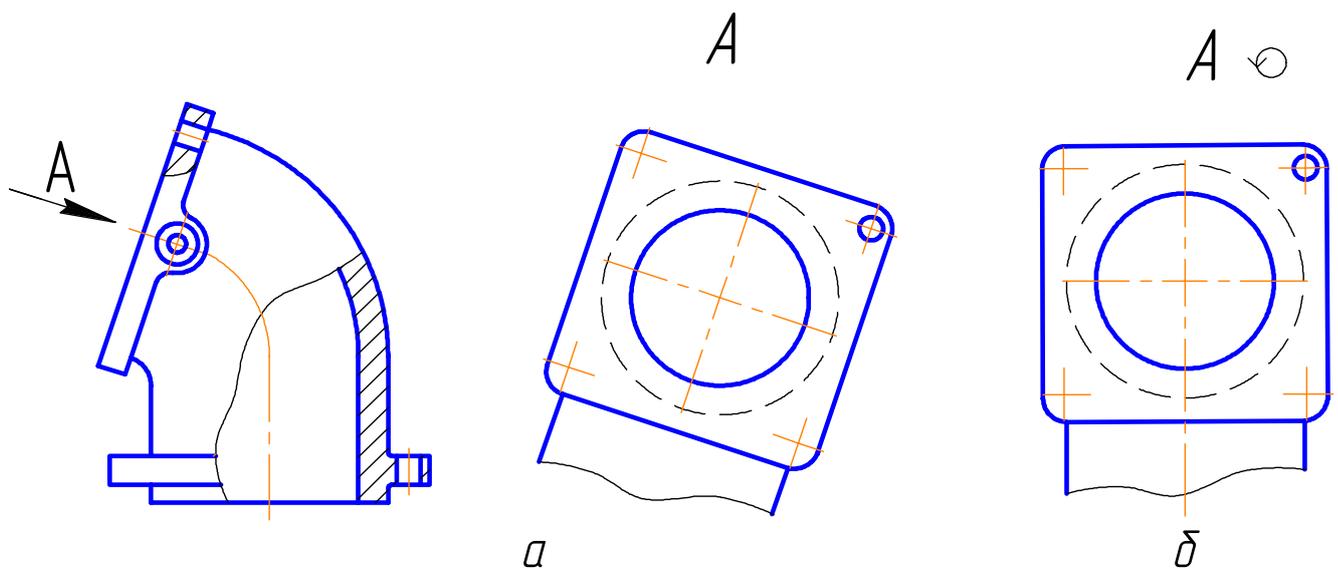


Рис. 2.12. Дополнительный вид: а – обозначение дополнительного вида на чертеже; б – обозначение дополнительного вида при повороте

Дополнительный вид может быть повернут до совпадения осей дополнительного вида с осями главного вида. При этом:

- угол поворота не должен превышать 45° ;
- в обозначении дополнительного вида добавляют знак  (рис. 2.12,б).

Местным видом называют изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета (рис. 2.13). Местный вид отделяют тонкой волнистой линией от «отрезанной» части предмета. Если такая линия получается замкнутой – её принято не показывать. Местные виды обозначают так же, как и дополнительные.

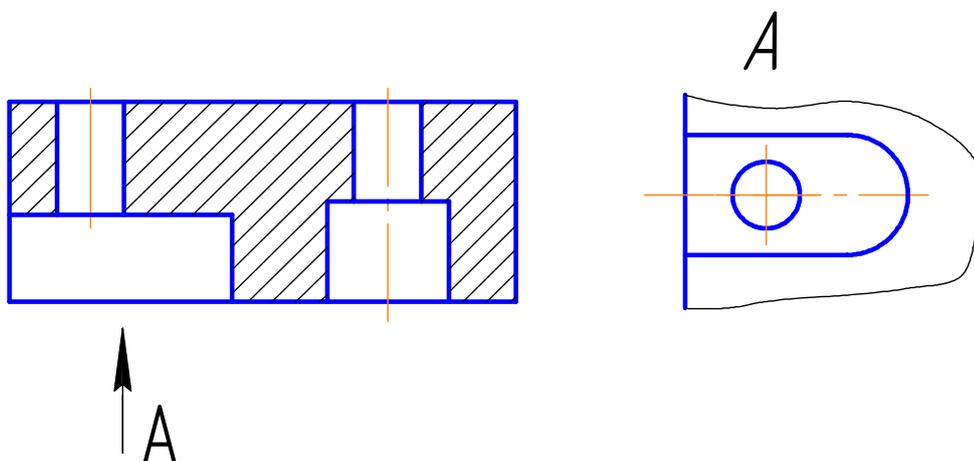


Рис. 2.13. Местный вид

2.2. Разрезы

Для показа внутреннего устройства предметов в инженерной графике применяют разрезы.

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями, на котором показывают контур предмета в плоскости сечения и изображении предмета, находящегося за секущей плоскостью.

При этом контур предмета в секущей плоскости штрихуется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.306-68 «Графическое обозначение материалов».

Классификация разрезов представлена на рис. 2.14.



Рис. 2.14. Классификация разрезов

2.2.1. Простые разрезы

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы делятся на три типа:

1) *вертикальные* – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис. 2.15). Вертикальный разрез называется *фронтальным* (рис. 2.15 – разрез А-А), если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и *профильным* (рис. 2.15 – разрез Б-Б), если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций;

2) *горизонтальные* – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 2.16);

3) *наклонные* – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (рис. 2.17, 2.18).

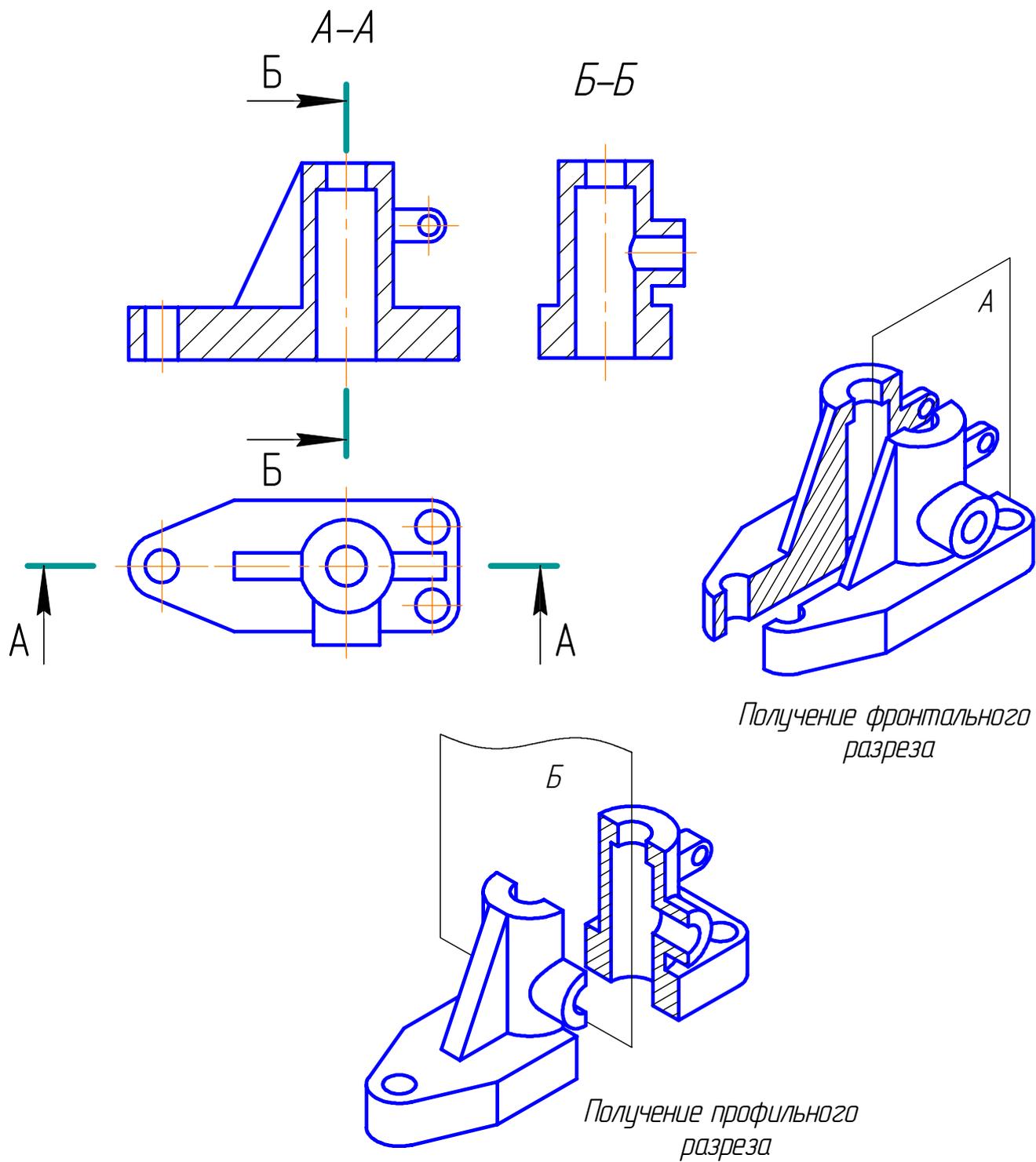


Рис. 2.15. Получение простых разрезов

Фронтальные, горизонтальные и профильные разрезы обычно располагают на месте соответствующих основных видов (рис. 2.15, 2.16). Однако простые разрезы могут быть расположены также на любом свободном месте чертежа.

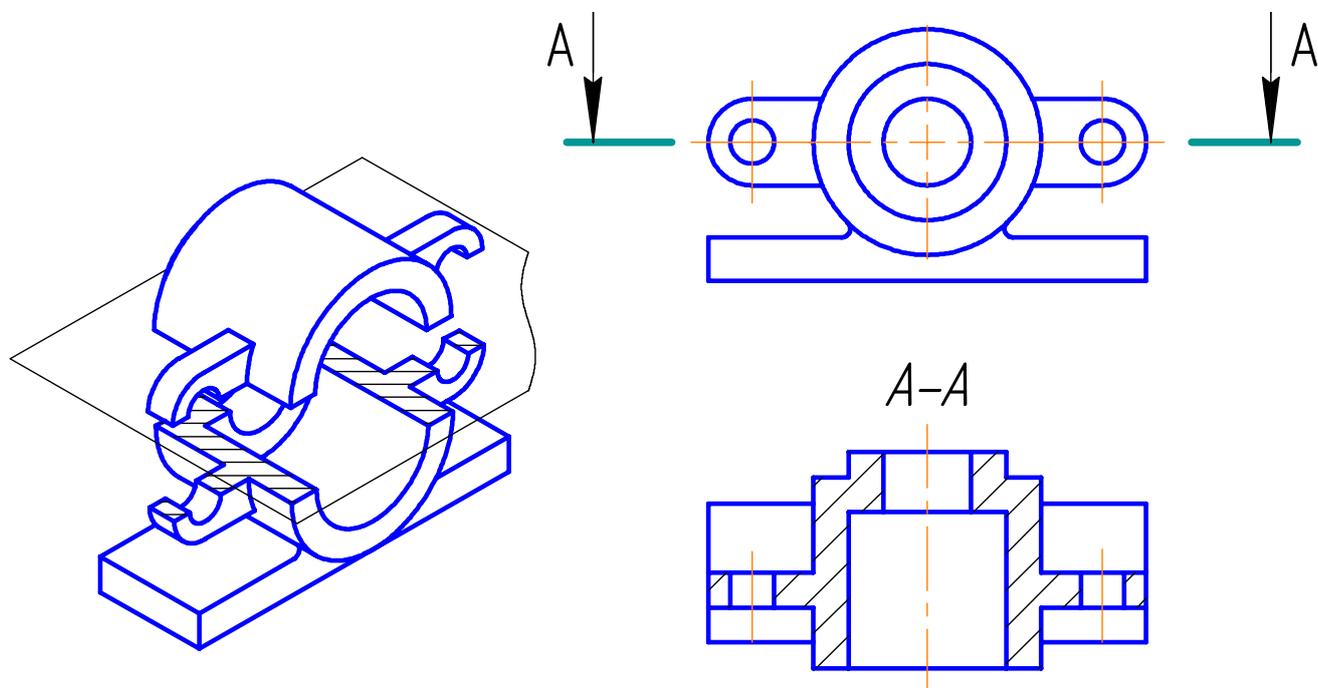


Рис. 2.16. Получение простого горизонтального разреза

Мысленное рассечение предмета при выполнении разреза относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений. Так, на рис. 2.15 видно, что выполнение фронтального разреза на месте главного вида и профильного разреза на месте вида слева никак не отражается на виде сверху.

Наклонные разрезы применяют в тех случаях, когда для изображения внутреннего устройства предмета секущую плоскость приходится располагать наклонно по отношению к горизонтальной плоскости проекций (рис. 2.17). Наклонные разрезы строят в соответствии с направлением проецирования, указанного стрелками на обозначении секущей плоскости. Располагают наклонный разрез как в проекционной связи с рассекаемым предметом (рис. 2.17), так и на свободном месте чертежа (рис. 2.18,а). Более того, наклонный разрез может быть повернут до совпадения осей наклонного разреза

с основными осями изображаемого предмета (поворот производится на угол не более 45°). При этом в обозначении наклонного разреза добавляют знак  (рис. 2.18,б).

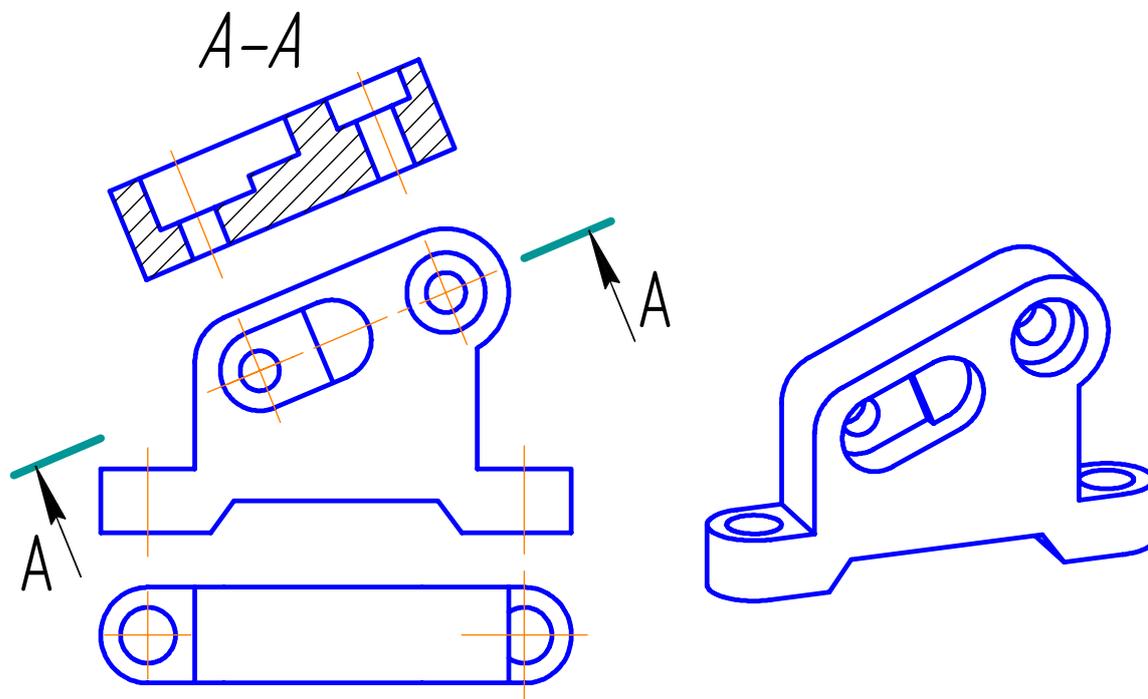


Рис. 2.17. Расположение наклонного разреза в проекционной связи

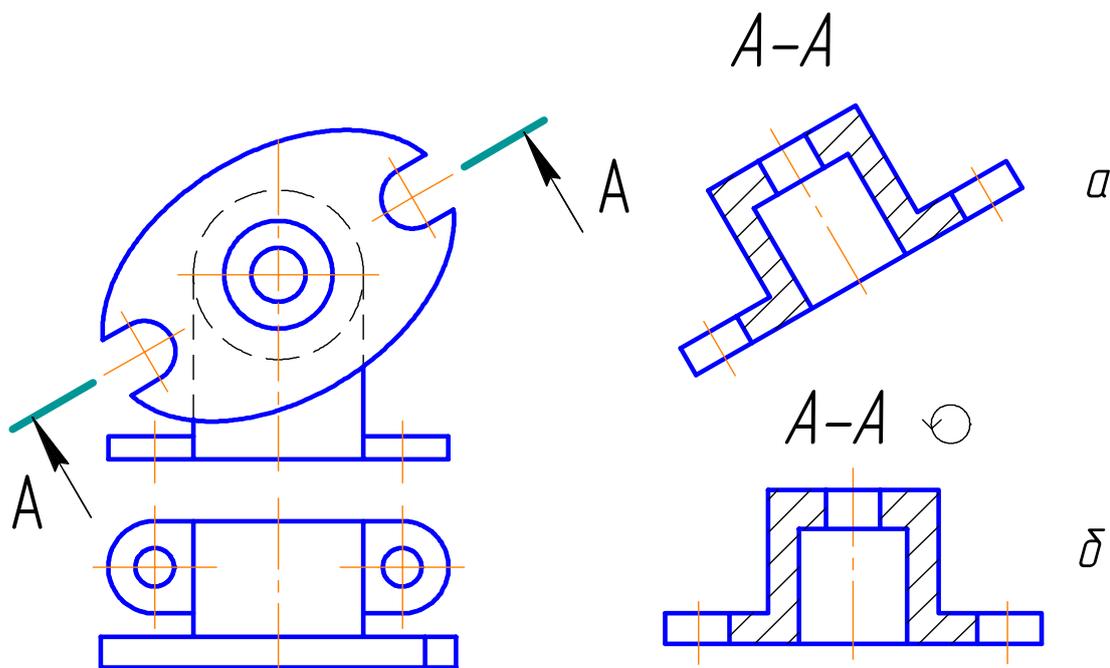


Рис. 2.18. Наклонный разрез: а – выполнен на свободном месте чертежа:
б – обозначение наклонного разреза при повороте

Местный разрез (также относящийся к простым разрезам) служит для выявления внутреннего устройства лишь в отдельном ограниченном месте (рис. 2.19, вид сверху). Его отделяют от нерассечённой части детали сплошной волнистой линией. Эта линия не должна сливаться с контурной, осевой и другими линиями изображения.

Местные разрезы не обозначают.

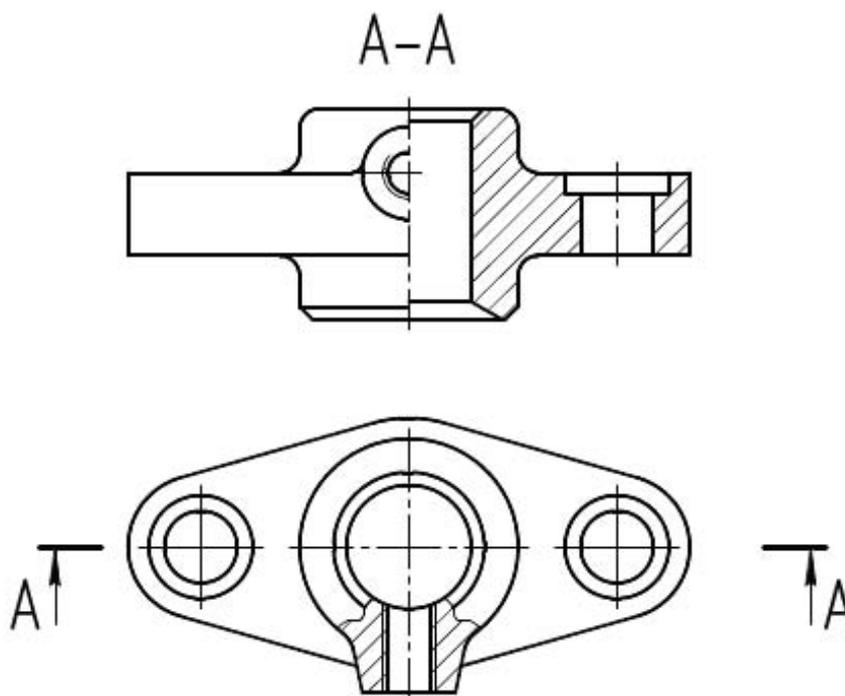


Рис. 2.19. Местный разрез

Соединение части вида с частью разреза

Для уменьшения количества изображений на чертеже допускается соединять часть вида с частью соответствующего разреза. Такое соединение даёт возможность при наименьшем количестве изображений получить исчерпывающее представление как о внешней, так и о внутренней форме предмета.

При соединении половины вида с половиной разреза, каждый из которых является симметричной фигурой (т.е. симметричной является сам проецируемый предмет как по наружным, так и по внутренним поверхностям),

разделяющей линией служит ось симметрии. Разрез в этих случаях располагают справа (рис. 2.19) или снизу от оси симметрии детали (рис. 2.20).

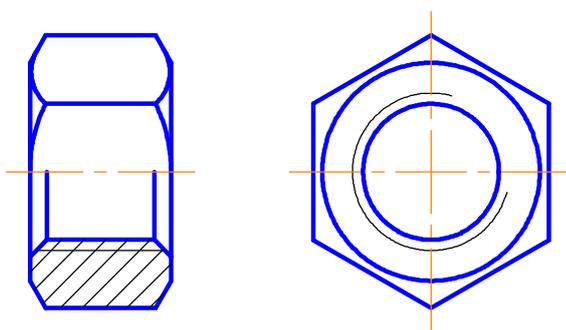


Рис. 2.20. Соединение части вида с частью разреза

При соединении части вида с частью разреза симметричных деталей, у которых с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии, например, проекция ребра, вид от разреза отделяют сплошной тонкой волнистой линией, сохраняя проекцию этого ребра. На рис. 2.21 показано, как проводить волнистую линию при соединении вида с разрезом симметричной детали, имеющей внутреннее ребро (рис. 2.21,а), наружное (рис. 2.21,б).

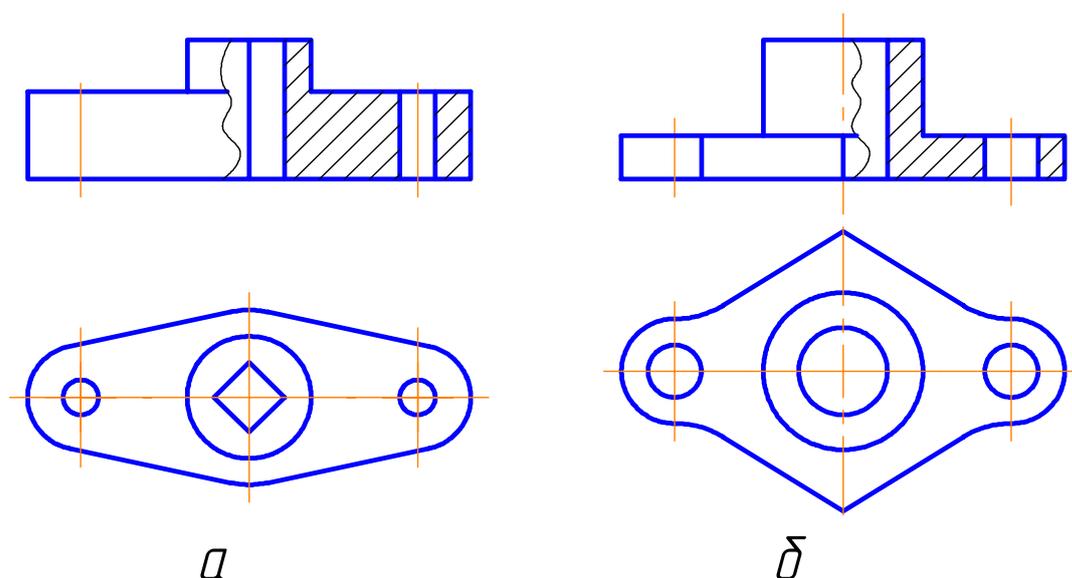


Рис. 2.21. Расположение волнистой линии при соединении вида с разрезом симметричной детали: а – имеющей внутреннее ребро;
б – имеющей наружное ребро

2.2.2. Сложные разрезы

Сложными называются разрезы, полученные при помощи нескольких секущих плоскостей. Сложные разрезы разделяют на *ступенчатые* и *ломаные*.

Ступенчатым называется разрез, выполненный параллельными секущими плоскостями. На рис. 2.22 показан пример ступенчатого разреза, выполненного тремя фронтальными плоскостями P , P_1 , P_2 . Каждая секущая плоскость выявляет внутреннюю форму детали на своём участке. Сечения, полученные тремя плоскостями, совмещают в одну плоскость чертежа. Границу между сечениями не указывают.

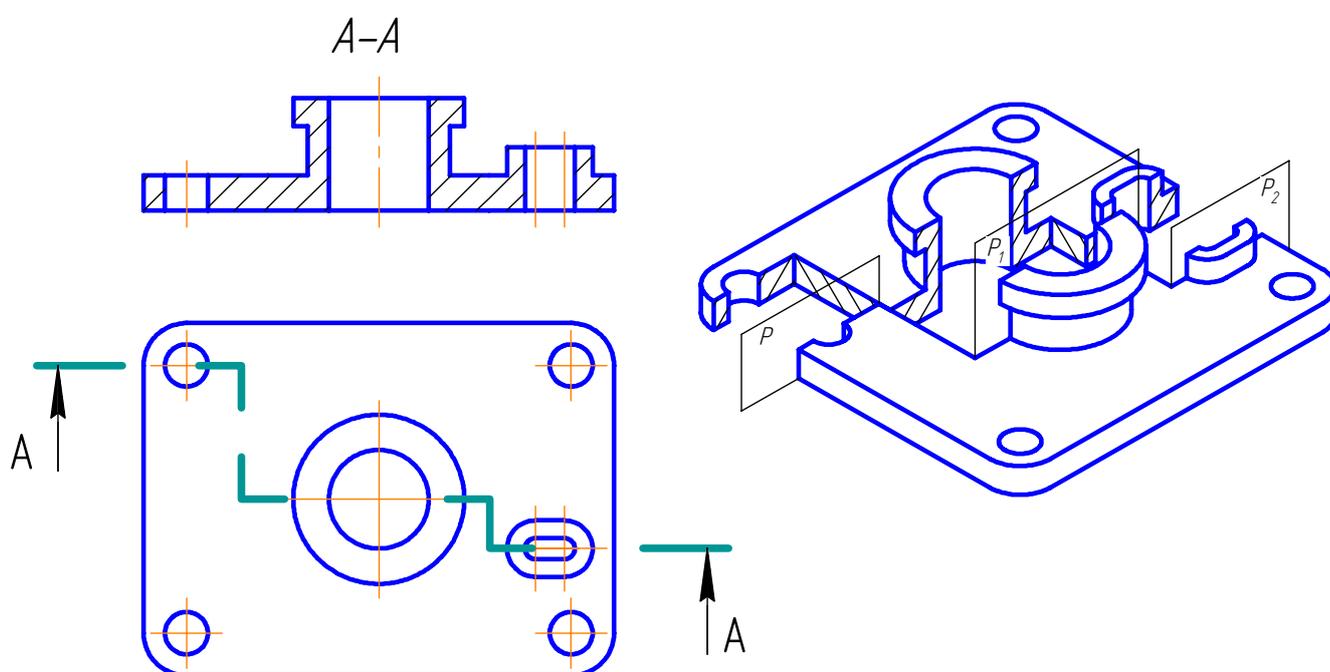


Рис. 2.22. Получение сложного ступенчатого разреза

Ломаным называется разрез, полученный при рассечении предмета взаимно пересекающимися плоскостями (рис. 2.23). Особенность выполнения этих разрезов состоит в том, что одну из секущих плоскостей вместе с фигурой сечения поворачивают вокруг линии пересечения секущих плоскостей до совмещения с другой секущей плоскостью, параллельной какой-либо из основных плоскостей проекций, и только после этого обе фигуры сечения совмещают с плоскостью чертежа. Направление поворота секущей плоскости

может не совпадать с направлением взгляда, указанным стрелками на линиях сечения (рис. 2.24).

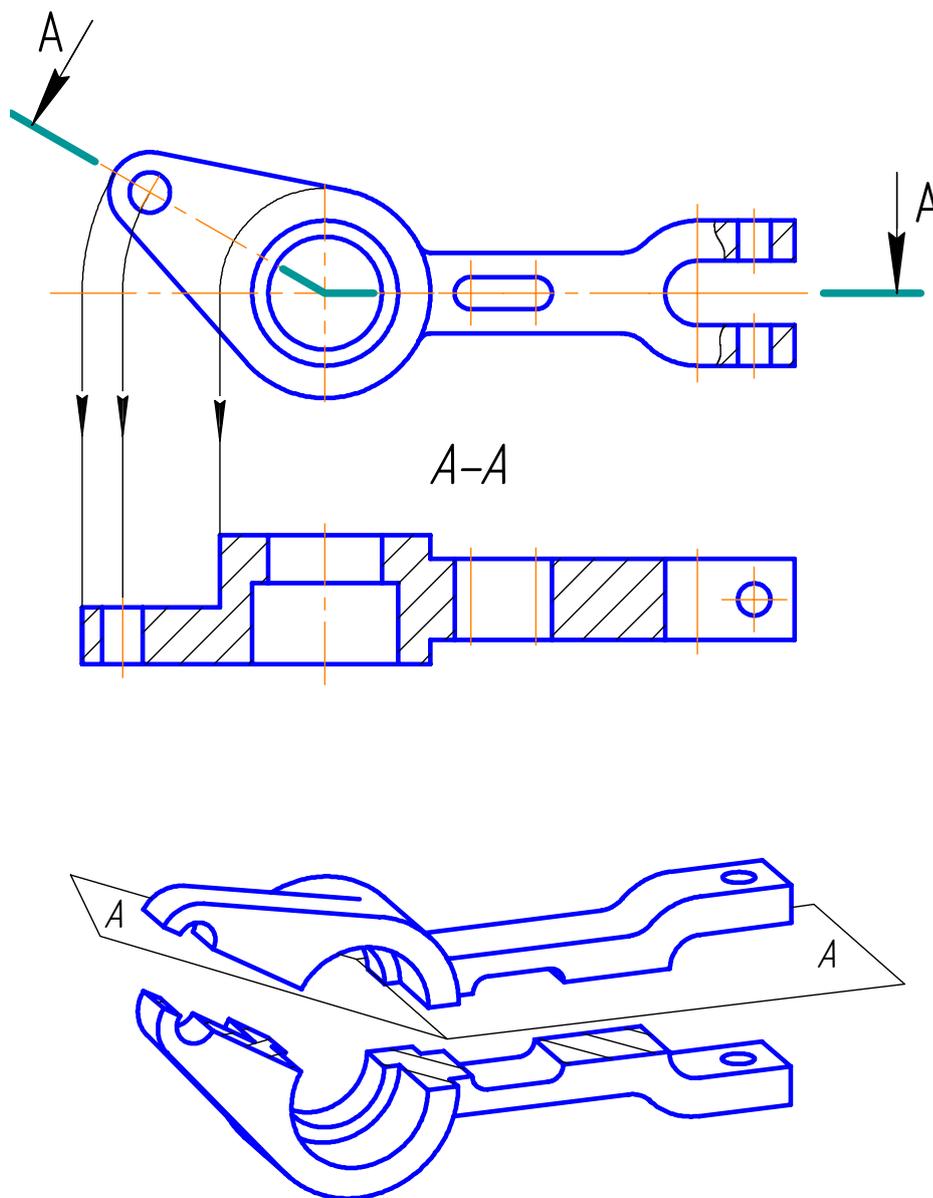


Рис. 2.23. Получение сложного ломаного разреза

При повороте секущей плоскости элементы детали, расположенные за ней, не перемещают: их изображают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение (рис. 2.25 выступ Б, находящийся за секущей плоскостью, совмещаемый с фронтальной плоскостью, в повороте не участвует).

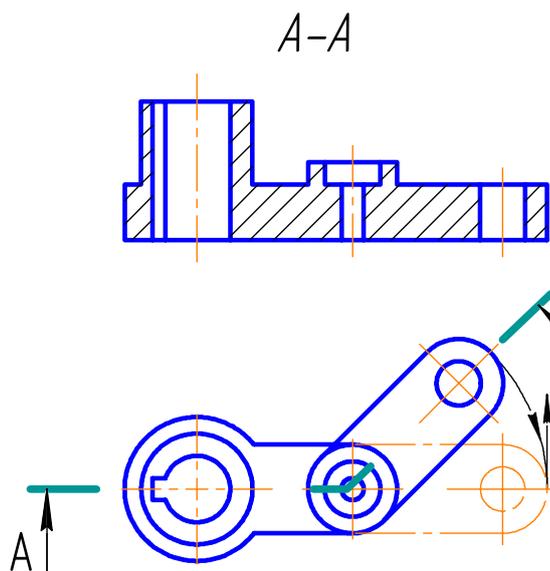


Рис. 2.24. Ломаный разрез

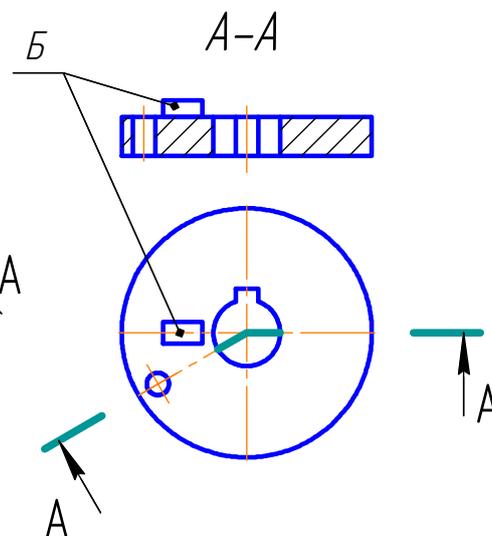


Рис. 2.25. Ломаный разрез

Обозначение разрезов

Простые разрезы не обозначают в случаях, когда выполняются одновременно следующие условия:

- 1) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом;
- 2) простой разрез размещается на месте одного из основных видов (фронтальный разрез на месте главного вида, профильный – вида слева, горизонтальный – вида сверху).

Во всех остальных случаях простые разрезы обозначают. Всегда обозначают сложные разрезы. Разрезы обозначают прописными буквами русского алфавита по типу «А-А», «Б-Б» и т.д. и при этом обозначения *не подчеркивают*.

В тех случаях, когда разрезы обозначают, на чертеже указывают положение секущих плоскостей линией сечения. При простом разрезе указывают только начальные и конечные штрихи разомкнутой линии сечения, а при сложном разрезе штрихи проводят также у перегибов линии сечения, указывая тем самым границы всех секущих плоскостей. Начальные и конечные штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения или каких-либо других линий чертежа. Их размеры и структура указаны на

рис. 2.26. Буквы в обозначении разрезов во всех случаях пишут параллельно основной надписи, независимо от наклона линии сечения с наружной стороны стрелок.

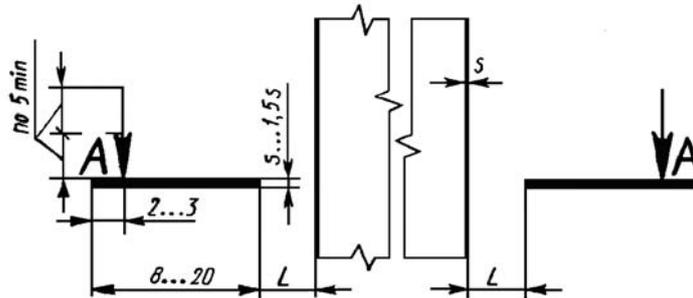


Рис. 2.26. Размеры и структура обозначения разрезов

ГОСТ предусматривает применение двух вариантов стрелок, приведенных на рис. 2.27,а, и знаков, заменяющих слова «повернуто» (рис. 2.27,б) и «развернуто» (рис. 2.27,в).

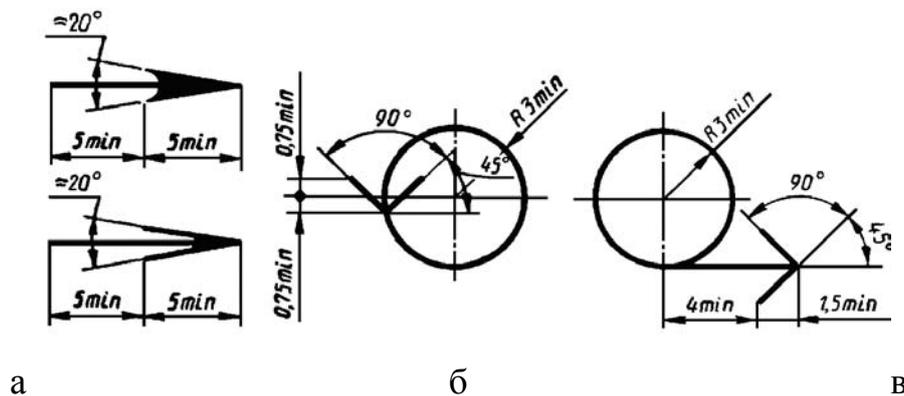


Рис. 2.27. Размеры стрелок и знаков, заменяющих слова «повернуто» и «развернуто»

Применение знака  показано на рис. 2.12,б и 2.18,б, а знака  на рис. 2.28.

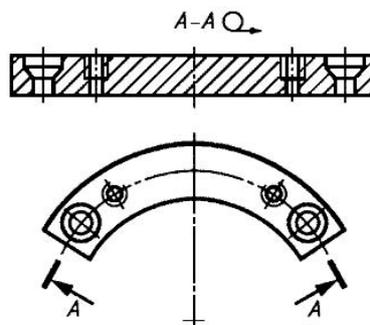


Рис. 2.28. Использование цилиндрической поверхности в качестве секущей

2.3. Сечения

На чертежах часто бывает необходимо показать поперечный профиль той или иной детали, того или иного предмета, не имеющего каких-либо внутренних элементов. Эта задача решается с помощью сечений.

Сечение – это изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Как и в разрезе, конфигурация предмета в секущей плоскости штрихуется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.306-68.

Вынесенные сечения – сечения, которые располагаются вне изображения предмета (рис. 2.29). Вынесенные сечения являются предпочтительными. Контуры вынесенных сечений выполняют сплошными толстыми (основными) линиями $S = 0,5 - 1,4$ мм. Положение секущих плоскостей вынесенных сечений изображают, как показано на рис. 2.29.

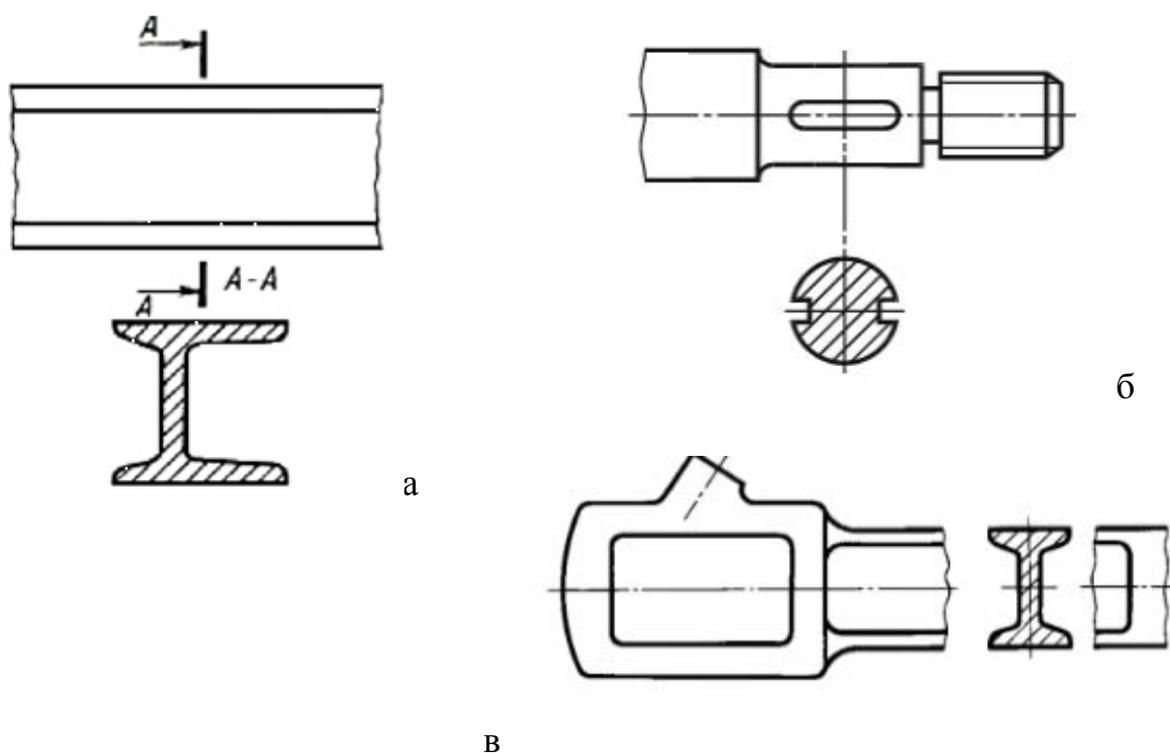


Рис. 2.29. Вынесенные сечения: а – сечение, выполненное на свободном месте чертежа; б – сечение, выполненное на продолжении следа секущей плоскости; в – сечение, выполненное в разрыве между частями одного и того же изображения

Наложенные сечения – сечения, которые совмещают с соответствующим видом предмета (рис. 2.30). Контуры наложенных сечений выполняют сплошными тонкими линиями толщиной $S/2 - S/3$, при этом контур изображения на месте наложенного сечения не прерывают. Положение секущей плоскости у симметричных профилей не показывают (рис. 2.30,а), у асимметричных профилей изображают, как показано на рис. 2.30,б.

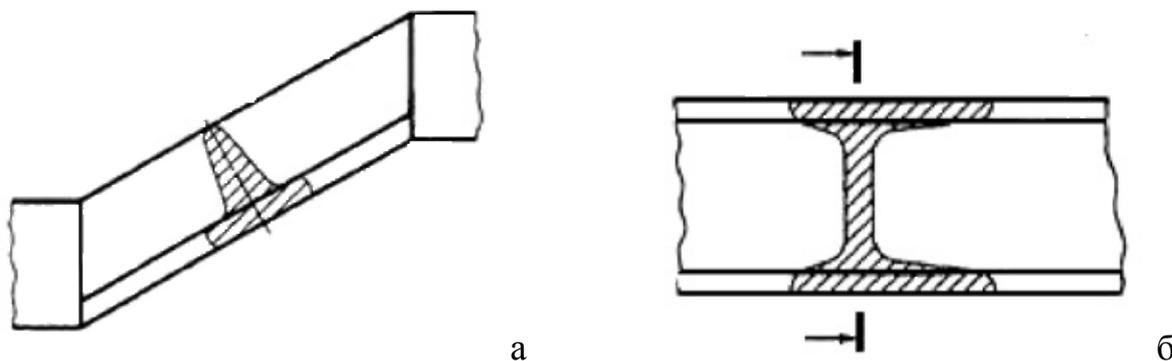


Рис. 2.30. Наложенное сечение: а – симметричный профиль;
б – асимметричный профиль

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 2.31).

В случаях, когда сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, необходимо применять разрезы (рис. 2.32).

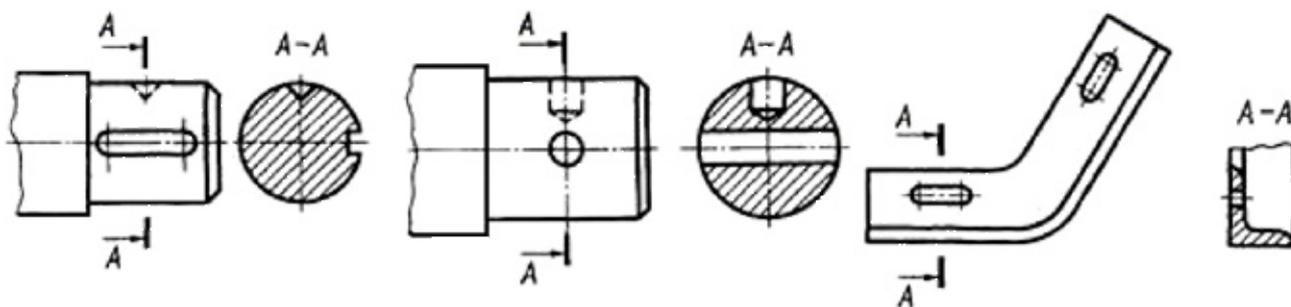


Рис. 2.31. Оформление сечения, проходящего через ось поверхности вращения

Рис. 2.32. Применение разреза вместо сечения

3. РАБОТА «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

Работа выполняется на формате ватмана А3 (420×297 мм) горизонтального расположения, в масштабе 1:1.

Задание: выполнить чертеж «Геометрическое черчение» по образцу.

Цель работы: изучить основные требования инженерной графики к оформлению чертежей, ознакомиться с основными командами графического редактора «Компас-3D».

При выполнении данной работы изучаются такие темы, как: «Стиль линии», «Построение сопряжения», «Построение эллипса», «Виды и правила нанесения штриховки», «Виды и правила нанесения размеров на чертеже».

Пример выполнения работы представлен на рис. 3.1.

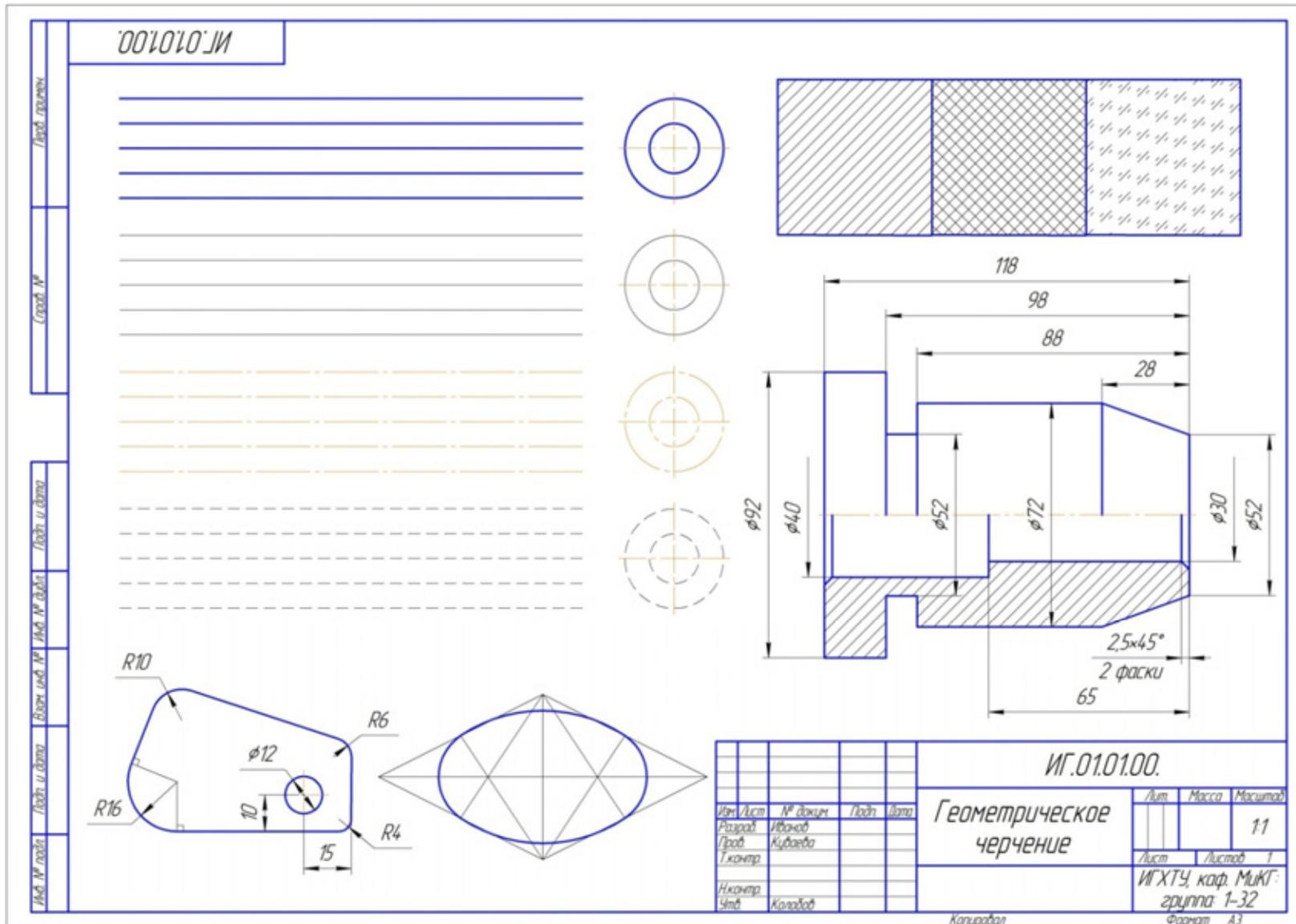


Рис. 3.1. Пример выполнения работы «Геометрическое черчение»

4. РАБОТА «РАЗРЕЗЫ ПРОСТЫЕ»

4.1. ЛИСТ №1

Работа выполняется на листе ватмана формата А3 (420×297 мм) горизонтального или вертикального расположения (в зависимости от задания), в масштабе 1:1.

Задание: по аксонометрической проекции детали построить минимально необходимое (для понимания устройства детали) количество проекций. Выполнить разрезы, необходимые для выявления внутреннего устройства детали. Нанести размеры.

Цель работы: изучить виды и правила выполнения простых разрезов.

При выполнении данной работы изучаются такие темы, как: «Разрезы и сечения», «Виды простых разрезов», «Правила выполнения простых разрезов».

Пример выполнения работы представлен на рис. 4.1.

Задание для выполнения работы приведено на стр. 66-79.

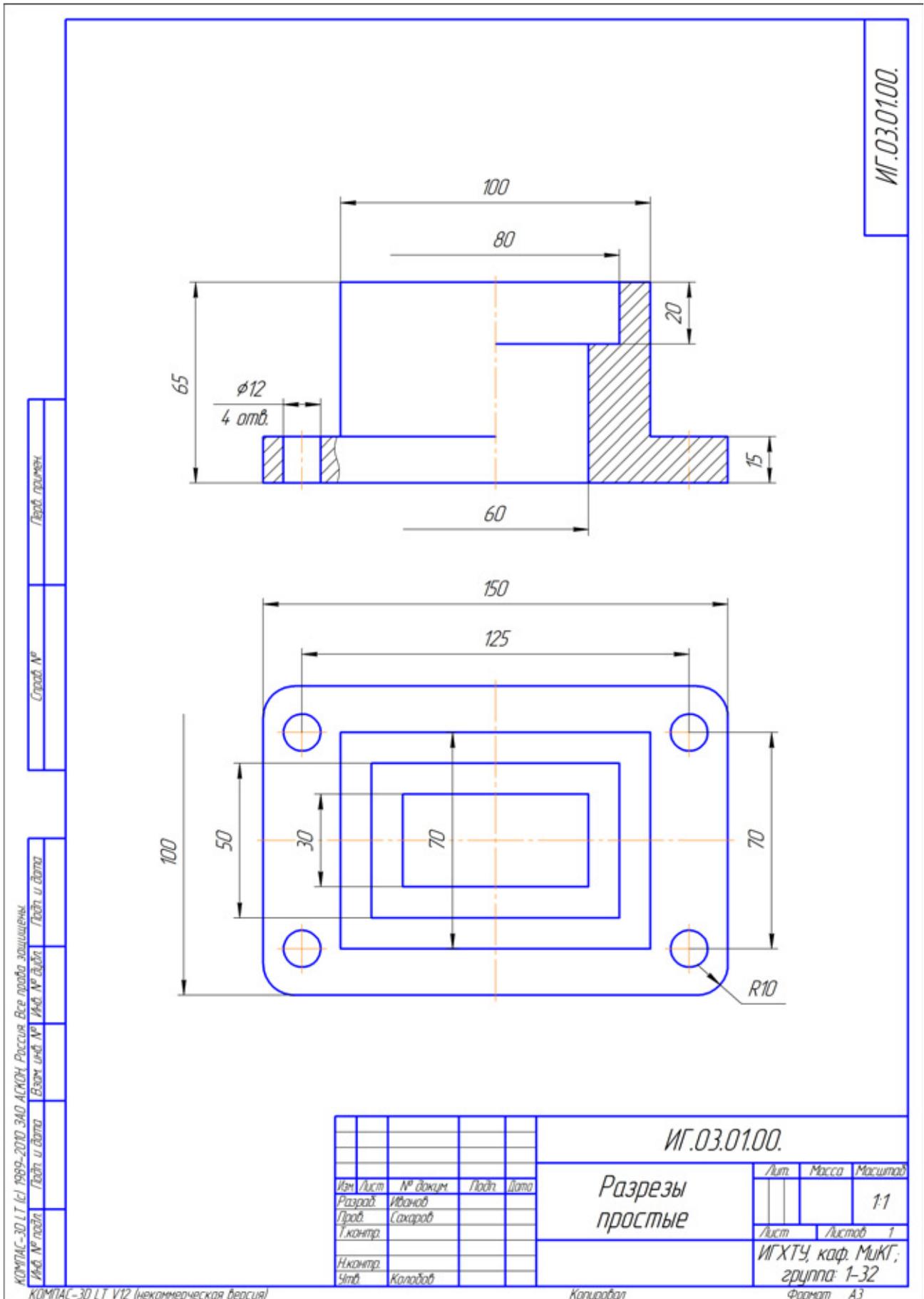
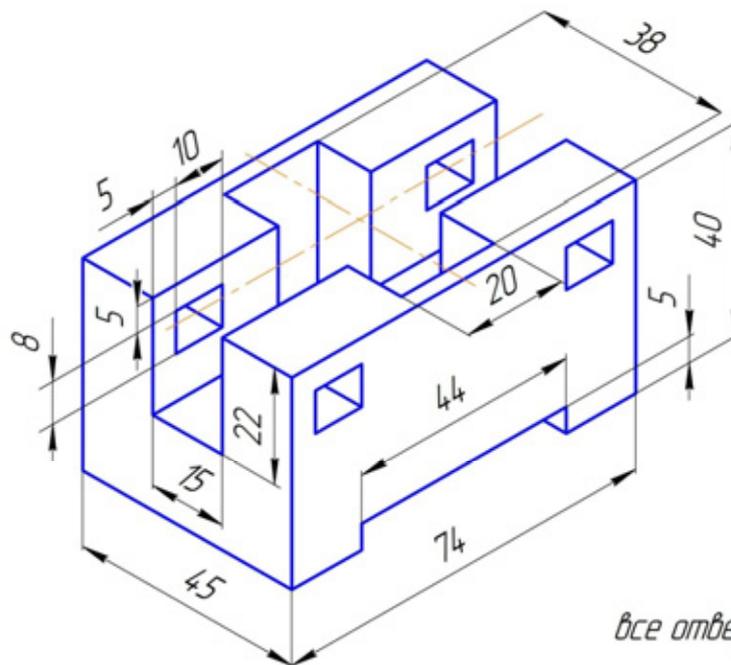


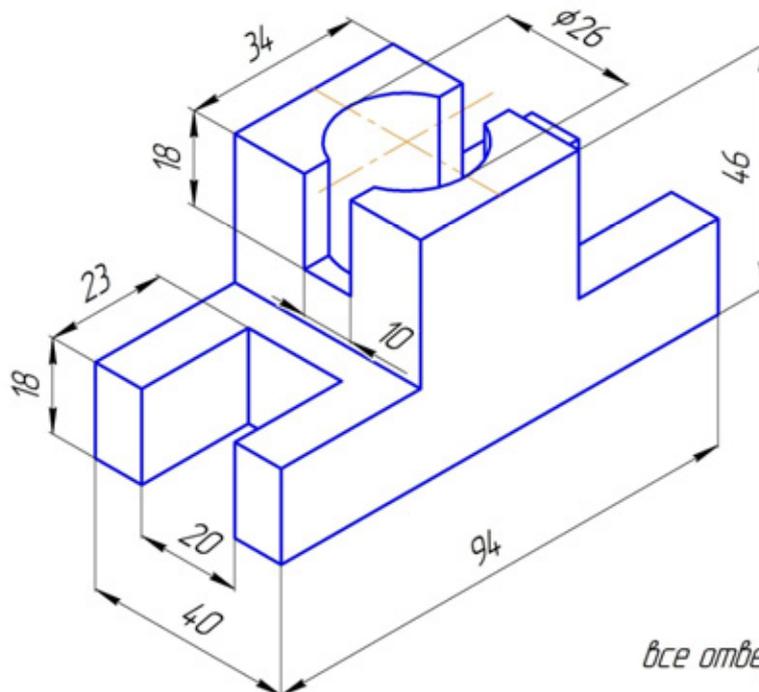
Рис. 4.1. Пример выполнения работы «Разрезы простые»

1



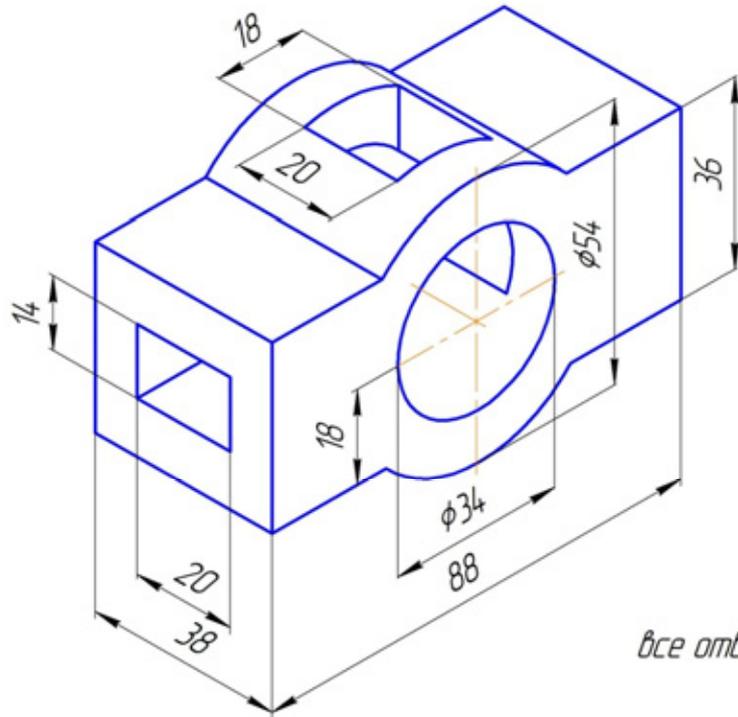
все отверстия сквозные

2



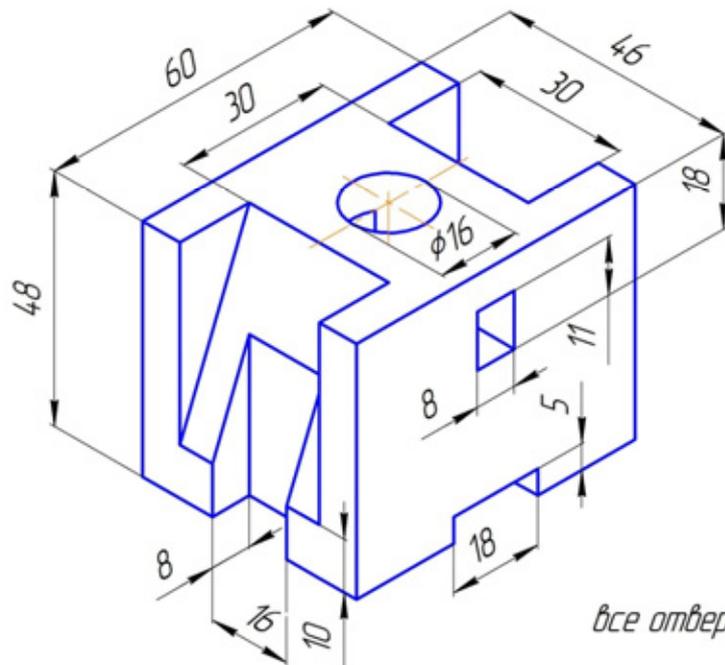
все отверстия сквозные

3



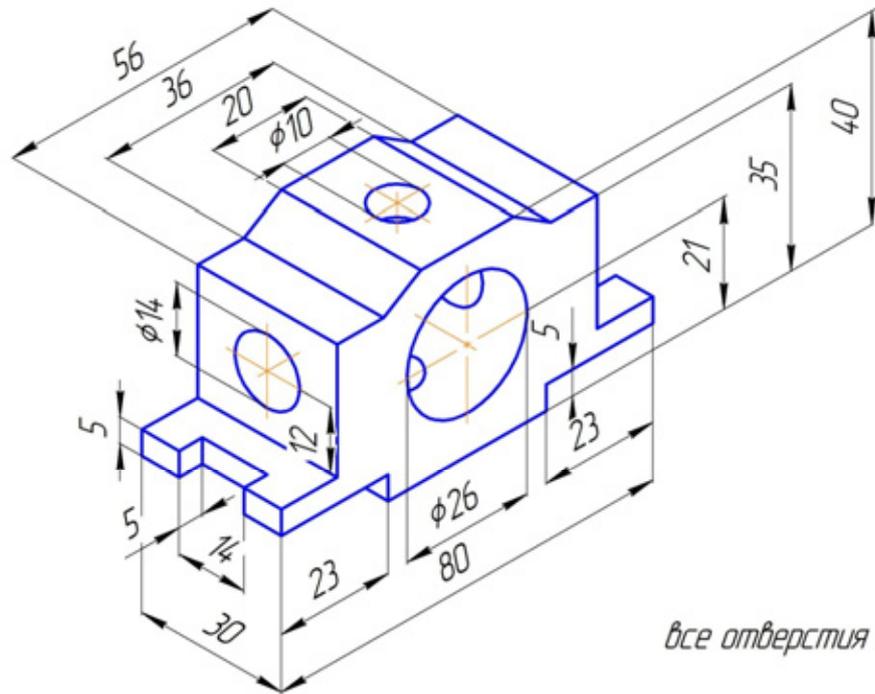
все отверстия сквозные

4

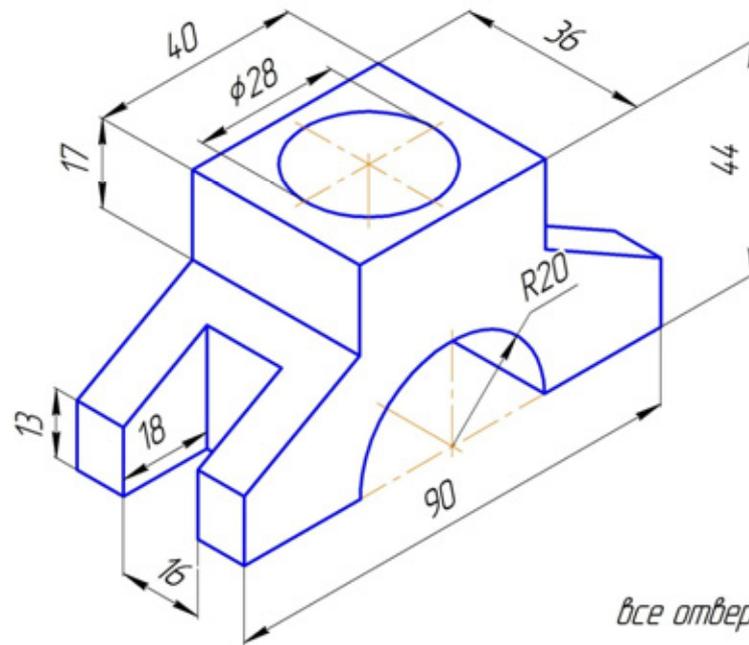


все отверстия сквозные

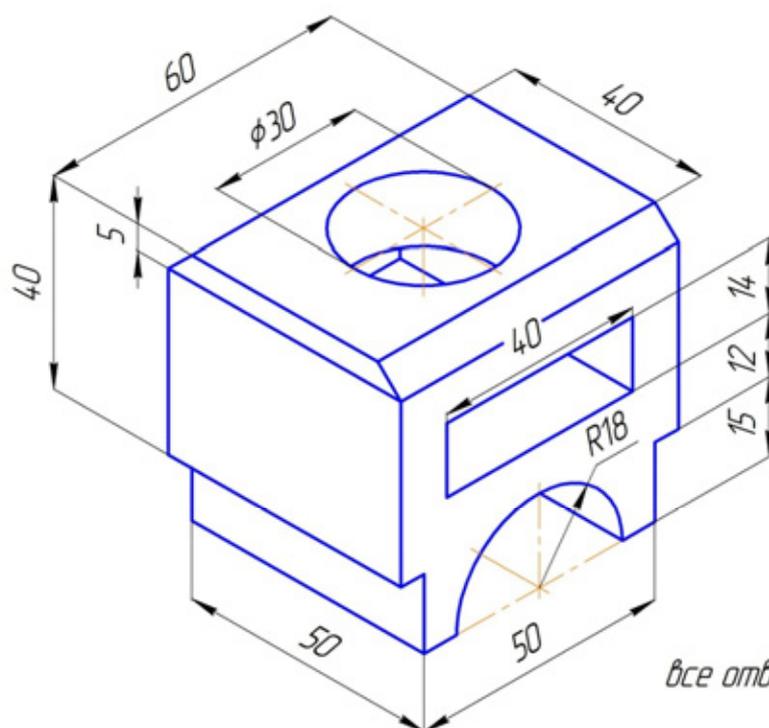
5



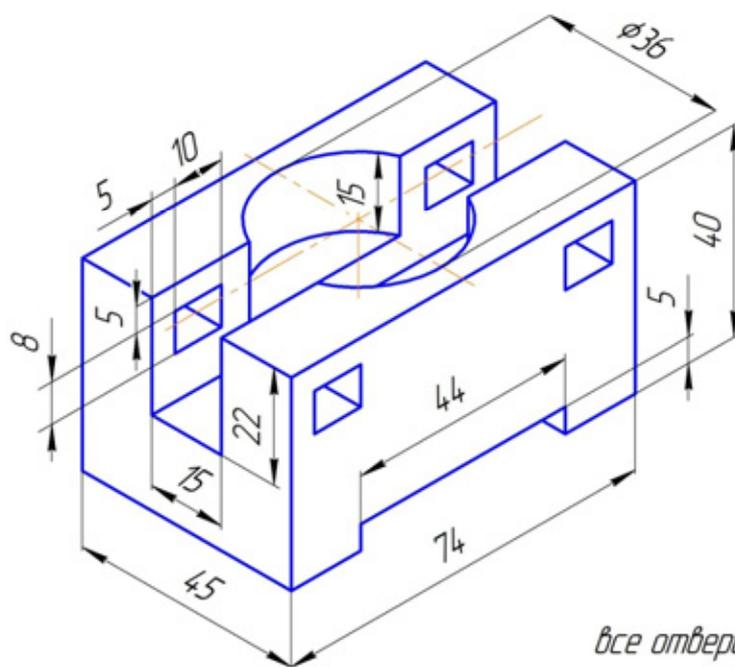
6



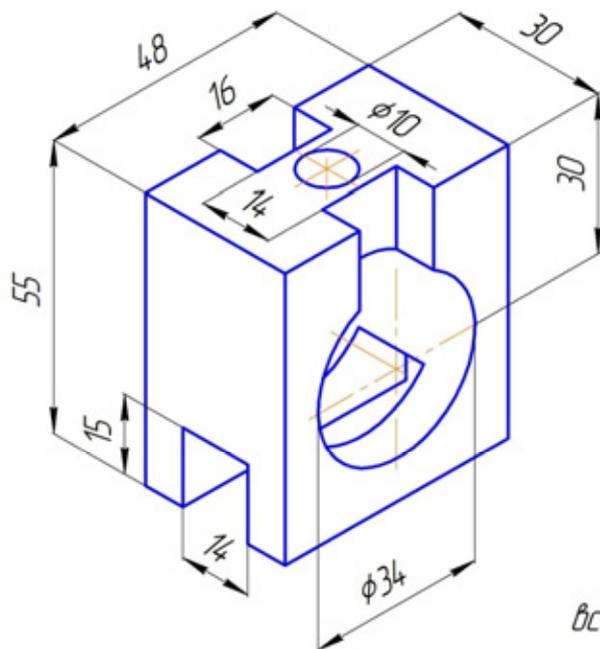
7



8

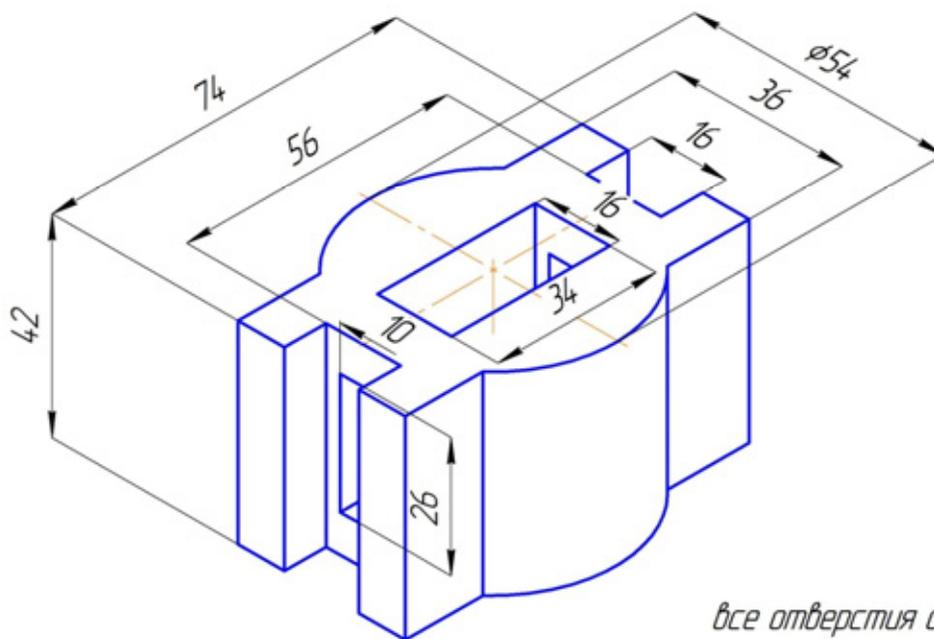


9



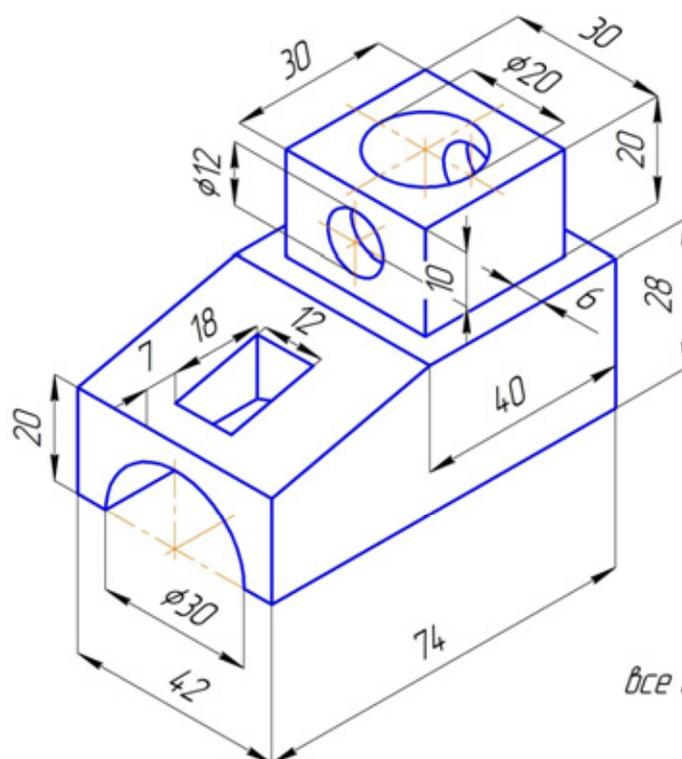
все отверстия сквозные

10



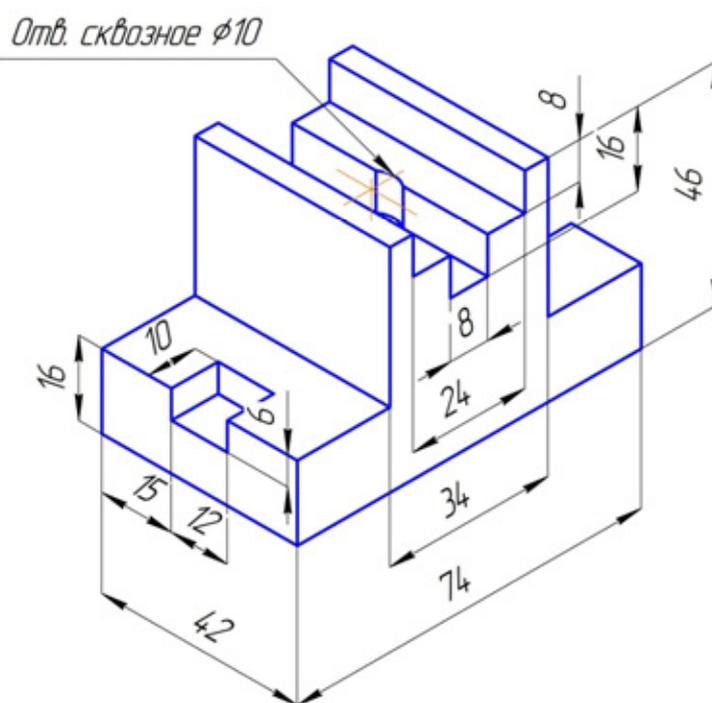
все отверстия сквозные

11



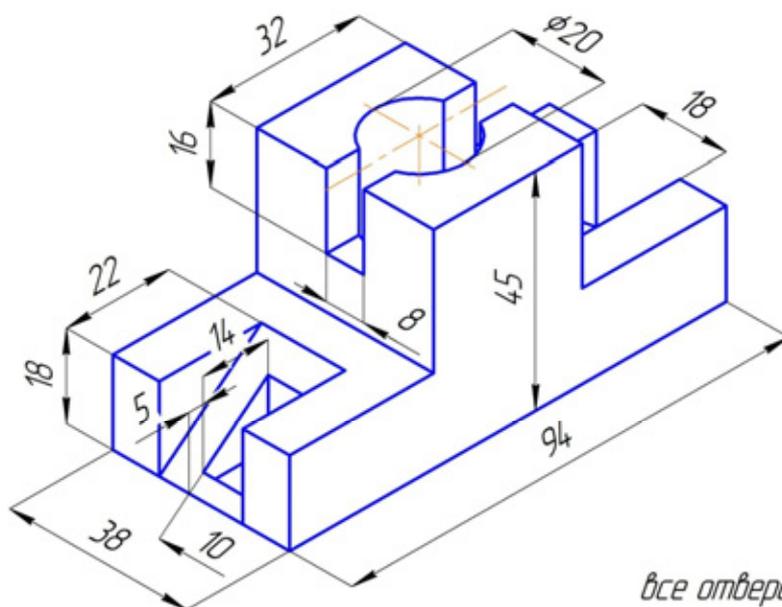
все отверстия сквозные

12



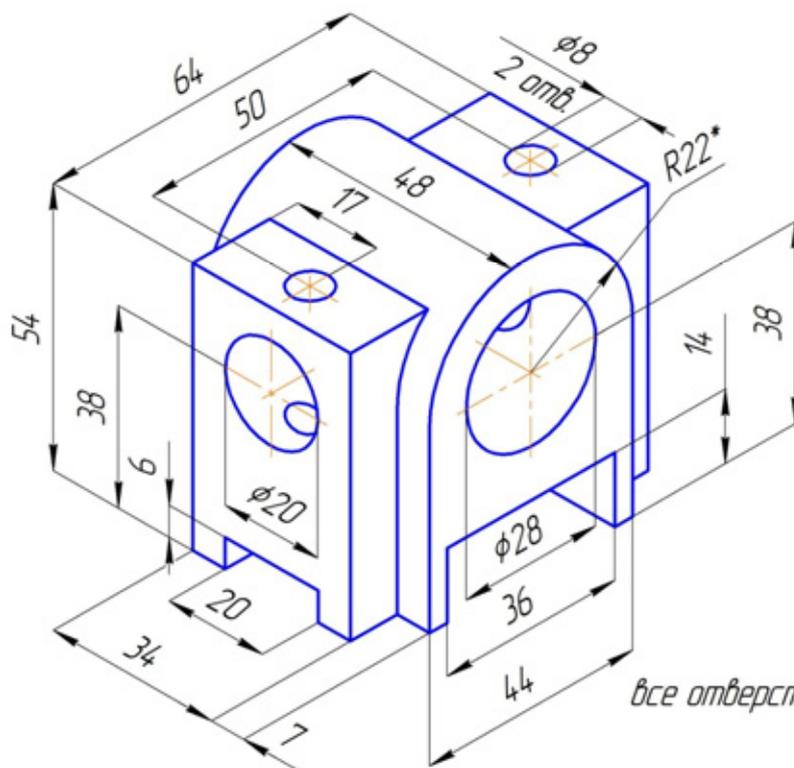
Отв. сквозное $\phi 10$

13



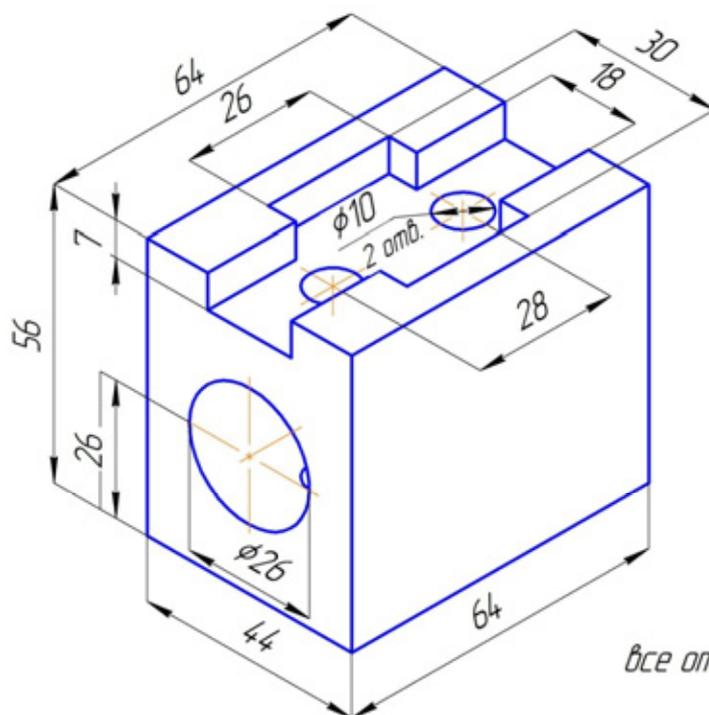
все отверстия сквозные

14



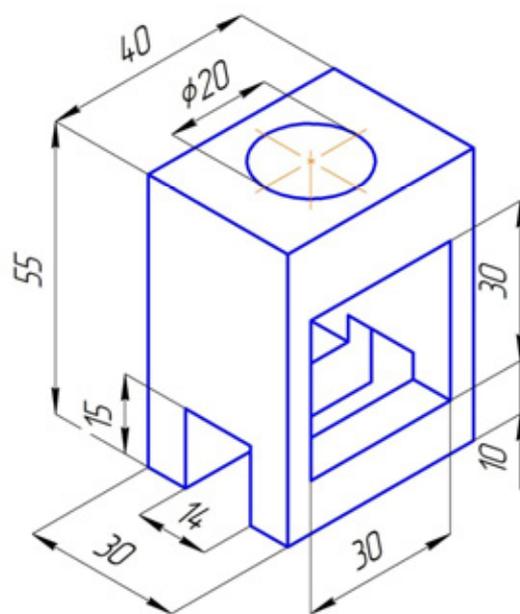
все отверстия сквозные

15



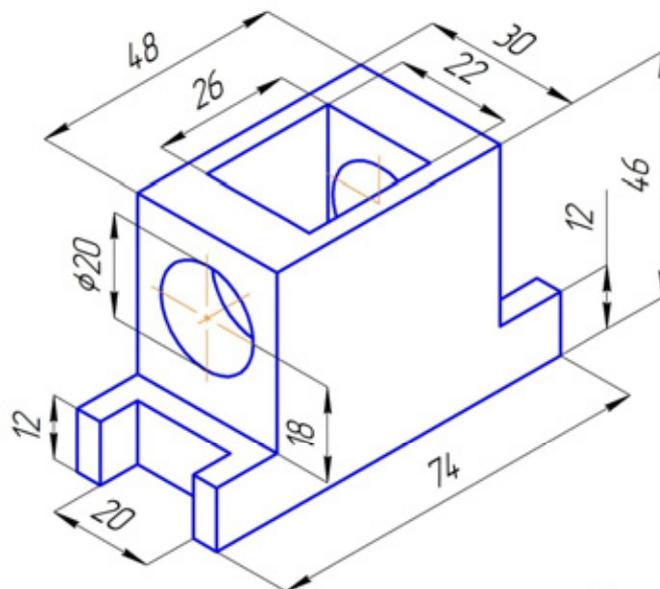
все отверстия сквозные

16



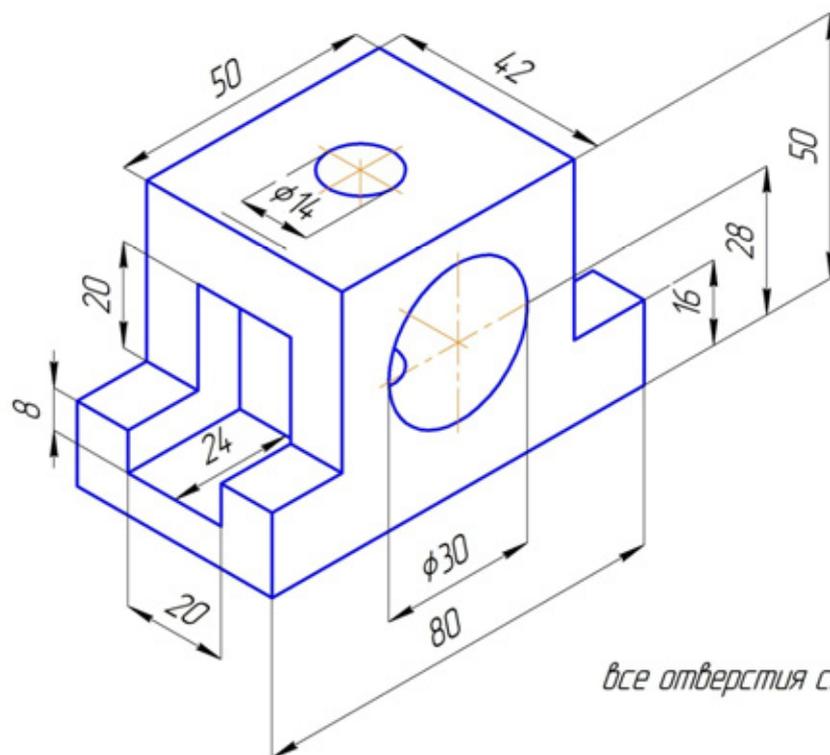
все отверстия сквозные

17



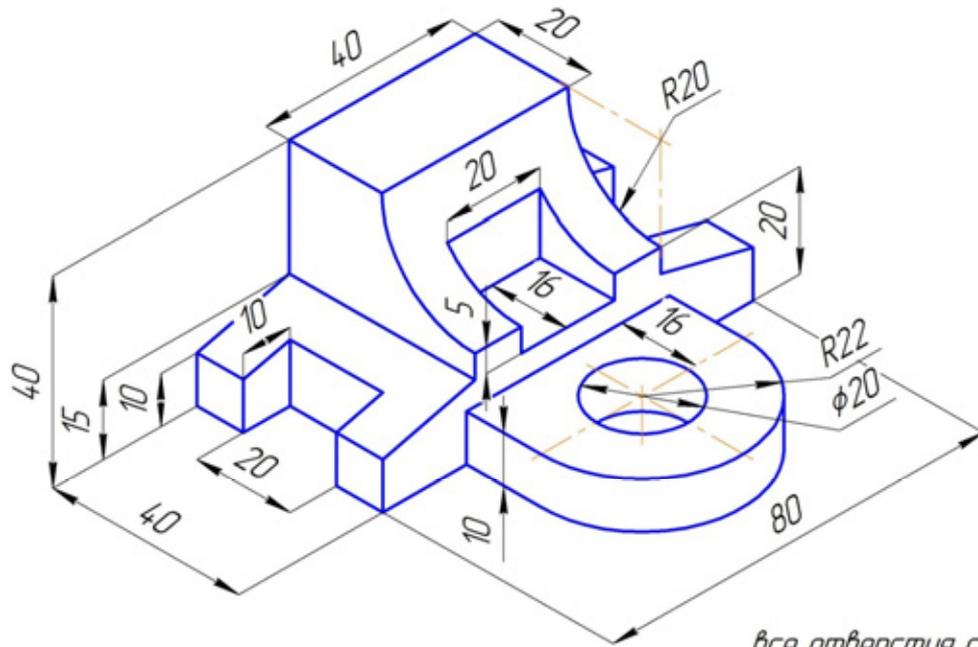
все отверстия сквозные

18



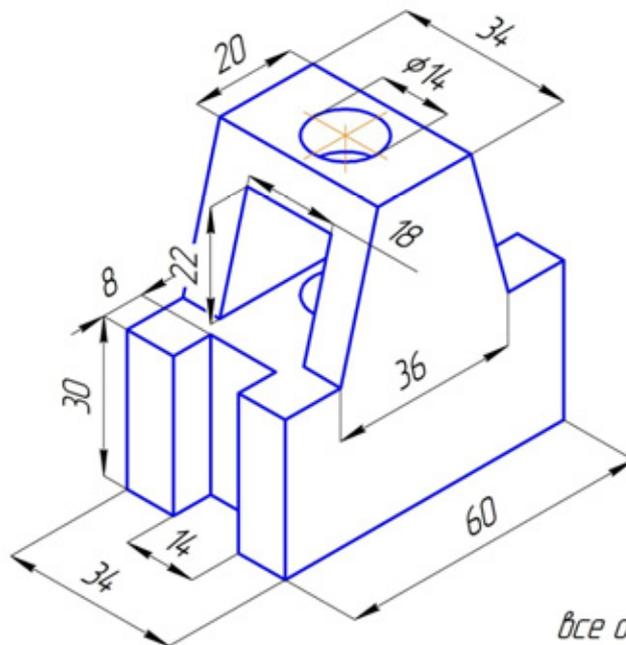
все отверстия сквозные

19



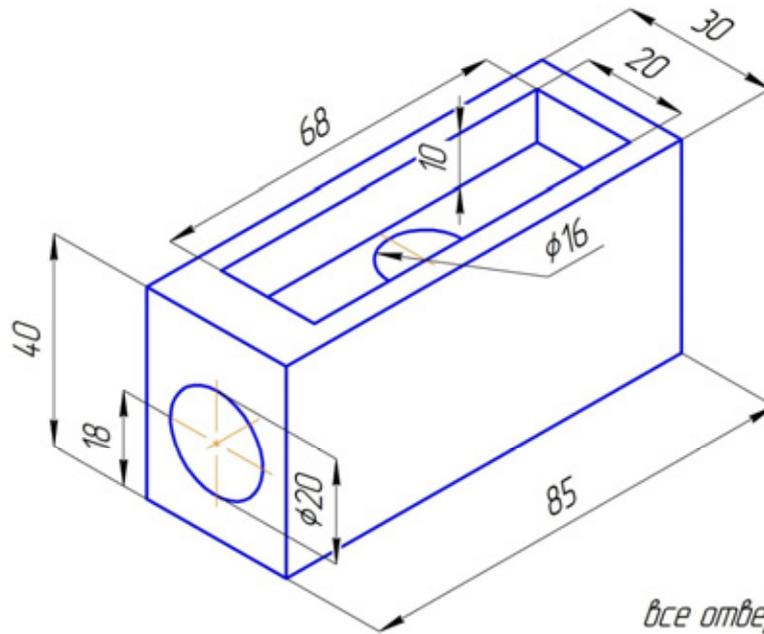
все отверстия сквозные

20



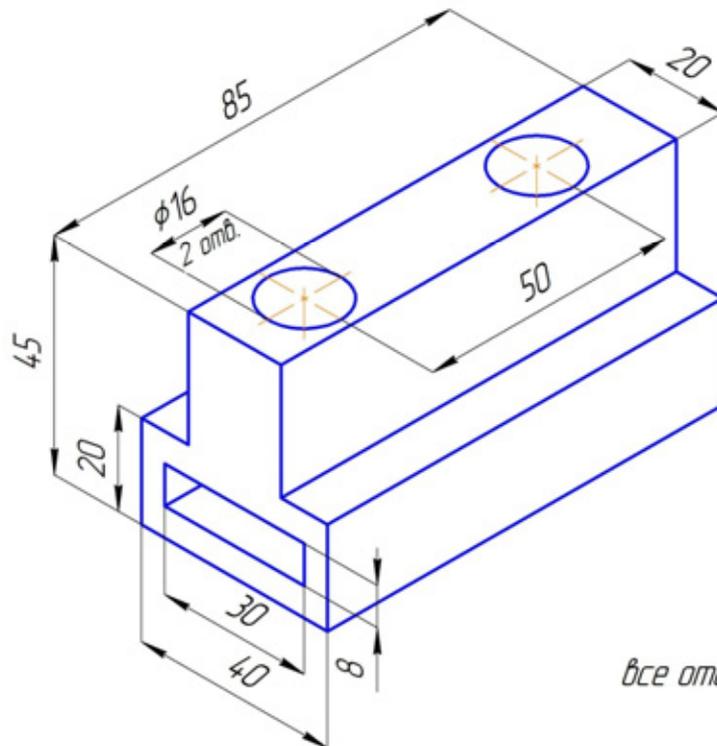
все отверстия сквозные

21



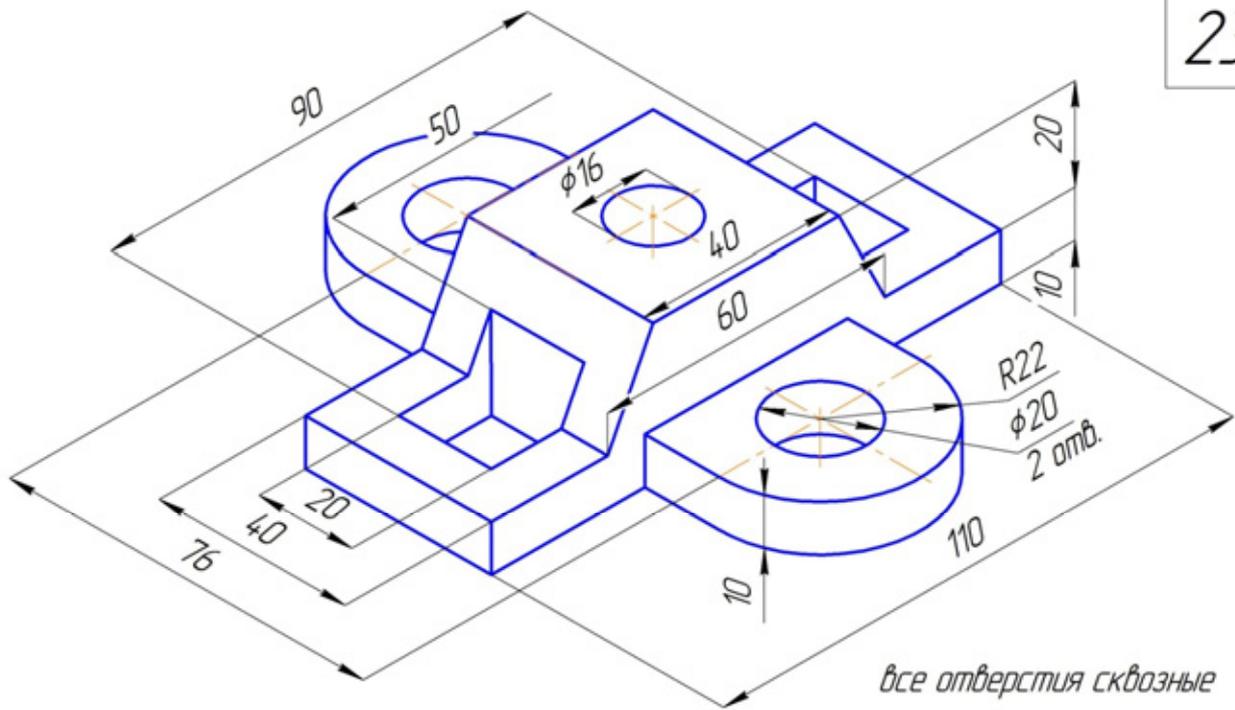
все отверстия сквозные

22

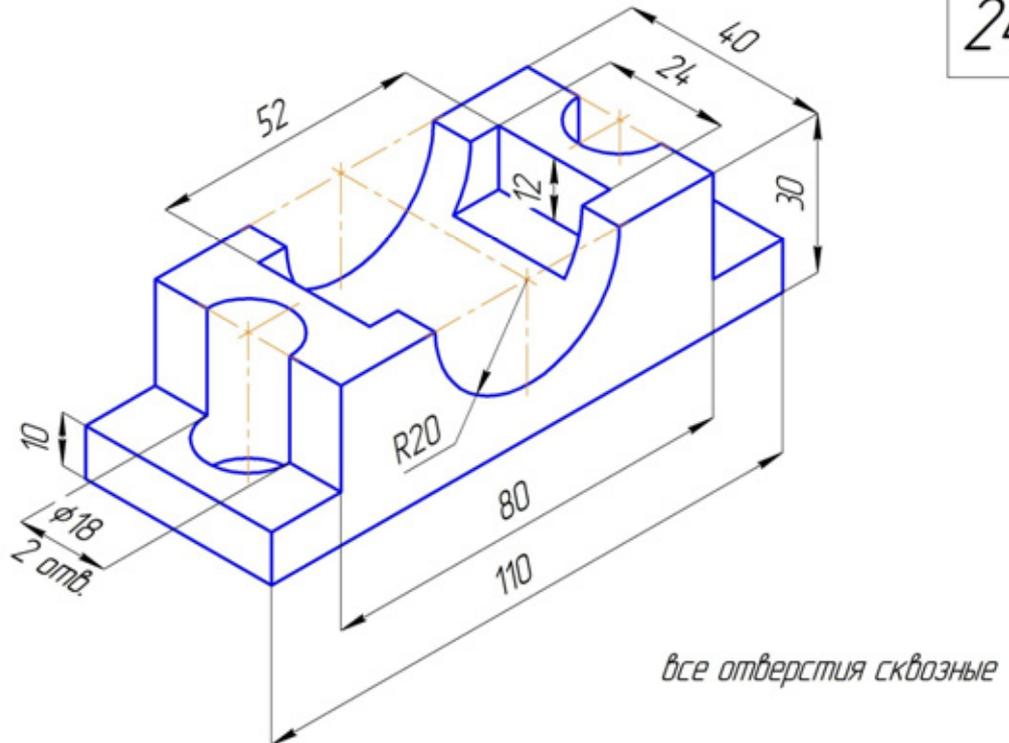


все отверстия сквозные

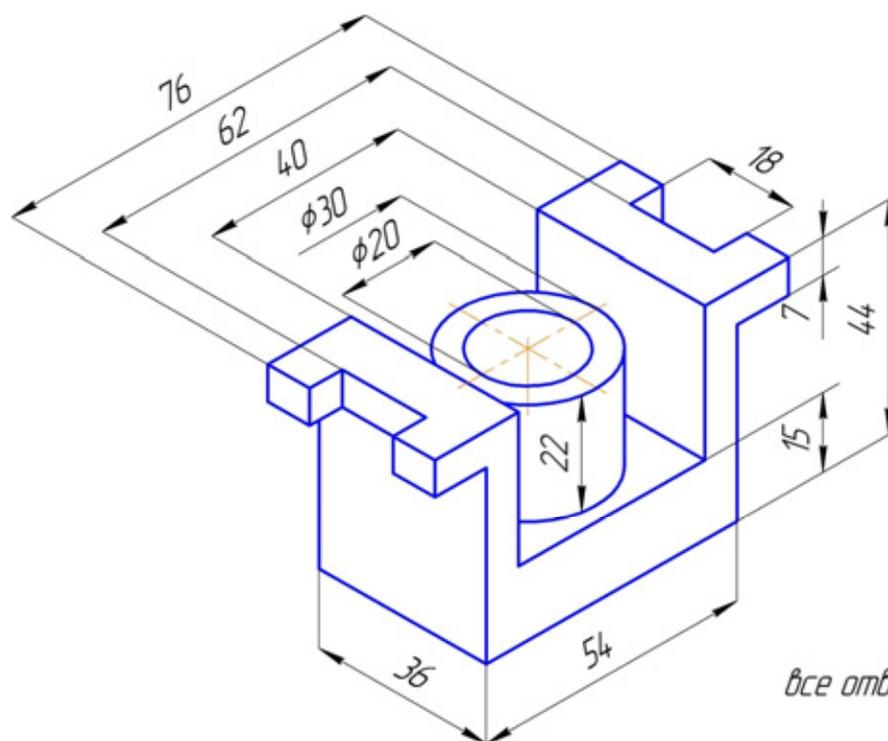
23



24

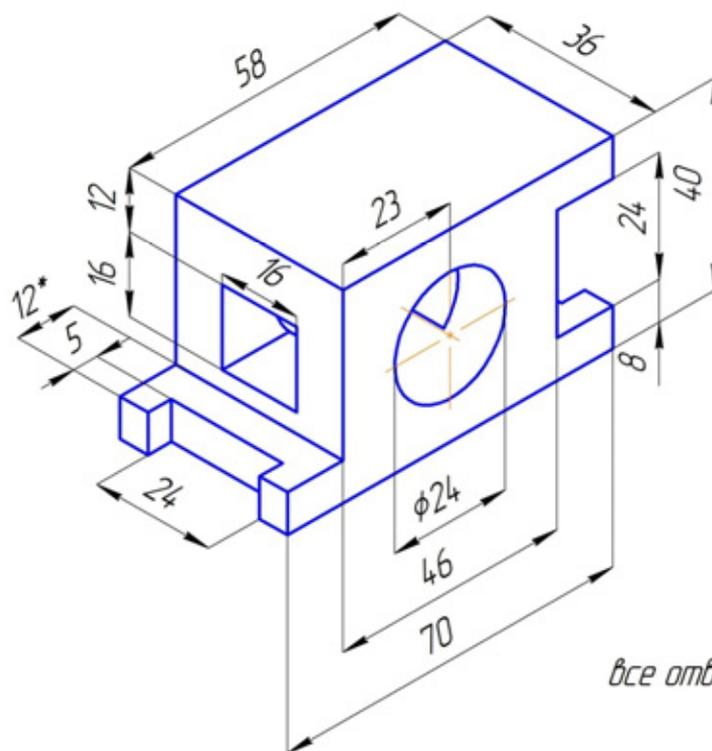


25



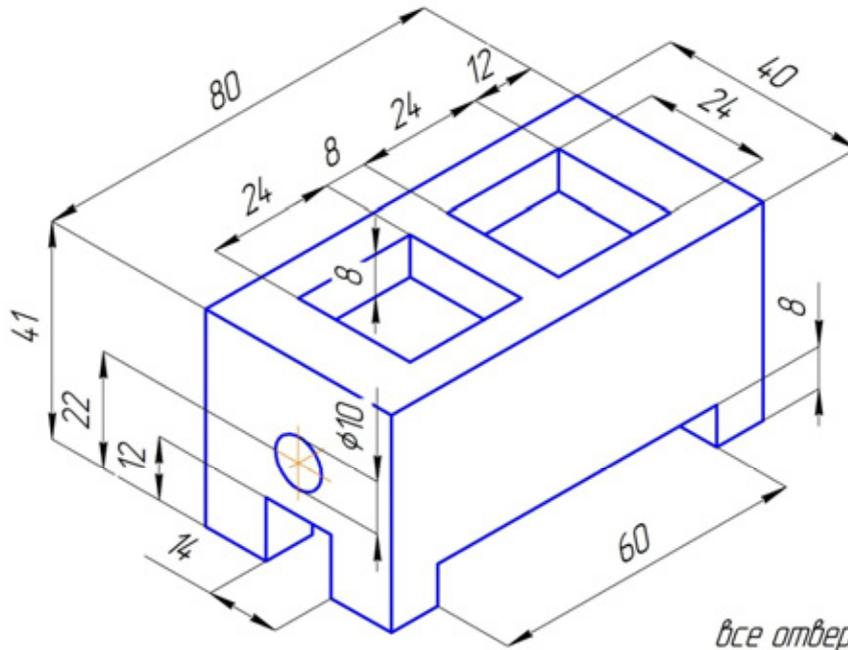
все отверстия сквозные

26



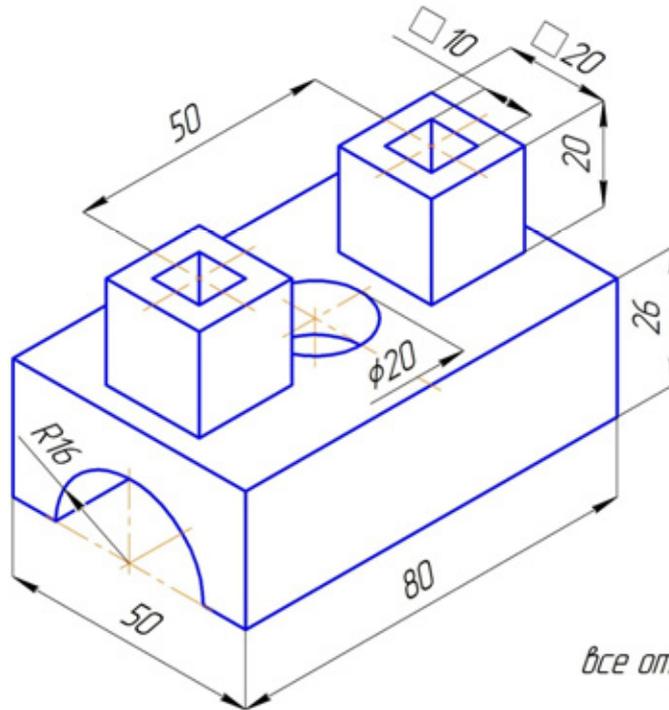
все отверстия сквозные

27



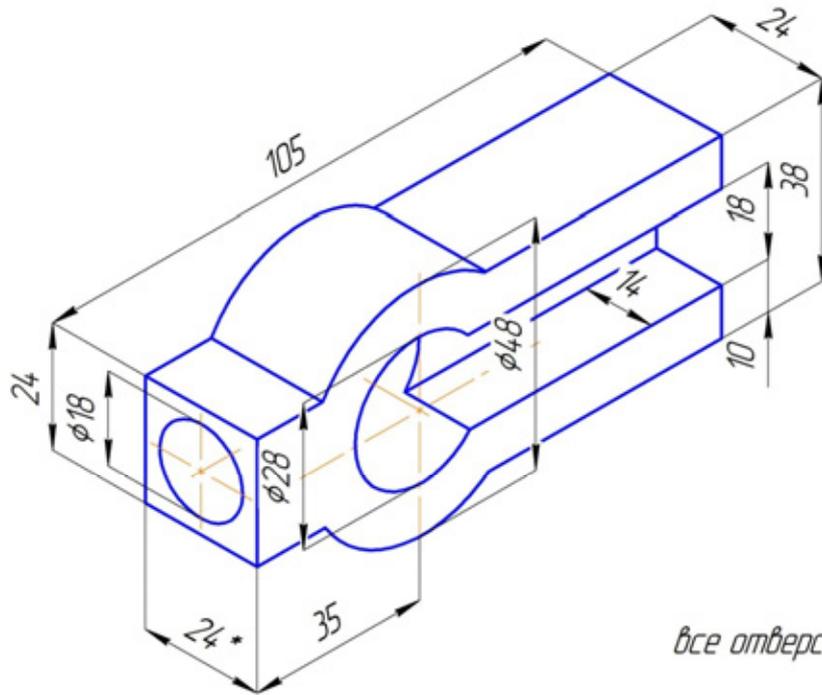
все отверстия сквозные

28



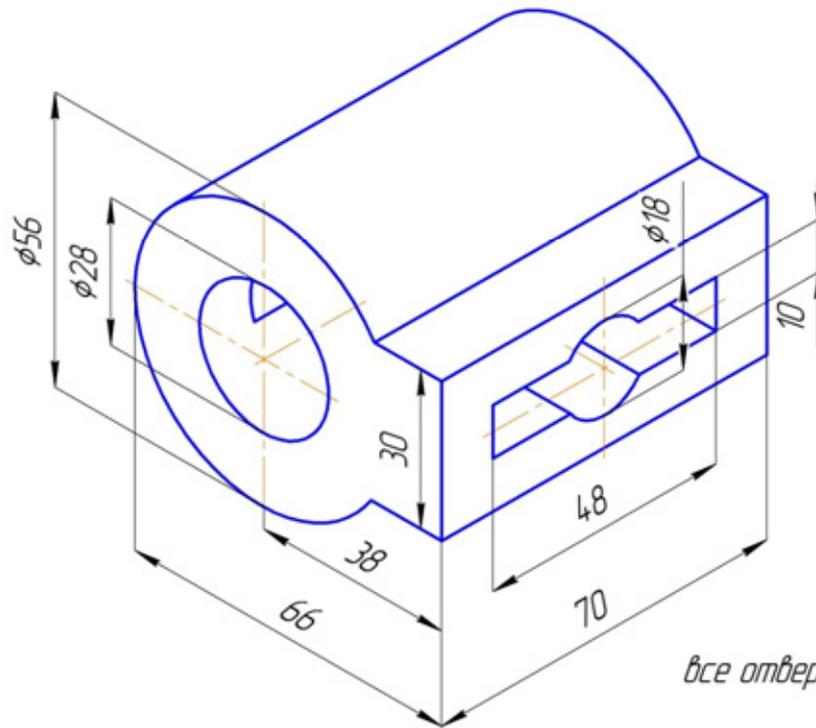
все отверстия сквозные

29



все отверстия сквозные

30



все отверстия сквозные

4.2. ЛИСТ №2

Работа выполняется на листе ватмана формата А3 (420×297 мм) горизонтального или вертикального расположения (в зависимости от задания), в масштабе 1:1.

Задание: по указанным размерам построить две проекции детали. Выполнить разрезы, необходимые для выявления внутреннего устройства детали. Нанести размеры.

Цель работы: изучить виды и правила выполнения простых разрезов.

При выполнении данной работы изучаются такие темы, как: «Разрезы и сечения», «Виды простых разрезов», «Правила выполнения простых разрезов».

Пример выполнения работы представлен на рис. 4.2.

Задание для выполнения работы приведено на стр. 82-96.

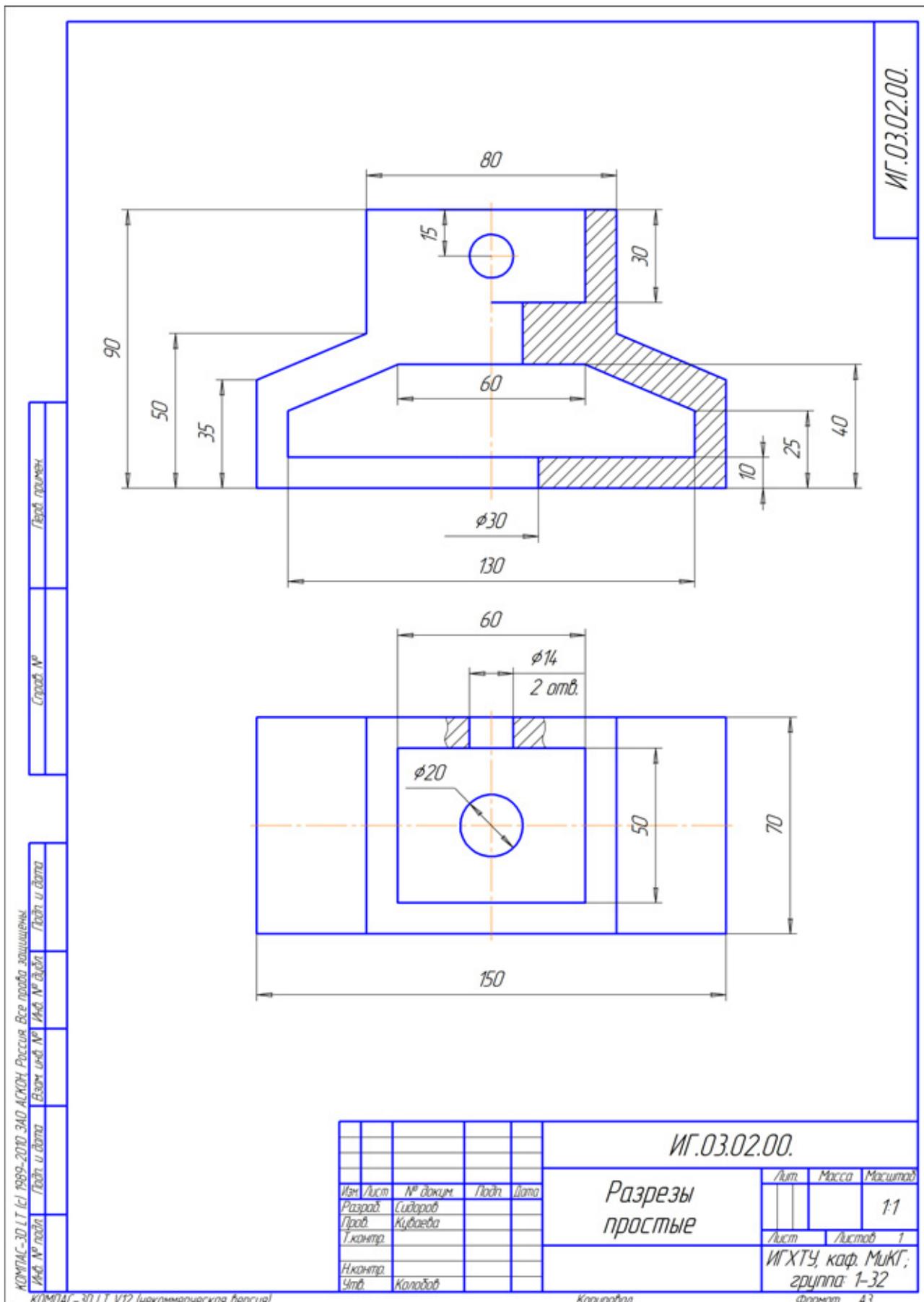
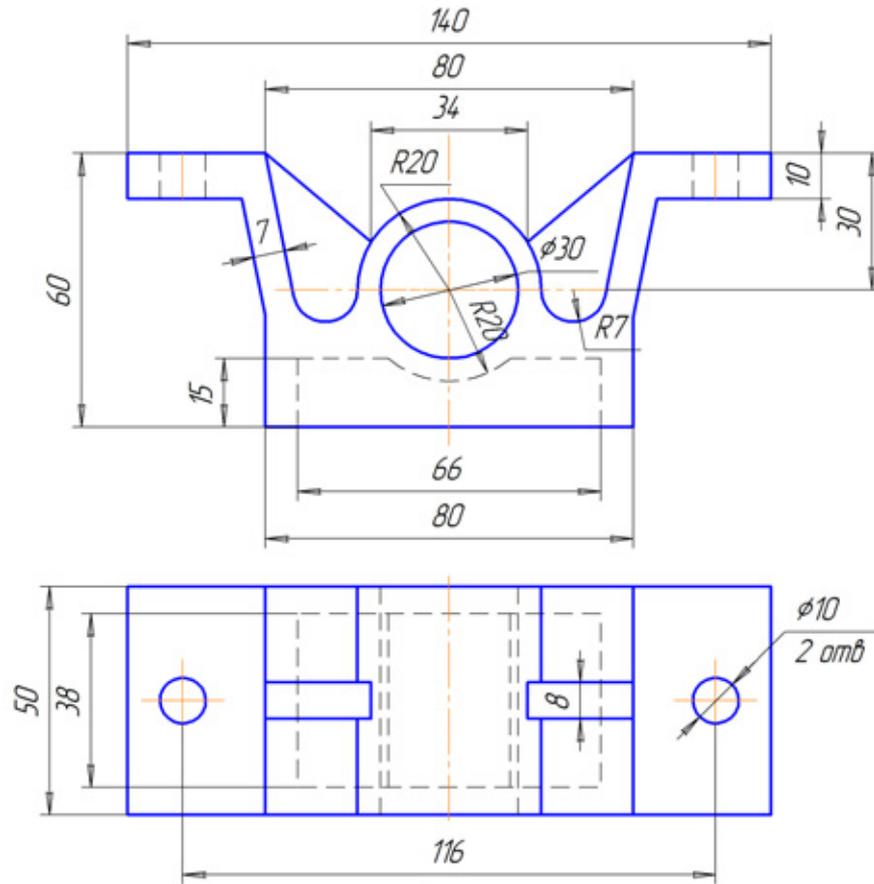
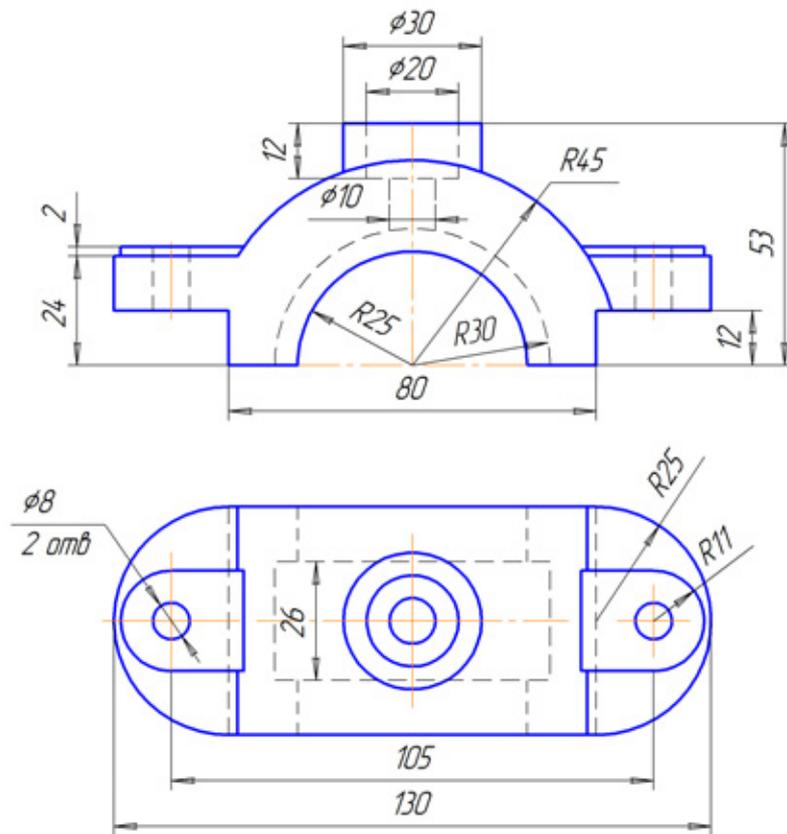


Рис. 4.2. Пример выполнения работы «Разрезы простые»

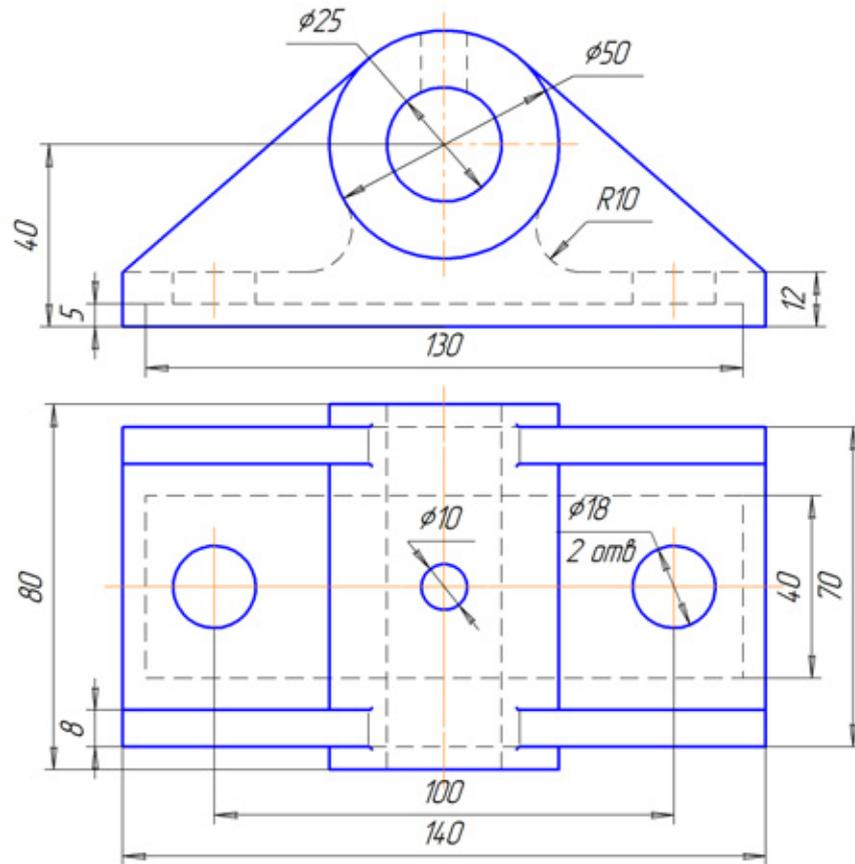
1



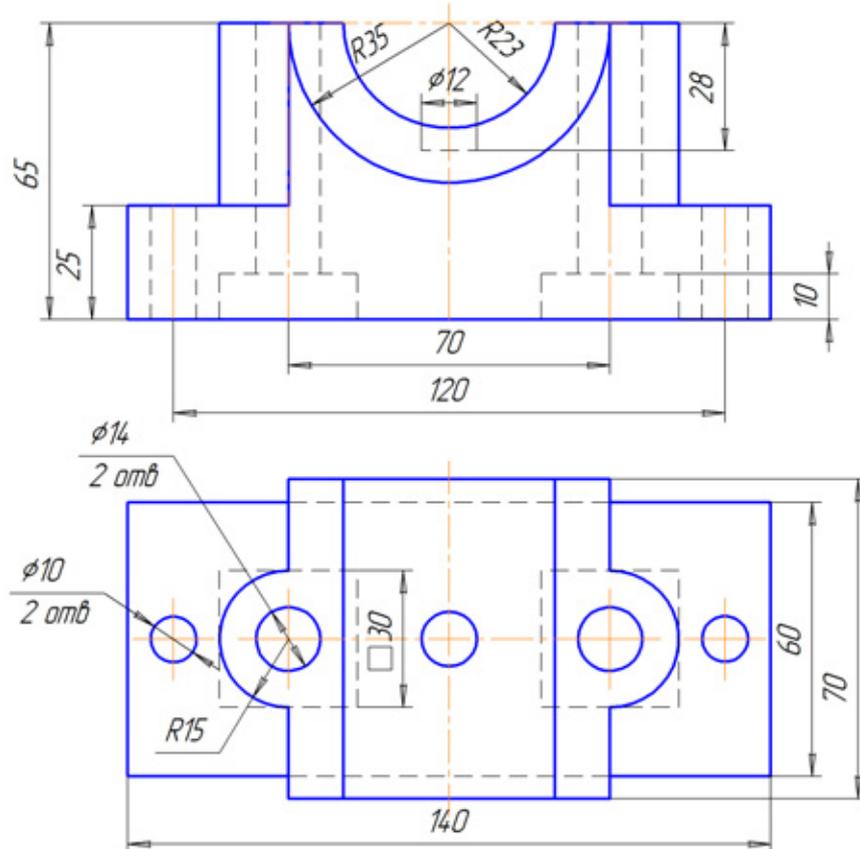
2



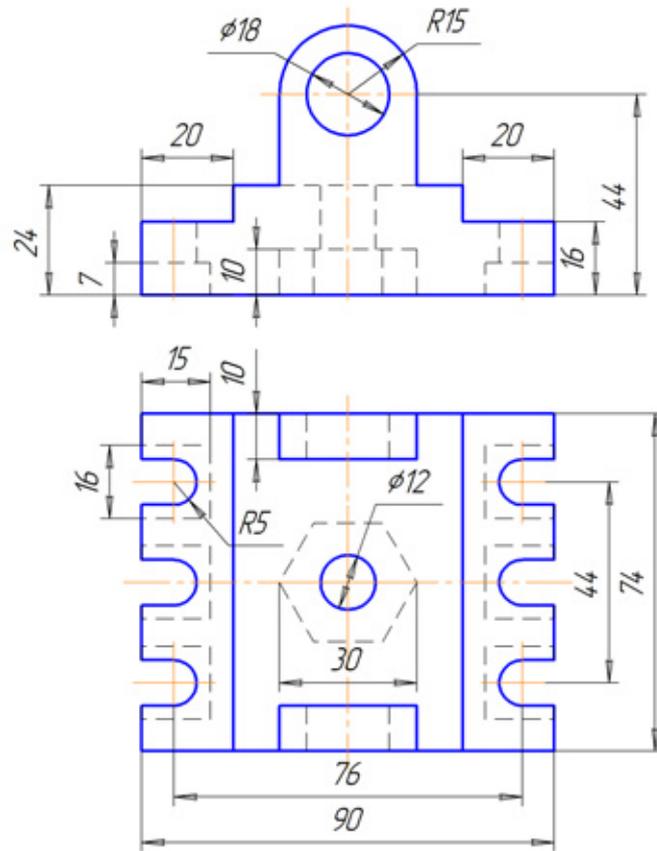
3



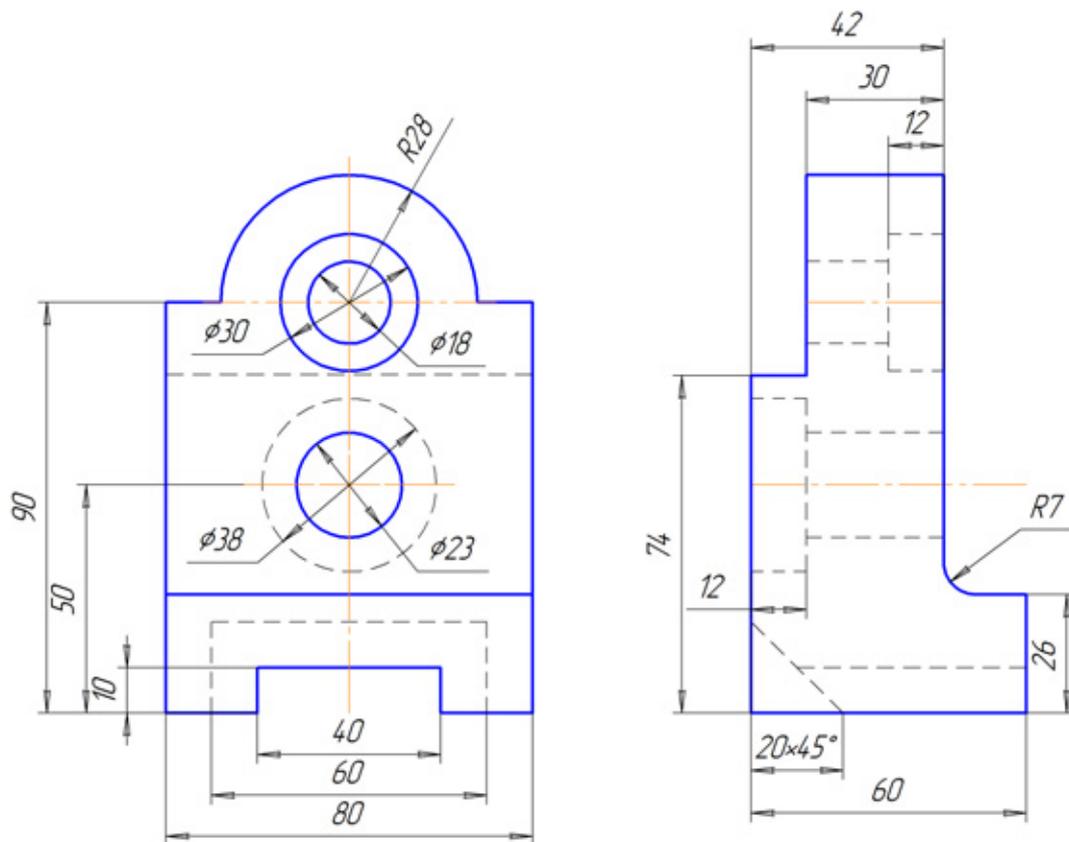
4



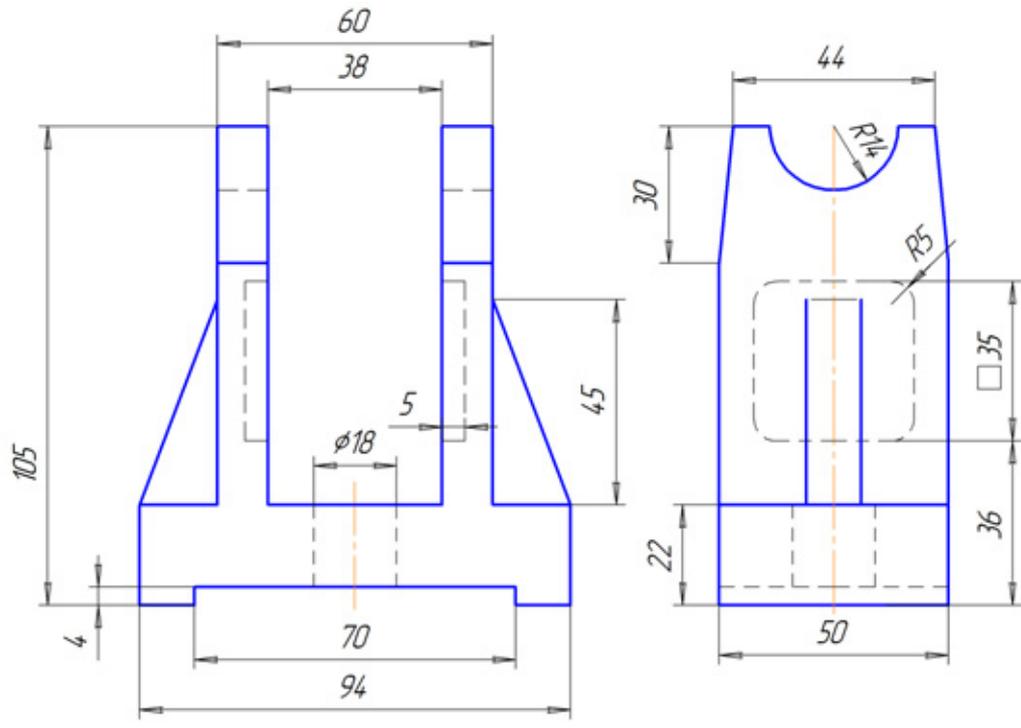
5



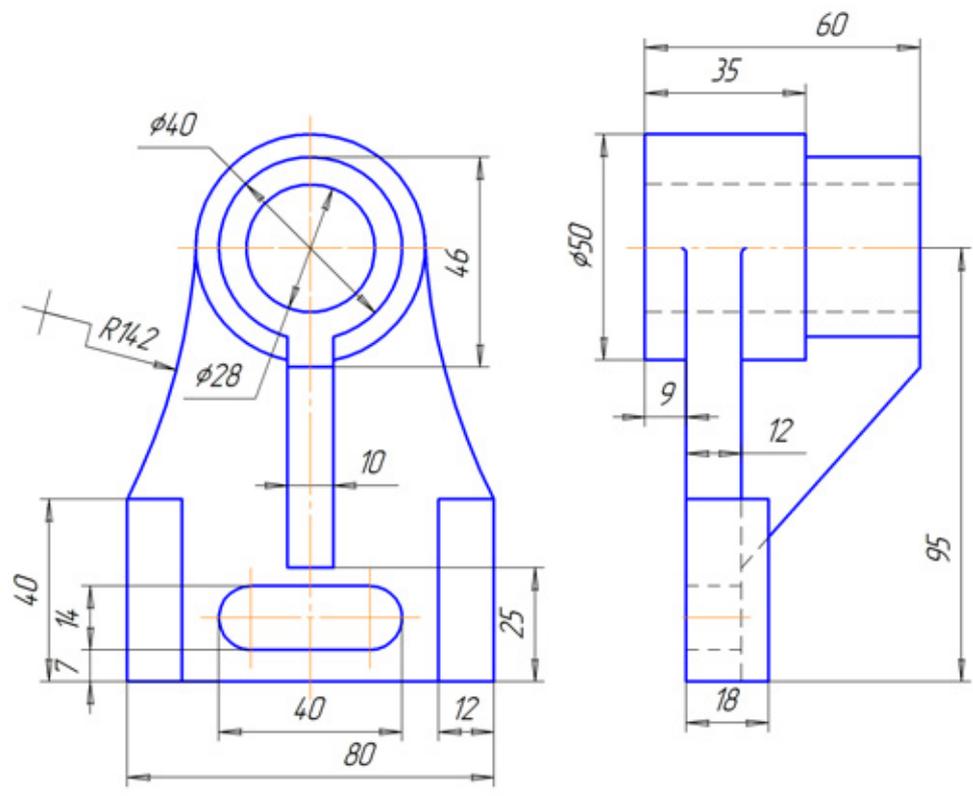
6



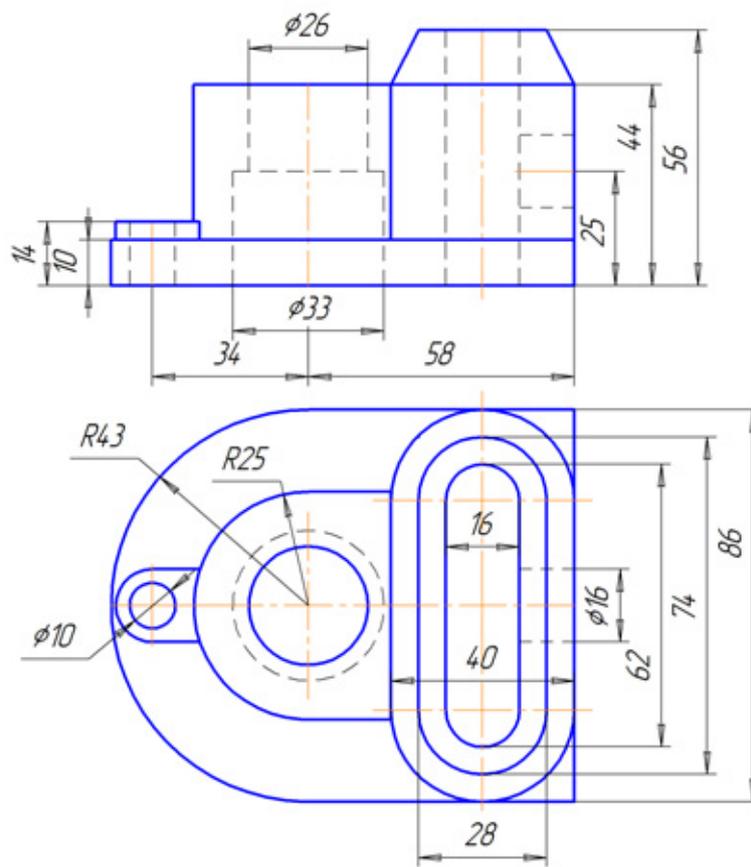
7



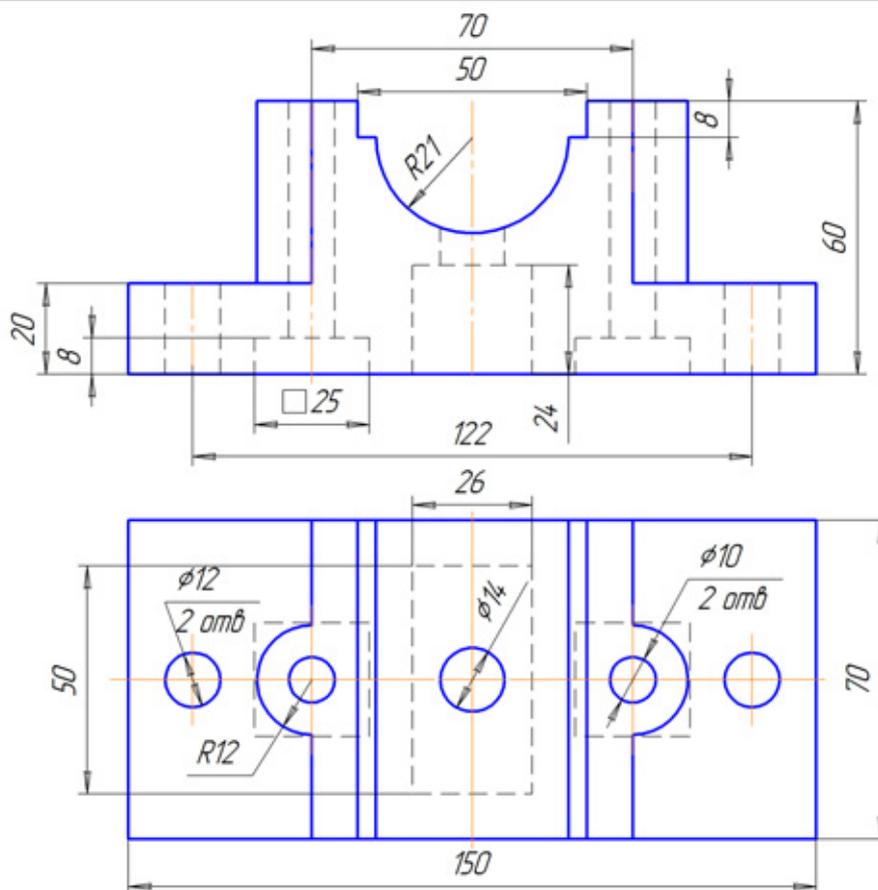
8



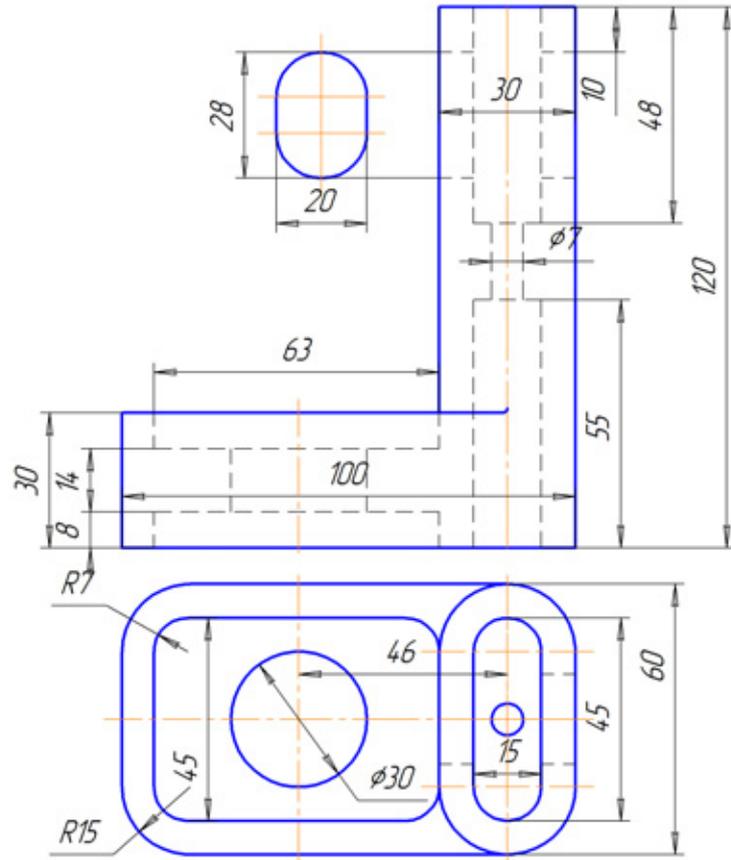
9



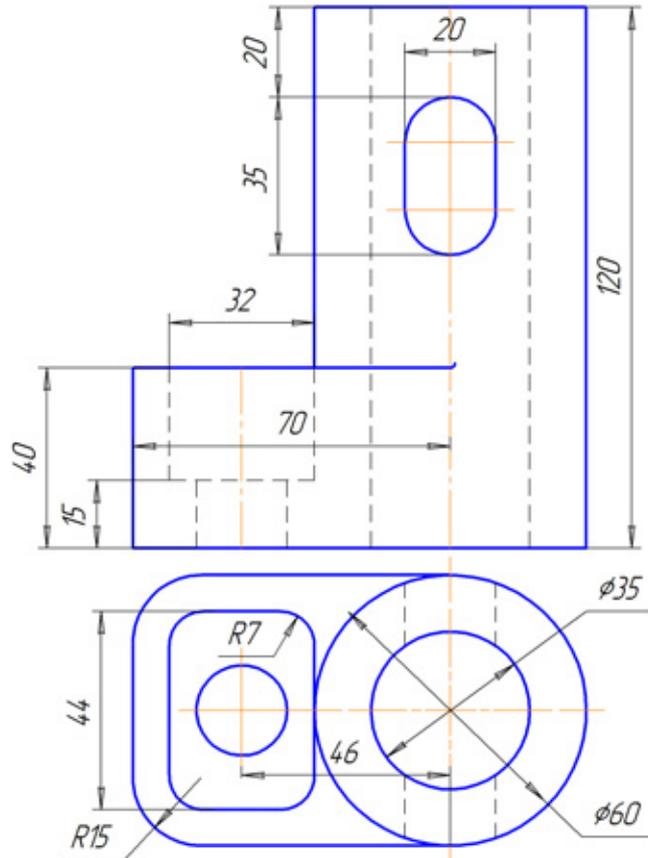
10



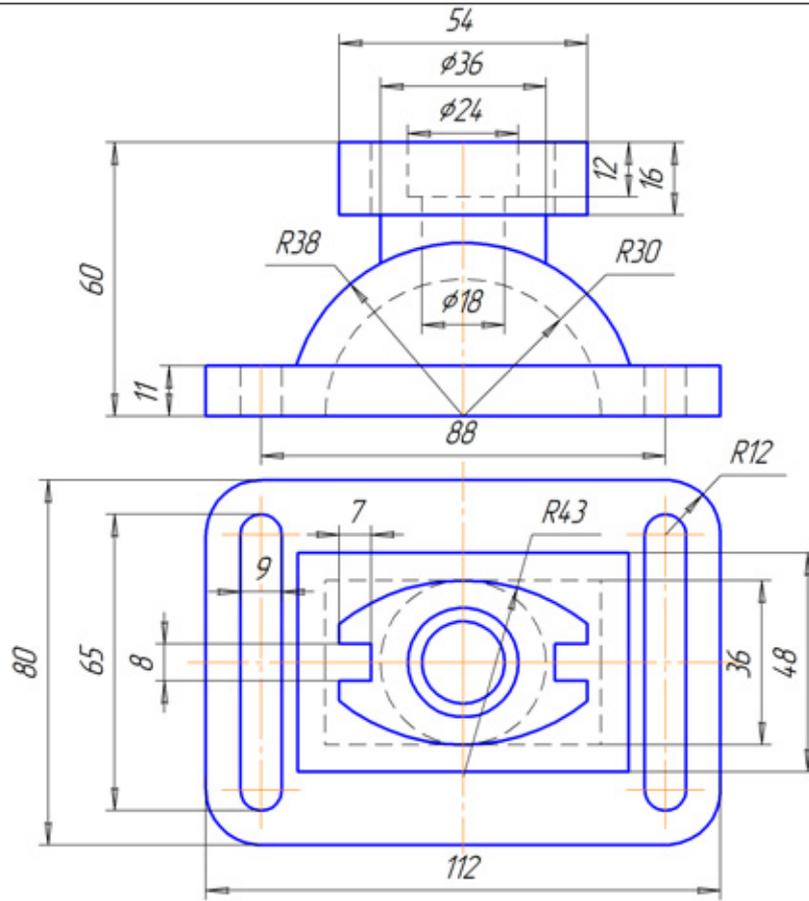
11



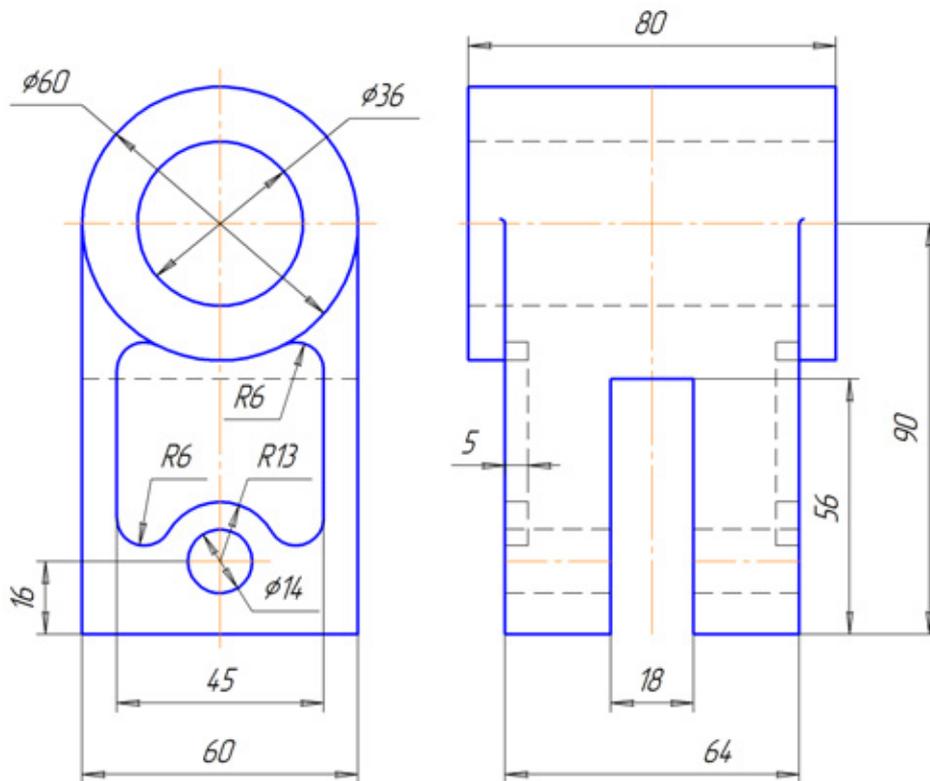
12



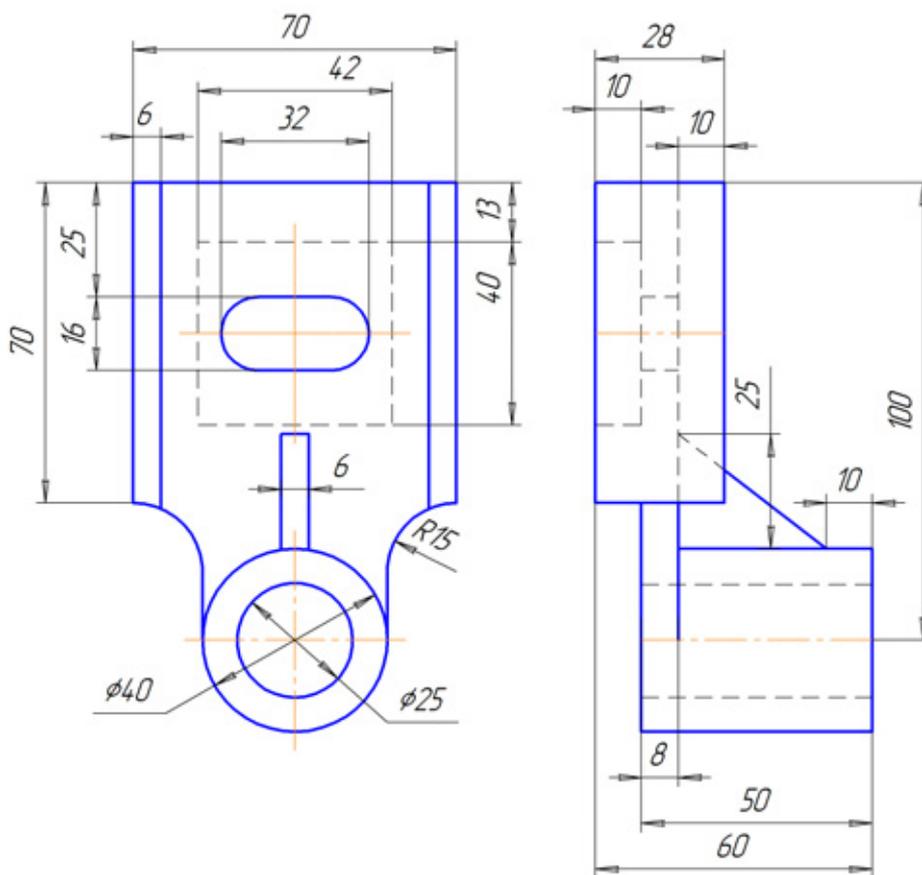
13



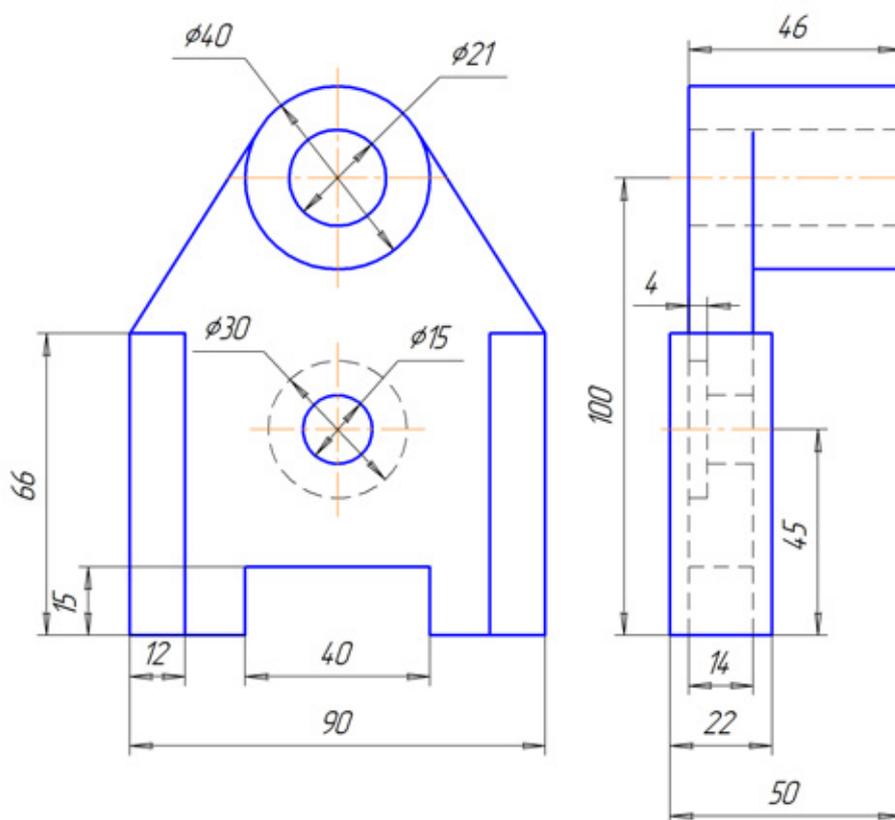
14



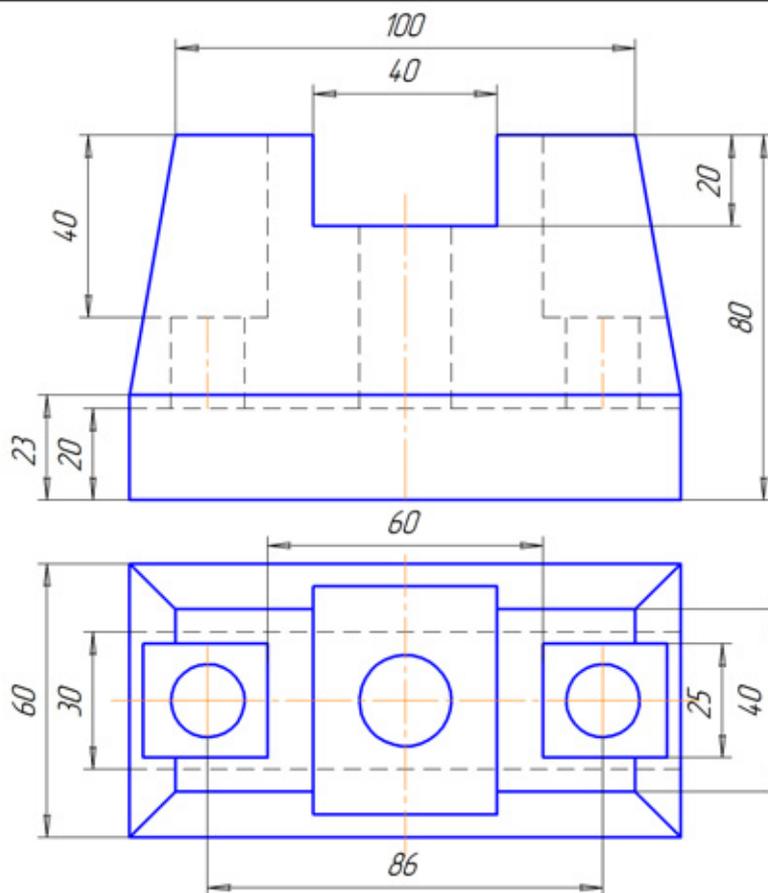
15



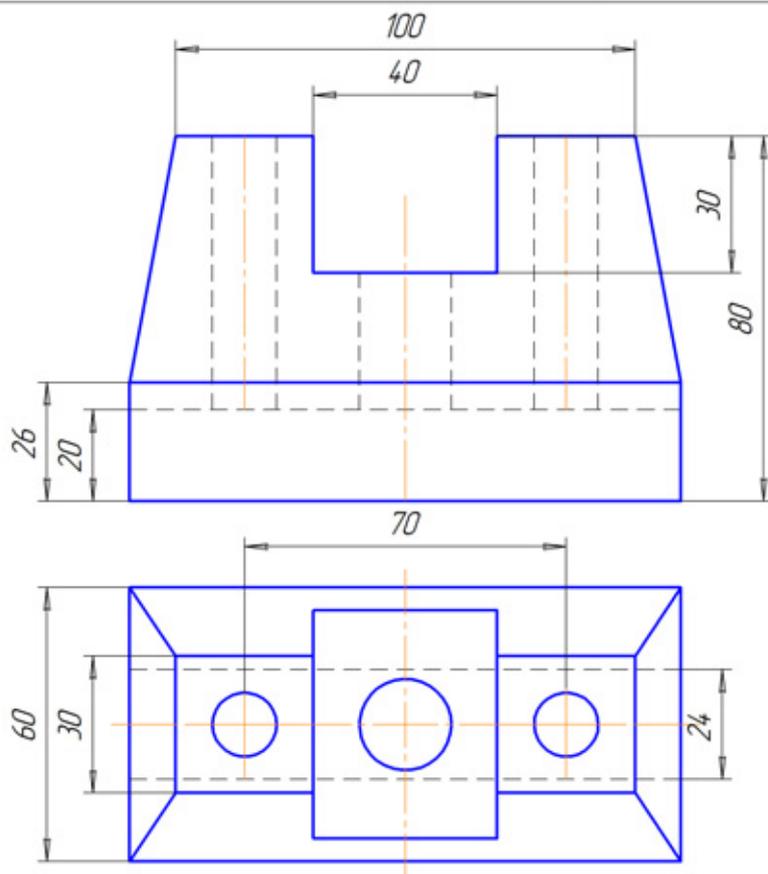
16



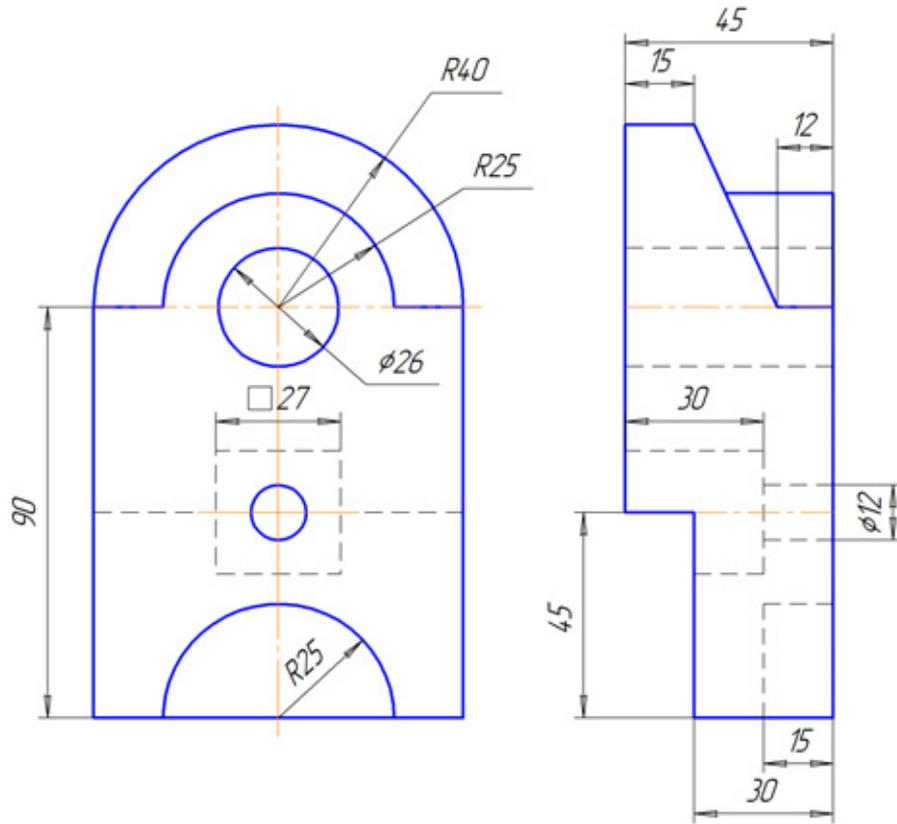
17



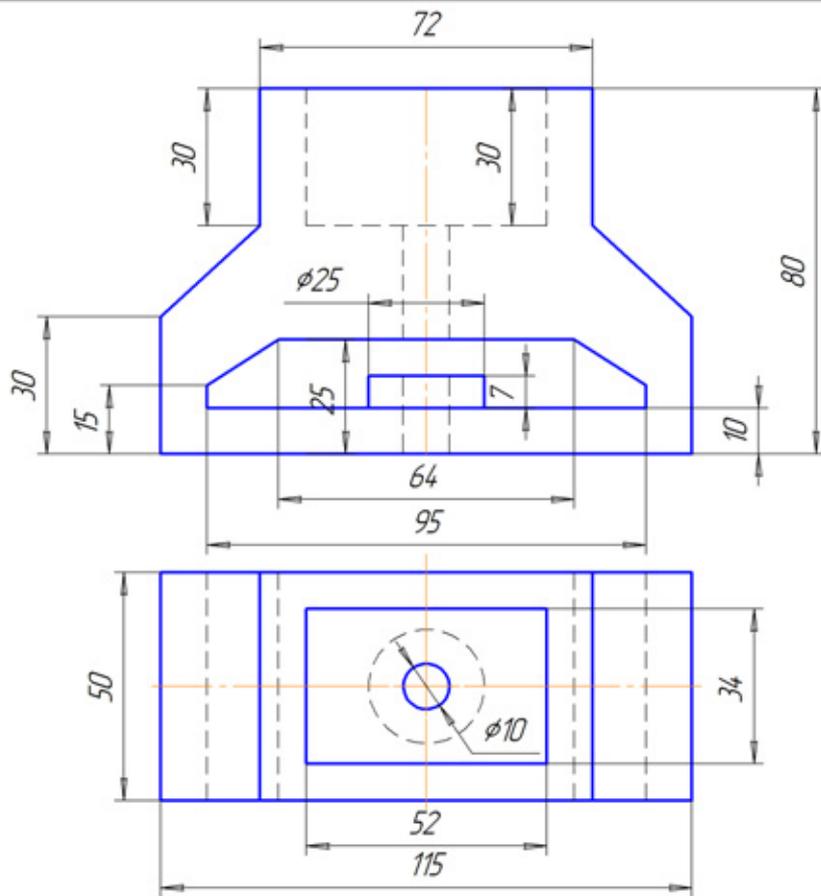
18



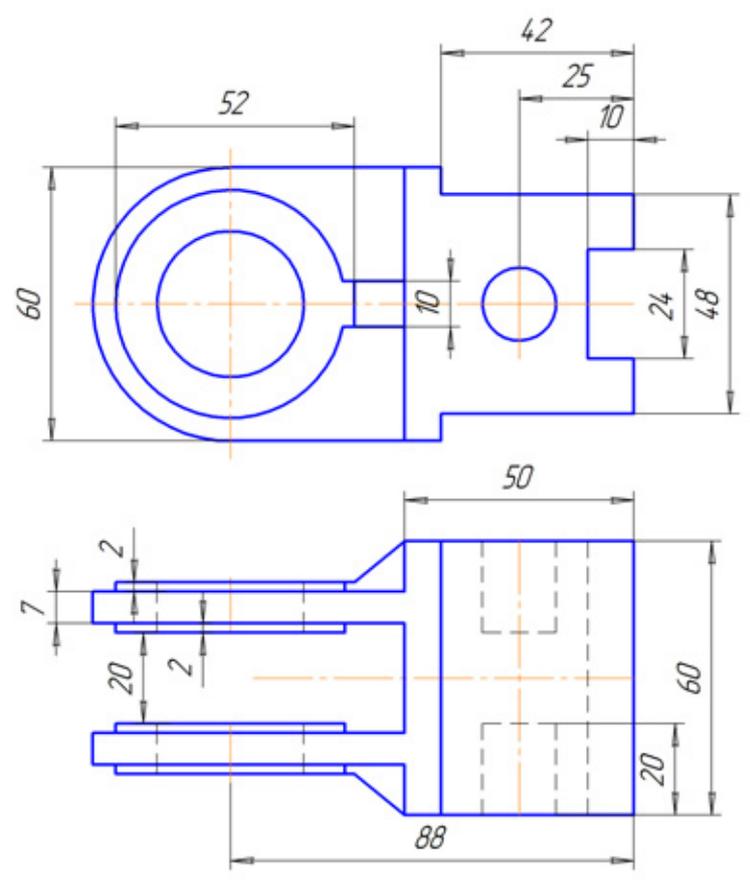
19



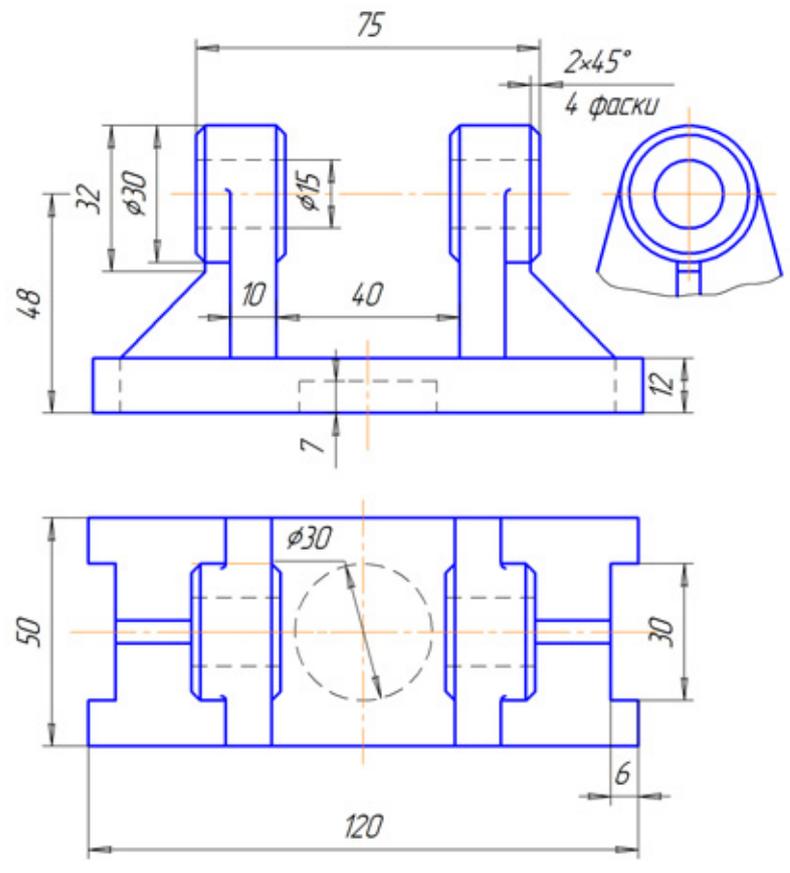
20



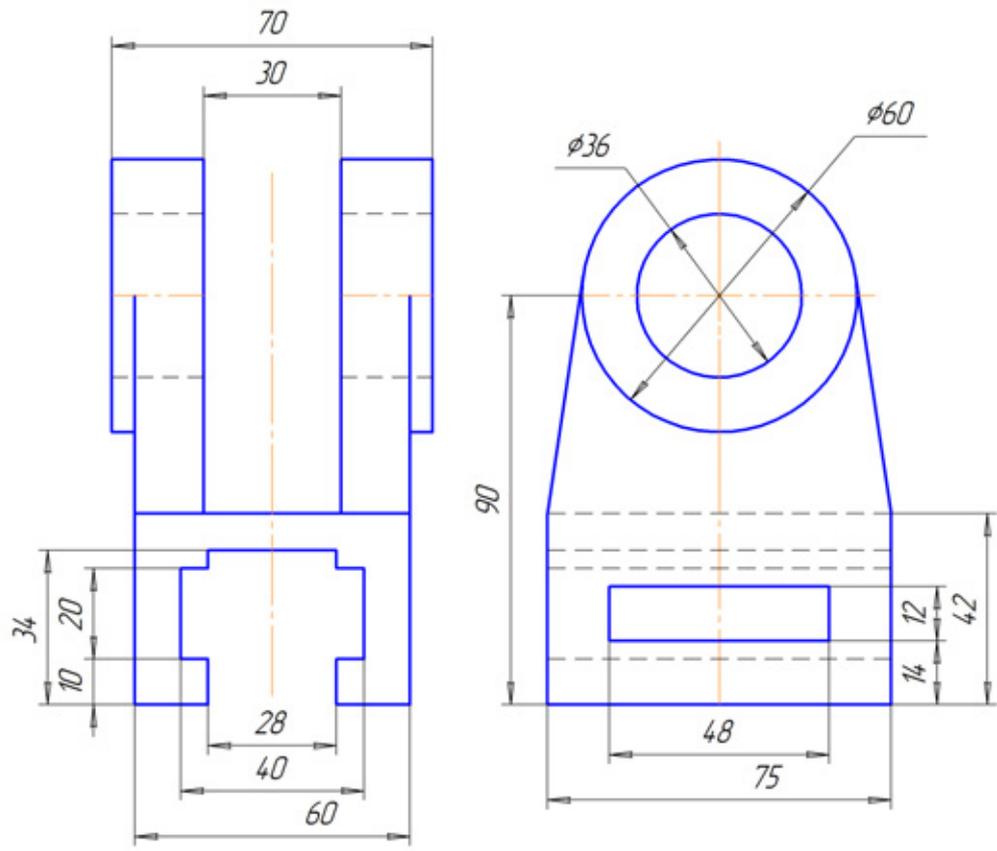
21



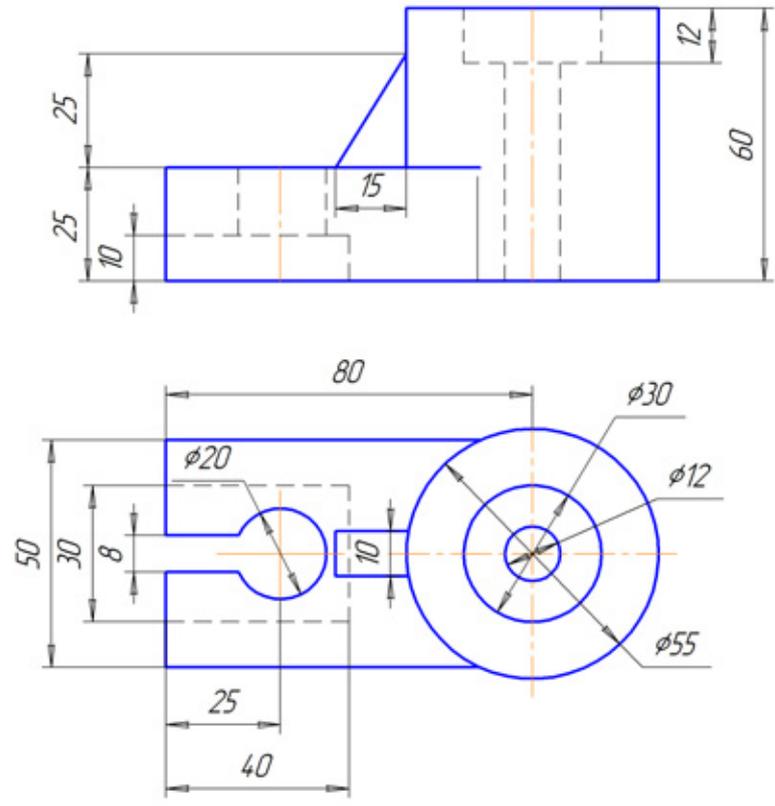
22



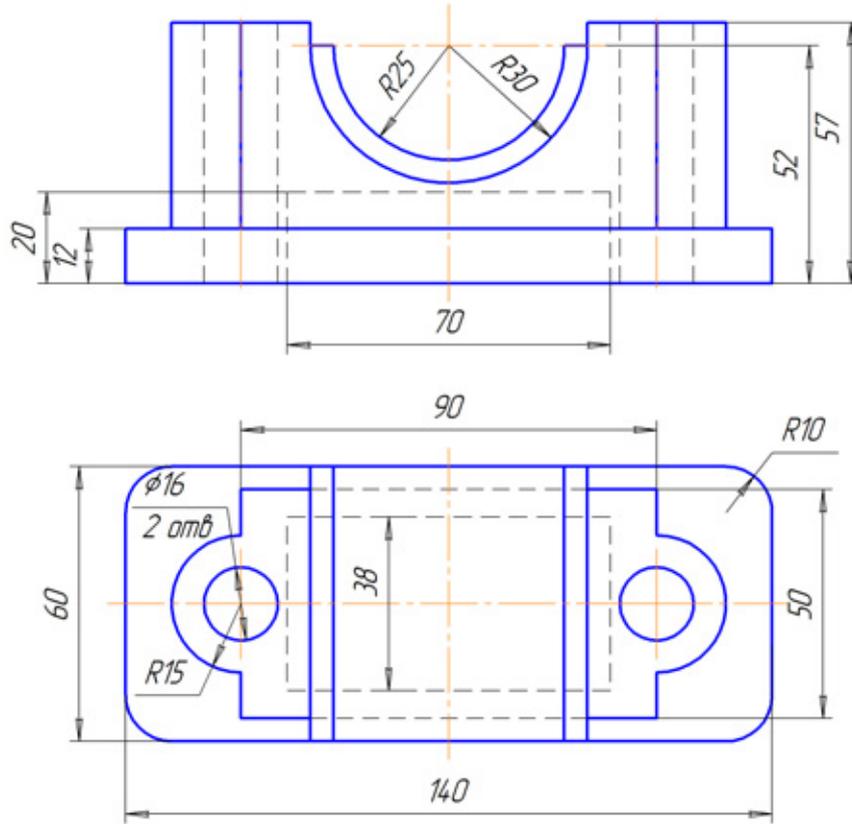
23



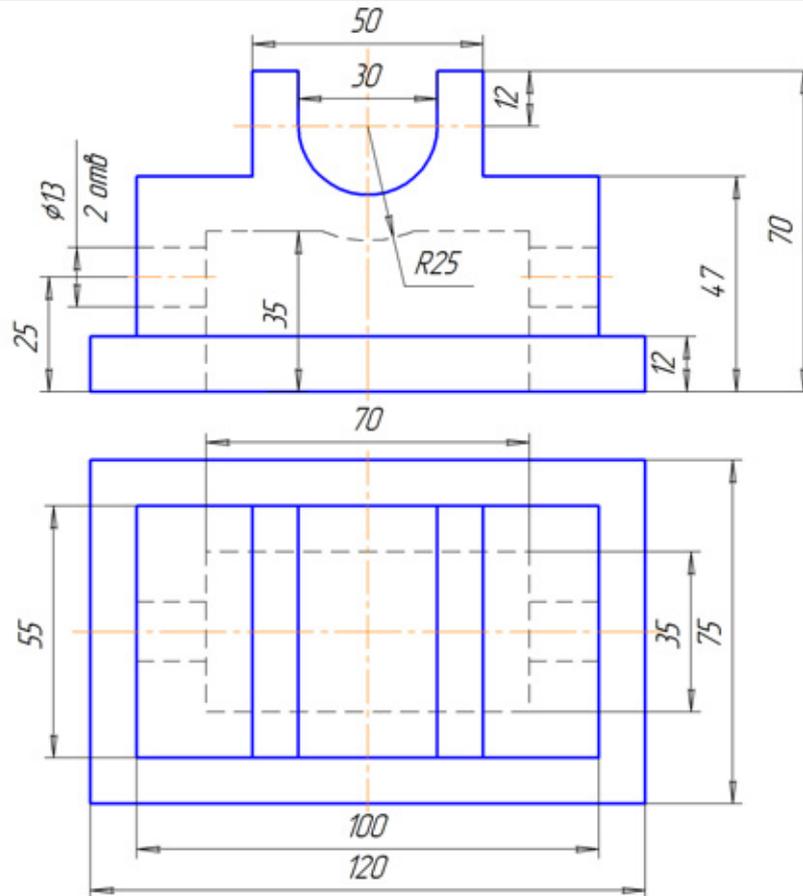
24



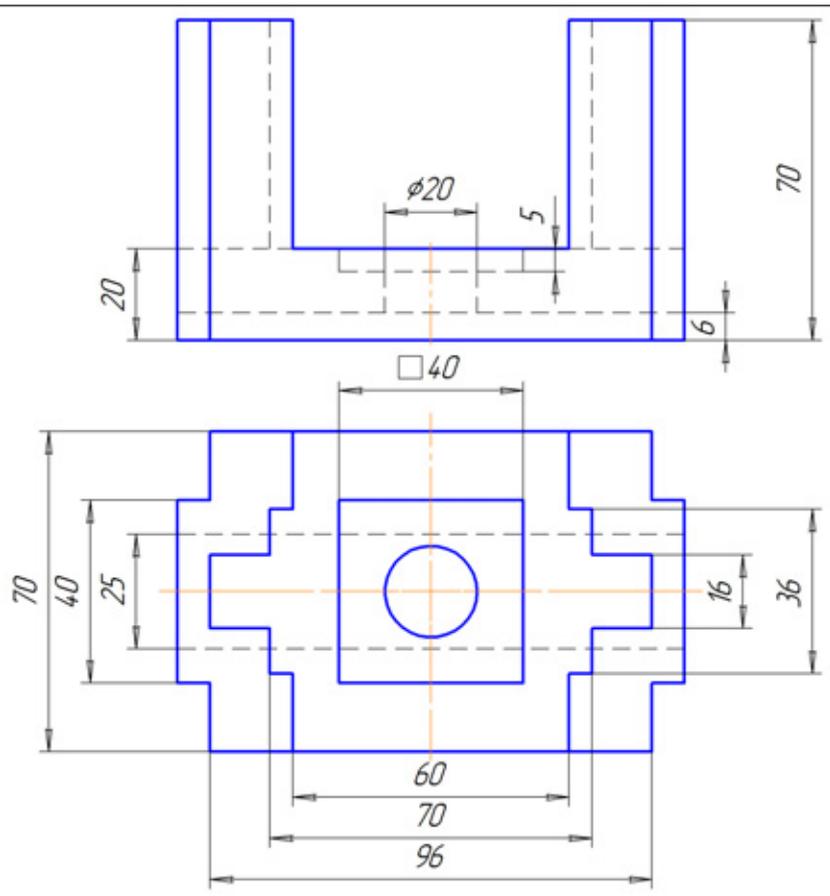
27



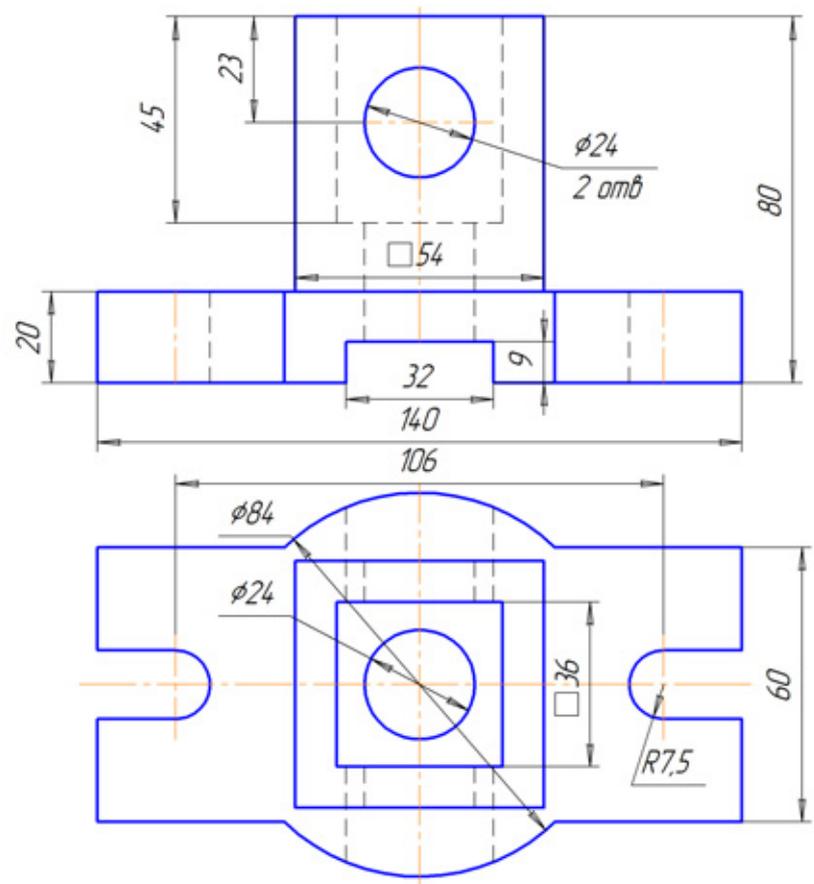
28



29



30



5. РАБОТА «РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ»

5.1. ЛИСТ №1 «РАЗРЕЗ СТУПЕНЧАТЫЙ»

Работа выполняется на листе ватмана формата А3 (420×297 мм) вертикального расположения, в масштабе 2:1. В приведенных задачах не указаны размеры деталей, студент должен измерить их циркулем-измерителем непосредственно на задании.

Задание: по указанным изображениям построить две проекции детали (в некоторых вариантах требуется построение дополнительных видов). Выполнить разрезы, необходимые для выявления внутреннего устройства детали. Нанести размеры.

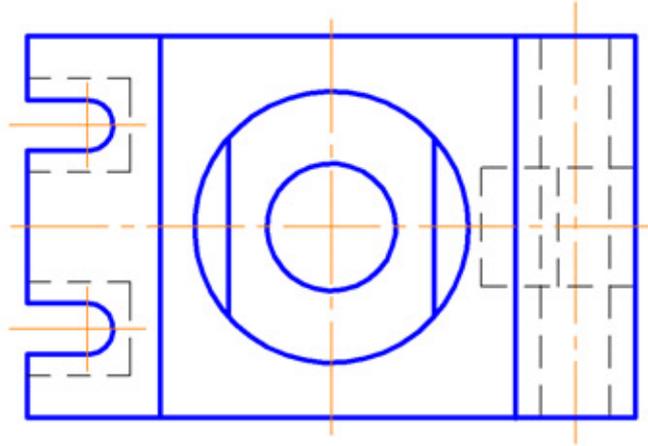
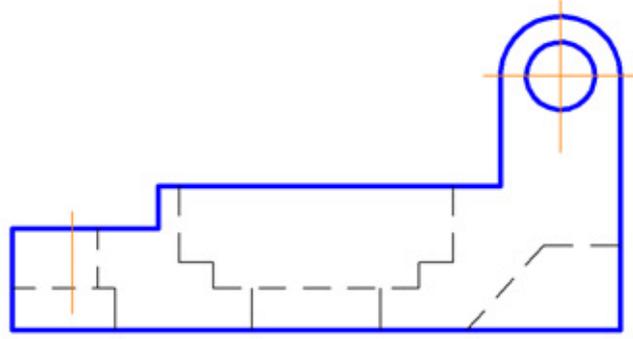
Цель работы: изучить правила выполнения и оформления ступенчатого разреза.

При выполнении данной работы изучаются такие темы, как: «Виды сложных разрезов», «Правила выполнения ступенчатого разреза».

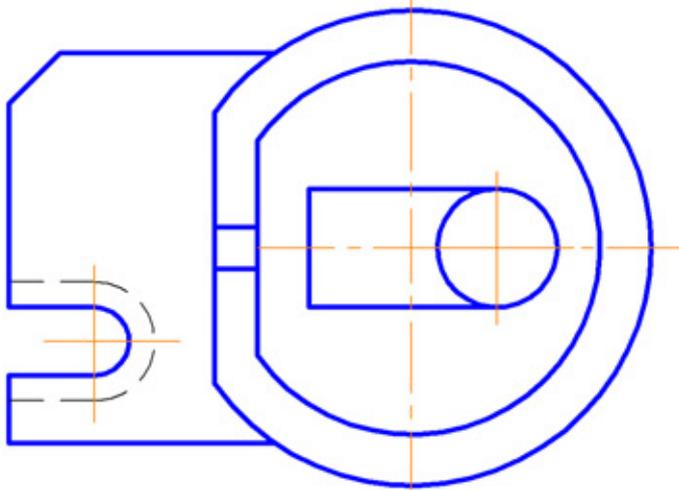
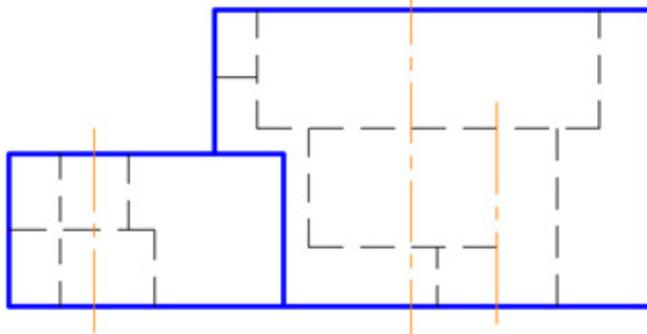
Пример выполнения работы представлен на рис. 5.1.

Задание для выполнения работы приведено на стр. 99-113.

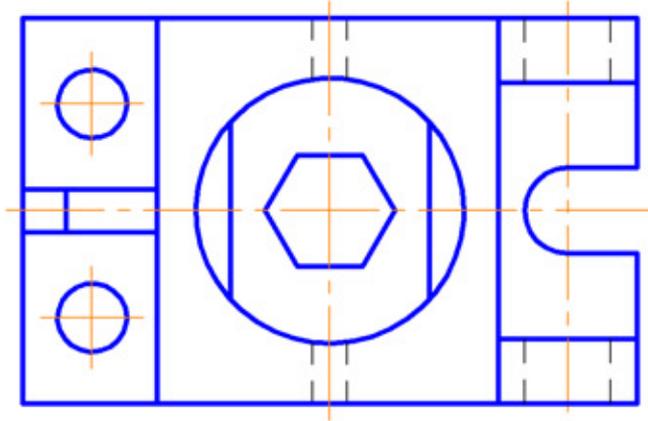
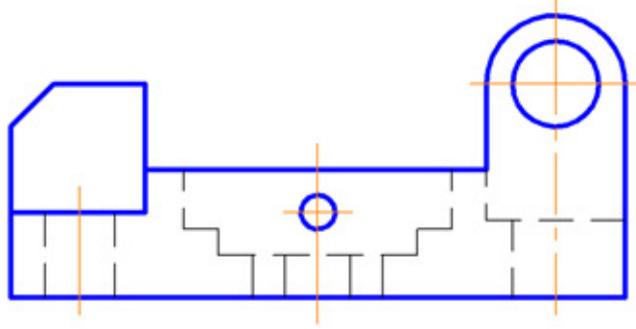
1



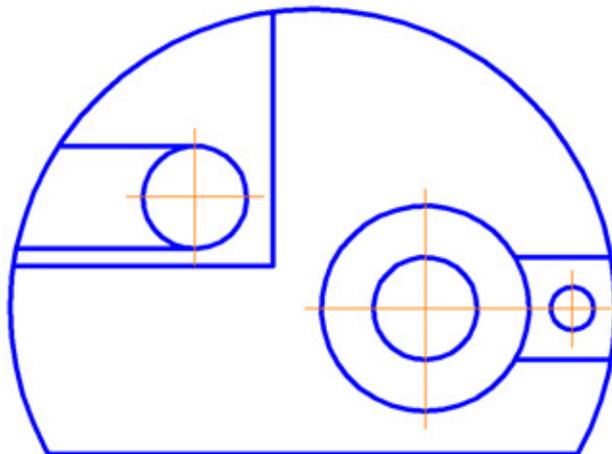
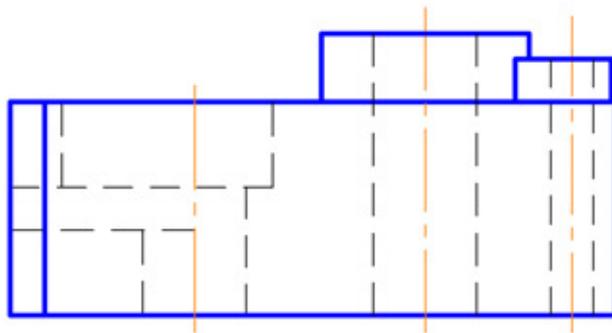
2



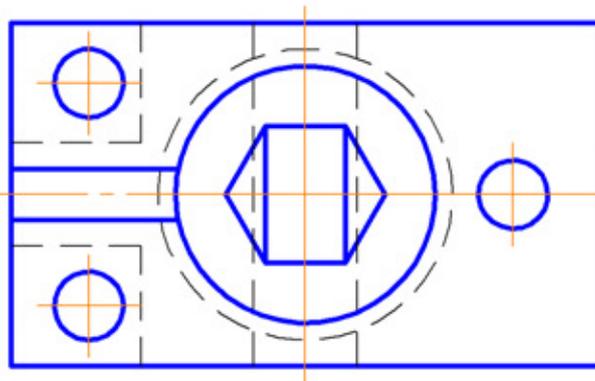
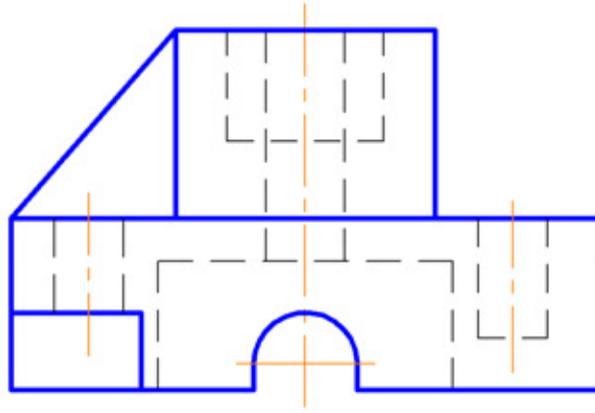
3



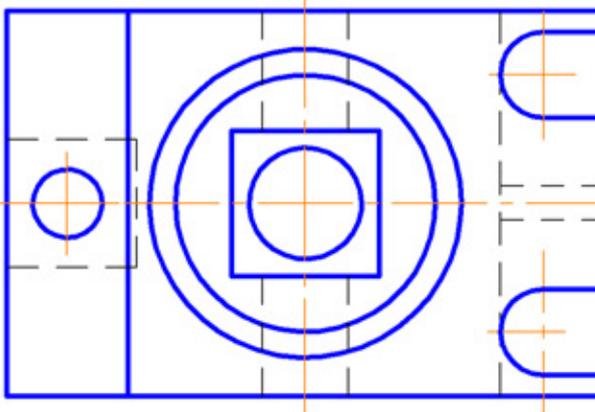
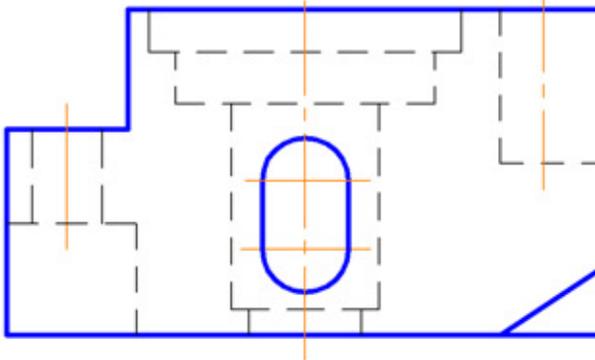
4



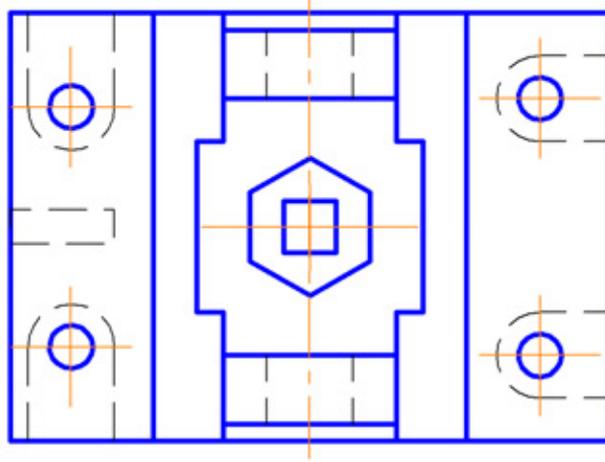
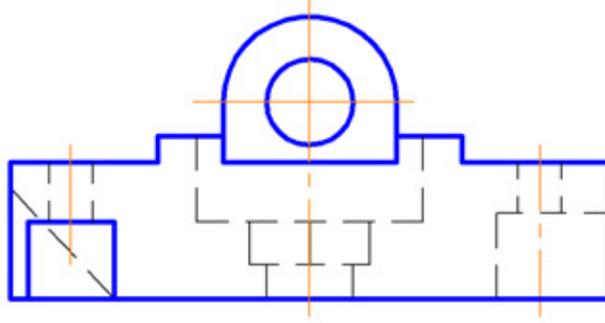
5



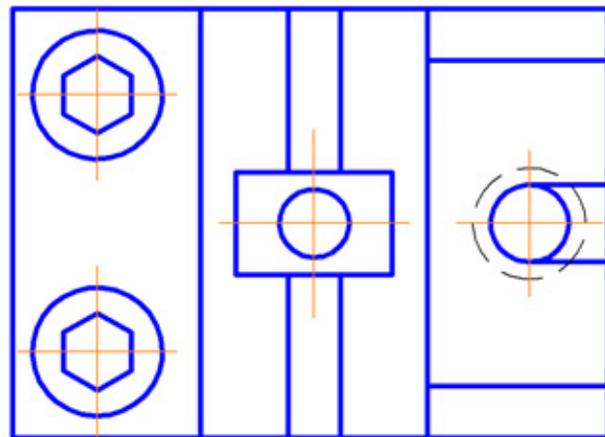
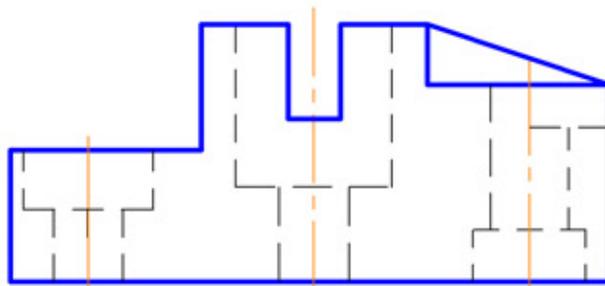
6



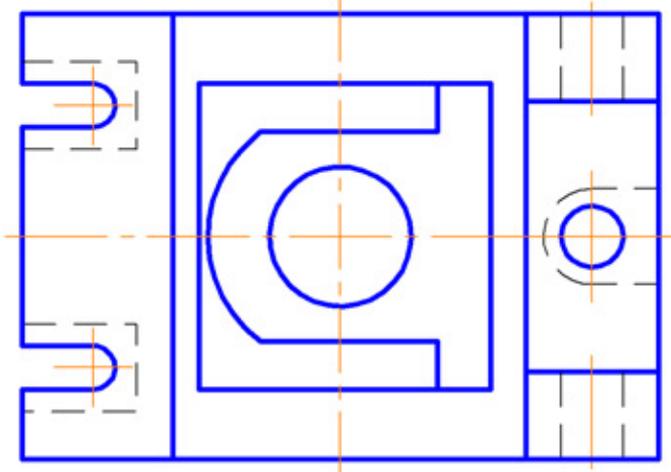
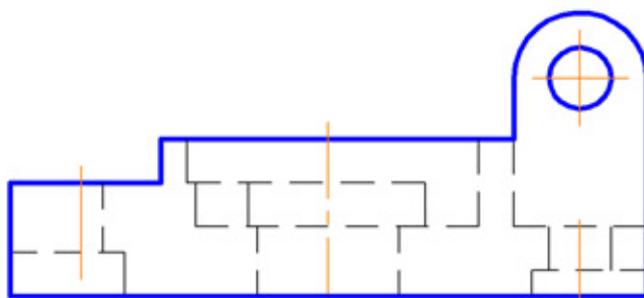
7



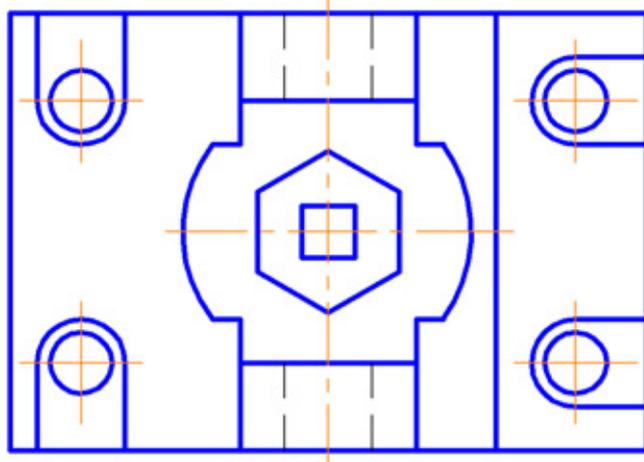
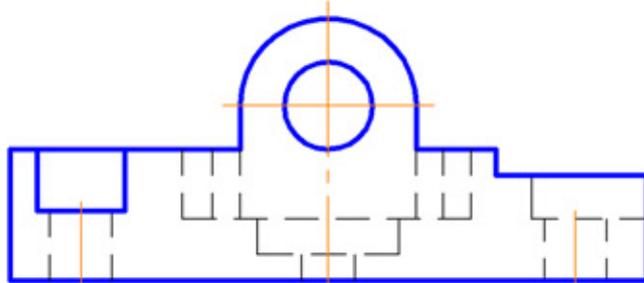
8



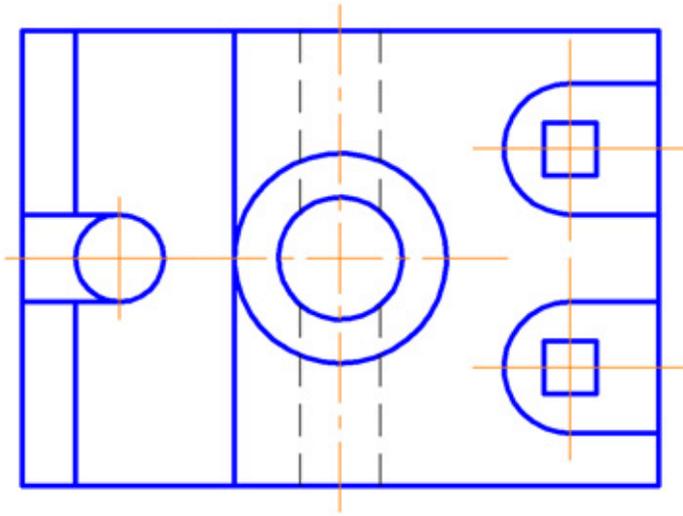
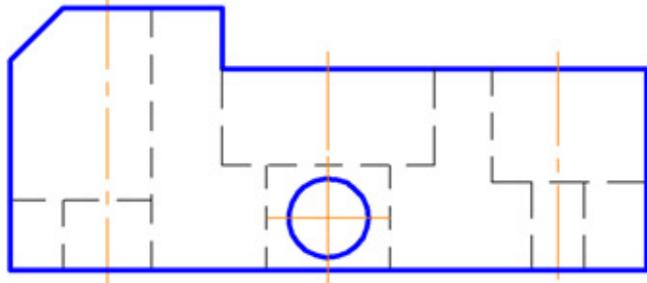
9



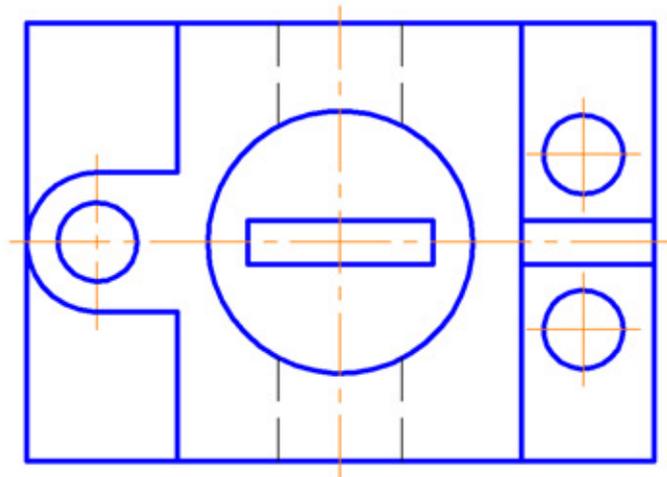
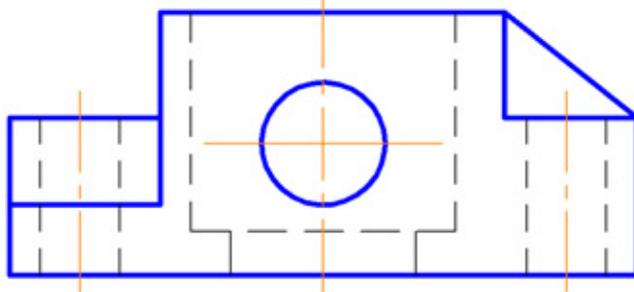
10



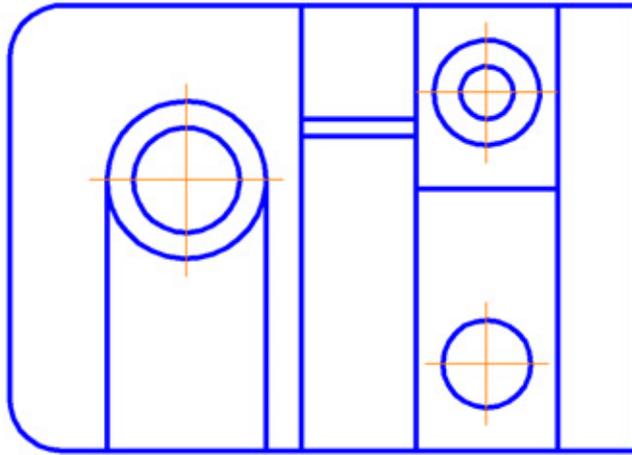
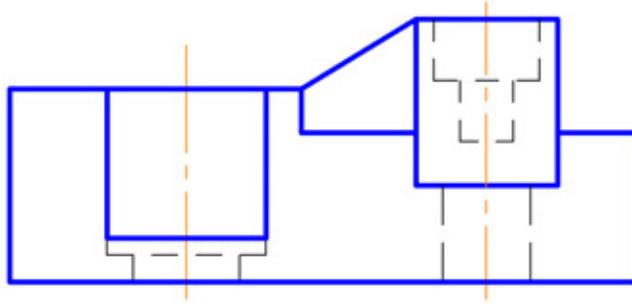
11



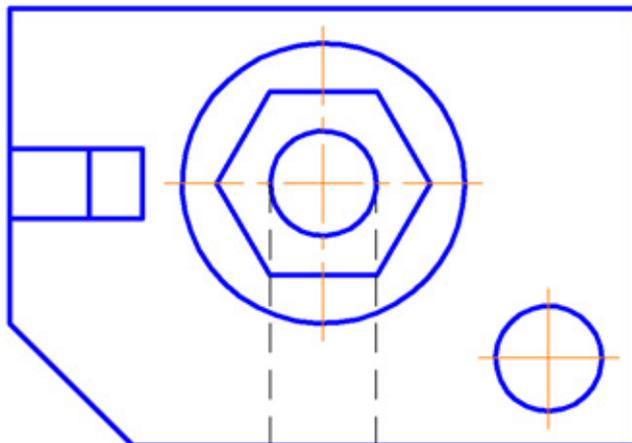
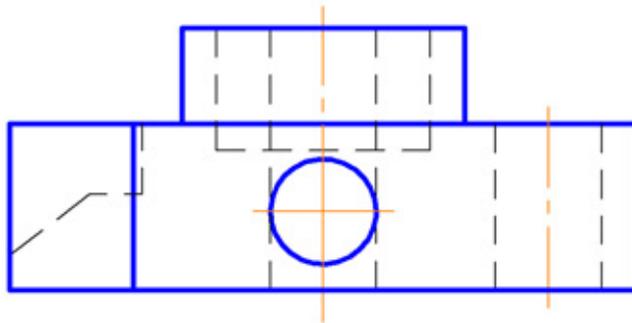
12



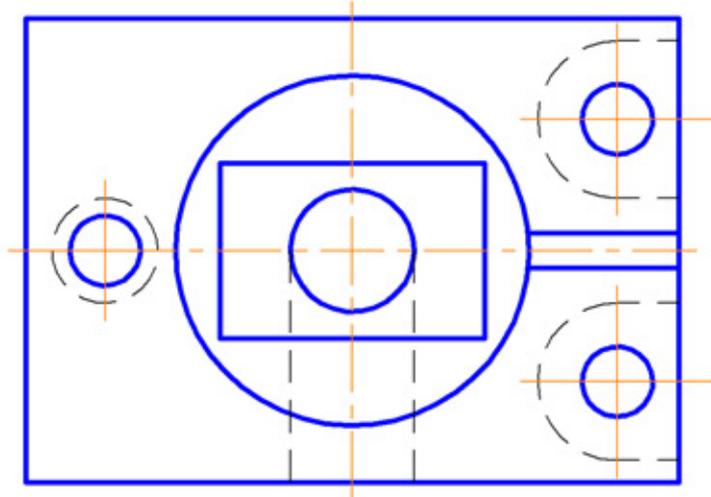
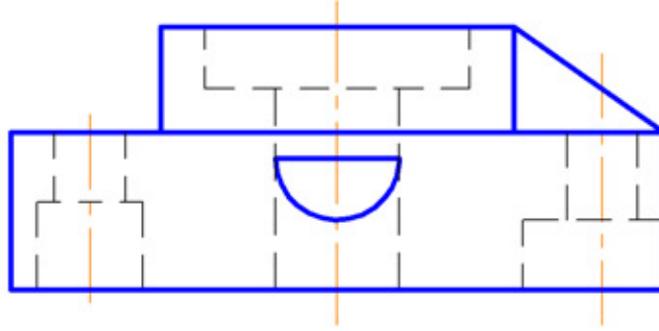
13



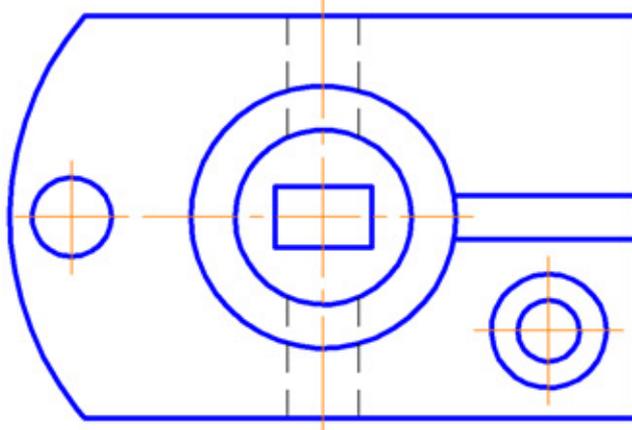
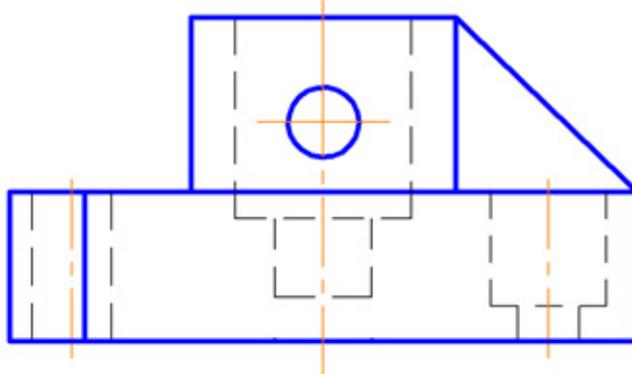
14



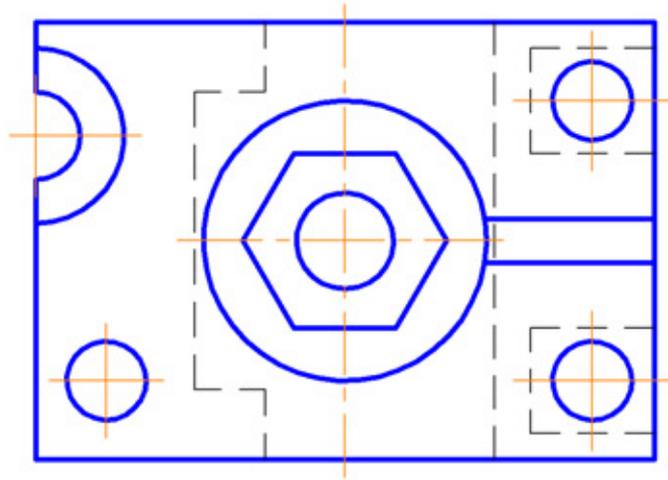
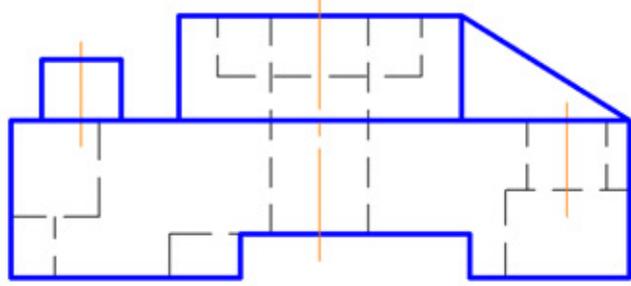
15



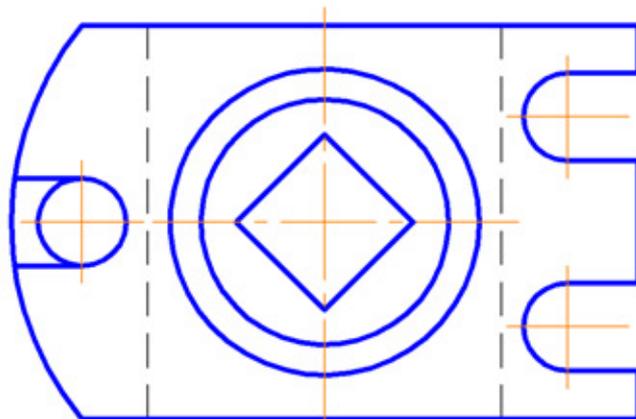
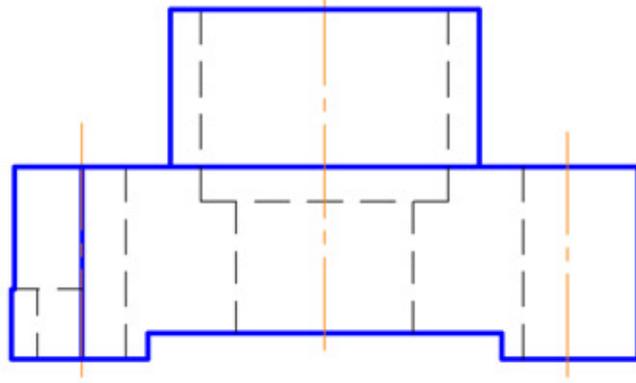
16



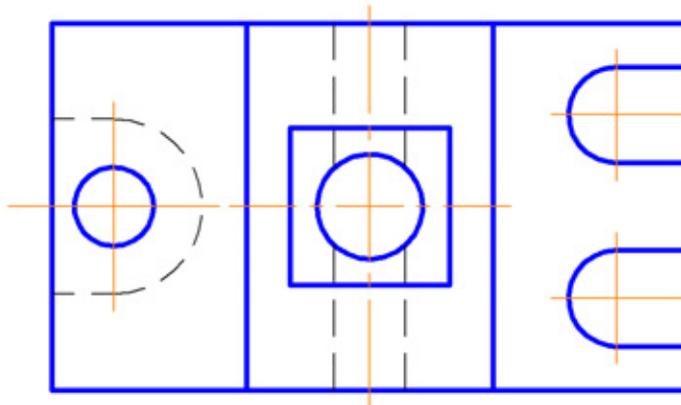
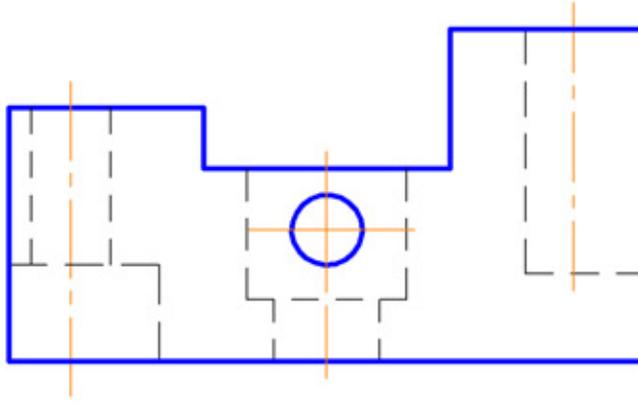
17



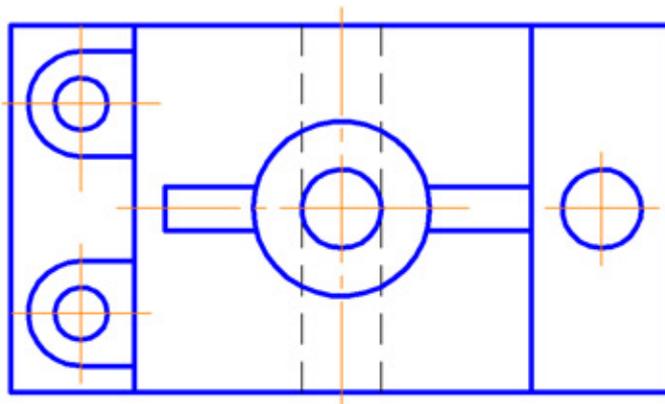
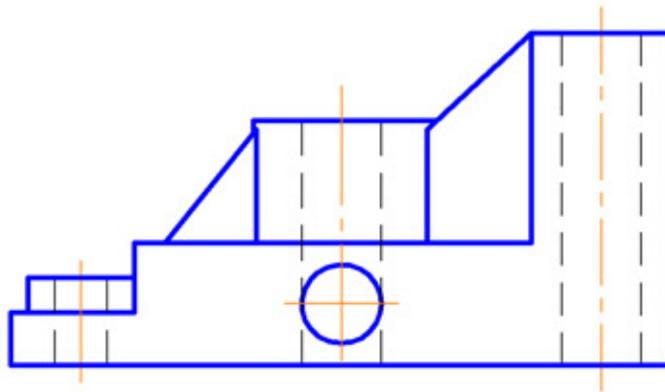
18



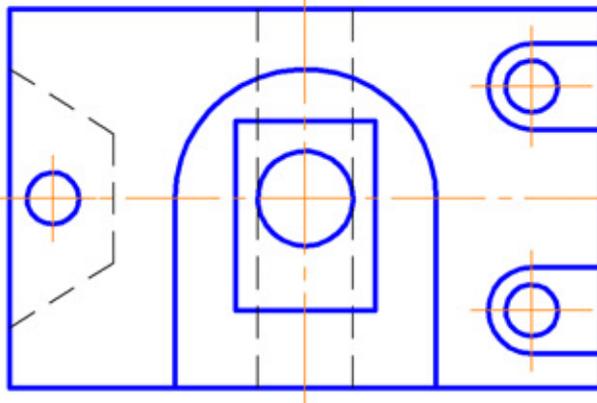
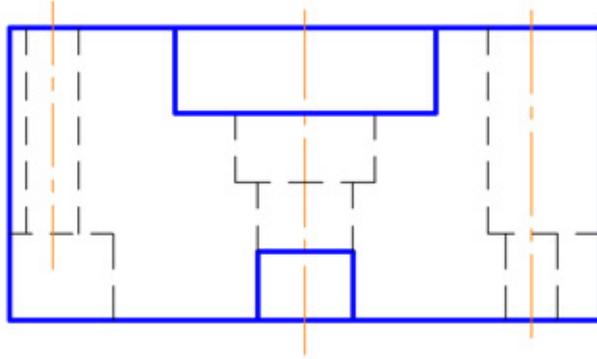
19



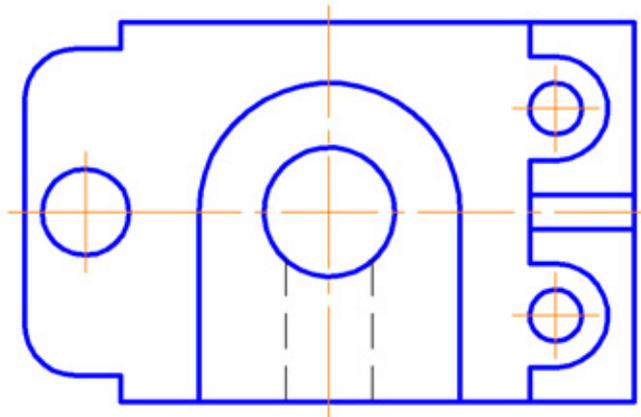
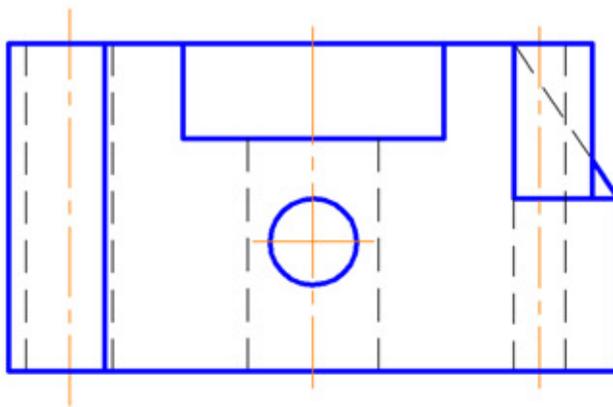
20



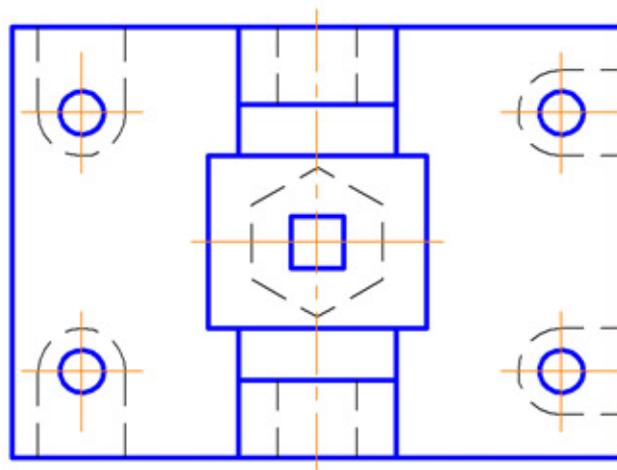
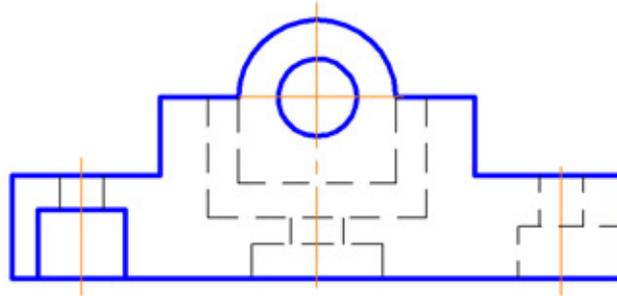
21



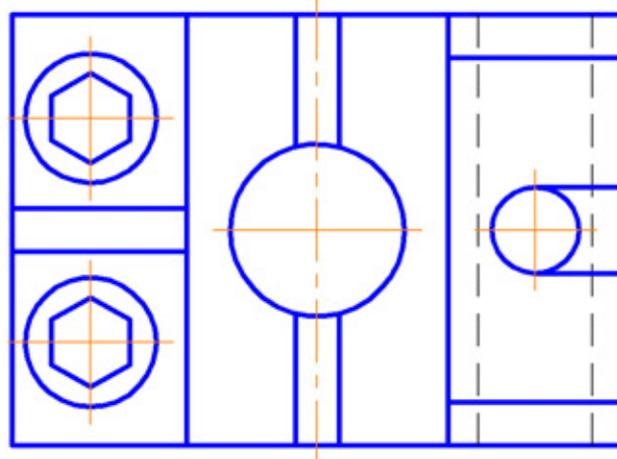
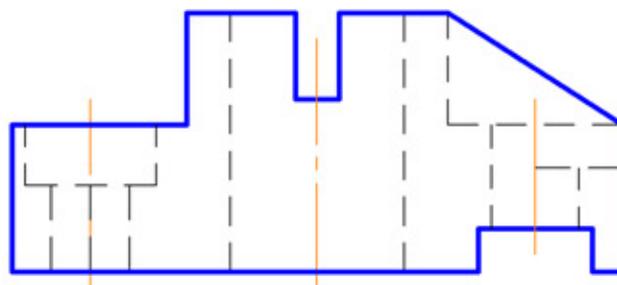
22



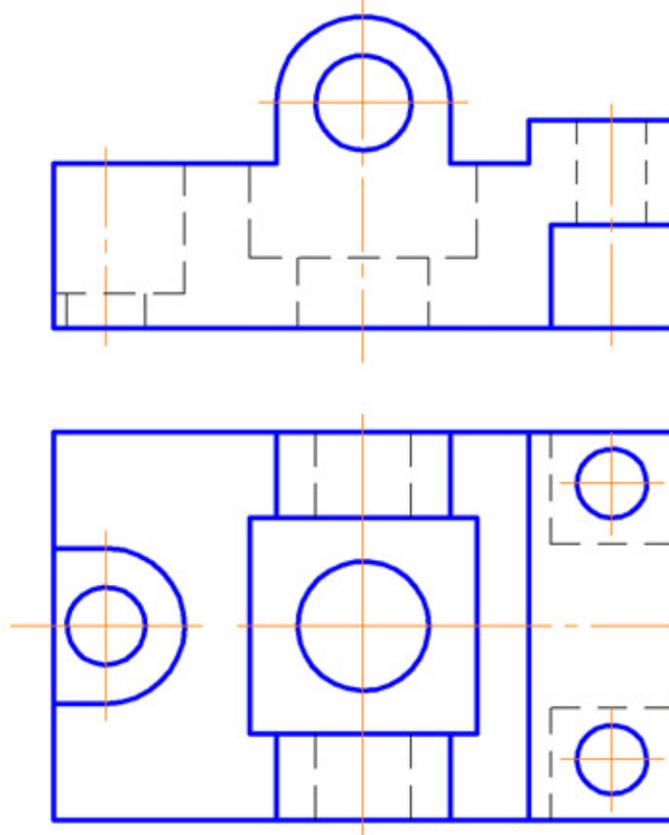
23



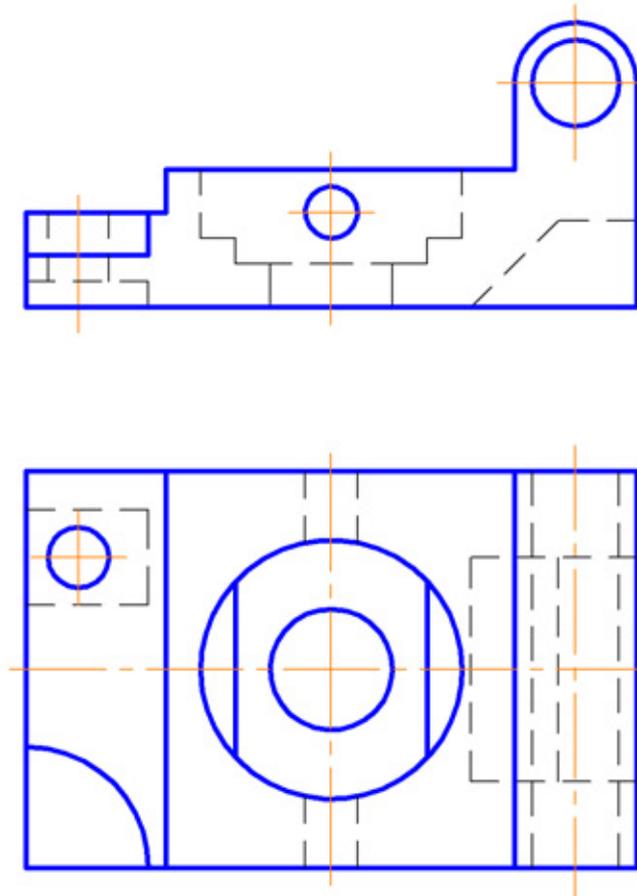
24



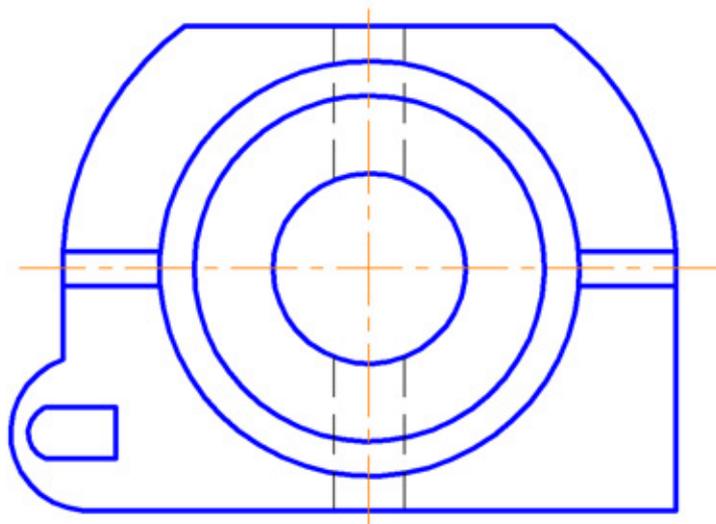
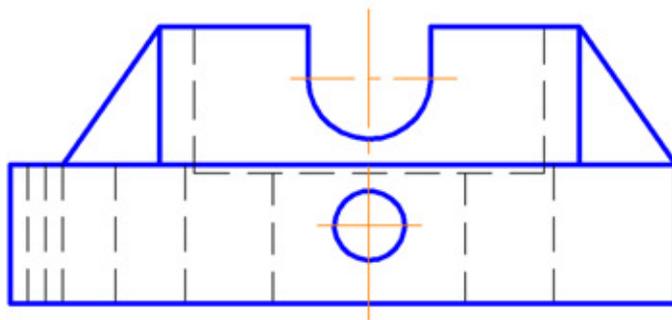
25



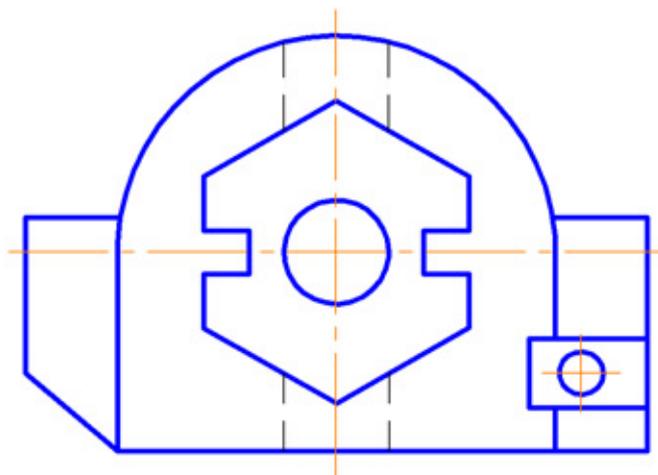
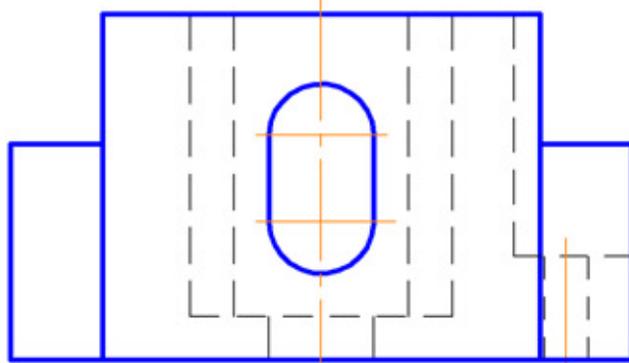
26



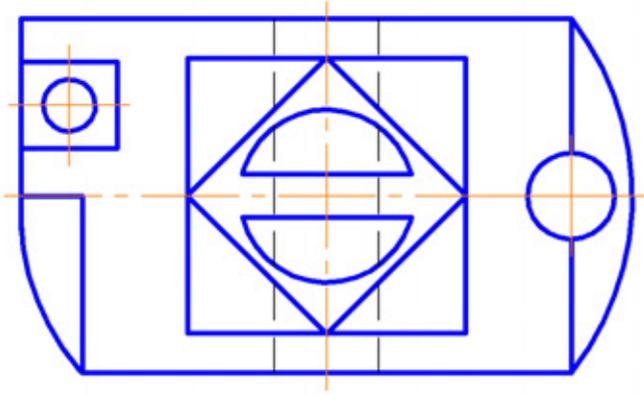
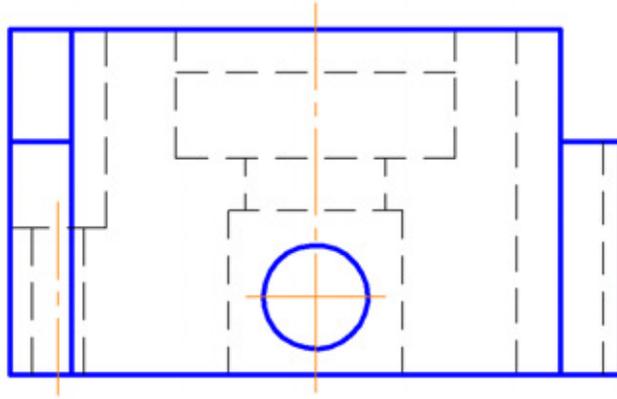
27



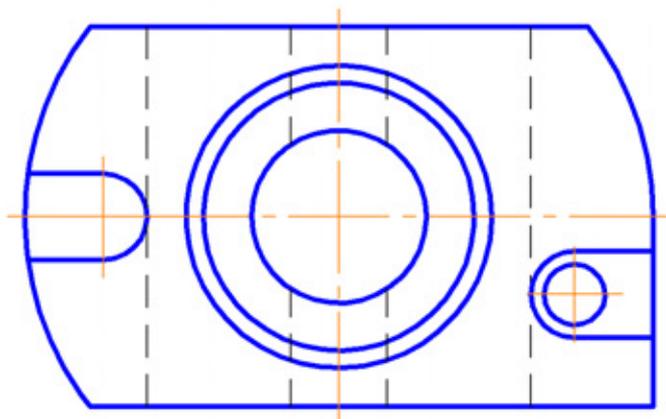
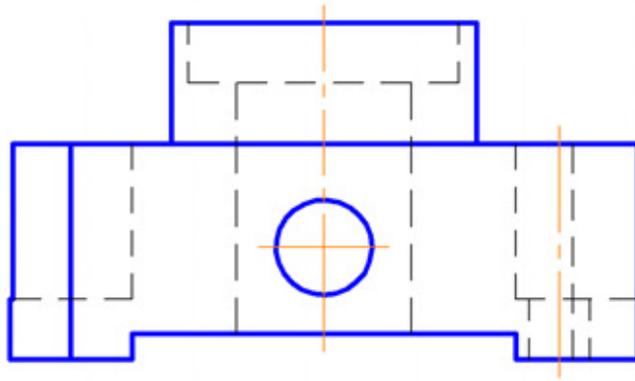
28



29



30



5.2. ЛИСТ №2 «РАЗРЕЗ ЛОМАНЫЙ»

Работа выполняется на листе ватмана формата А3 (420×297 мм) вертикального расположения, в масштабе 2:1. В приведенных задачах не указаны размеры деталей, студент должен измерить их циркулем-измерителем непосредственно на задании.

Задание: по указанным изображениям построить две проекции детали (в некоторых вариантах требуется построение дополнительных видов). Выполнить разрезы, необходимые для выявления внутреннего устройства детали. Нанести размеры.

Цель работы: изучить правила выполнения и оформления ломаного разреза.

При выполнении данной работы изучаются такие темы, как: «Виды сложных разрезов», «Правила выполнения ломаного разреза».

Пример выполнения работы представлен на рис. 5.2.

Задание для выполнения работы приведено на стр. 116-130.

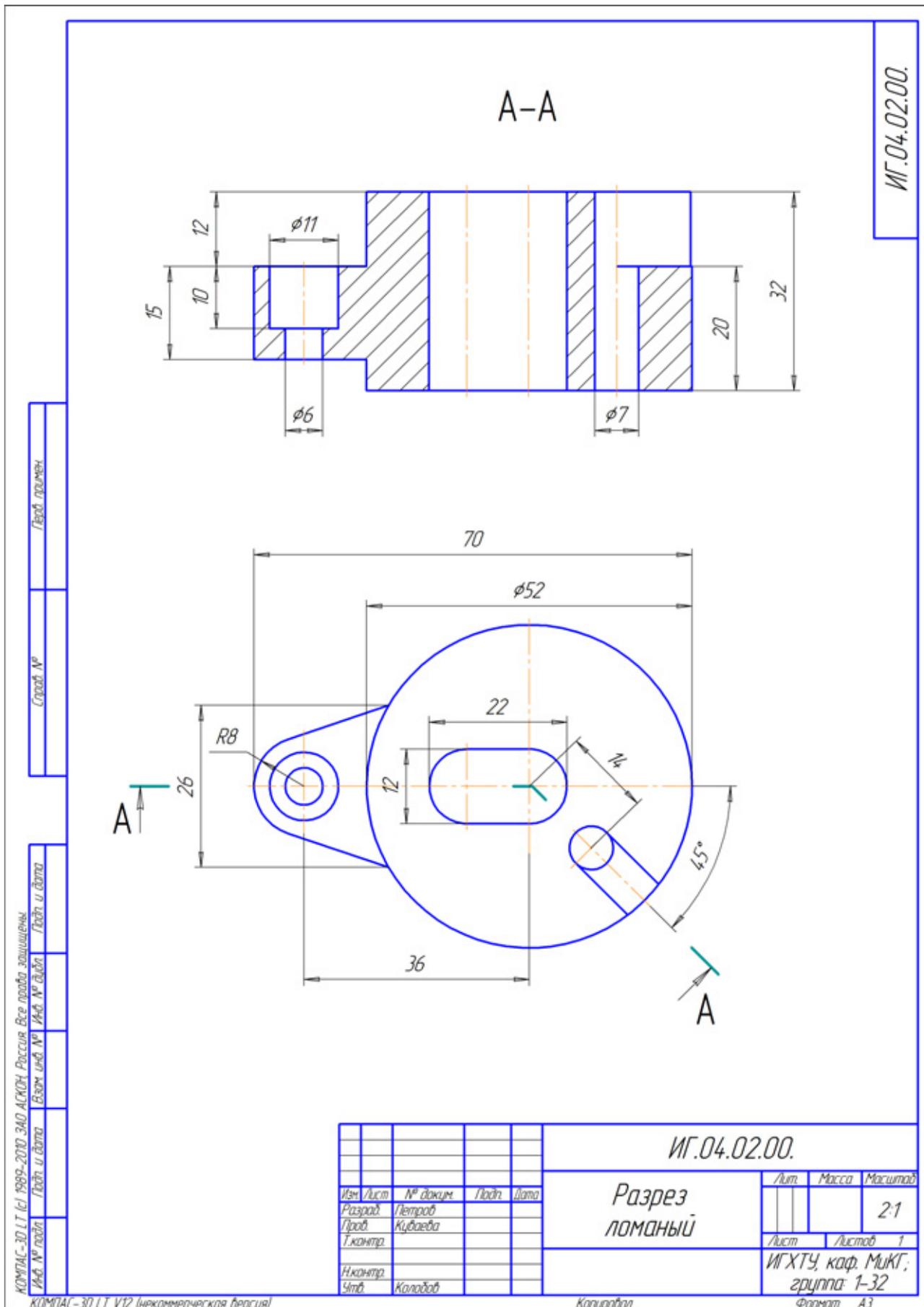
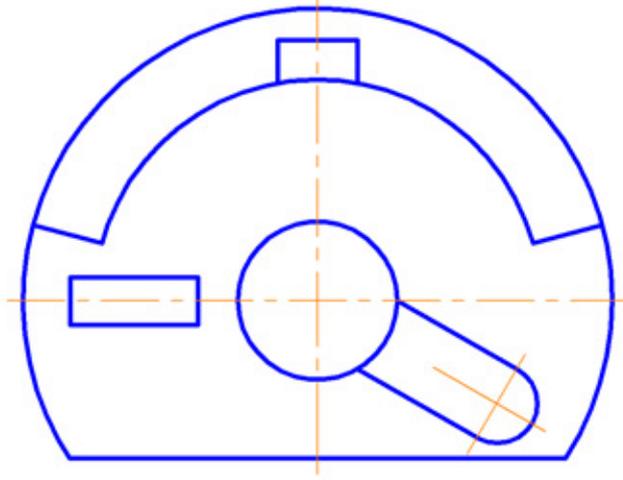
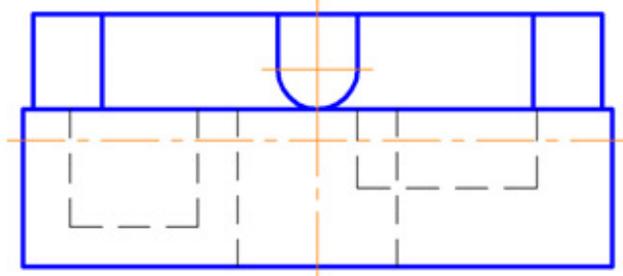
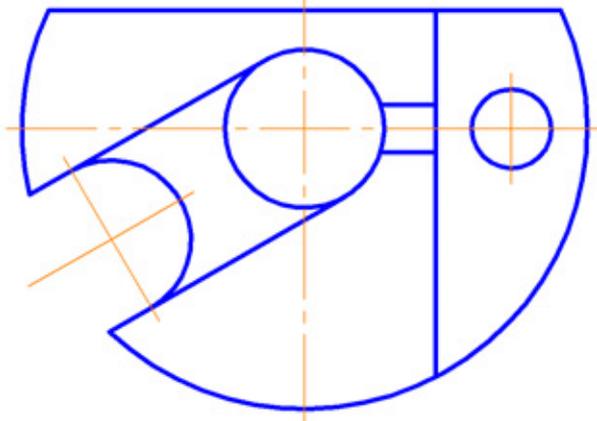
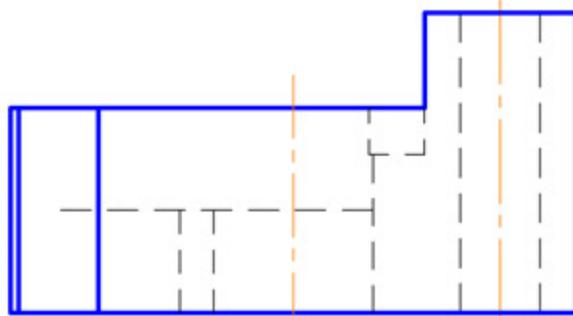


Рис. 5.2. Пример выполнения работы «Разрез ломаный»

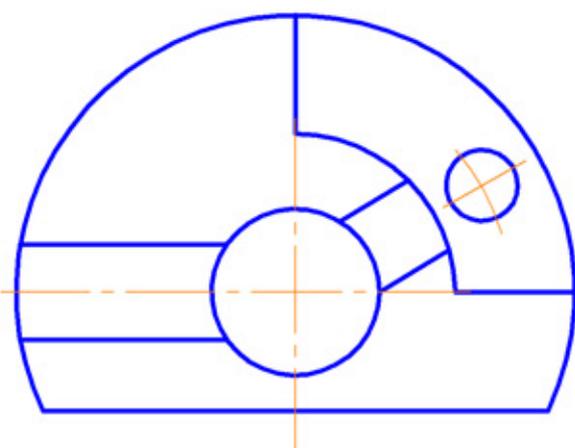
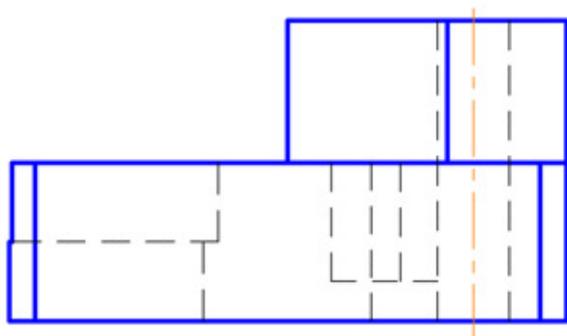
1



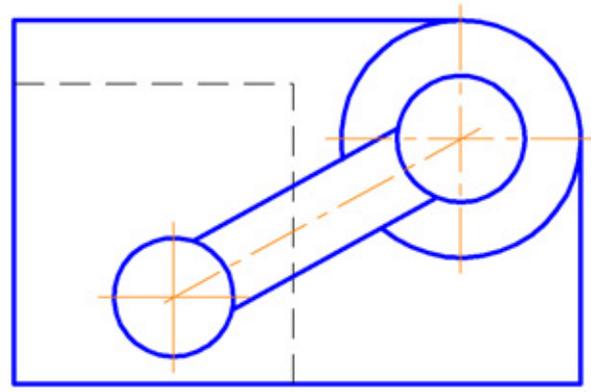
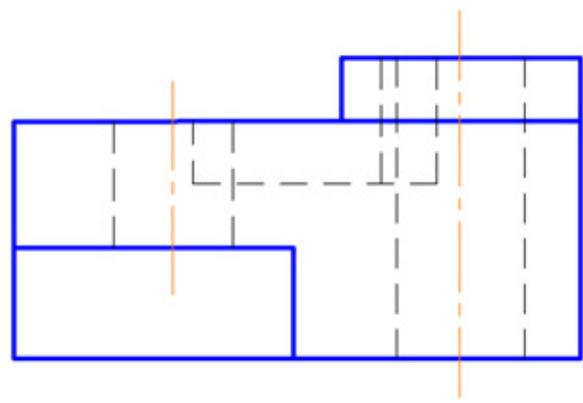
2



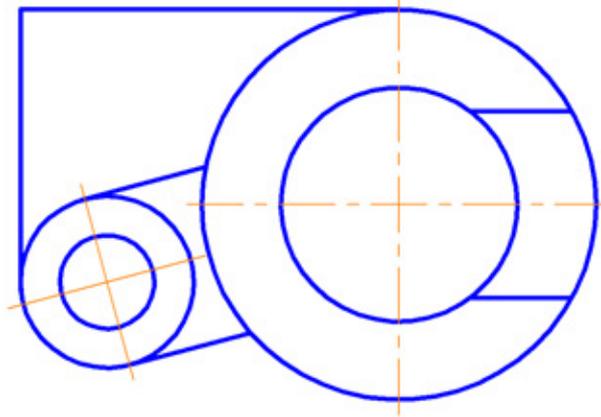
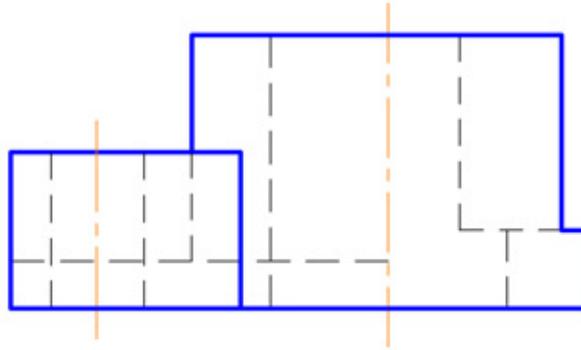
3



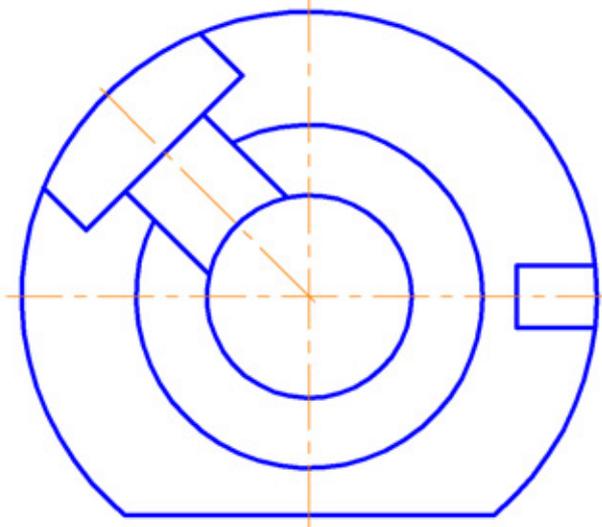
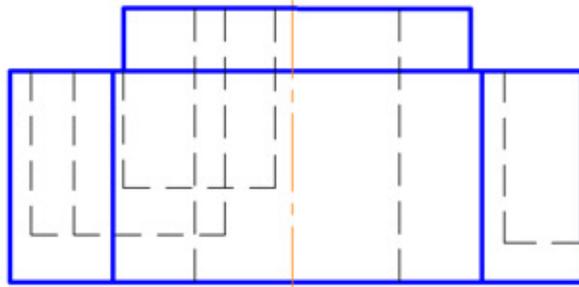
4



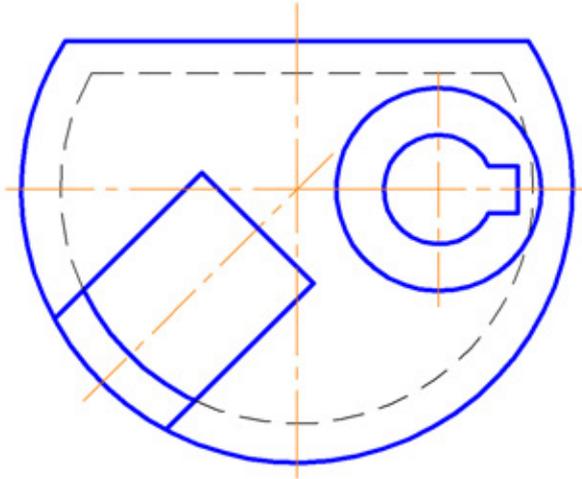
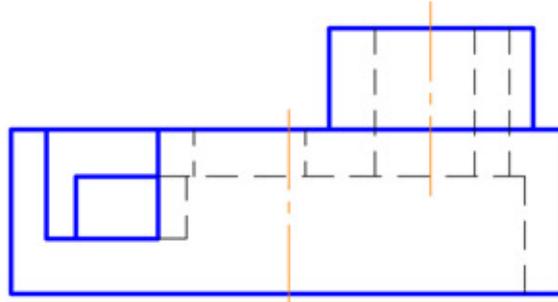
5



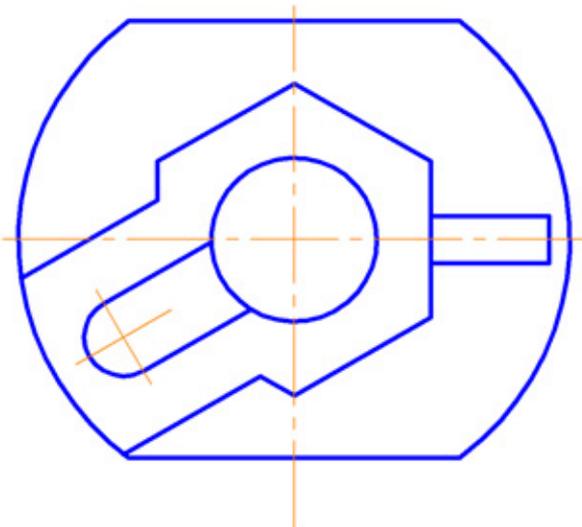
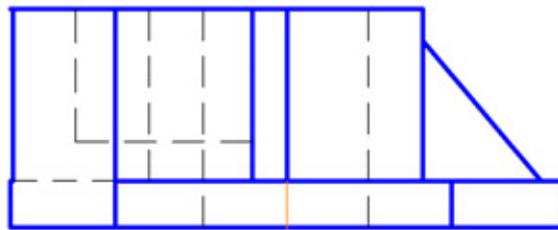
6



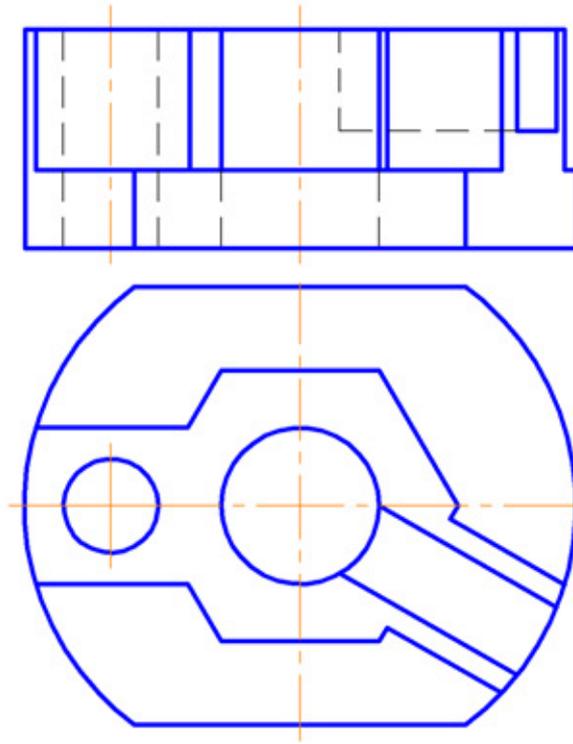
7



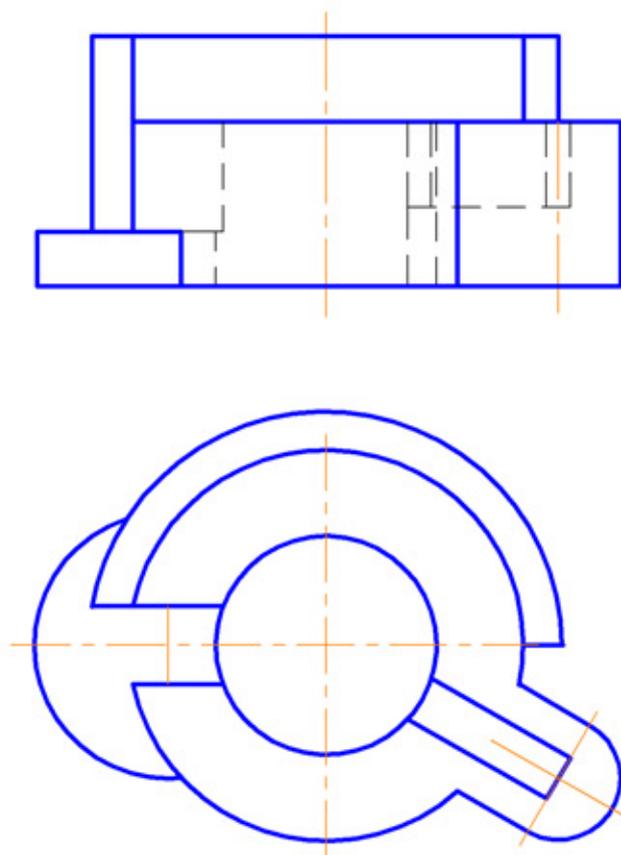
8



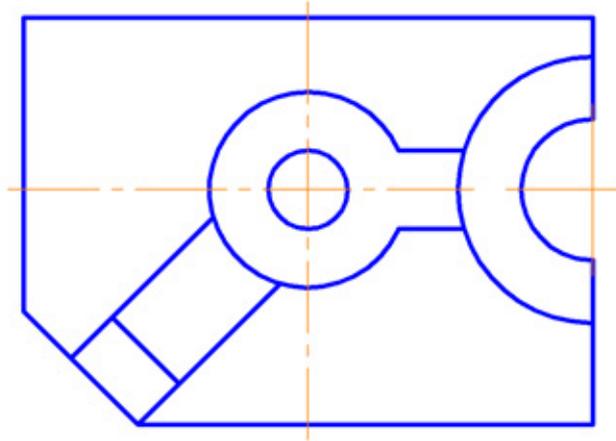
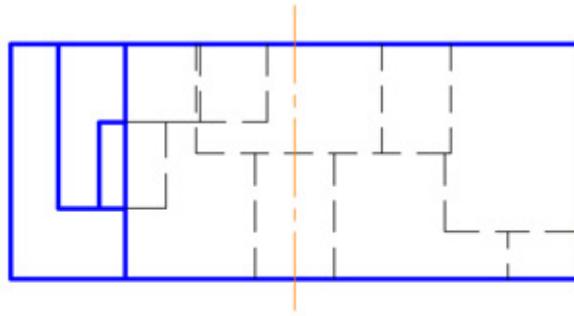
9



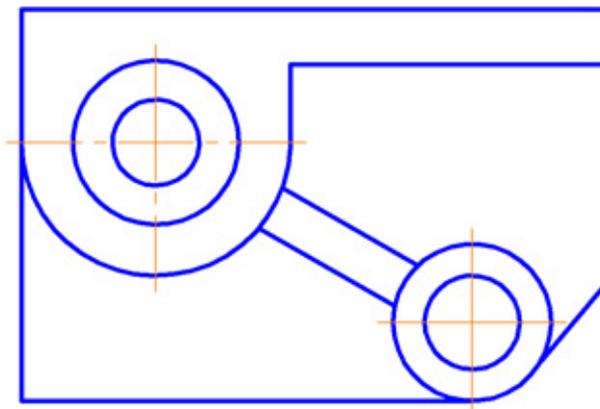
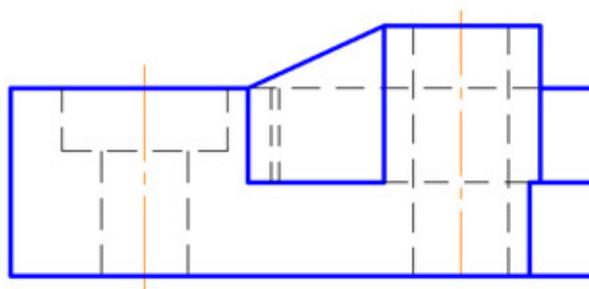
10



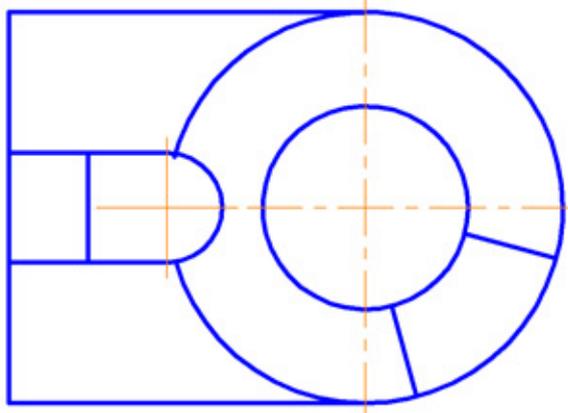
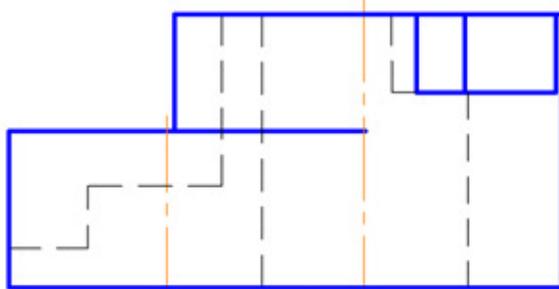
11



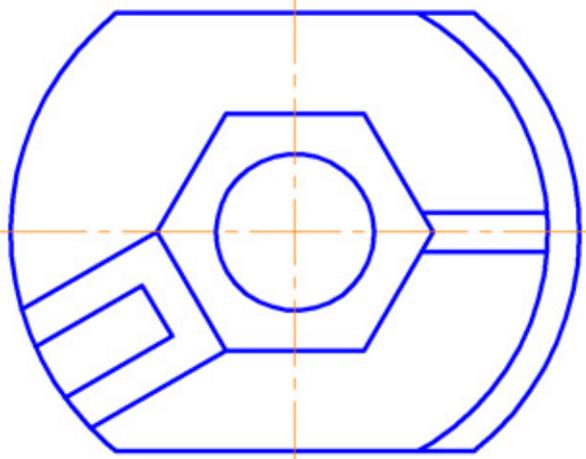
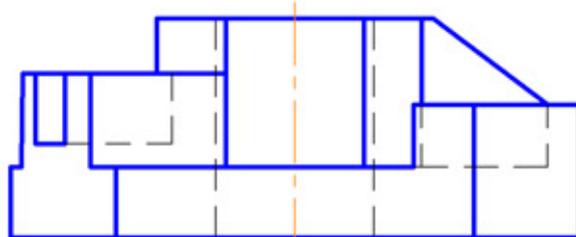
12



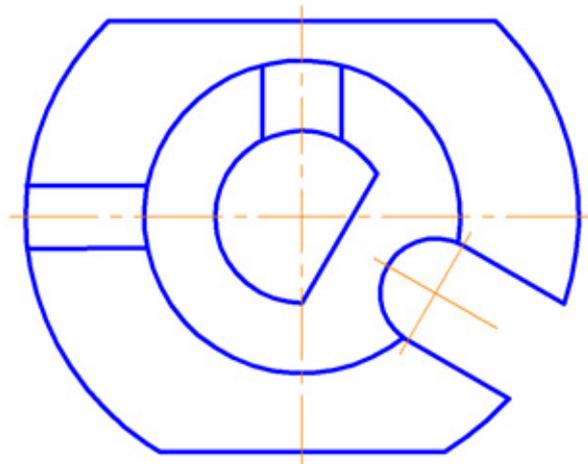
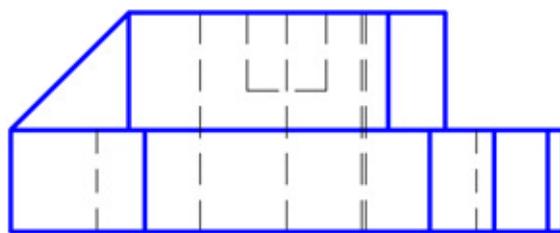
13



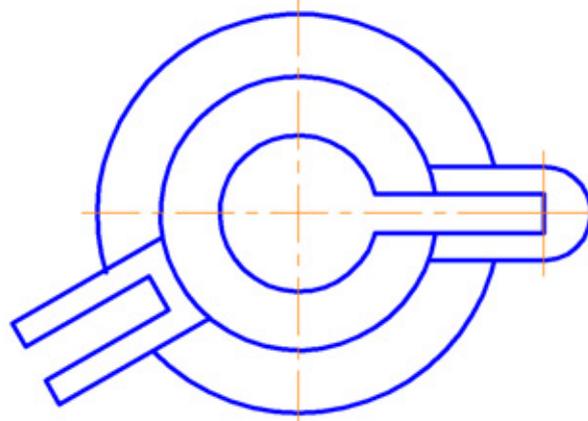
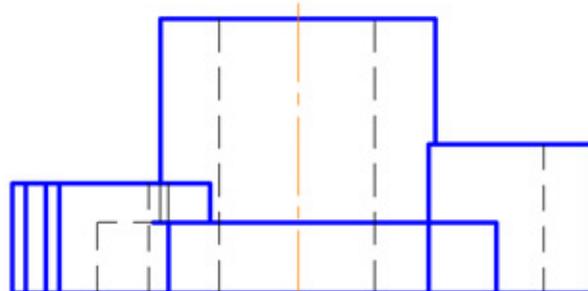
14



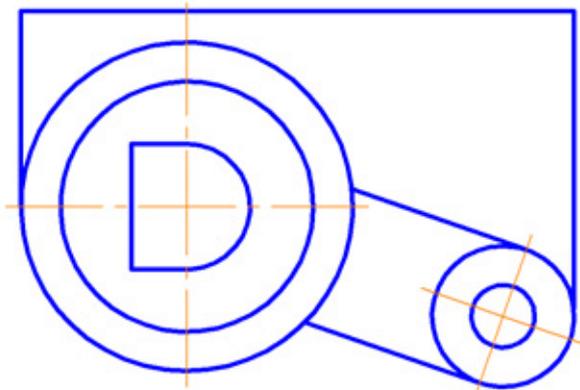
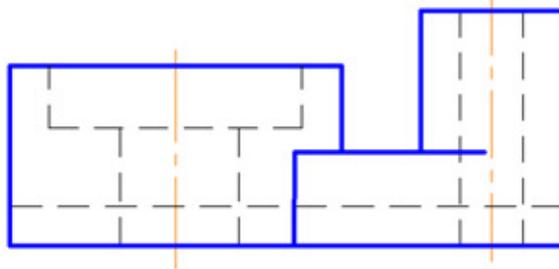
15



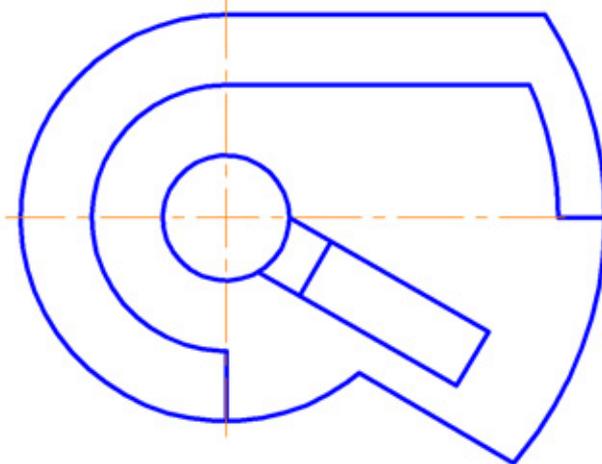
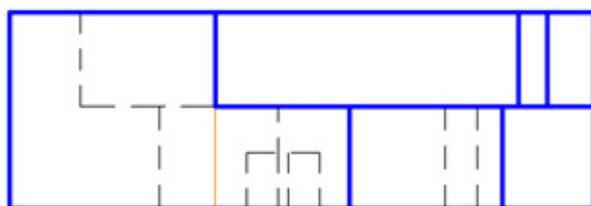
16



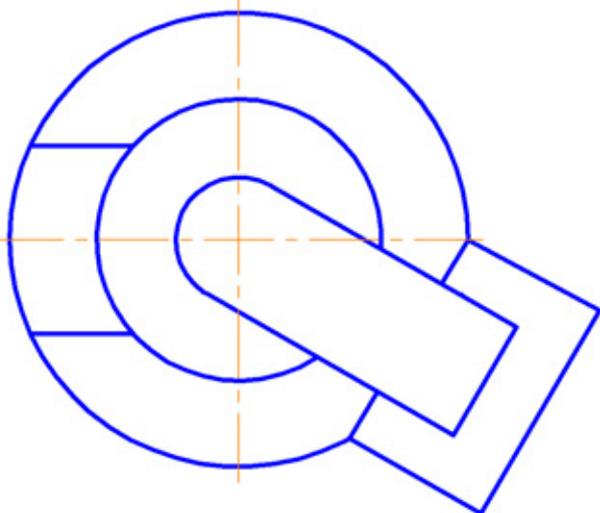
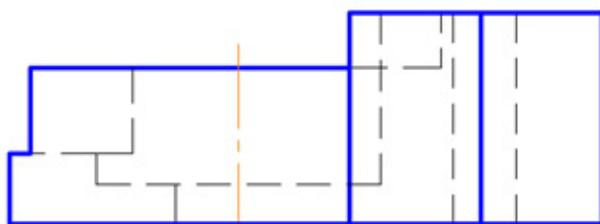
17



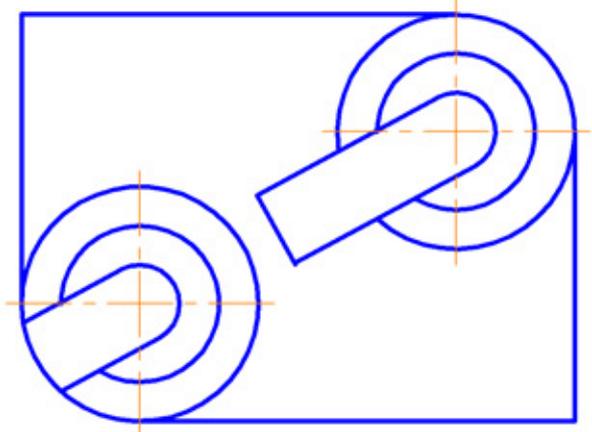
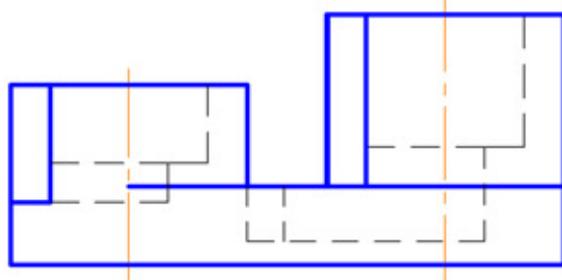
18



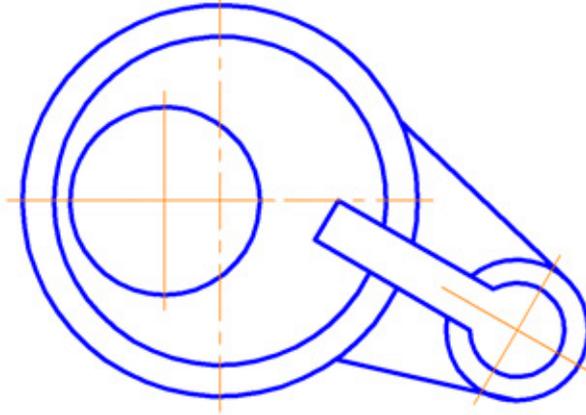
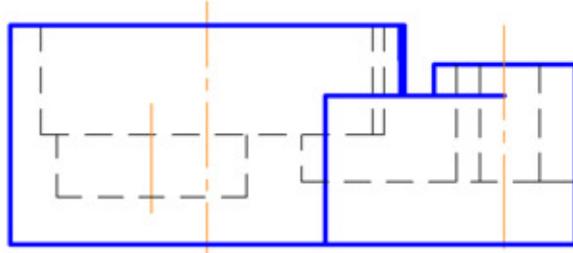
19



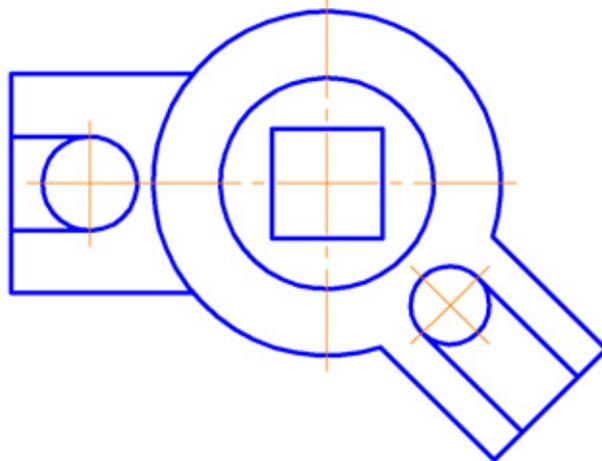
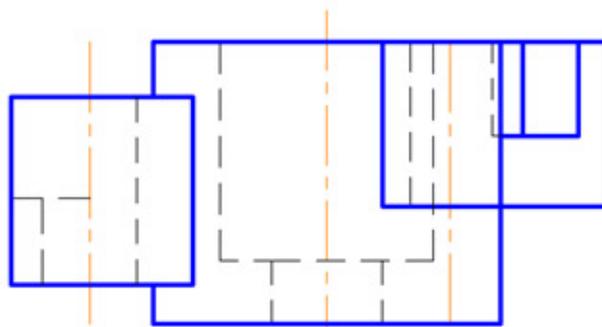
20



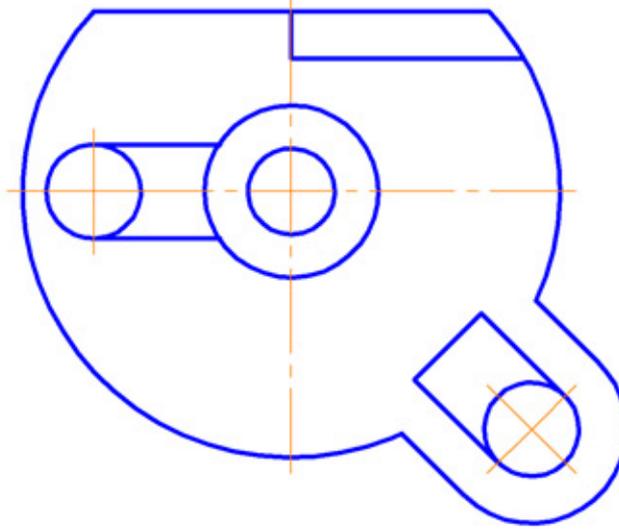
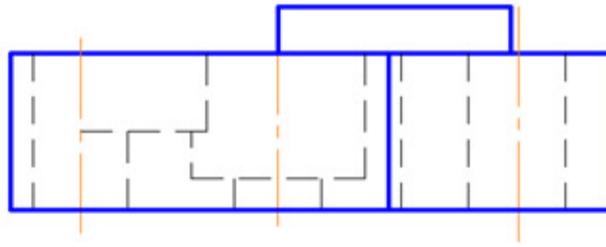
21



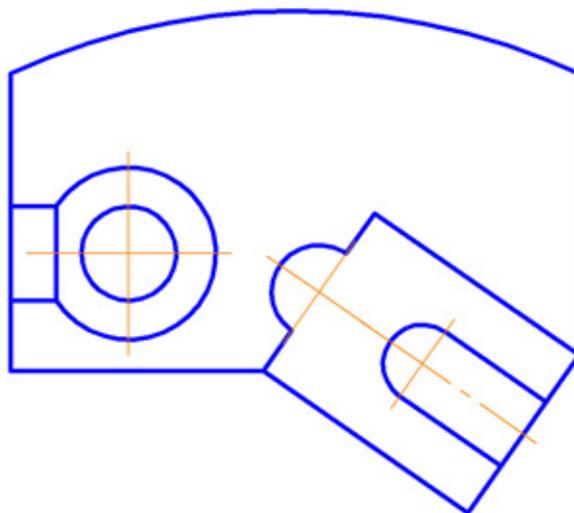
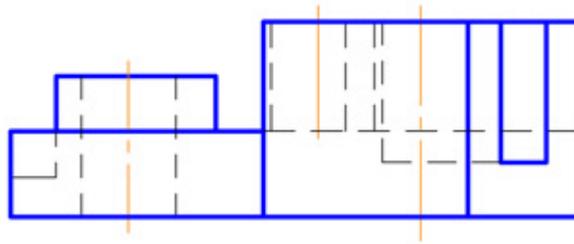
22



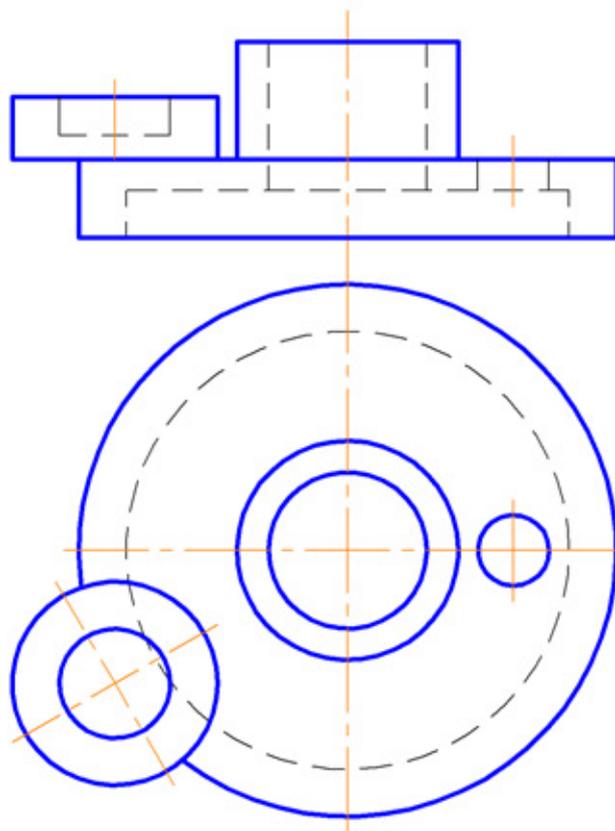
23



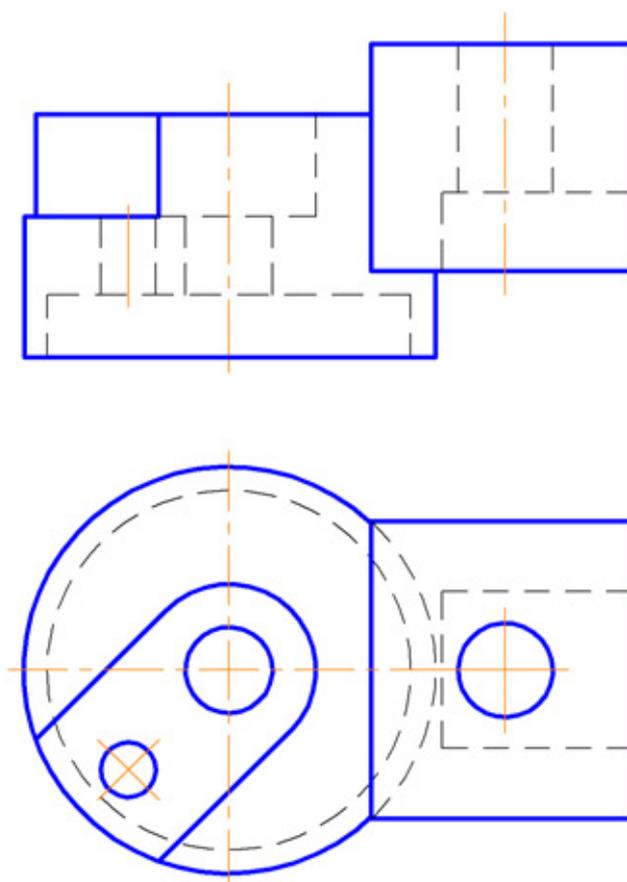
24



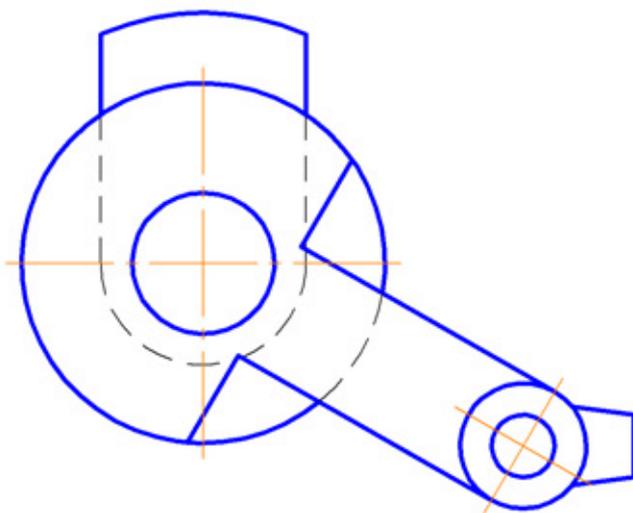
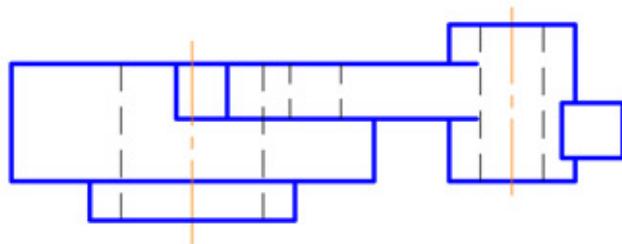
25



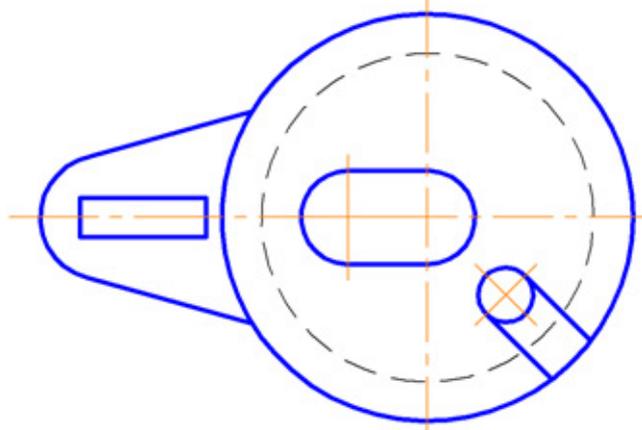
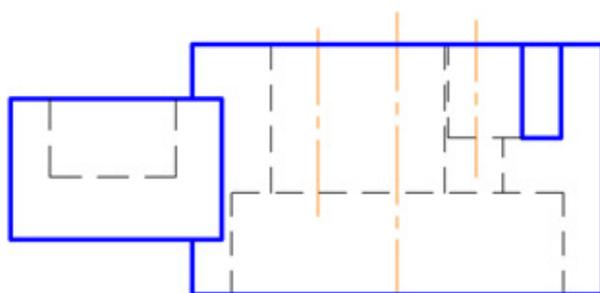
26



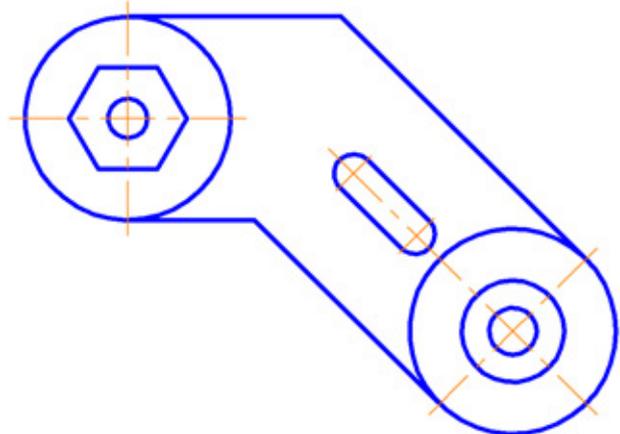
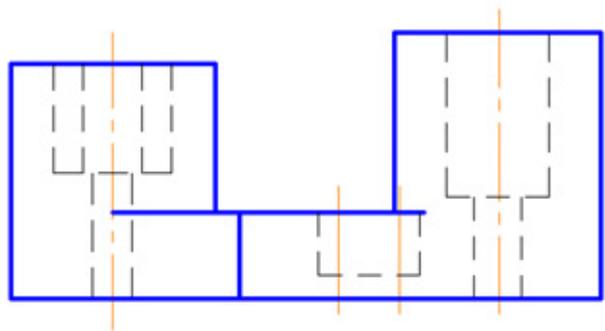
27



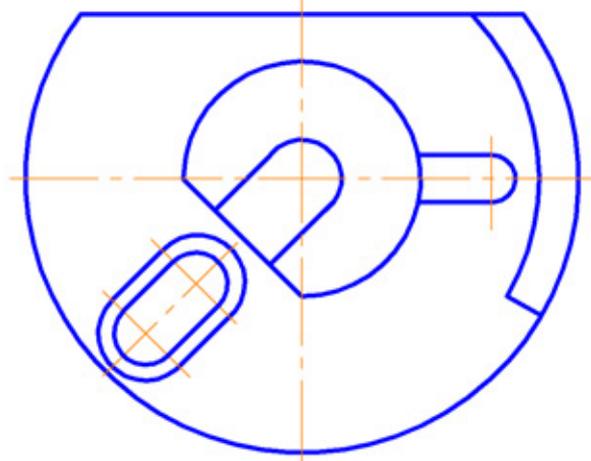
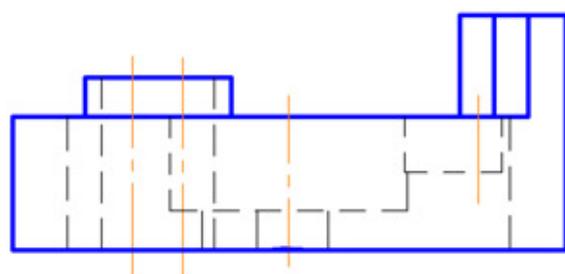
28



29



30



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.301-68*ЕСКД. Форматы. В ред. Изменение №1, от 01.01.1981г., Изменение №2, от 01.01.1990г., Изменение №3, от 01.06.2006г.
2. ГОСТ 2.104-2006* ЕСКД. Основная надпись.
3. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные. В ред. Изменение №1, от 01.03.1989г., Изменение №2, от 01.09.2006г.
4. ГОСТ 2.303-68* ЕСКД. Линии. В ред. Изменение №1, от 01.01.1982г., Изменение №2, от 01.01.1990г., Изменение №3, от 01.09.2006г.
5. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы. В ред. Изменение №1, от 01.01.1981г., Изменение №2, от 01.07.2001г., Изменение №3, от 01.09.2006г.
6. ГОСТ 2.307-2011 ЕСКД Нанесение размеров и предельных отклонений.
7. ГОСТ 2.305–2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.
- 8.ГОСТ 2.306–68* ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. В ред. Изменение №1, от 01.01.1981г., Изменение №2, от 01.01. 1988г., Изменение №3, от 01.01.1990г., Изменение №4, от 01.09.2006г.
9. Инженерная графика: учебное пособие / Е.Ю. Куваева [и др.]; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2014. – 96 с.
10. 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. – (Сер. Бакалавриат). 978-5-7695-7984-4

Учебное издание

Сахаров Сергей Евгеньевич,

Куваева Елена Юрьевна,

Колобов Михаил Юрьевич

**ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Учебное пособие

Редактор В.Л. Родичева

Подписано в печать 26.06.2017. Формат 60x84 1/8. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 8,51. Тираж 80 экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
кафедры экономики и финансов ФГБОУ ВО «ИГХТУ»
153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, 7