

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ ПРАКТИКУМ

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования
по техническим специальностям*

Минск 2015

УДК 514.18(075.8)
ББК 22.151.3я73
ПЗ8

А в т о р ы :

Н. И. Жарков, Ю. Н. Мануков, В. И. Гиль, Ю. Ф. Капыш, В. С. Исаченков

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра инженерной графики БГУИР
(кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
В. А. Столер);
кандидат технических наук, доцент кафедры
инженерной графики машиностроительного профиля БНТУ
П. В. Зеленый

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Проекционное черчение. Практикум : учеб. пособие для студентов технических специальностей / Н. И. Жарков [и др.]. – Минск : БГТУ, 2015. – 122 с.
ISBN 978-985-434-530-383-2.

Учебное пособие содержит сжатое изложение раздела «Проекционное черчение» дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика». Проекционное черчение является основным разделом курса, в котором изучаются правила и практические приемы построения изображений в ортогональных и аксонометрических проекциях, установленные стандартами. Приведены условия индивидуальных графических заданий для каждой изучаемой темы, соответствующие программе дисциплины для различных специальностей, вопросы для самоконтроля и примеры выполнения чертежей.

УДК 514.18(075.8)
ББК 22.151.3я73

ISBN 978-985-434-530-383-2

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2015
© Жарков Н. И., Мануков Ю. Н.,
Гиль В. И., Капыш Ю. Ф.,
Исаченков В. С., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Инженерная графика – одна из дисциплин, составляющих основу подготовки инженеров. Это фактически первая дисциплина инженерного цикла.

Курс инженерной графики состоит из ряда разделов, каждый из которых ставит перед собой определенные цели и задачи. Каждый последующий раздел базируется на предыдущем, расширяет знания студентов и подводит их к усвоению наиболее сложных тем – выполнению и чтению чертежей.

Проекционное черчение является основным разделом курса технического черчения, в котором изучаются правила, условности, упрощения и практические приемы построения изображений в ортогональных и аксонометрических проекциях, установленные стандартами Единой системы конструкторской документации.

Упражнения по проекционному черчению закрепляют навыки определения геометрических форм деталей по их изображениям и выполнения изображений предметов согласно стандартам ЕСКД, развивая способность к пространственному представлению.

В учебном пособии кратко изложены материалы, необходимые для выполнения и оформления чертежей, – методические указания по выполнению графических работ, информация о форматах (ГОСТ 2.301–68), масштабах (ГОСТ 2.302–68), линиях (ГОСТ 2.303–68) и шрифтах (ГОСТ 2.304–81).

В пособии изложены материалы по выполнению изображений согласно ГОСТ 2.305–2008, аксонометрических проекций (ГОСТ 2.317–2011), нанесению размеров (ГОСТ 2.307–2011), приведены краткие сведения по некоторым геометрическим построениям.

Теоретический материал сочетается с практическими примерами.

Весь учебный материал разделен на семь задач, которые должны изучаться и выполняться на практических занятиях и при самостоятельной работе студентов. Задания для каждой задачи содержат:

- формулировку задачи;
- краткие рекомендации по выполнению данного задания;
- пример выполнения графической работы;
- варианты индивидуальных графических заданий;
- контрольные вопросы для самоподготовки.

Каждая графическая задача содержит 30 вариантов.

Содержание графических заданий соответствует программе по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика» для различных специальностей.

Выполнение приведенных графических заданий позволит повысить знания и навыки для выполнения чертежей геометрических тел, составляющих основу формы технических деталей, а также усвоить последовательность выполнения изображений (видов, разрезов, сечений).

1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1. Форматы

Форматы листов чертежей определяют размеры внешней рамки, выполняемой тонкой линией. Внутренняя рамка формата листа проводится толстой линией на расстояниях, указанных на рис. 1.

ГОСТ 2.301–68 устанавливает следующие основные форматы чертежей и их обозначения.

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

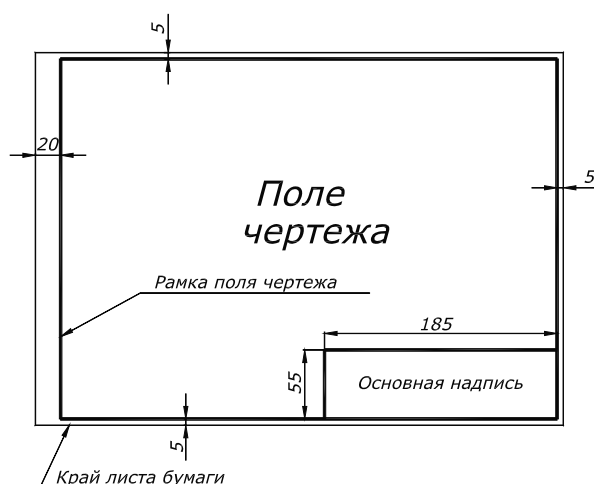


Рис. 1. Расположение рамок и основной надписи на чертеже

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами 148×210 мм.

Наибольший основной формат A0, площадь которого равна 1 м², определяет размеры других основных форматов: каждый последующий формат получается путем деления предыдущего формата на две равные части параллельно меньшей стороне.

Допускается применение дополнительных форматов, образованных увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам (таблица производных форматов помещена в ГОСТ 2.301–68).

На каждом листе выполняется рамка, ограничивающая рабочее поле чертежа. Линии этой рамки проводят сплошной толстой линией от верхней, правой и нижней сторон внешней рамки на 5 мм и на 20 мм от левой (рис. 1).

1.2. Основная надпись

Основную надпись чертежа располагают в правом нижнем углу формата вдоль длинной или короткой стороны. На листах формата A4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа.

Основная надпись выполняется сплошными основными и сплошными тонкими линиями.

Форма, размеры и порядок заполнения основной надписи на учебных чертежах приведены на рис. 2 (ГОСТ 2.104–2006, форма 1).

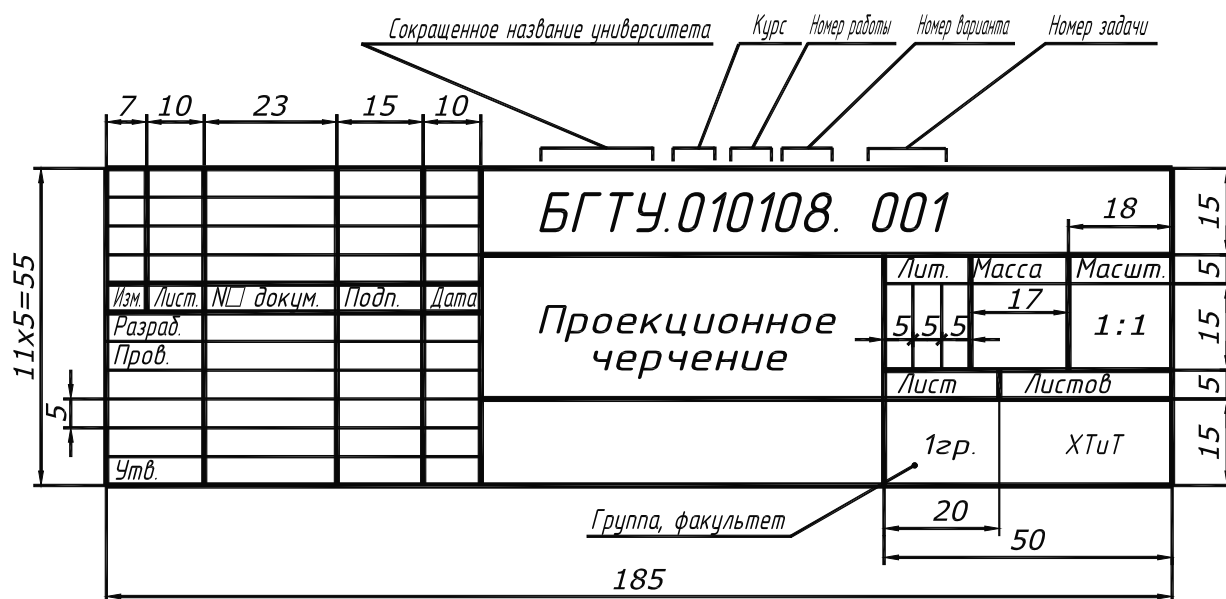


Рис. 2. Размеры основной надписи и порядок заполнения

1.3. Масштабы

Масштаб – это отношение линейных размеров изображения на чертеже к его действительным размерам.

ГОСТ 2.302–68 устанавливает масштабы изображений на чертежах, которые должны выбираться из следующего ряда.

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; ... 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; ... 100:1

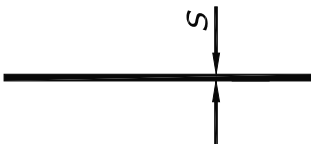


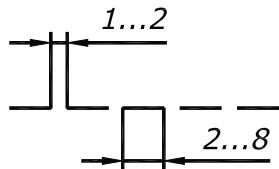
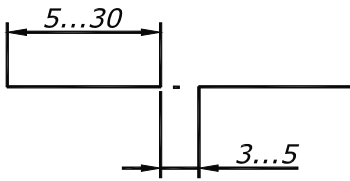
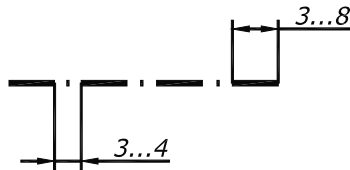

Масштаб, который указывается в основной надписи чертежа, обозначают по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т. д. Масштаб отдельного изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, помещают в скобках за надписью, относящейся к изображению, например: А(2:1); А–А(5:1).


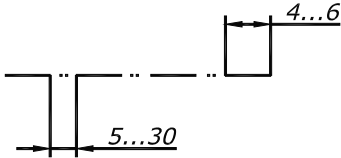
1.4. Линии

ГОСТ 2.303–68 устанавливает начертание, толщину и основное назначение линий, используемых при выполнении чертежей.

Толщина сплошной основной линии s должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Наименование линий, начертание, толщина по отношению к толщине основной линии и основные назначения приведены в табл. 1.

**Типы линий, применяемых на чертеже,
их размеры и основное назначение**

Наименование и начертание линий	Толщина по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
<p>Сплошная толстая основная</p> 	s	<p>Линии видимого контура Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза) Линии перехода видимые</p>
<p>Сплошная тонкая</p> 	От $s/3$ до $s/2$	<p>Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии контура наложенного сечения Линии-выноски и полки линий-выносок Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов Линии построения характерных точек Линии перехода воображаемые</p>
<p>Сплошная волнистая</p> 	От $s/3$ до $s/2$	<p>Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза</p>
<p>Штриховая</p> 	От $s/3$ до $s/2$	<p>Линии невидимого контура Линии перехода невидимые</p>
<p>Штрихпунктирная тонкая</p> 	От $s/3$ до $s/2$	<p>Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений</p>
<p>Штрихпунктирная утолщенная</p> 	От $s/2$ до $\frac{2}{3}s$	<p>Линии изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»). Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию</p>
<p>Разомкнутая</p> 	От s до $1\frac{1}{2}s$	<p>Линии сечений</p>

Наименование и начертание линий	Толщина по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
Сплошная тонкая с изломами 	От $s/3$ до $s/2$	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками 	От $s/3$ до $s/2$	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи в одной и той же линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Штриховые и штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

1.5. Шрифты чертежные

Надписи, наносимые на чертежи и другие технические документы, должны выполняться стандартным шрифтом. Чертежные шрифты для всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.304–81.

Основным параметром шрифта является его размер h – высота прописных букв в миллиметрах, измеряемая перпендикулярно к основанию строки. Устанавливаются следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Высота строчных (малых) букв равна $2/3$ высоты прописных букв, что примерно соответствует последующему меньшему размеру шрифта. Например, для шрифта 5 мм высота строчных букв будет составлять 3,5 мм.

На чертежах, выполненных карандашом, размер шрифта должен быть не менее 3,5 мм. Можно использовать шрифты без наклона (тип А), или с наклоном около 75° к основанию строки (тип Б).

Перед нанесением надписей рекомендуется выполнить на чертеже разметку в виде сетки из тонких параллельных линий, проведенных на расстоянии h (высоты шрифта) друг от друга, и нескольких линий, задающих наклон шрифта. Расстояние между словами должно быть не менее ширины одной буквы шрифта данного размера.

Толщина линий шрифта должна составлять примерно $s/2$ (половину толщины основной линии).

Принятые размеры надписей должны быть одинаковыми для данного чертежа. Начертание букв русского алфавита и цифр (тип Б) должно соответствовать рис. 3.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
А Б В Г Д Е Ж З И К Л
М Н О П Р С Т У Ф Х Ц
Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я
а б в г д е ж з и к л
м н о п р с т у ф х ц
ч ш щ ъ ы ь э ю я

Рис. 3. Шрифт типа Б (ГОСТ 2.304–81)

Пример выполнения надписей с наклоном 75° дан на рис. 4.

Стандарт ГОСТ 1050–88
Проекционное
черчение

Рис. 4. Пример выполнения надписей на чертеже

2. ЧЕРТЕЖИ В СИСТЕМЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ

2.1. Метод прямоугольного проецирования

Чертеж содержит изображения, которые позволяют установить формы отдельных поверхностей предмета, а также взаимное расположение этих поверхностей. Для определения величины изделия и его частей на соответствующих изображениях наносят размеры.

Изображения предмета выполняют, применяя метод прямоугольного проецирования, предполагая, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают три взаимно-перпендикулярные плоскости 1, 2, 3, а также параллельные им плоскости 4, 5, 6 (рис. 5).

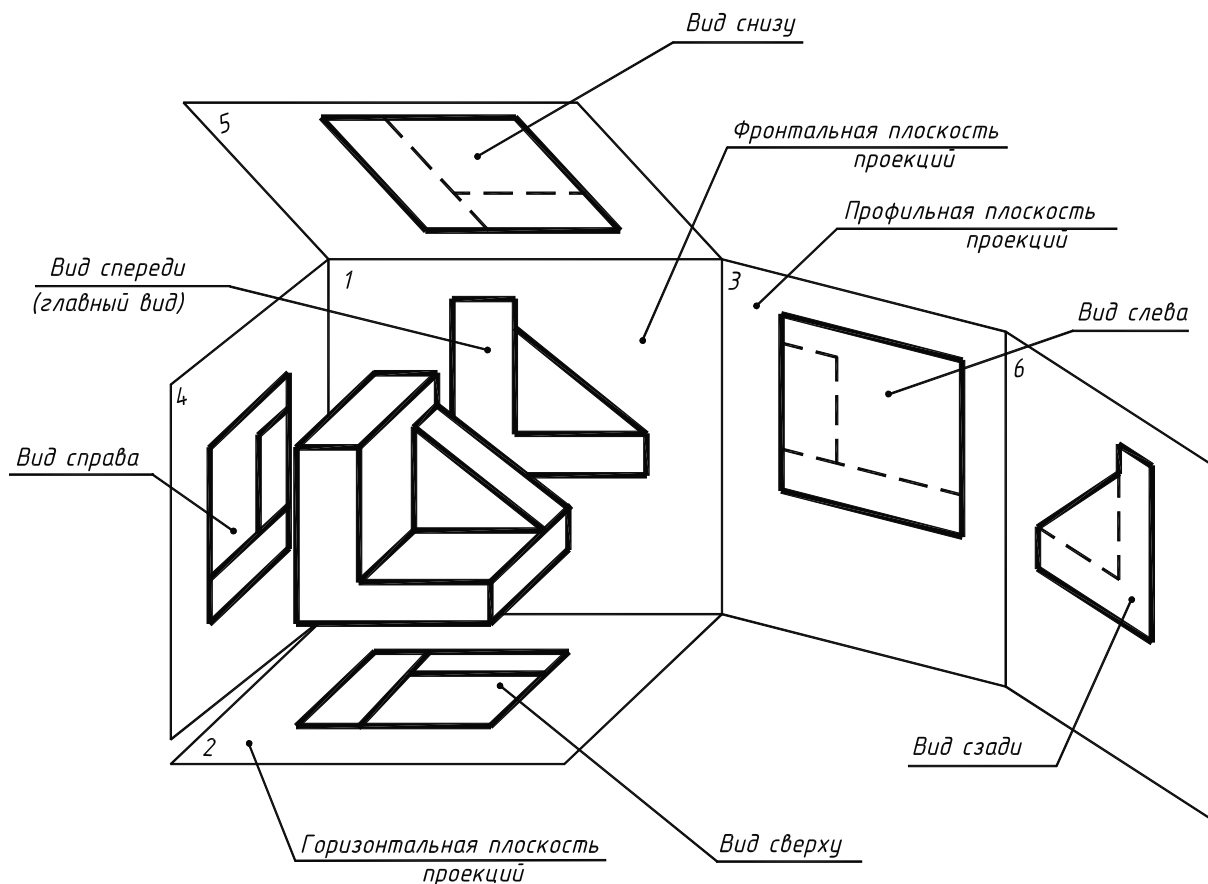


Рис. 5

Перечисленные плоскости образуют грани куба. Грани 1, 2 и 3 принимают соответственно за фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций. Грани куба с расположенными на них изображениями совмещают в одну плоскость (рис. 6). Грань 6 допускается располагать рядом с гранью 4.

По ГОСТ 2.305–2008 изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения. Изображение на фронтальной плоскости

проекций принимается на чертеже в качестве главного, относительно которого располагаются остальные основные виды. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Число изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть минимальным, но вместе с тем достаточным для получения полного представления об изображенном предмете.

2.2. Виды

Видом предмета называется ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать невидимые контуры предмета при помощи штриховых линий.

Виды разделяются на основные, дополнительные и местные.

2.2.1. Основные виды

Виды предмета, которые получены путем совмещения предмета и его изображения на одной из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещен предмет, с плоскостью чертежа, называются основными.

Основные виды имеют следующие наименования (рис. 6): 1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади.

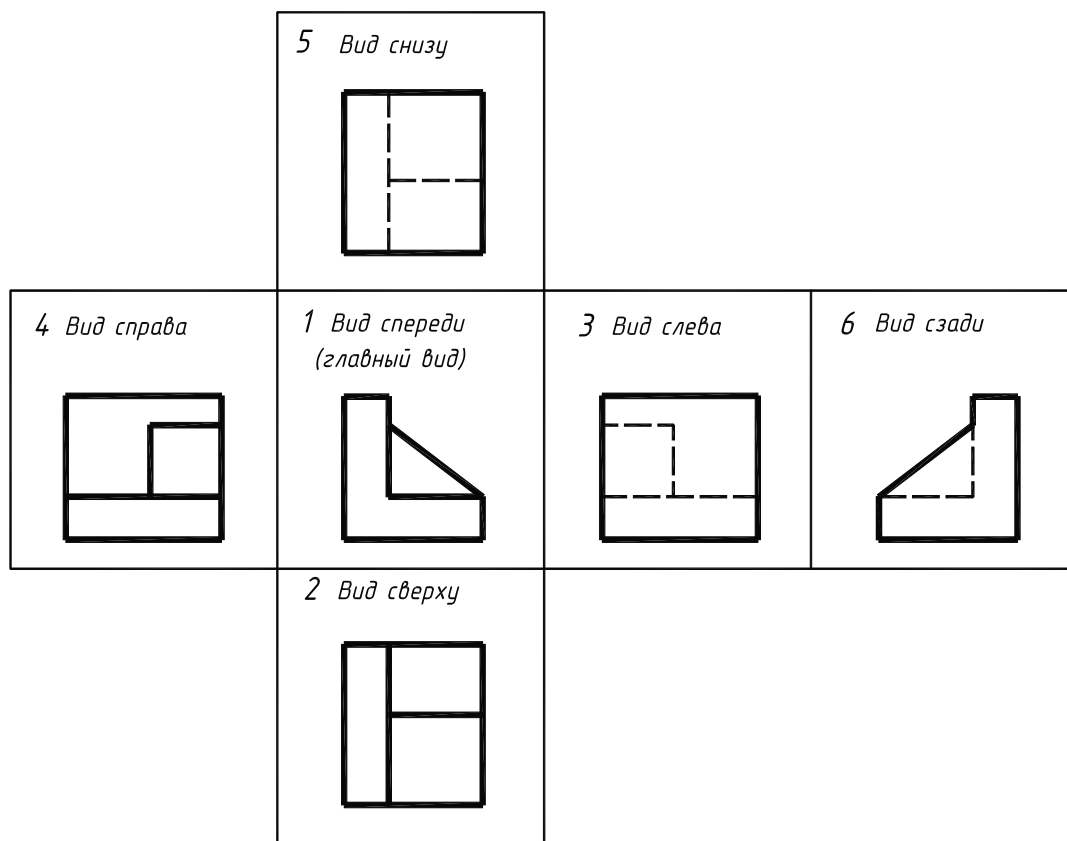


Рис. 6

Названия видов, находящихся в непосредственной проекционной связи с главным изображением, на чертежах не подписывают.

Если какой-либо основной вид (сверху, слева, справа, снизу, сзади) не находится в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций), то направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над выполненным видом следует нанести одну и ту же прописную букву (рис. 7).

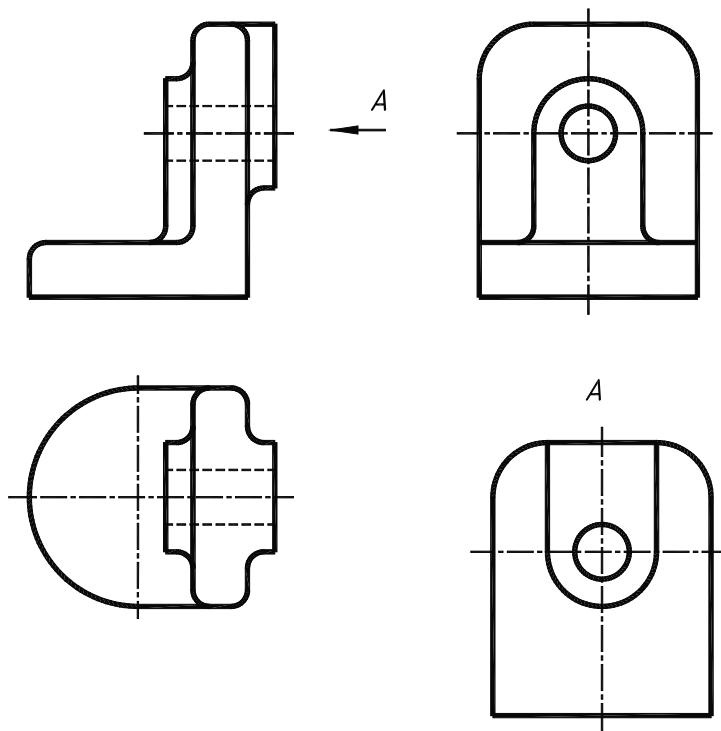


Рис. 7

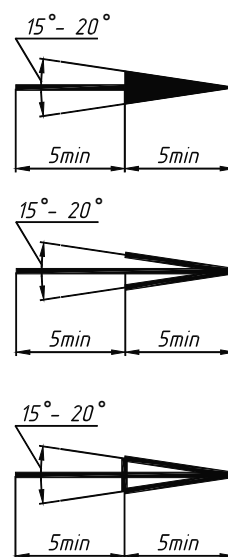


Рис. 8

Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать значениям, приведенным на рис. 8. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

Такое же обозначение видов применяется, если основные виды разделены другими изображениями или расположены не на одном листе.

Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида подписывают.

2.2.2. Дополнительные виды

Дополнительные виды получают изображением предмета на плоскостях, не параллельных ни одной из основных плоскостей проекций. Они применяются для неискаженного изображения поверхностей, если его нельзя получить на основном виде. Дополнительный вид обозначается на чертеже прописной буквой, а у связанного с дополнительным видом изображения (вида, разреза) предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (рис. 9, а).

Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (рис. 9, б).

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении; при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением (рис. 9, в). Условное графическое изображение «повернуто» должно соответствовать рис. 10.

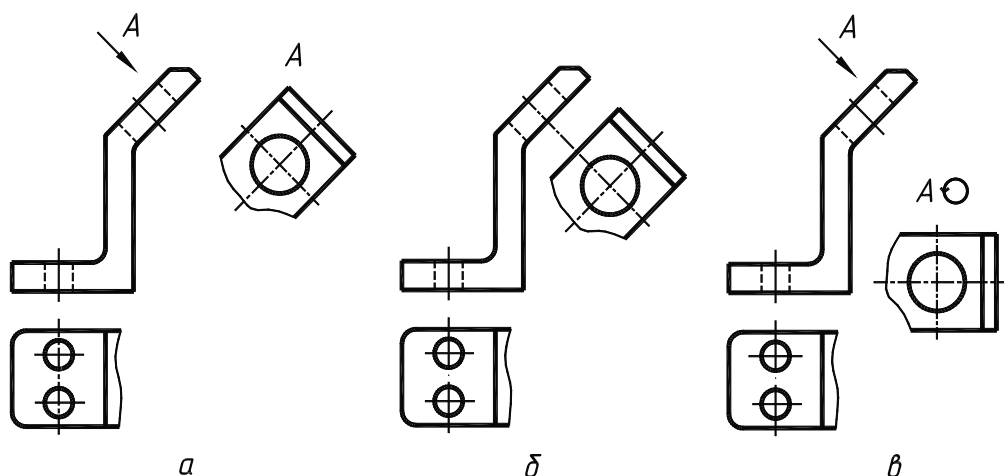


Рис. 9



Рис. 10

Несколько одинаковых дополнительных видов, относящихся к одному предмету, обозначают одной буквой и вычерчивают один вид. Если при этом связанные с дополнительным видом части предмета расположены под различными углами, то к обозначению вида условное графическое обозначение \odot не добавляют.

2.2.3. Местные виды

Местным видом называется изображение отдельного, ограниченного участка поверхности предмета.

Местный вид может быть ограничен линией обрыва или не ограничен. Местный вид отмечается на чертеже подобно дополнительному виду.

Если местный вид выполняется в проекционной связи с другими изображениями, то стрелку и надпись над местным видом не наносят.

Примеры выполнения местных видов приведены на рис. 11.

Если изображение имеет ось симметрии, то допускается показывать только его половину (вид *A*, рис. 11).

Применение местных видов позволяет уменьшить объем графической работы и экономить место на поле чертежа, при этом обеспечивая полное представление о форме предмета.

Вопросы для самоконтроля

1. Как называются шесть основных видов и как они располагаются на чертеже?
2. Что называется главным видом и как он выбирается?
3. В каком случае для основных видов даются обозначения?
4. Какой вид называется дополнительным и как он обозначается на чертеже?
5. Какой вид называется местным и как он обозначается на чертеже?

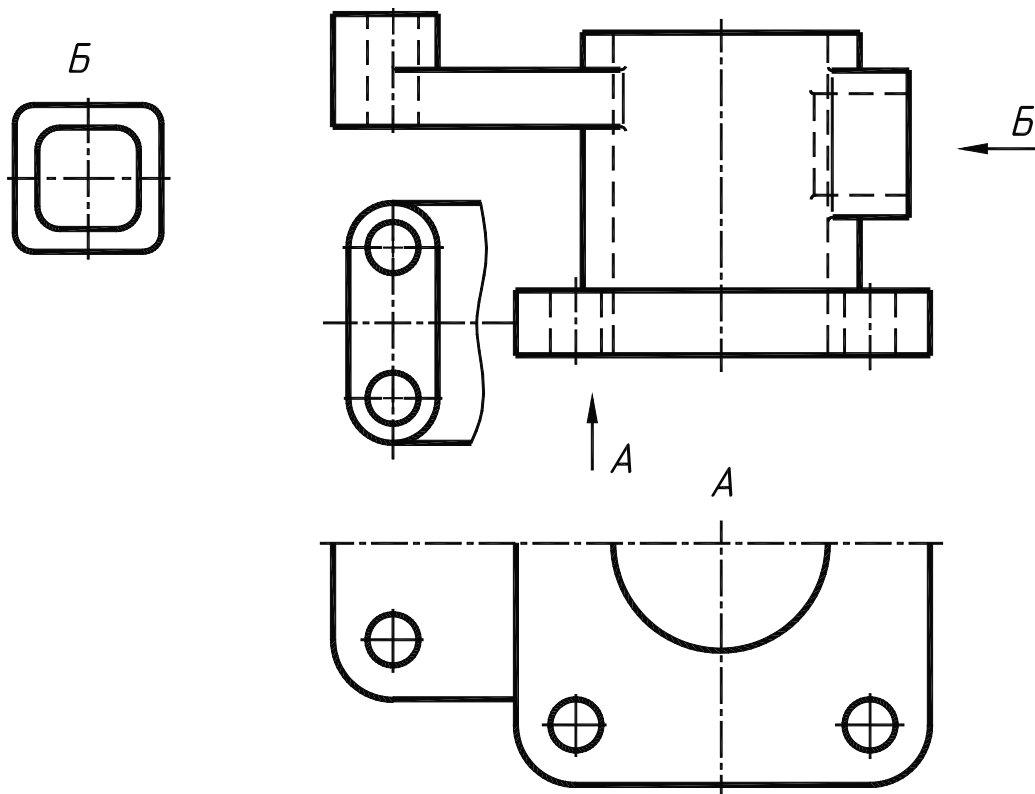


Рис. 11

2.3. Разрезы

При сложной внутренней конструкции детали большое количество штриховых линий затрудняет чтение чертежа и может привести к неправильному представлению о форме детали. Для избежания этого применяют разрезы.

Разрезом называется ортогональная проекция предмета, мысленно рассеченного полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых поверхностей. При этом часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляется, а на плоскости проекций показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

В результате выполнения разреза линии внутреннего контура, изображавшиеся на виде штриховыми линиями, становятся видимыми и изображаются сплошными основными линиями.

Мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений. На рис. 12 деталь рассечена плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций. Часть детали, расположенная перед секущей плоскостью, мысленно удалена, а оставшаяся часть изображена на месте вида спереди (главного вида). Все линии, расположенные в секущей плоскости и за ней, показываются на разрезе видимыми.

2.3.1. Простые разрезы

Простым разрезом называется разрез, получаемый при применении одной секущей плоскости (рис. 12).

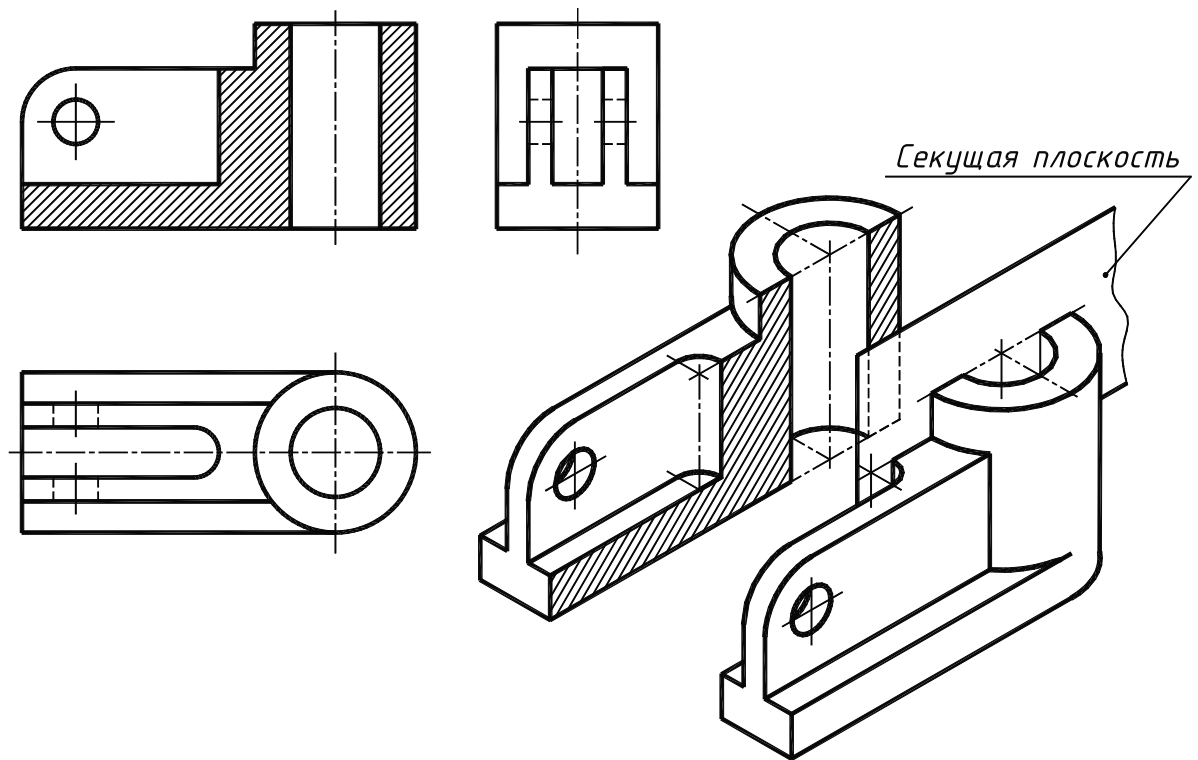


Рис. 12

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на:

- а) горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 13);
- б) вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис. 14);
- в) наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (рис. 15).

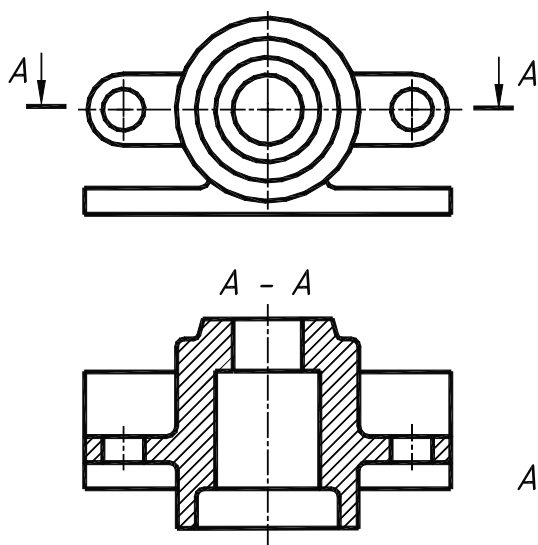


Рис. 13

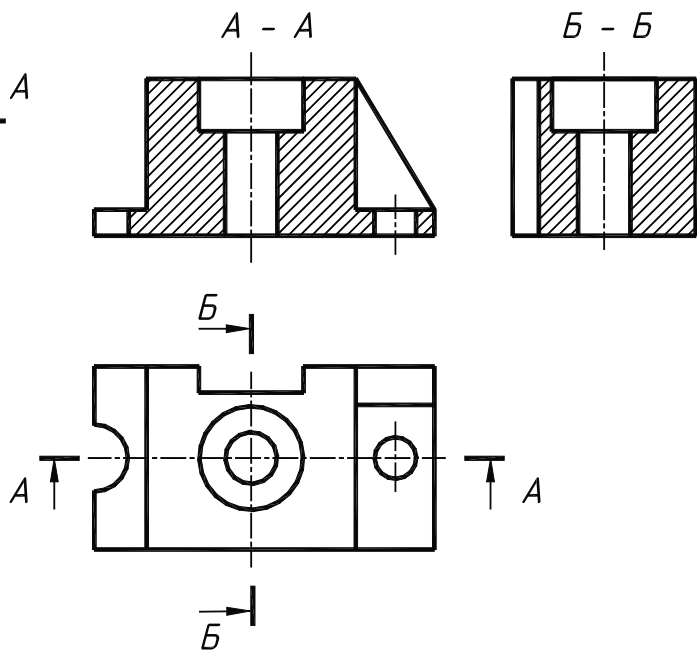


Рис. 14

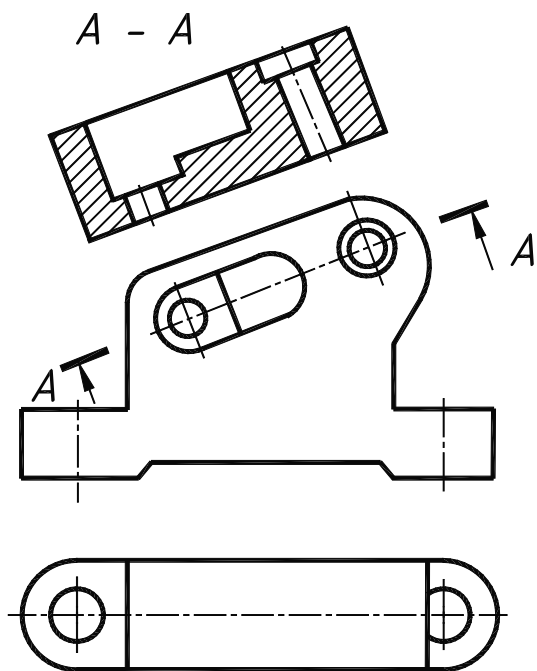


Рис. 15

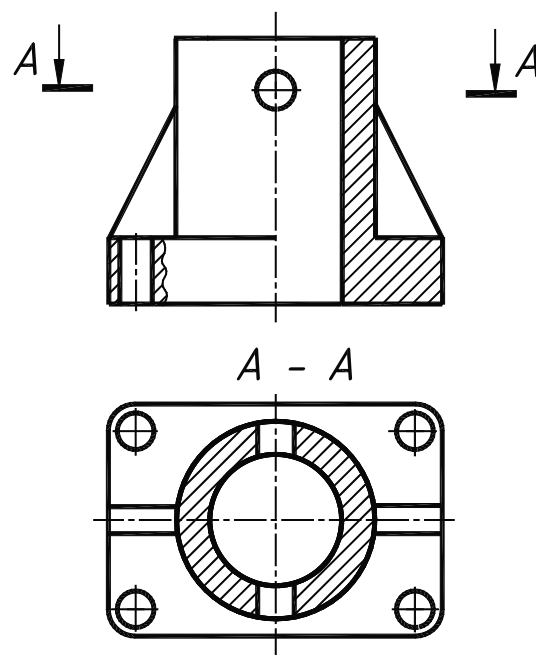


Рис. 16

Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 14, разрез $A-A$), и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 14, разрез $B-B$).

Разрезы называются продольными, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 16, фронтальный разрез), и поперечными, если секущие плоскости перпендикулярны длине или высоте предмета (рис. 16, горизонтальный разрез $A-A$).

Фронтальный разрез, как правило, размещают на месте вида спереди (главного вида) (рис. 14, разрез $A-A$); горизонтальный – на месте вида сверху (рис. 13); профильный – на месте вида слева (рис. 14, разрез $B-B$).

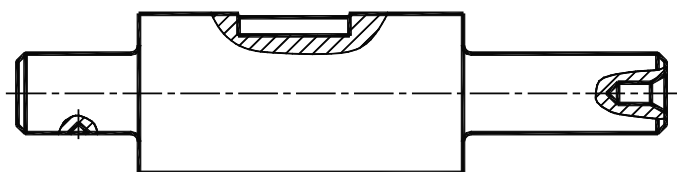


Рис. 17

Местный разрез служит для выявления внутренней формы предмета в отдельном ограниченном месте. Местный разрез ограничивается сплошной волнистой линией (рис. 17, 18).

Если местный разрез выполняется на части предмета, представляющие собой тела вращения и, следовательно, изображенные с осевой линией, то местный разрез с видом могут разделяться этой осевой линией (рис. 18, левая часть детали).

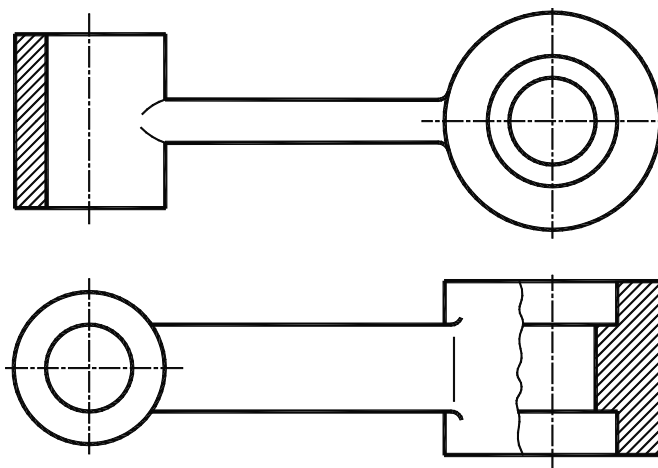


Рис. 18

2.3.2. Обозначение разрезов

Обозначение разрезов производится следующим образом:

а) положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией, начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения;

б) на начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки (рис. 19), указывающие направление взгляда, стрелка располагается ближе к наружному краю штриха;

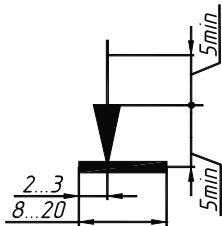


Рис. 19

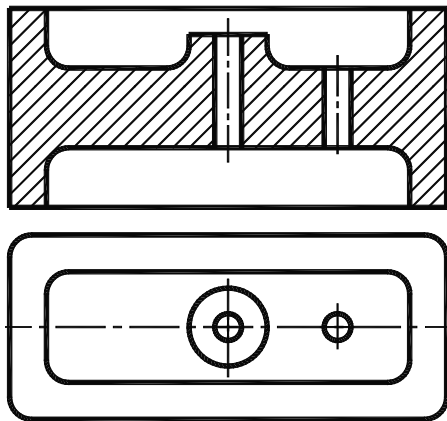


Рис. 20

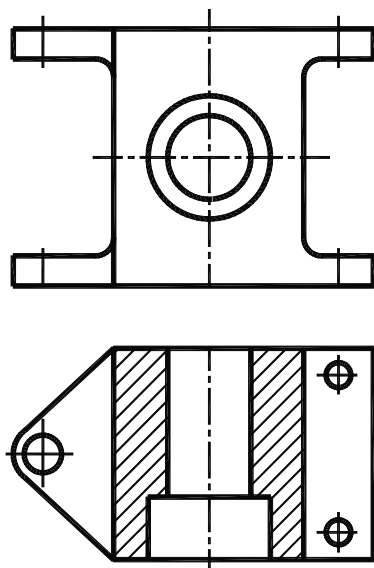


Рис. 21

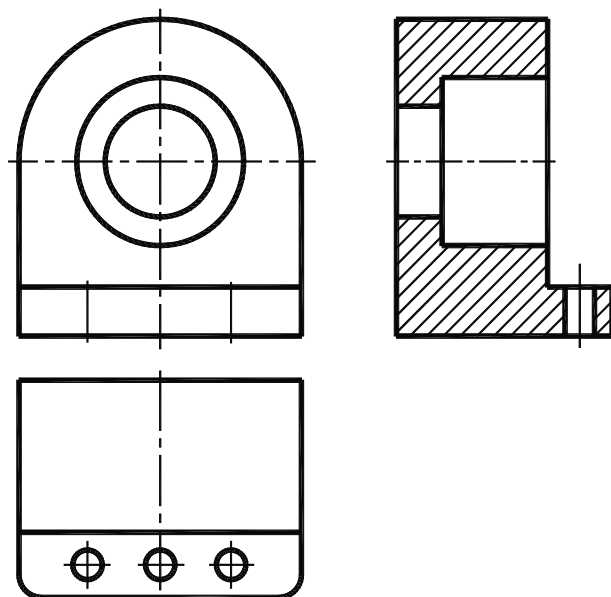


Рис. 22

в) у начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита;

г) разрез должен быть отмечен надписью по типу «А–А» (всегда двумя буквами через тире).

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков. Буквы русского алфавита И, О, Х, Ъ, Ы, Ь не применяют.

Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, примерно в 1,5...2 раза.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, то при выполнении горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости на чертеже не отмечается и разрез надписью не сопровождается (рис. 20, 21, 22).

Если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры, то можно соединять половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. Часть разреза располагают справа или снизу от оси симметрии, разделяющей часть вида и часть разреза (рис. 23).

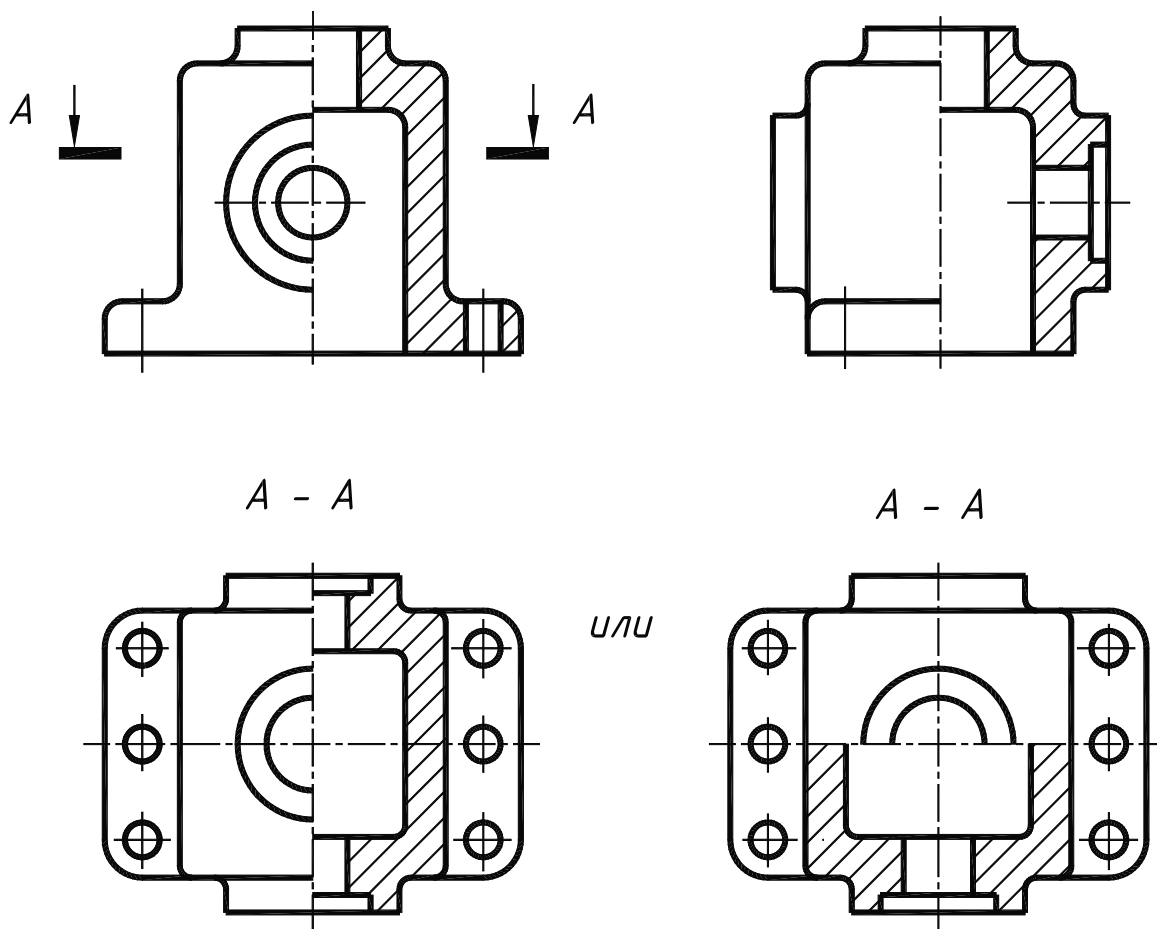


Рис. 23

При соединении на одном изображении вида и разреза, представляющих несимметричные фигуры, часть вида от части разреза отделяется сплошной волнистой линией (рис. 24). Линии невидимого контура на соединяемых частях вида и разреза обычно не показывают.

При соединении на одном изображении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии (например, ребра), вид от разреза отделяется сплошной волнистой линией, проводимой левее (рис. 25, а) или правее (рис. 25, б) оси симметрии.

Когда вертикальный разрез выполняется секущей плоскостью, не параллельной ни фронтальной, ни профильной плоскостям проекций, то в этом случае разрез располагается в соответствии с направлением взгляда, указанным стрелками на линии сечения (рис. 26, а).

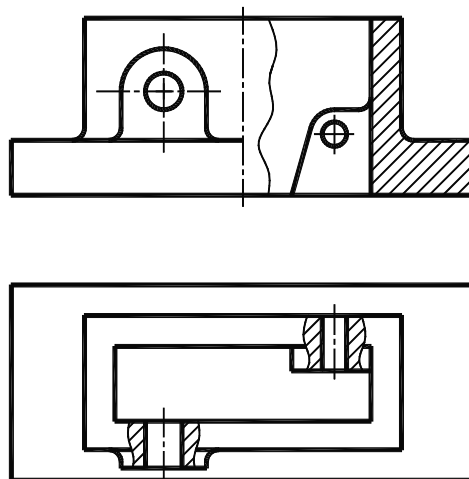


Рис. 24

Допускается также поворот разреза до положения, соответствующего принятому для предмета на главном изображении (рис. 26, б). В таком случае к надписи должно быть добавлено условное графическое обозначение \odot .

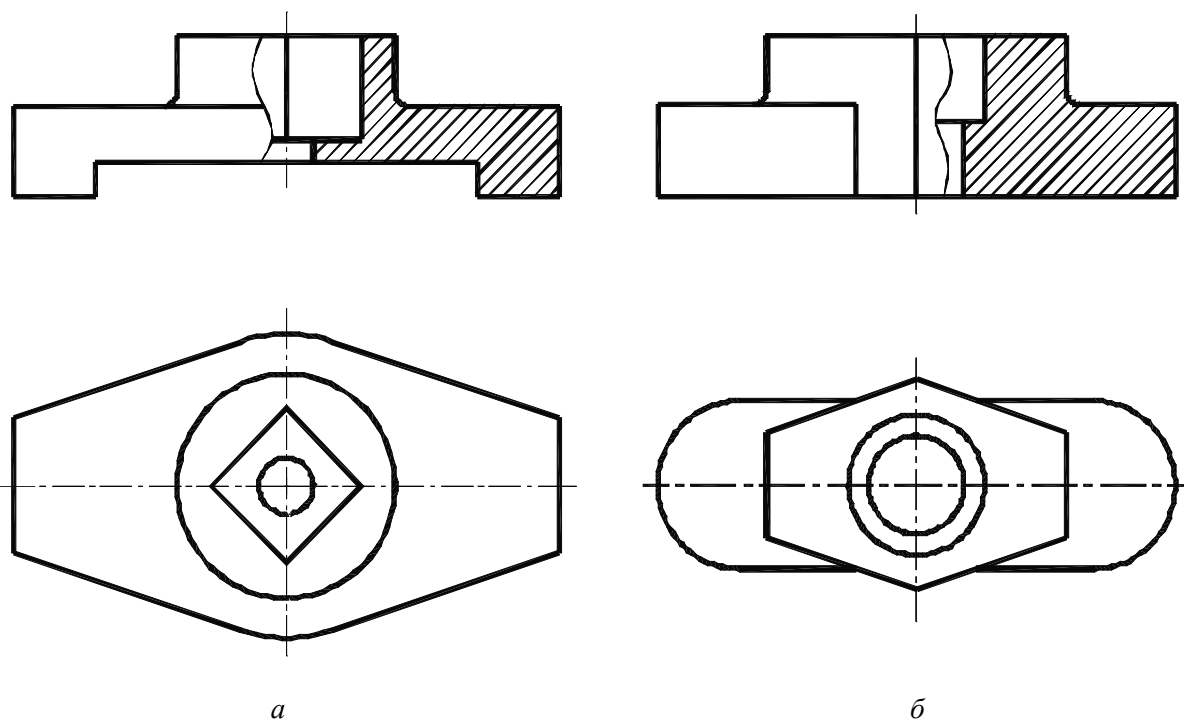


Рис. 25

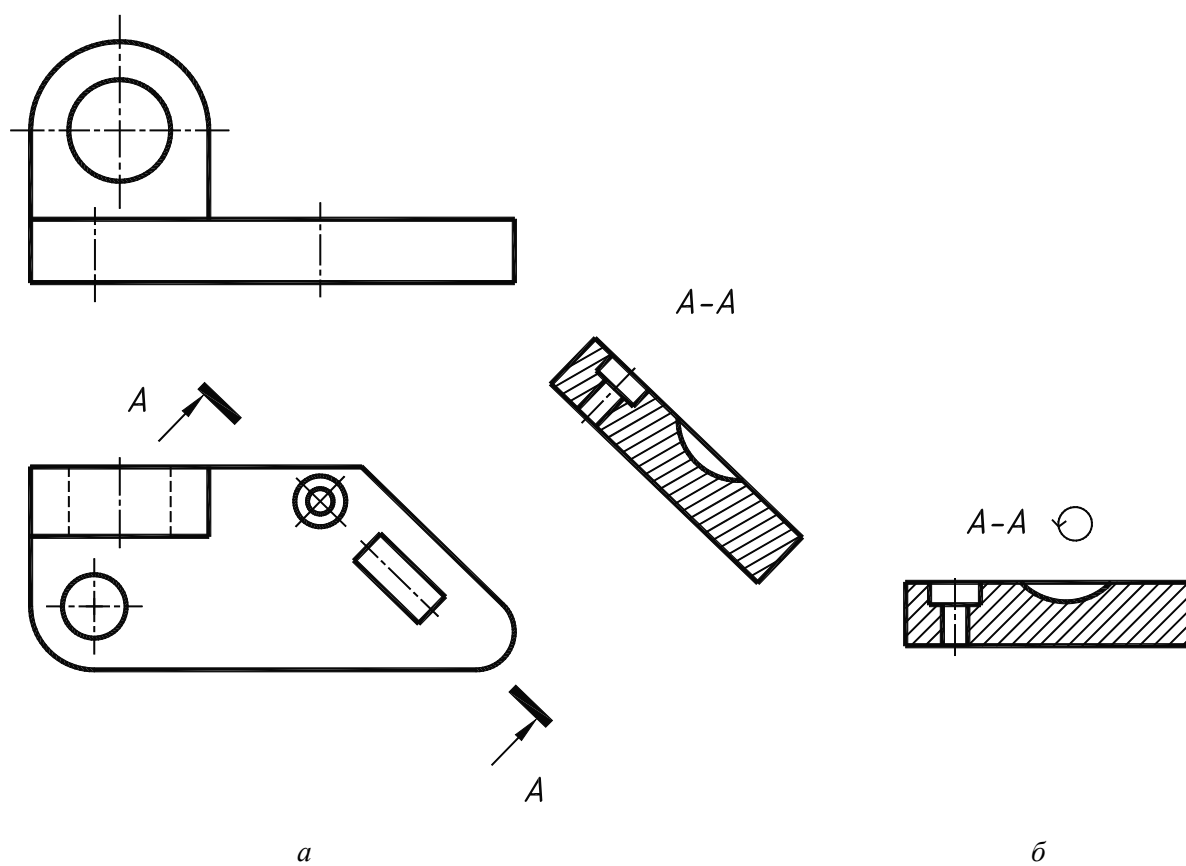


Рис. 26

Наклонные разрезы должны располагаться в соответствии с направлением взгляда, указанным стрелками на линии сечения (рис. 15). Допускается располагать наклонные разрезы на любом месте поля чертежа вне проекционной связи с видом, но с учетом направления взгляда (рис. 26).

При необходимости наклонные разрезы могут располагаться с поворотом, при этом добавляется условное графическое обозначение \odot (рис. 27).

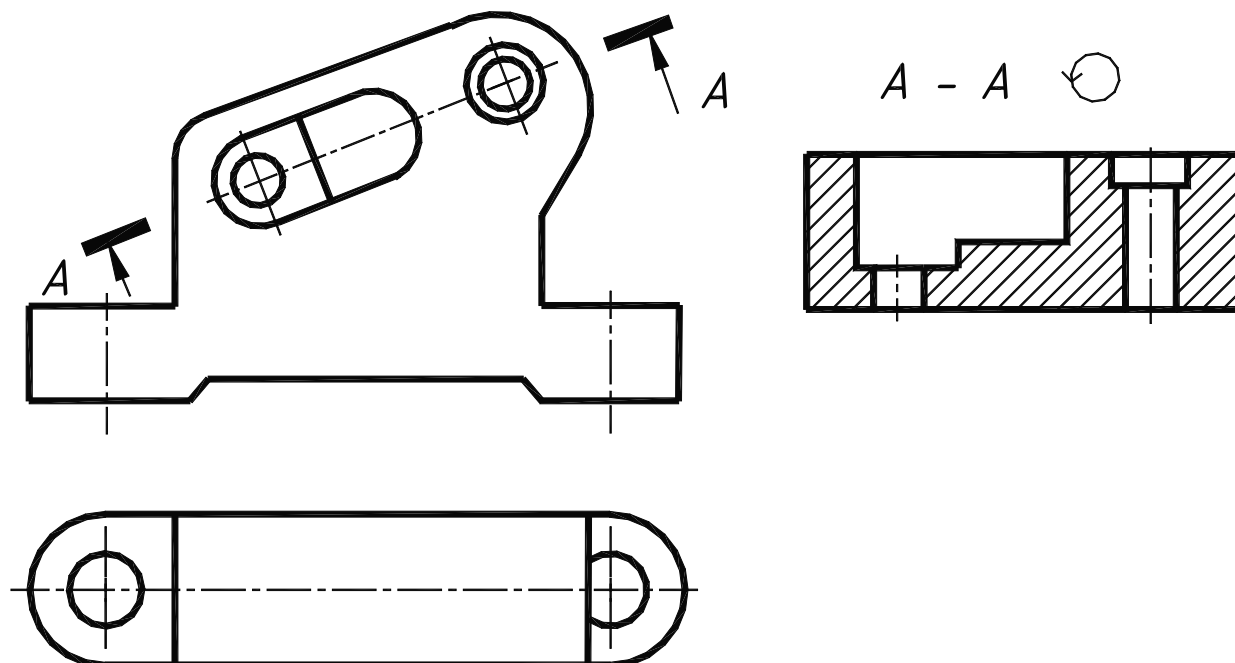


Рис. 27

Вопросы для самоконтроля

1. Для какой цели применяют разрезы?
2. Что называется разрезом?
3. Какой разрез называется горизонтальным, вертикальным, наклонным?
4. Где могут быть расположены горизонтальный, фронтальный и профильный разрезы?
5. Как обозначаются простые разрезы?
6. В каком случае простой разрез не обозначается?
7. В каком случае можно соединить половину вида с половиной разреза?

2.3.3. Сложные разрезы

Сложные разрезы получают при применении нескольких секущих плоскостей (две и более). Применение сложных разрезов позволяет уменьшить количество изображений. Ступенчатый разрез получается, если образующие его плоскости параллельны между собой. Ступенчатые разрезы могут быть горизонтальными, фронтальными, профильными и наклонными.

Пример сложного фронтального разреза приведен на рис. 29, а, сложного горизонтального разреза – на рис. 29, б, сложного профильного разреза – на рис. 29, в.

Положение секущих плоскостей и места их пересечения указывают штрихами разомкнутой линии. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда. У начального и конечного штрихов ставят

одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы допускается наносить и в местах пересечения плоскостей со стороны внешнего угла. Над разрезом наносится надпись, указывающая обозначение плоскостей.

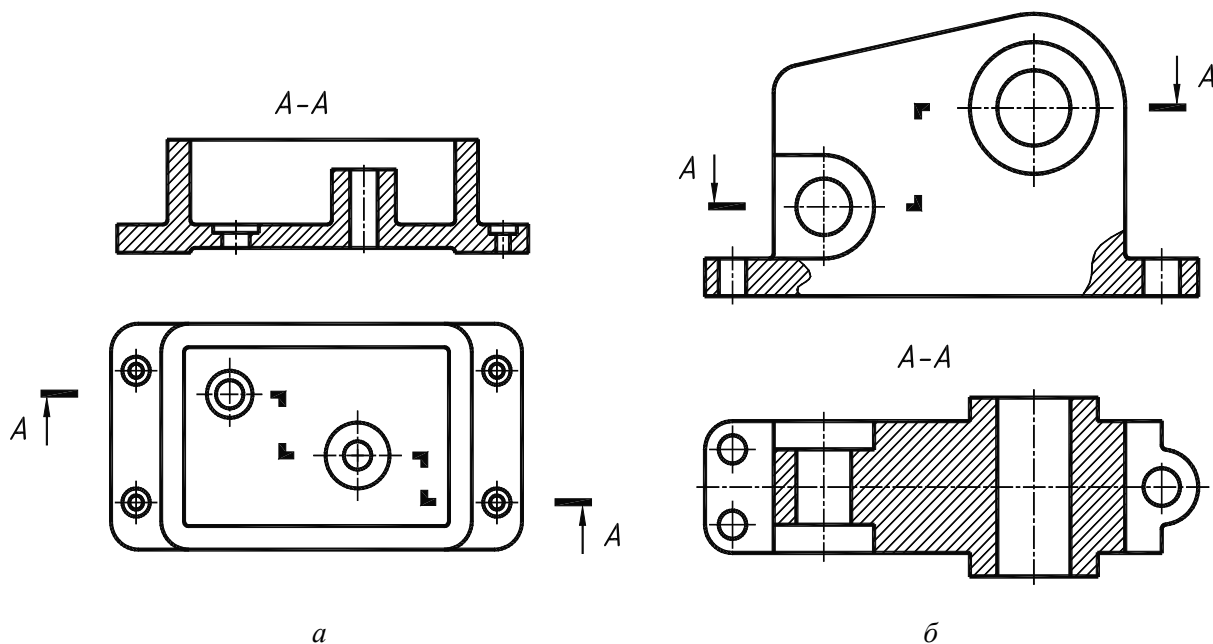


Рис. 29

При выполнении ступенчатого разреза секущие плоскости совмещают в одну, и ступенчатый разрез оформляется как простой. Линии, разделяющие сечения в местах перегибов, не указываются.

Ломаные разрезы получаются при сечении предмета пересекающимися плоскостями. При этом секущие плоскости условно поворачивают около линии их пересечения до совмещения в одну плоскость, параллельную какой-либо из основных плоскостей проекций.

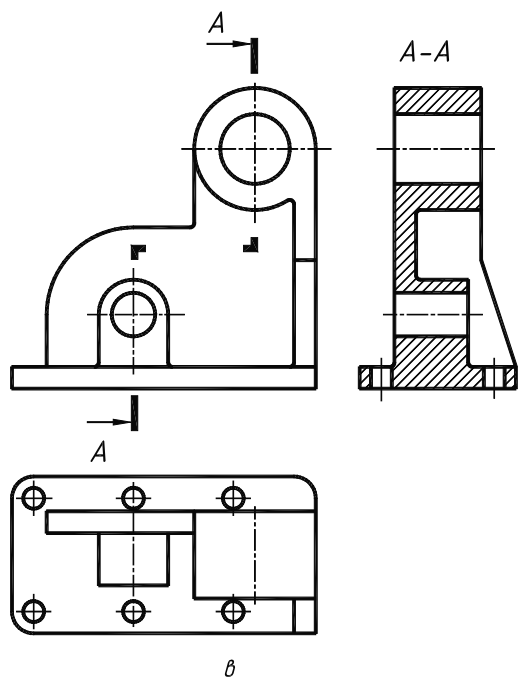


Рис. 29

На рис. 30 деталь мысленно рассечена двумя пересекающимися плоскостями, одна из которых является фронтальной. Секущая плоскость, расположенная слева, мысленно поворачивается вокруг линии пересечения плоскостей до совмещения с фронтальной секущей плоскостью.

Вместе с секущей плоскостью поворачивается расположенное в ней сечение детали. Изображение рассеченной детали после выполнения указанного поворота дано на виде спереди.

На рис. 30 для наглядности нанесены линии связи и положение части детали после поворота. Эти построения на чертеже не выполняются.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вы-

черчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение (рис. 31). Выступ (рис. 31), находящийся за поворачиваемой секущей плоскостью, в повороте не участвует, его изображение выполняется на чертеже в проекционной связи.

Исключением из этого правила могут быть случаи, когда элементы предмета расположены симметрично относительно поворачиваемой секущей плоскости. Поворот таких элементов предмета выполняется вместе с секущей плоскостью. К примеру, на рис. 32 ушко поворачивается вместе с секущей плоскостью.

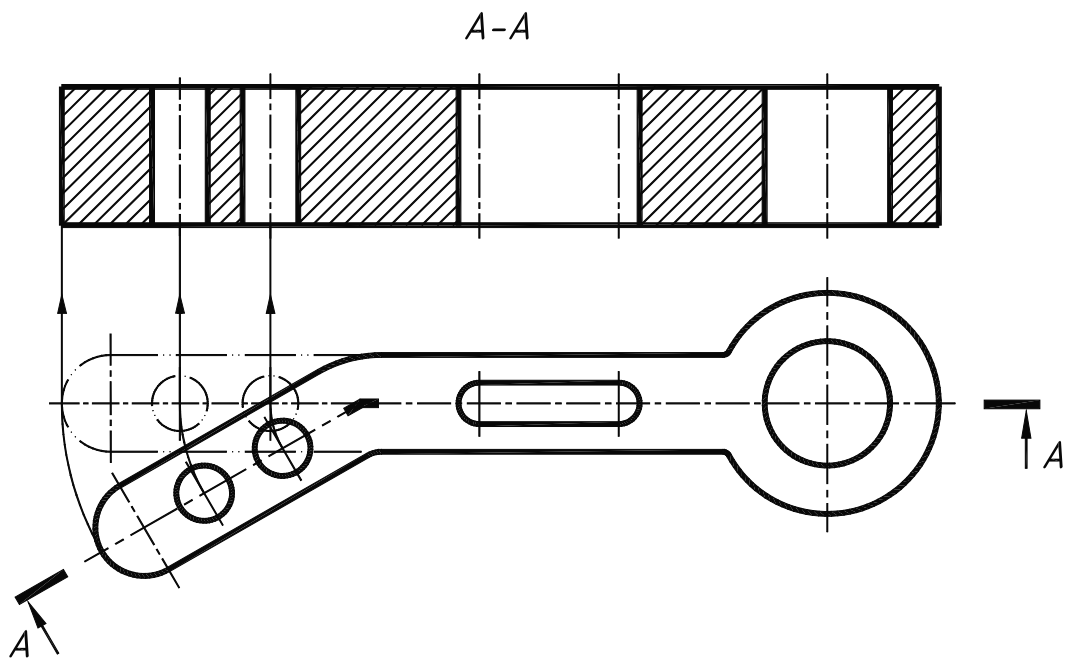


Рис. 30

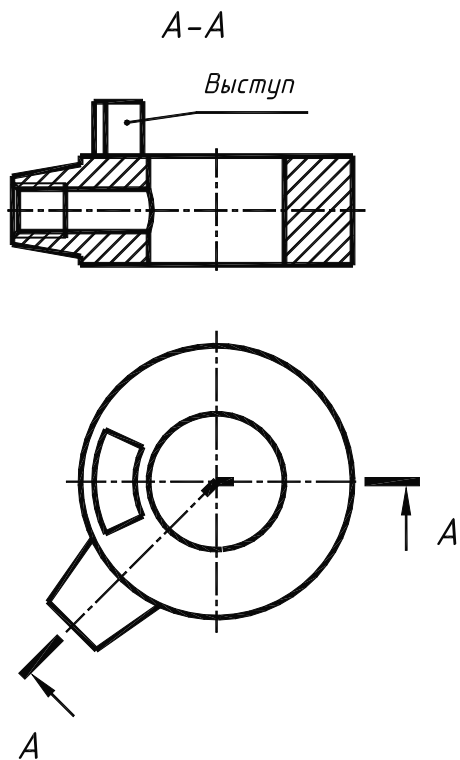


Рис. 31

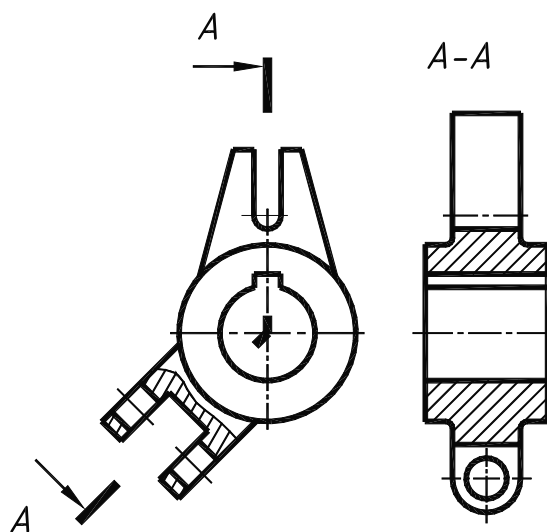


Рис. 32

Направление поворота секущей плоскости может не совпадать с направлением взгляда (рис. 33).

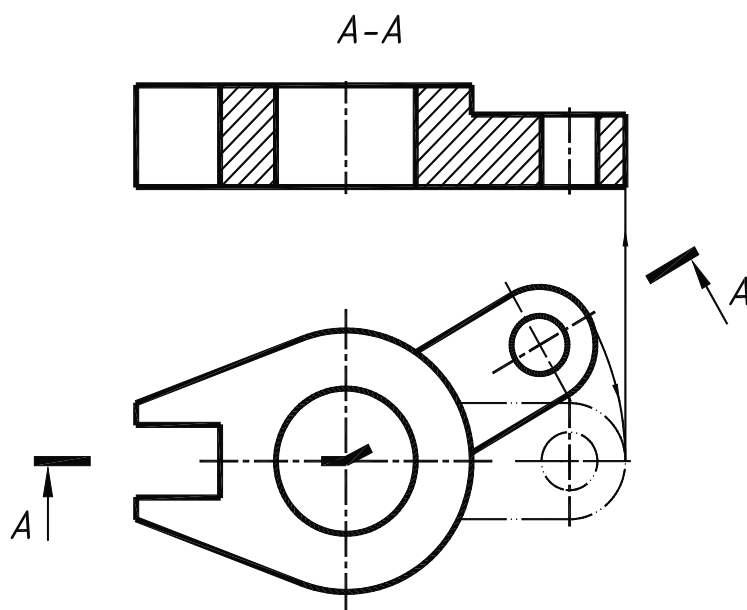


Рис. 33

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличаются простые разрезы от сложных?
2. Как подразделяются сложные разрезы в зависимости от взаимного расположения секущих плоскостей?
3. Как обозначаются ступенчатые разрезы, ломаные разрезы?
4. Каковы условности при выполнении сложных разрезов?

2.4. Сечения

Сечением предмета называется ортогональная проекция фигуры, получающаяся в одной или нескольких секущих плоскостях и поверхностях при мысленном рассечении проецируемого предмета. На сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

Форму средней части детали на рис. 36 можно показать с помощью профильного разреза (рис. 36, а) и с помощью сечения (рис. 36, б). На профильном разрезе элементы, расположенные за секущей плоскостью, не дают дополнительной информации о форме детали. Поэтому с целью уменьшения графических построений рационально применить сечение (рис. 36, б).

Сечения в зависимости от расположения их на чертеже делятся на вынесенные и наложенные.

Вынесенные сечения располагают на свободном месте поля чертежа и вычерчивают сплошными толстыми линиями (рис. 37). Наложённые сечения располагают на соответствующем виде и вычерчивают сплошными тонкими линиями (рис. 38).

Вынесенные сечения являются предпочтительными, и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 39).

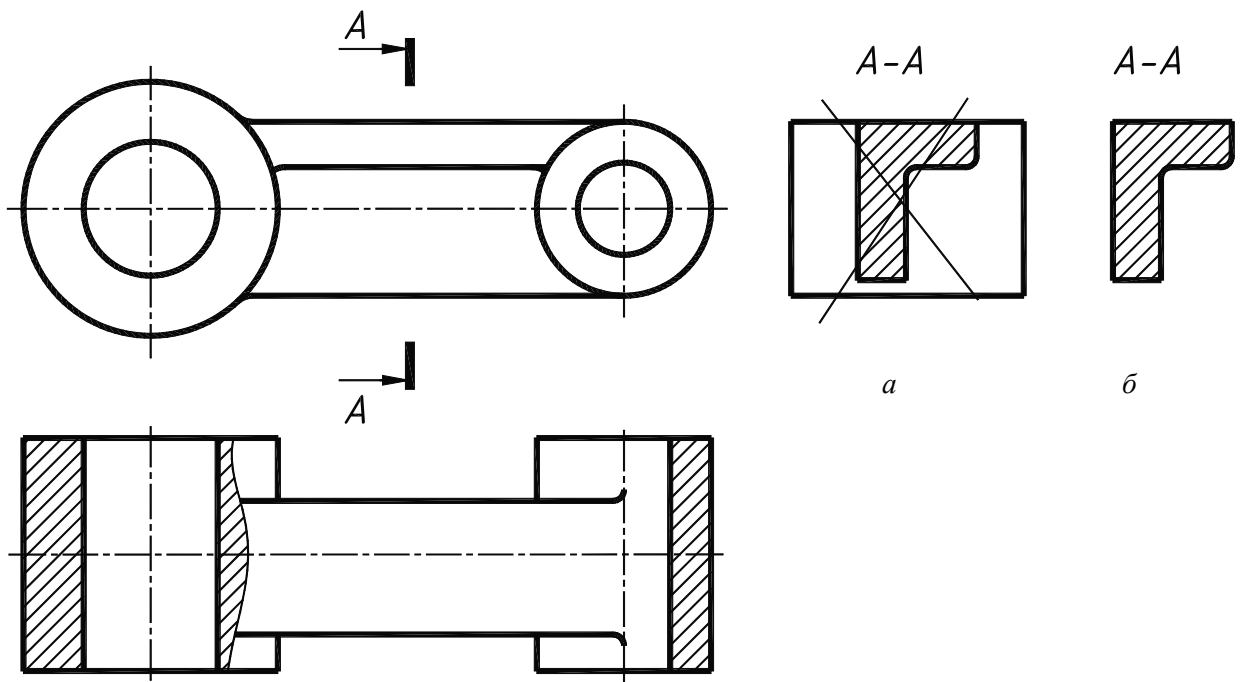


Рис. 36

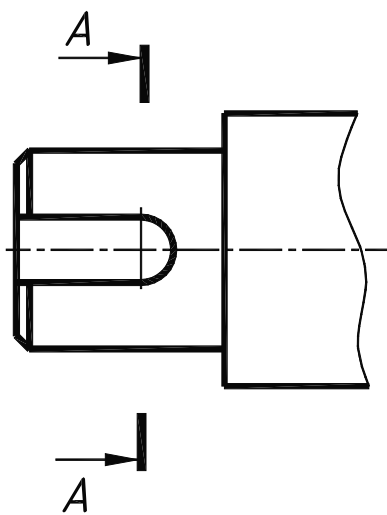


Рис. 37

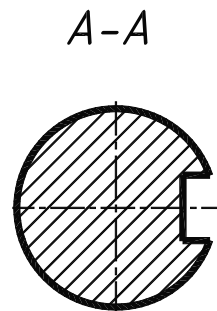
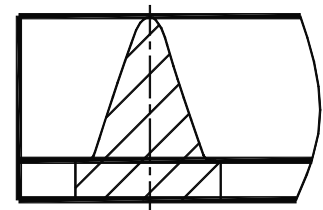


Рис. 38



Ось симметрии вынесенного (рис. 39) или наложенного (рис. 38) сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без указания положения секущей плоскости.

Если вынесенное сечение имеет симметричную форму и расположено вблизи изображения на продолжении линии секущей плоскости, то линии сечения выполняют штрихпунктирной линией и буквенного изображения не наносят.

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождают надписью по типу «А-А».

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 41) или наложенных (рис. 42), линии сечения проводят разомкнутой линией, указывая стрелками направление взгляда, но буквами не обозначают.

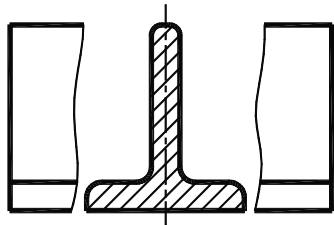


Рис. 39

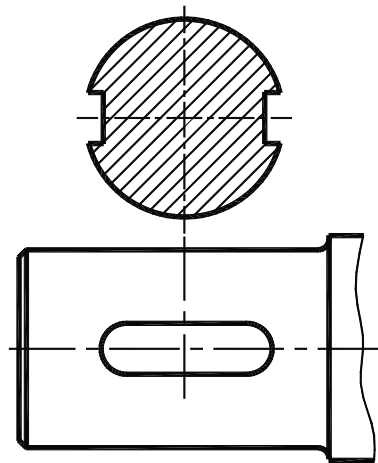


Рис. 40

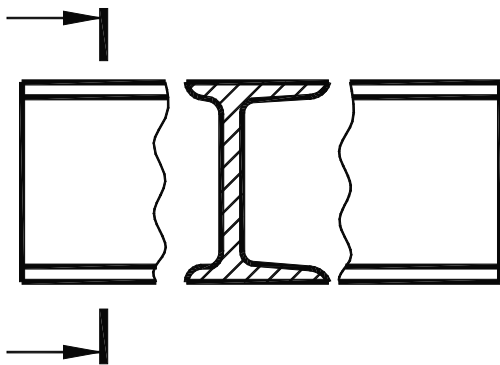


Рис. 41

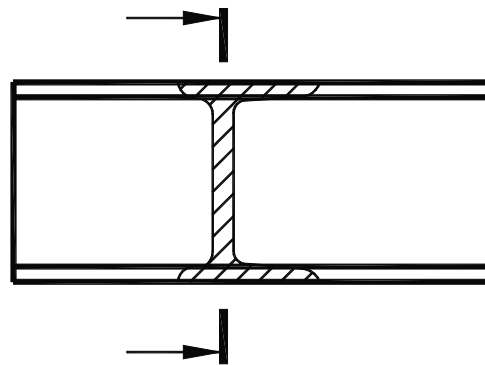


Рис. 42

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 43). Вышеуказанное исключение не распространяется на призматический шпоночный паз (рис. 43).

Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы (рис. 44).

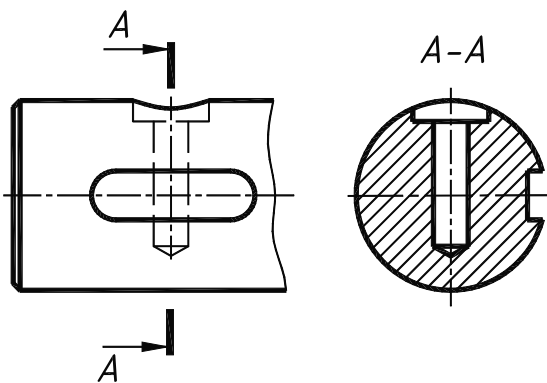


Рис. 43

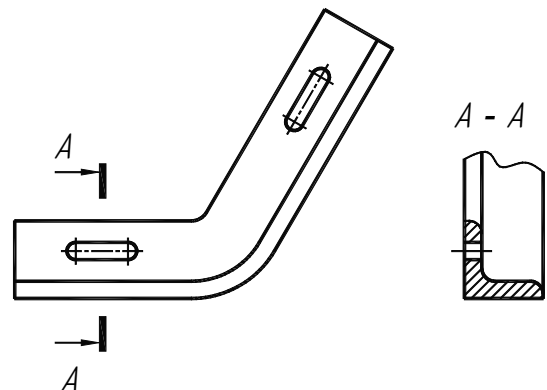


Рис. 44

При выполнении нескольких одинаковых сечений одной и той же детали изображается только одно сечение, а линии сечения обозначаются одной и той же буквой (рис. 45, А-А). Сечение при необходимости можно поворачивать, добавляя к надписи условное графическое обозначение \odot (рис. 45, Б-Б). Если при этом се-

кущие плоскости не параллельны, то условное графическое обозначение не наносят (рис. 45, B-B).

Сечение может выполняться несколькими секущими плоскостями (рис. 46).

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность (рис. 47). В этом случае к буквенной надписи над сечением прибавляется условное графическое обозначение \odot . Форма и размеры графических изображений «повернуто» и «развернуто» должны соответствовать рис. 48.

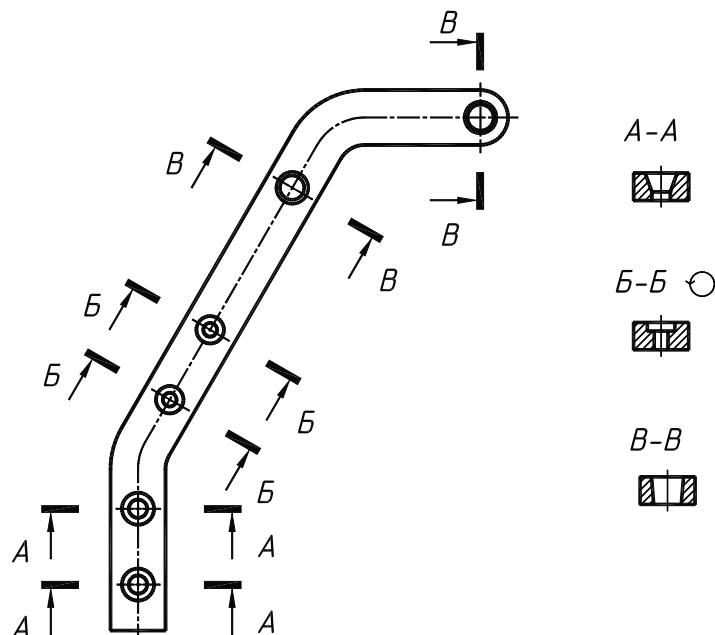


Рис. 45

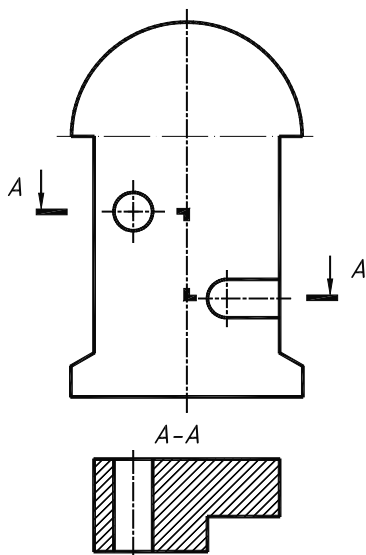


Рис. 46

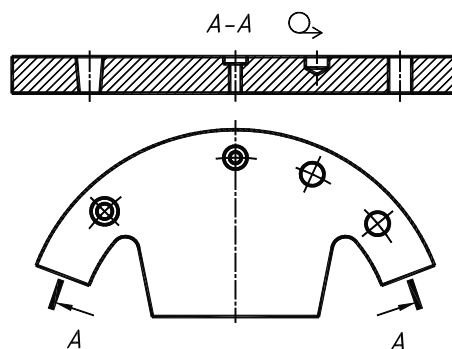


Рис. 47

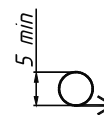


Рис. 48

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличается сечение от разреза?
2. Какие сечения имеют предпочтительное применение?
3. В каком случае сечения не обозначаются?
4. В каком случае на сечении показываются контуры, лежащие за секущей плоскостью?

2.5. Выносные элементы

Выносной элемент – дополнительное (обычно увеличенное) отдельное изображение части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных.

При выполнении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом и т. п. с обозначением выносного элемента прописной буквой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен (рис. 49).

Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении детали.

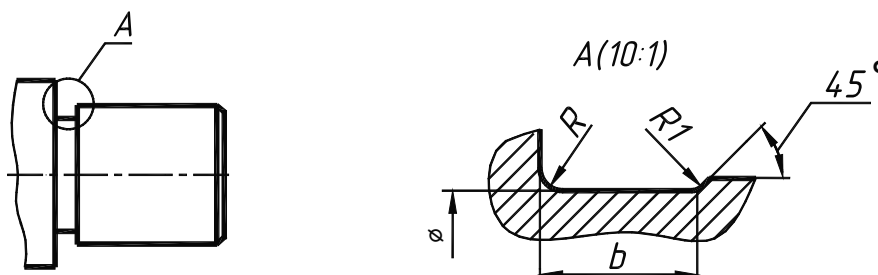


Рис. 49

2.6. Условности и упрощения

В целях экономии времени и обеспечения большей выразительности чертежа ГОСТ 2.305–2008 допускает ряд условностей и упрощений.

Если вид, разрез или сечение представляет симметричную фигуру, то допускается вычерчивать половину изображения или немного более половины с проведением в последнем случае линии обрыва (рис. 51). Допускается совмещать два разреза, если каждый из них представляет симметричную фигуру (рис. 52).

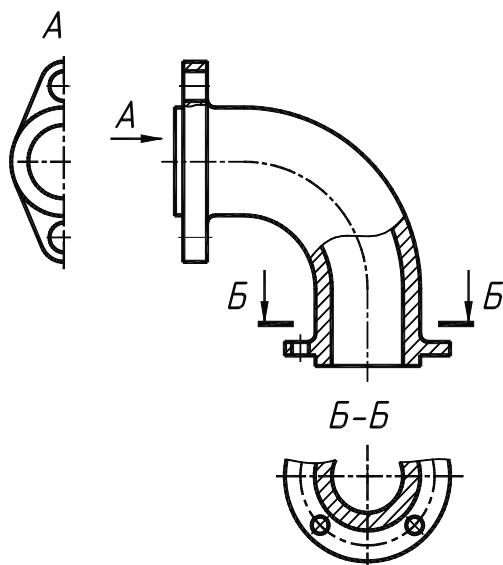


Рис. 51

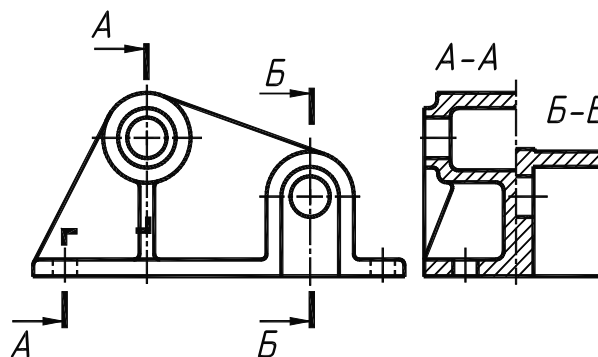


Рис. 52

Такие элементы, как тонкие стенки, ребра жесткости, ушки, спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес и т. п., показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента (рис. 53).

Если в подобных элементах имеются сверление, углубление и т. п., то делают местный разрез (рис. 54).

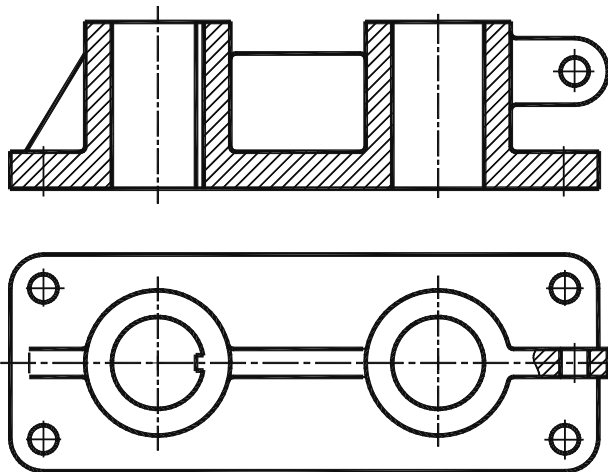


Рис. 53

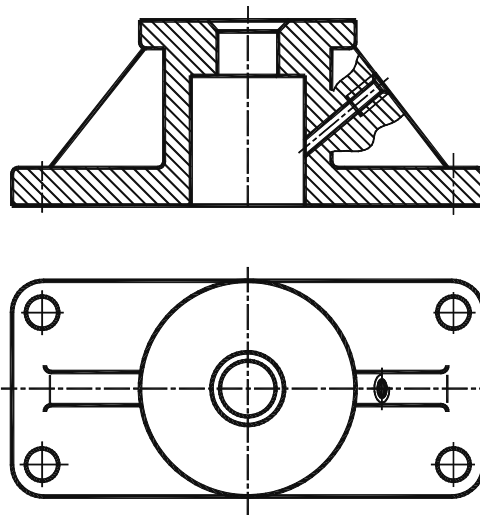


Рис. 54

При выполнении разрезов элементы детали, расположенные за секущей плоскостью и проецирующиеся с искажением их формы, можно не изображать (рис. 55, см. левое ребро жесткости).

Для сокращения количества изображений допускается часть предмета, находящаяся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрихпунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе (наложенная проекция, рис. 56).

На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точность их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (рис. 57, 58).

Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно (рис. 59–61) или совсем не показывают (рис. 62, 63).

Допускается выполнение упрощенных изображений вместо точного построения линий пересечения (рис. 64, 65).

Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т. п.) размером (или разницей в размерах) на чертеже 2 мм и менее изображают с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

Допускается небольшую конусность или уклон изображать с увеличением.

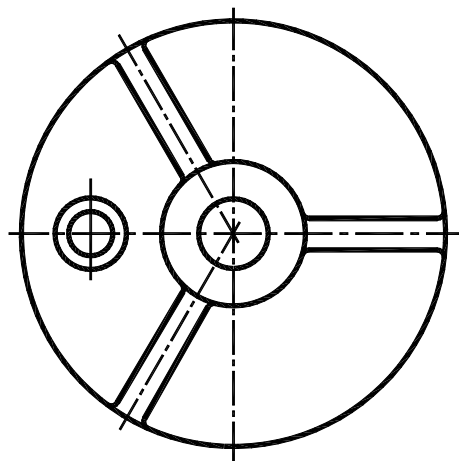
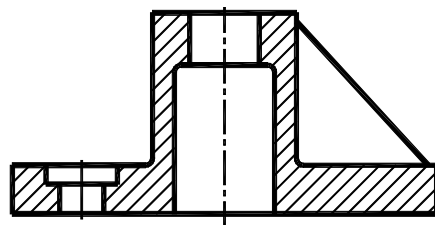


Рис. 55

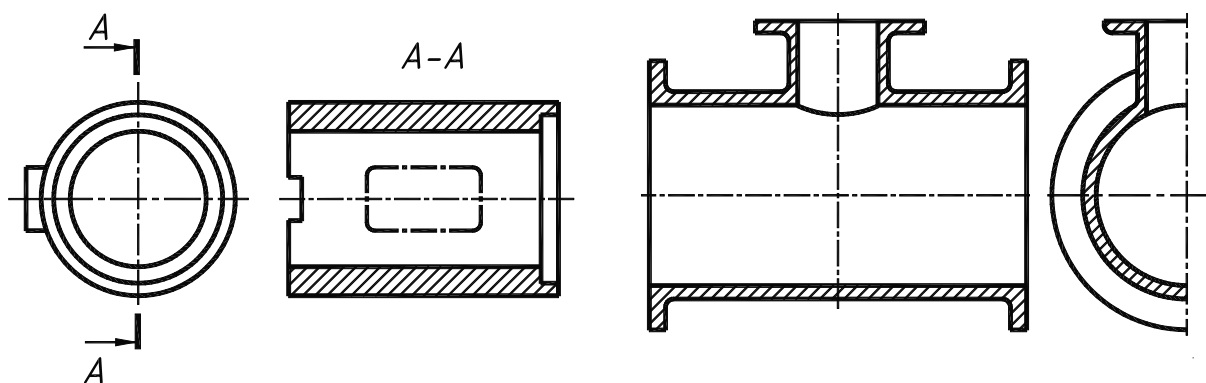


Рис. 56

Рис. 57

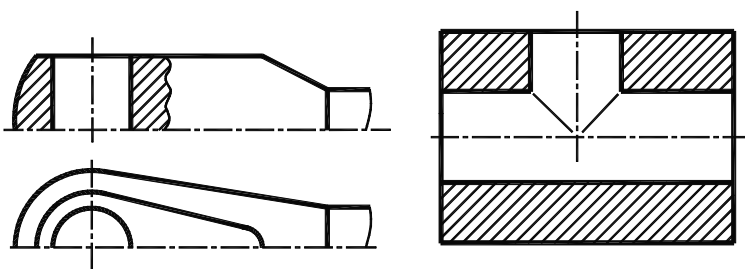


Рис. 58

Рис. 59

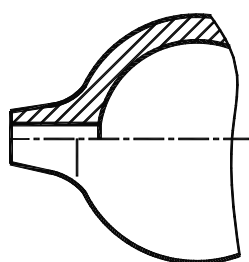


Рис. 60

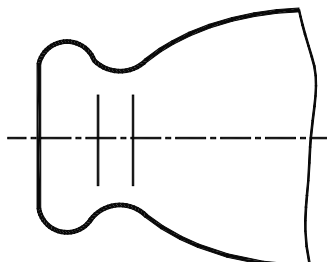


Рис. 61

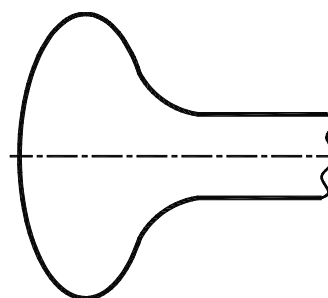


Рис. 62

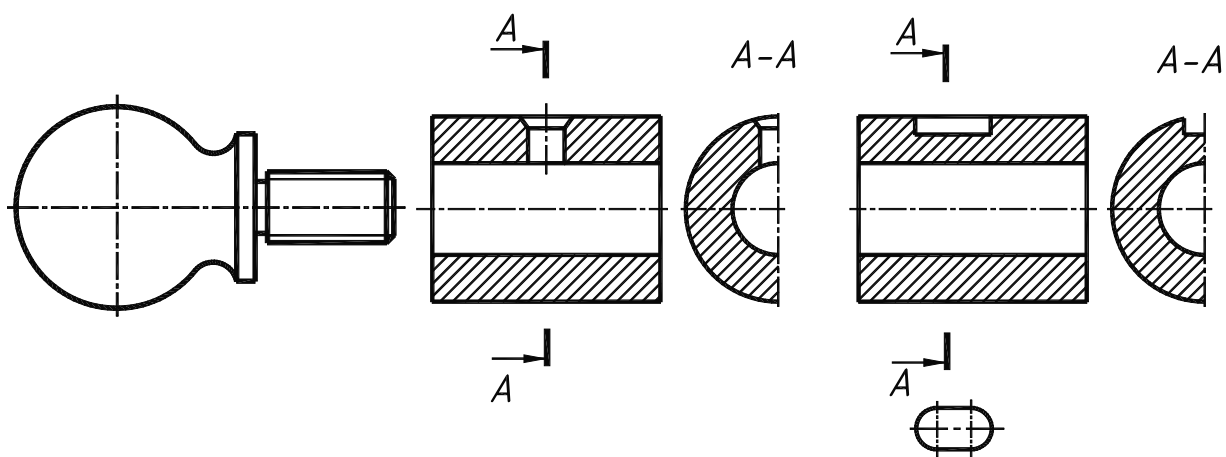


Рис. 63

Рис. 64

Рис. 65

На тех изображениях, на которых уклон или конусность отчетливо не выявляются, например главный вид на рис. 66, а или вид сверху на рис. 66, б, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса.

Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п., при продольном разрезе показываются нерассеченными. Показываются нерассеченными при выполнении разрезов и сплошные элементы деталей, которые ограничиваются сплошной волнистой линией (рис. 67, 68).

При выделении на чертеже плоских поверхностей детали на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рис. 68, 69).

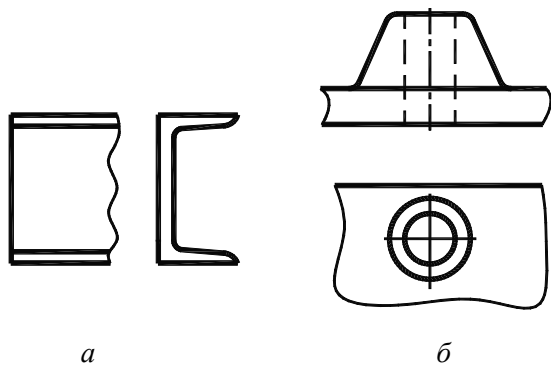


Рис. 66

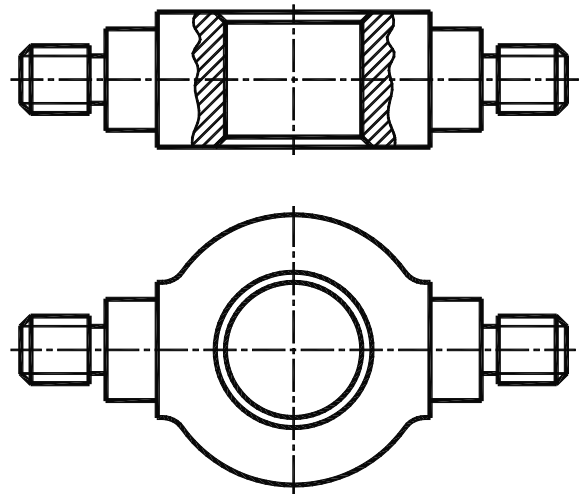


Рис. 67

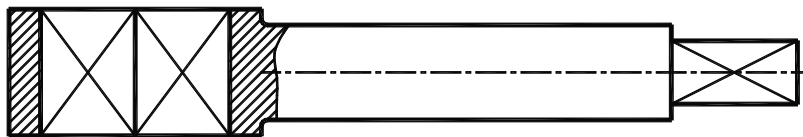


Рис. 68

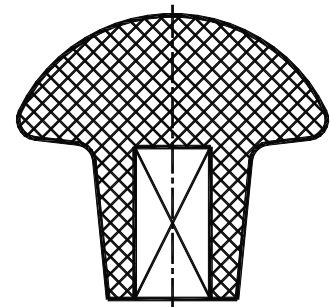


Рис. 69

Предметы или элементы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение, допускается изображать с разрывами, которые ограничиваются сплошной волнистой линией (рис. 70) или сплошной линией с изломом (рис. 71).

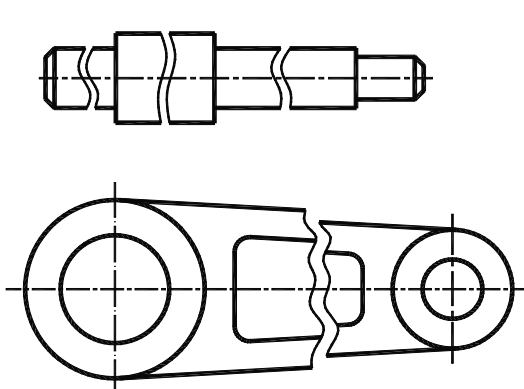


Рис. 70

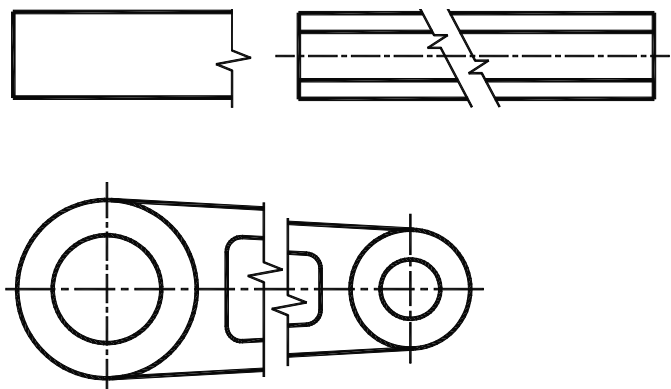


Рис. 71

Если предмет имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один-два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно (рис. 72).

Для упрощения чертежей допускается: а) для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т. п., а также шпоночных пазов вместо полного изображения детали давать лишь контур отверстия (рис. 73) или паза (рис. 65); б) изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость (рис. 72).

На чертежах деталей, имеющих рельеф, рифления и т. п., допускается изображать эти элементы частично, с возможным упрощением (рис. 74).

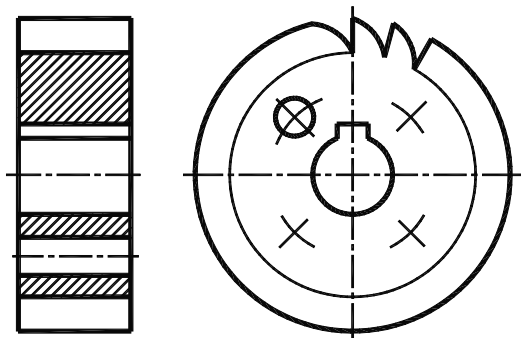


Рис. 72

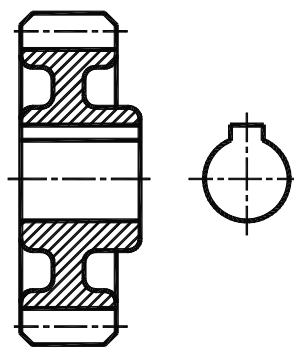


Рис. 73

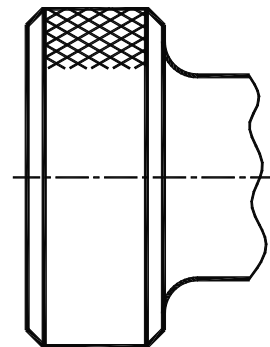


Рис. 74

Вопросы для самоконтроля

1. Какие элементы деталей показывают незаштрихованными при продольном разрезе?
2. Что такое наложенная проекция и какой линией она наносится?
3. Как условно показывается плавный переход от одной поверхности к другой?
4. Как выделяются на чертеже плоские поверхности на деталях вращения?

3. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307–2011.

В данном учебном пособии указаны только те правила, которые необходимы при выполнении чертежей раздела «Проекционное черчение».

Размеры на чертежах указывают размерными линиями и размерными числами. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж.

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

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указанные для большего удобства пользования чертежом, называются справочными. Справочные размеры отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают «* Размеры для справок».

Размеры бывают линейные – длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, длина дуги и угловые – размеры углов. Линейные размеры указываются на чертеже в миллиметрах, единицу измерения на чертеже не указывают. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 4° ; $4^\circ 30'$; $4^\circ 30' 45''$.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным линиям (рис. 75).

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром при его вершине, а выносные линии – радиально (рис. 76).

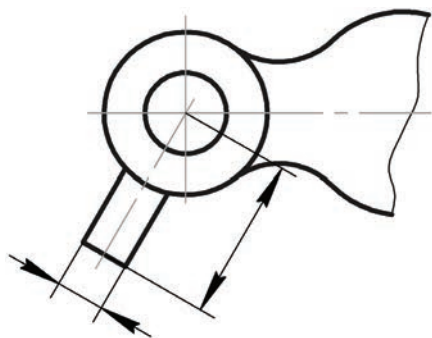


Рис. 75

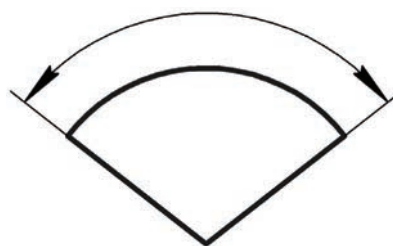


Рис. 76

Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии контура или в выносные и осевые линии.

Величины стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже.

Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 77.

Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. Выносные линии должны выходить за контуры стрелок размерной линии на 1...5 мм.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к середине. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами шрифта одного размера.

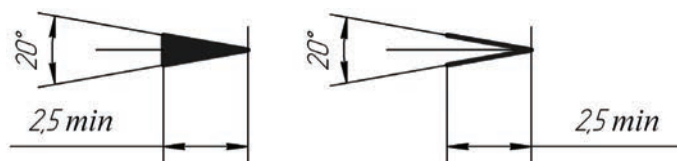


Рис. 77

Не допускается разделять или пересекать размерные числа, какими бы то ни было линиями чертежа. В местах нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются (рис. 78).

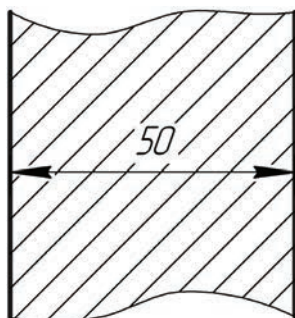


Рис. 78

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа под ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 79, 80).

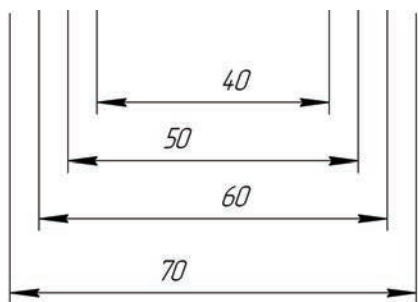


Рис. 79

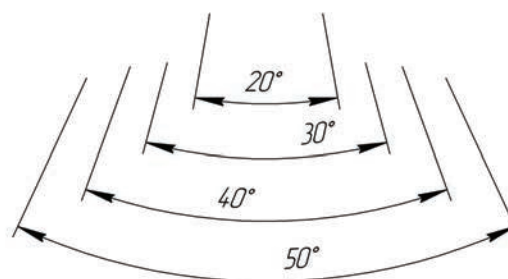


Рис. 80

При длине размерной линии, недостаточной для размещения на ней стрелок, размерную линию продолжают за выносные линии (или соответственно за контурные, центровые и т. д.) (рис. 81).

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четкими точками (рис. 82).

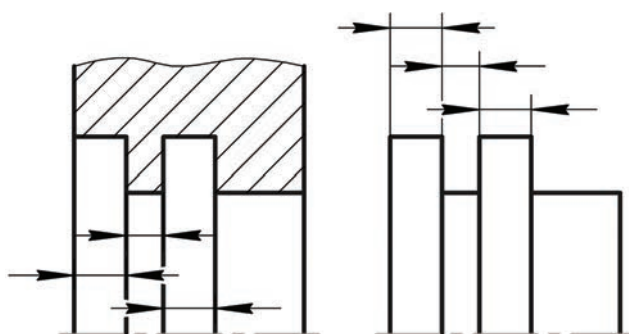


Рис. 81

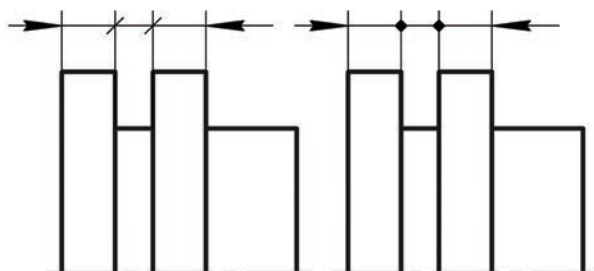


Рис. 82

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер (рис. 83).

Размеры криволинейного профиля наносят, как показано на рис. 83.

Если стрелки размерных линий пересекают расположенные близко друг к другу контурные линии, то эти линии допускается прерывать (рис. 84, а). В случае, показанном на рис. 84, б, размерную и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

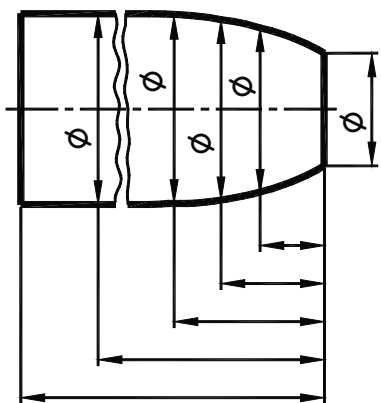
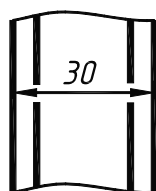
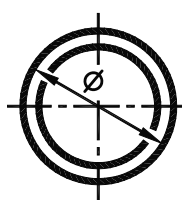


Рис. 83



а



б

Рис. 84

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагаются как показано на рис. 85.

При нанесении размеров в заштрихованной зоне соответствующие размерные числа наносят на полке линии выноски (рис. 86).

Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 87.

В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной

ниже горизонтальной осевой линии, – со стороны вогнутости размерных линий. Для углов малых размеров при недостатке места размерные линии помещают на полках линий-выносок в любой зоне (рис. 88).

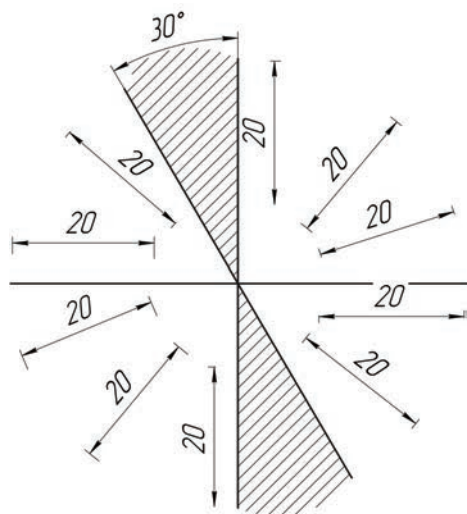


Рис. 85

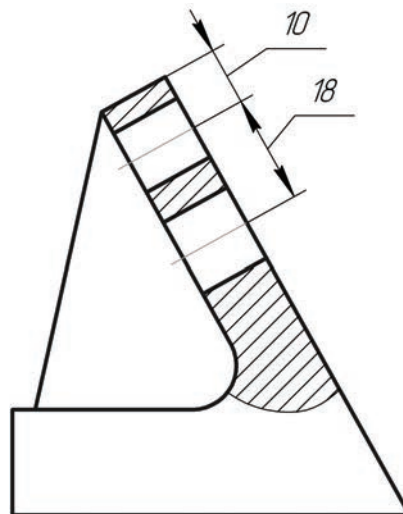


Рис. 86

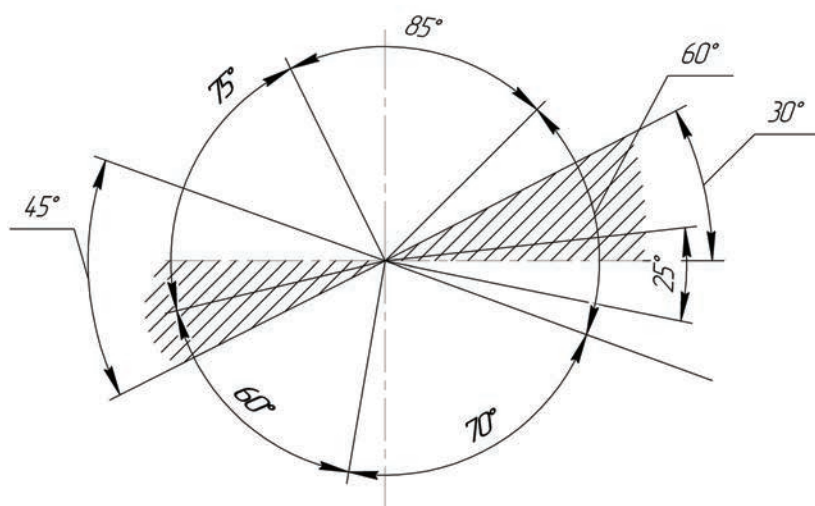


Рис. 87

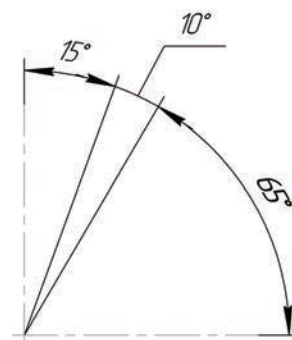


Рис. 88

При нанесении размеров используются следующие условные знаки, которые наносятся перед размерным числом:

∅ – при указании размера диаметра;

R – при указании размера радиуса;

□ – при указании размера квадрата.

Высота знаков должна быть равна высоте размерных чисел.

Примеры нанесения знаков приведены на рис. 89, 90, 91.

Если для размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рис. 92, а, если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на рис. 92, б.

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных 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. 93).

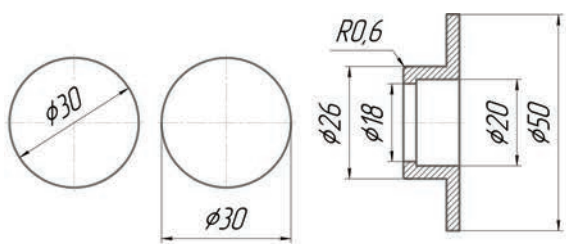


Рис. 89

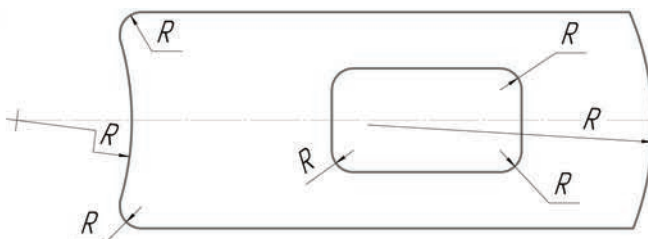


Рис. 90

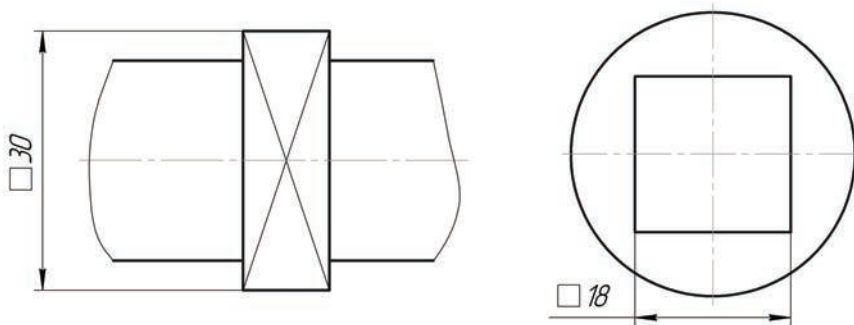


Рис. 91

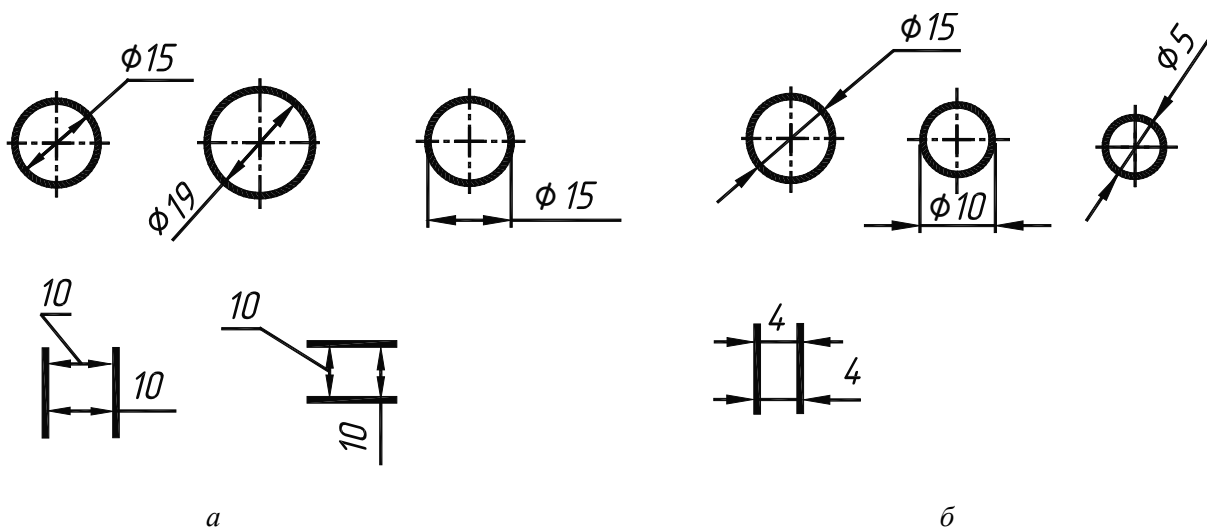


Рис. 92

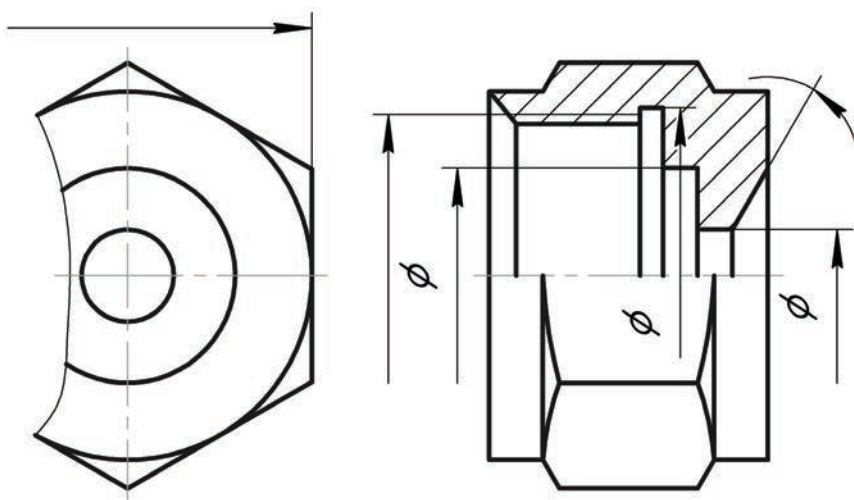


Рис. 93

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу, рекомендуется группировать в одном месте, где форма этого элемента показана наиболее полно (рис. 94).

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке-выноске количества этих элементов (рис. 95, а). Допускается указывать число элементов, как показано на рис. 95, б.

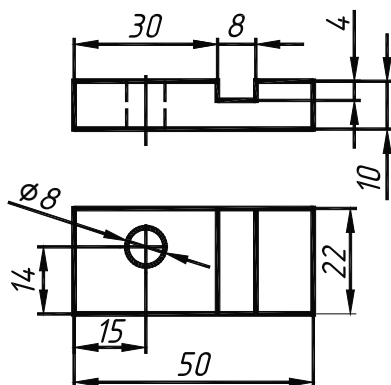
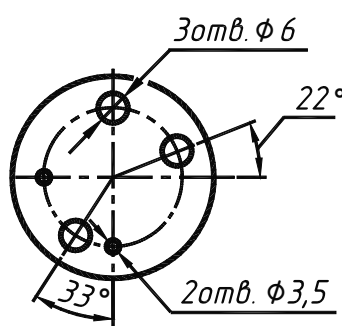
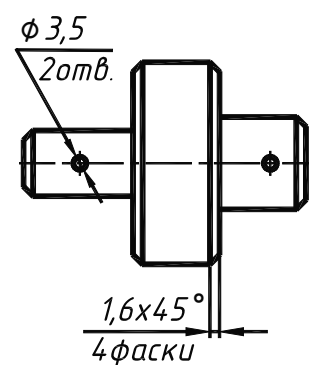


Рис. 94



а



б

Рис. 95

Перед размерным числом диаметра, радиуса сферы наносят знак \varnothing , R без надписи «сфера». Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «сфера» или знак \bigcirc , например, «Сфера $\varnothing 18$, $\bigcirc R12$ ».

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак ∇ , острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 96).

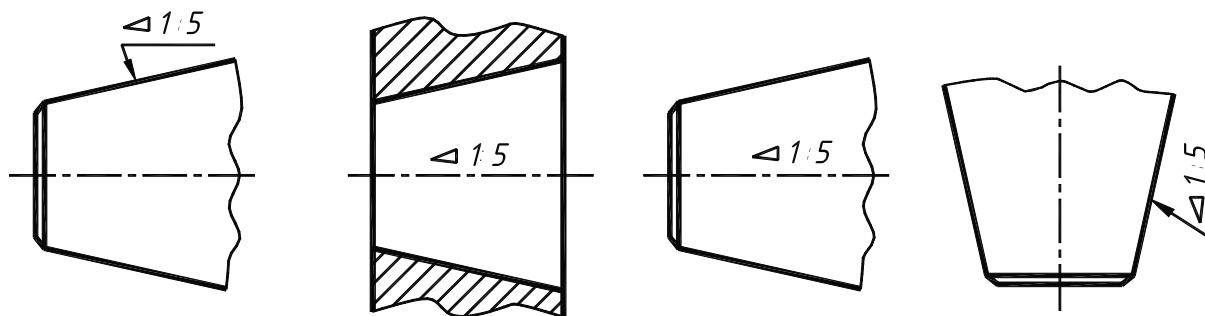


Рис. 96

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рис. 97).

Чертеж детали должен содержать следующие размеры:

- габаритные;
- размеры формы всех элементов детали;
- размеры положения всех элементов детали.

К габаритным размерам относятся длина, ширина, высота изделия (размеры 10; 22; 50 на рис. 94). К элементам изделия относятся паз и отверстие на рис. 94. Размером положения является расстояние до паза от левого торца изделия (размер 30), а размеры положения отверстия – расстояния до центра отверстия от торцов изделия в двух координатных направлениях (размеры 14 и 15 на рис. 94).

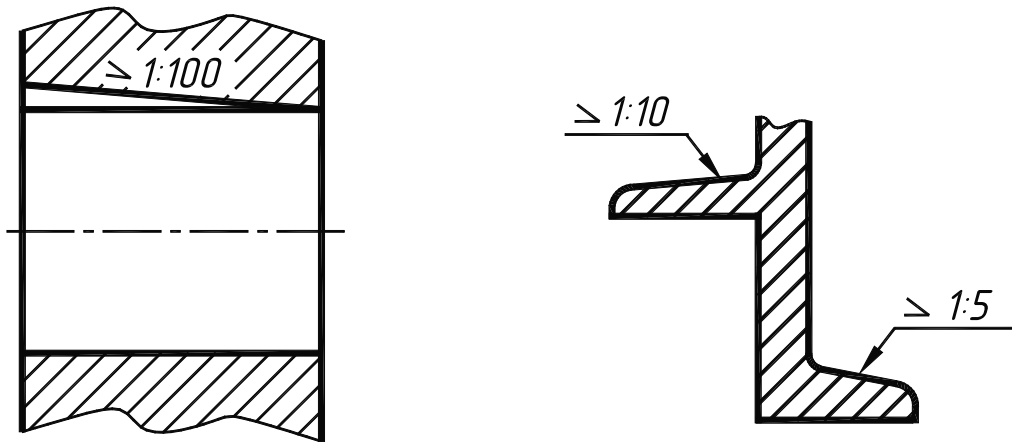


Рис. 97

При выполнении чертежей изделий следует руководствоваться следующими правилами:

- 1) размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный;
- 2) размеры проточек, фасок, канавок для уплотнений не входят в размерную цепь;
- 3) не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных;
- 4) не допускается наносить размеры от линий невидимого контура, за исключением случаев, когда отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения;
- 5) размеры внутренних и наружных элементов по возможности следует располагать по разные стороны изображения;
- 6) размеры диаметров тел вращения рекомендуется наносить на изображениях, где тело вращения показывается не окружностью, а двумя прямыми линиями – образующими (это может быть сечение или разрез). Координаты центра отверстия рекомендуется наносить на тех изображениях, где отверстие представлено окружностью.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие простановки размеров «цепочкой» от простановки размеров от одной базы? Можно ли изображать размерную цепь замкнутой?
2. Какие размеры относятся к линейным?
3. Какой знак используется для нанесения размера окружности? для нанесения размера квадрата?
4. Сколько раз наносится на чертеже размер одного и того же элемента?
5. Укажите минимальное расстояние между параллельными размерными линиями? между размерной и линией контура детали?

4. НЕКОТОРЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

4.1. Деление окружности на равные части

Деление окружности на три равные части. Чтобы разделить окружность радиуса R на три равные части и вписать в нее равносторонний треугольник, из точки A (рис. 98) пересечения горизонтального диаметра с окружностью описывают, как из центра, дополнительную дугу радиусом R . Получают точки B и C . Точки D , B , C делят окружность на три равные части.

Деление окружности на шесть равных частей. При построении правильного вписанного шестиугольника исходят из того, что сторона шестиугольника равна радиусу R описанной вокруг него окружности. Из двух противоположных точек A и D (рис. 99) описывают две дуги радиусом R . Получают точки B , C , E , F . Вместе с точками A и D они делят окружность на шесть равных частей.

Деление окружности на пять и десять равных частей. Чтобы разделить окружность на пять равных частей радиус окружности OD (рис. 100) делят пополам (точка E). Из точки E , как из центра, проводят дугу радиуса R до пересечения в точке F с центральной линией. Хорда AF равна стороне вписанного пятиугольника. Для деления окружности на десять равных частей надо дважды разделить окружность на пять равных частей, начав деление от двух точек, расположенных на противоположных концах одного и того же диаметра.

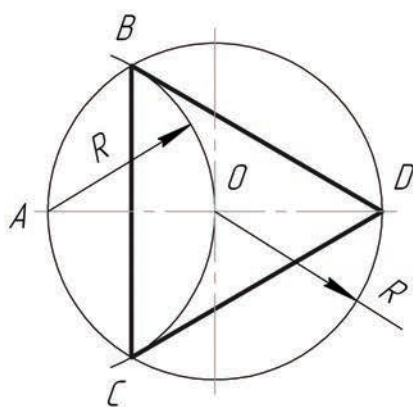


Рис. 98

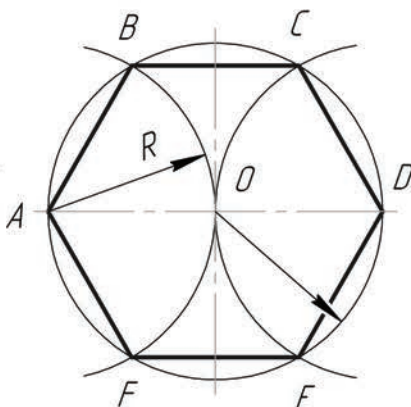


Рис. 99

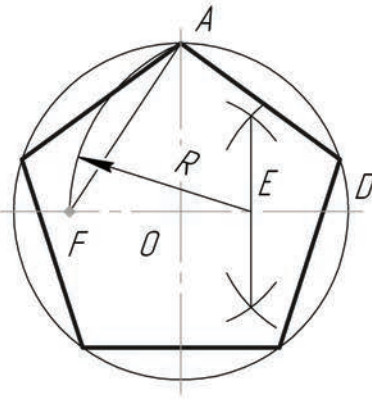


Рис. 100

Деление окружности на четыре и восемь равных частей. Два взаимно перпендикулярных диаметра окружности делят ее на равные части (точки 1, 2, 3, 4 на рис. 101 и рис. 102).

На рис. 102 показано, как разделить окружность на четыре равные части с помощью равнобедренного прямоугольного треугольника и линейки.

Используя одновременно оба варианта деления окружности на четыре равные части, показанные на рис. 101 и рис. 102 можно разделить окружность на восемь равных частей и вписать в нее правильный восьмиугольник (рис. 103).

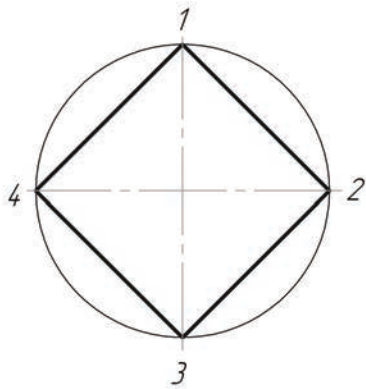


Рис. 101

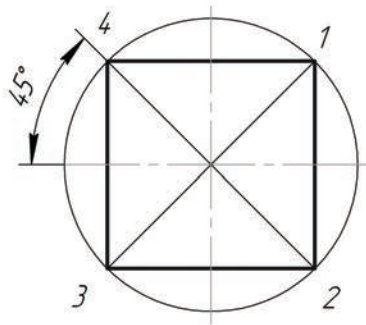


Рис.102

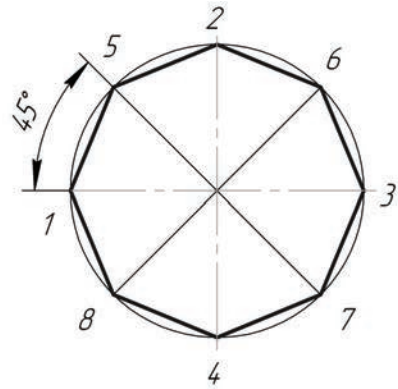


Рис. 103

4.2. Сопряжения

Сопряжением называется плавный переход одной линии в другую (прямой линии в дугу или одной дуги в другую).

Общая для этих линий точка называется *точкой сопряжения* или *точкой перехода*.

Построение сопряжений основано на свойствах прямых, касательных к окружности, или на свойствах касательных между собой окружностей.

Сопряжение прямой линии с дугой окружности. Плавный переход прямой линии в дугу обеспечивается лишь тогда, когда прямая является касательной к дуге, т. е. когда точка сопряжения лежит на перпендикуляре, проведенном к прямой из центра дуги.

Построение сводится к проведению касательной прямой к окружности в точке K , расположенной на окружности (рис. 104).

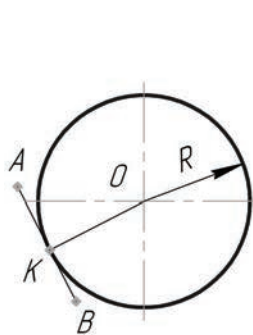


Рис. 104

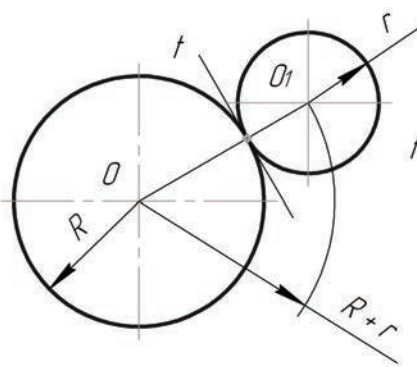


Рис. 105

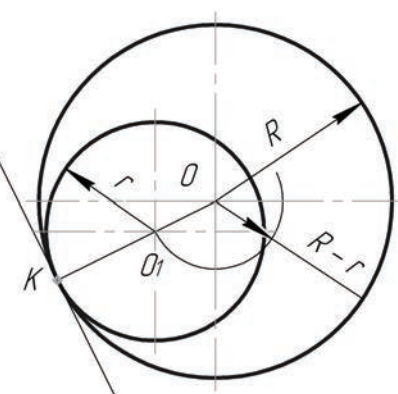


Рис. 106

Проводят окружность радиусом R с центром в точке O . Из точки K восстанавливают перпендикуляр AB к отрезку OK . Прямая AB является искомой касательной к окружности в точке K . Точка O называется центром сопряжения, R – радиусом сопряжения, K – точкой сопряжения.

Сопряжение дуг окружностей. Плавный переход одной окружности в другую достигается только тогда, когда окружности имеют общую касательную в точке сопряжения, которая лежит на прямой, соединяющей центры окружностей, которым принадлежит дуга. Касание называется внешним, если центры O и O_1 лежат по разные стороны от касательной t (рис. 105), и внутренним, если центры находятся по одну сторону от общей касательной (рис. 106).

При внешнем касании расстояние между центрами O и O_1 равно $R + r$, т. е. сумме радиусов сопрягаемых дуг. При внутреннем – разность радиусов, т. е. $OO_1 = R - r$.

Сопряжение пересекающихся прямых дугой окружности (рис. 107 а, б). Для построения центра сопряжения проводят вспомогательные прямые, параллельные данным, на расстоянии, равном заданному радиусу сопряжения R . Перпендикуляры, опущенные из центра O на прямые, определяют точки касания K (точки сопряжения).

Для построения сопряжения сторон прямого угла центр дуги сопряжения можно определять с помощью циркуля (рис. 107, в). Из вершины угла A проводят дугу радиусом сопряжения R , до пересечения со сторонами прямого угла в точках сопряжения K и K_1 . Из этих точек, как из центров, проводят дуги радиусом R до взаимного пересечения в точке O , которая является центром сопряжения. Из точки O проводят дугу сопряжения.

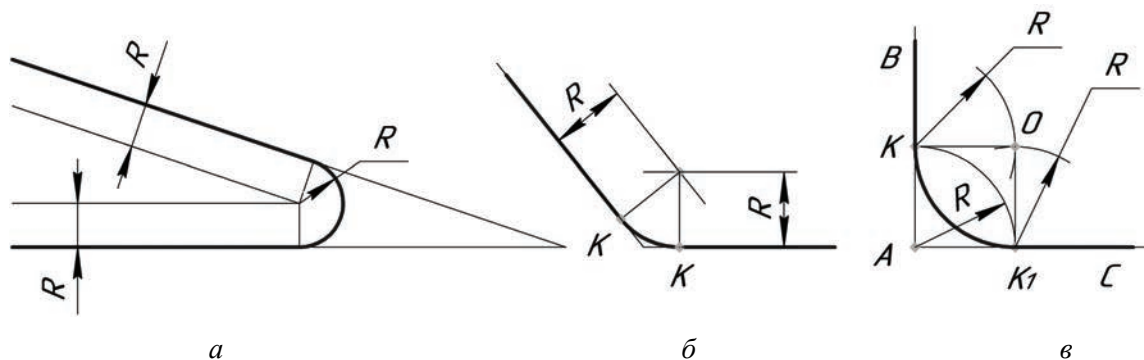


Рис. 107

Сопряжение данной окружности и данной прямой дугой заданного радиуса R (рис. 108). Из центра O данной окружности радиуса R_1 проводят дугу вспомогательной окружности радиусом $R_1 + R$, если выполняется внешнее касание окружностей, и на расстоянии R – прямая линия, параллельная заданной. Точка пересечения проведенной прямой и дуги вспомогательной окружности определяет положение центра дуги сопряжения O_1 . Соединив центр O_1 с центром O и опустив из O_1 перпендикуляр на прямую, определяют точки сопряжения K и K_1 , между которыми проводят дугу сопряжения.

В случае внутреннего касания дуга вспомогательной окружности выполняется радиусом $R_1 - R$ (рис. 109).

Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса R . Сопряжение может быть внешним, внутренним и смешанным.

Внешнее сопряжение двух окружностей радиусов R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R (рис. 110).

Из центра O_1 радиусом $R_1 + R$, а из центра O_2 радиусом $R_2 + R$ проводят дуги до пересечения их в точке O – центре дуги сопряжения. A и B – точки сопряжения лежат на прямых, соединяющих точку O с центрами O_1 и O_2 сопрягаемых окружностей. Из точки O , как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом R .

Внутреннее сопряжение двух окружностей радиусов R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R (рис. 111). Из центра O_2 проводят дугу радиусом $R - R_2$, а из центра O_1 – дугу радиусом $R - R_1$. В пересечении этих дуг получают точку O – центр дуги сопряжения. Точки A и B сопряжения лежат на прямых, соединяющих точку O с центрами O_1 и O_2 заданных окружностей. Из точки O , как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом R .

Смешанное сопряжение двух окружностей радиусов R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R (рис. 112). Из центра O_2 проводят дугу радиусом, равным $R - R_2$, а из центра O_1 – дугу радиусом $R + R_1$. Пересечение проведенных дуг определяет точку O – центр дуги сопряжения. Точки A и B сопряжения находят в пересечении заданных окружностей с прямыми OO_1 и OO_2 . Дуга сопряжения имеет с дугой радиуса R_2 внутреннее сопряжение, а с дугой радиуса R_1 – внешнее.

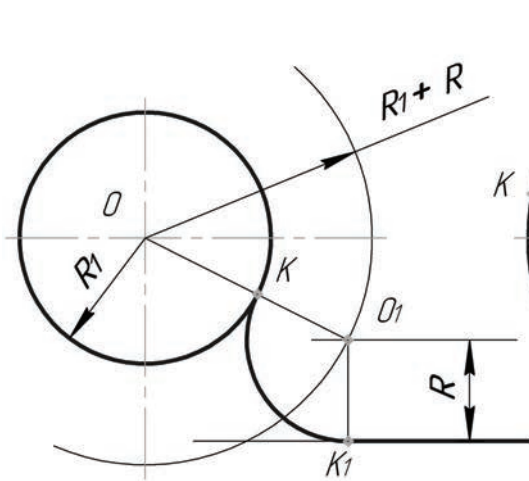


Рис. 108

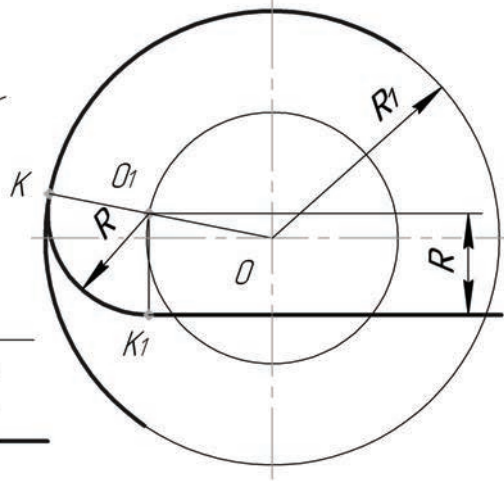


Рис. 109

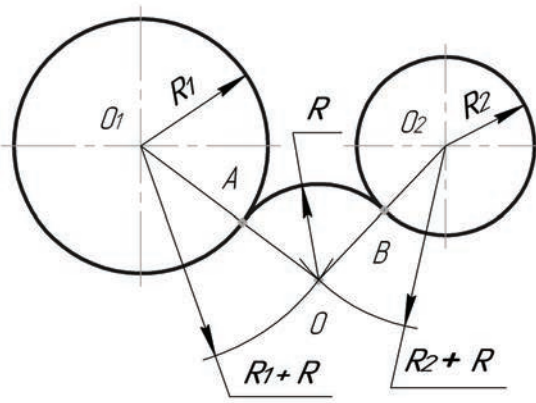


Рис. 110

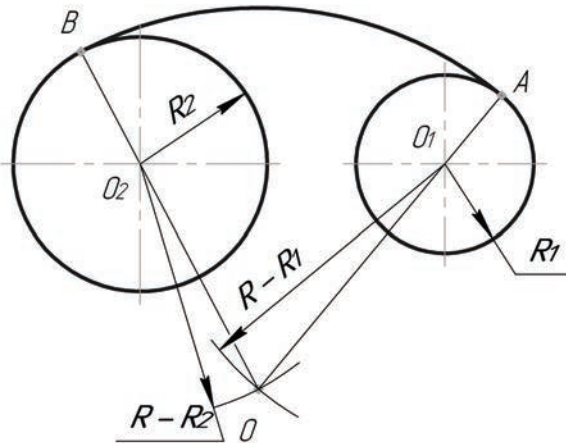


рис. 111

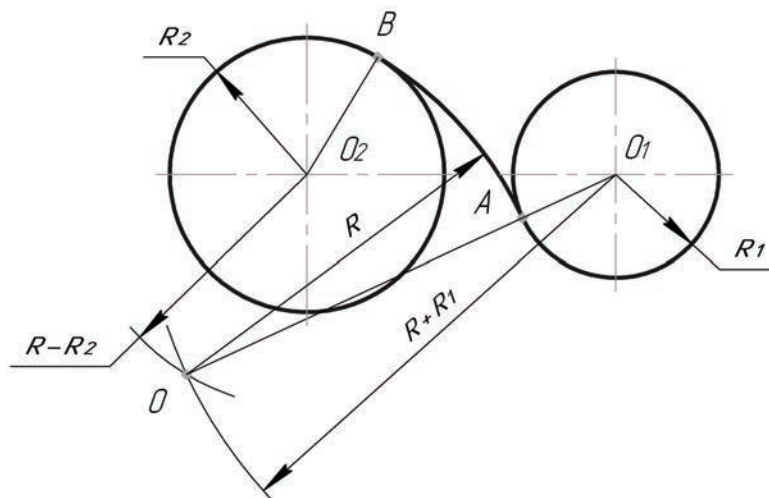


Рис. 112

5. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

АксонOMETрические проекции применяют для наглядной передачи формы предметов и изделий, а также кинематических и эксплуатационных схем, иллюстрационных чертежей и плакатов.

Способ аксонOMETрического проецирования состоит в том, что данную фигуру вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, параллельно проецируют на некоторую плоскость, принятую за плоскость аксонOMETрических проекций (ее называют также картинной плоскостью). Направление проецирования не параллельно координатным осям, поэтому предмет в аксонOMETрии виден с трех сторон и изображение получается наглядным.

При различном взаимном расположении осей координат и плоскости аксонOMETрических проекций, а также при разном направлении проецирования можно получить различные типы аксонOMETрических проекций.

Стандартом ГОСТ 2.317–2011 установлено пять видов аксонOMETрических проекций:

- 1) прямоугольная изометрическая;
- 2) прямоугольная диметрическая;
- 3) косоугольная фронтальная изометрическая;
- 4) косоугольная горизонтальная изометрическая;
- 5) косоугольная фронтальная диметрическая.

Для упрощения построений действительные коэффициенты искажений заменяют приведенными.

5.1. Прямоугольная изометрическая проекция

АксонOMETрические оси (X , Y , Z) образуют друг с другом углы 120° , а приведенные коэффициенты искажений по всем осям равны 1.

Окружности, лежащие в плоскостях проекций или в плоскостях, параллельных им, проецируются в виде эллипсов с размерами большой оси, равной $1,22d$, и малой – $0,7d$, где d – диаметр окружности. В учебных чертежах вместо эллипсов рекомендуется применять овалы. Расположение осей, один из способов построения овалов, направления линий штриховки сечений в прямоугольной изометрической проекции показаны на рис. 113.

Примеры выполнения деталей в прямоугольной изометрической проекции приведены на рис. 114.

5.2. Прямоугольная диметрическая проекция

Ось X располагается под углом $7^\circ 10'$ к горизонтальной линии, ось Y – под углом $41^\circ 25'$ к горизонтальной линии, ось Z – вертикально. Коэффициенты искажения по осям X и Z равны 1, а по оси Y – 0,5. Расположение осей, один из способов построения овалов и направление линий штриховки сечений показаны на рис. 115.

Примеры выполнения деталей в прямоугольной диметрической проекции приведены на рис. 116.

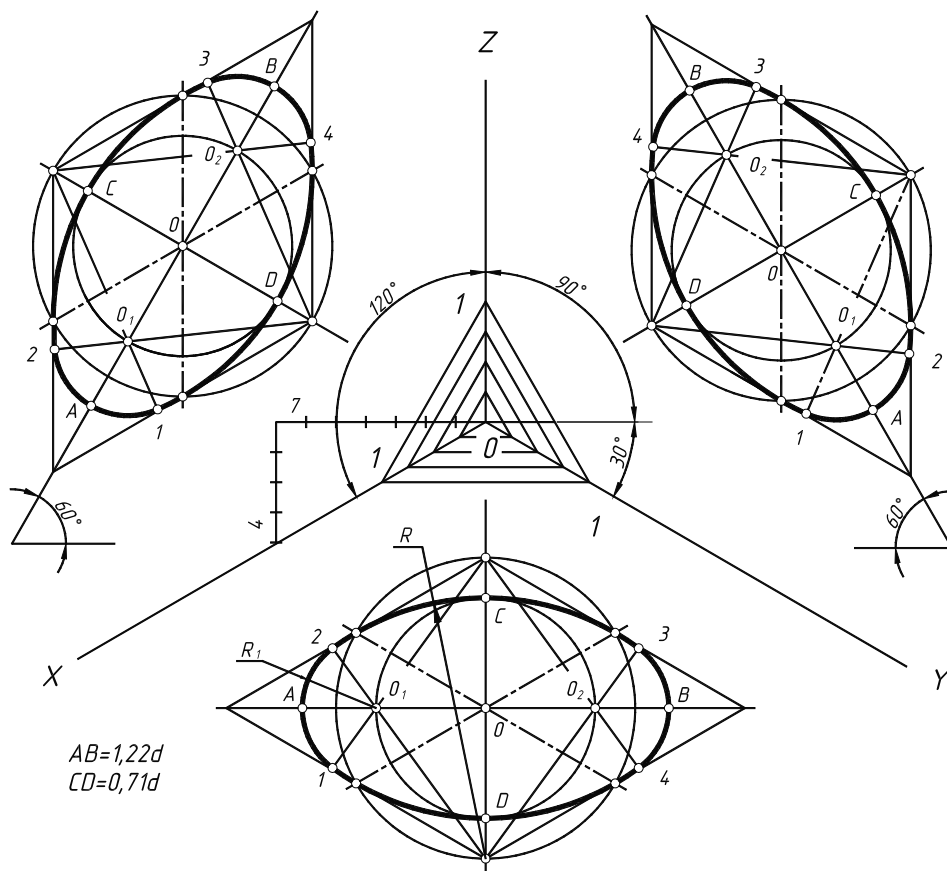


Рис. 113

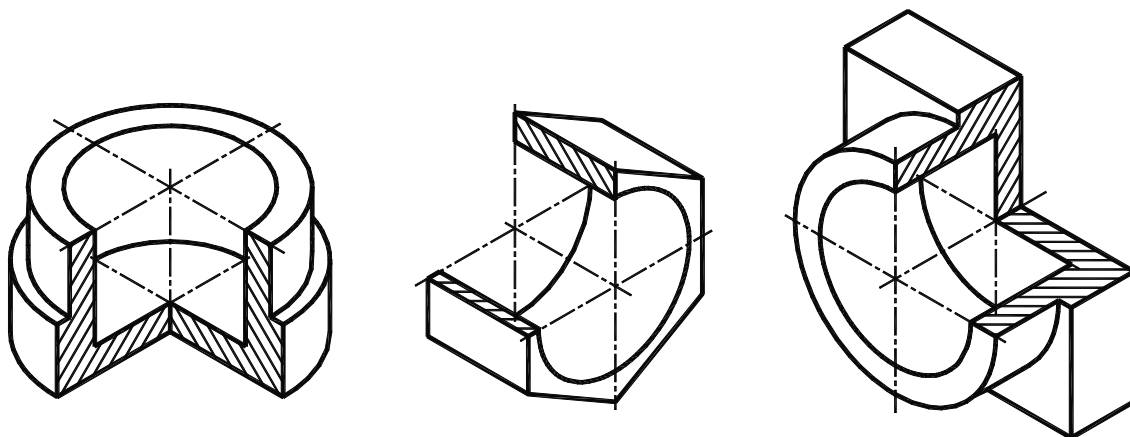


Рис. 114

5.3. Косоугольная диметрическая проекция (фронтальная диметрия)

Ось X располагается параллельно горизонтальной линии, ось Y – под углом 45° , ось Z – вертикально (рис. 117). Коэффициенты искажения по осям X и Z равны 1, по оси Y – 0,5.

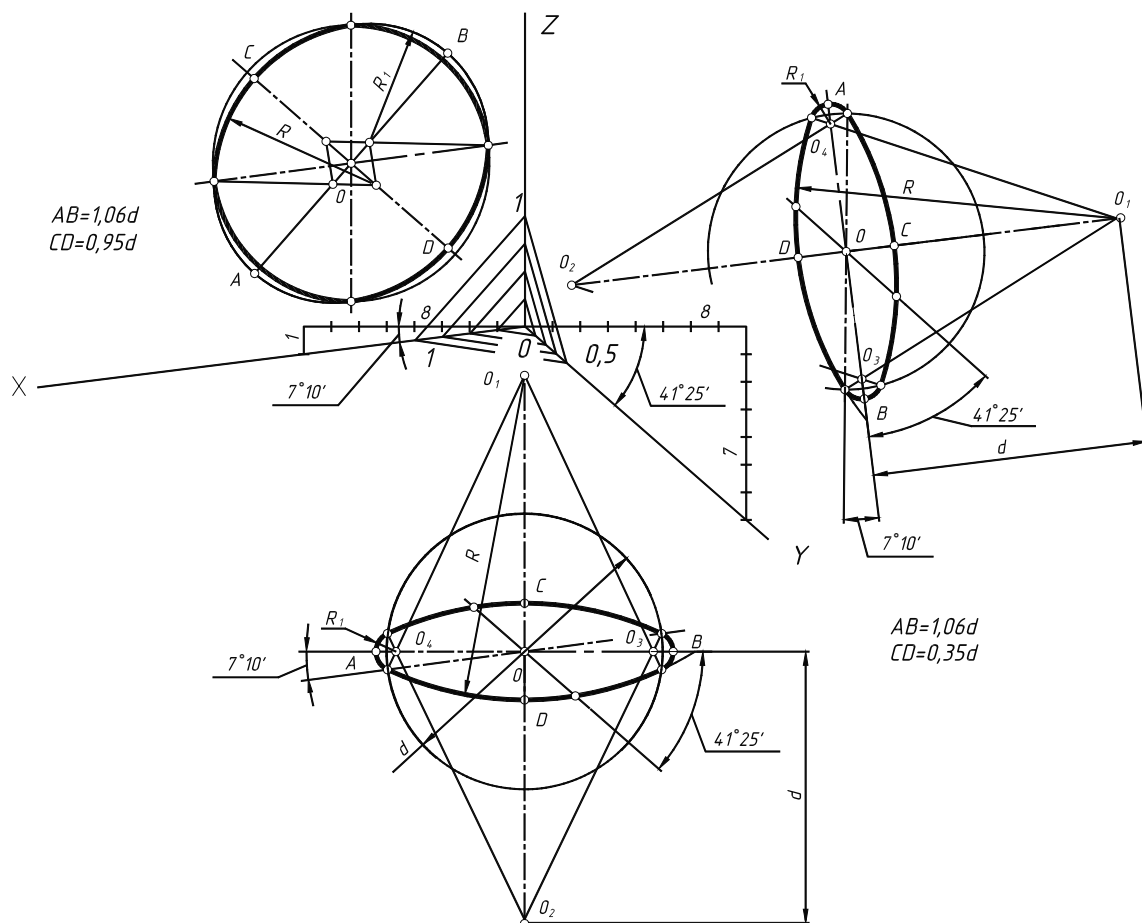


Рис. 115

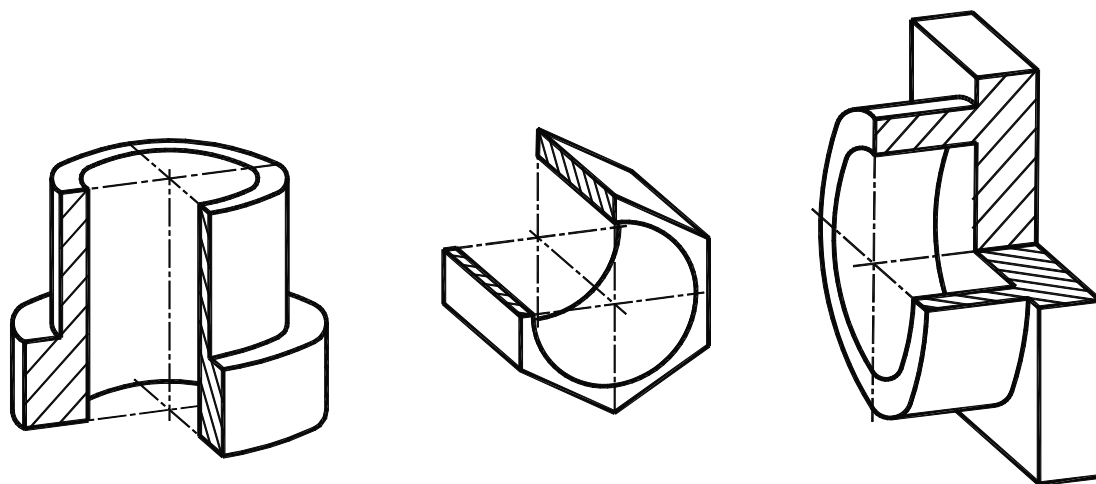


Рис. 116

Расположение осей окружностей, лежащих в плоскостях проекций, а также направление линий штриховки показаны на рис. 117.

Характерной особенностью данного вида аксонометрии является то, что окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций без искажений, т. е. в виде окружностей.

Примеры выполнения деталей в фронтальной диметрической проекции приведены на рис. 118.

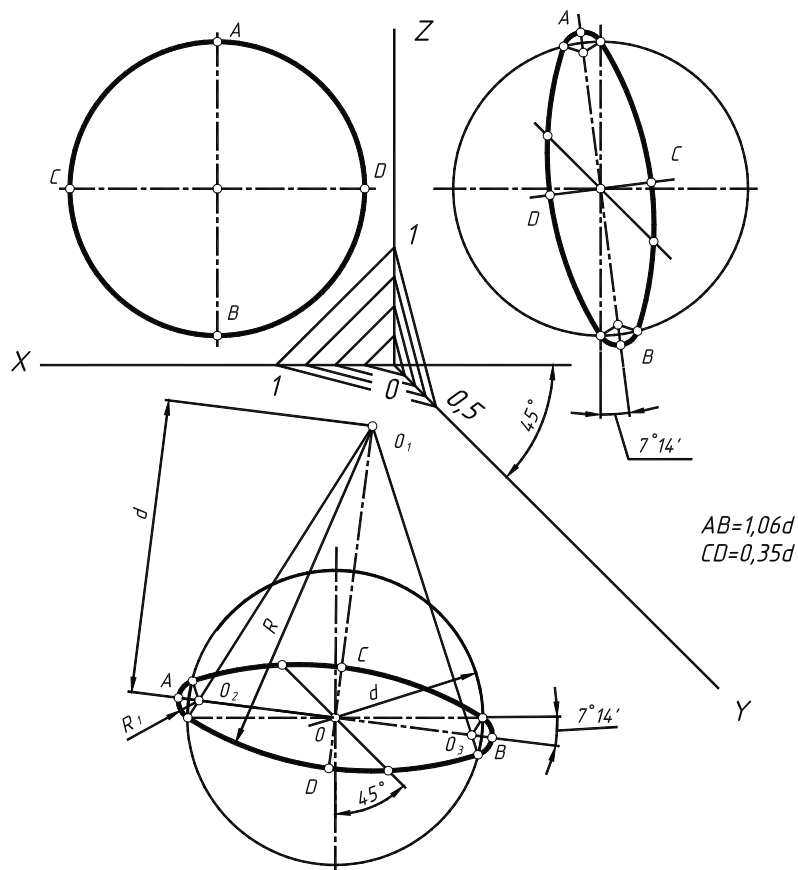


Рис. 117

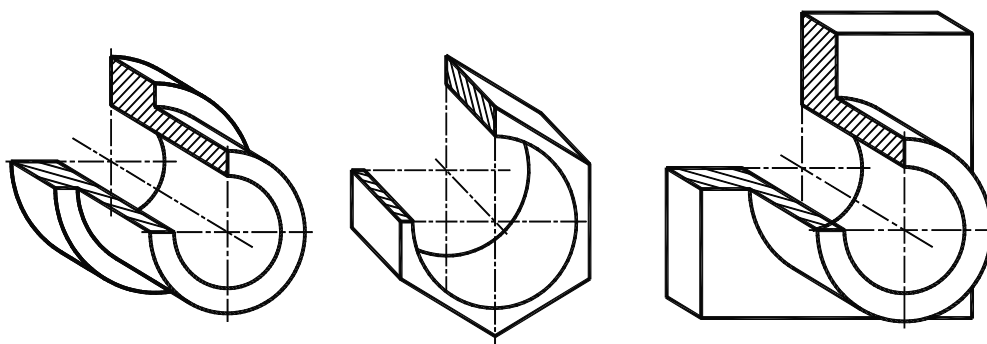


Рис. 118

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите стандартные типы аксонометрических проекций.
2. Как располагаются оси и чему равняются приведенные коэффициенты искажений в прямоугольной изометрической проекции, в прямоугольной диметрической проекции?
3. Как проецируются окружности, лежащие в плоскостях проекций, в прямоугольной изометрической проекции?
4. Как проецируются окружности, лежащие в плоскостях проекций, в прямоугольной диметрической проекции?
5. Как проецируется окружность, лежащая во фронтальной плоскости проекций, в косоугольной диметрической проекции?
6. Как наносится штриховка при выполнении разрезов на аксонометрических проекциях?

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297×420 мм). На каждом листе помещается рамка чертежа и основная надпись. Размеры рамки и основной надписи, а также текст основной надписи приведены в разделе «Форматы». Текст основной надписи приводится на чертежах – примерах выполнения заданий.

Варианты индивидуальных заданий по каждой задаче выбираются согласно порядковому номеру журнала учебных занятий.

Чертежи выполняются в заданном масштабе, компоновка изображений должна быть равномерной в пределах формата листа и занимать не менее 75% рабочей площади листа. Все линии проводятся карандашом с помощью чертежных инструментов. Толщина и размеры линий берутся в соответствии с ГОСТ 2.303–68. Все надписи на чертежах должны быть выполнены шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304–81.

Изучение раздела «Проекционное черчение» рекомендуется проводить в следующем порядке:

1. Ознакомиться с условием задачи и указаниями по ее выполнению.
2. Изучить соответствующий материал по теме и ответить на вопросы для самоконтроля.
3. Изучить правила выполнения чертежей.
4. Выполнить чертеж в той последовательности, которая приведена в методических указаниях, внимательно ознакомившись с примером выполнения чертежа данной задачи.

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задача 1

По наглядному изображению детали построить три основных вида (спереди, сверху, слева), нанести размеры. Варианты индивидуальных заданий приведены на стр. 47 – 55.

Указания по выполнению задачи:

1. Изучить правила построения основных видов, обратив особое внимание на расположение видов, проекционную связь между изображениями.

2. Внимательно ознакомиться с конструкцией детали по ее наглядному изображению и определить основные геометрические тела, из которых она состоит.

3. Выбрать главный вид детали, учитывая ее геометрическую форму, и рациональное размещение всех видов на поле чертежа.

4. Построить три основных вида детали, соблюдая проекционную связь и равномерно используя поле чертежа. Линии невидимого контура детали показать штриховыми линиями.

5. Нанести размеры детали.

Примечание. На деталях все отверстия сквозные.

Пример выполнения чертежа детали (рис. 119) представлен на рис. 120.

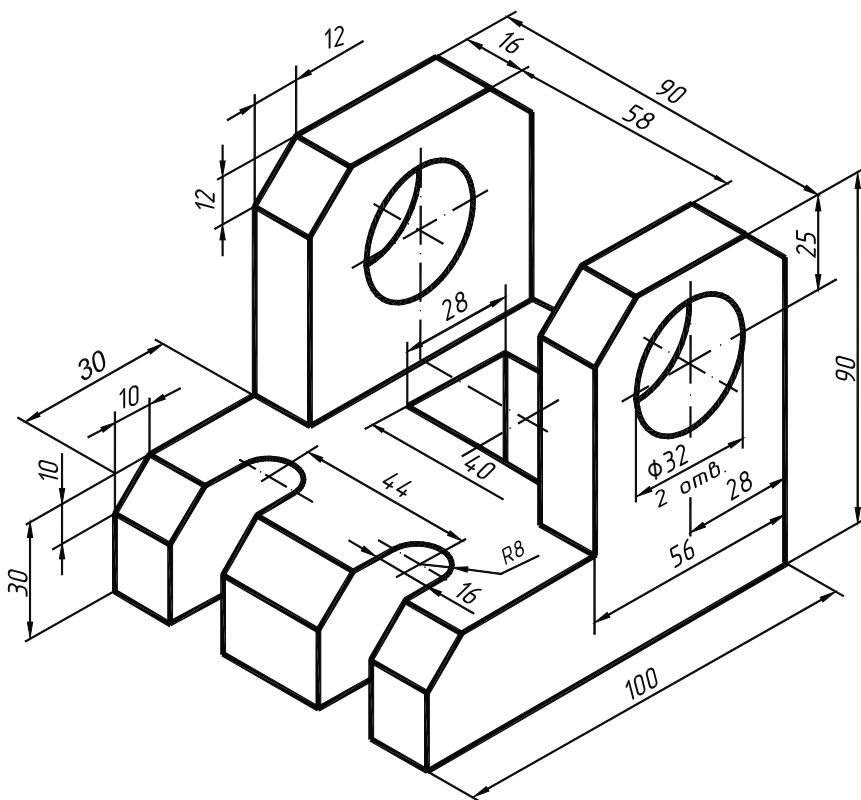
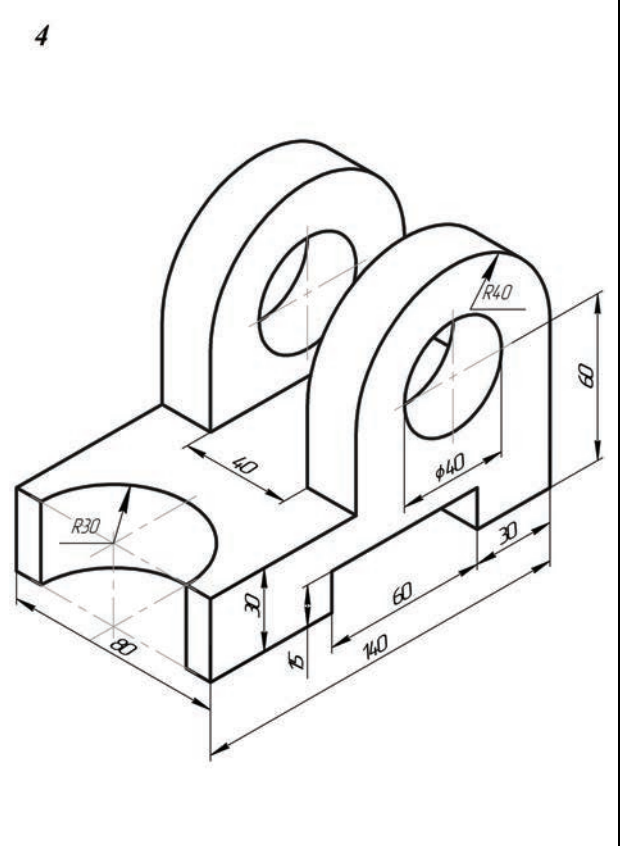
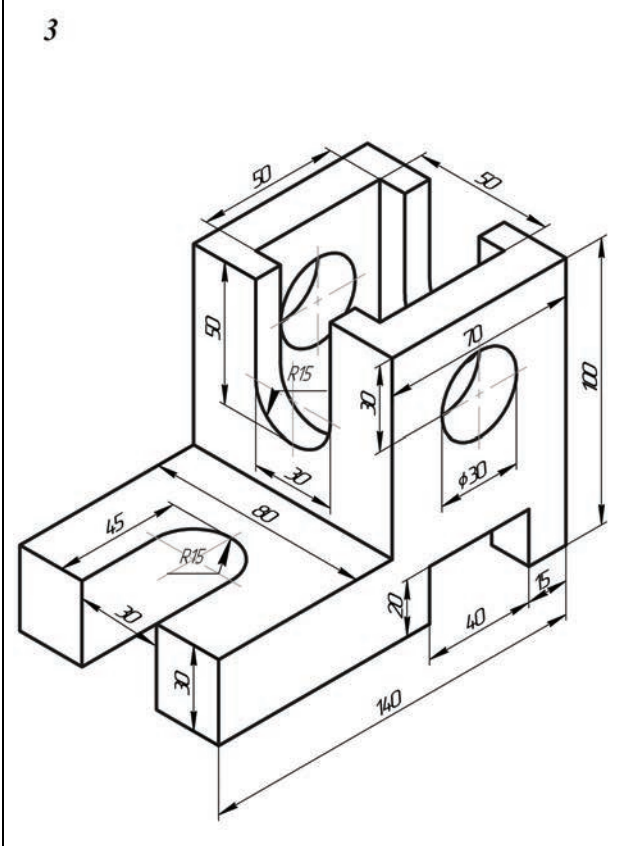
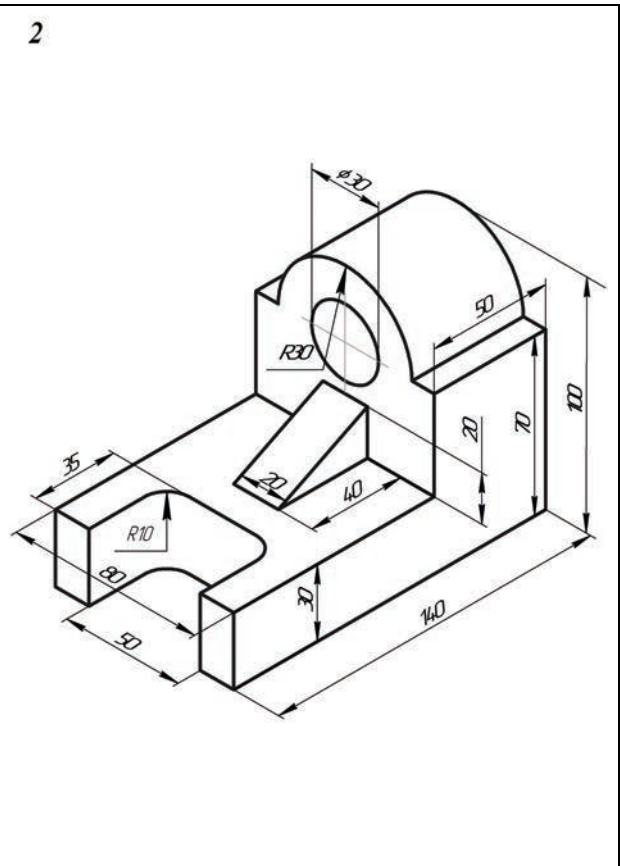
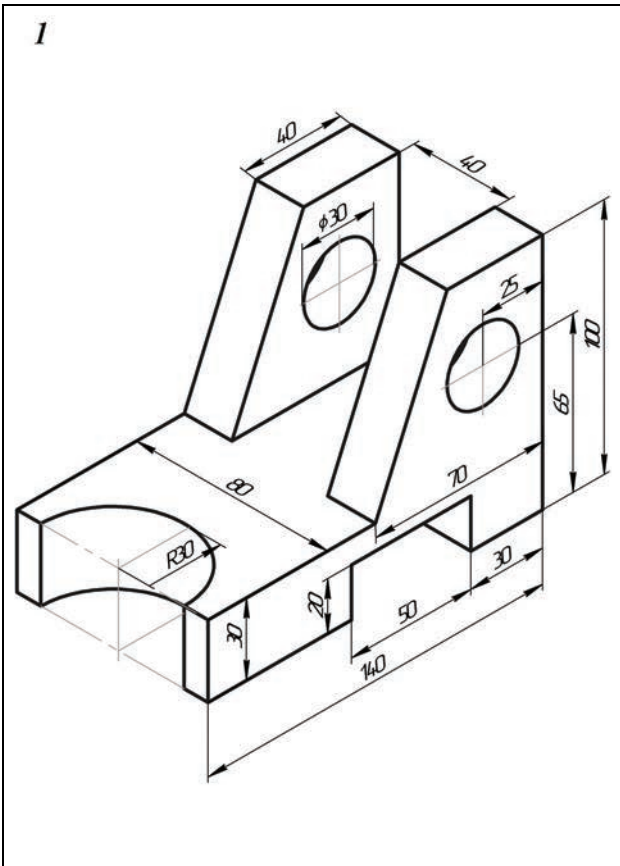
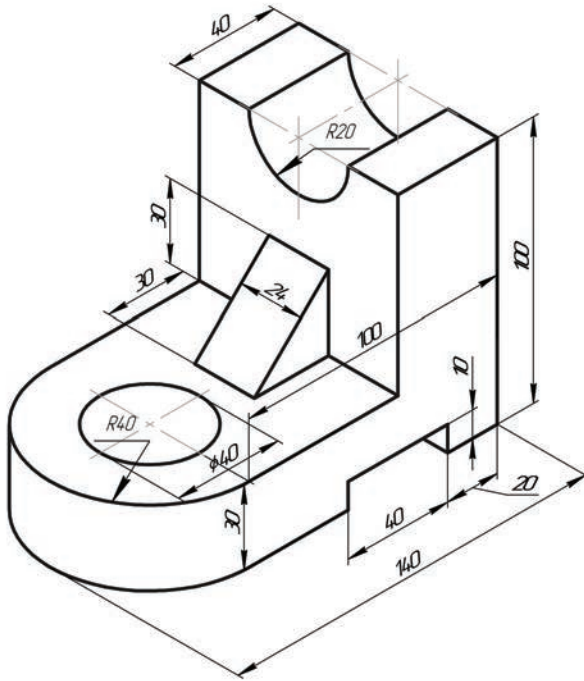


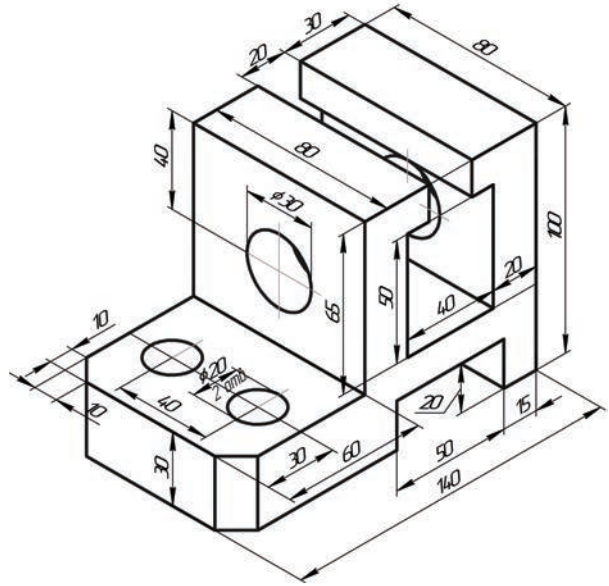
Рис. 119



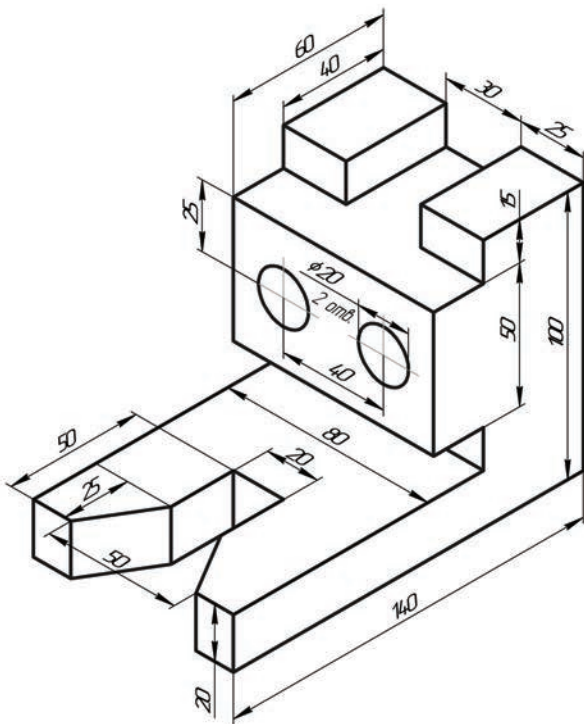
5



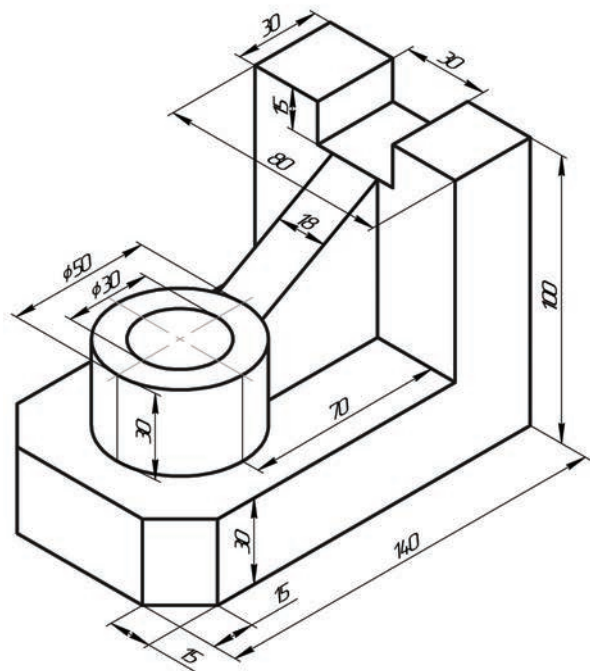
6



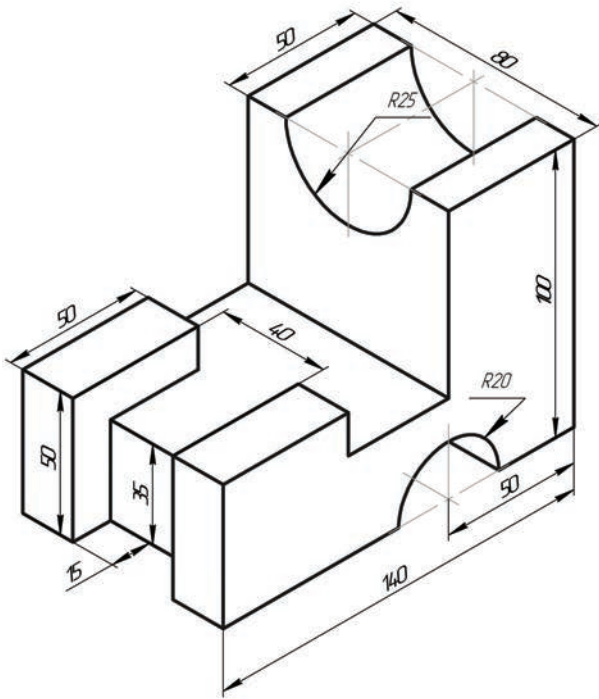
7



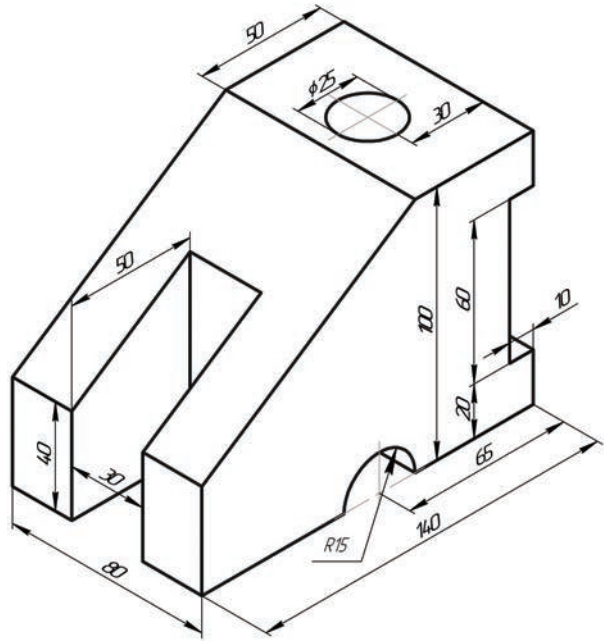
8



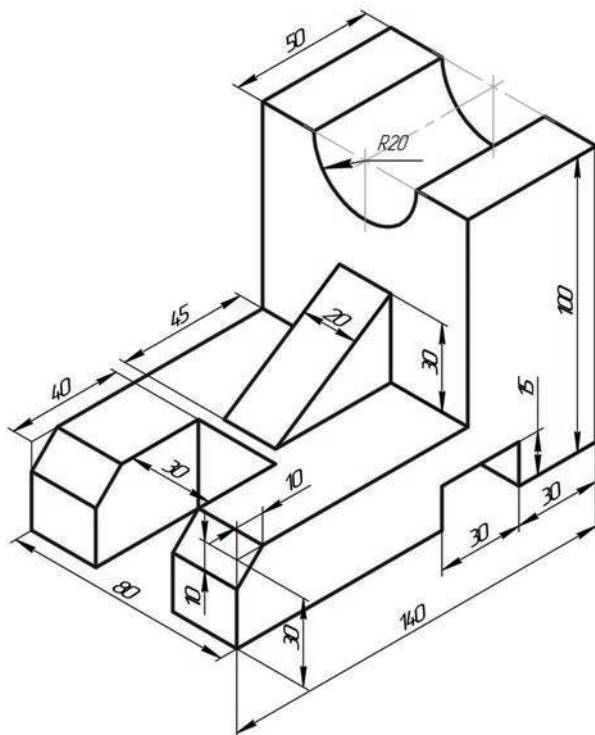
9



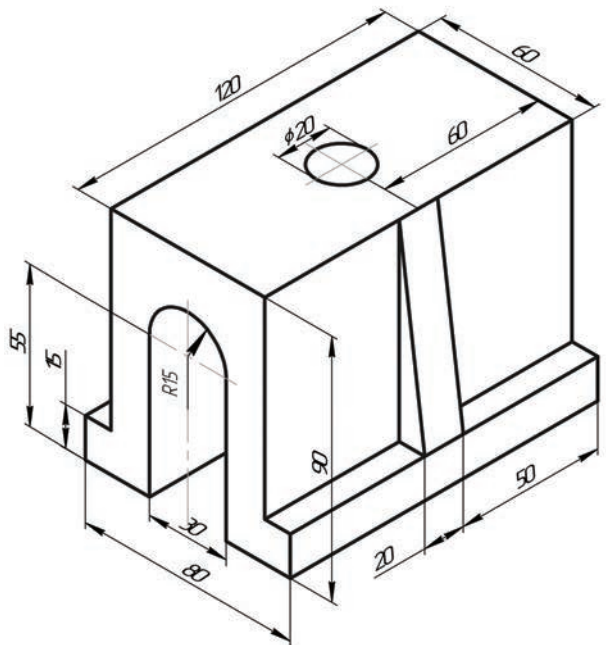
10



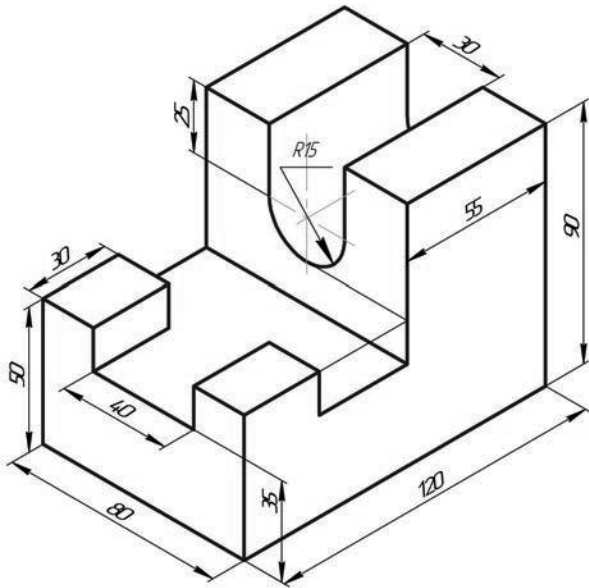
11



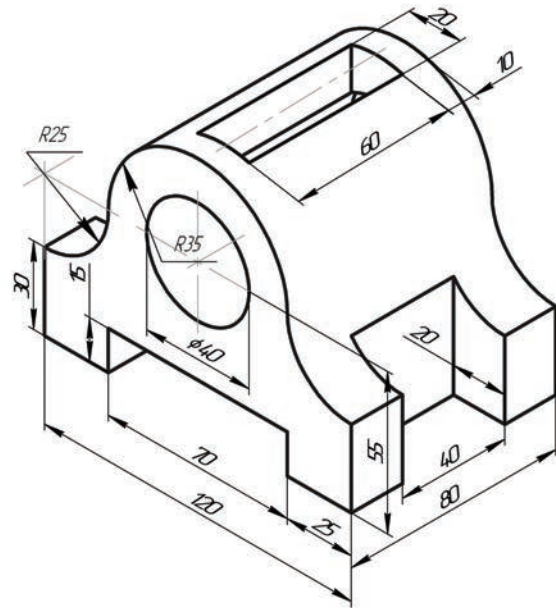
12



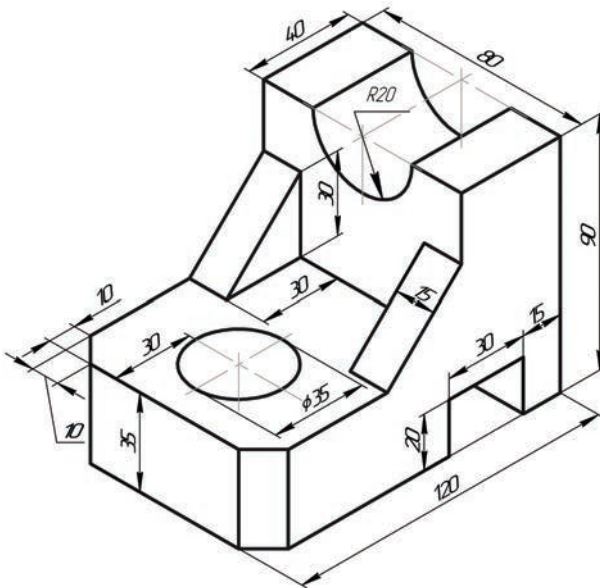
13



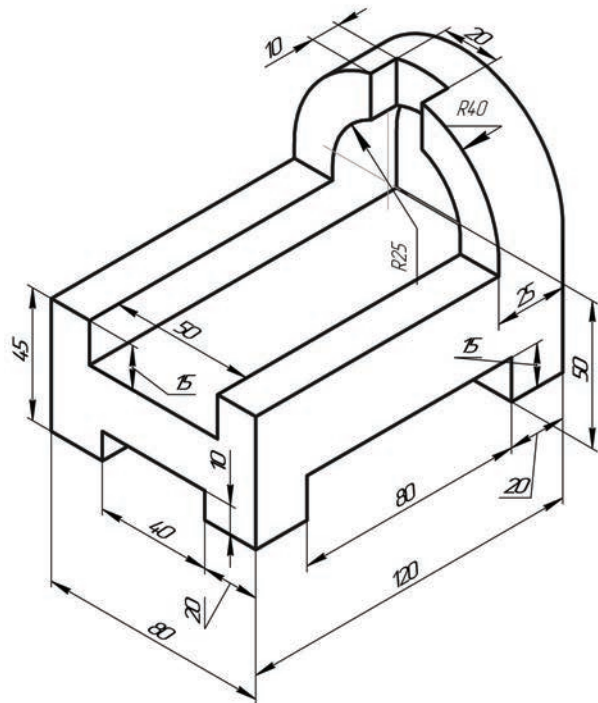
14



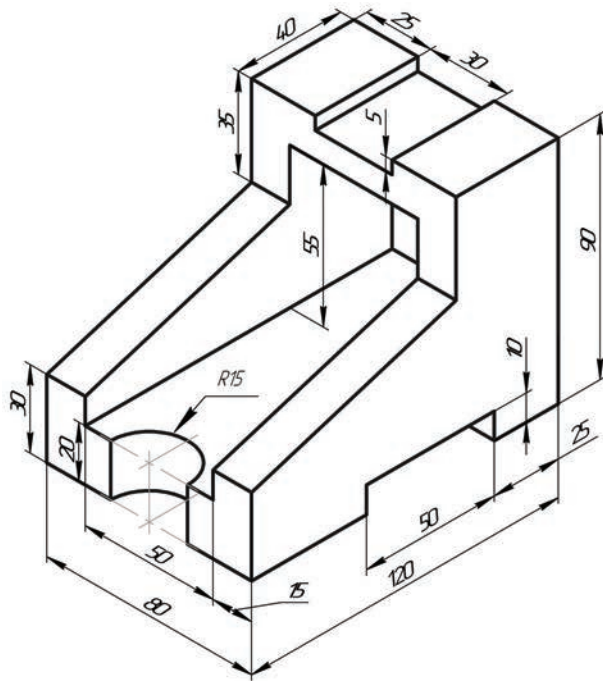
15



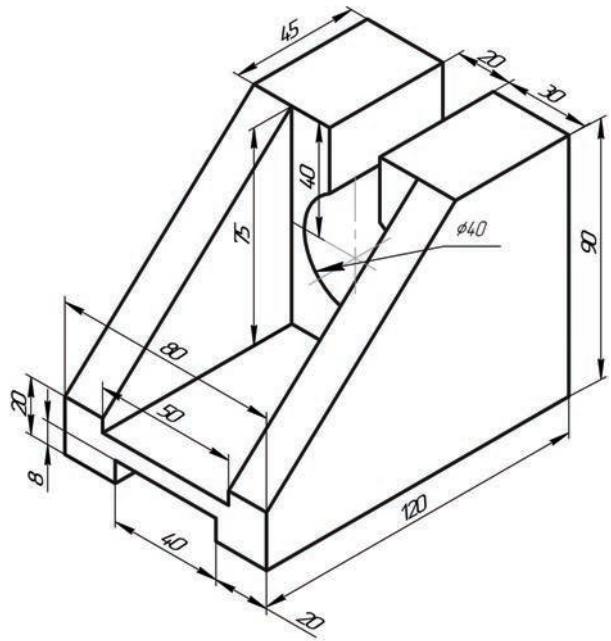
16



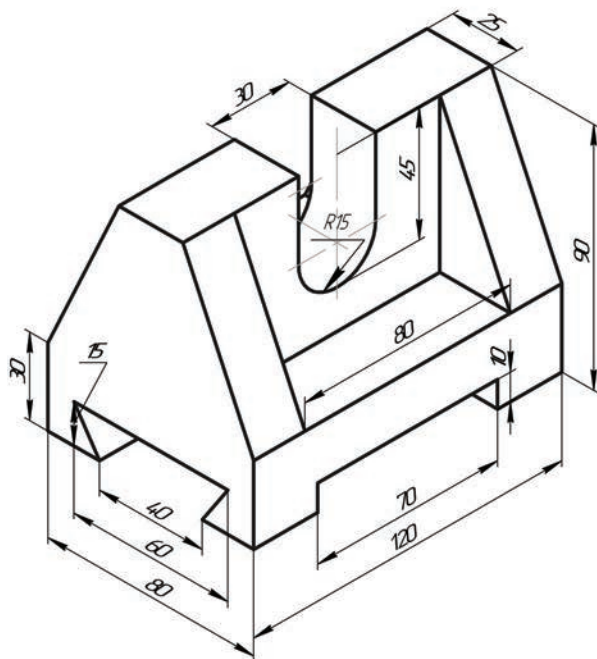
17



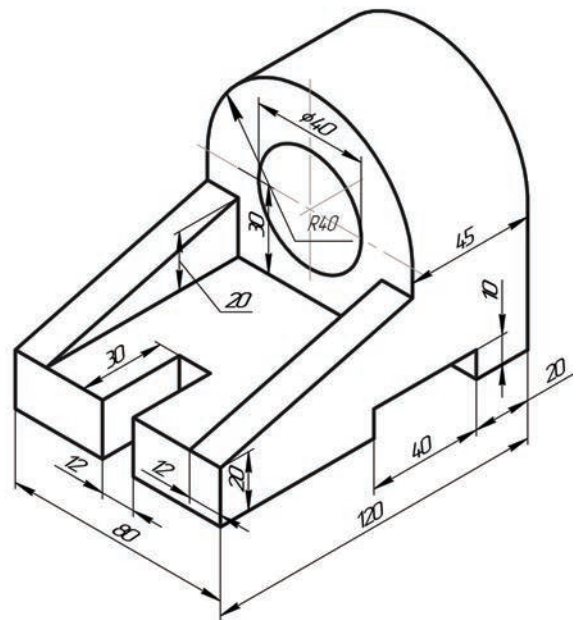
18



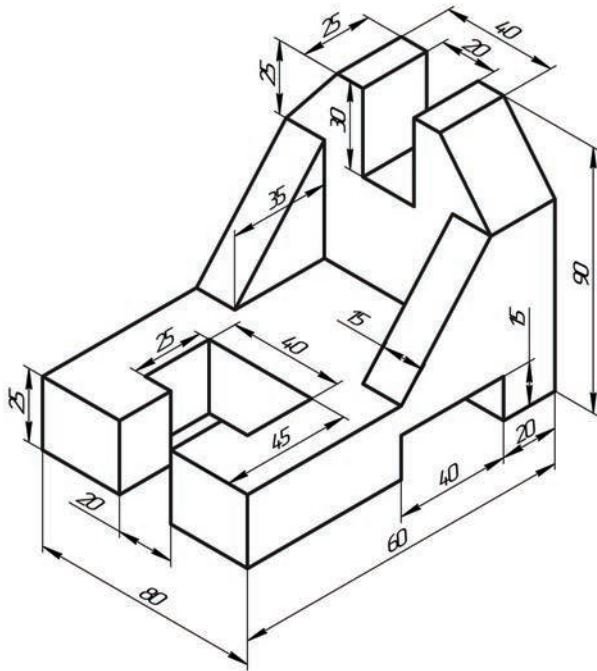
19



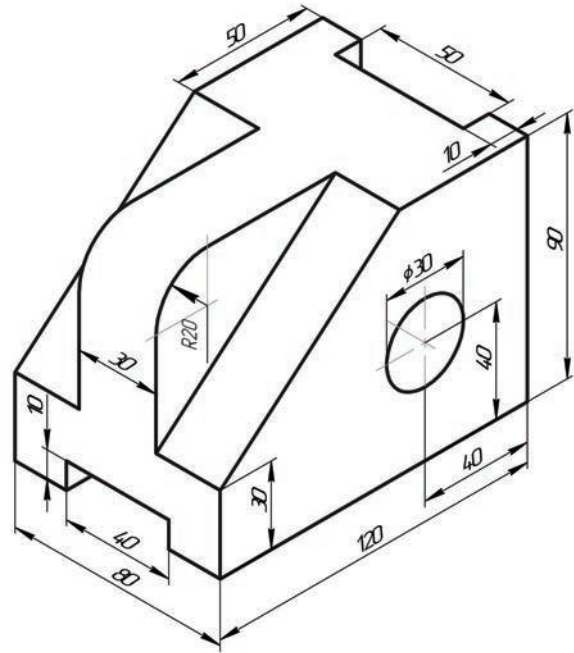
20



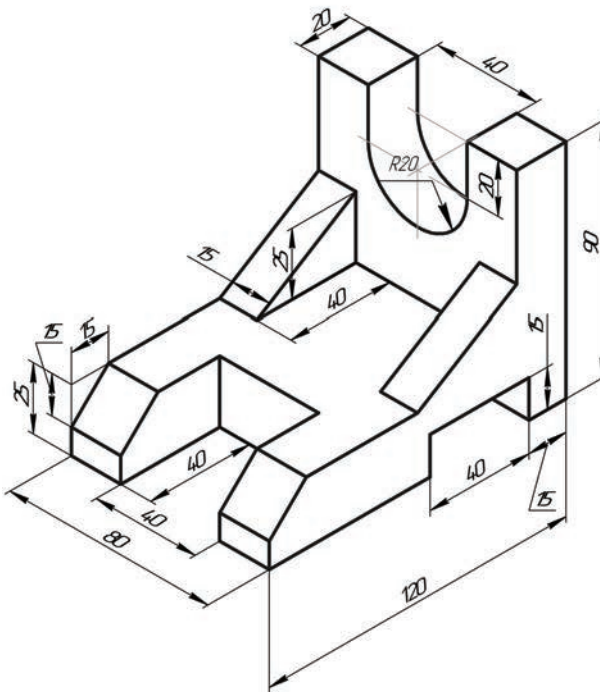
21



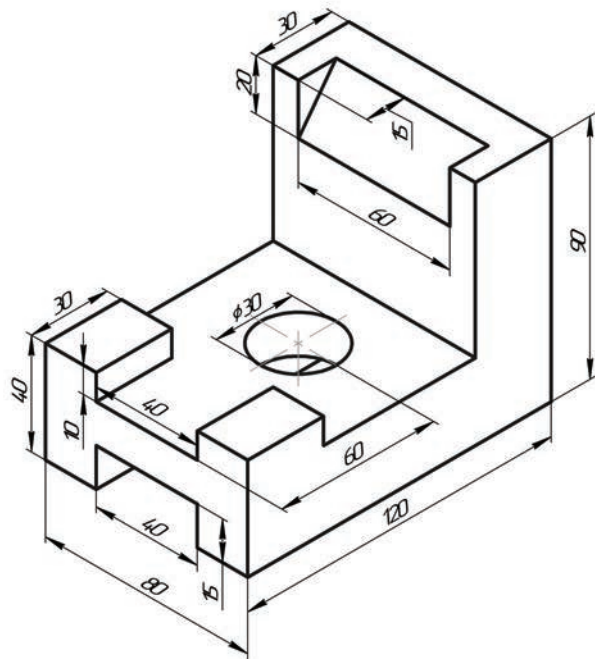
22



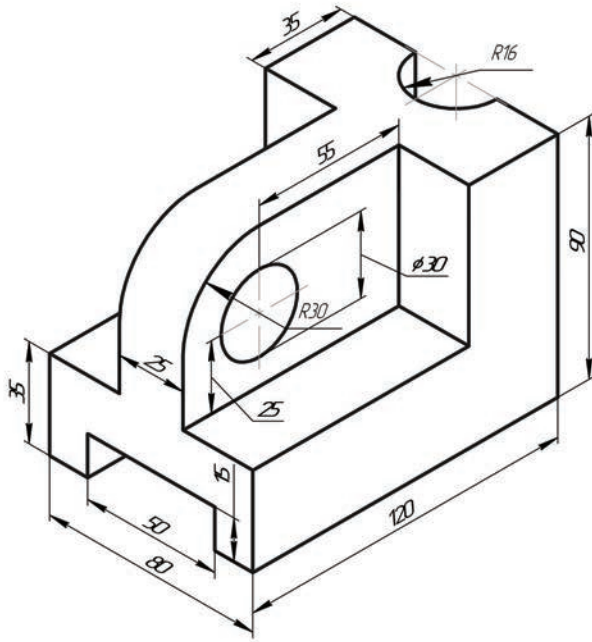
23



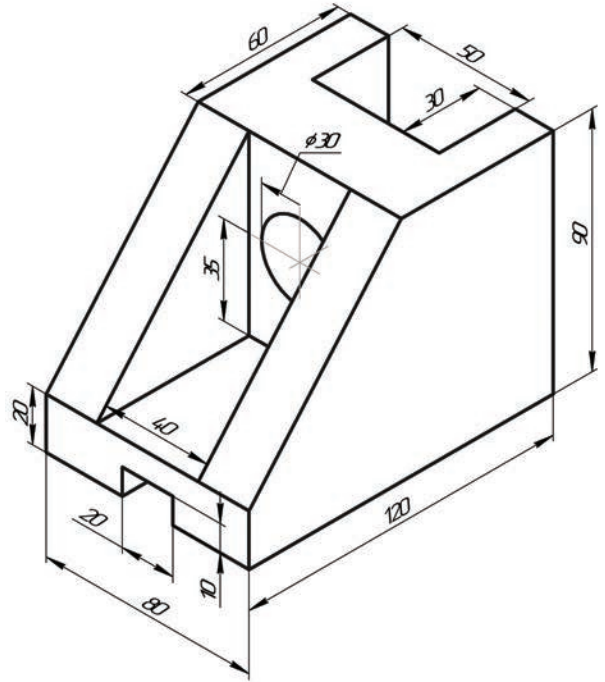
24



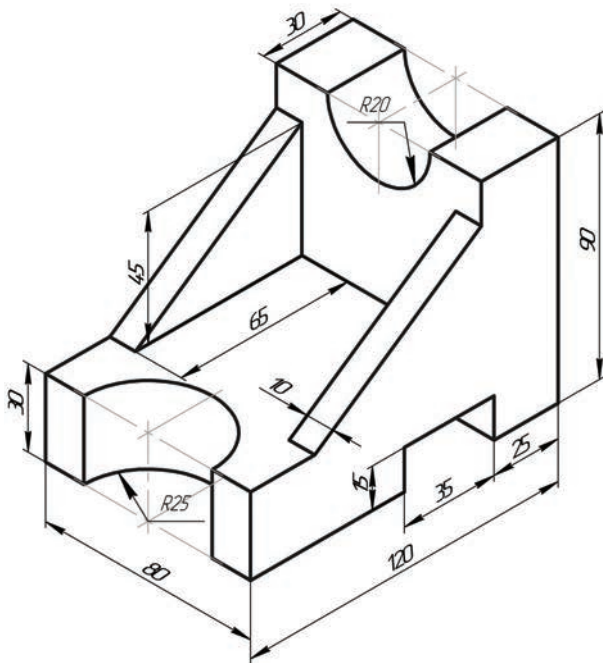
25



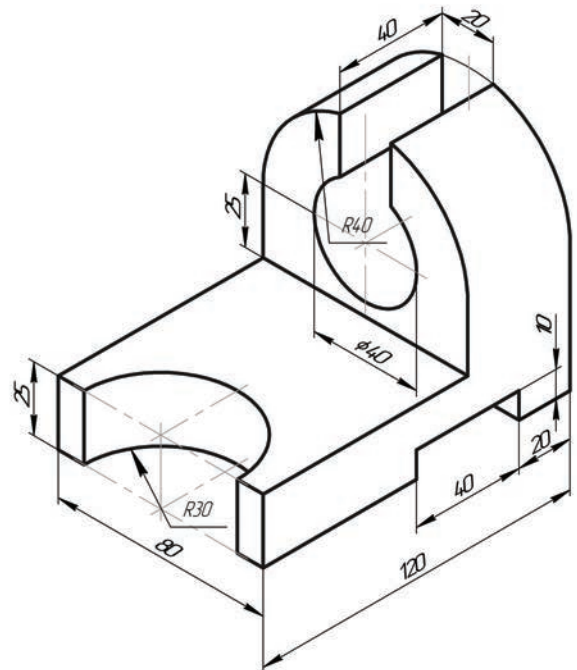
26



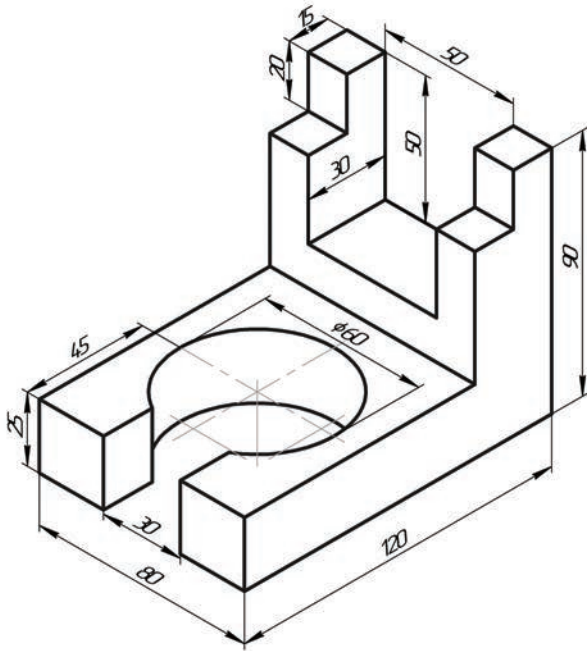
27



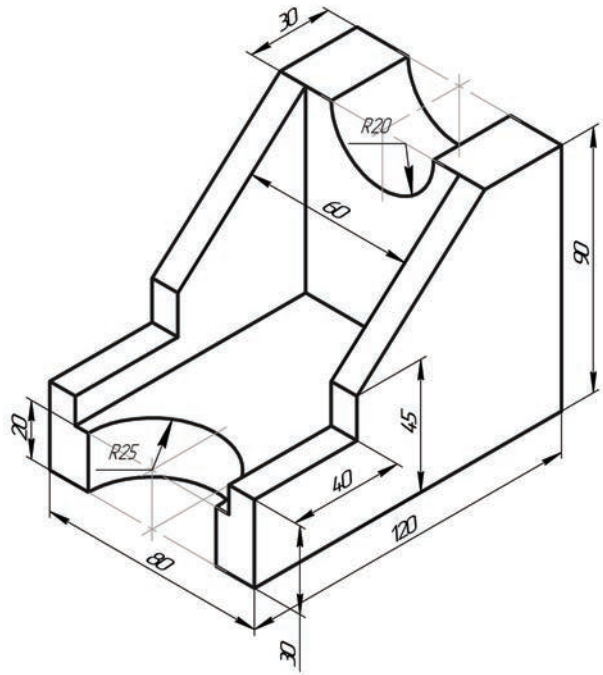
28



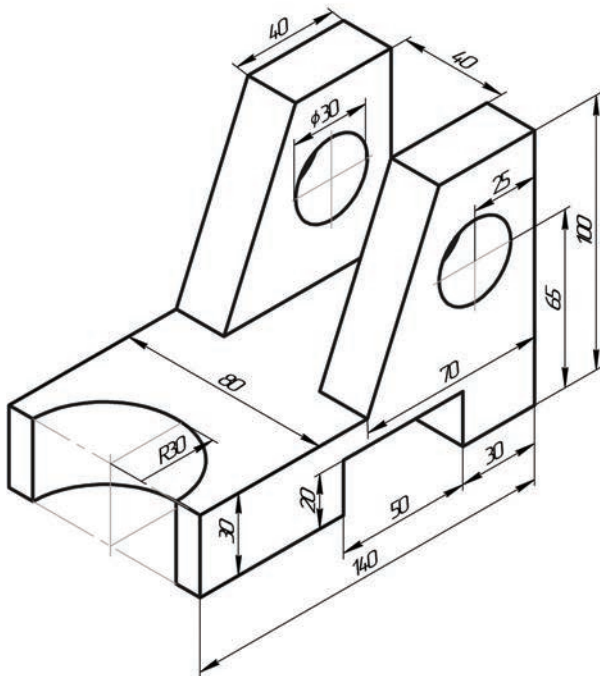
29



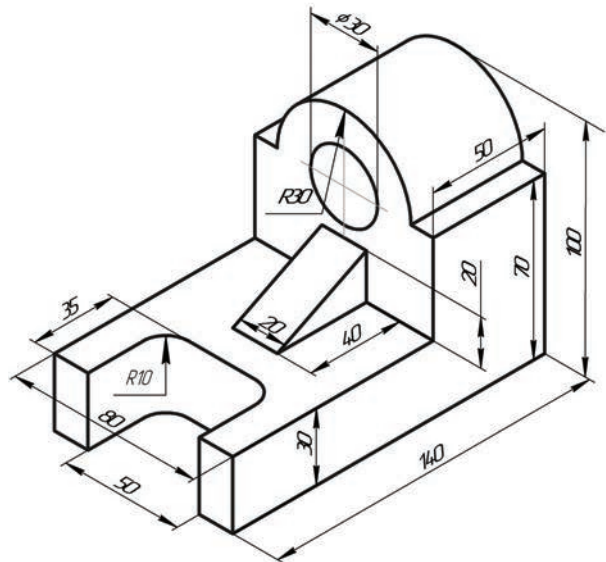
30



31



32



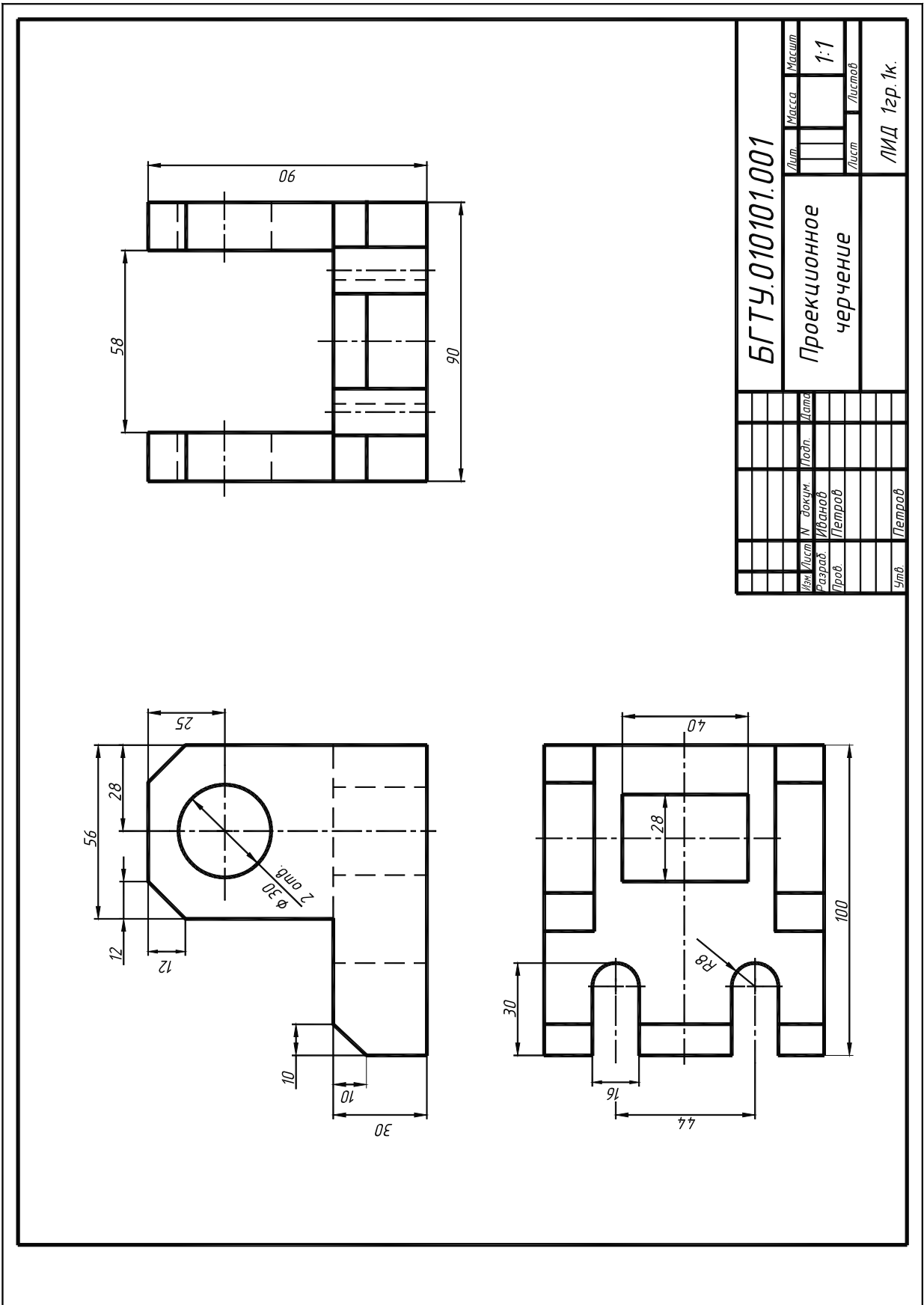
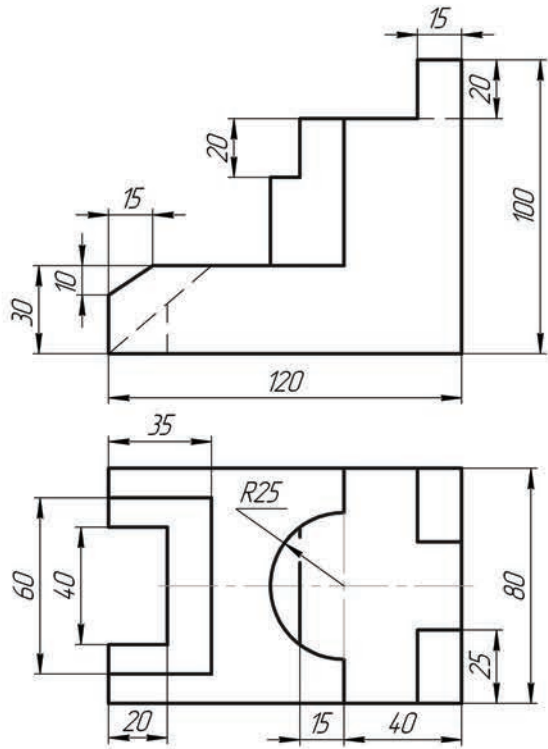
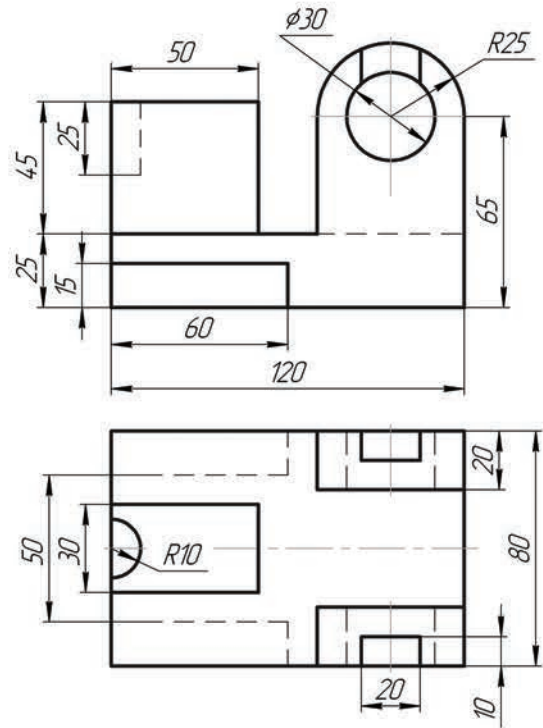


Рис. 120

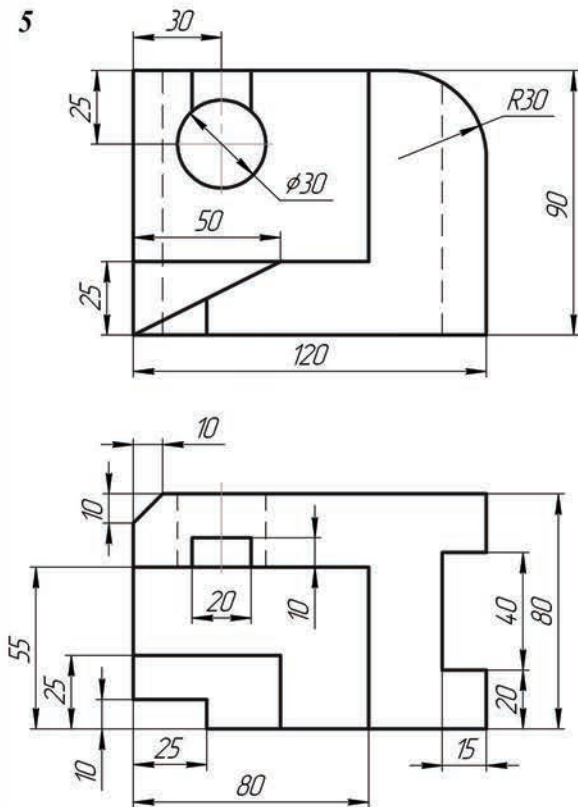
3



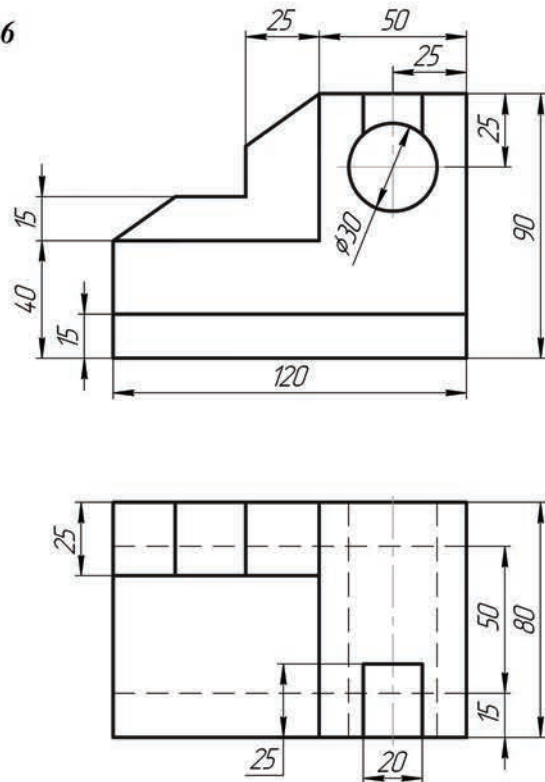
4



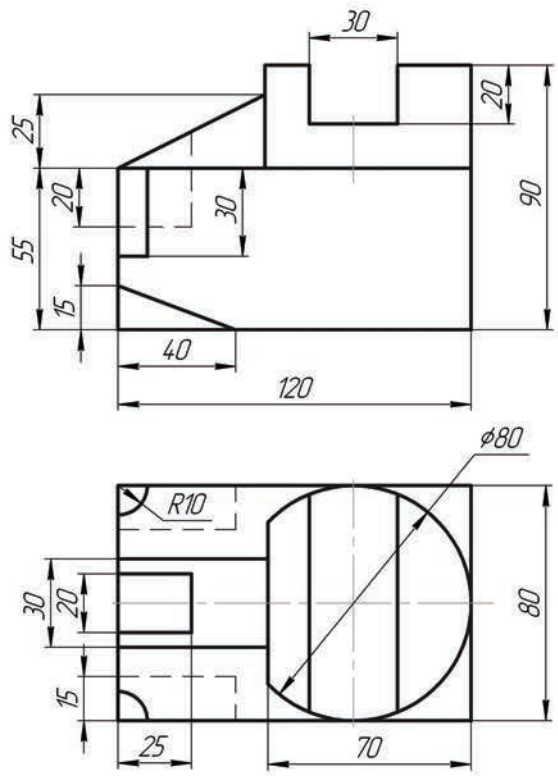
5



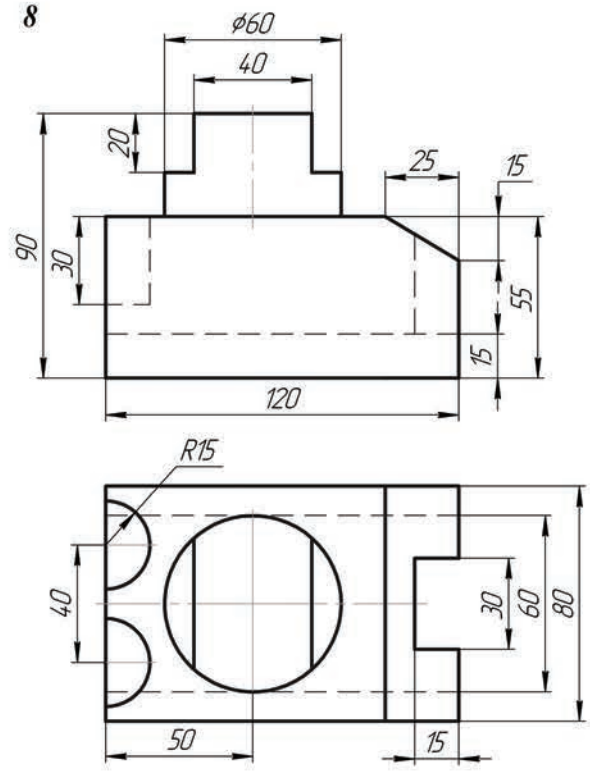
6



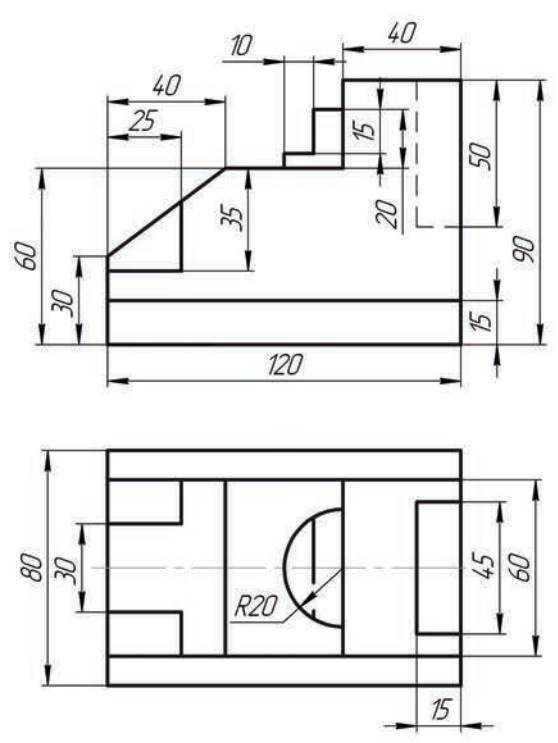
7



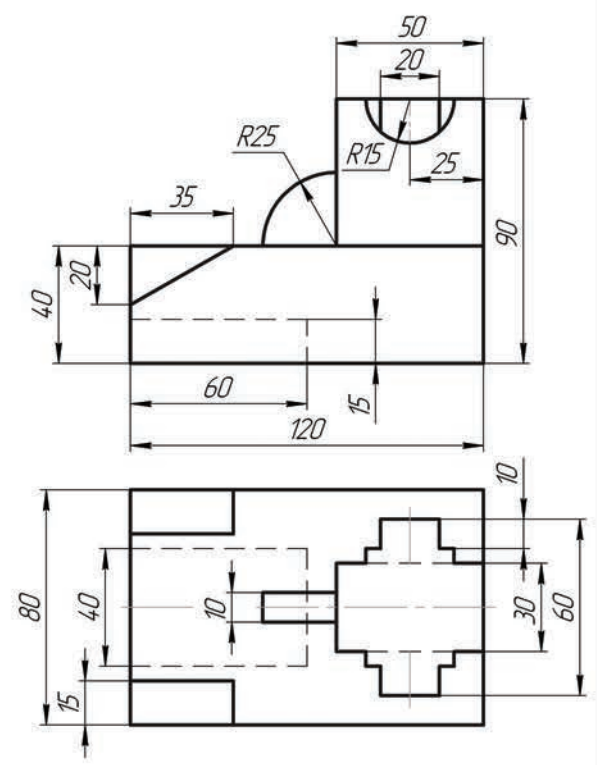
8



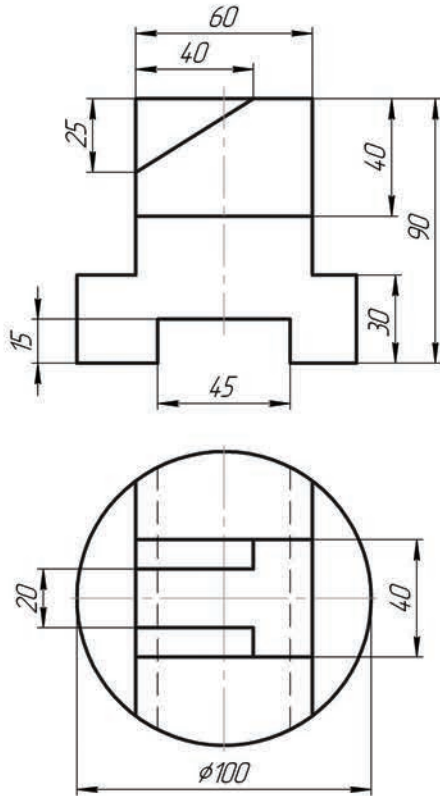
9



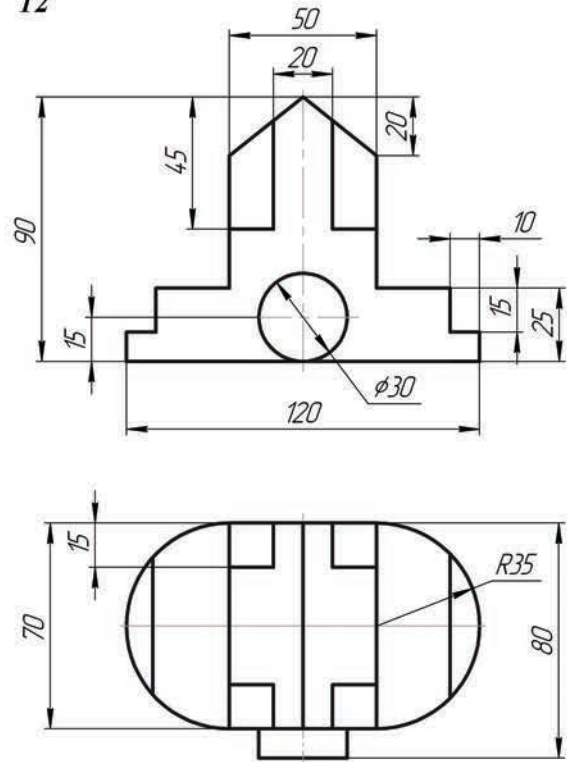
10



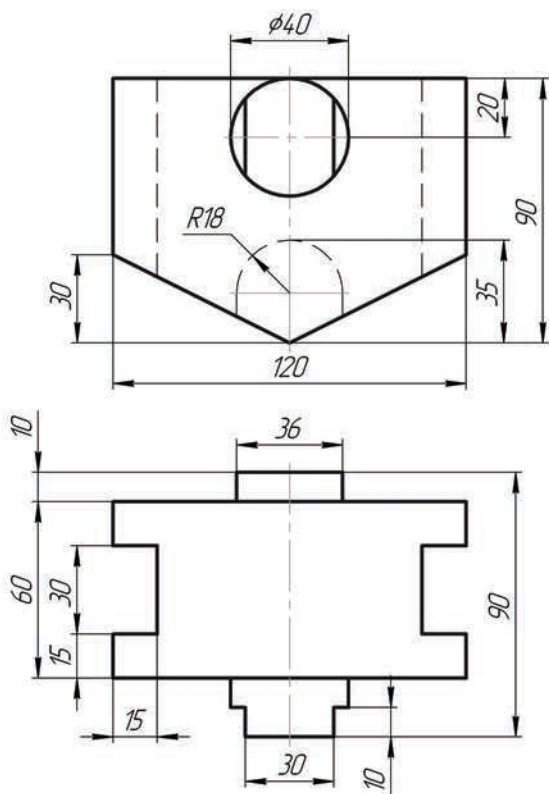
11



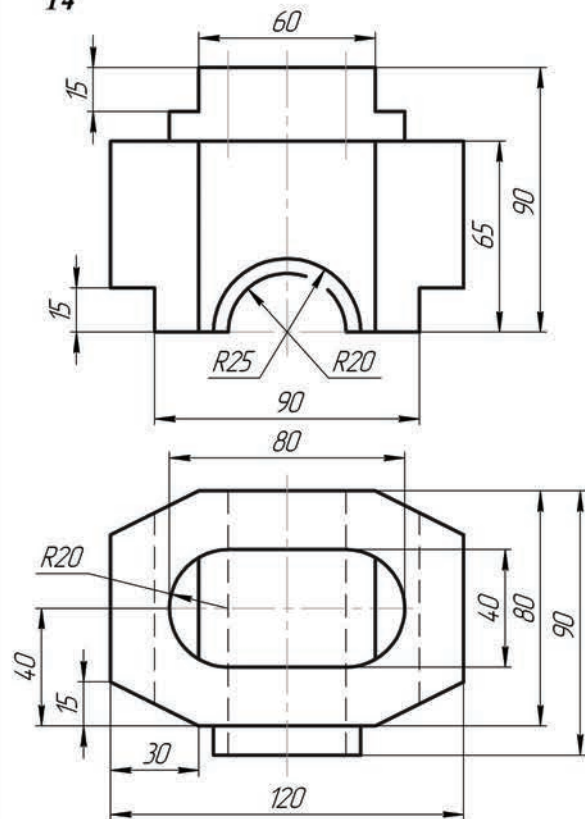
12



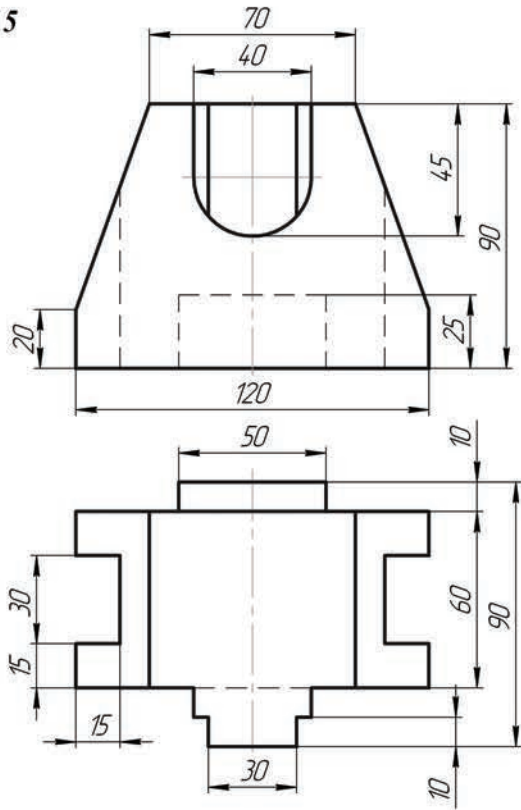
13



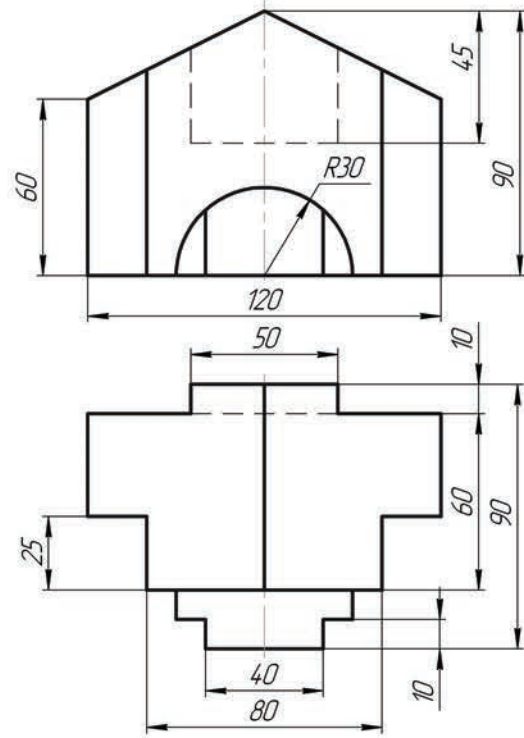
14



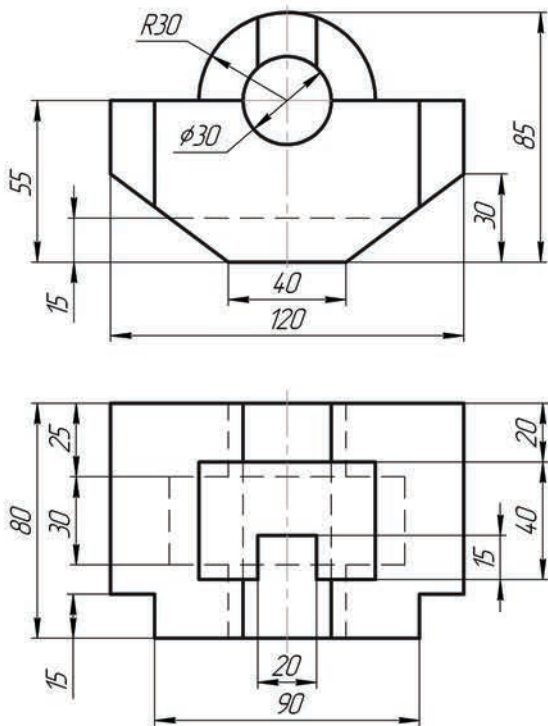
15



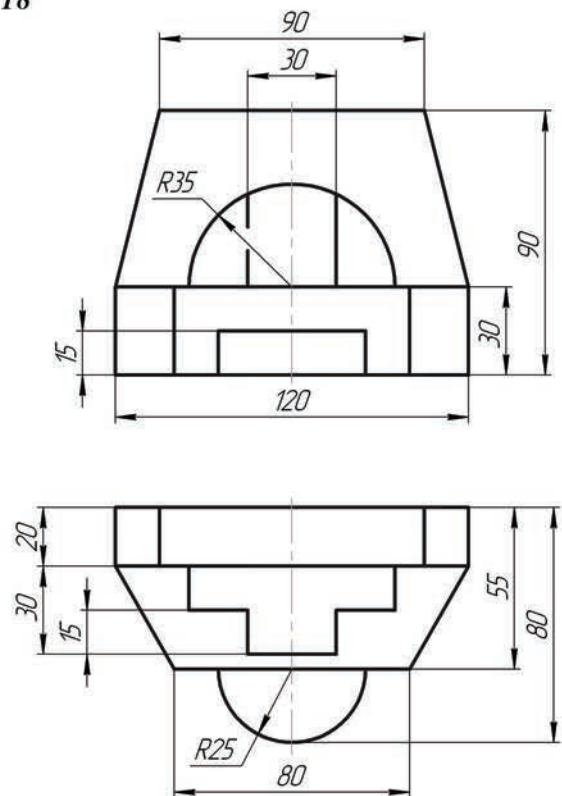
16



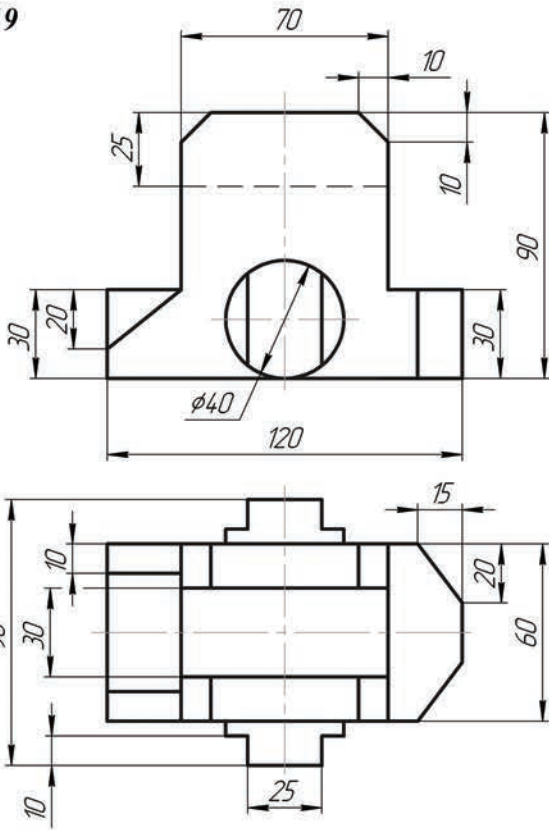
17



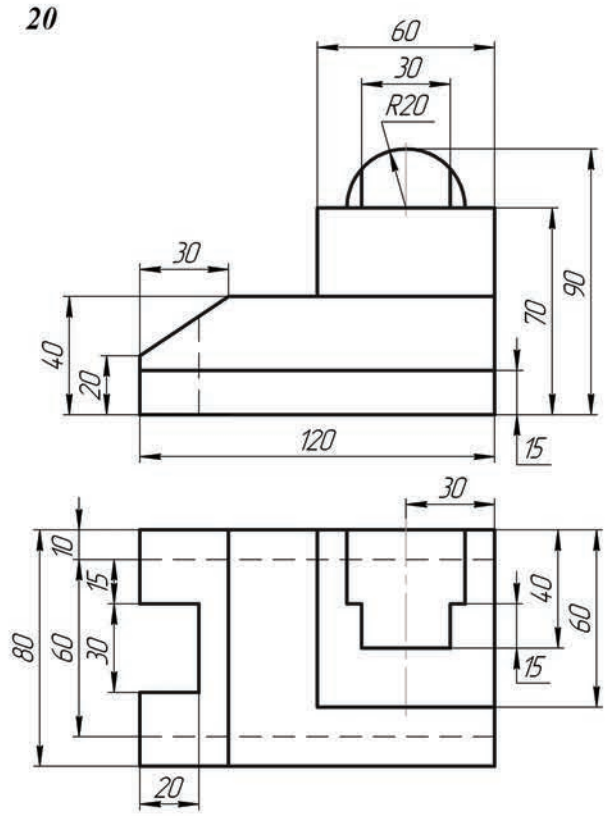
18



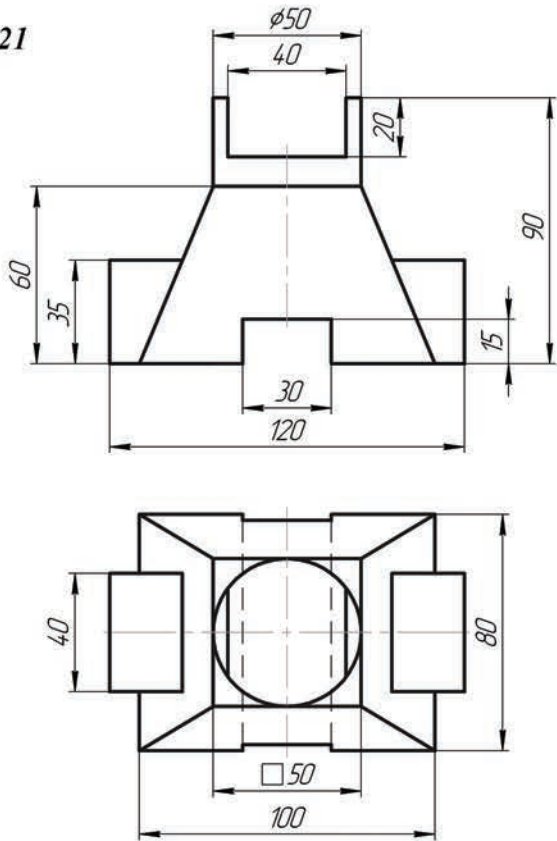
19



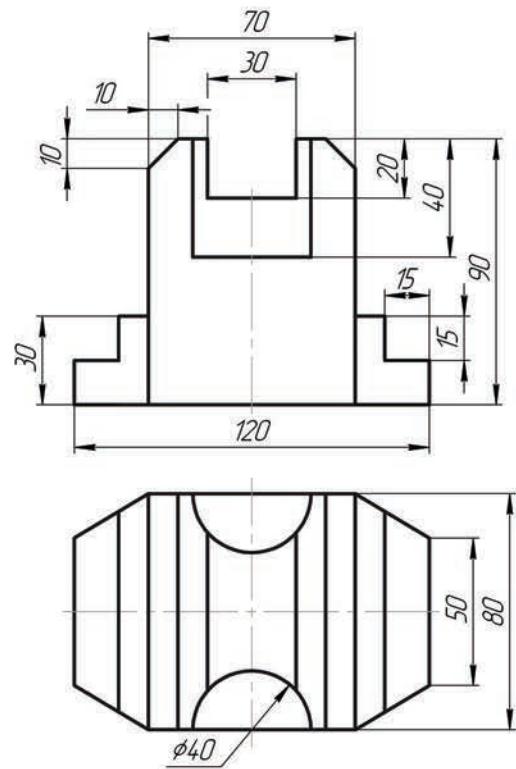
20



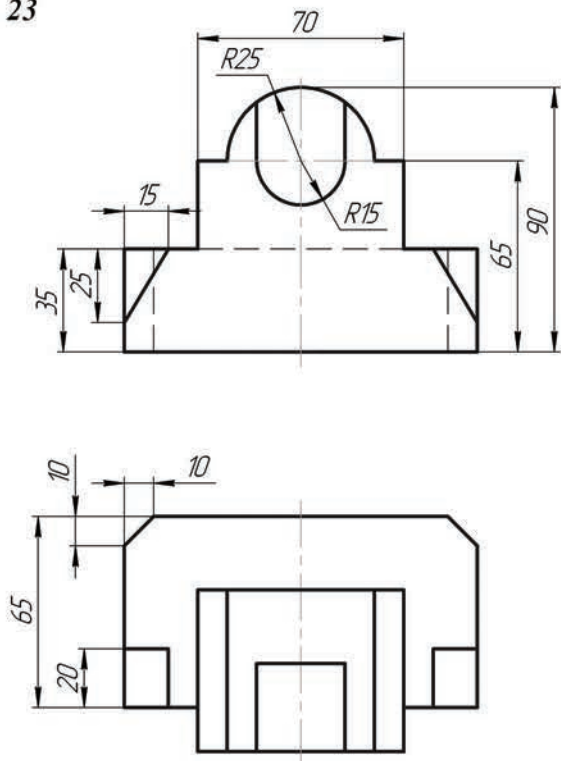
21



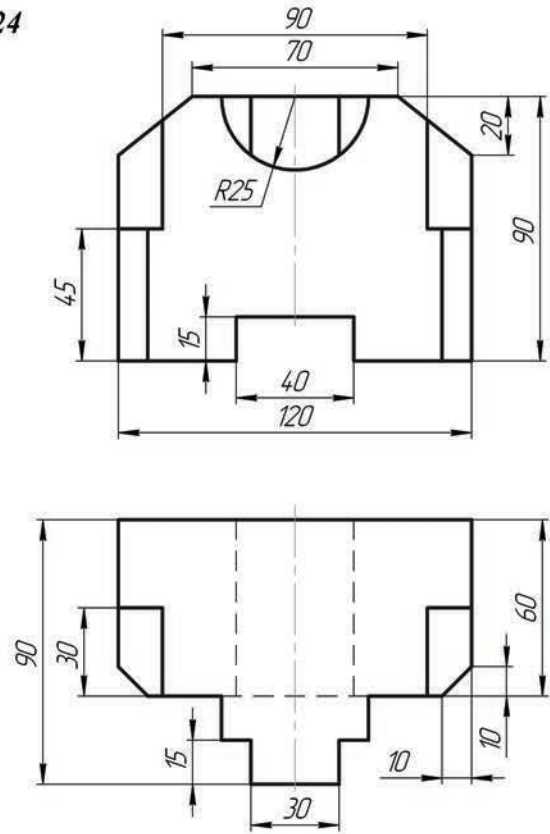
22



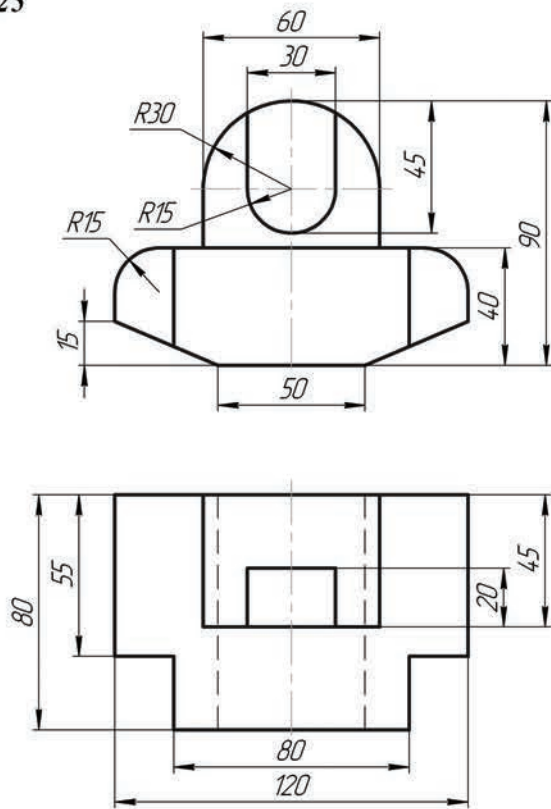
23



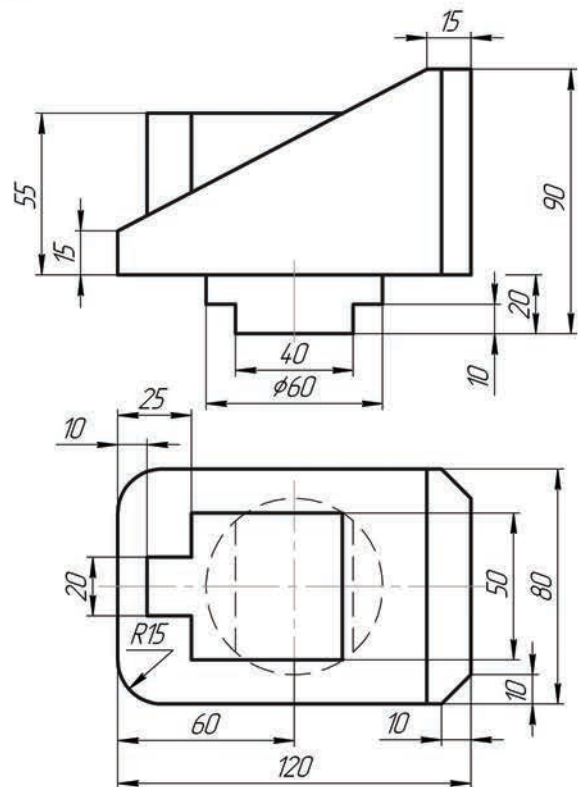
24



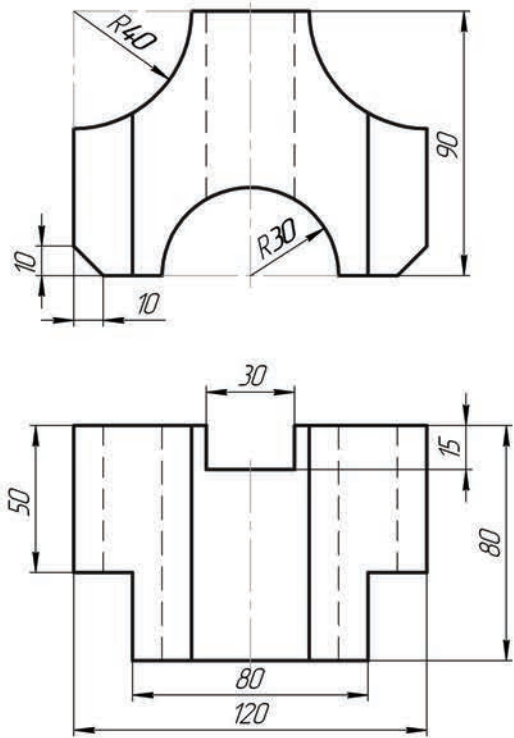
25



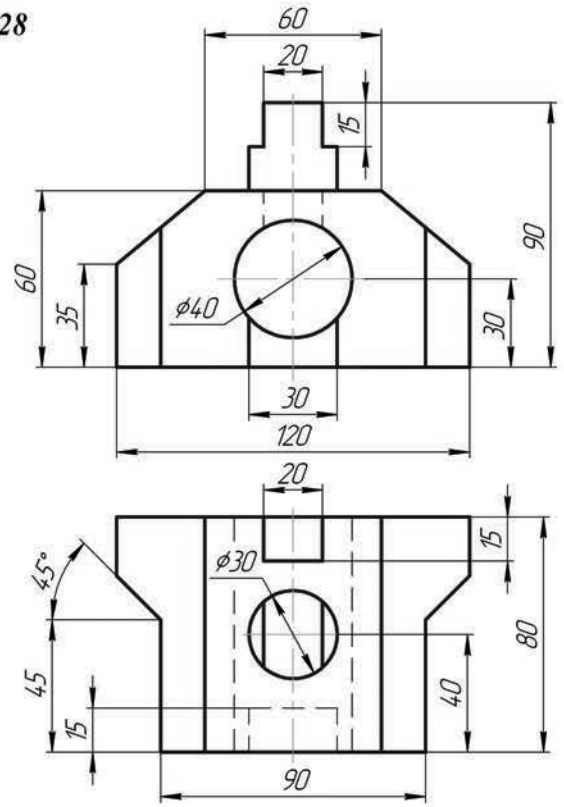
26



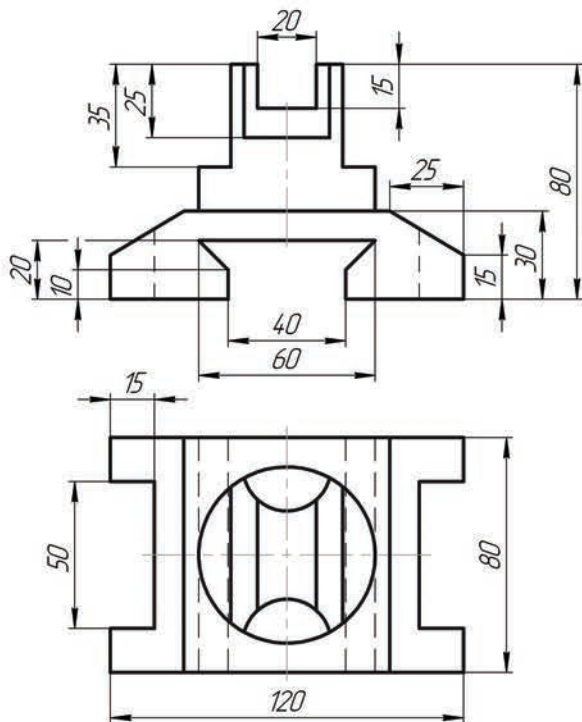
27



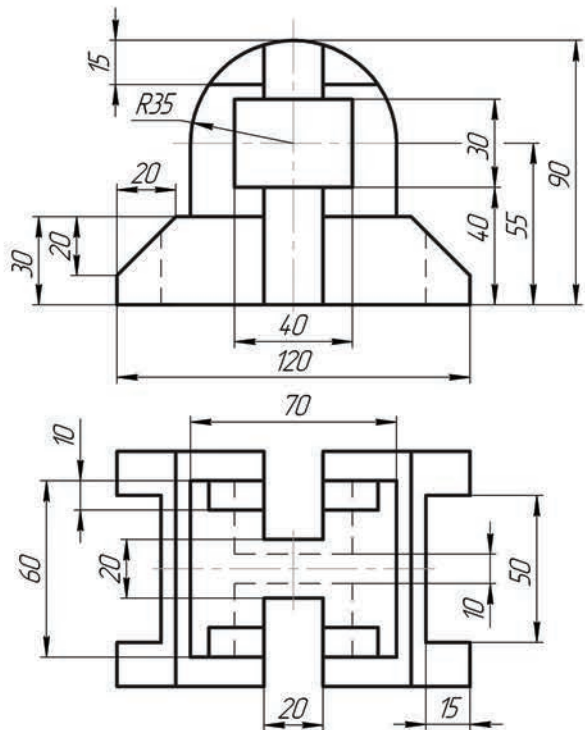
28



29



30



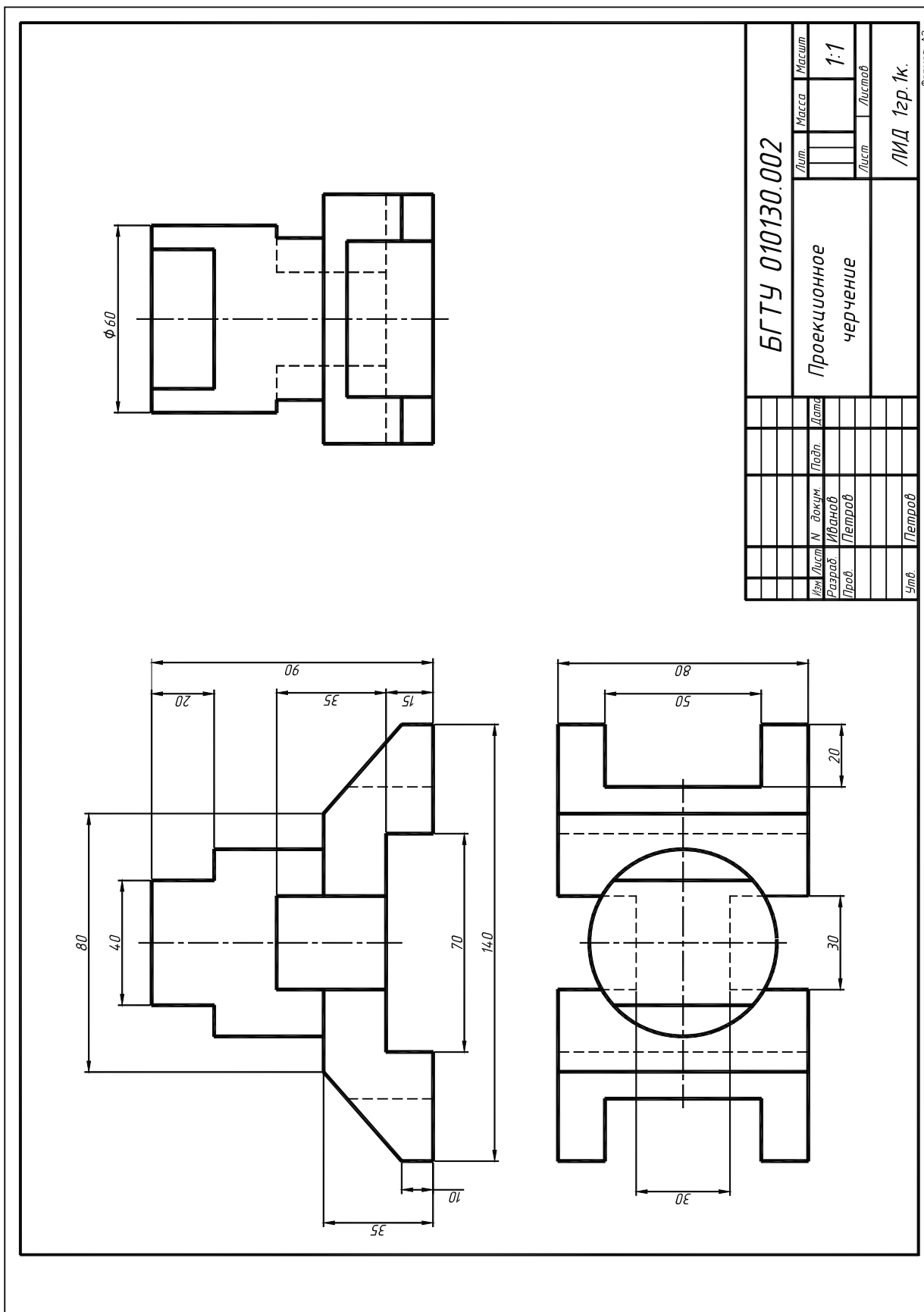


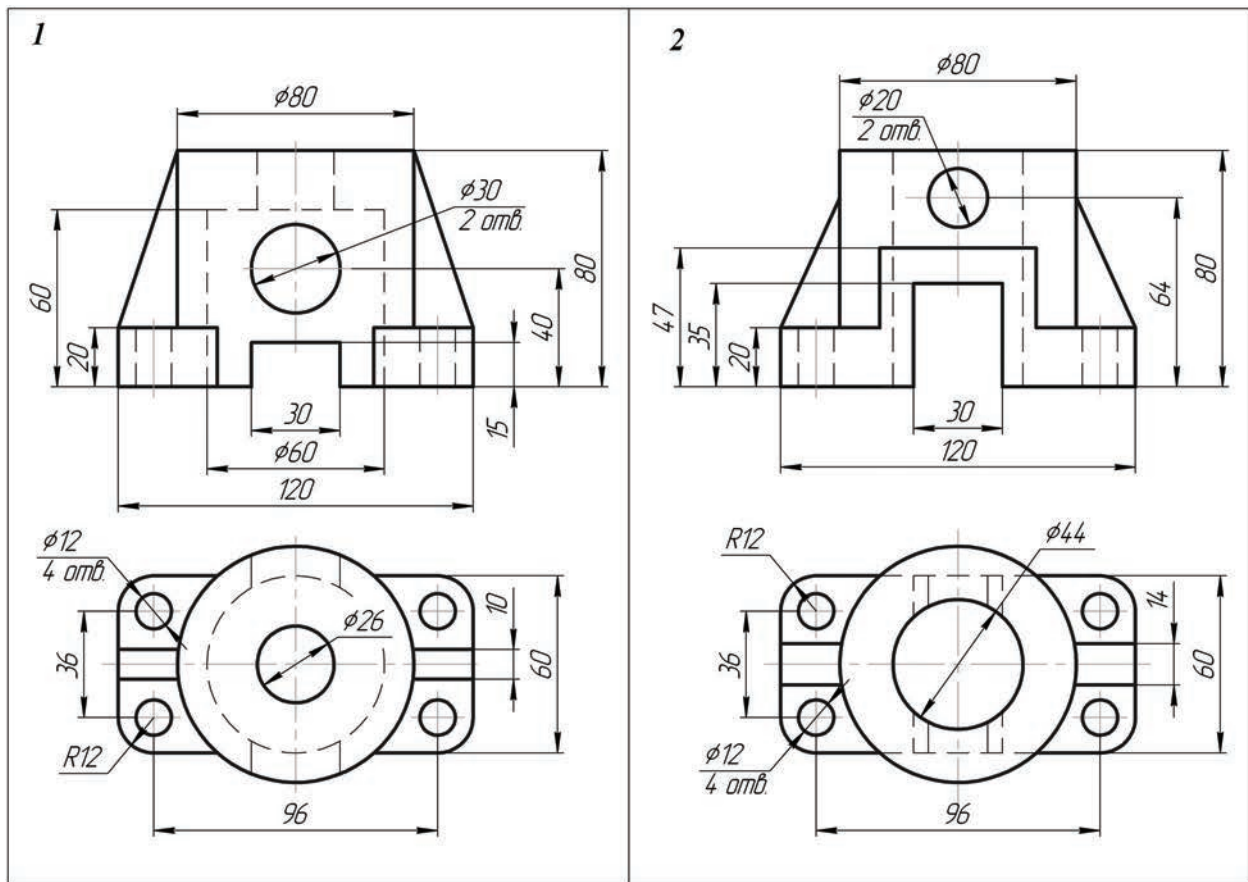
Рис. 121

Задача 3

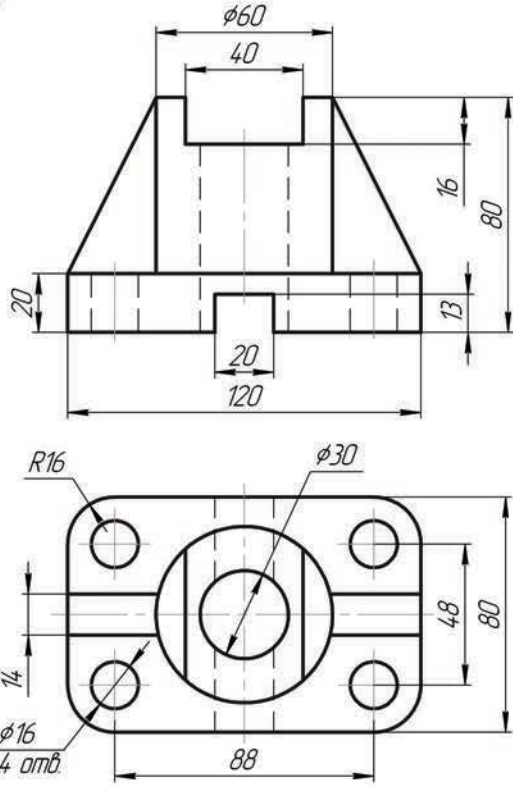
По двум видам детали (спереди и сверху) построить вид слева, выполнить на этих видах целесообразные простые разрезы, нанести размеры. Варианты индивидуальных заданий приведены на с. 66–73.

Указания по выполнению задачи:

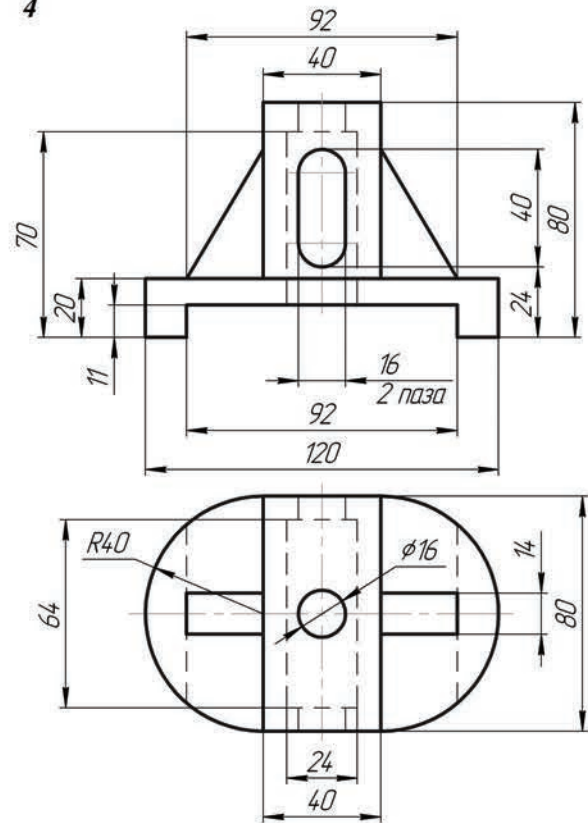
1. Изучить правила выполнения и обозначения простых разрезов.
2. Изучить заданные виды детали и мысленно представить себе ее внешнее и внутреннее строение.
3. Построить по заданным размерам в тонких линиях главный вид и вид сверху.
4. Построить вид слева в проекционной связи с заданными видами, применяя штриховые линии для изображения невидимого внутреннего контура детали.
5. Выполнить целесообразные простые разрезы, разместив их на соответствующих видах. Для симметричных изображений совместить половину вида с половиной разреза.
6. Нанести размеры детали, используя для этого все три проекции.
7. Обвести линии видимого контура, включая окружности и другие кривые линии, мягким карандашом, толщина линий 0,8–1,0 мм.
8. Заполнить основную надпись и проверить правильность всех построений.
9. Пример выполнения чертежа представлен на рис. 122 пособия.



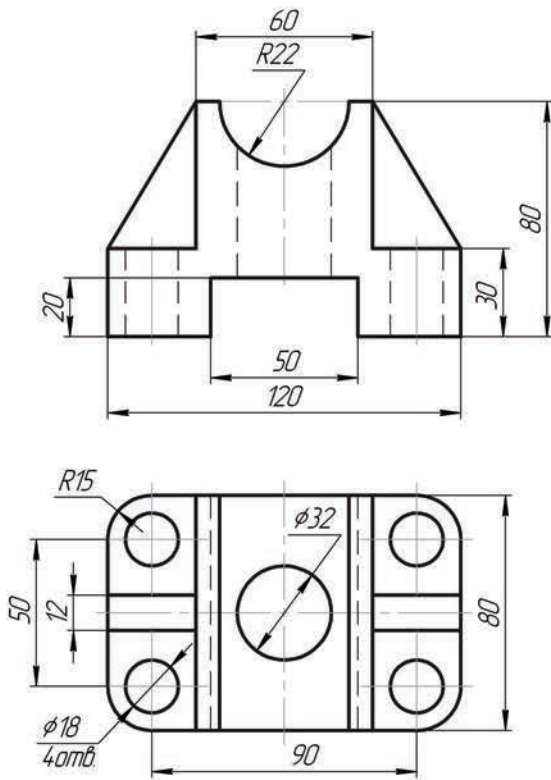
3



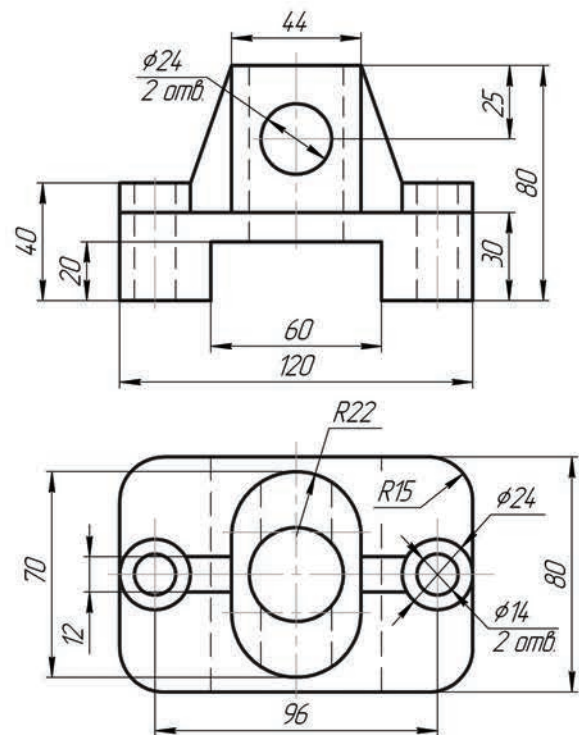
4



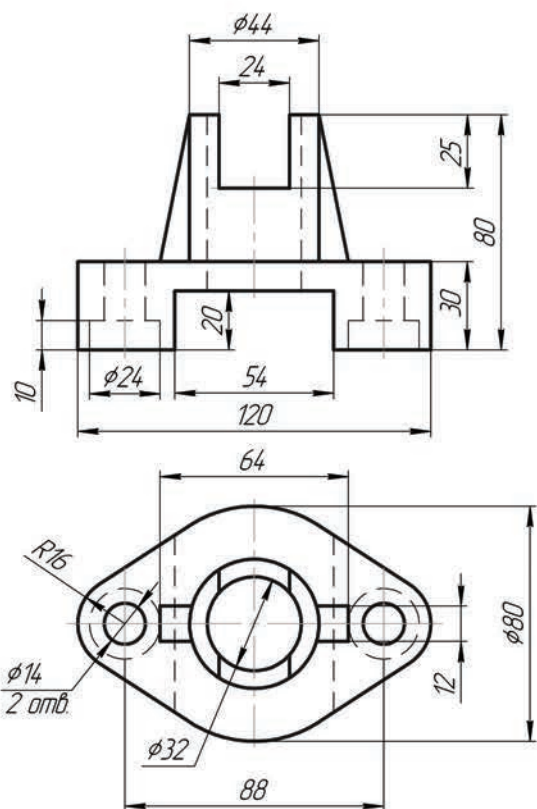
5



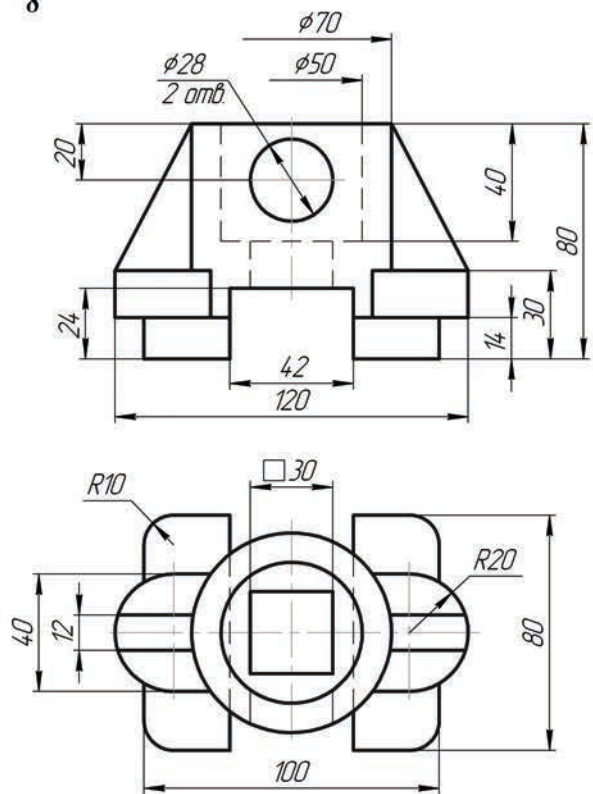
6



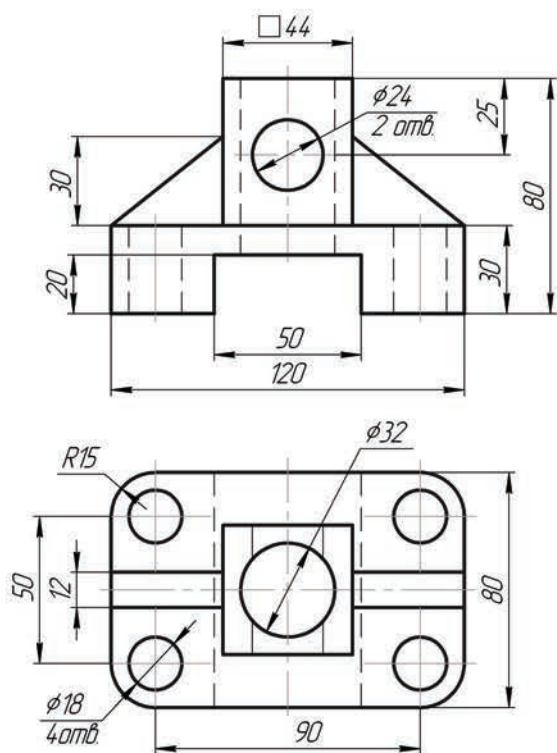
7



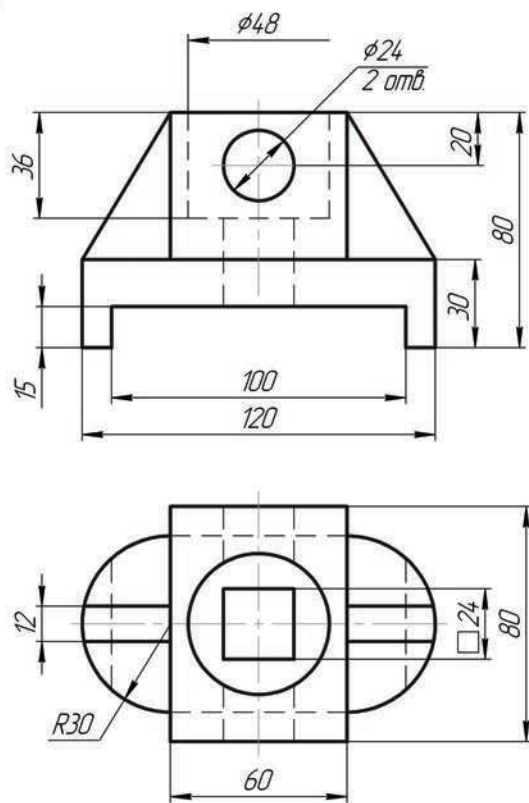
8



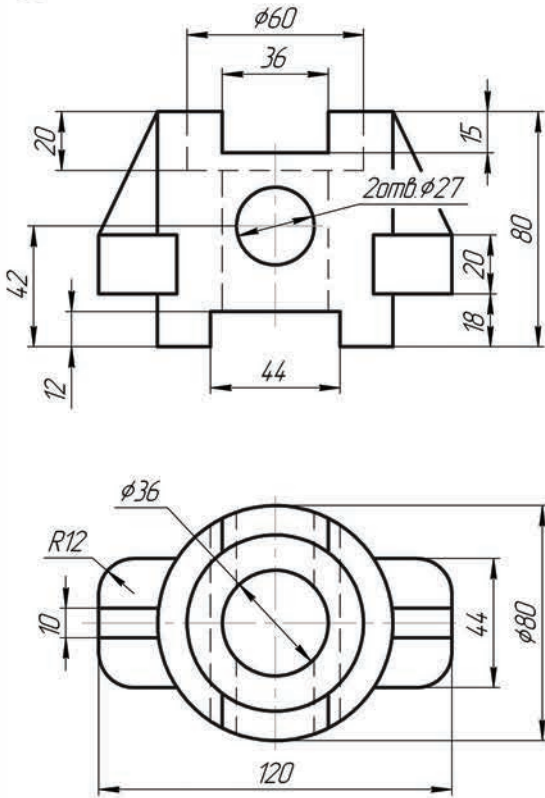
9



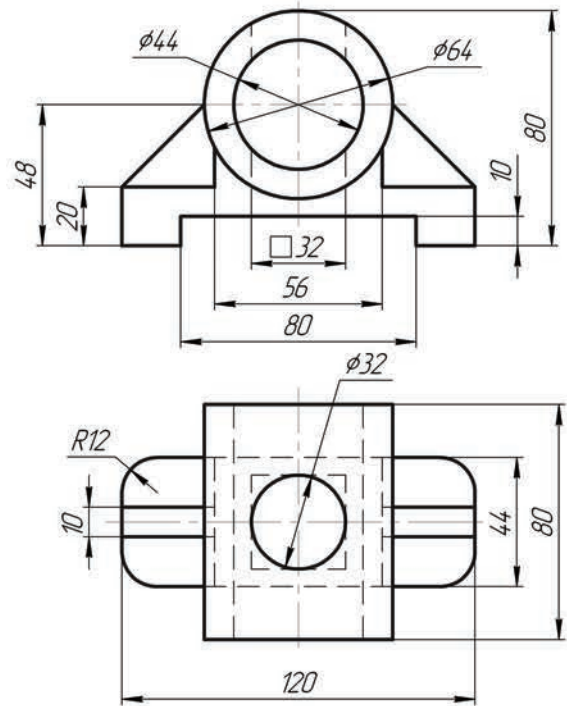
10



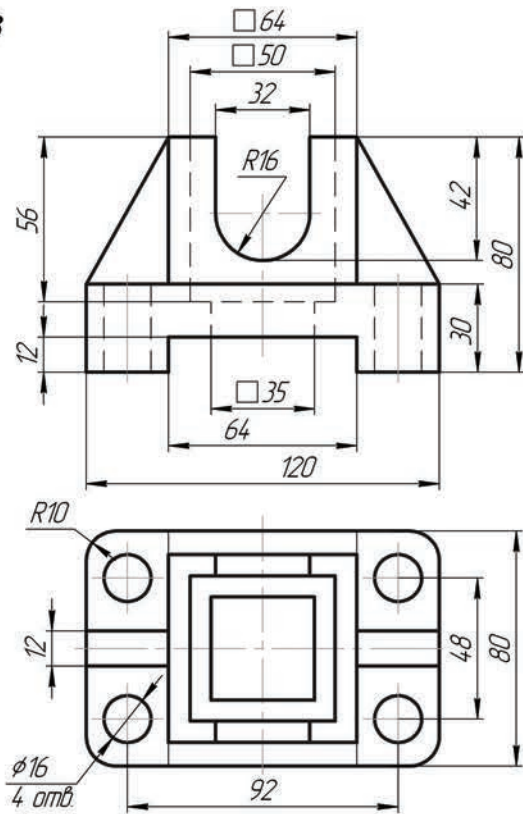
11



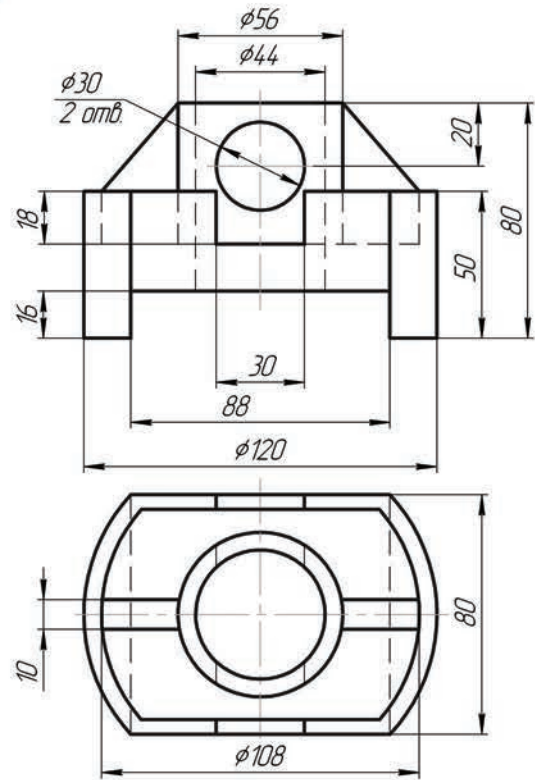
12



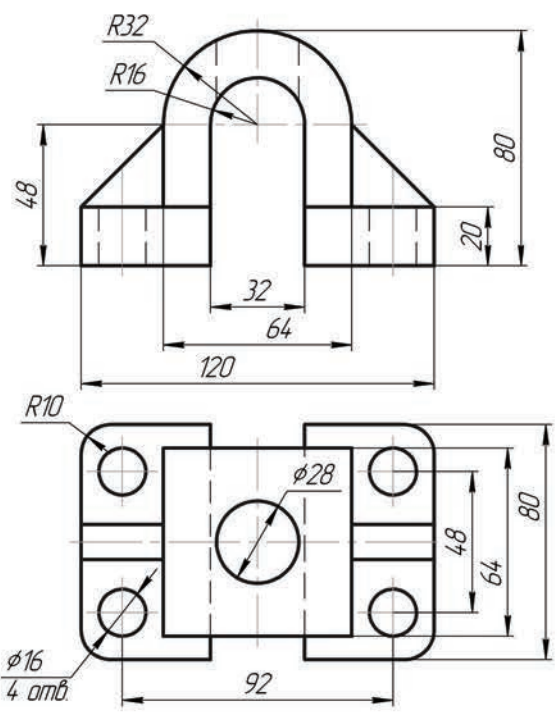
13



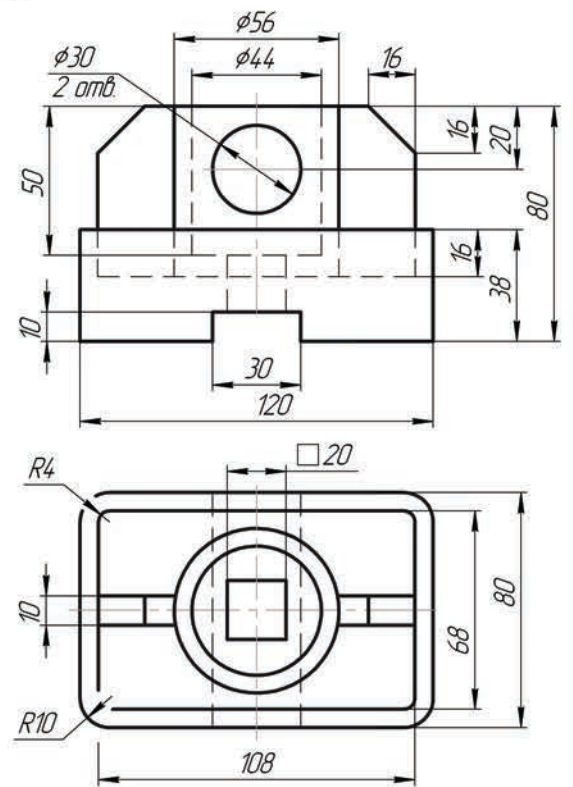
14



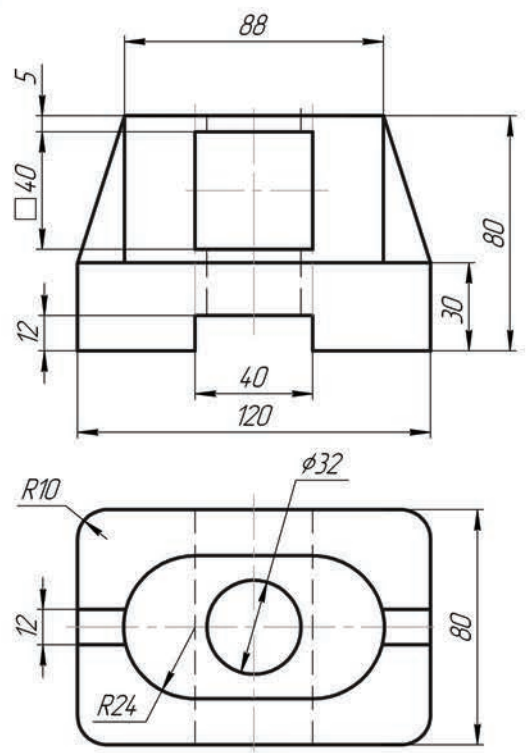
15



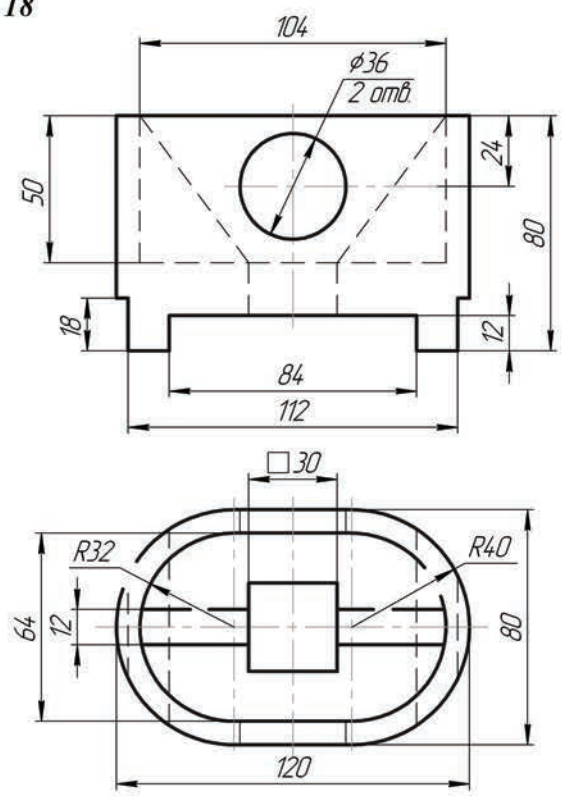
16



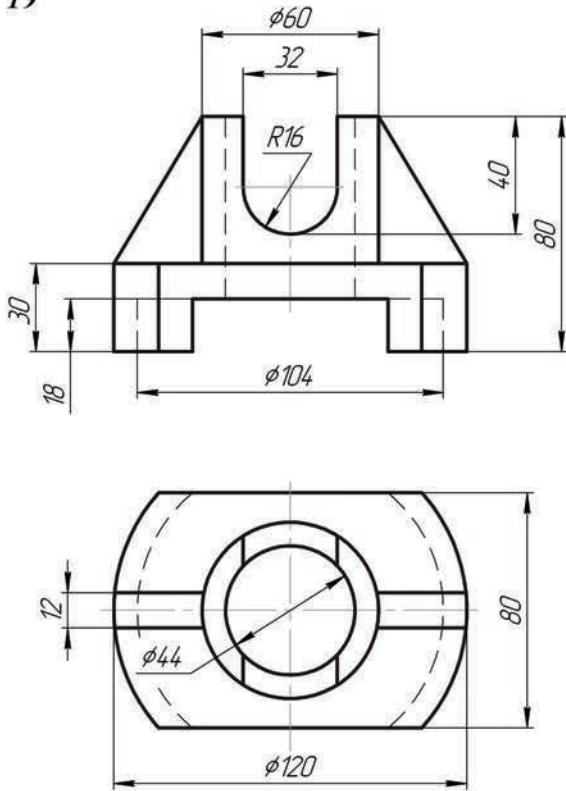
17



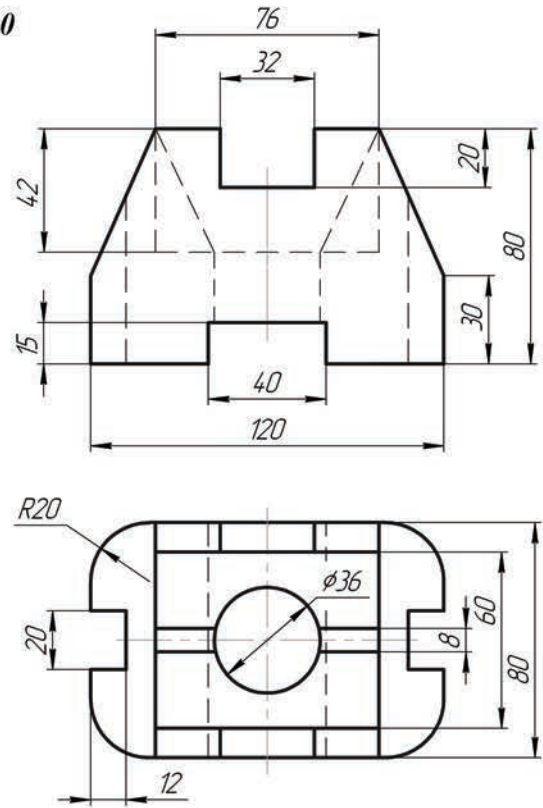
18



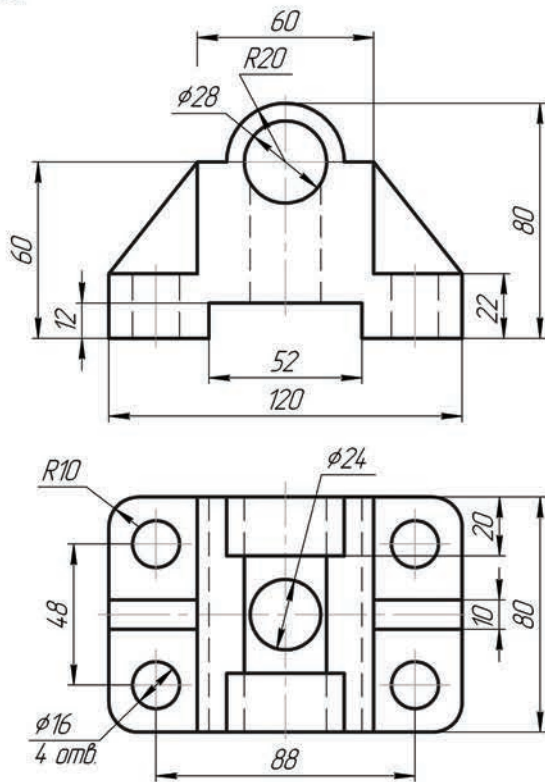
19



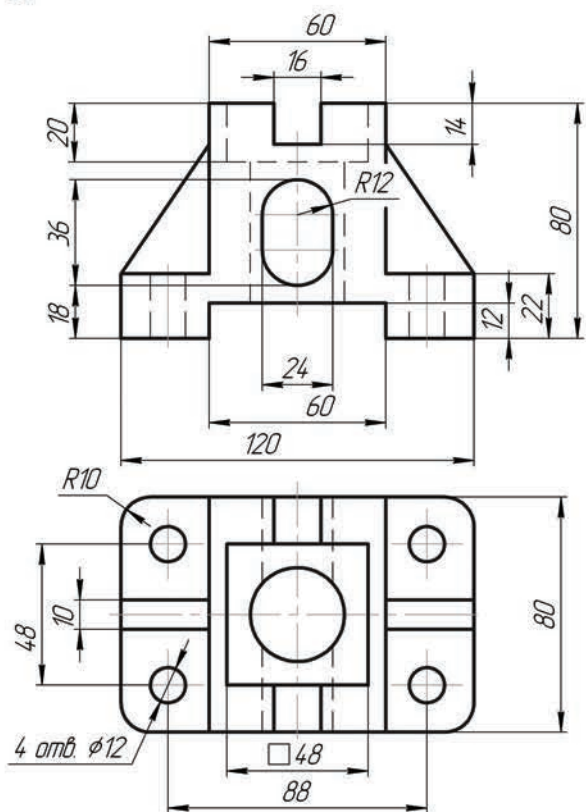
20



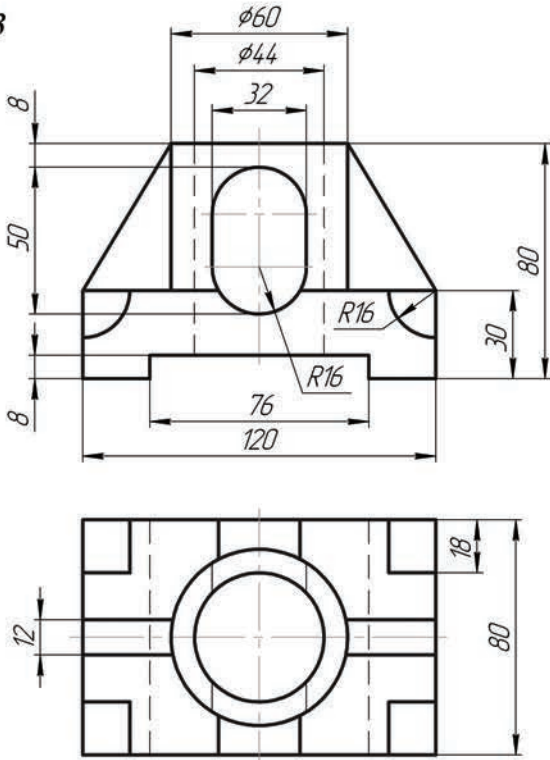
21



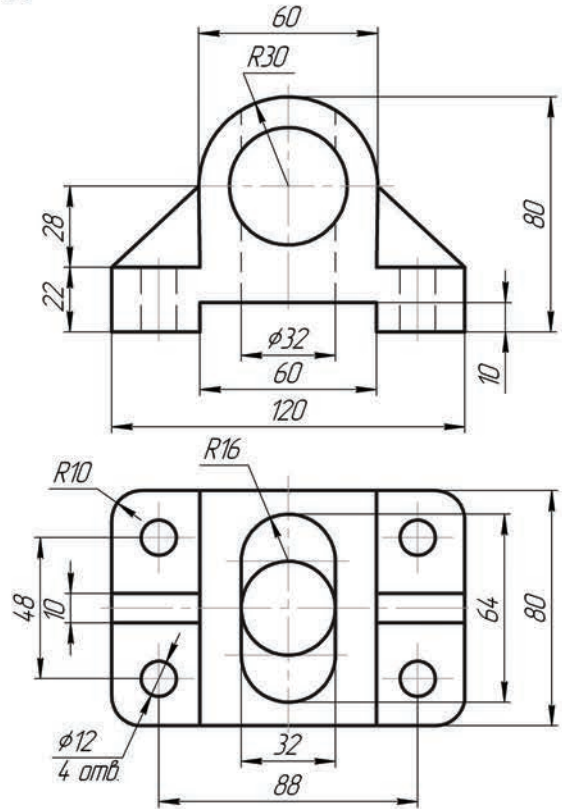
22



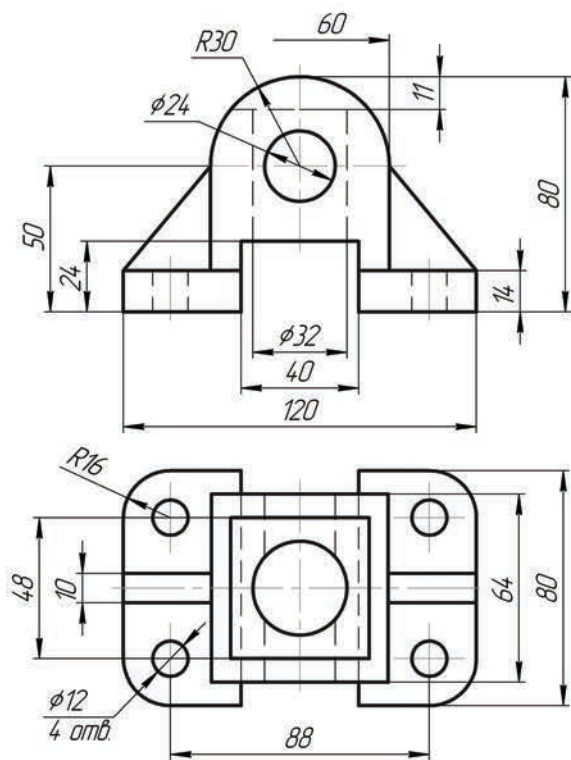
23



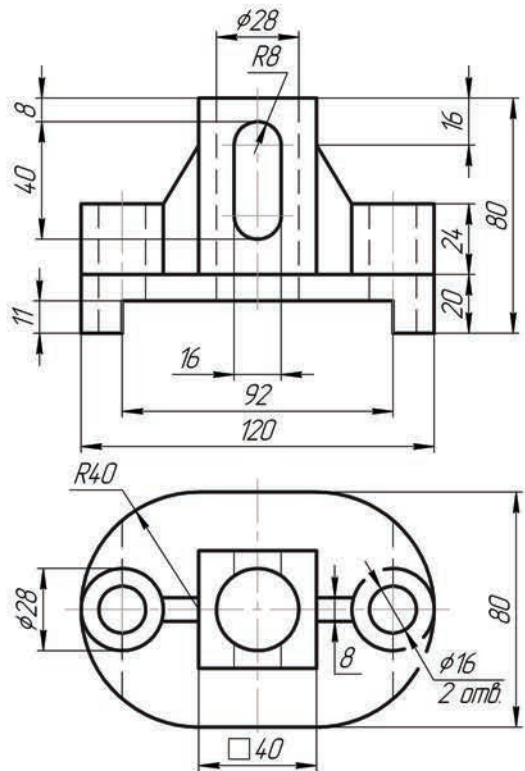
24



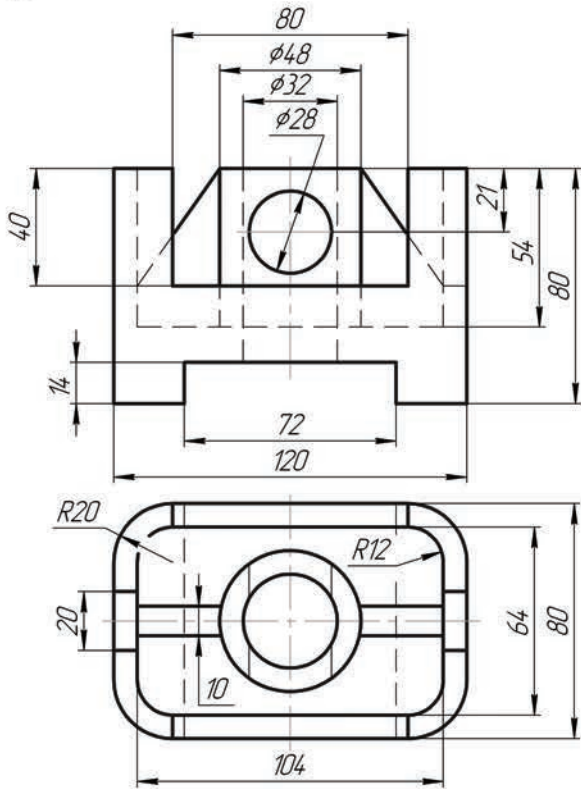
25



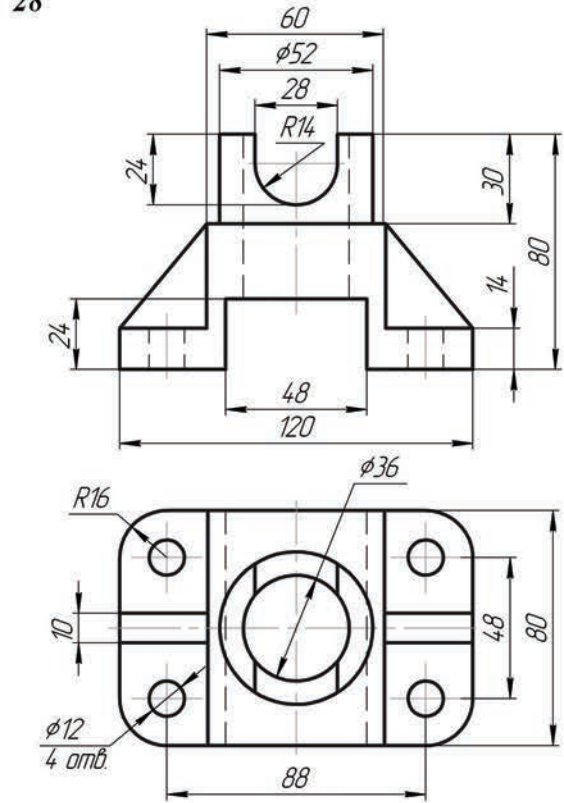
26



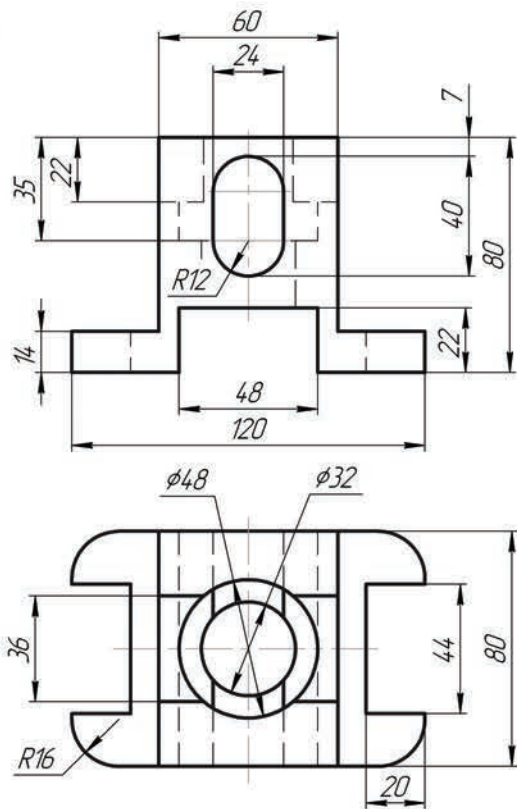
27



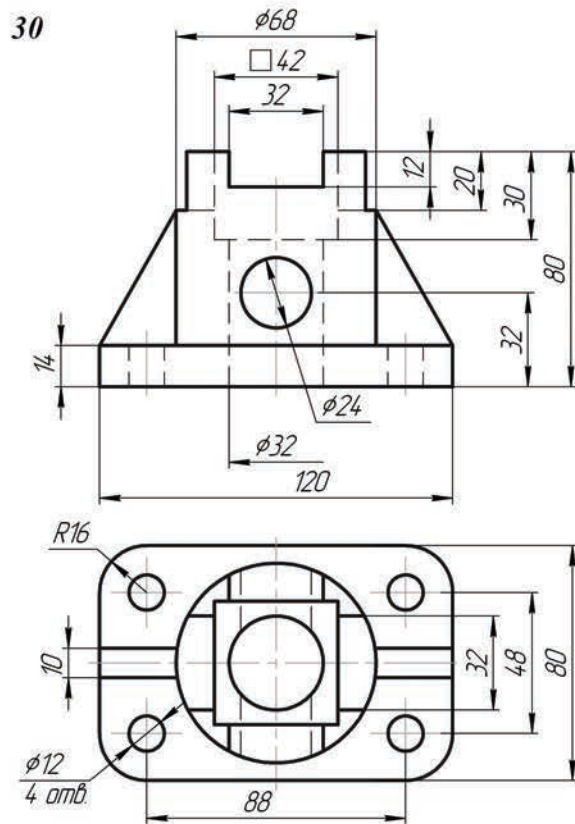
28

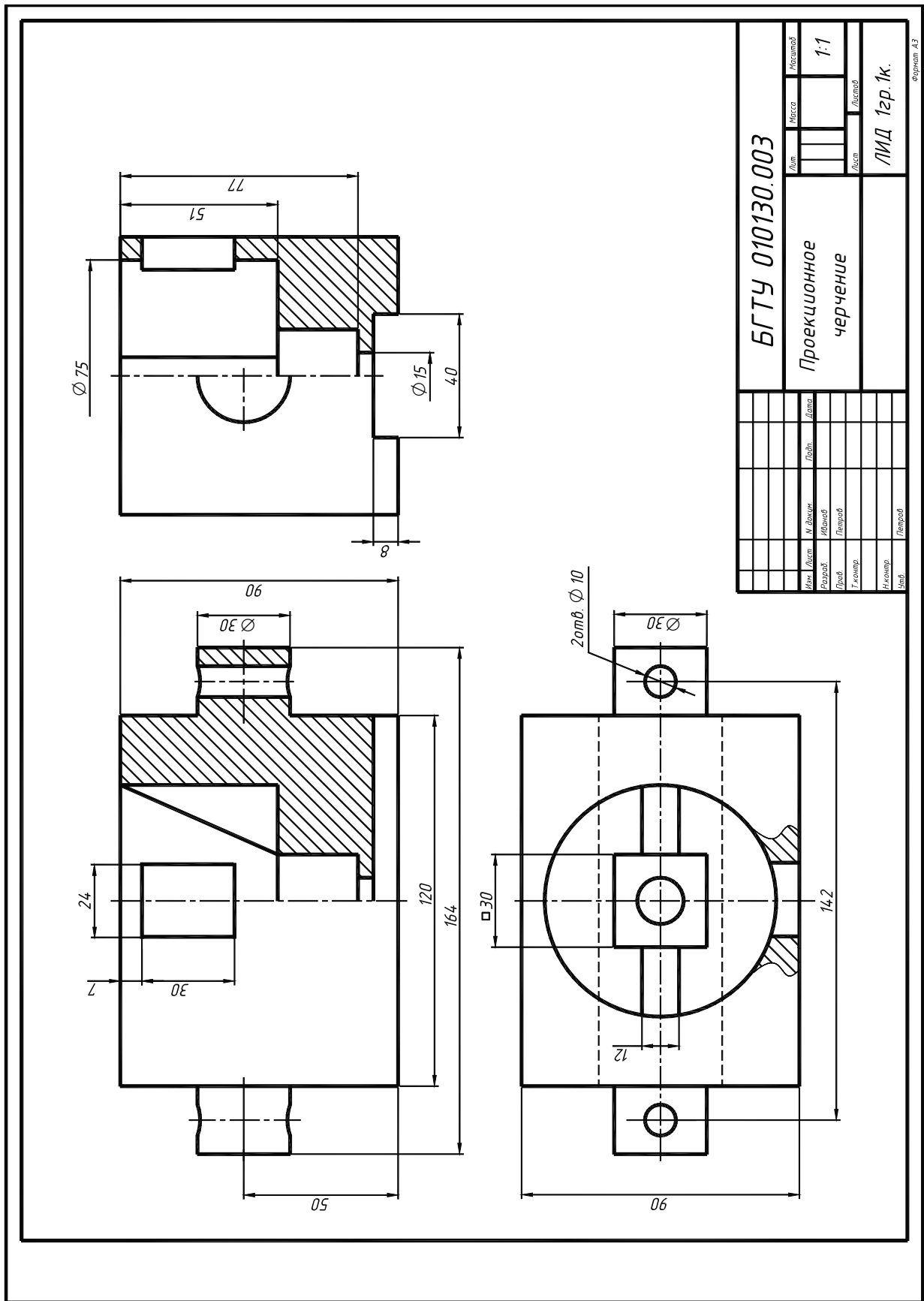


29



30





БГТУ 010130.003		Масса	Корсетной
Проекционное черчение		Лист	1:1
		Листов	Листов
		ЛИД 12Р.1К.	
Изм.	Лист	И. Волгин	Лист
Разработ	Исполн	Попов	
Проект	Провер	Иванов	
Т. колтор	Т. колтор	Петров	
Исполн	Исполн	Петров	
Эль	Эль	Петров	

Рис. 122

Задача 4

По двум заданным видам детали (спереди и сверху) построить вид слева, выполнить сложные ступенчатые разрезы, нанести размеры. Варианты индивидуальных заданий приведены на с. 75–82.

Указания по выполнению задачи:

1. Изучить правила выполнения и обозначения сложных ступенчатых разрезов.
2. Внимательно ознакомиться с конструкцией детали по заданным изображениям.
3. Наметить контуры предполагаемых изображений на поле чертежа. Расположение видов должно быть рациональным и занимать не менее 75% площади формата листа.

4. Построить в тонких линиях оба заданных вида. Нанести все линии видимого и невидимого контуров.

5. Построить в тонких линиях вид слева.

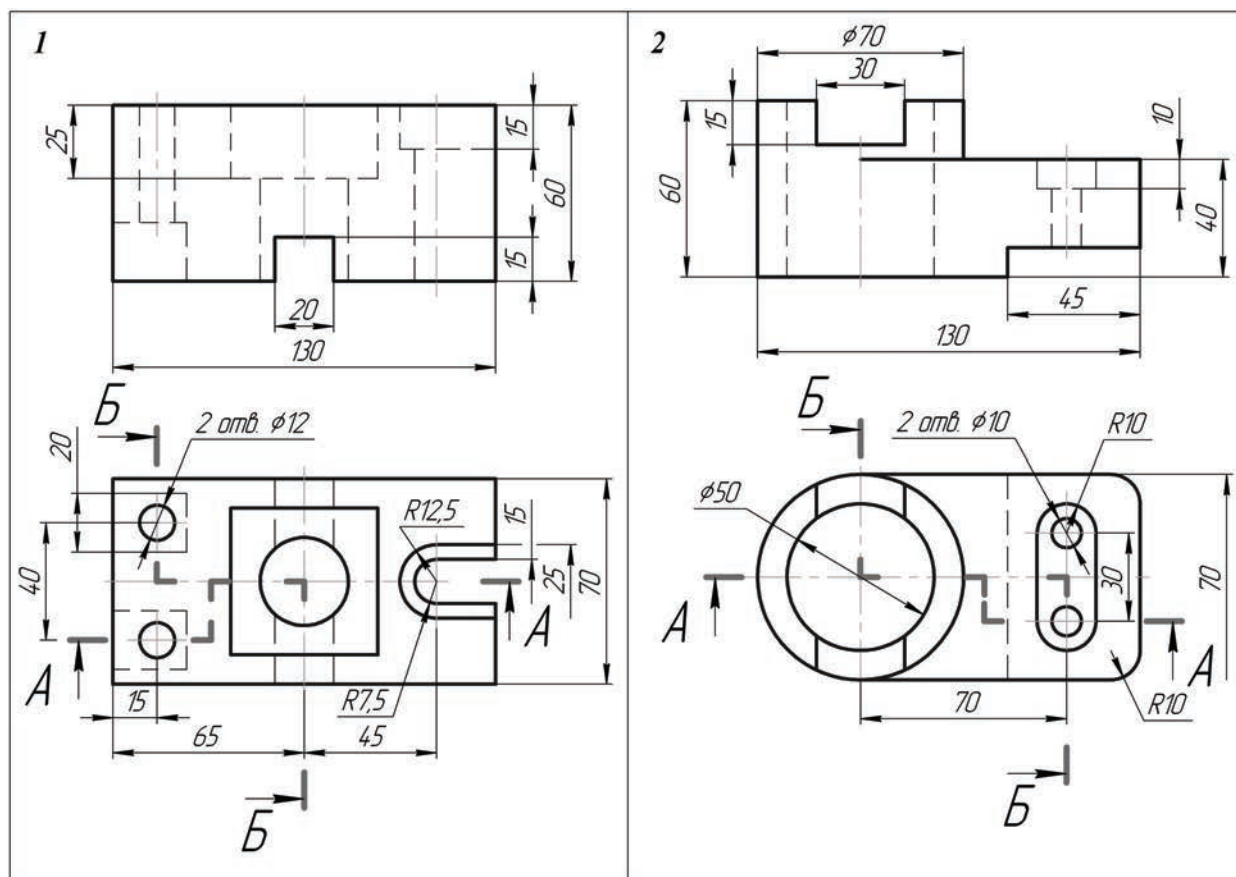
6. Построить сложные ступенчатые разрезы и выполнить штриховку в разрезах.

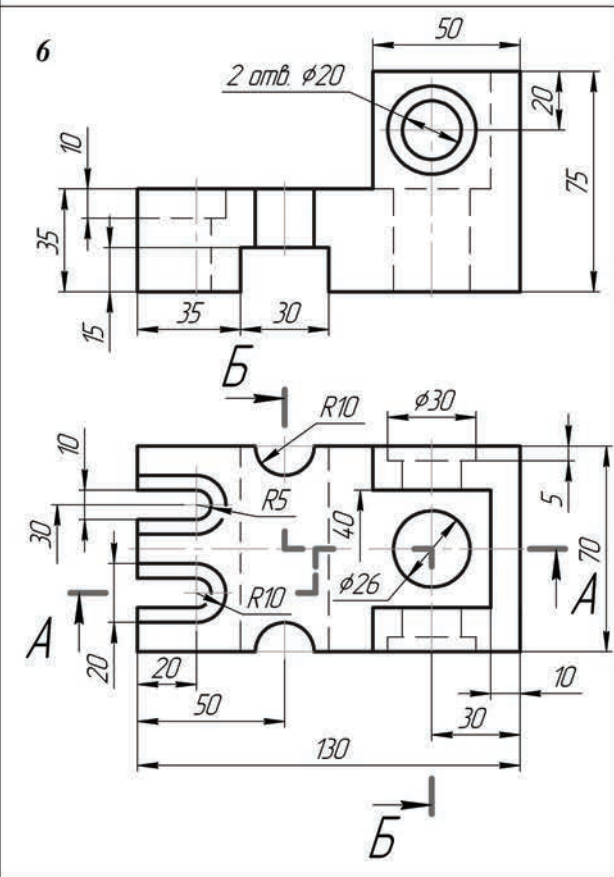
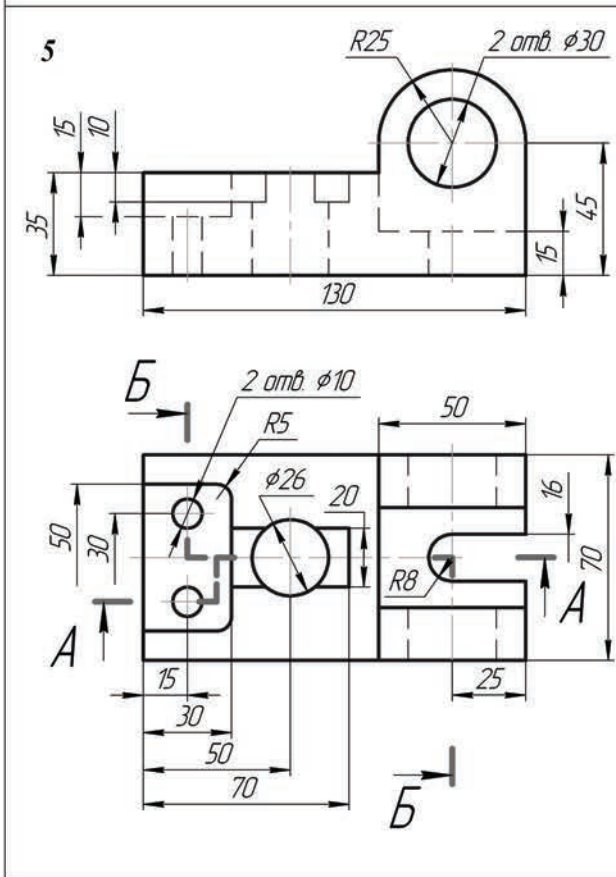
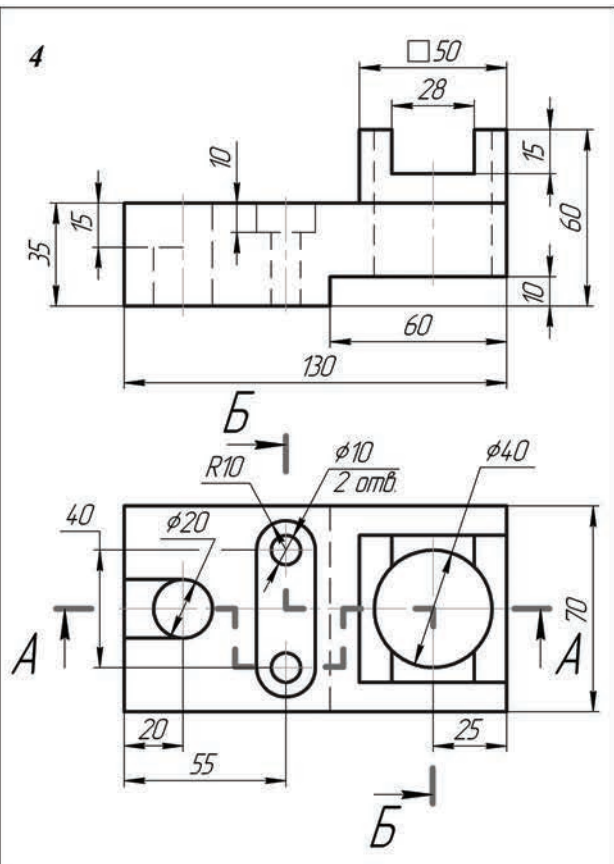
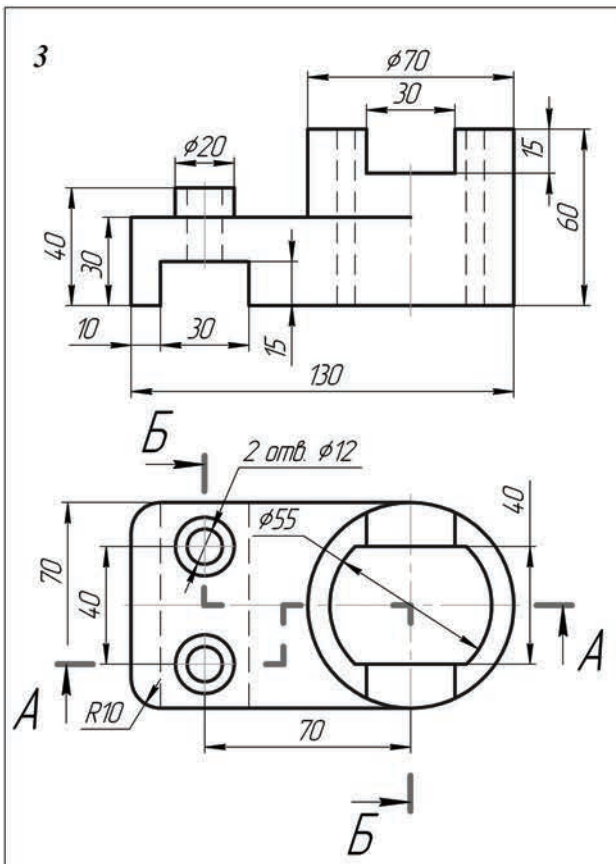
7. Нанести обозначения разрезов (секущих плоскостей и линий перехода от одной плоскости к другой) и все размеры. Для нанесения размеров использовать все три проекции. Диаметры отверстий, рассеченных секущей плоскостью, указывать на продольных разрезах.

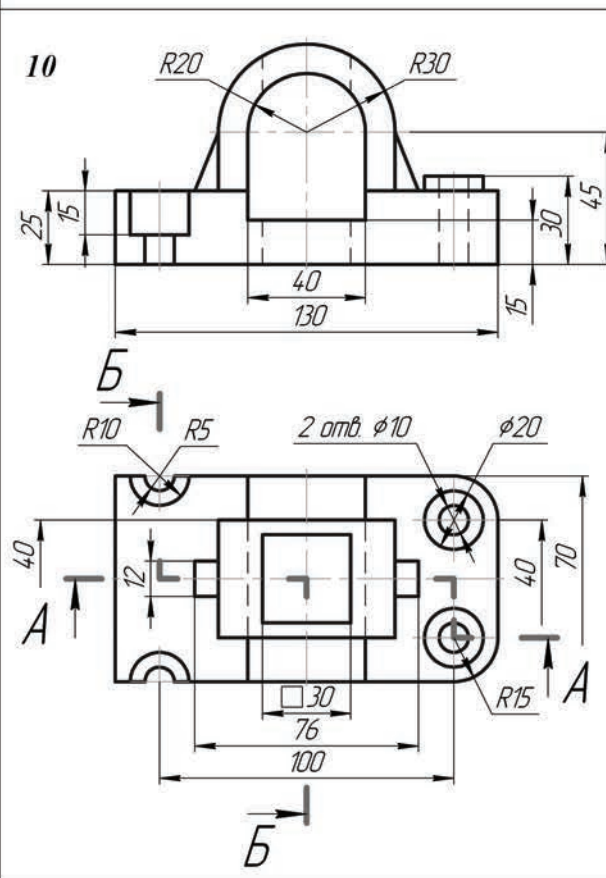
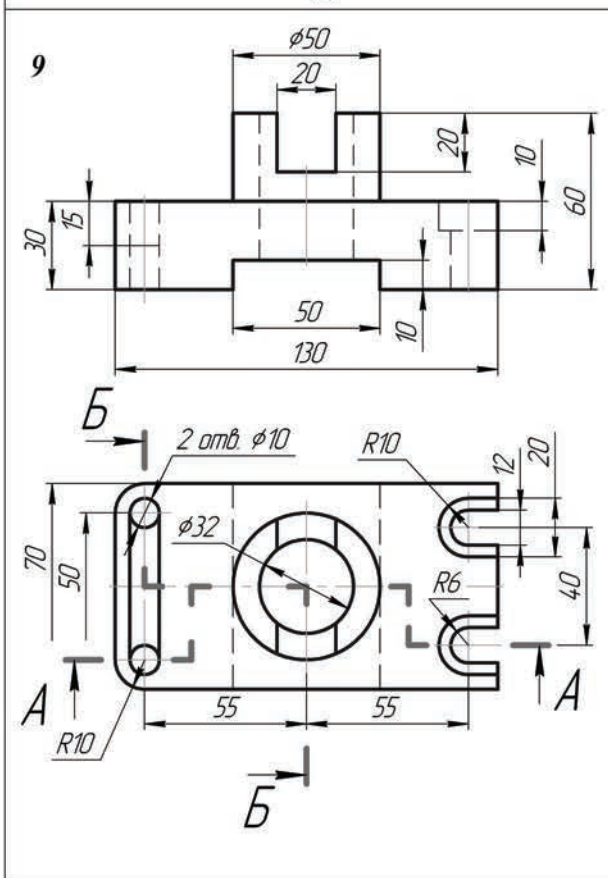
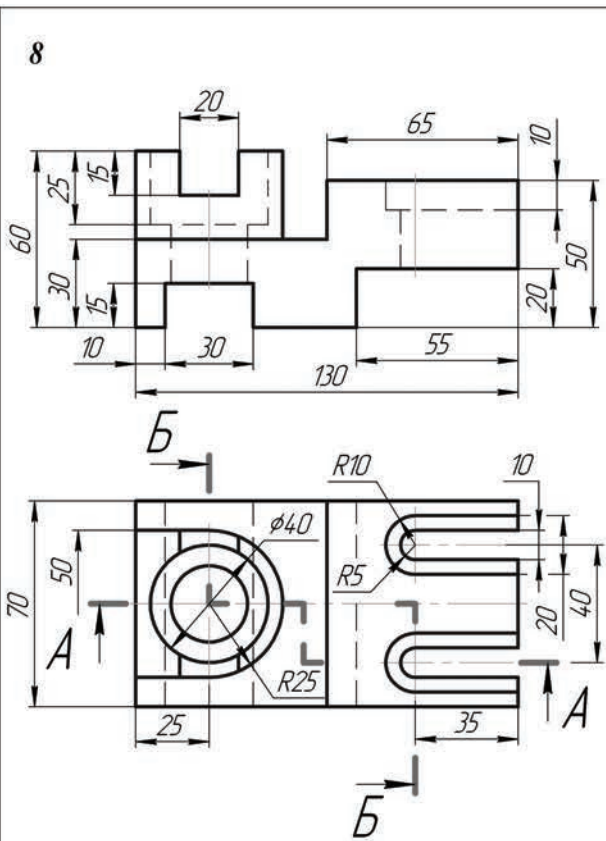
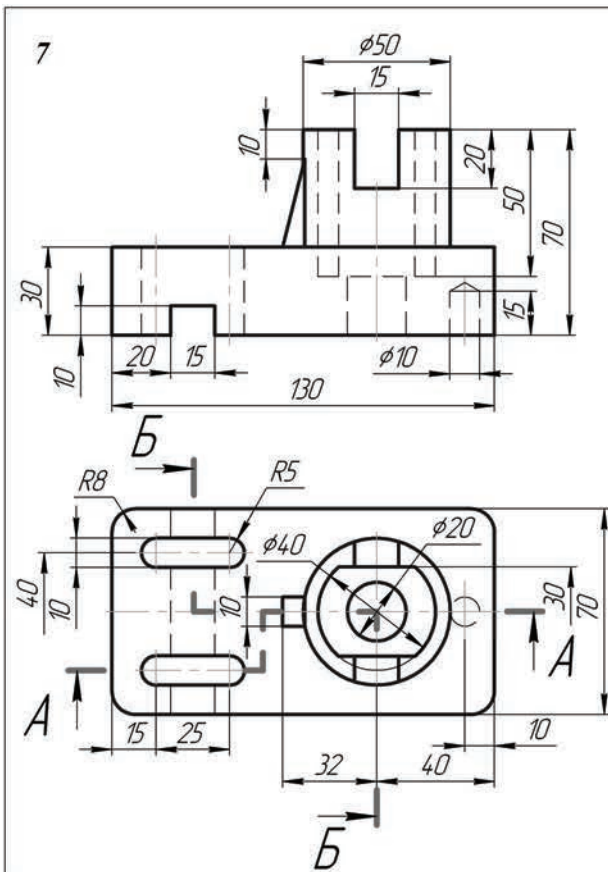
8. Обвести линии видимого контура, включая окружности и кривые линии, мягким карандашом, толщина линий 0,8–1,0 мм.

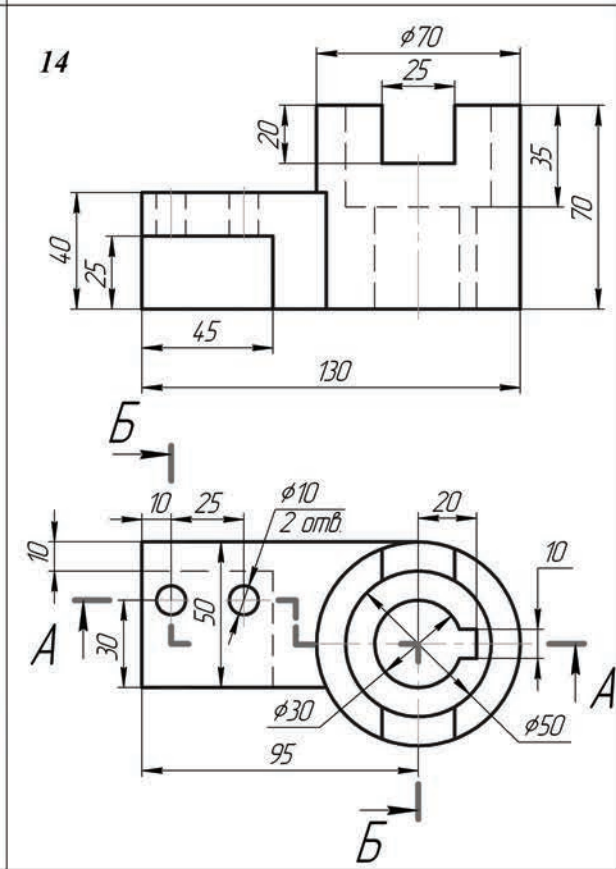
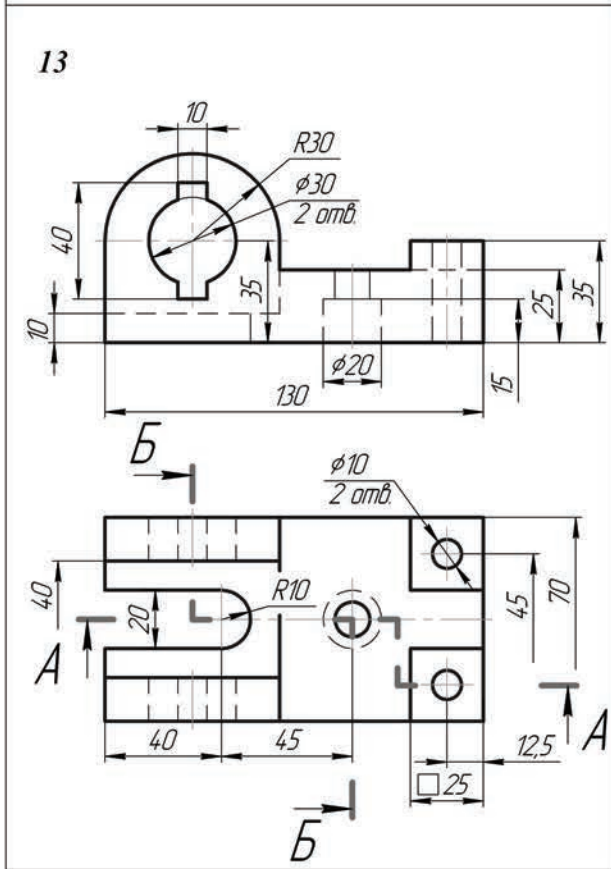
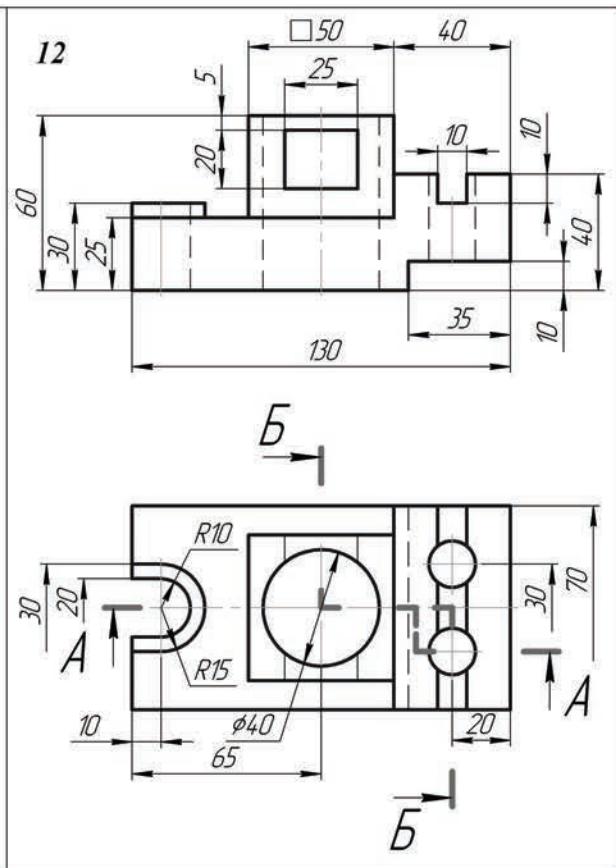
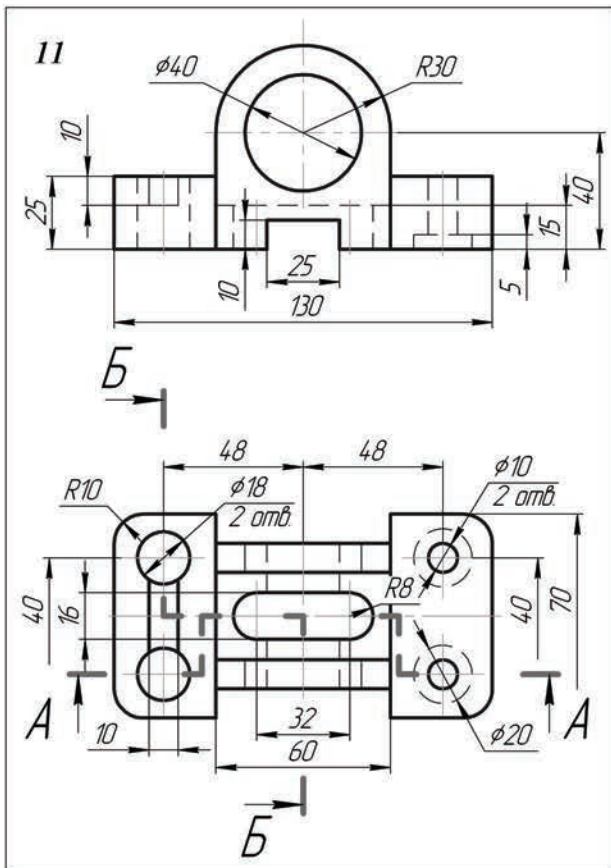
9. Заполнить основную надпись и проверить правильность всех построений.

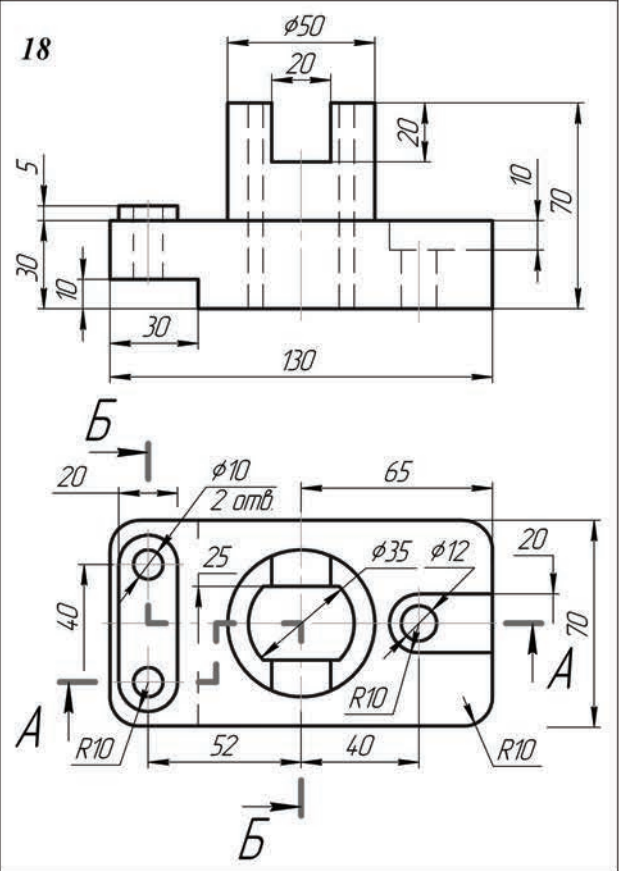
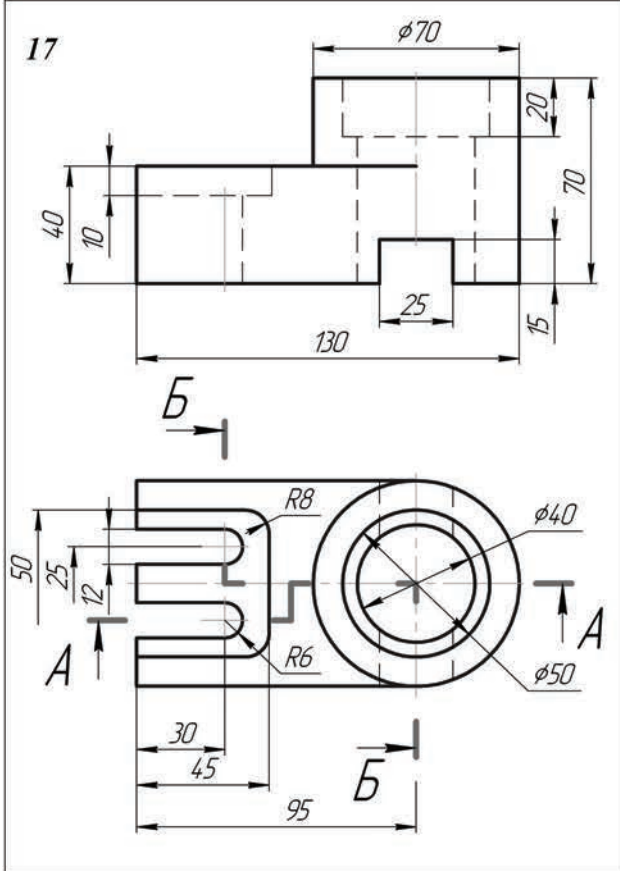
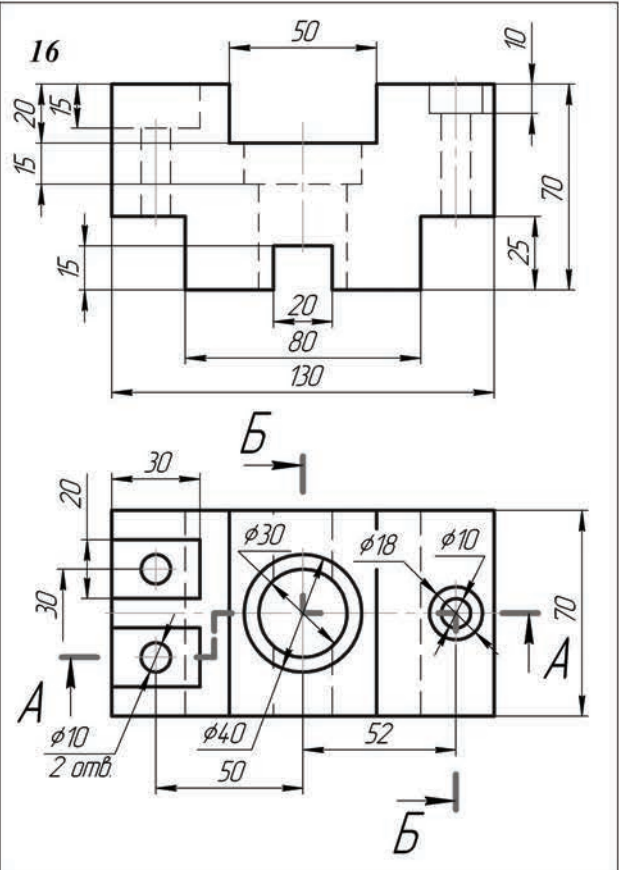
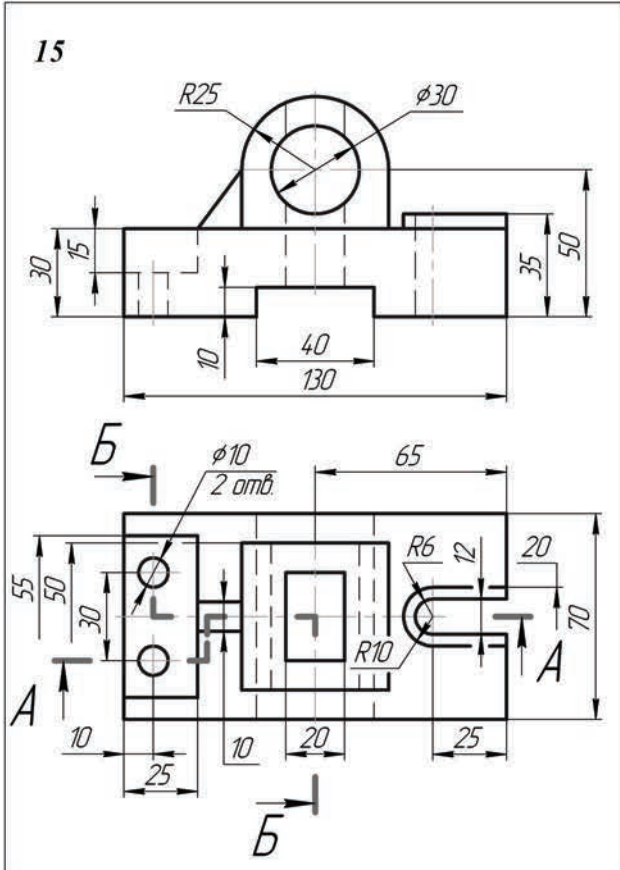
Пример выполнения чертежа представлен на рис. 123 пособия.

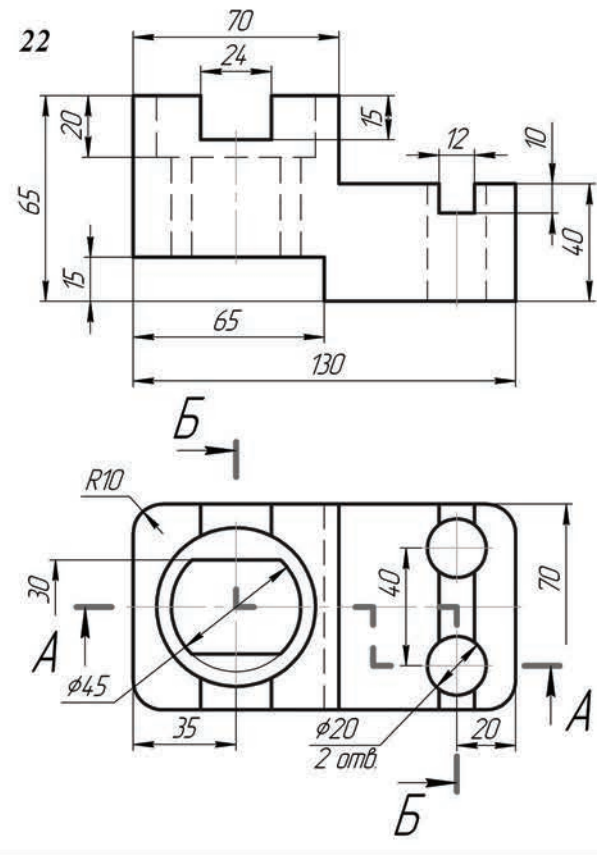
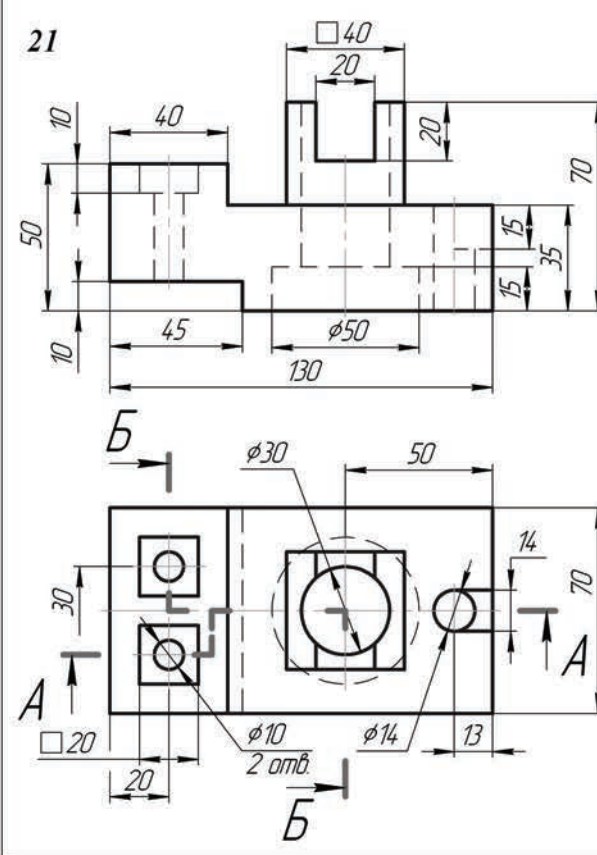
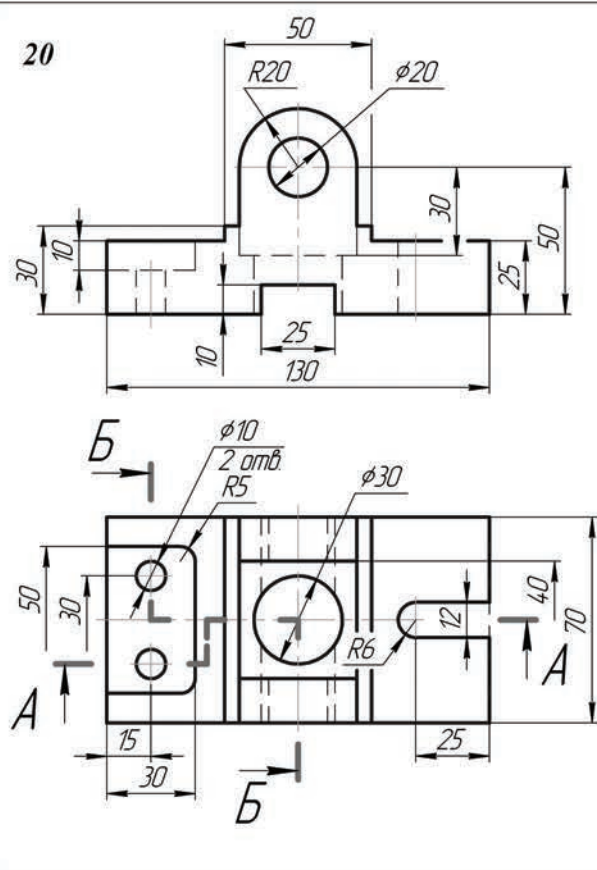
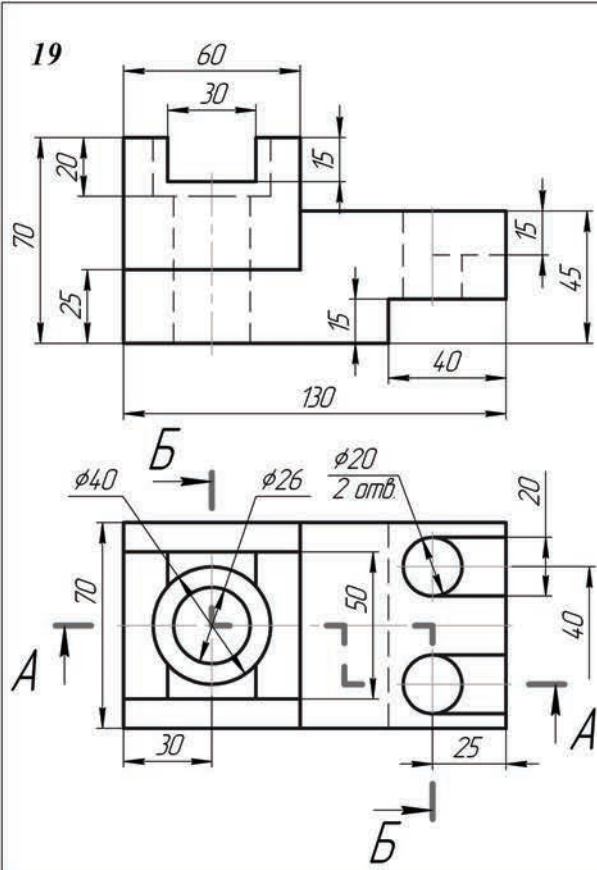


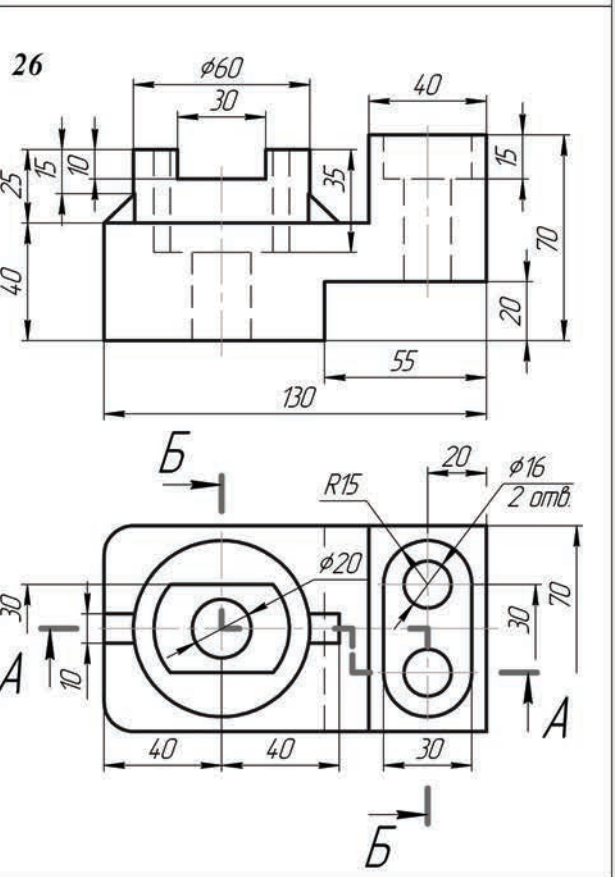
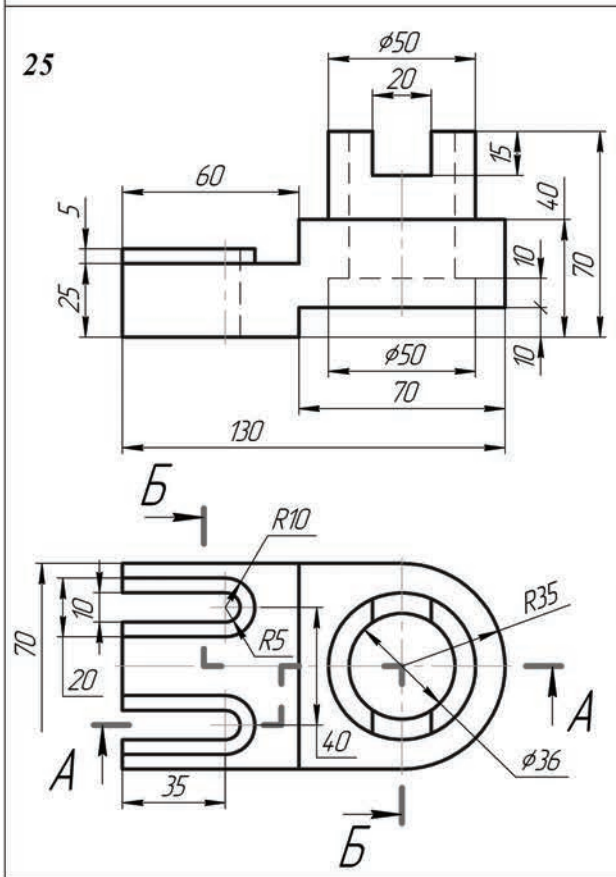
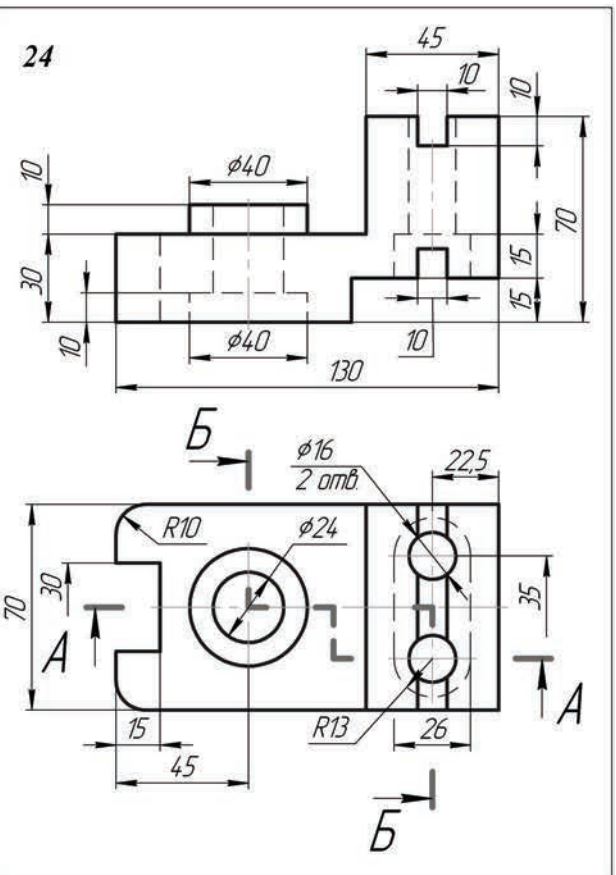
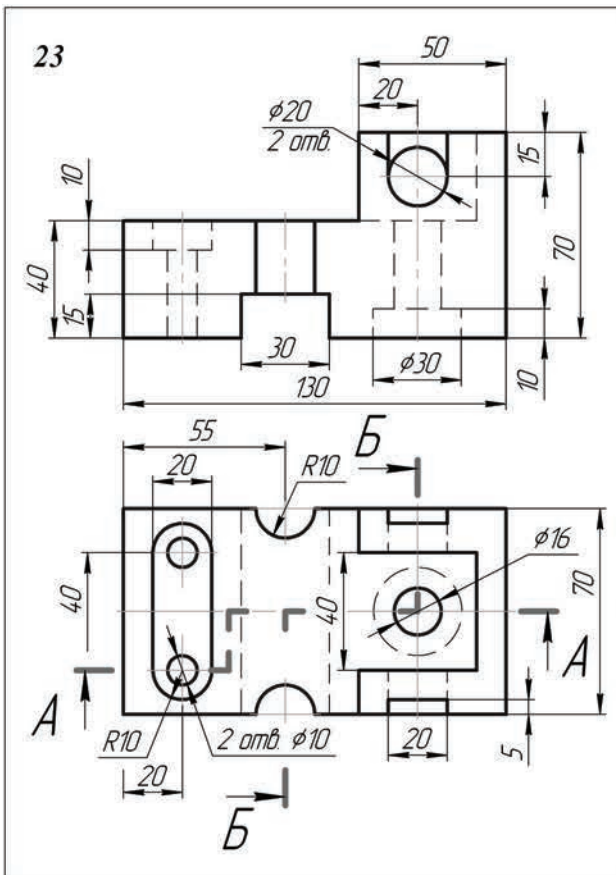


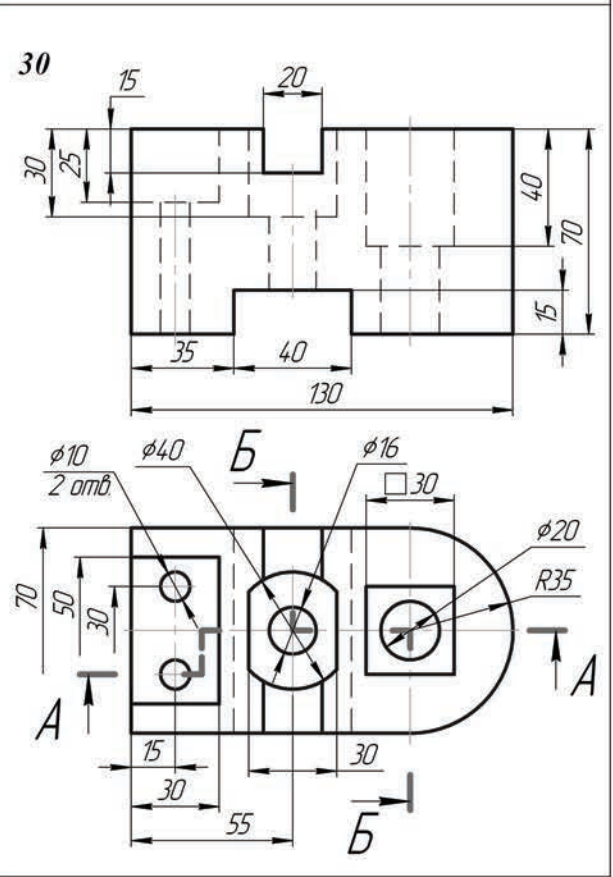
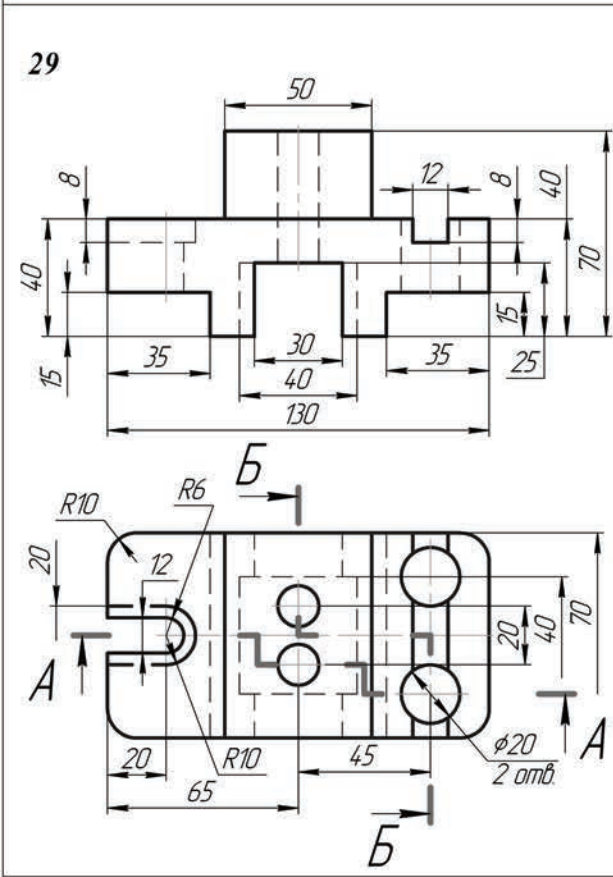
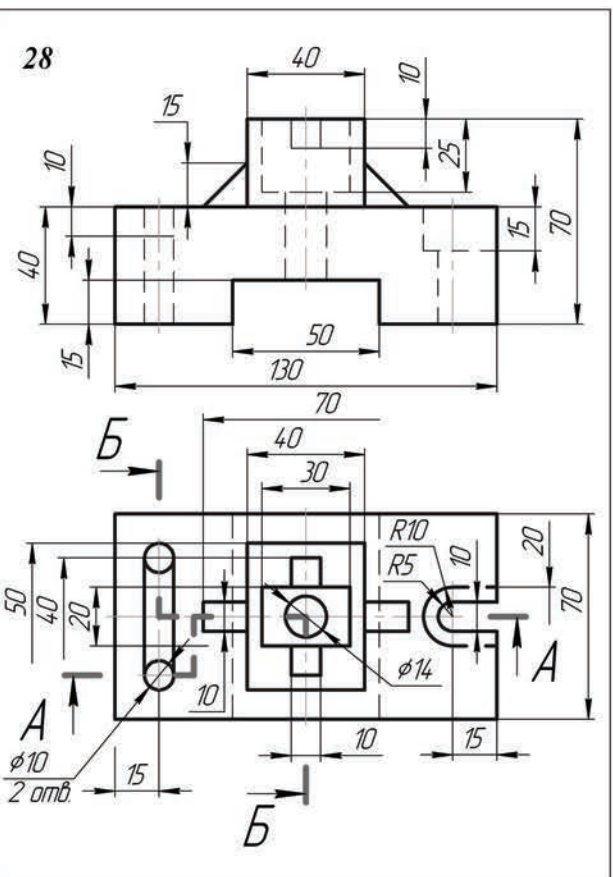
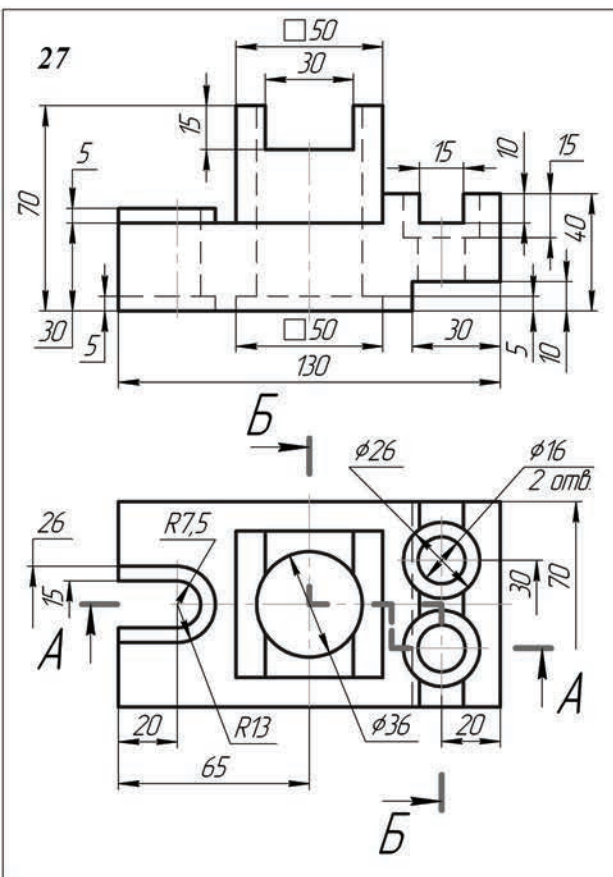












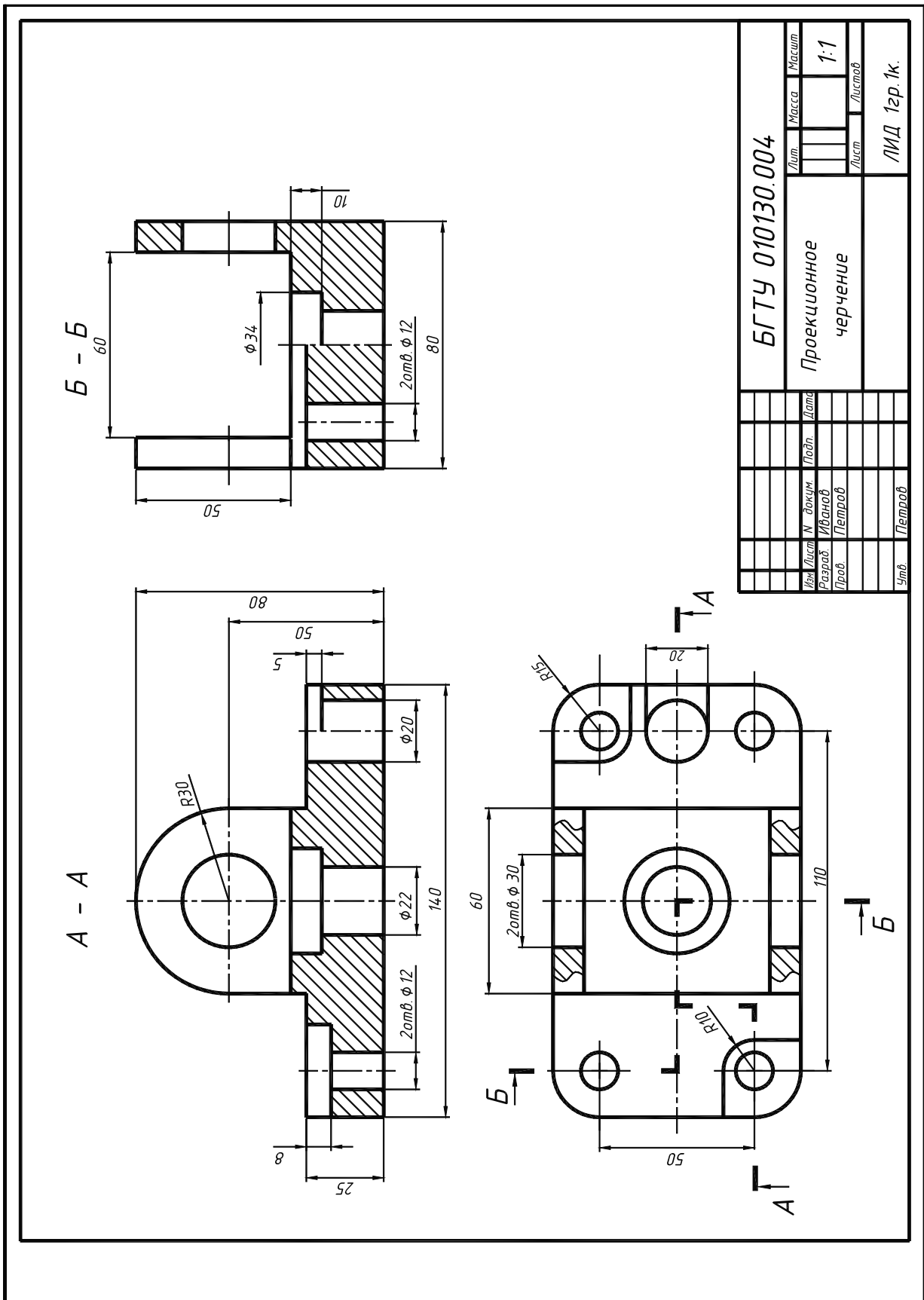


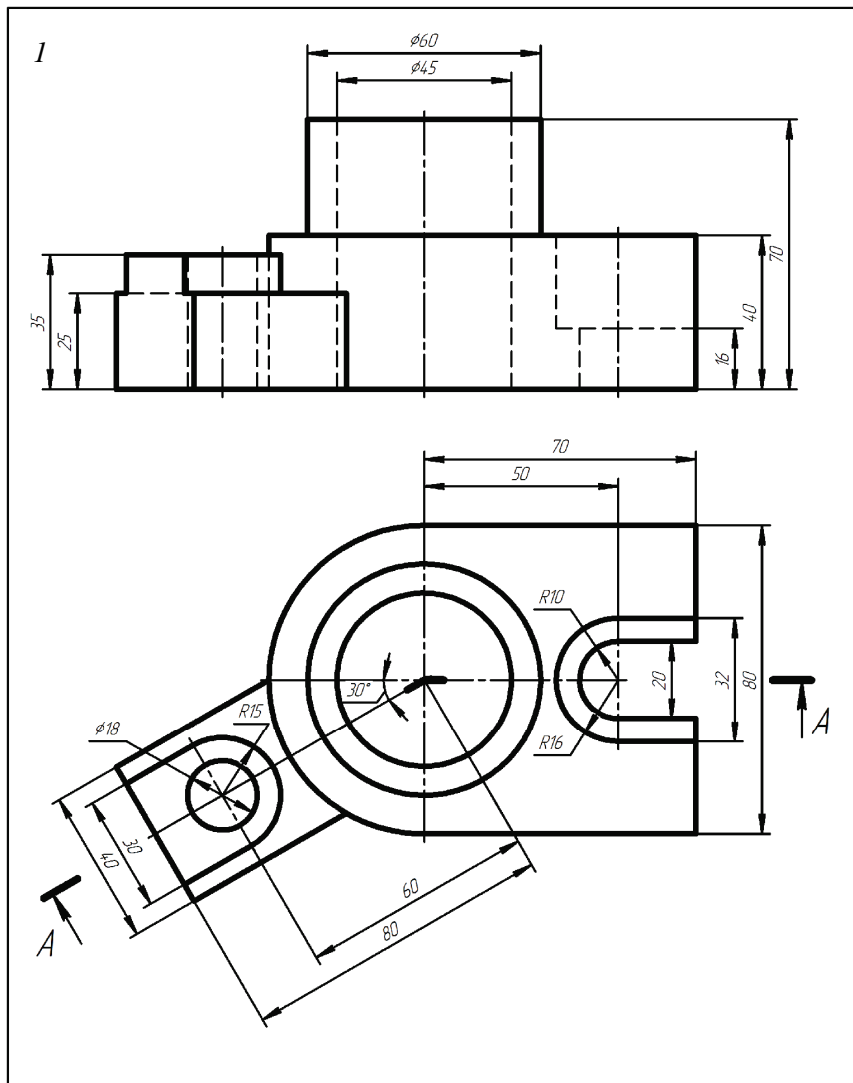
Рис. 123

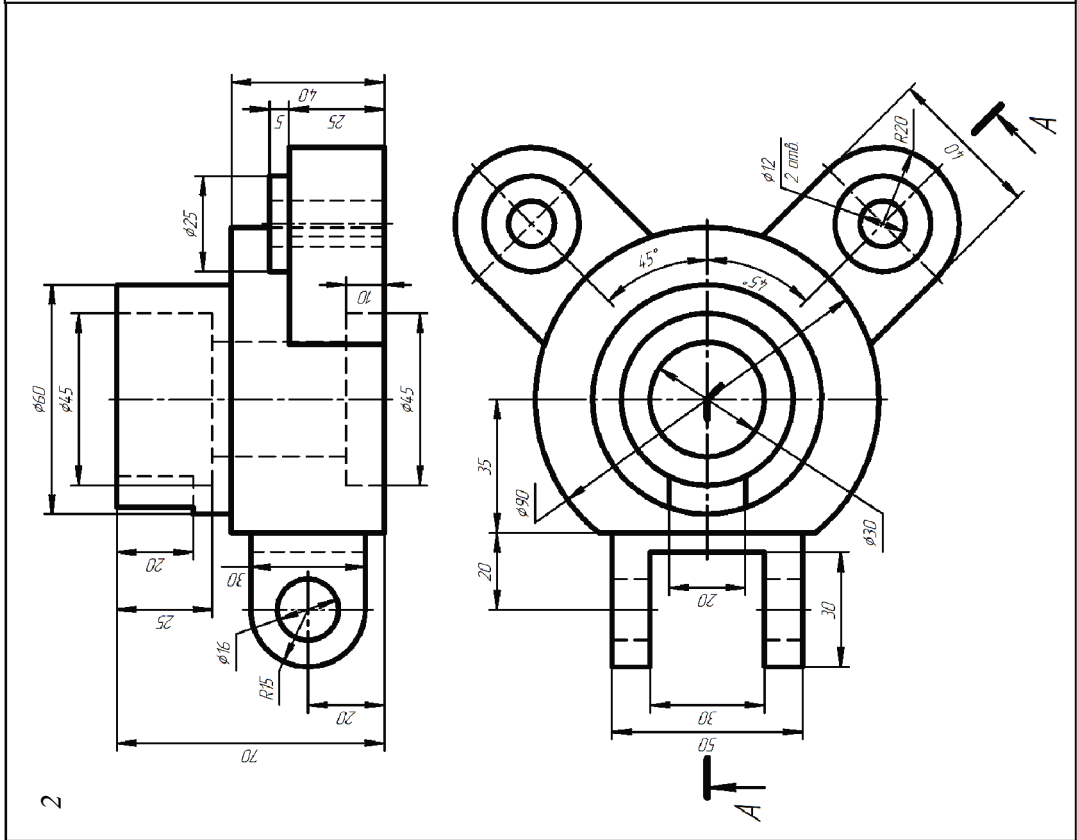
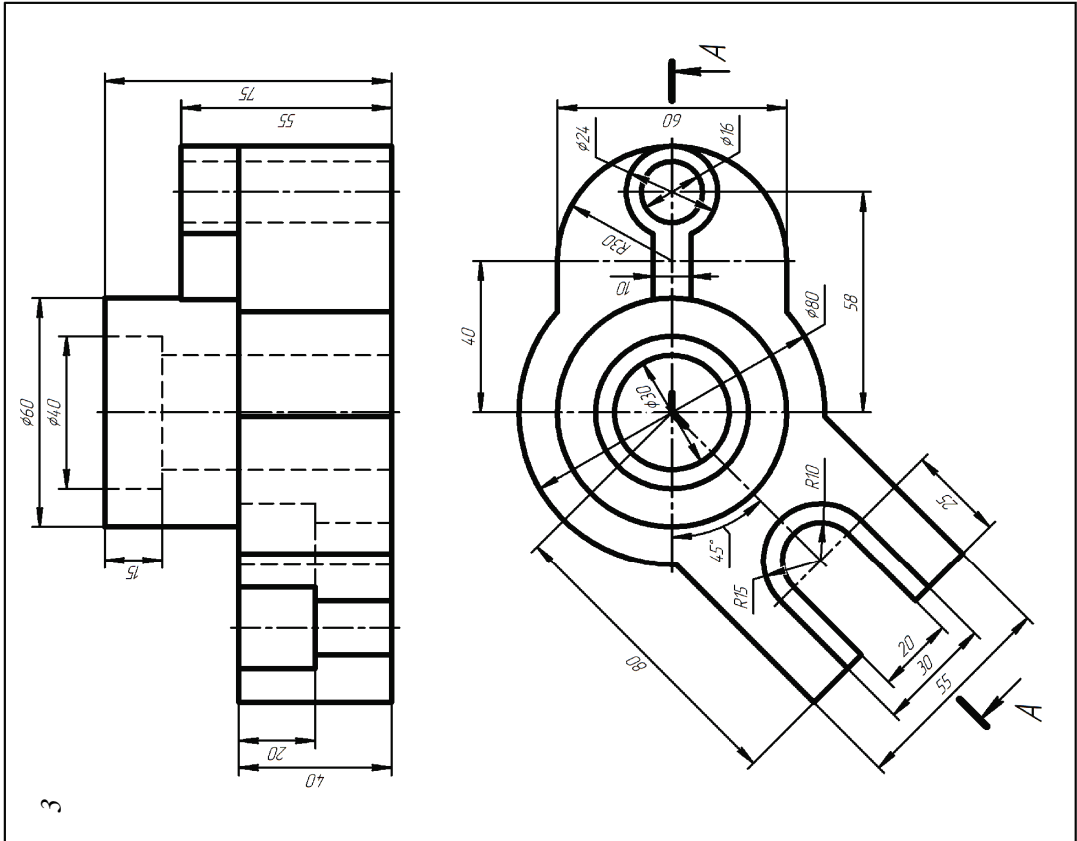
Задача 5

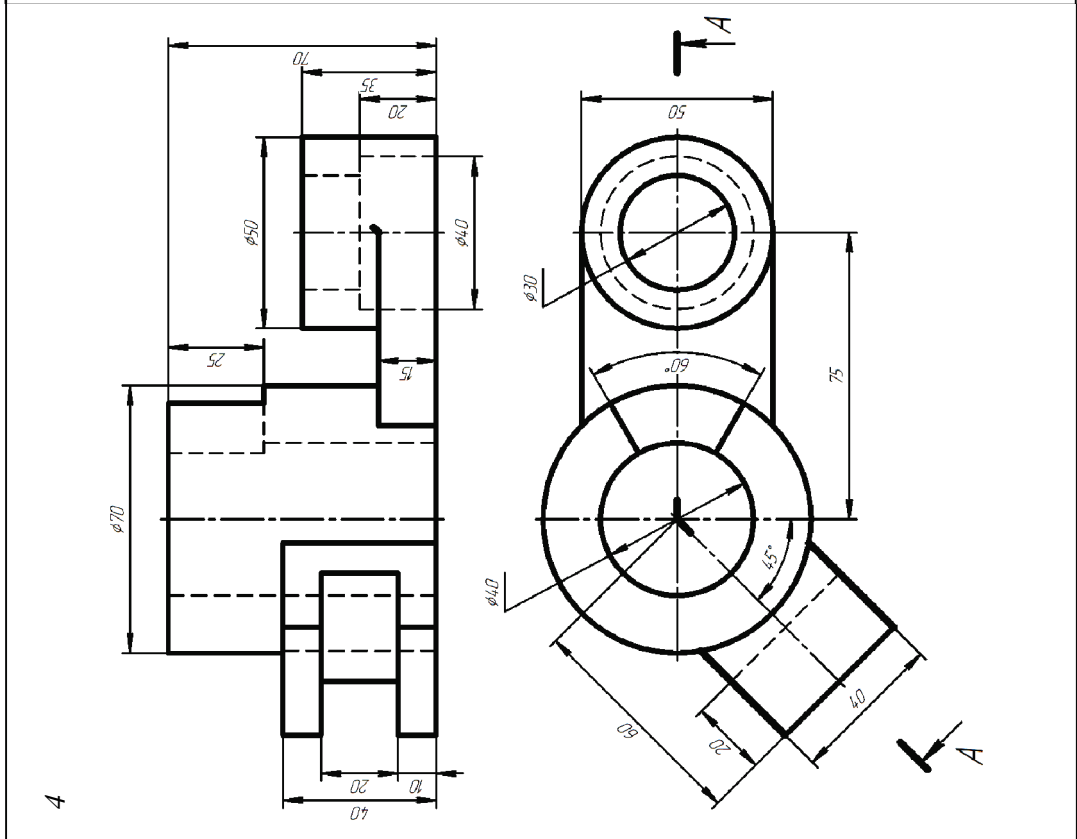
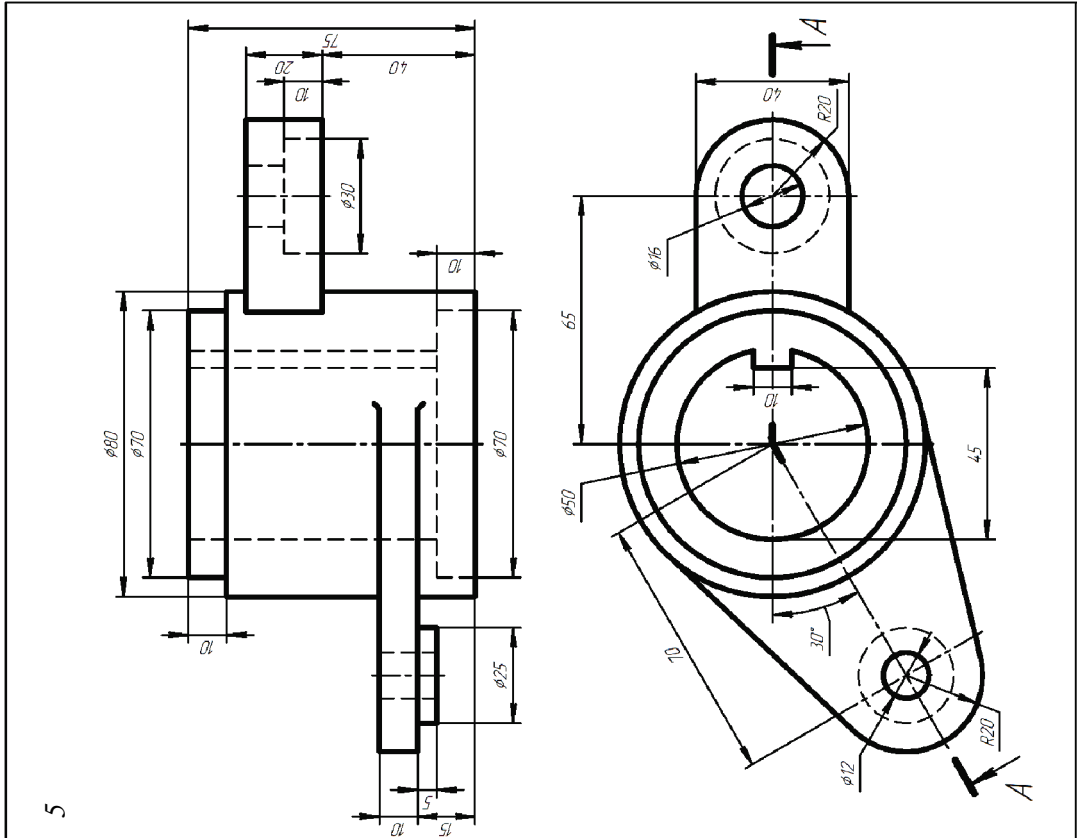
По двум заданным видам детали (спереди, сверху) выполнить сложный ломаный разрез и целесообразные местные разрезы, нанести размеры. Варианты индивидуальных заданий приведены на с. 84–99.

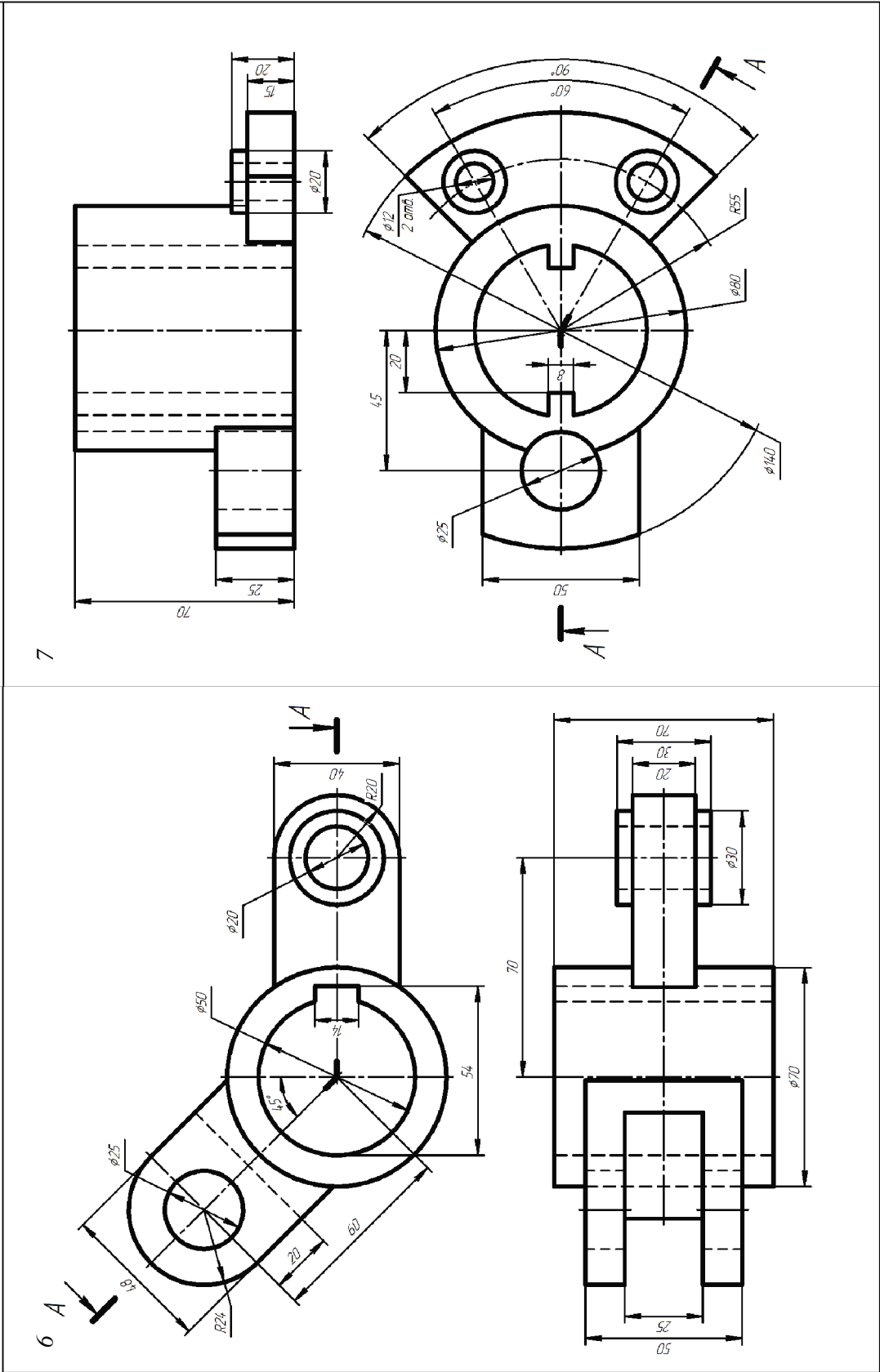
Указания по выполнению задачи:

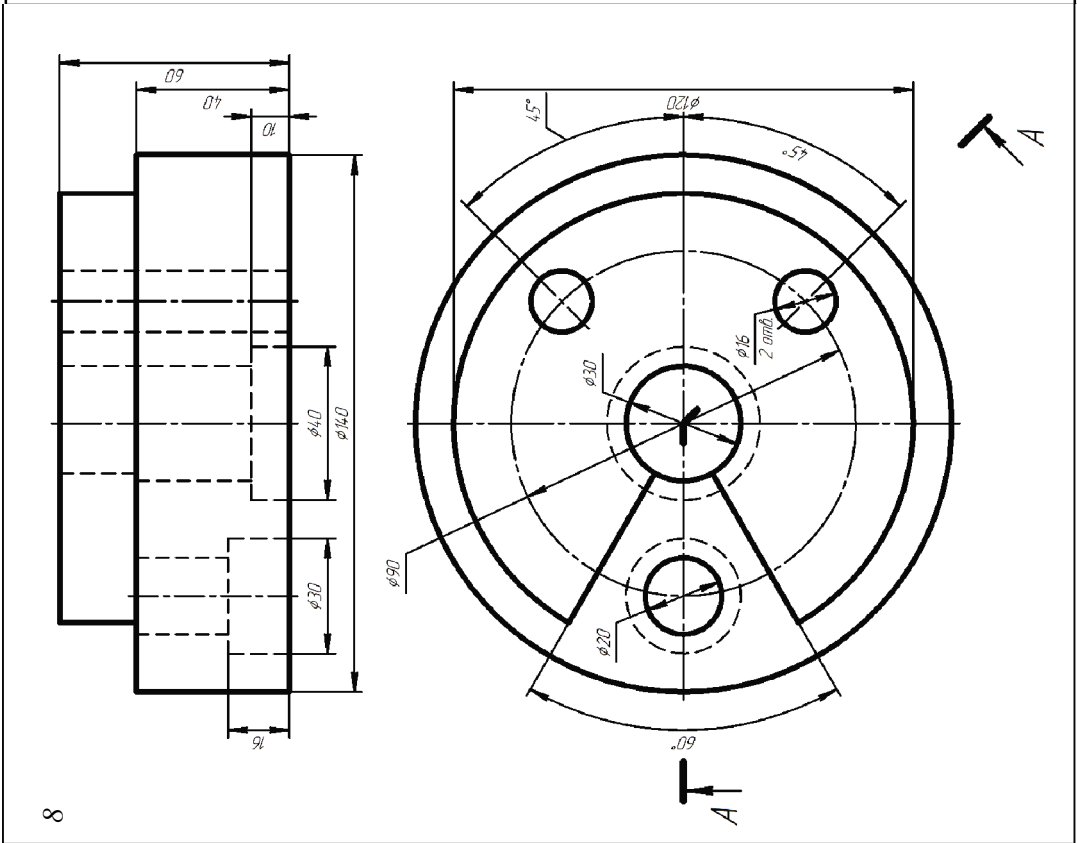
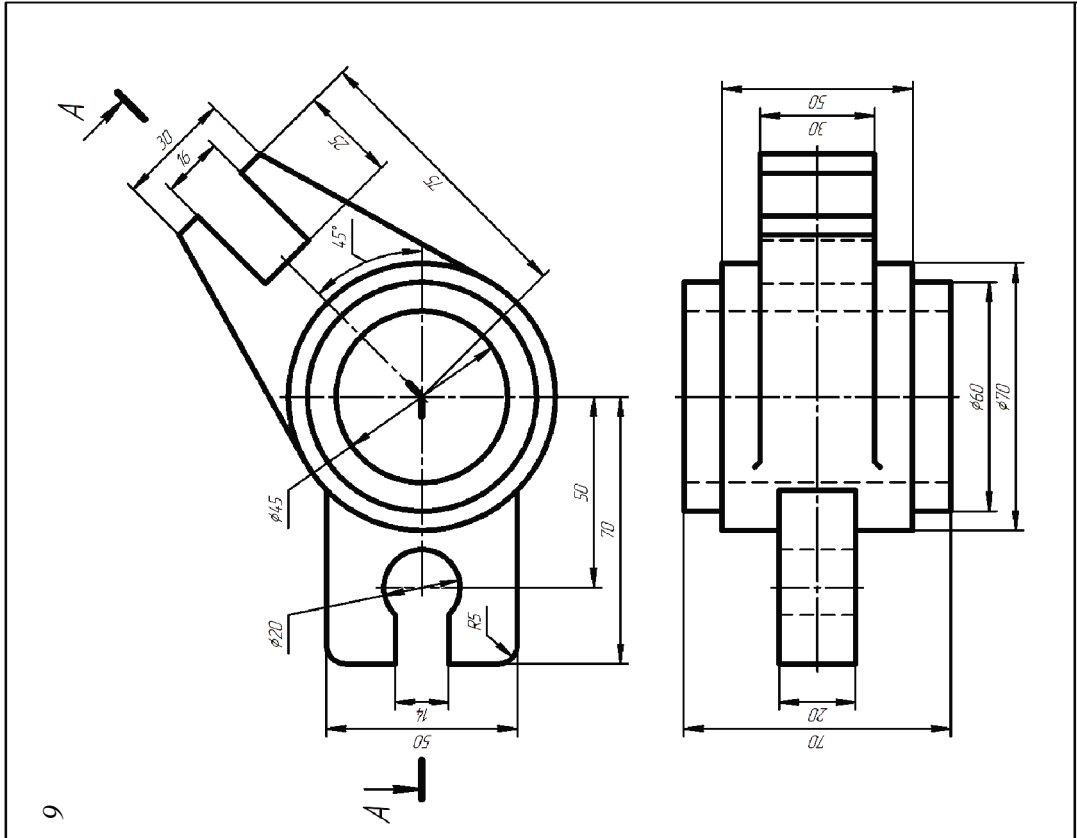
1. Изучить правила построения сложных ломаных разрезов.
 2. Ознакомиться с конструкцией детали по заданным изображениям.
 3. Построить тонкими сплошными линиями оба заданных вида. Нанести все линии видимого и невидимого контуров.
 4. Построить сложный ломанный и при необходимости местные разрезы.
 5. Нанести обозначения разрезов (секущих плоскостей и линий перехода от одной плоскости к другой) и все размеры. Для нанесения размеров использовать все проекции. Диаметры отверстий, рассеченных секущей плоскостью, указывать на продольных разрезах.
 6. Обвести линии видимого контура, включая окружности и кривые линии, мягким карандашом, толщина линий 0,8–1,0 мм.
 7. Заполнить основную надпись и проверить правильность всех построений.
- Пример выполнения чертежа представлен на рис. 124.

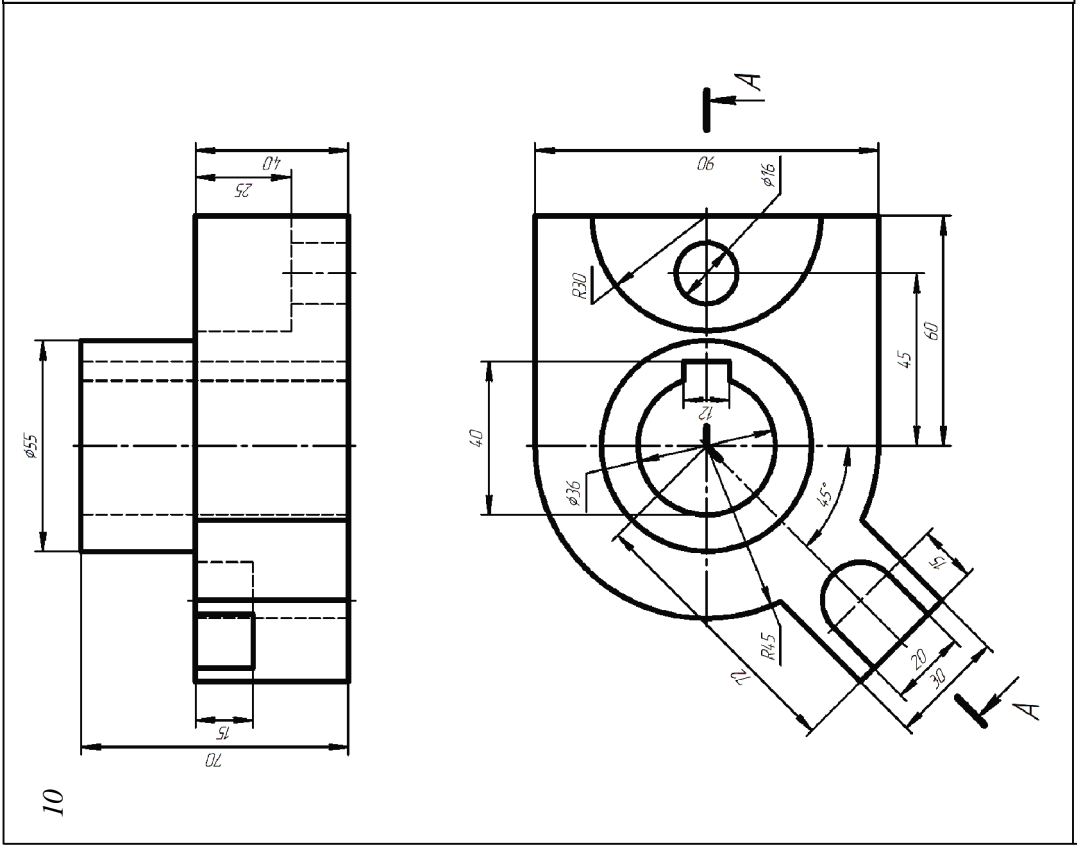
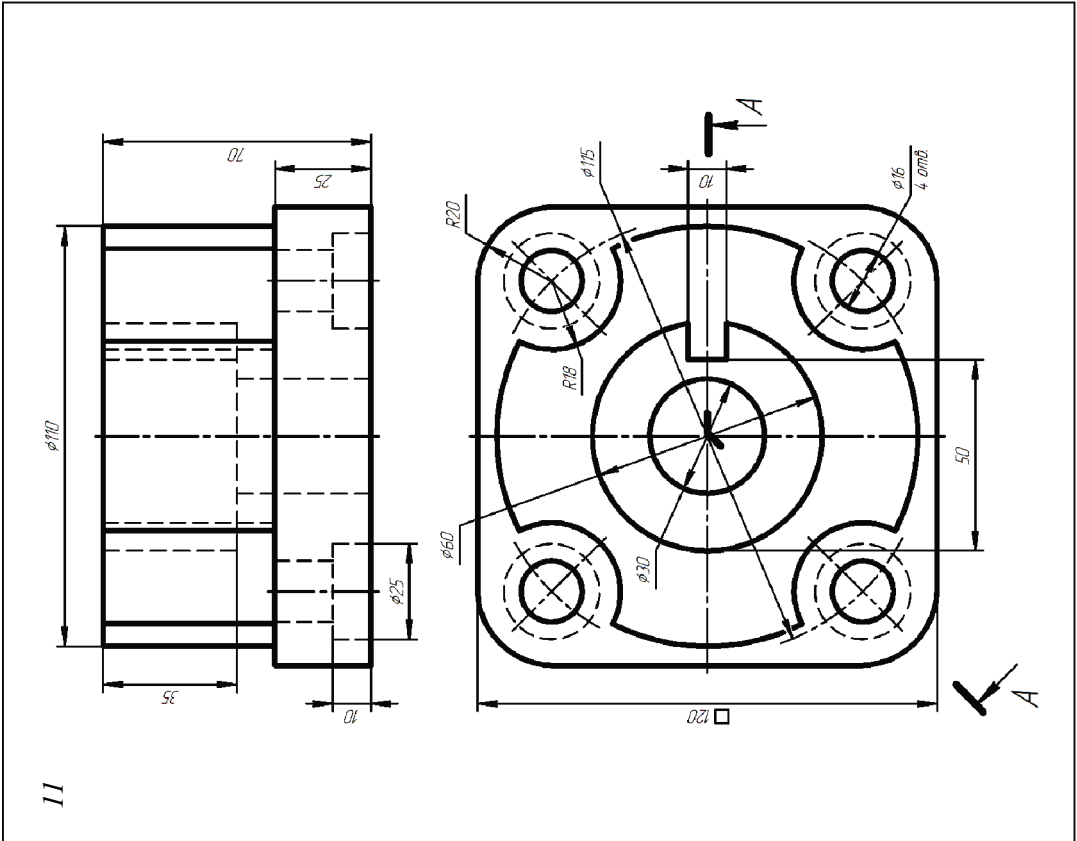


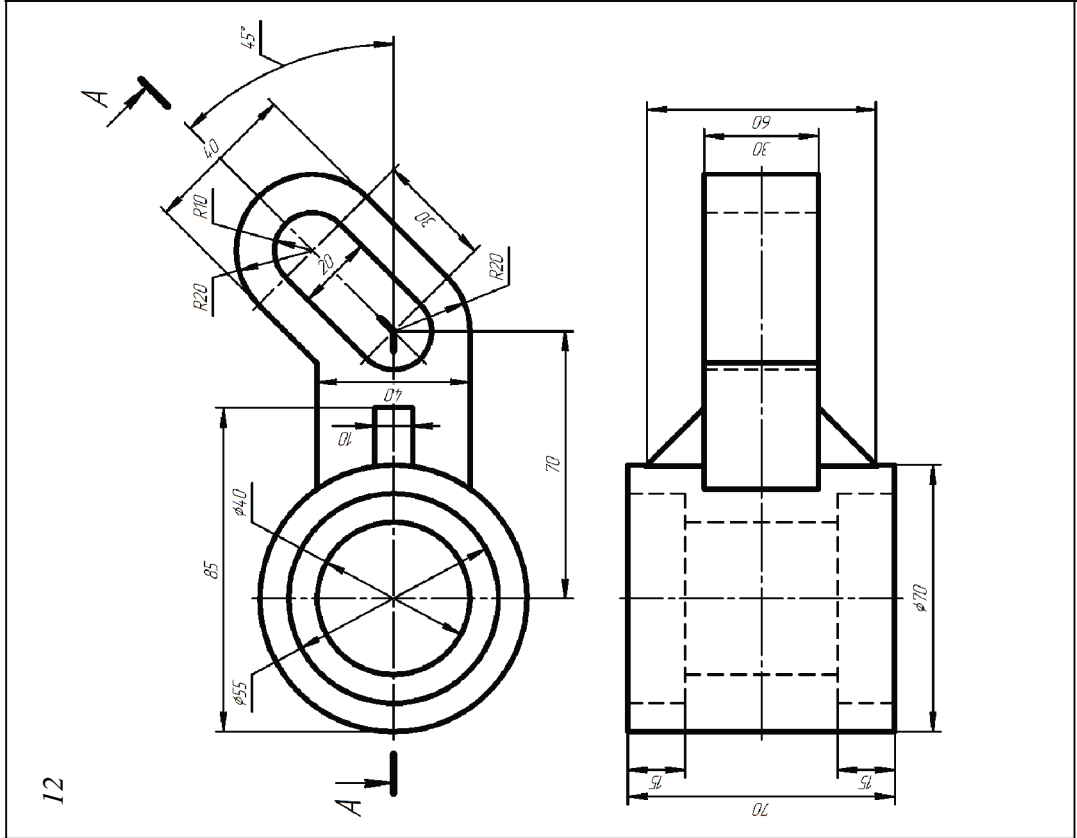
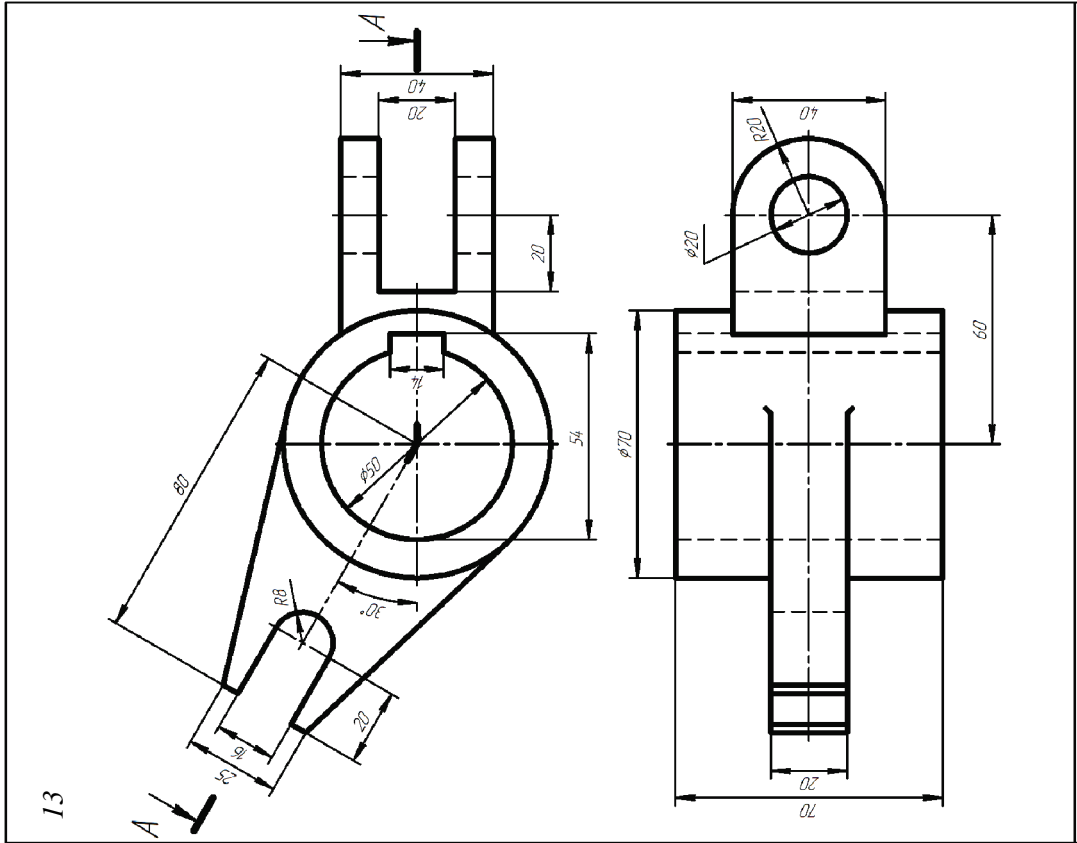


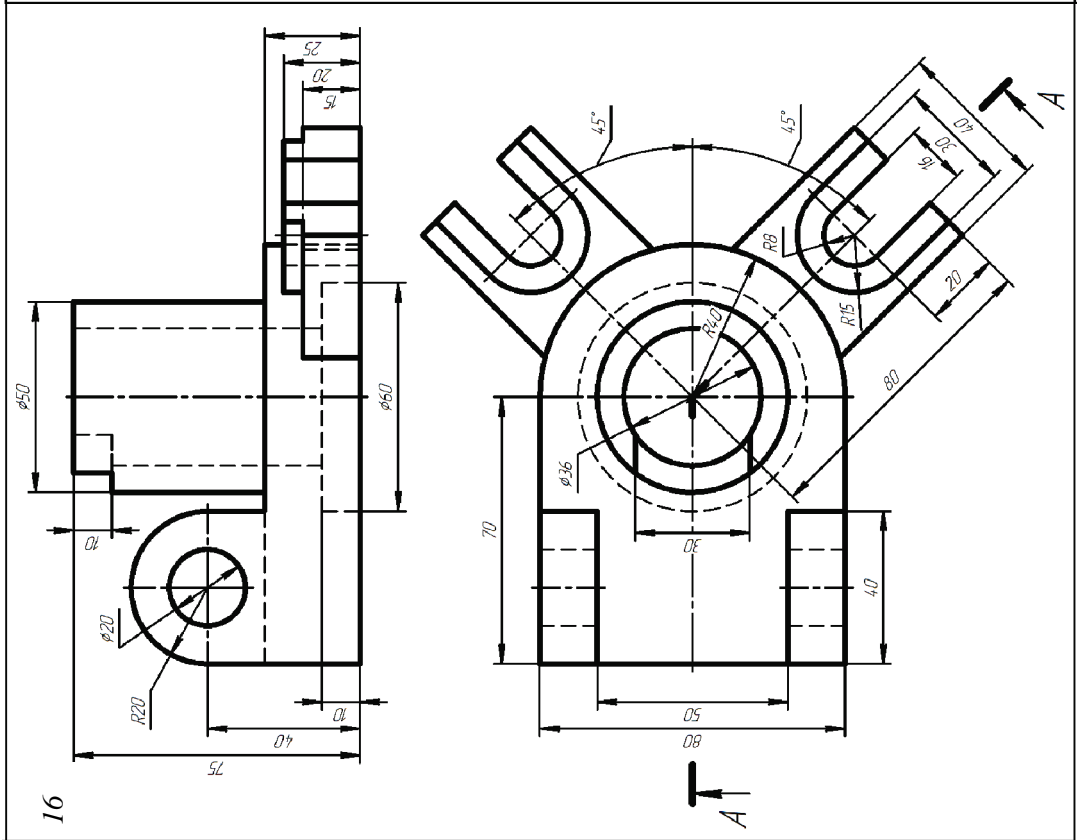
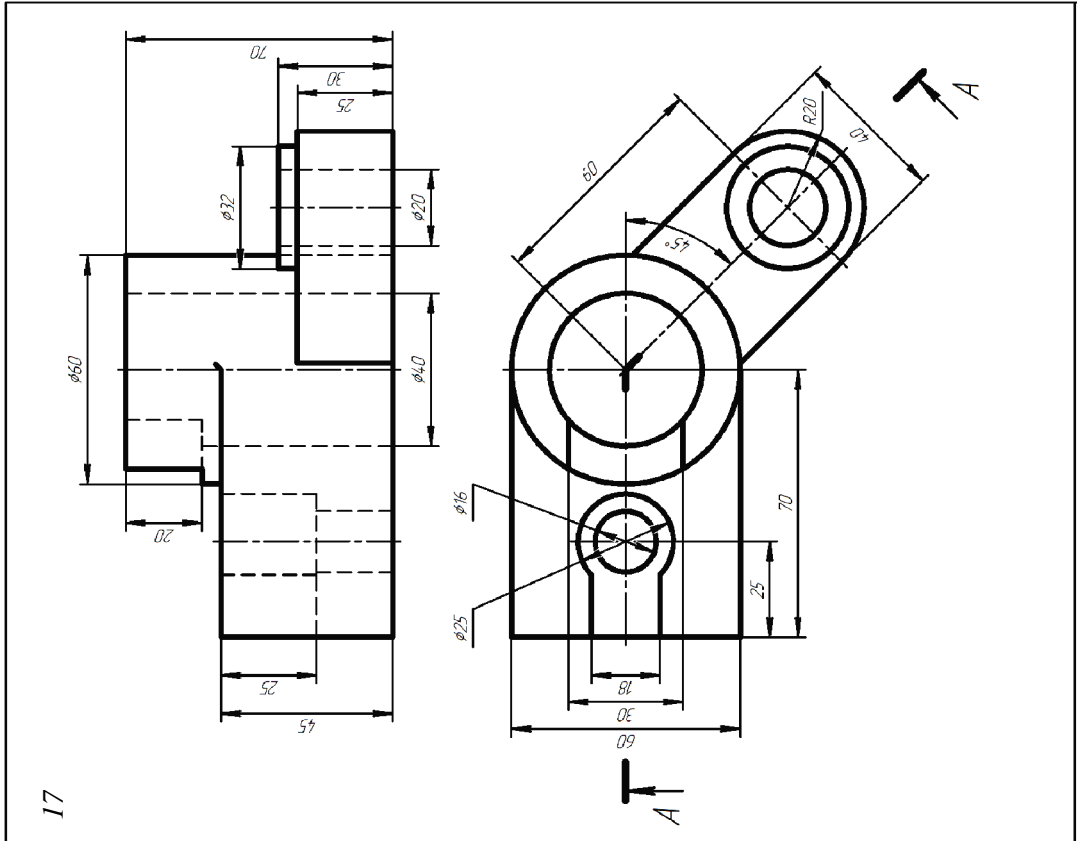


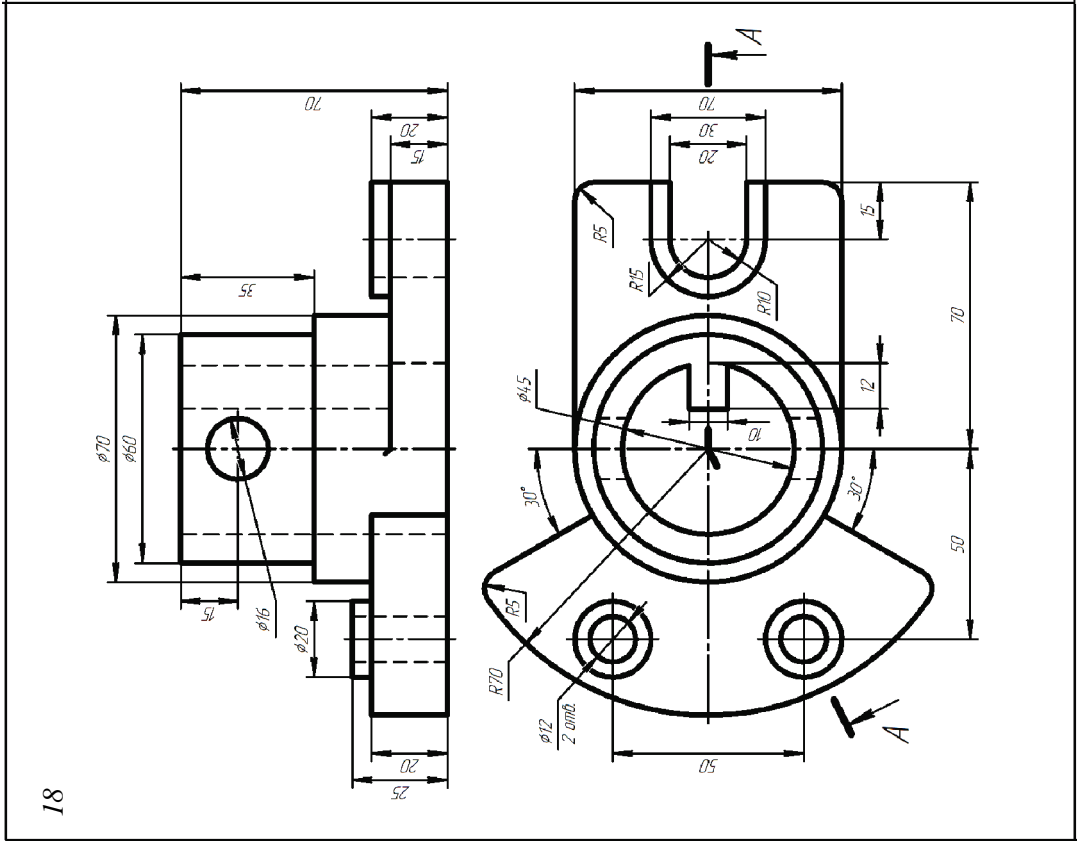
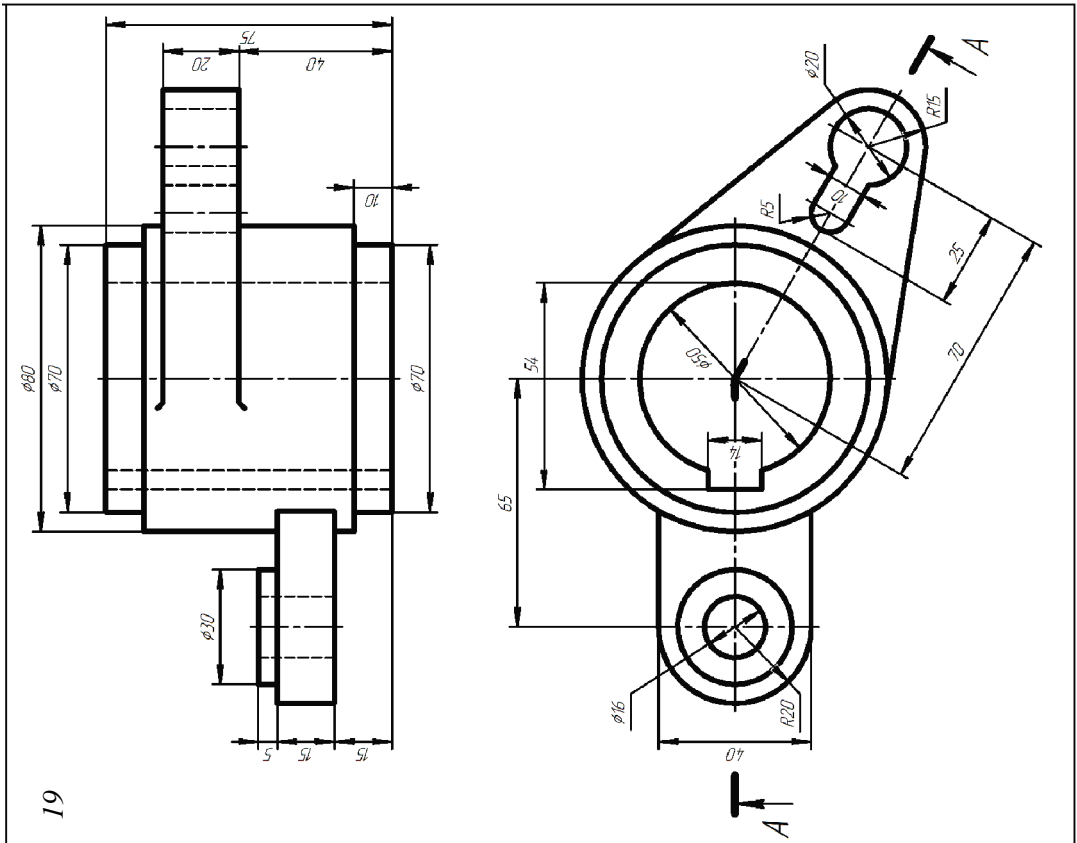


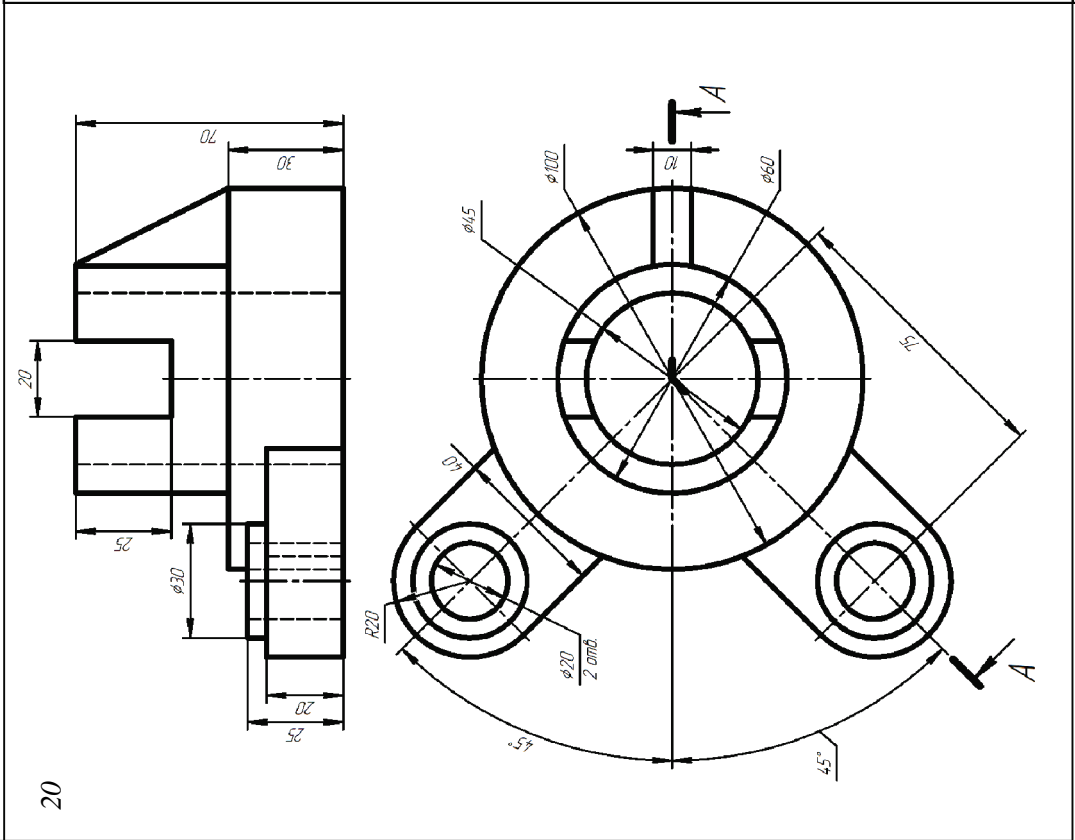
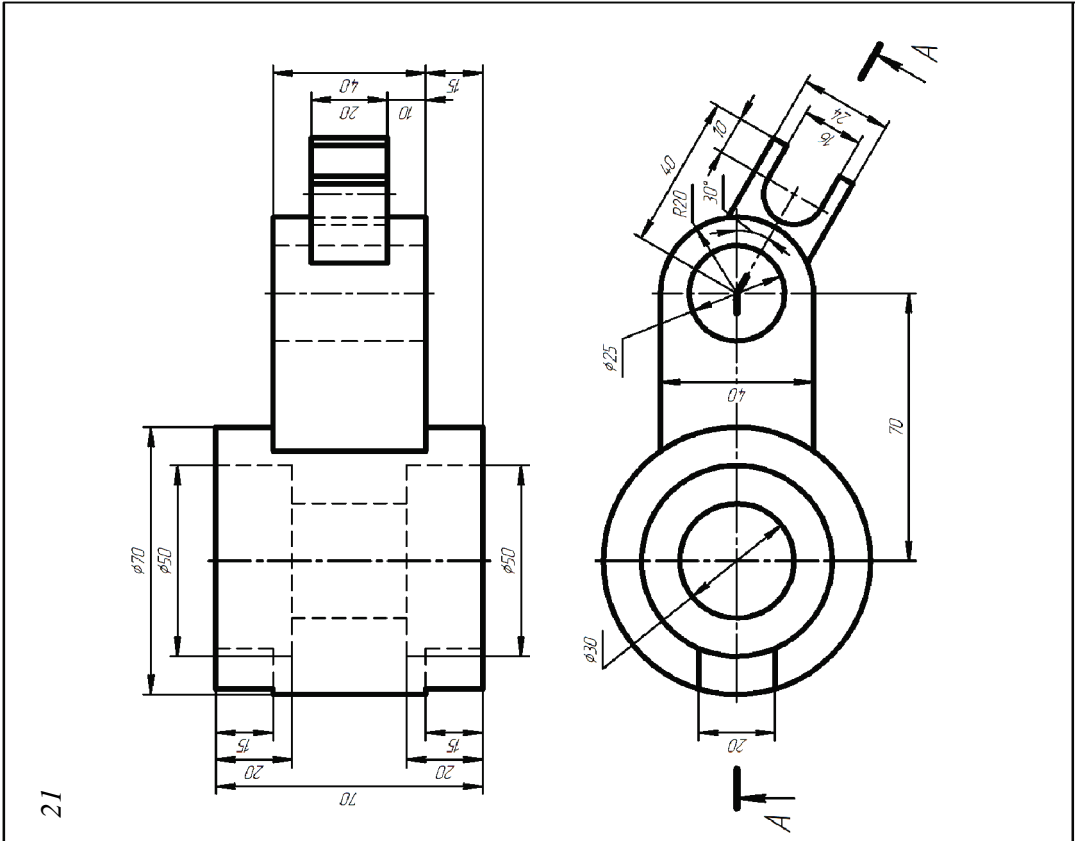


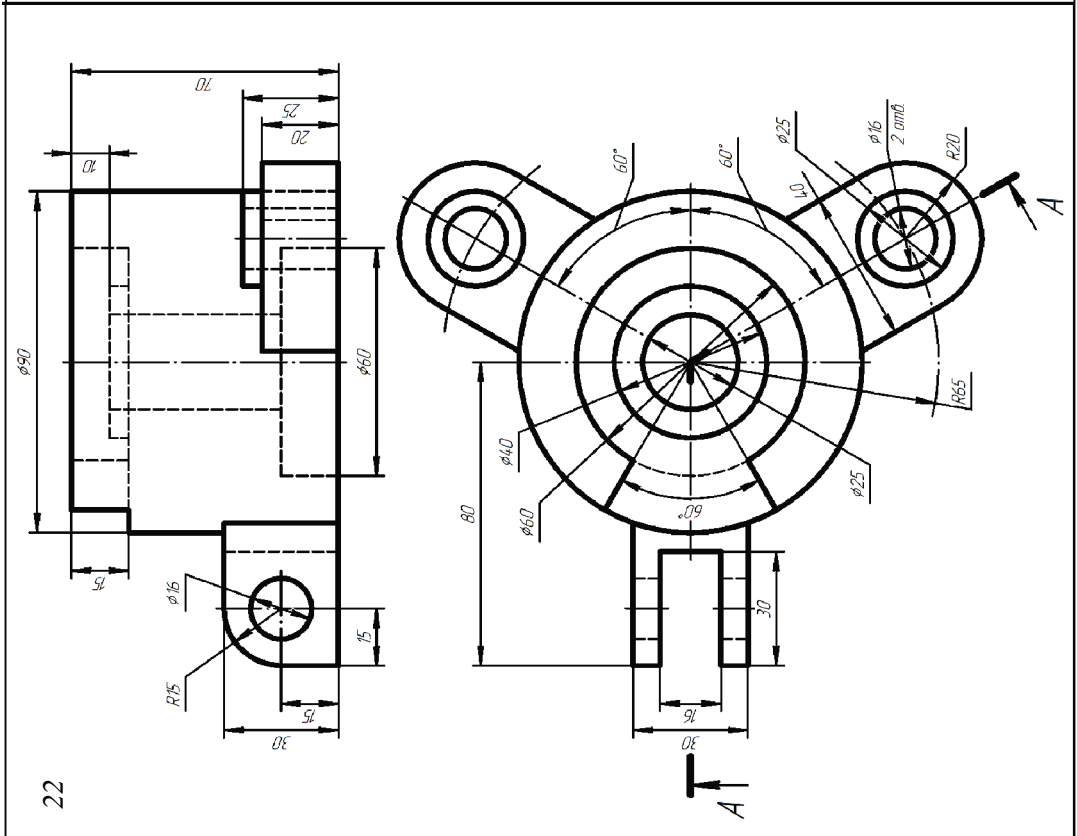
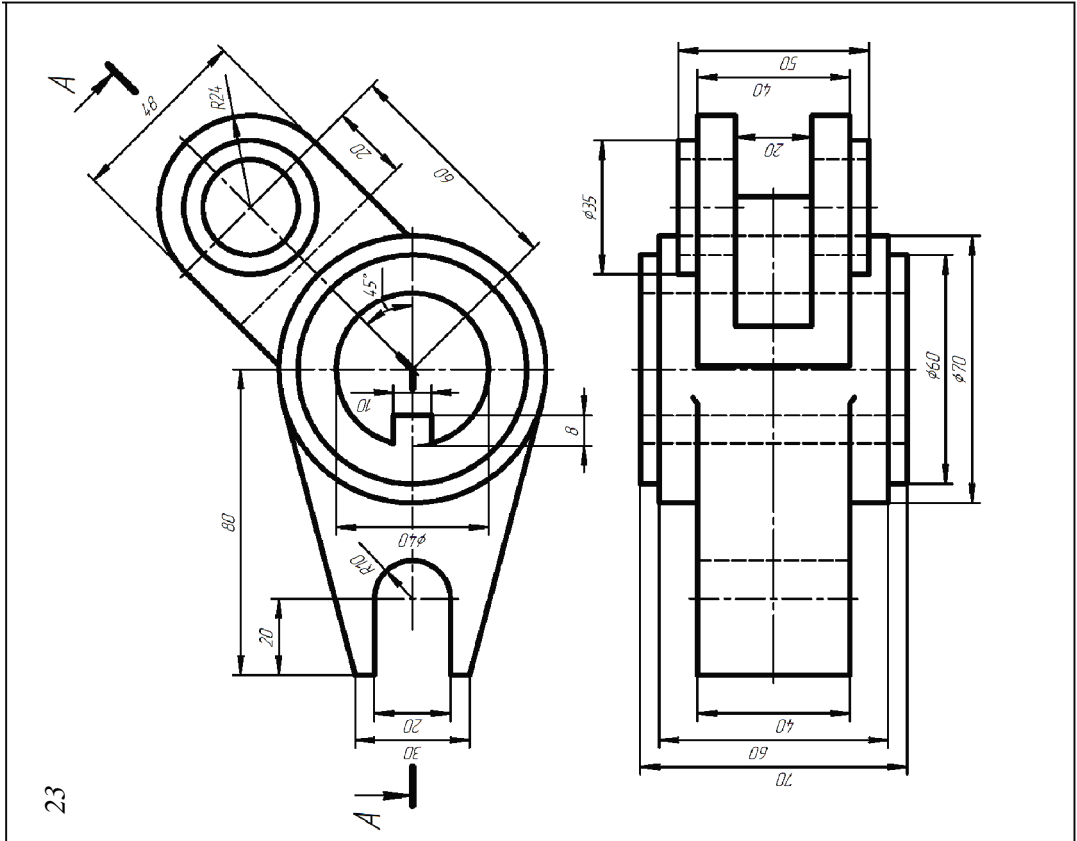


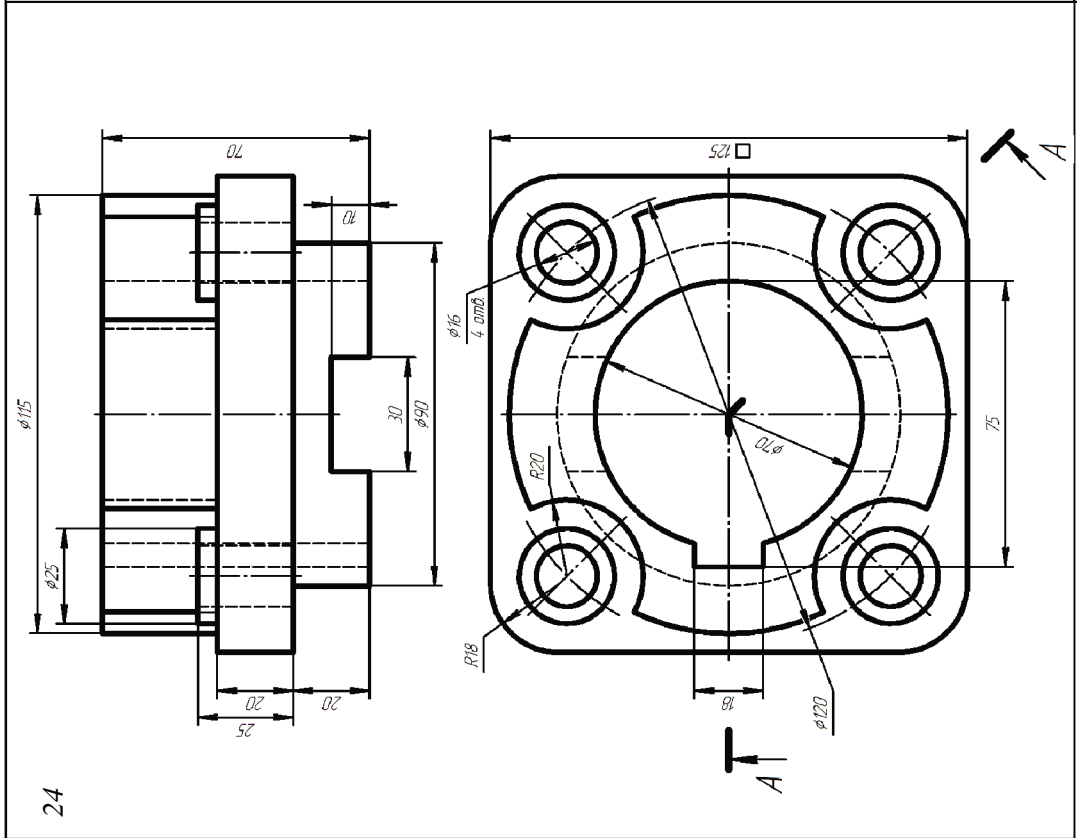
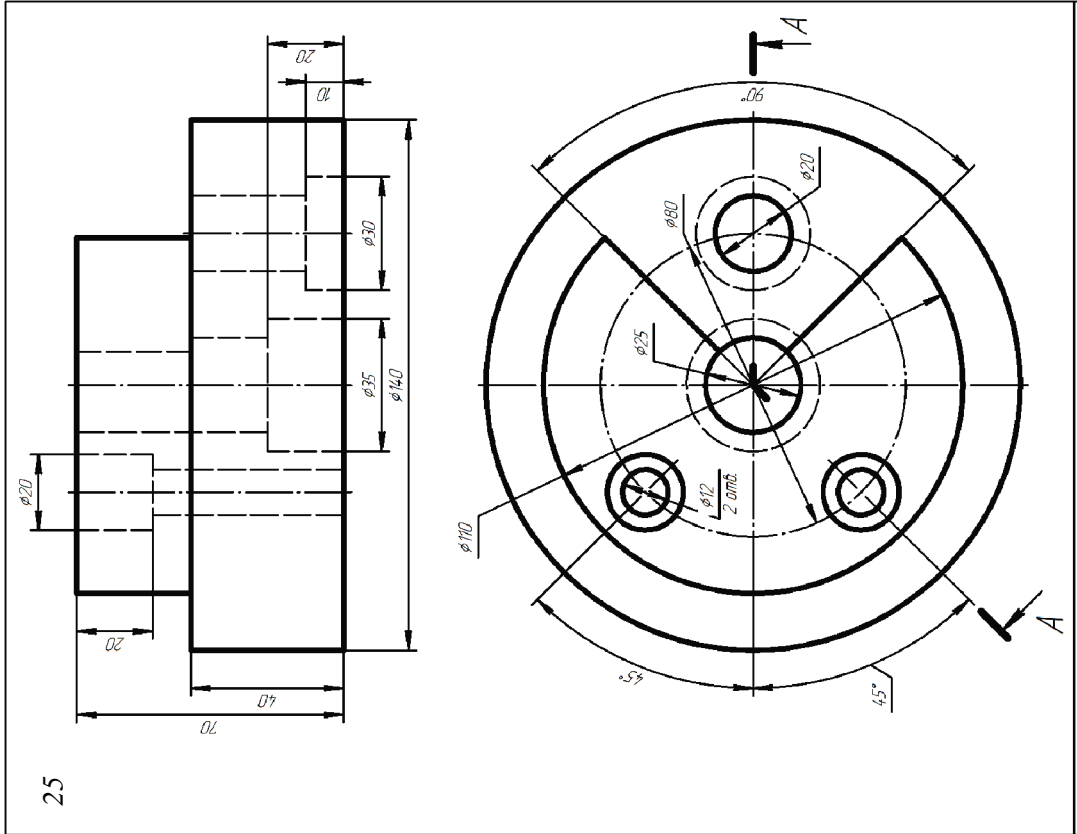


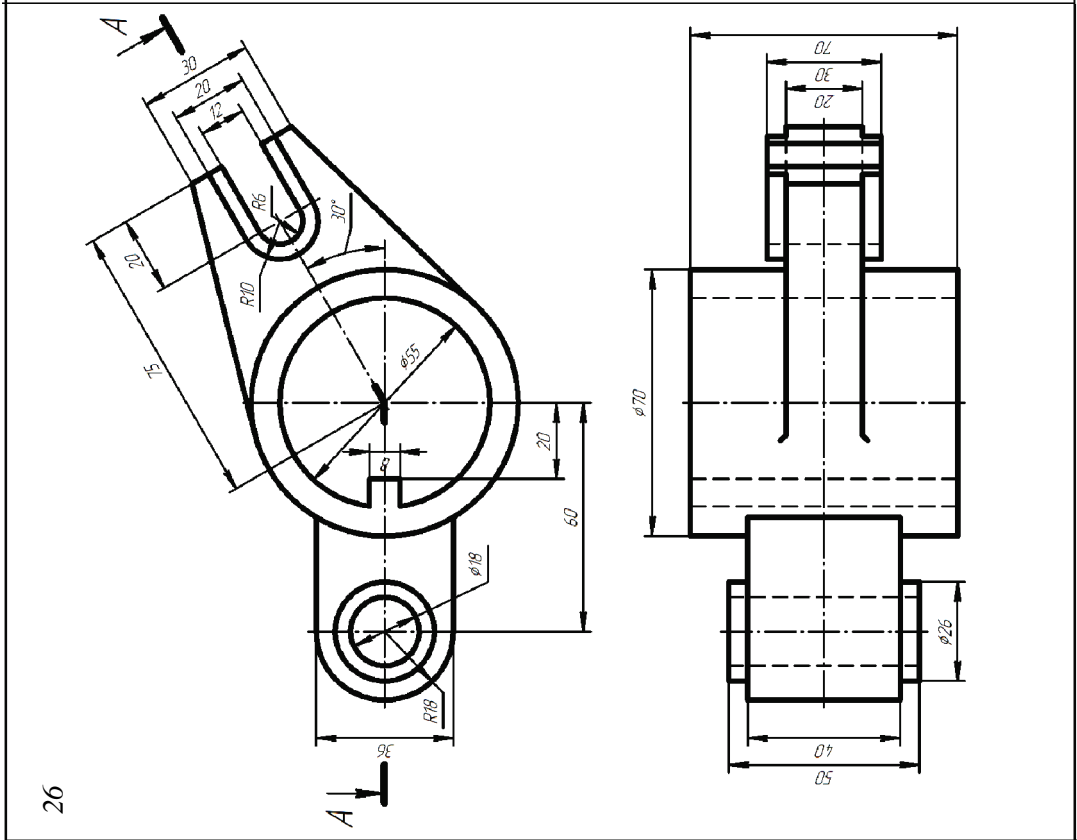
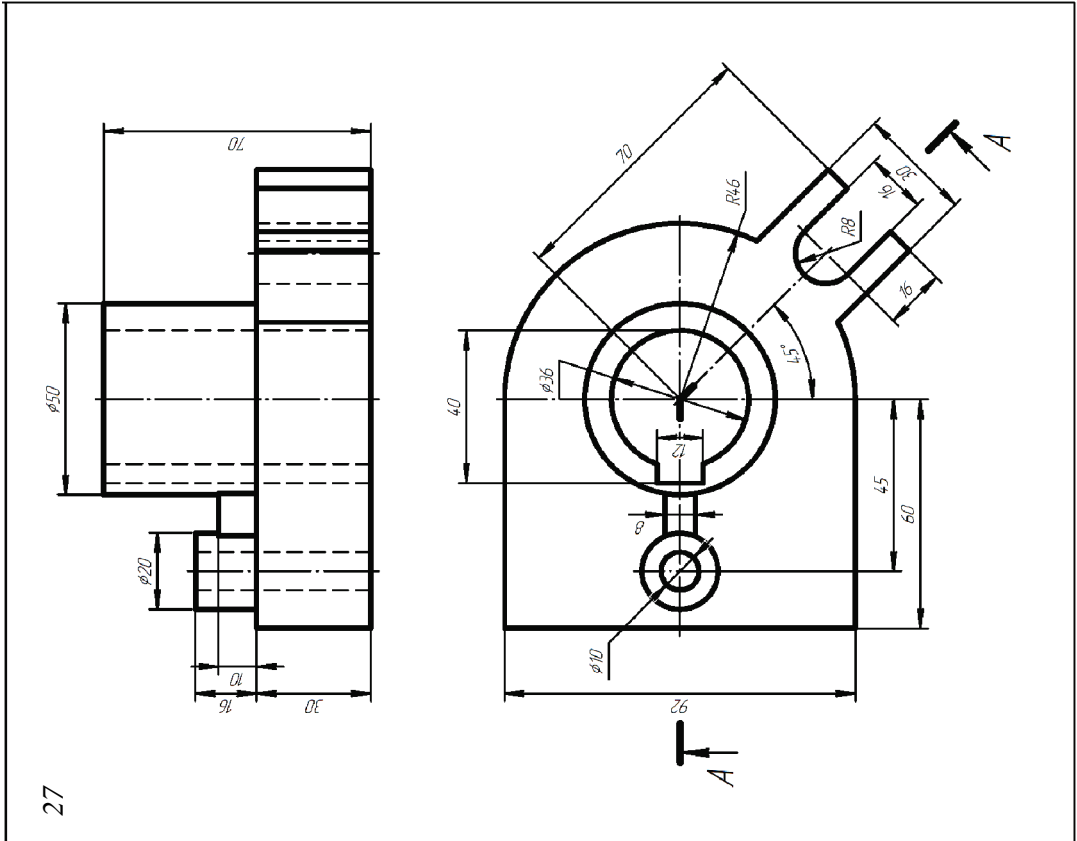


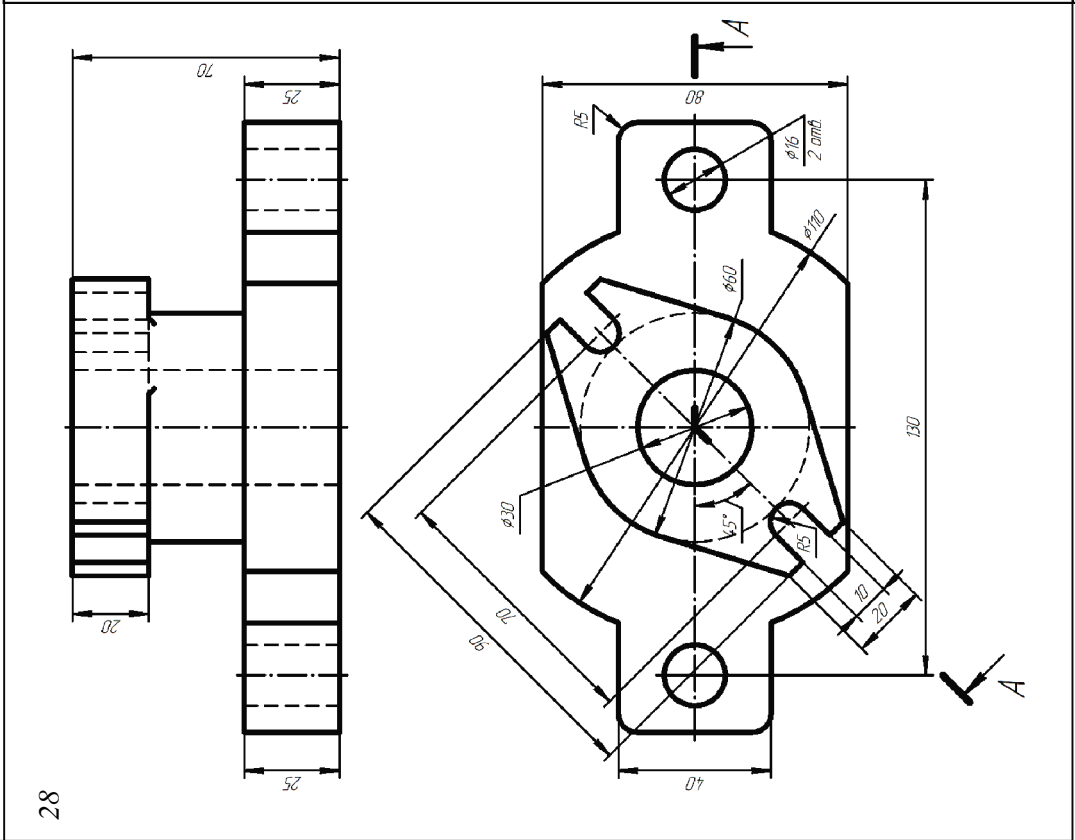
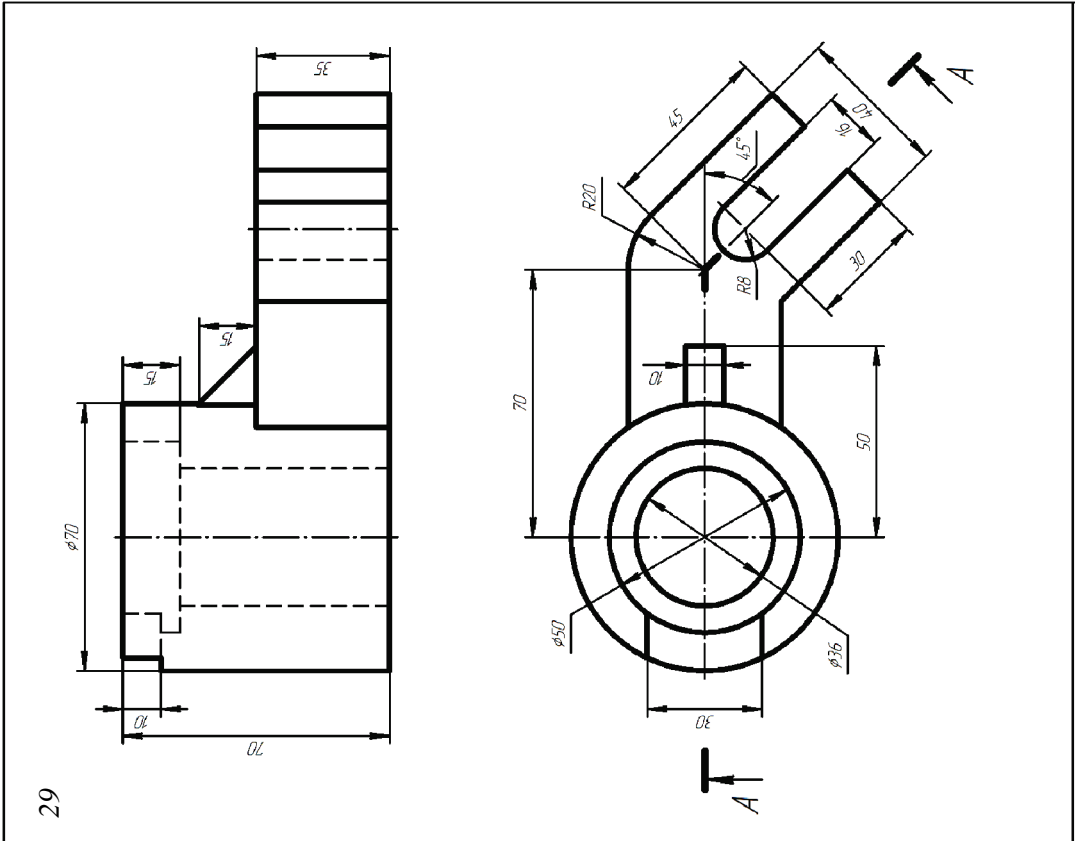


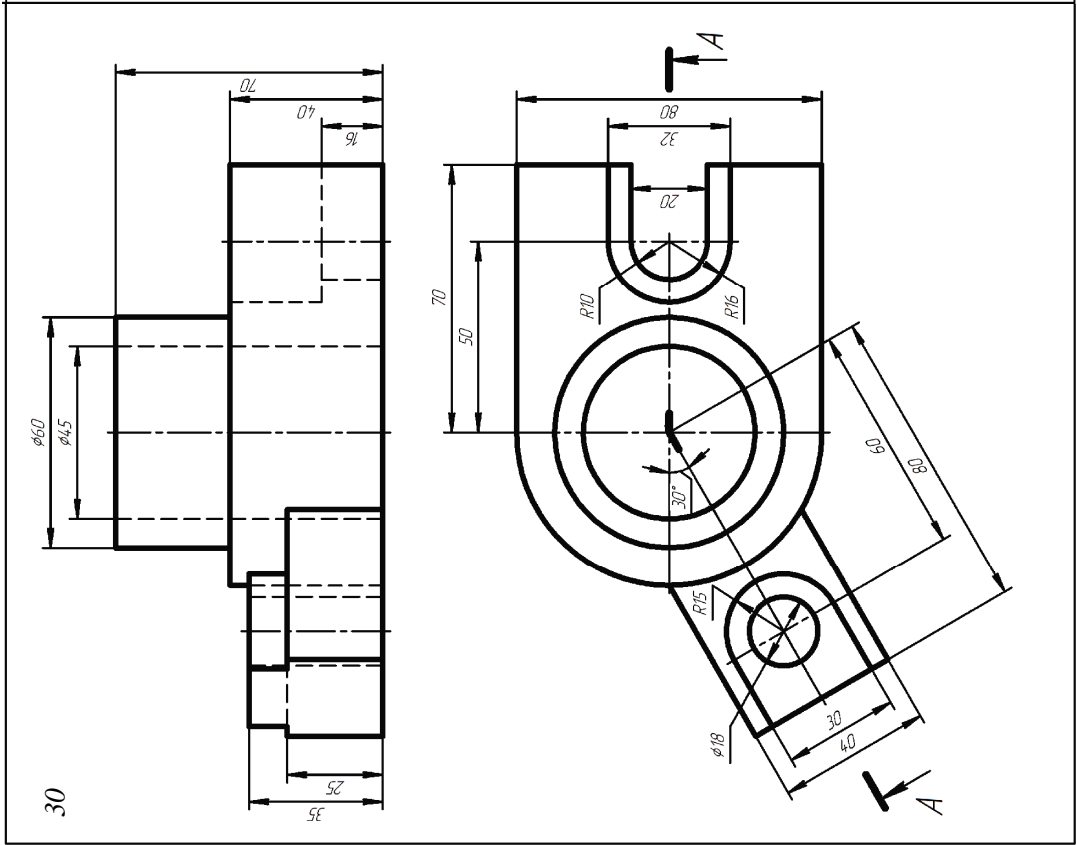
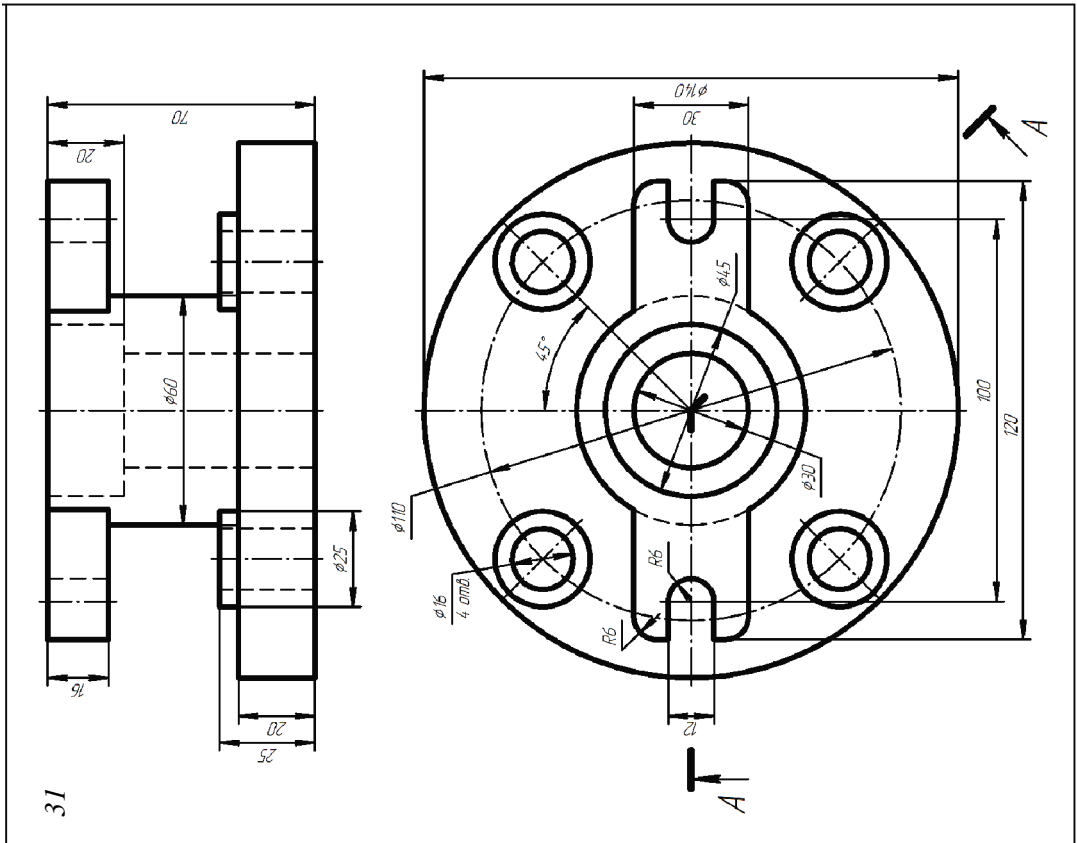












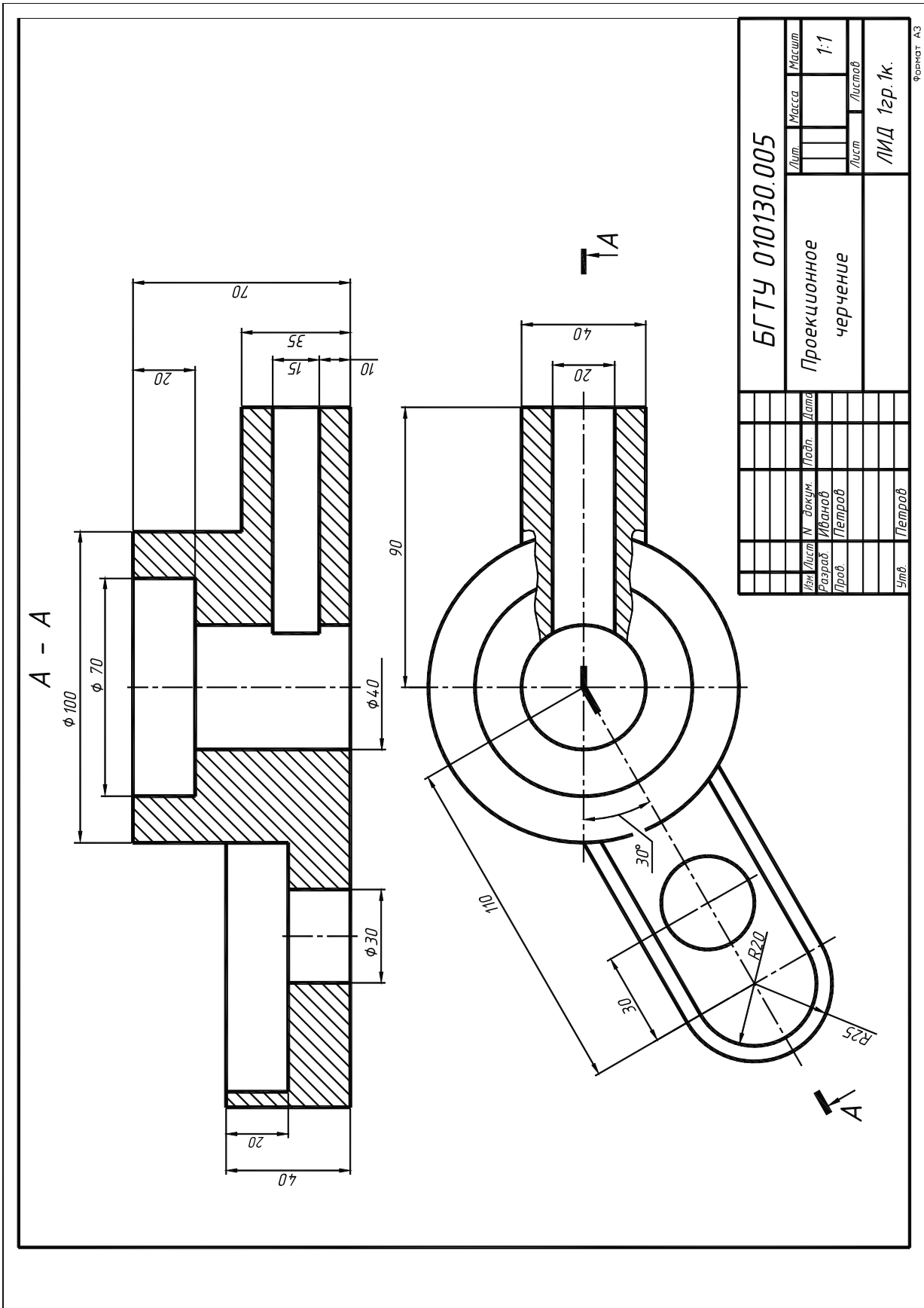
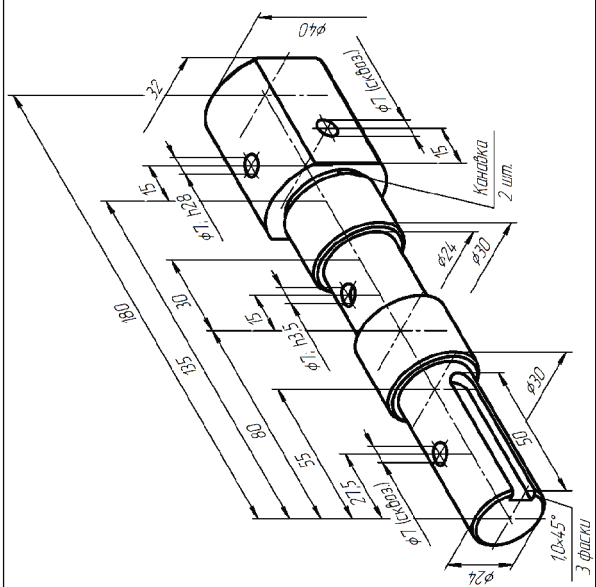
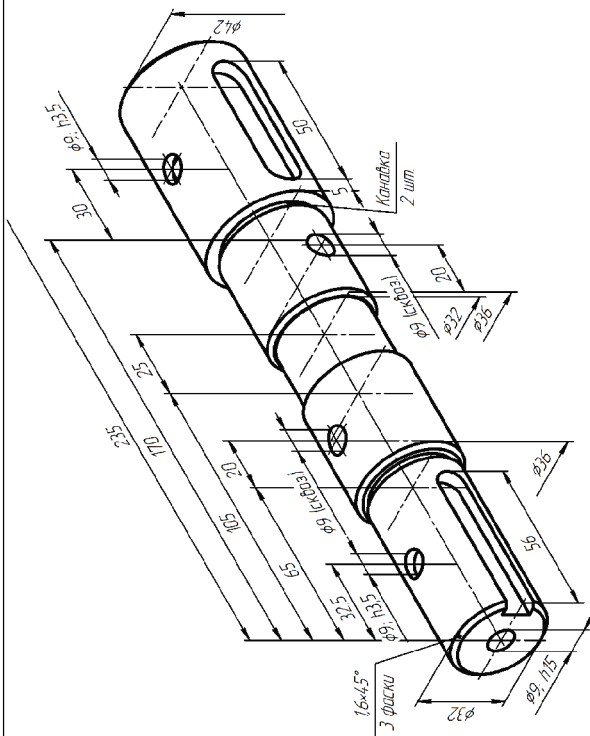


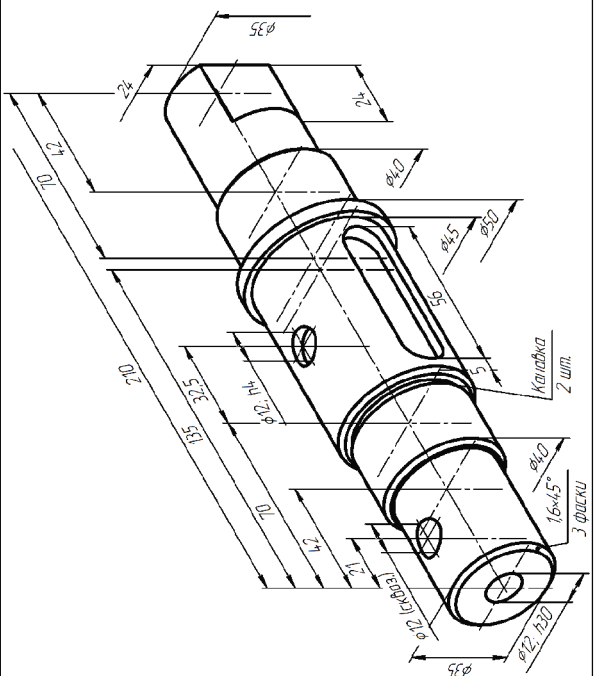
Рис. 124



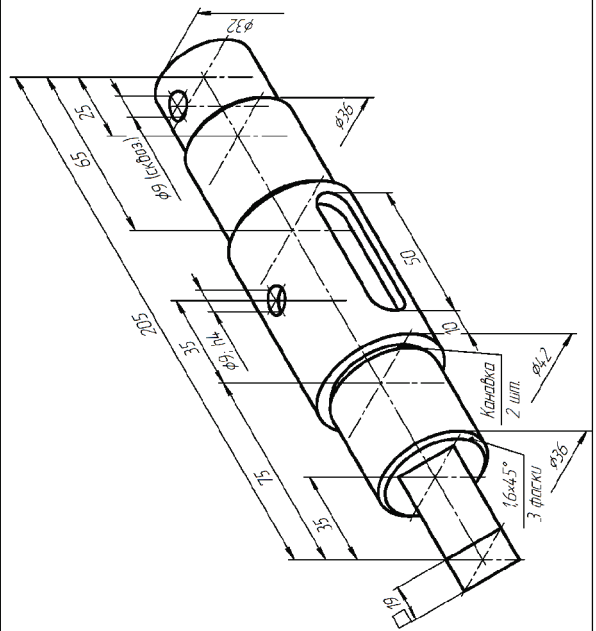
15



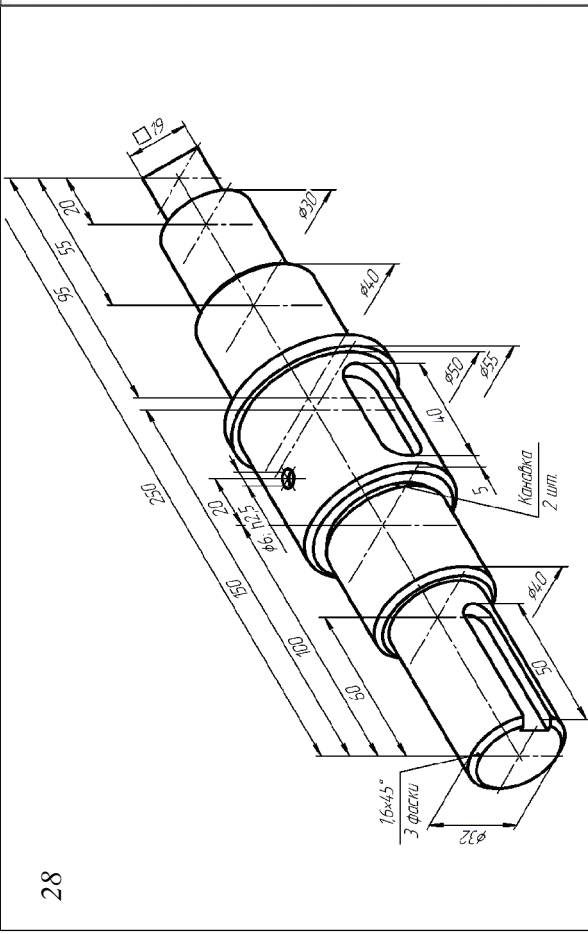
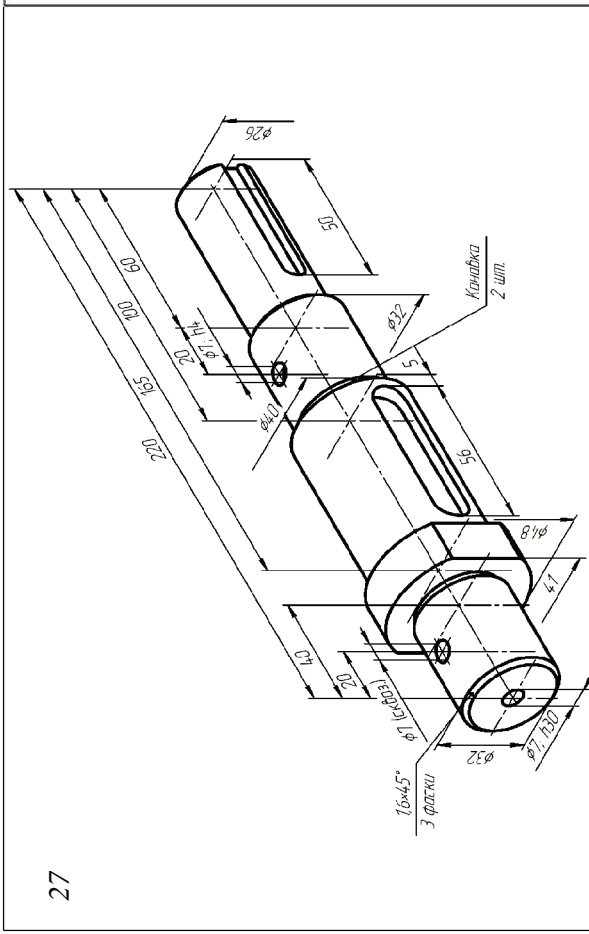
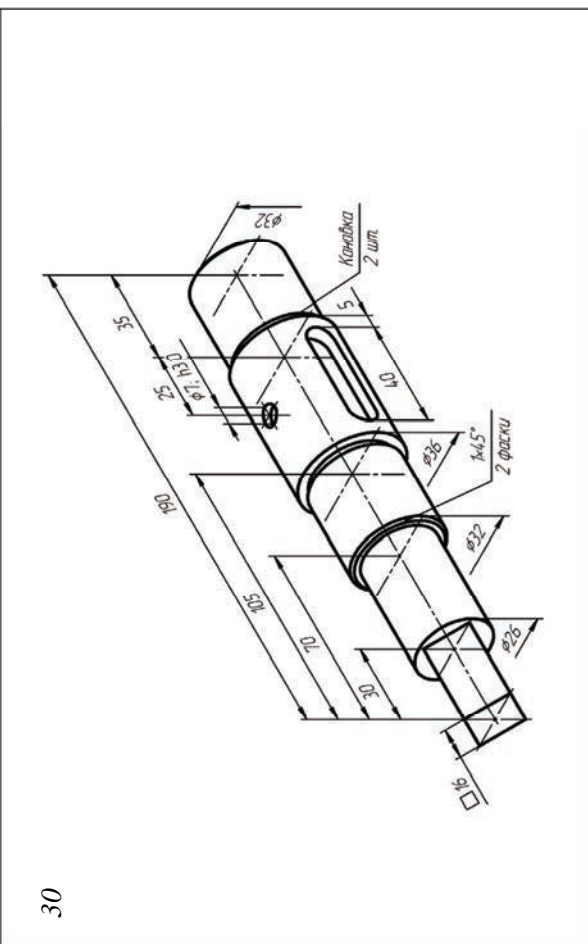
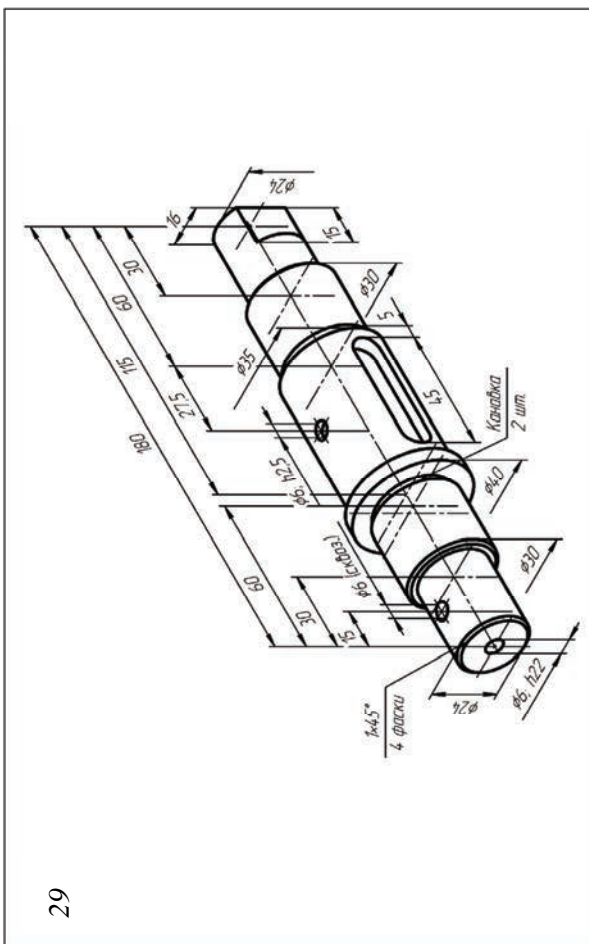
17



16



18



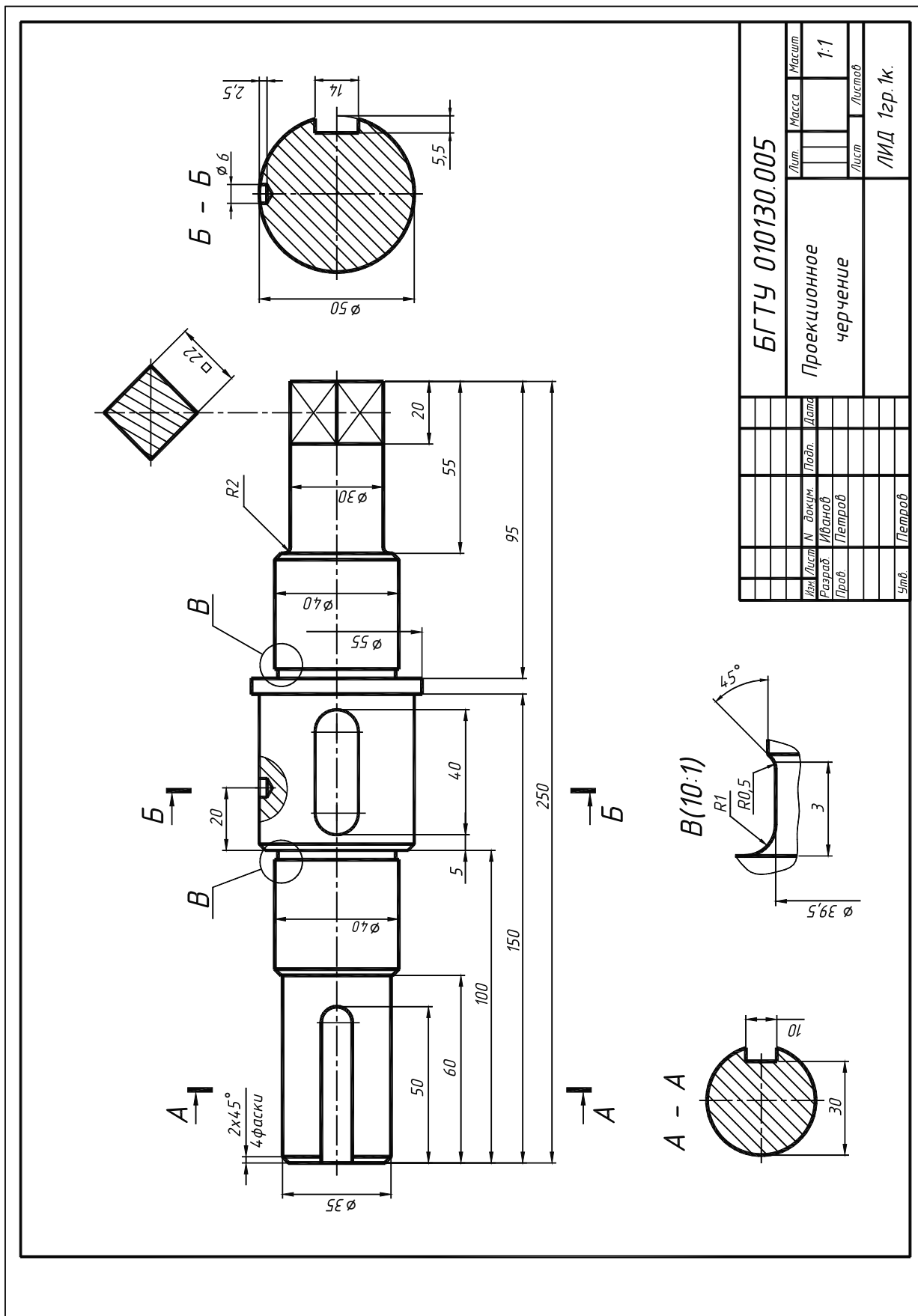


Рис. 125

Задача 7

По двум видам детали (спереди и сверху) построить вид слева, выполнить целесообразные разрезы, построить линии пересечения поверхностей и линии среза, нанести размеры, исходя из того, что изображения выполнены в масштабе 1:2. Обозначить точки, принадлежащие линиям пересечения. Индивидуальные задания даны на с. 110–117.

Указания по выполнению задачи

Построение проекций линий пересечения и линий среза изучается в курсе начертательной геометрии. Для нахождения линий пересечения используется способ вспомогательных секущих плоскостей или способ концентрических сфер.

1. Определяются поверхности, для которых следует построить линии пересечения.

2. Находятся характерные («опорные») точки искомых линий пересечения. К «опорным» точкам относятся:

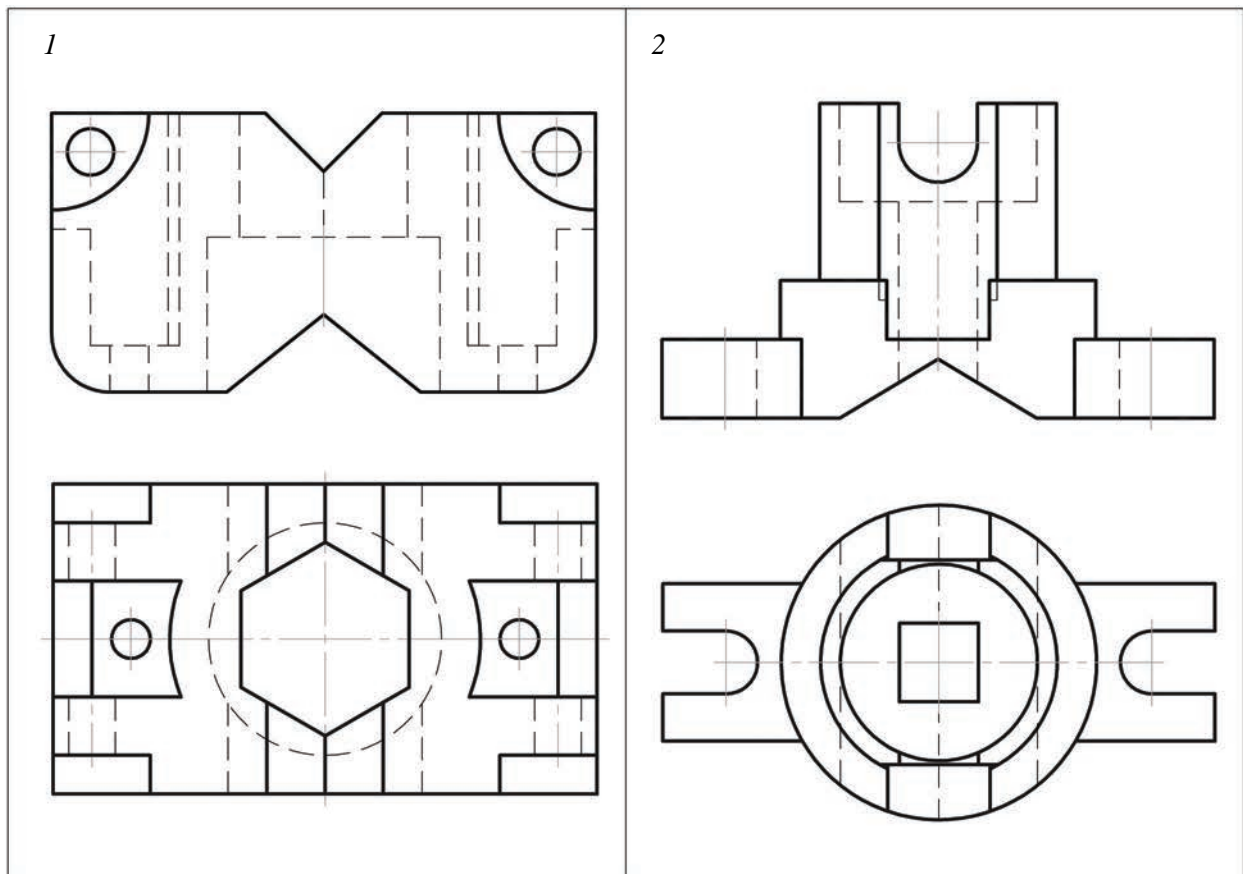
а) точки, проекции которых лежат на проекциях очерковых линий одной из поверхностей, отделяющей видимую часть линии пересечения от невидимой;

б) «крайние точки» – правые и левые, высшие и низшие, ближайшие и наиболее удаленные от плоскостей проекций.

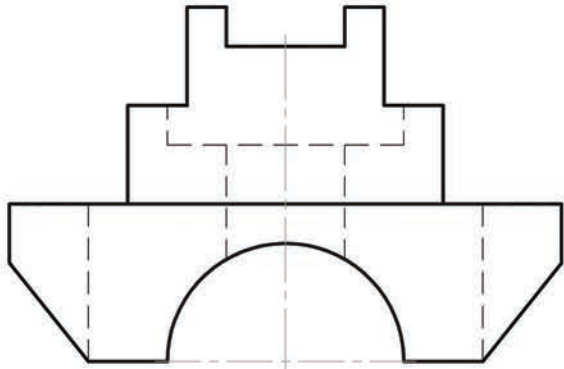
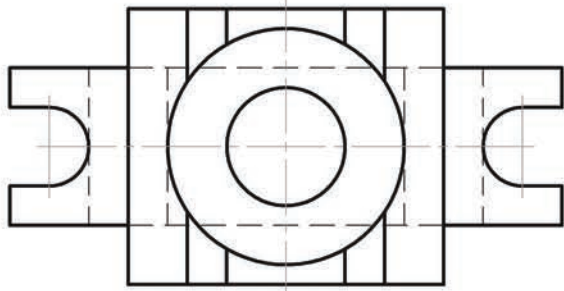
3. Для уточнения характера кривых определяются промежуточные точки линий пересечения.

4. Нанести размеры.

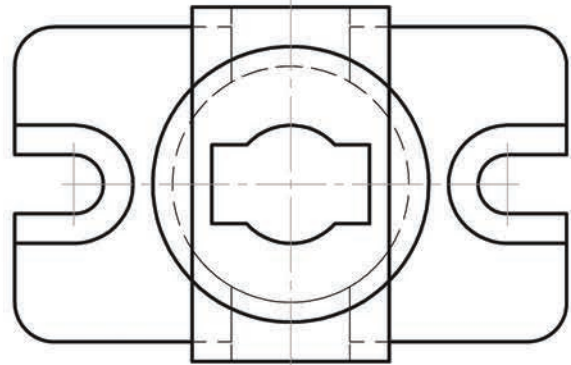
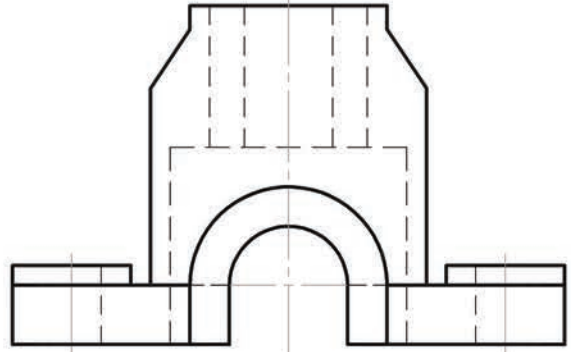
Пример выполнения чертежа детали представлен на рис. 126.



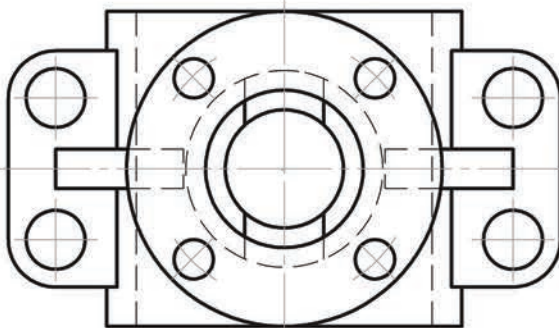
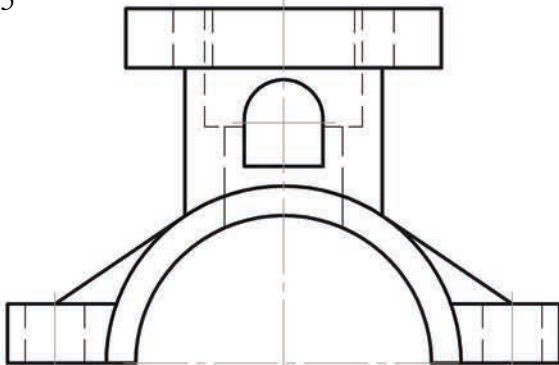
3



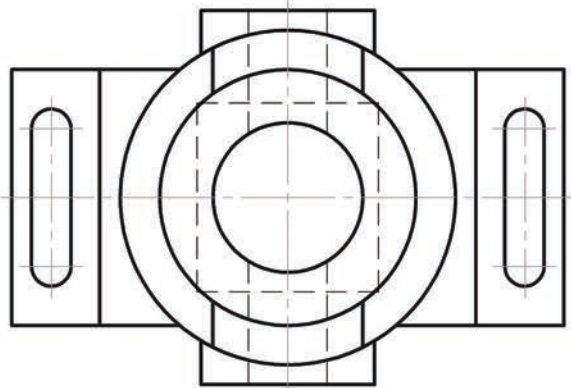
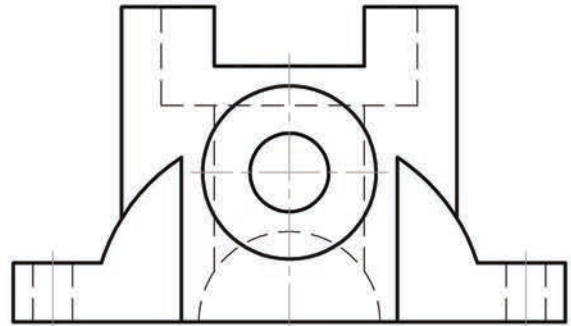
4



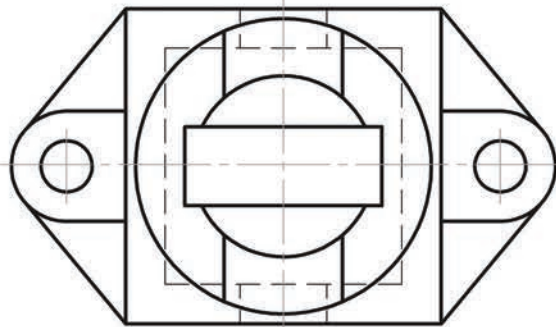
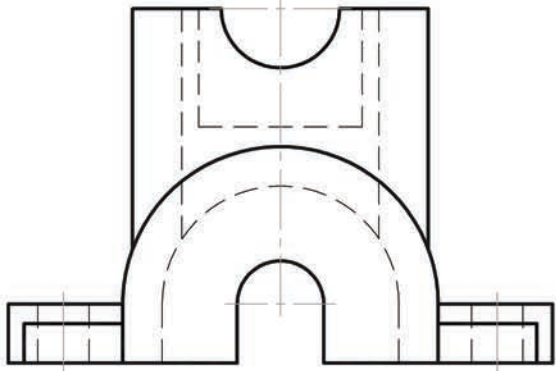
5



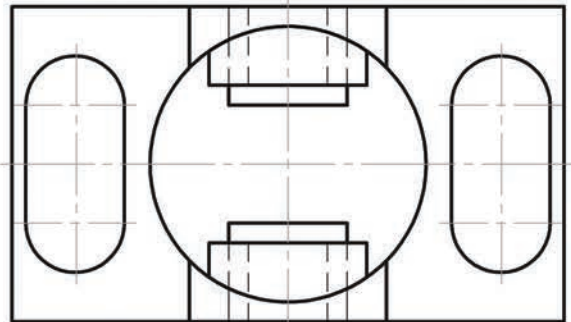
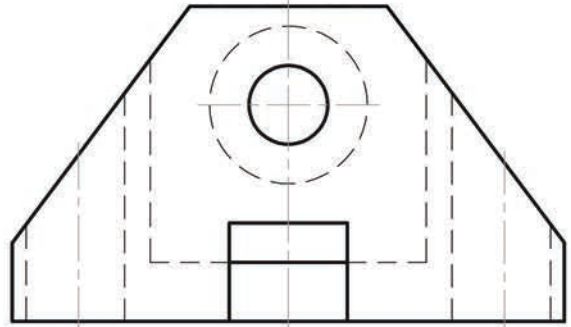
6



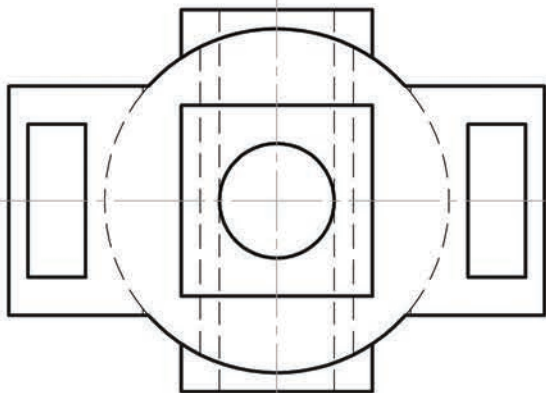
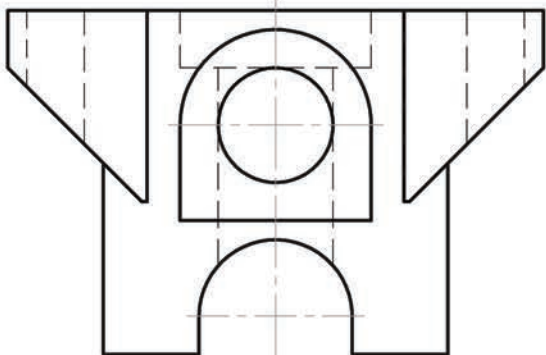
7



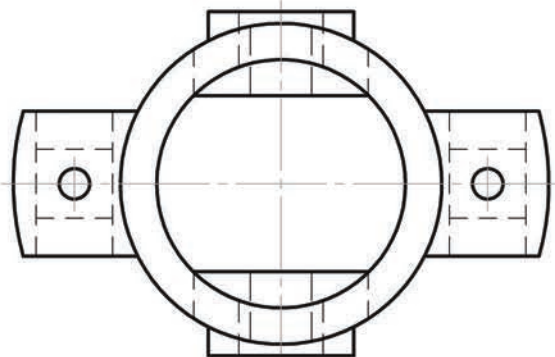
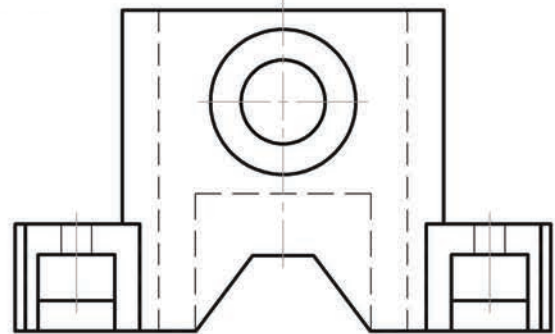
8



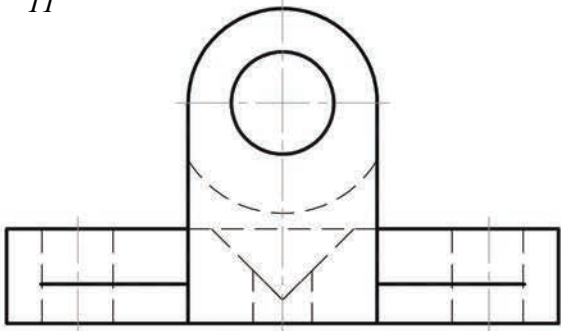
9



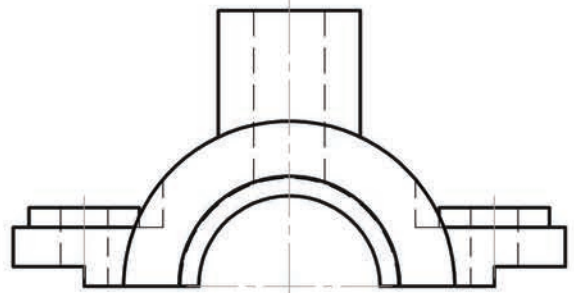
10



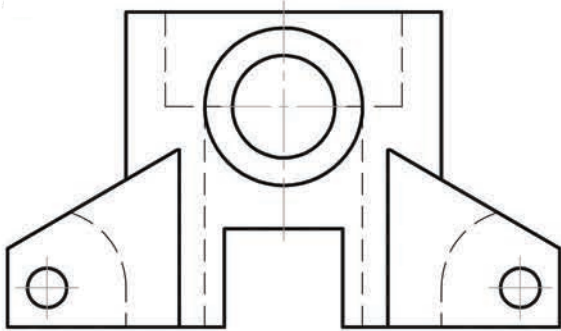
11



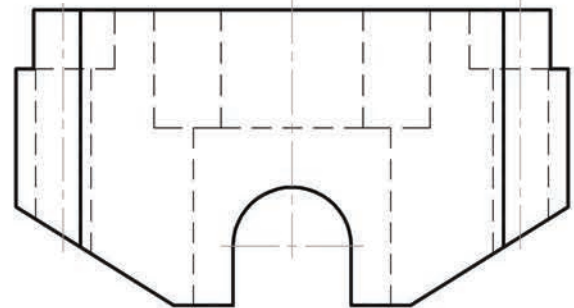
12



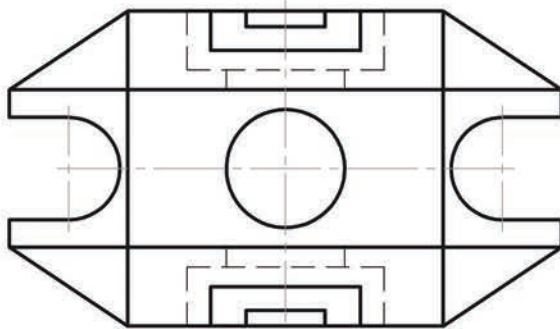
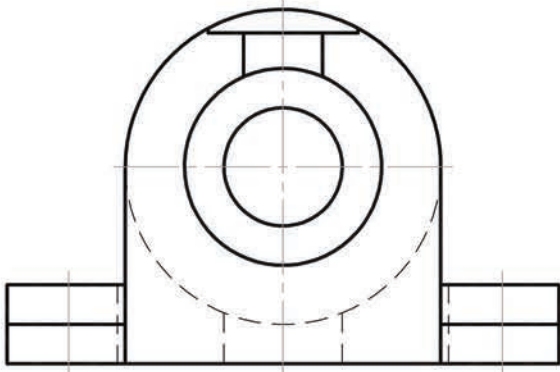
13



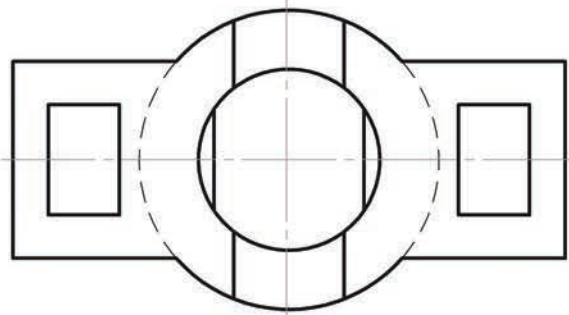
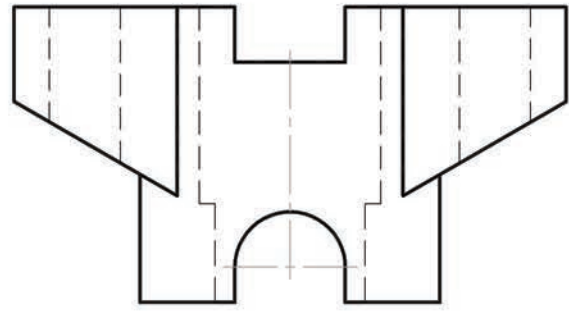
14



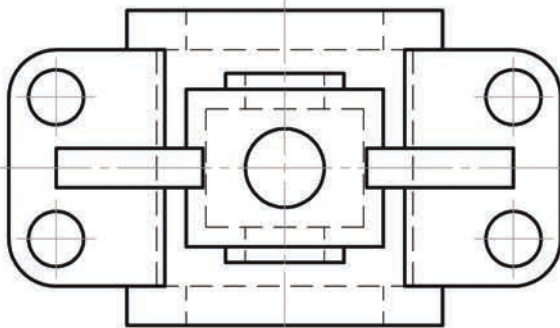
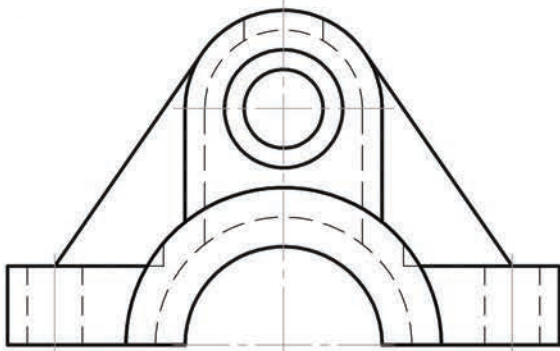
15



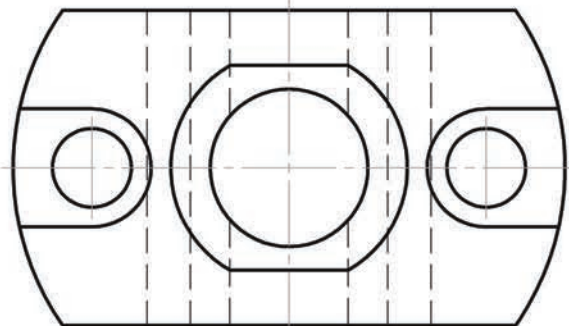
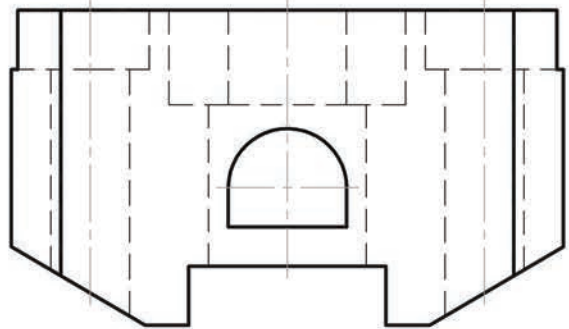
16



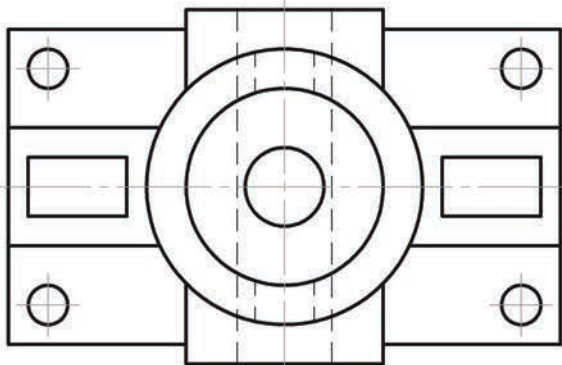
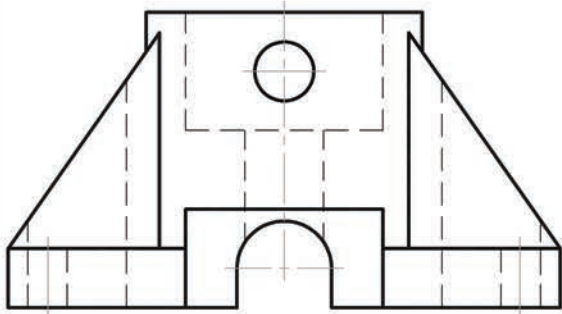
17



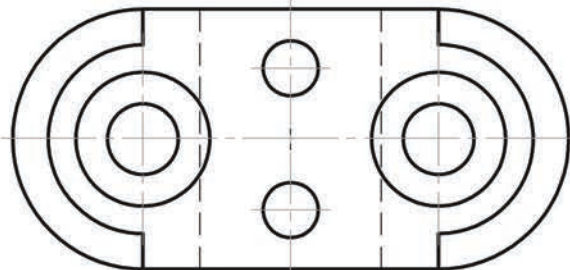
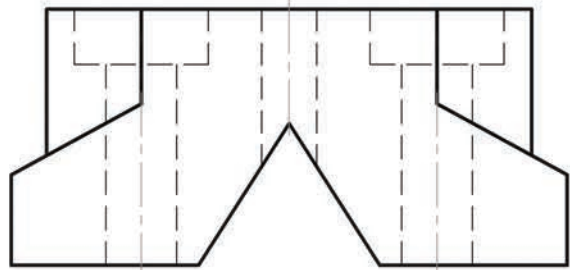
18



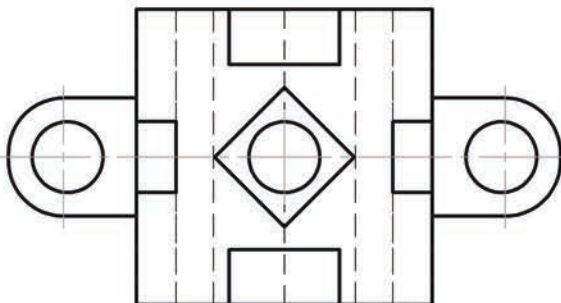
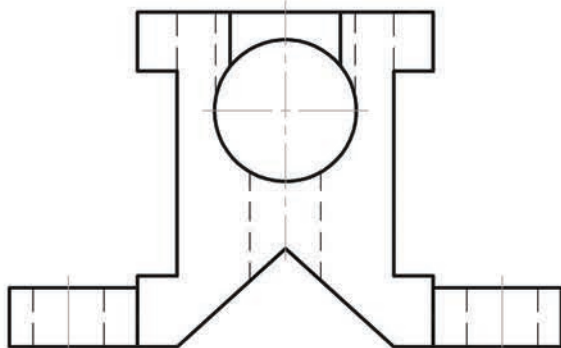
19



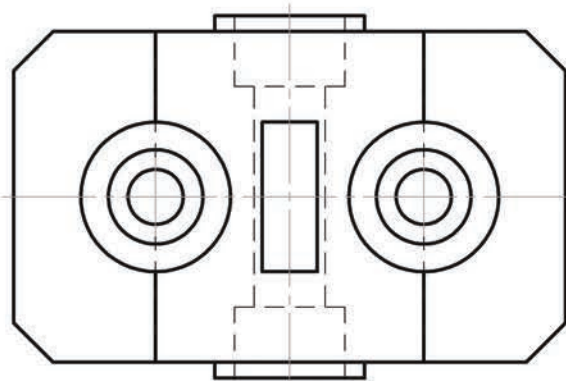
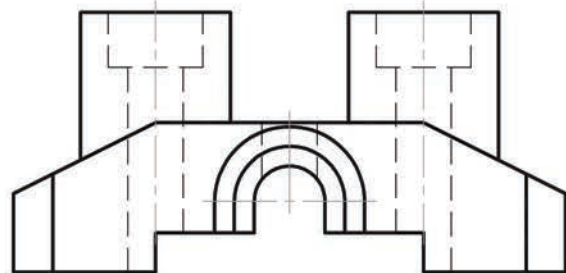
20



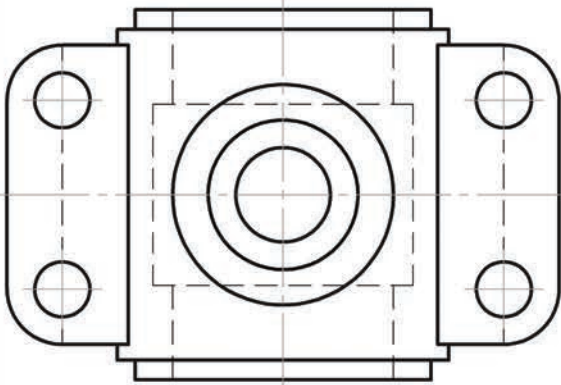
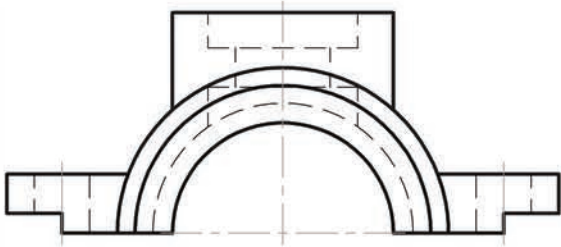
21



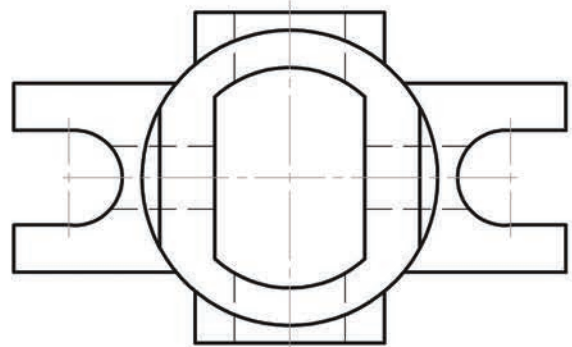
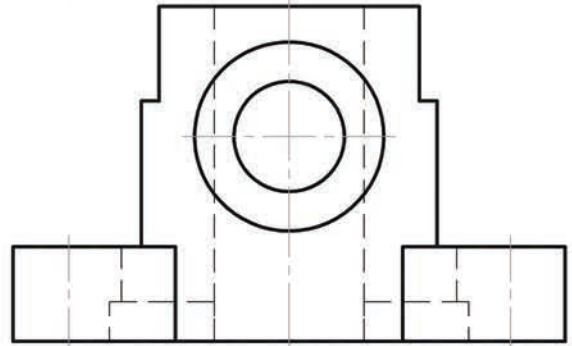
22



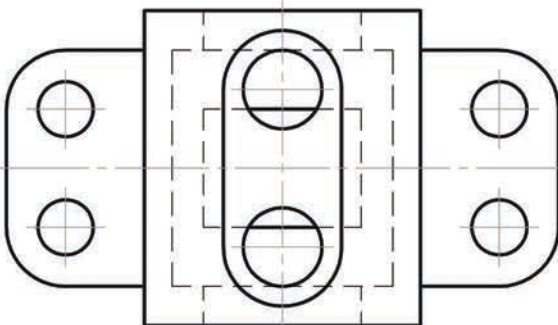
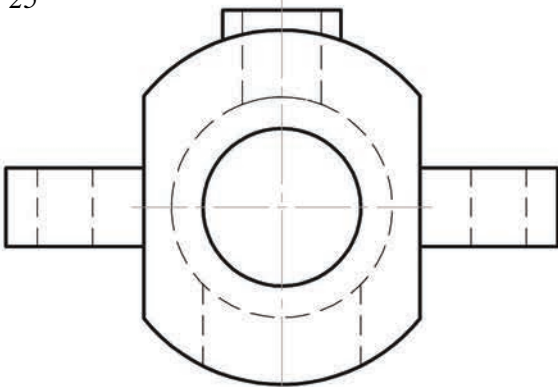
23



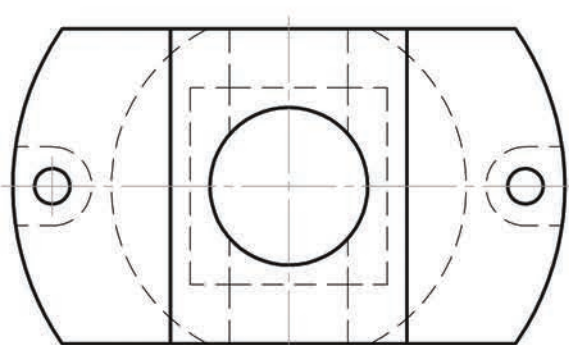
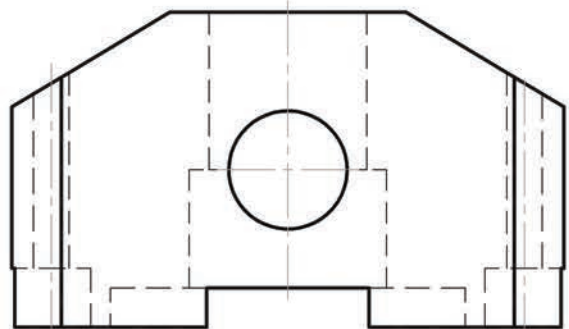
24



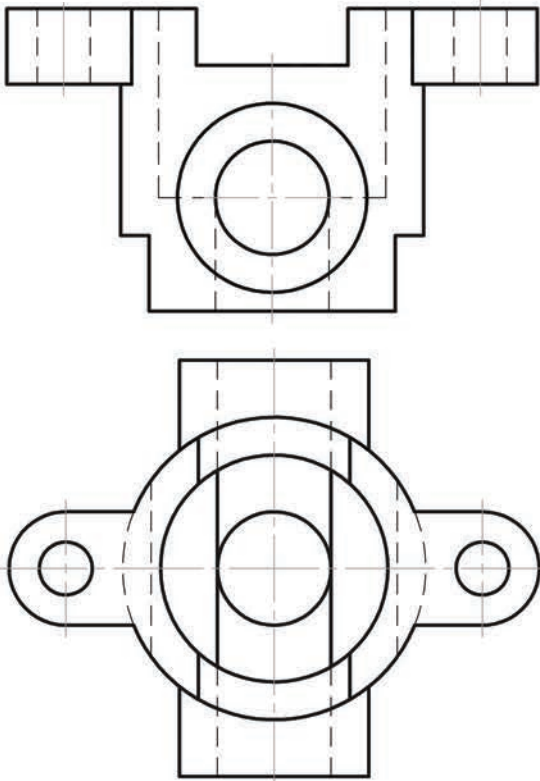
25



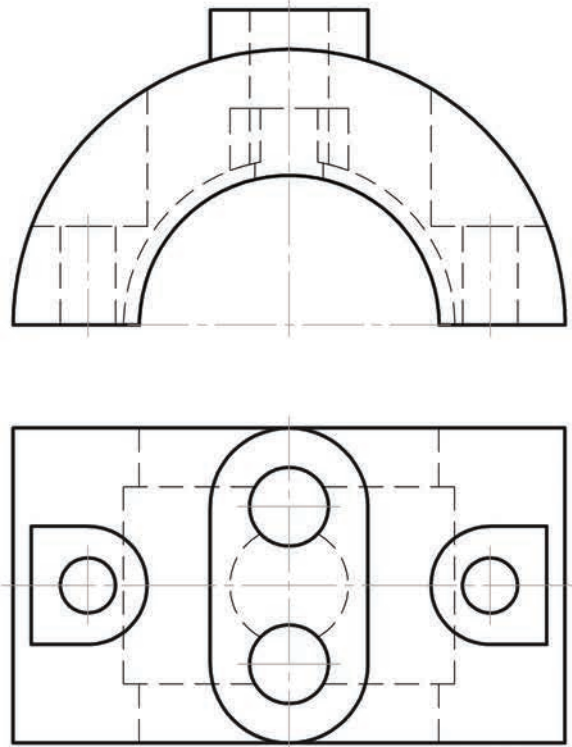
26



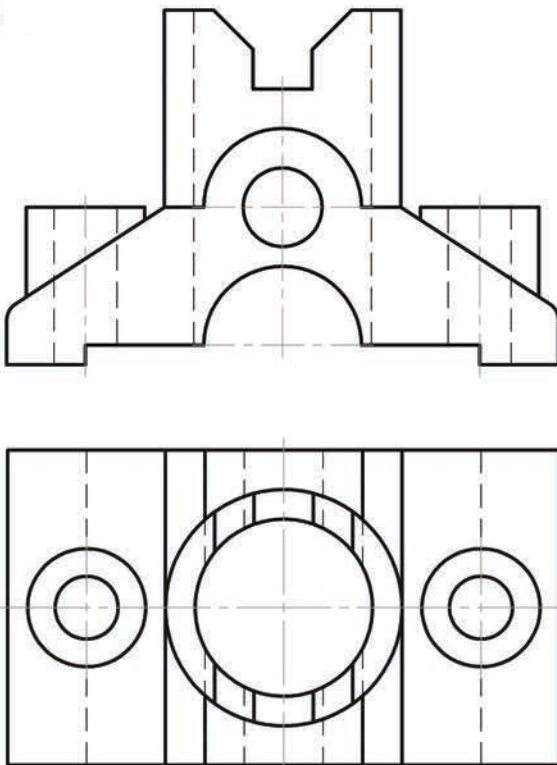
27



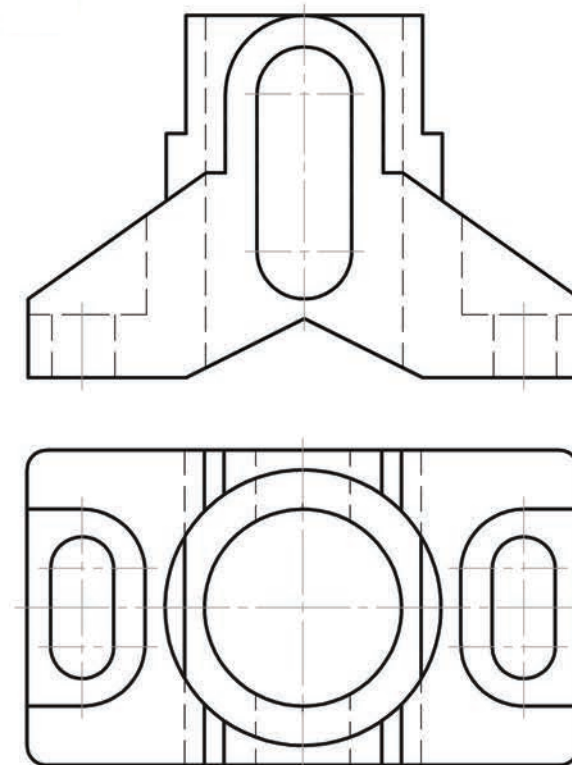
28



29



30



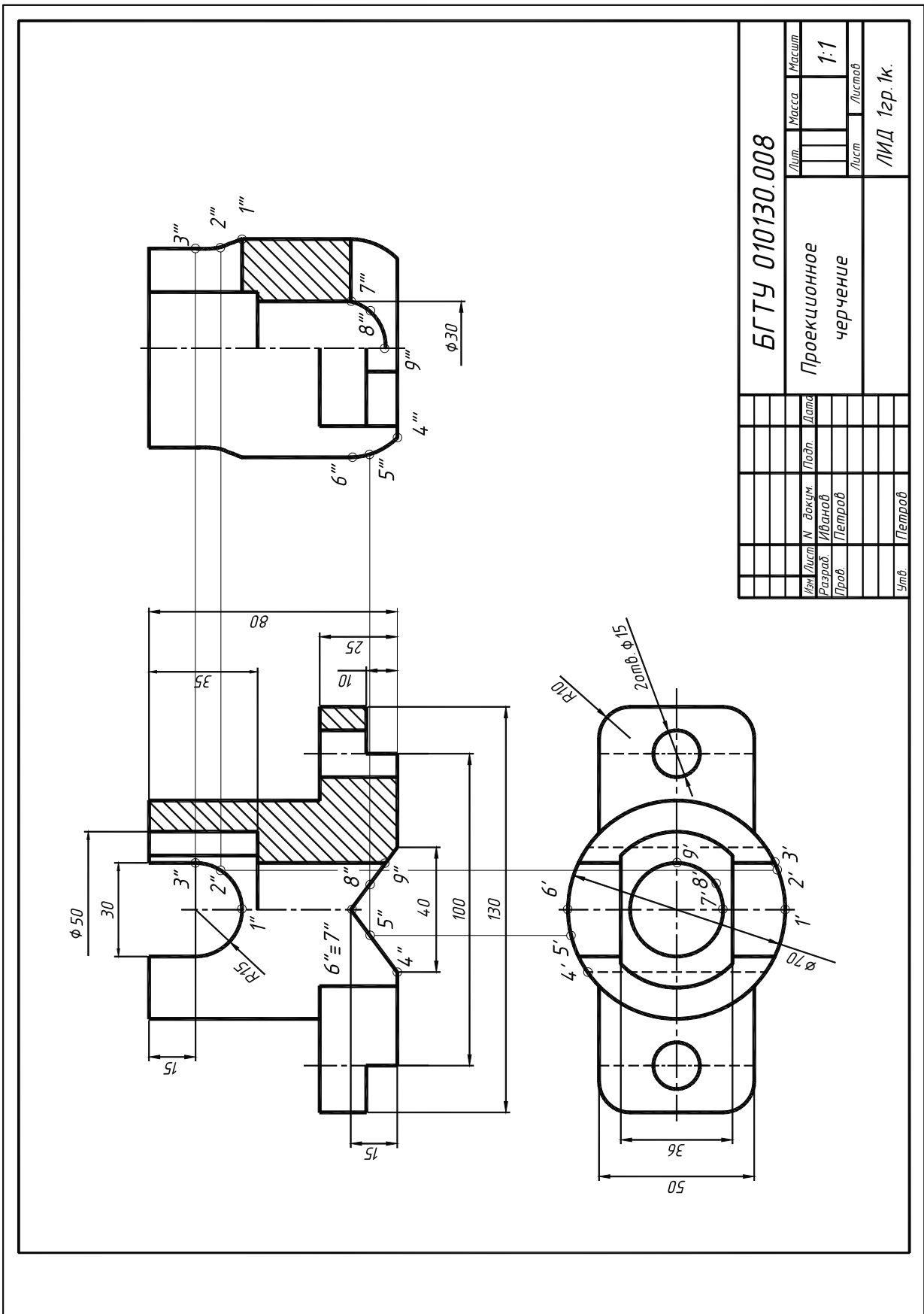


Рис. 126

Задача 8

Построить аксонометрическую проекцию детали с вырезом четверти, приведенной в задаче 3.

Указания по выполнению задачи:

1. Выбрать один из стандартных видов аксонометрических проекций и провести направление аксонометрических осей.

2. Мысленно разделить деталь на отдельные геометрические элементы и выполнить их построение в аксонометрии, откладывая размеры этих элементов по аксонометрическим осям.

3. При построении аксонометрических проекций окружностей обратить внимание на размеры и расположение эллипсов (овалов, заменяющих эллипсы).

4. Для выявления внутренней формы предмета применяют вырез одной четверти детали. Разрезы можно строить после построения аксонометрической проекции в тонких линиях, направляя секущие плоскости по осям X и Y и удаляя одну четвертую часть изображаемой детали. Другой способ построения разрезов заключается в том, что сначала строят аксонометрические проекции фигур сечения (рис. 127, *а*), а затем достраивают части изображения предмета, расположенные за секущими плоскостями (рис. 127, *б*).

5. Нанести штриховку в сечениях и выполнить обводку изображения сплошными толстыми линиями.

Пример выполнения задачи 8 приведен на рис. 128.

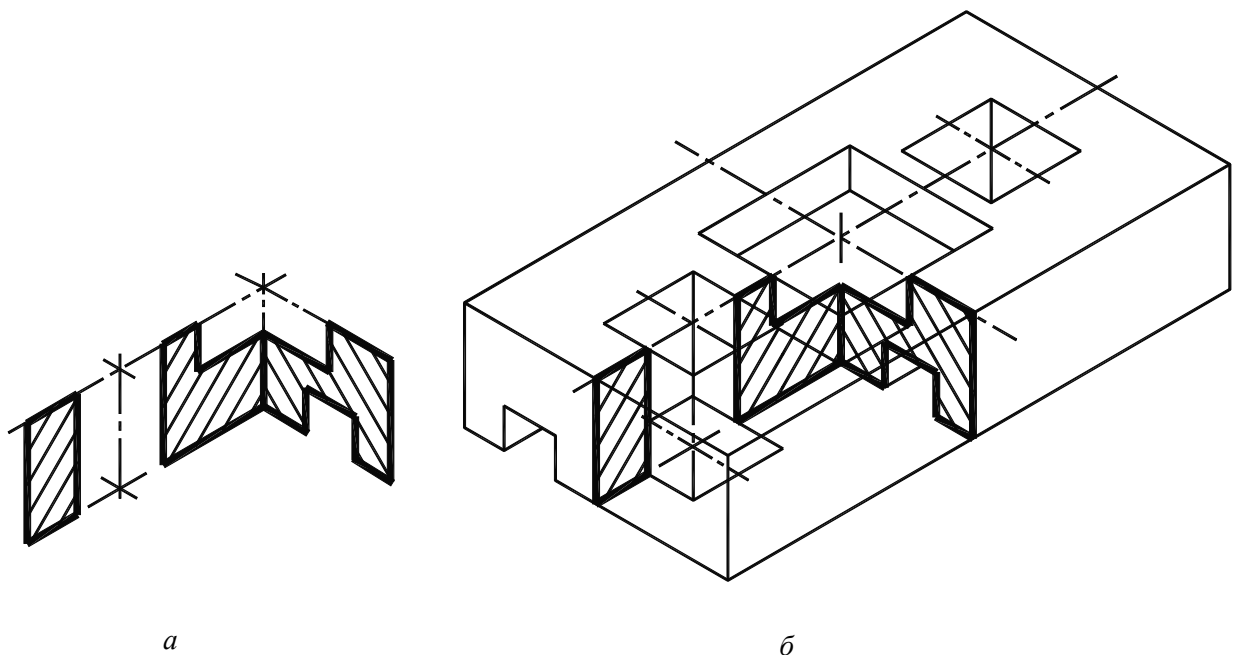


Рис. 127

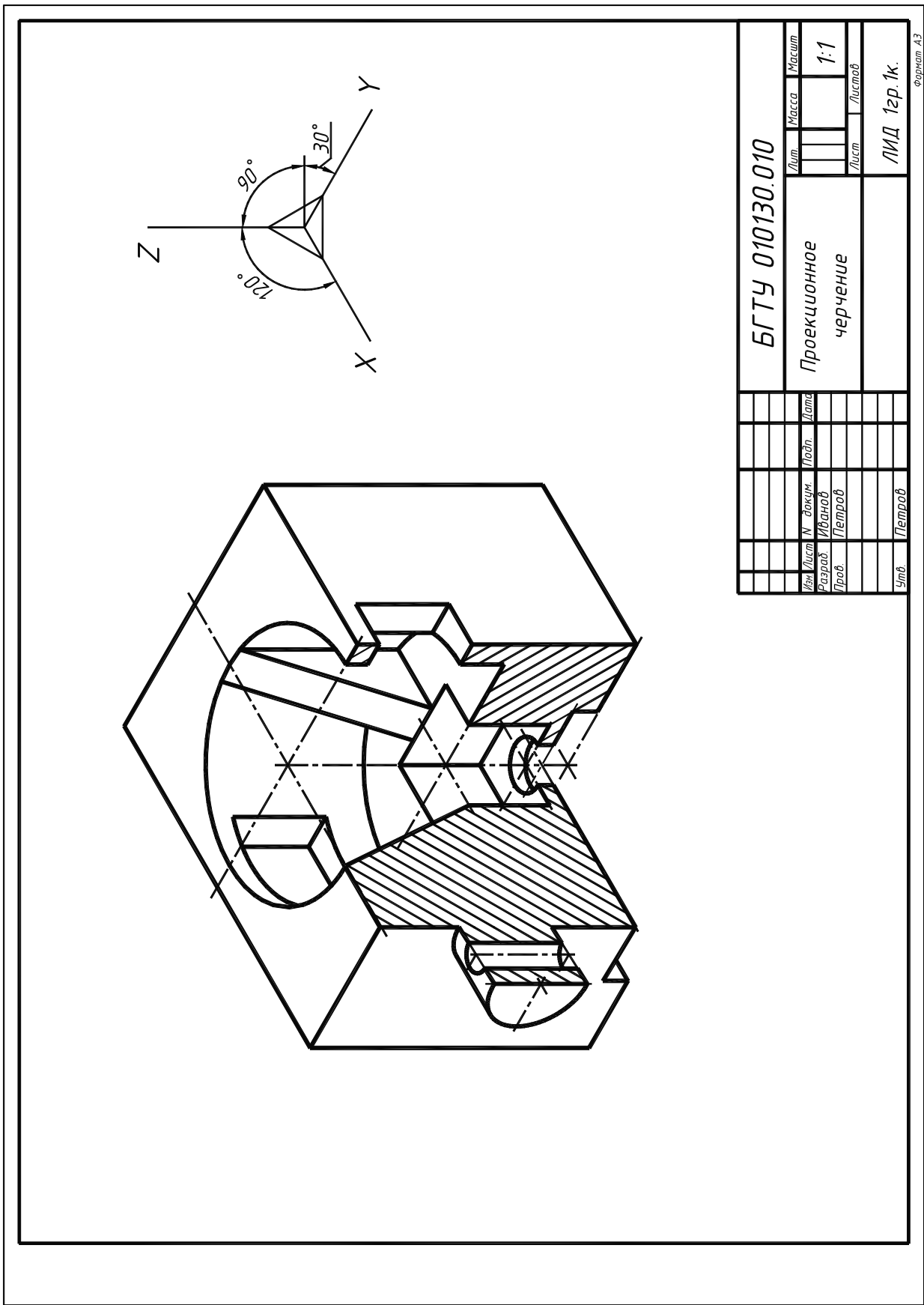


Рис. 128

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголюбов, С. К. Черчение: учебник / С. К. Боголюбов – М.: Машиностроение, 1989. – 333 с.
2. Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник / А. А. Чекмарев. – М.: Высш. шк., 2004. – 366 с.
3. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: учебник / А. А. Чекмарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Владос, 2003. – 472 с.
4. Проекционное черчение: учеб.-метод. пособие: в 2-х ч. / сост. Н. И. Жарков [и др.]. – Минск: БГТУ, 2006.
5. Вилькоцкий, А. И. Основы машиностроительного черчения: учеб. пособие для студентов технических и технологических специальностей / А. И. Вилькоцкий [и др.]. – Минск: БГТУ, 2008. – 234 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	4
1.1. Форматы.....	4
1.2. Основная надпись	4
1.3. Масштабы	5
1.4. Линии	5
1.5. Шрифты чертежные.....	7
2. ЧЕРТЕЖИ В СИСТЕМЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ.....	9
2.1. Метод прямоугольного проецирования.....	9
2.2. Виды	10
2.2.1. Основные виды	10
2.2.2. Дополнительные виды.....	11
2.2.3. Местные виды	12
2.3. Разрезы.....	13
2.3.1. Простые разрезы	13
2.3.2. Обозначение разрезов.....	16
2.3.3. Сложные разрезы	19
2.4. Сечения	22
2.5. Выносные элементы	26
2.6. Условности и упрощения	26
3. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ.....	31
4. НЕКОТОРЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ.....	38
4.1. Деление окружности на равные части.....	38
4.2. Сопряжения	39
5. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	42
5.1. Прямоугольная изометрическая проекция.....	42
5.2. Прямоугольная диметрическая проекция	42
5.3. Косоугольная диметрическая проекция (фронтальная диметрия)	44
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ.....	46
7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	47
Задача 1	47
Задача 2	57
Задача 3	66
Задача 4	75
Задача 5	84
Задача 6	101
Задача 7	110
Задача 8	119
ЛИТЕРАТУРА.....	121

Учебное издание

Жарков Николай Иванович
Мануков Юрий Николаевич
Гиль Виталий Иванович и др.

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ ПРАКТИКУМ

Учебное пособие

Редактор *Ю. Д. Нежикова*
Компьютерная верстка *С. С. Белявская*
Корректор *Ю. Д. Нежикова*

Подписано в печать 30.01.2015. Формат 60×84¹/₈.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 14,3. Уч.-изд. л. 11,0.
Тираж 100 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
ЛП № 02330/12 от 30.12.2013.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.