

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**  
**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение**  
**«Ставропольский строительный техникум»**  
**(ГБПОУ ССТ)**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**  
**ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ**  
**К ТВОРЧЕСКОМУ ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ**  
**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

**для лиц, поступающих на специальность 07.02.01 Архитектура**

**Разработчик: А.С. Хандак**

**Ставрополь 2020**

## Содержание

<b>Введение</b>	3
<b>1 Чертёжные инструменты и принадлежности</b>	4
1.1 Приёмы работы чертёжными инструментами	6
<b>2 Правила оформления чертежей</b>	7
2.1 Формат, рамка чертежа	7
2.2 Масштаб	8
2.3 Шрифты чертёжные	8
2.4 Линии (ГОСТ 2.303 – 68*)	10
2.5 Основные правила нанесения размеров	12
<b>3 Проекционное черчение</b>	13
3.1 Основы метода проецирования	14
3.2 Виды проецирования	14
<b>4 Комплексный чертёж</b>	14
4.1 Комплексный чертёж точки	15
4.2 Комплексный чертёж прямой	16
4.3 Комплексный чертёж плоскости	17
4.4 Изображения на чертёже. Виды	18
4.5 Примеры проекций геометрических тел	19
4.6 Примеры построения комплексных чертёжей	20
4.7 Построение третьего вида по двум известным видам	21
<b>5 Прямоугольная изометрическая проекция</b>	23
5.1 Построение аксонометрических проекций	23
5.2 Построение изометрии детали (используем чертёж практической работы 3)	24
5.3 Построение изометрии окружности	25
<b>Приложения</b>	
Приложение А. По заданному наглядному изображению детали вычертить три вида. (Варианты заданий)	32
Приложение Б. По заданным двум видам детали построить третий и изометрию. (Варианты заданий)	33-34

## **Введение**

Уважаемый абитуриент!

Вашему вниманию предлагается методические пособие, целью которого является оказать помощь в подготовке к творческому вступительному испытанию по выполнению графической работы для лиц, поступающих на специальность 07.02.01 Архитектура.

В первую очередь, оно поможет приобрести навыки рациональной работы с чертежными инструментами. В пособии приводятся основные правила выполнения и оформления чертежей в соответствии со стандартами: чертёжный шрифт, линии чертежа, правила нанесения размеров. Рассмотрены основы проекционного черчения, способы получения и выполнения изображений (видов), построение изометрических проекций предметов, выполнение комплексных чертежей.

Для улучшения усвоения теоретического материала и закрепления умений и навыков каждая тема в пособии сопровождается практическими примерами и практическими заданиями.

Автор выражает надежду, что с помощью этого пособия вы приобретёте знания и умения для успешного выполнения экзаменационного задания.

## 1 Чертёжные инструменты и принадлежности

Качество выполненной графической работы во многом зависит от качества используемых инструментов и материалов, поэтому к их правильному выбору надо отнестись достаточно ответственно. Для выполнения чертежа на уровне, соответствующем профессиональному обучению, необходимо иметь минимальный набор следующих принадлежностей:

**Чертёжная бумага.** Для черчения используют плотную белую нелинованную бумагу.

Бумага должна быть: плотная, белая, гладкая, но не мелованная. Лучше использовать бумагу, выпускаемую Санкт-Петербургской бумажной фабрикой «Гознак». Хорошая бумага не должна лохматиться при трении резинкой.

Запомните: работать надо на гладкой стороне бумаги.

**Карандаши.** Для выполнения графических работ вам необходимы карандаши марки Т(Н) (твёрдые), М (В) (мягкие) и ТМ (НВ) (средней твердости). Правильно подготовленный к работе карандаш показан на рисунке 1. Его сначала затачивают острым перочинным ножом или в специальной точилке. После этого стержень заостряют с помощью шлифовальной шкурки—твёрдый на конус, а мягкий в виде лопаточки.

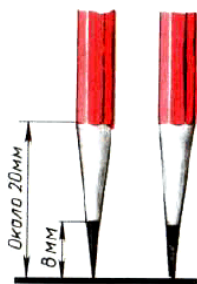


Рис. 1. Правильно заточенные карандаши

Все чертежные инструменты и материалы надо держать чистыми и исправными, от этого зависит качество выполнения чертежа.

**Чертёжные угольники** (рис. 2). Вместе с линейкой или рейсшиной чертежные угольники применяют для проведения перпендикулярных и параллельных линий и построения некоторых углов.

Желательно иметь два угольника, чтобы вы могли легко отмерять углы  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  и  $60^\circ$ .

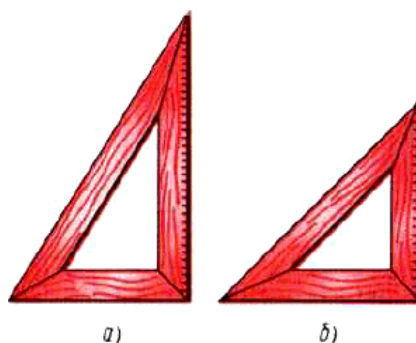


Рис. 2. Угольники чертежные: а — с углами  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $45^\circ$ ; б — с углами  $90^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$

**Рейшина.** Во время работы поперечную планку рейшины прижимают к левой кромке чертежной доски (рис. 3). С помощью рейшины проводят горизонтальные и наклонные линии.

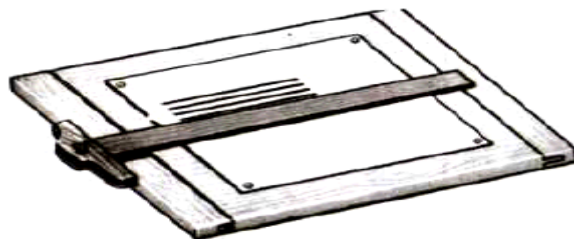


Рис. 3. Рейшина

**Линейка.** Рекомендуется иметь деревянную линейку такой длины, какой сможете купить. В идеале её длина должна быть 30 см. Пластмассовые и железные линейки сильно мажут поверхность бумаги.

**Циркули.** Из наконечника графитовый стержень должен выступать на 5...7 мм. Концы иглы и пишущего стержня при работе циркулем, как и концы игл разметочного циркуля, располагают на одном уровне (рис. 4).

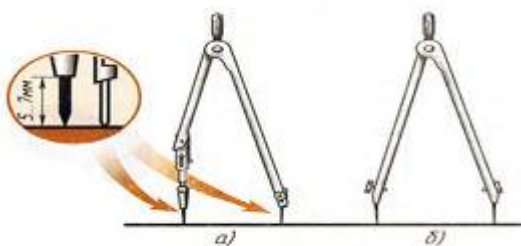


Рис. 4. Циркуль чертежный: а — круговой; б разметочный

**Ластики** для стирания карандашных линий - мягкие, белые, не повреждающие поверхность бумаги (рис.5). Нельзя использовать цветные резиновые ластики, т.к. они сильно повреждают поверхностный слой бумаги. Цветные ластики сделанные из пластика, как правило, оставляют неудаляемые цветные следы, что недопустимо для качественного выполнения чертежа. Рекомендуется мягкая щетка или кисть для сметания катышков после использования ластика.



Рис. 5. Ластики

## 1.1 Приёмы работы чертежными инструментами

### Приемы работы карандашом

Прямые линии сначала проводят вдоль кромки линейки или угольника без нажима твердым, остро заточенным карандашом, а затем обводят. При этом карандаш немного наклоняют в сторону движения, как показано на рисунке 6.

Горизонтальные линии проводят слева направо, вертикальные и наклонные — снизу вверх. Получение нужных линий обусловливается правильной заточкой карандаша и подбором его твердости в соответствии с сортом бумаги.

### Обводка чертежей

Назначение обводки состоит в том, чтобы придать чертежу четкость и контрастность, облегчающие чтение чертежа. Эти качества чертежа обеспечиваются, прежде всего, соблюдением толщин линий и их структуры (длины штрихов, промежутков между штрихами и т. п.) в соответствии с ГОСТ 2.303 – 68.

Для получения четких и черных контурных линий карандаш нужно вести с достаточным нажимом. Рекомендуется прямые линии обводить двумя встречными движениями с одной установки линейки; окружности – делая два оборота циркуля.

Так как окружности трудно проводить с сильным нажимом, то в циркуль следует вставлять пишущий стержень более мягкий, чем стержень карандаша (не более чем на одну ступень).

***Все линии обведенного чертежа независимо от их структуры должны иметь одинаковую яркость.***

При **обводке** чертежей рекомендуется такая последовательность: обводят все основные сплошные линии: дуги и окружности; вертикальные линии; наклонные линии; наносят стрелки размерных линий. Тонкие линии следует наносить изначально нужной толщины и качества.

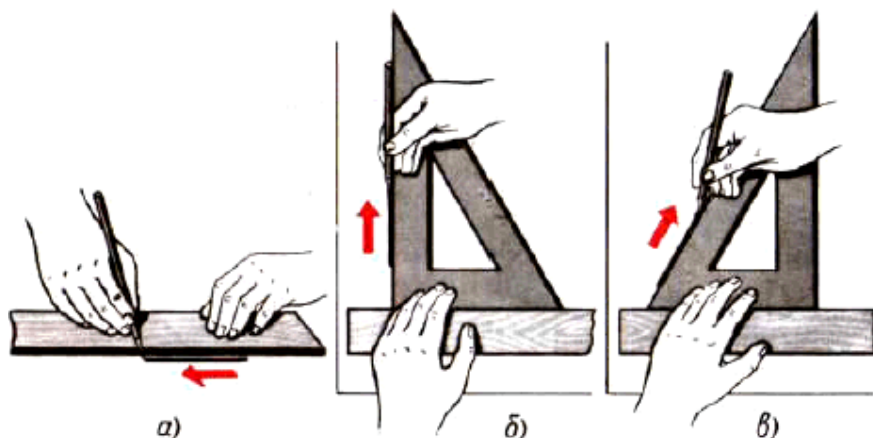


Рис. 6. Приемы проведения линий: а — горизонтальных; б — вертикальных; в — наклонных

Угольник при проведении вертикальных и наклонных линий передвигают вдоль кромки рейсшины или линейки слева направо, а при проведении горизонтальных линий —сверху вниз.

Для проведения дуг окружностей ножку циркуля ставят в центр. Циркуль вращают за головку большим и указательным пальцами в направлении движения часовой стрелки (рис. 7). Короткая ножка с карандашной вставкой и игла циркуля в рабочем положении должны быть параллельны между собой. Во время вращения циркуль можно немного наклонять вперед. При подготовке циркуля к работе следует следить, чтобы держатель грифеля плотно входил в наконечник и не шатался в нём после закрепления, а грифель хорошо заточен и установлен несколько выше иглы. При откладывании отрезков разметочным циркулем не следует на него сильно нажимать, чтобы не оставлять проколов на бумаге.



Рис. 7. Проведение окружности циркулем

## 1.2 Оборудование рабочего места

От правильной подготовки рабочего места во многом зависит качество чертежа.

Свет на чертеж должен падать слева сверху. В этом случае тени от инструментов и рук не будут мешать работе.

Выполняя чертеж, следует сидеть прямо, не горбясь. Расстояние от глаз до чертежа должно быть примерно 300 мм,

У чертежной доски оставляют только те инструменты, которые нужны для работы в данное время. При этом готовальня, угольники, карандаши и резинка должны лежать справа, а книга— слева. Чертежная доска должна иметь небольшой наклон. В этом случае легче работать, так как не нужно сильно наклоняться над чертежом.

## 2 Правила оформления чертежа ЕСКД

Все технические чертежи в настоящее время выполняются по правилам, определяемым комплексом государственных стандартов (ГОСТ) под названием "Единая система конструкторской документации" (ЕСКД). Соблюдение этих правил обязательно для всех организаций и лиц.

**Стандарт ЕСКД** — это нормативный документ, устанавливающий единые правила выполнения и оформления конструкторских документов для всех отраслей промышленности, строительства, транспорта и учебных заведений, утвержденный компетентным органом (Государственным комитетом по стандартизации).

Каждому стандарту ЕСКД присваивается свой номер с указанием года регистрации, например, стандарт на чертежный шрифт ГОСТ 2.304-81. Эта запись читается следующим образом: Государственный стандарт, регистрационный номер два, точка, триста четыре, утвержденный в 1981 году.

Соблюдение Государственных стандартов (сокращенно ГОСТ) ЕСКД обязательно для всех предприятий, организаций, учебных заведений и отдельных лиц.

### 2.1 Формат, рамка чертежа

Каждый чертеж должен быть выполнен на листе определенных размеров, который называется форматом. ГОСТ 2.301-68\* устанавливает пять основных форматов для чертежей и других конструкторских документов: А0, А1, А2, А3, А4. Площадь формата А0 равна  $\sim 1 \text{ м}^2$ . Другие основные форматы могут быть получены последовательным делением формата А0 на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата. Размеры сторон основных форматов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Размеры основных форматов

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

На чертежи наносится рамка (обрамляющая линия), которую проводят сплошной толстой основной линией рис.8.



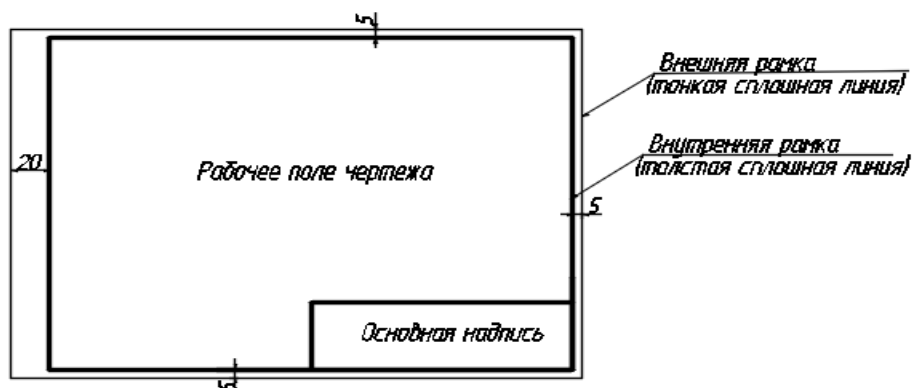


Рис. 8. Оформление формата чертежа

## 2.2 Масштаб

Изделия на чертежах предпочтительно вычерчивать в натуральную величину, т. е. 1 : 1. Если этого сделать нельзя, то применяют масштабы уменьшения или увеличения

**Масштаб** — это отношение размеров изображения к действительным размерам предмета.

Согласно ГОСТ 2.302 -68\* установлены следующие масштабы:

натуральная величина – 1:1;

масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; ...

масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; ...

Чтобы построить чертеж детали в масштабе 2:1, необходимо линейные размеры изображения увеличить в два раза. Если необходимо выполнить изображение в масштабе 1:2, то линейные размеры уменьшаются в два раза. Размеры углов не изменяются при выборе масштаба изображения.

**При любом масштабе на чертеже всегда наносят только действительные размеры.**

## 2.3 Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах должны быть выполнены чертежным шрифтом. Начертание букв и цифр чертежного шрифта устанавливается стандартом ГОСТ 2.304—81. Стандарт определяет высоту и ширину буки и цифр, толщину линий обводки, расстояние между буквами, словами и строчками. Стандарт устанавливает десять размеров шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Размером шрифта называется высота прописной (заглавной) буквы. Шрифт выполняется с наклоном в 75°. ГОСТом определены прописные, строчные буквы и цифры.

**Прописные буквы.** Высота прописной буквы (h) равна размеру шрифта. Нижние элементы букв Д, Ц, Щ и верхний элемент буквы Й выполняются за счет расстояний между строками. Толщину линии шрифта (d) выбирают равной 0,1 h. Используя названные параметры (h, 0,1h), выстраивают вспомогательную сетку, в которую вписывают буквы. Ширина большинства прописных букв (g)

равна  $0,6h$  или  $6d$ , что примерно соответствует размеру  $h$  ближайшего наименьшего номера шрифта. Исключение составляют буквы А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю, ширина которых равна  $0,7d$ , ширина букв Ж, Ф, Щ, Ш, Ъ принимается за  $0,8d$ , а ширина букв Г, З, С составляет  $0,5d$ .

**Строчные буквы.** Высота большинства строчных букв ( $c$ ) равна  $0,7h$ , что примерно соответствует размеру ( $h$ ) ближайшего наименьшего номера шрифта. Например, для шрифта № 10 высота строчной буквы будет равна 7 мм, а для размера № 7 — 5 мм. Ширина большинства строчных букв равна  $5d$ . Ширина букв а, м, ц, ь равна  $6d$ , букв ж, т, ф, ш, щ, ы, ю —  $7d$ , а букв з, с —  $4d$ .



Рис.9. Чертёжный шрифт типа Б.

**При написании чертежного шрифта следует усвоить следующие правила:**

1. Все надписи на чертеже должны быть выполнены от руки.
2. Высота букв, цифр и знаков на чертежах должна быть не менее 3,5 мм.
3. Начертание букв выполняйте по частям. Вначале следует провести прямолинейные элементы, затем закруглённые. Движение руки при выполнении прямолинейных элементов букв осуществляется сверху вниз или слева направо, а закругленных — движением вниз и влево или вниз и вправо.
4. Одинаковые элементы различных букв, цифр, знаков следует выполнять одним и тем же приемом, что способствует выработке автоматизма при их написании.
5. Выдерживайте заданный наклон шрифта с помощью направляющих штрихов ( $75^\circ$ ).
6. Строго соблюдайте конструкцию каждой буквы и соотношение высоты и ширины буквы.
7. Старайтесь выдерживать такое расстояние между буквами, чтобы зрительно оно казалось одинаковым.

8. Все надписи на чертеже должны быть аккуратными.

### Практическая работа 1: (рис.10)

1. На листе чертёжной бумаги вычертите сетку по указанным размерам, угол наклона вспомогательных линий  $75^\circ$ , рис.10. Заполните ячейки буквами и цифрами.

2. Вычертите вспомогательные линии для размеров 7 и 5. Напишите любые слова по образцу.

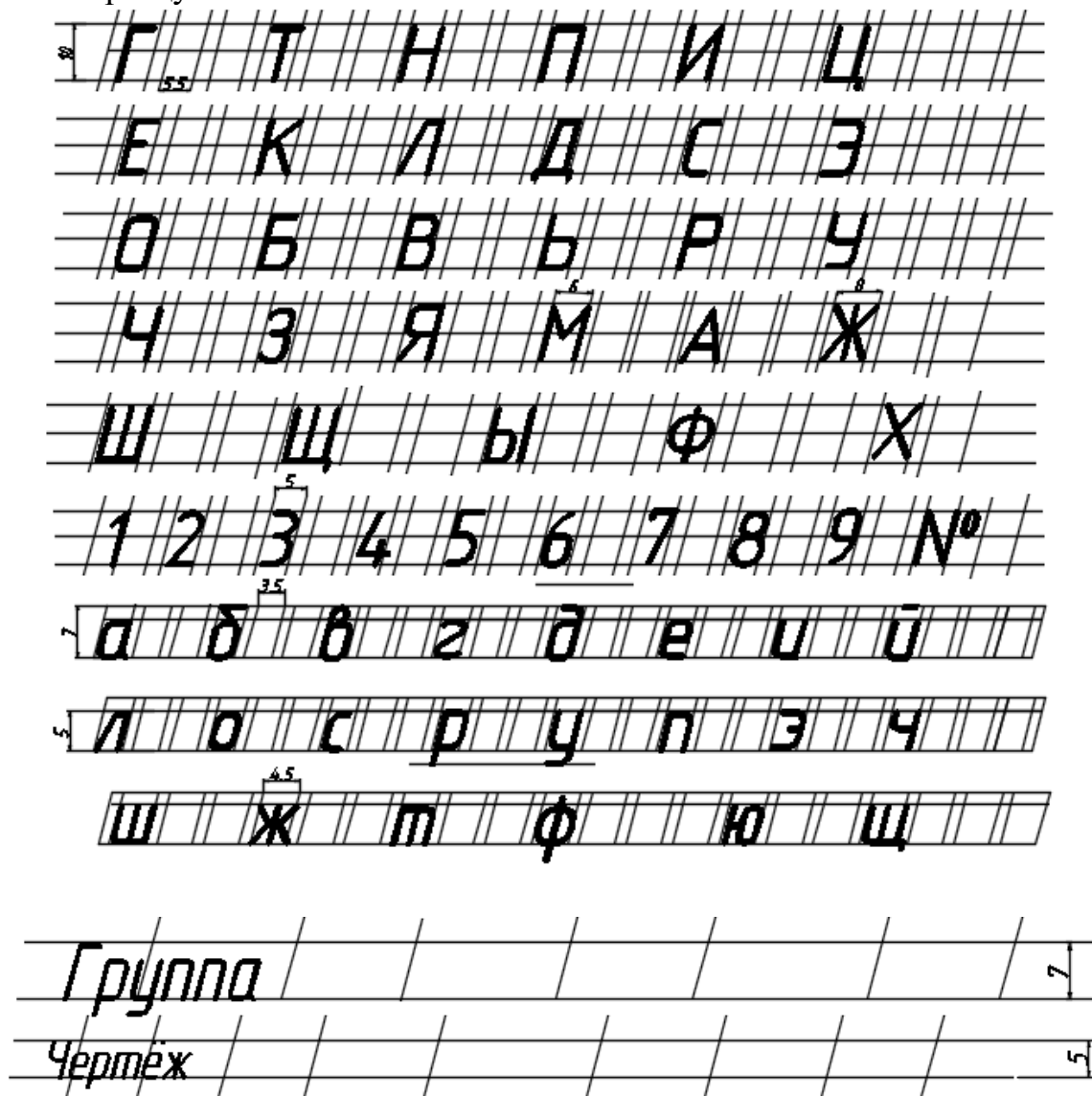


Рис. 10. К практической работе 2 - 2

### 2.4 Линии (ГОСТ 2.303 – 68\*)

ГОСТ 2.303 - 68\* устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (рис.12).

Толщина сплошной толстой основной линии  $S$  должна быть  $0.5...1.4$  мм, (на учебных чертежах  $0.5-0.6$ ) мм в зависимости от величины и сложности

изображения, а также от формата чертежа. Выбранные толщины линий должны быть одинаковыми для всех изображений на данном чертеже.

При выполнении учебных чертежей надо учитывать, что от правильного применения линий по их назначению, правильного выбора их толщин, качественного выполнения штриховых и штрих–пунктирных линий зависит удобство пользования чертежом.

Штрихи штриховой и штрих–пунктирной линии должны быть одинаковой длины. Одинаковыми оставляют и промежутки между штрихами. В промежутках штрих–пунктирной линии ставится точка или штрих длиной 1.0 - 1.5 мм, заканчивается штрихами. Центр окружности во всех случаях определяется пересечением штрихов.

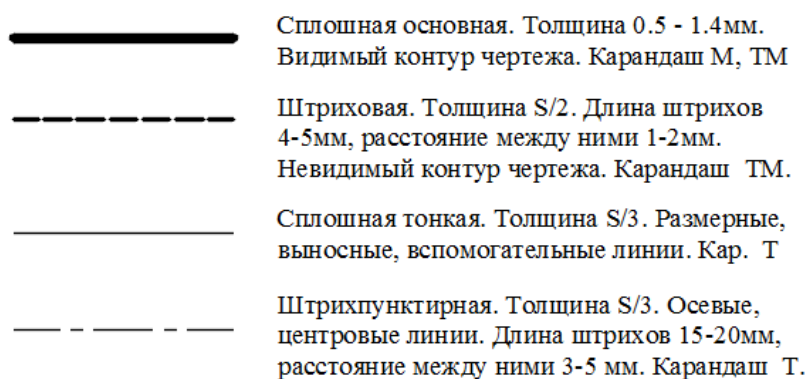


Рис. 12. Линии чертежа. ГОСТ 2.304 – 68.

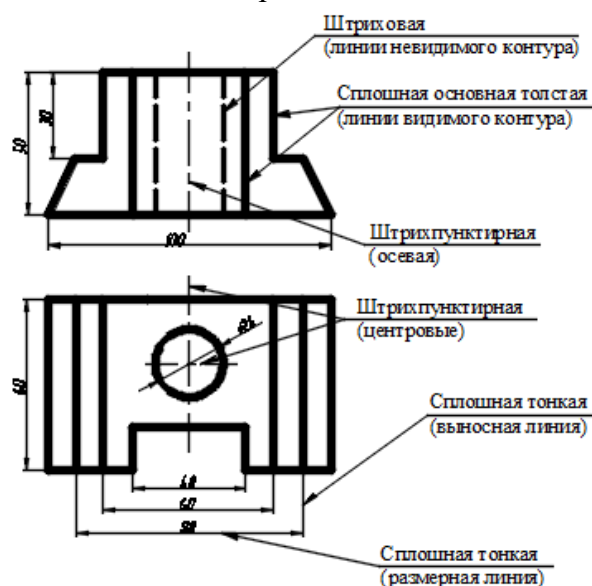


Рис. 13. Применение различных типов линий чертежа

**Практическая работа 2:** На листе бумаги, пользуясь чертежными инструментами, проведите вертикальные, горизонтальные линии и окружности по образцу (рис.14).

Размеры возьмите произвольные.

**Указание к работе.** Старайтесь проводить все линии одного типа одинаковой толщины.

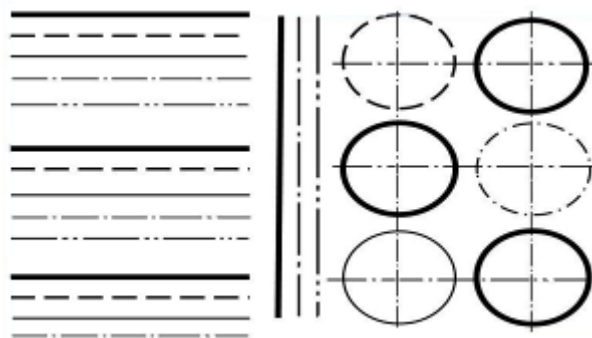


Рис.14. Образец задания к ПР2.

## 2.5 Основные правила нанесения размеров

1. Линейные размеры на чертежах указывают действительные независимо от масштаба в миллиметрах, без обозначения единицы измерения, угловые – в градусах,

2. Для нанесения размеров на чертежах используют: размерные линии, ограничиваемые с одного или обоих концов стрелками, которые проводят параллельно объекту, размер которого указывают; выносные линии проводят перпендикулярно размерным и должны выходить за концы стрелок на 15 мм (рис. 15).

Нельзя использовать в качестве размерных линий контура, осевые и выносные.

3. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Необходимо избегать пересечения размерных линий между собой и выносными линиями. Рис. 18.

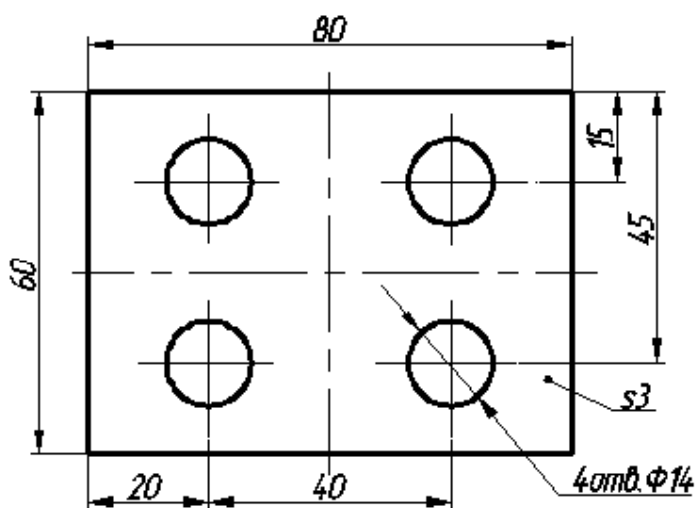


Рис.15. Пример нанесения размеров

6. Размерные стрелки на чертеже должны быть приблизительно одинаковыми (примерно 3-4 мм). Форма стрелки размерной линии и примерные ее размеры указаны на рис. 16

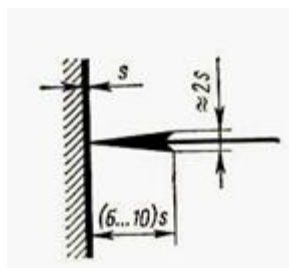


Рис. 16. Стрелка

7. При нанесении размера диаметра перед размерным числом ставится знак  $\varnothing$  (рис. 15).

8. Размерные числа наносят **над** размерной линией возможно ближе к ее середине. При нанесении нескольких параллельных размеров размерные числа наносятся в шахматном порядке (рис.17).

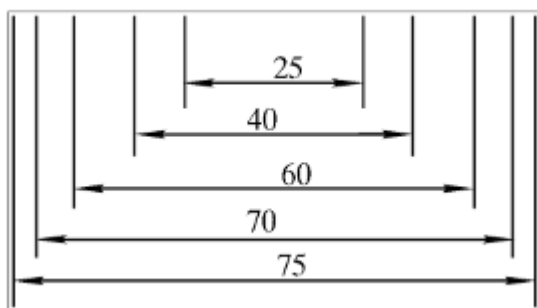


Рис.17

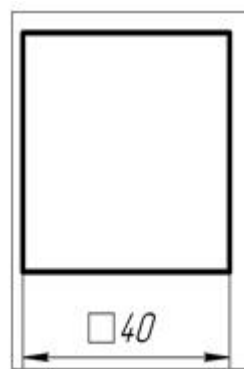


Рис.18

9. При нанесении размера квадрата ставится знак  $\square$  (рис. 18).

10. Для учебных чертежей высота размерных чисел рекомендуется 3,5 мм, расстояние между цифрами и размерной линией – 0,5...1 мм.

11. Габаритные размеры – общая высота, длина и ширина изделий. Эти размеры располагаются дальше всего от контура детали.

**Практическая работа 3:** Вычертите контуры по образцу рис. 19. Нанесите размеры. Размеры возьмите пропорциональные.

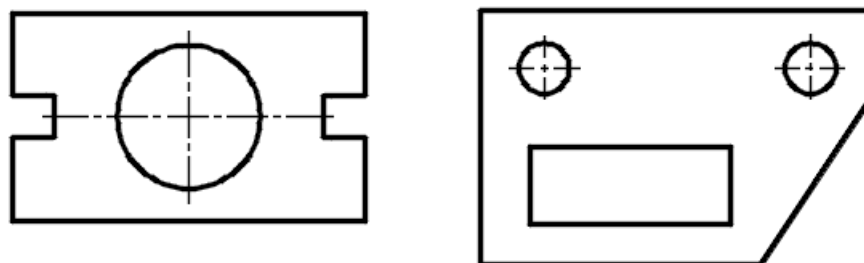


Рис. 19. Образцы для практической работы 3.

### 3. Проекционное черчение

Проекционное черчение является основным разделом курса технического черчения, в котором изучаются правила, условности и практические приемы построения изображений в ортогональных и аксонометрических проекциях, установленные стандартами. Для построения изображений (проекций) предметов на плоскости применяют метод проецирования. Получающиеся при этом чертежи называются проекционными.

Рассмотрим некоторые методы проекционного черчения — одного из самых наглядных способов изображения предметов.

Но сначала вспомним, что все изделия и предметы имеют три главных измерения: длину, ширину и высоту, а листы бумаги, на которых составляются чертежи,— плоские и имеют два измерения — длину и ширину.

С помощью проекционного черчения можно получить представление о пространственной, объемной форме предмета по его плоскому изображению. Плоское изображение предмета называется его **проекцией**, а процесс получения проекций — **проецированием**.

Совокупность правил, с помощью которых строят на плоскости изображения пространственных форм, называется **методом проекций**.

Метод проекций позволяет не только построить изображение (проекцию) пространственного объекта, но и представить по нему его форму.

#### 3.1 Основы метода проецирования

Для того чтобы получить любое изображение предмета на плоскости, необходимо расположить его перед плоскостью проекций и из центра проецирования провести воображаемые проецирующие лучи, пронизывающие каждую точку поверхности предмета. Пересечение этих лучей с плоскостью проекций дает множество точек, совокупность которых создает изображение предмета, называемое его проекцией.

*Сущность метода* представлена ниже.

Элементами, с помощью которых осуществляется проецирование, являются:

1. **Центр проецирования** - точка, из которой производится проецирование;
2. **Объект проецирования** - изображаемый предмет; плоскость проекции - плоскость, на которую производится проецирование;
3. **Проецирующие лучи** - воображаемые прямые, с помощью которых производится проецирование, результатом проецирования является изображение, или проекция, объекта.

## 3.2 Виды проецирования

Существует два вида проекций: **центральные** и **параллельные**.

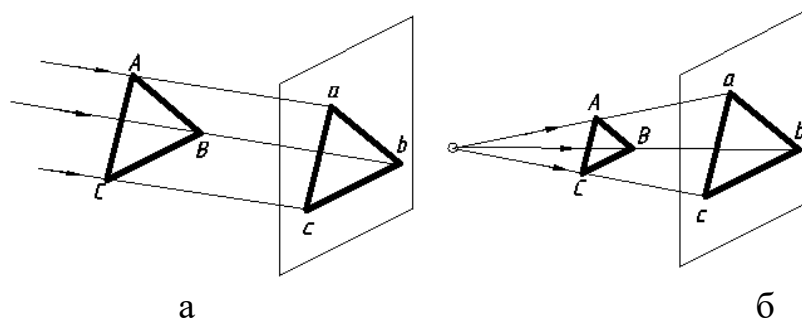


Рис.20. а - параллельное проецирование; б – центральное проецирование.

Если все проецирующие лучи проходят через одну и ту же точку, **проекция** называется **центральной**.

Метод центрального проецирования используется при построении перспективы. Перспектива даёт возможность изображать предметы такими, какими они представляются нам в природе при рассмотрении их с определенной точки наблюдения.

В машиностроительных чертежах центральные проекции не применяются. Ими пользуются в строительном черчении и в рисовании.

Если все проецирующие лучи параллельны между собой, **проекция** называется **параллельной**.

В зависимости от угла наклона проецирующего луча к плоскости проекций **параллельные проекции** делятся на **прямоугольные** и **косоугольные**.

*Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол, то такие параллельные проекции называются **прямоугольными** или **ортогональными**.* Далее построения рассматриваются методом ортогонального проецирования.

## 4 Комплексный чертёж

Чтобы построить изображение предмета, сначала изображают отдельные его элементы в виде простейших элементов пространства. Так, изображая геометрическое тело, следует построить его вершины, представленные точками; ребра, представленные прямыми; грани, представленные плоскостями и т.д.

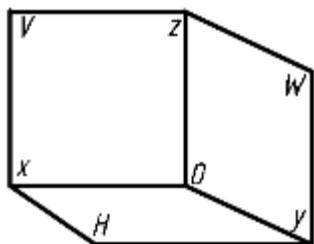
Правила построения изображений на чертежах основываются на методе проекций. очень часто одно изображение (проекция) геометрического тела не позволяет судить о его геометрической форме или форме простейших геометрических образов, составляющих это изображение. В таких случаях проекцию уточняют, используя дополнительные изображения данного предмета в других плоскостях проекций.

**Комплексный чертёж (эпюр Монжа)** представляет собой изображение предмета на нескольких совмещенных плоскостях.



## Получение комплексного чертежа

Для получения комплексного чертежа используются основные плоскости проекций - три взаимно перпендикулярные плоскости проекций.



H – горизонтальная плоскость проекций

V – фронтальная плоскость проекций

W – профильная плоскость проекций

OX, OY, OZ – оси проекций.

Точка пересечения трех плоскостей O – начало координат.

OX – координатная ось значений X

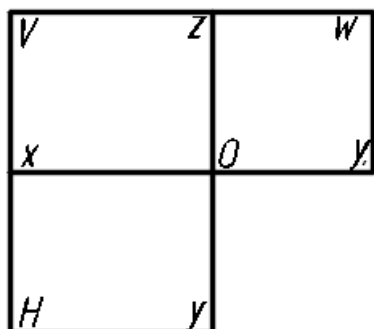
OY – координатная ось значений Y

OZ – координатная ось значений Z

Рис. 21. Трёхгранный угол.

Линии пересечения плоскостей проекций называются осями проекций.

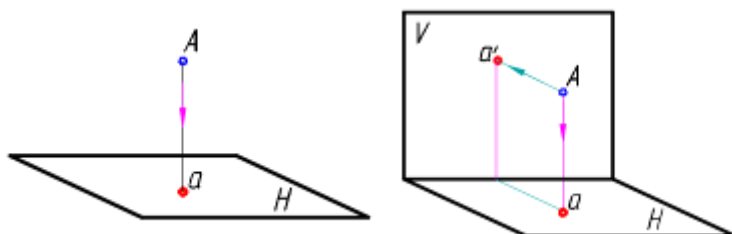
Чтобы выполнить чертежи на плоском листе бумаги, необходимо преобразовать пространственную систему плоскостей проекций H, V, W в одну плоскость. Для этого необходимо повернуть плоскость H вокруг оси X по часовой стрелке (вниз), а плоскость W – вокруг оси Z (вправо) до совмещения с V.



Преобразованная пространственная система плоскостей H, V, W в одну плоскость

Рис. 22

### 4.1 Комплексный чертеж точки



A – заданная точка

a, a' – проекции точки A

Рис. 23. Проекция точки A на одну и две плоскости проекций

В 3-х мерном пространстве положение точки определяется с помощью прямоугольных координат X, Y, Z: X – абсцисса, Y – ордината, Z – аппликата и записывается: A (x, y, z)

Координатой точки называется расстояние её от плоскостей проекций.

X – расстояние точки от профильной плоскости проекций.

Y – расстояние точки от фронтальной плоскости проекций.

Z – расстояние точки от горизонтальной плоскости проекций.

Проекция точки всегда точка.  $a$  – горизонтальная проекция точки A;

$a'$  – фронтальная проекция точки A

$a''$  – профильная проекция точки A

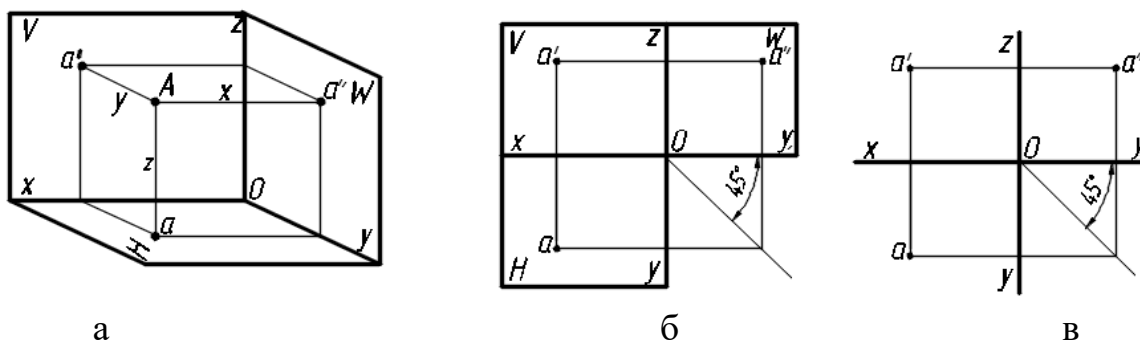


Рис.24. Проекция точки: а – в пространстве, б – на преобразованной системе плоскостей, в – на плоскости без ограничения размеров плоскостей проекций.

**Важно:** при построении чертежа проецирующие лучи проецируются в линии связи между проекциями точки и располагаются перпендикулярно к осям проекций. А точки, лежащие на оси Y с плоскости H, переносятся на плоскость W и обратно с помощью вспомогательной линии, проведённой из точки O под углом  $45^\circ$ .

**Комплексный чертеж обладает следующими свойствами:**

- две проекции точки определяют ее положение в пространстве;
- две проекции точки лежат на одной линии связи, перпендикулярной оси проекций;
- по двум проекциям точки можно построить третью;

**Упражнение.** Даны две точки A и B. Которая из точек наиболее удалена от фронтальной плоскости проекций V? От горизонтальной плоскости проекций H?

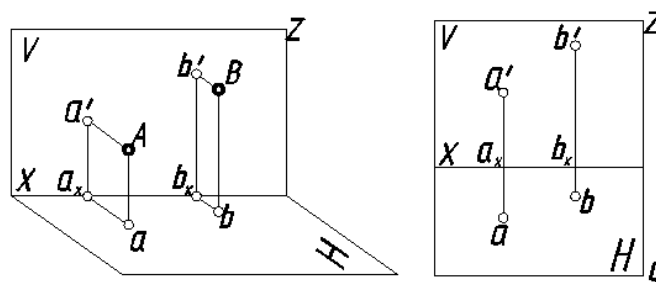


Рис. 25. Чертежи точек A и B в системе двугранного угла и на преобразованном чертеже.

## 4.2 Комплексный чертеж прямой

Процесс получения комплексного чертежа прямой сводится к построению проекций точек, принадлежащих ей. Прямая может располагаться относительно плоскостей проекций произвольно или занимать некоторое частное положение – быть параллельной, перпендикулярной или принадлежать какой-либо плоскости проекций.

В зависимости от положения прямых относительно плоскостей проекций различают **прямые общего положения** и **прямые частного положения**.

**Прямая общего положения** – прямая, наклоненная под произвольными углами ко всем трем плоскостям проекций.

Прямая, параллельная одной из плоскостей проекций или двум плоскостям проекций, называется **прямой частного положения**.

Проекция прямой - прямая или точка (если прямая  $\perp$  плоскости проекций).

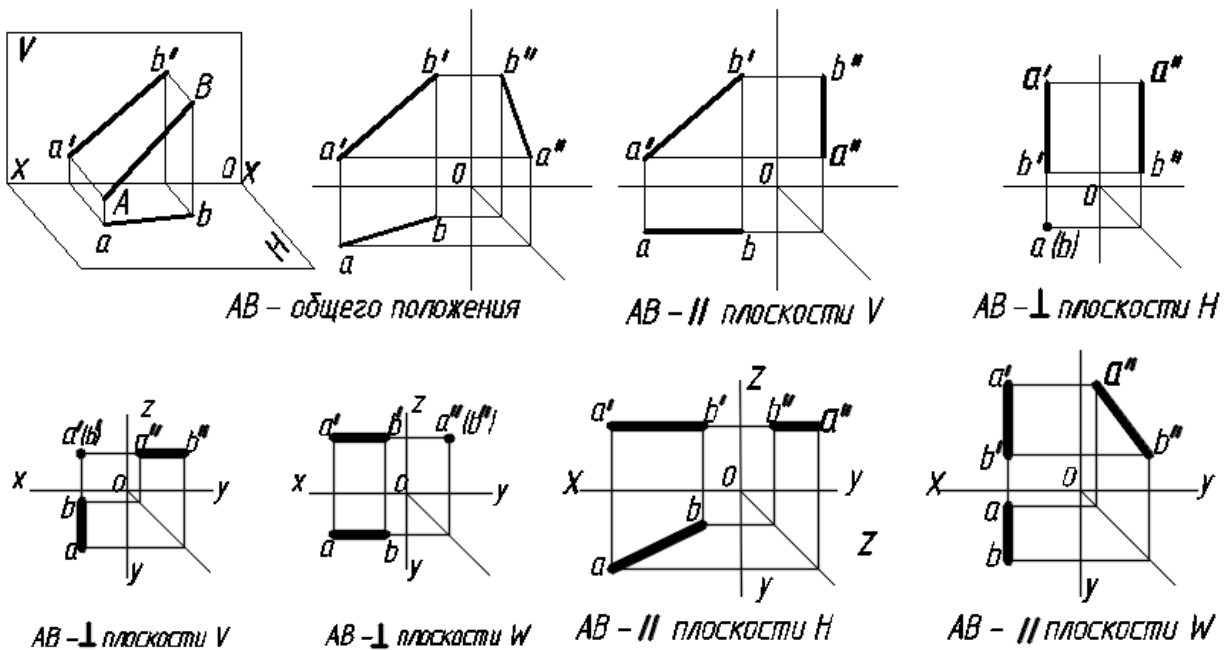


Рис. 26. Чертежи прямых различного положения относительно плоскостей проекций.

**Совет:** Найдите в комнате трёхгранный угол (пол и две примыкающие стены) возьмите в руки карандаш и задавайте ему положение в пространстве согласно чертежам на рис 26.

## 4.3 Комплексный чертеж плоскости

В зависимости от положения относительно плоскостей проекций различают плоскости общего положения и плоскости частного положения. **Плоскость общего положения** – плоскость, наклоненная под произвольными углами к плоскостям проекций.

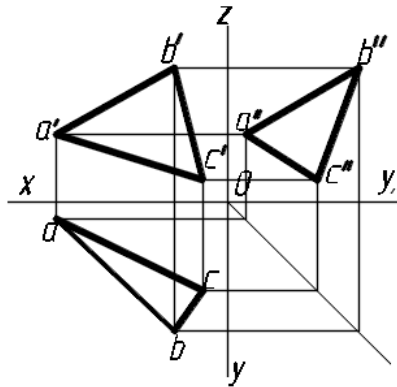


Рис. 27. Треугольник общего положения

**Плоскости частного положения** можно разделить на две группы – *проецирующие плоскости* и *плоскости уровня*. Плоскости, параллельные одной из плоскостей проекций, называются **плоскостями уровня**. Все объекты, лежащие в плоскости уровня, проецируются на параллельную плоскость проекций в натуральную величину.

**Горизонтальная плоскость уровня** – плоскость, параллельная горизонтальной плоскости проекций

**Фронтальная плоскость уровня** – плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций

**Фронтально-проецирующая плоскость** – плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций.

Ниже комплексные чертежи четырёхугольника (рис. 28): а – плоскость  $\parallel$  фронтальной плоскости проекций (фронтальная), б – плоскость  $\parallel$  горизонтальной плоскости проекций (горизонтальная), в – плоскость  $\perp$  фронтальной плоскости проекций (фронтально-проецирующая).

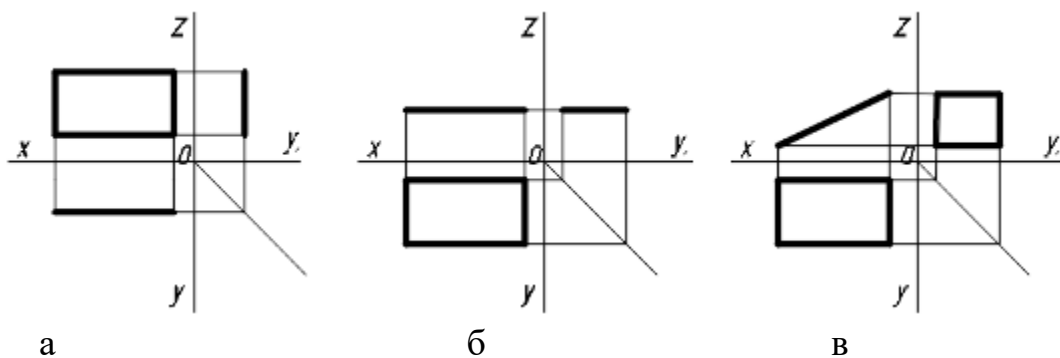


Рис. 28. а - фронтальная плоскость, б – горизонтальная плоскость, в - фронтально-проецирующая

**Чертежи а и б:** четырёхугольник проецируется в натуральную величину на ту плоскость проекций, которой параллелен, а на две другие в виде отрезков, т.к. им перпендикулярен. Причём, один из отрезков равен длине, а другой ширине прямоугольника.

**Чертёж в:** четырёхугольник проецируется в линию на плоскость V, т.к. ей перпендикулярен, две другие проекции – четырёхугольники не равные проецируемому четырёхугольнику, он расположен под некоторым углом к ним.

## 4.4 Изображения на чертеже. Виды

**Комплексным чертежом** называют изображения предмета на совмещенных плоскостях проекций.

**Видом** называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Названия видов зависят от того, с какой стороны рассматривают предмет при проецировании. Каждый вид занимает на чертеже строго определенное место по отношению к главному виду. Такое расположение проекций называют **проекционной связью**. Зная правило расположения видов можно представить форму предмета по его плоским изображениям. Для этого нужно сопоставить все виды, данные на чертеже и воссоздать в воображении объемную форму предмета.

*Установлены следующие названия видов:*

- Вид спереди — **главный вид** (размещается на месте фронтальной проекции).
- Вид сверху (под главным видом) размещается на месте горизонтальной проекции.
- Вид слева (справа от главного вида) размещается на месте профильной проекции.

### Главный вид

Исходным на чертеже является вид спереди, который называют также главным видом.

Главный вид (фронтальная проекция) должен давать максимальную информацию о форме детали. Габаритные размеры главного вида длина и высота детали.

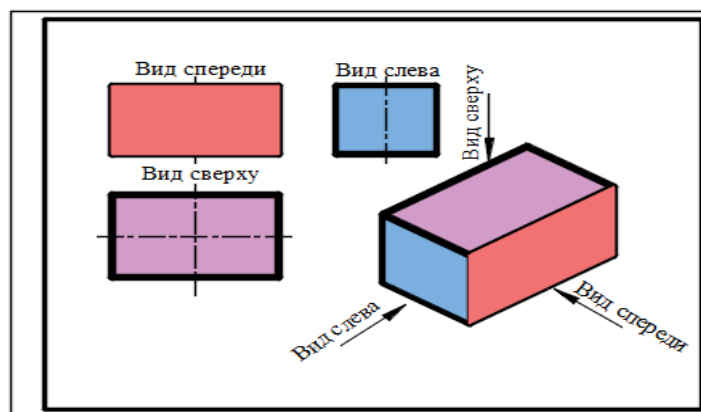


Рис. 29. Образование и расположение видов

### Вид слева

Если смотреть на предмет слева, под прямым углом к профильной плоскости проекций получают вид слева. Вид слева располагается справа от главного вида на одном уровне с ним. Габаритные размеры вида слева высота и ширина детали.

## Вид сверху

Когда смотрят на предмет сверху, перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций получают вид сверху. Вид сверху располагается строго под главным видом в проекционной связи. Габаритные размеры вида сверху длина и ширина детали.

На чертеже расстояние между видами выбирается примерно 25-30 мм, с таким расчетом, чтобы можно было нанести размер. На чертежах не допускается дважды проставлять один и тот же размер, поскольку это загромождает чертеж, затрудняет его прочтение. Виды, так же как и проекции, располагаются в проекционной связи. Название видов на чертеже надписывать не нужно.

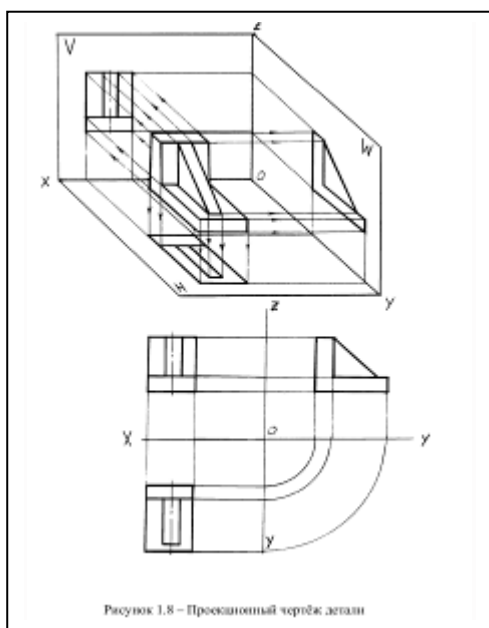


Рисунок 1.8 – Проекционный чертёж детали

Пример образования и построения комплексного чертежа детали.

### **В системе трёхгранного угла:**

Деталь расположена в пространстве. Линии со стрелками проецирующие прямые  $\perp$  плоскостям проекций. Линии вспомогательные на плоскостях проекций являются проекциями проецирующих линий и называются линиями связи.

**На совмещённых плоскостях:** в системе прямоугольного проецирования Три вида детали. Все виды соединены линиями связи  $\perp$  к осям чертежа. Вид сверху и вид слева объединены по оси  $Y$  с помощью дуг.

Рис. 30. Построение видов

## 4.5 Примеры проекций геометрических тел

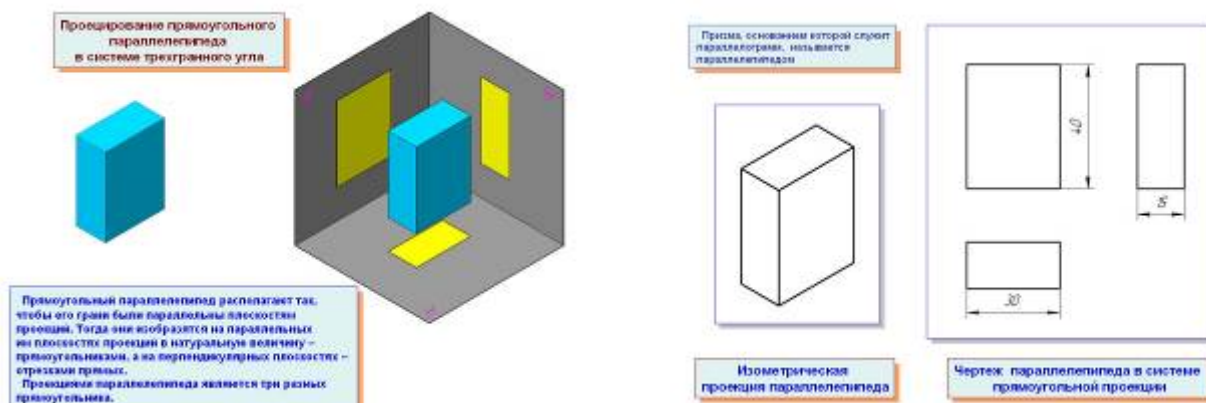


Рис. 31. Параллелепипед

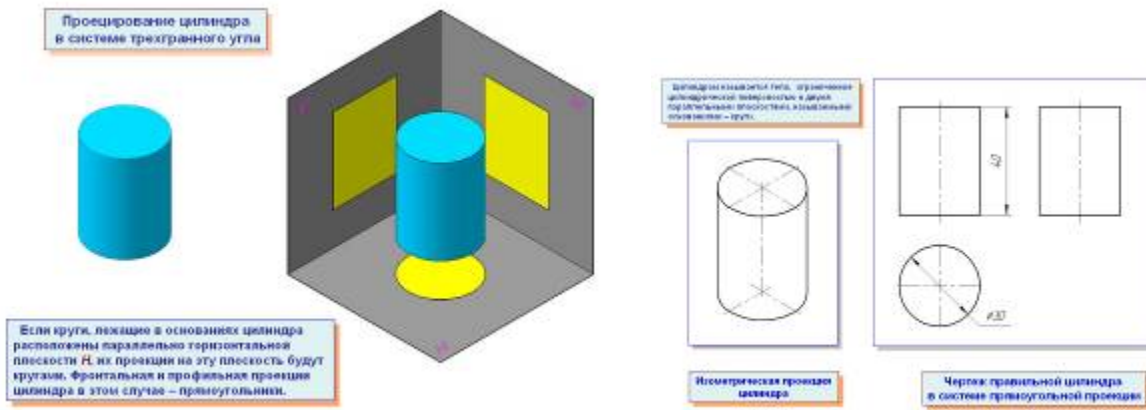


Рис. 32. Цилиндр

#### 4.6 Примеры построения комплексных чертежей

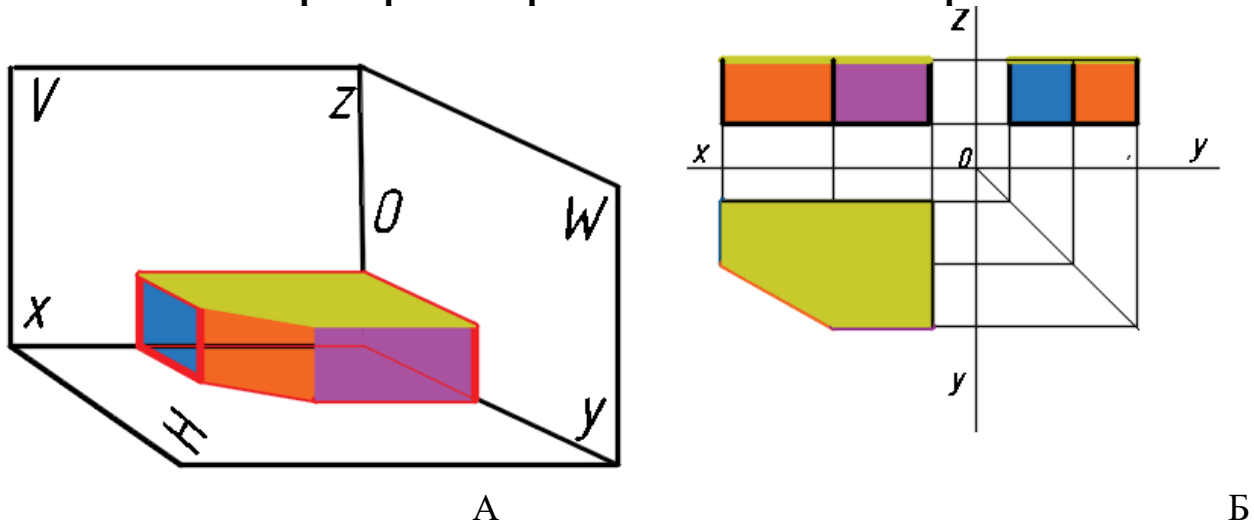


Рис.33. Чертёж модели1: А - в системе трёхгранного угла,  
Б - в системе прямоугольного проецирования

**Практическая работа 3.** По наглядному изображению детали построить три вида детали.

Чертёж каждой детали выполните на отдельном листе формата А4.

Нанесите размеры. По стрелке выбираете вид спереди. Готовые чертежи должны выглядеть как рис. 36Б.

Готовую работу сверьте с Приложениями В и В1.

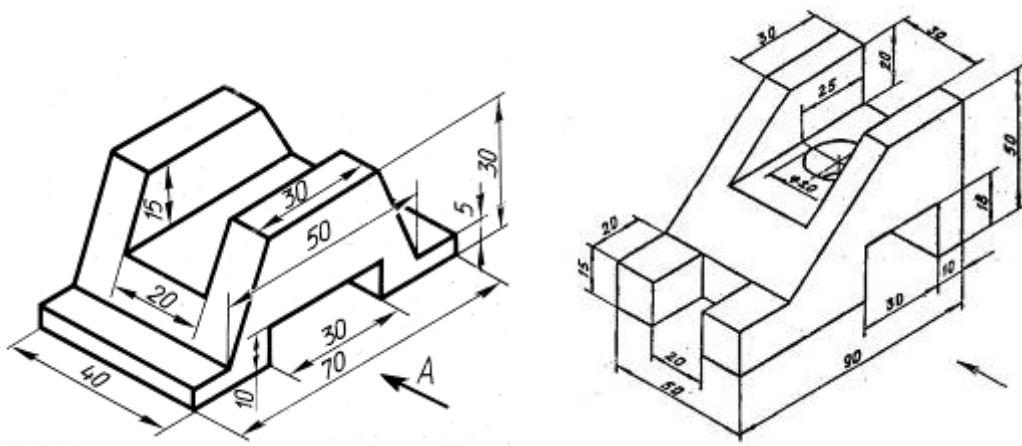


Рис. 34. Задания на практическую работу 3.

#### 4.7 Построение третьего вида по двум известным видам

Чтобы успешно выполнять и читать чертежи, надо научиться строить третий вид предмета по двум данным, которые заданы на чертеже. Пусть известны главный вид и вид сверху. Необходимо построить вид слева. Для построения третьего вида по двум известным применяют два основных способа. Построение третьего вида с помощью вспомогательной прямой.

Для того чтобы перенести размер ширины детали с вида сверху на вид слева, удобно воспользоваться вспомогательной прямой рис.34. Эту прямую следует провести справа от вида сверху под углом  $45^\circ$  к горизонтальному направлению. Чтобы построить третью проекцию  $A_3$  вершины  $A$ , проведём через её фронтальную проекцию  $A_2$  горизонтальную прямую  $1$ . На ней будет находиться искомая проекция  $A_3$ . После этого через горизонтальную проекцию  $A_1$  проведём горизонтальную прямую  $2$  до пересечения ее со вспомогательной прямой в точке  $A_0$ . Через точку  $A_0$  проведём вертикальную прямую  $3$  до пересечения с прямой  $1$  в искомой точке  $A_3$ .

Аналогично строятся профильные проекции остальных вершин предмета.

После того как проведена вспомогательная прямая под углом  $45^\circ$ , построение третьей проекции также удобно выполнять с помощью рейсшины и треугольника. Вначале через фронтальную проекцию  $A_2$  проведём горизонтальную прямую. Проводить горизонтальную прямую через проекцию  $A_1$  нет необходимости, достаточно, приложив рейсшину, сделать горизонтальную засечку в точке  $A_0$  на вспомогательной прямой. После этого, немного сдвинув рейсшину вниз, прикладываем угольник одним катетом к рейсшине так, чтобы второй катет прошёл через точку  $A_0$ , и отмечаем положение профильной проекции  $A_3$ .



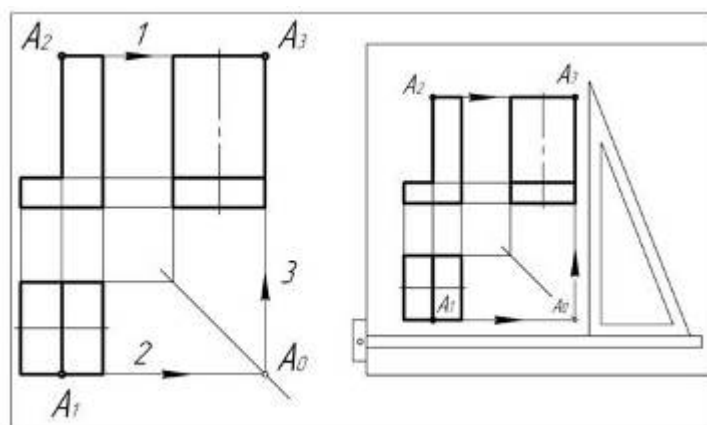


Рис. 35. Построение вида слева по заданным видам спереди и сверху.

**Практическая работа 4.** По заданным видам деталей (рис.37), постройте третий Чертёж каждой детали выполните на отдельном листе формата А4.

Порядок работы:

- оформите лист формата А4 рамкой;
- перерисуйте заданные вид спереди и вид сверху в масштабе 1:1;
- постройте вид слева;
- нанесите размеры.

Готовую работу сверьте с Приложениями В и В1

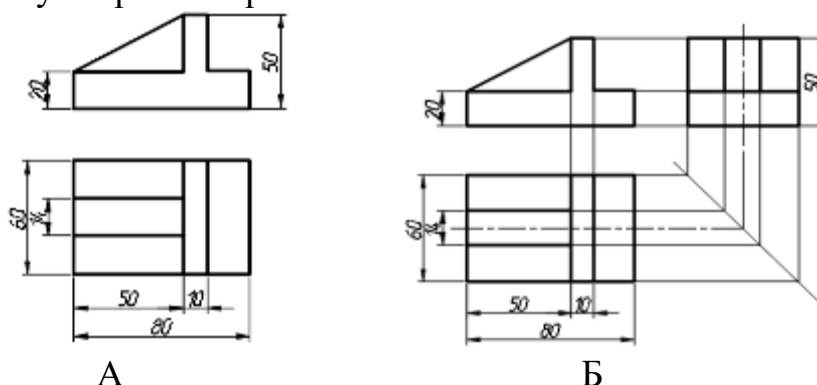


Рис.36. Пример выполнения ПР3: А – заданные виды, Б – комплексный чертёж.

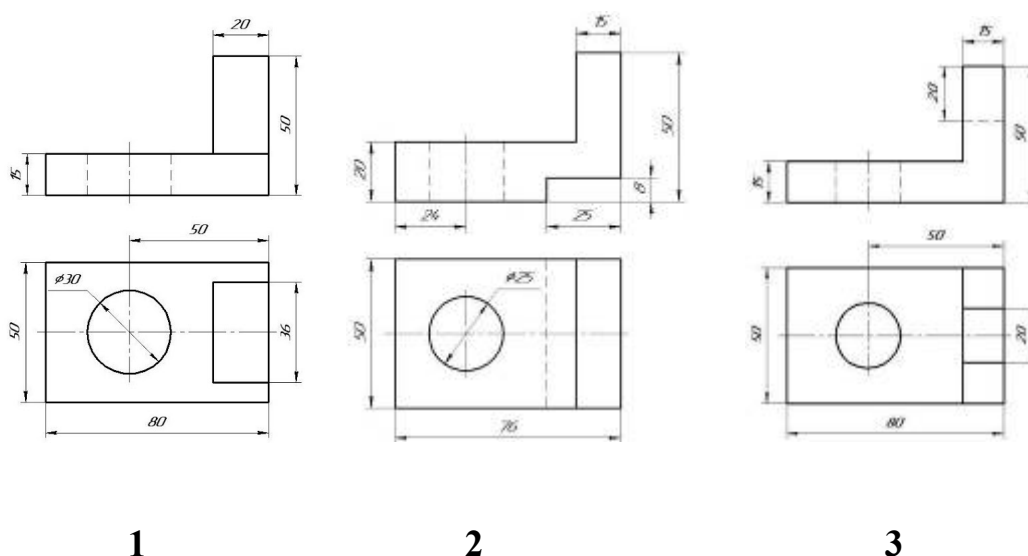


Рис. 37. Варианты заданий.

## 5 Прямоугольная изометрическая проекция

Изометрическая проекция используется в машиностроительном черчении и САПР (системе автоматизированного проектирования) для построения наглядного изображения детали на чертеже, а также в компьютерных играх для трёхмерных объектов и панорам.

ГОСТ 2.317—68\* устанавливает прямоугольные и косоугольные аксонометрические проекции.

Построение аксонометрических проекций заключается в том, что геометрическую фигуру вместе с осями прямоугольных координат, к которым эта фигура отнесена в пространстве, параллельным (прямоугольным или косоугольным) способами проецируют на выбранную плоскость проекций.

Таким образом, аксонометрическая проекция — это проекция на одну плоскость. При этом направление проецирования выбирают так, чтобы оно не совпадало ни с одной из координатных осей.

Изометрическая проекция — это разновидность аксонометрической проекции, при которой в отображении трёхмерного объекта на плоскость коэффициент искажения (отношение длины спроектированного на плоскость отрезка, параллельного координатной оси, к действительной длине отрезка) по всем трём осям один и тот же.

Слово «изометрическая» в названии проекции пришло из греческого языка и означает «равный размер», отражая тот факт, что в этой проекции масштабы по всем осям равны.

Помимо равенства масштабов по осям, соблюдается условие равенства  $120^\circ$  углов между проекциями любой пары осей (рис.38).

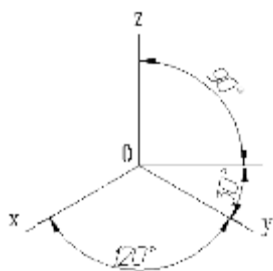


Рис. 38. Расположение аксонометрических осей прямоугольной изометрической проекции

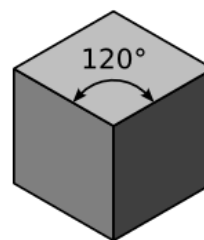


Рис. 39. Куб в изометрии ребра совпадают с осями

### 5.1 Построение прямоугольной изометрической проекции

Построение аксонометрических проекций начинают с проведения аксонометрических осей. Положение осей изометрической проекции показано оси X и Y располагают под углом  $30^\circ$  к горизонтальной линии, угол  $120^\circ$  между осями (рис.37). Построение осей удобно проводить при помощи угольника с углами  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  рис. 40.

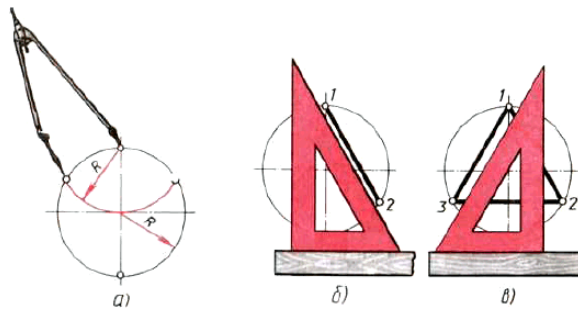


Рис. 40. Деление окружности на 3 равные части

Порядок построения осей изометрической проекции с помощью циркуля (рис.41):

- провести ось  $Z$  – (А);
- описать из точки  $O$  окружность произвольного радиуса – (Б);
- не меняя раствора циркуля, из точки пересечения окружности и оси  $Z$  сделать засечки на окружности - (В);
- соединить полученные точки с точкой  $O$  - (Г).

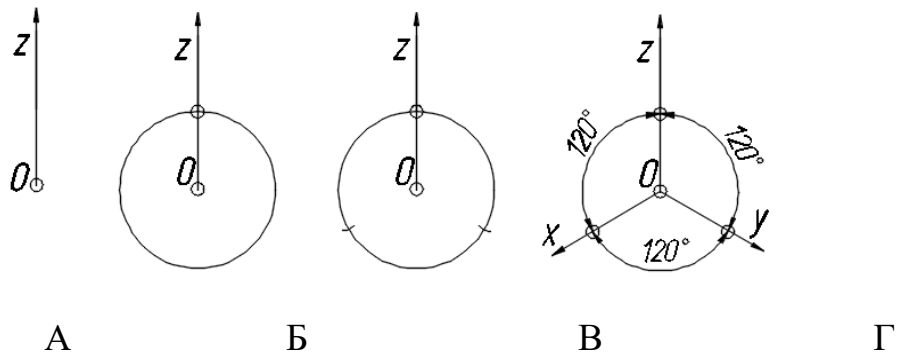


Рис. 41. Построение изометрических осей с помощью циркуля

## 5.2 Построение изометрии детали (используем чертёж практической работы 3)

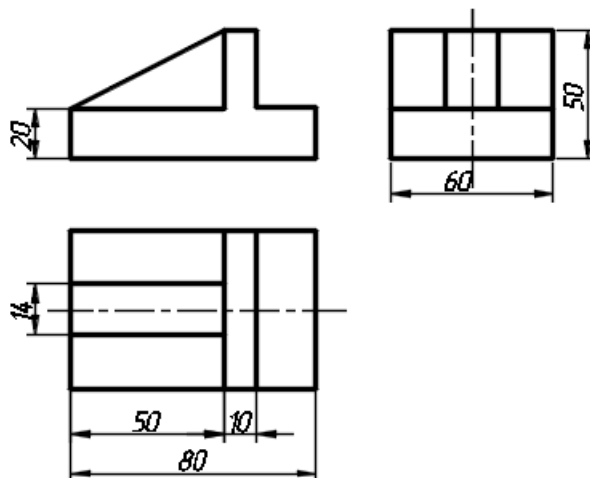


Рис.42. Три вида детали

## Последовательность выполнения изометрической проекции детали

Шаг 1: проводим изометрические оси.

Шаг 2: построим переднюю грань модели, откладывая вдоль оси X длину модели и все линии параллельные длине, т.е. оси X. Вверх вдоль оси Z - все вертикальные линии. Размеры всех линий равны соответствующим линиям на видах.

Шаг 3: из каждой точки построенной грани проводим линии параллельные оси Y, отложив на них ширину и размер линий параллельных оси Y.

Шаг 4: соединим построенные точки на оси Y, уберём лишние участки линий построения.

Шаг 5: построим ребро – наклонённый элемент, по заданным размерам, обведём чертёж.

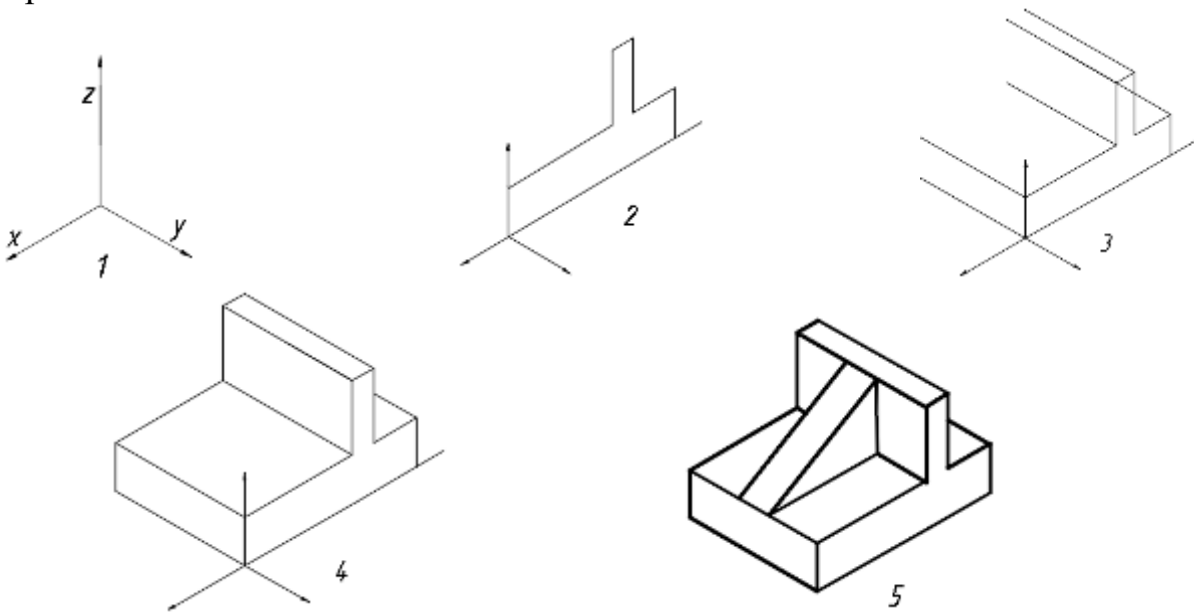
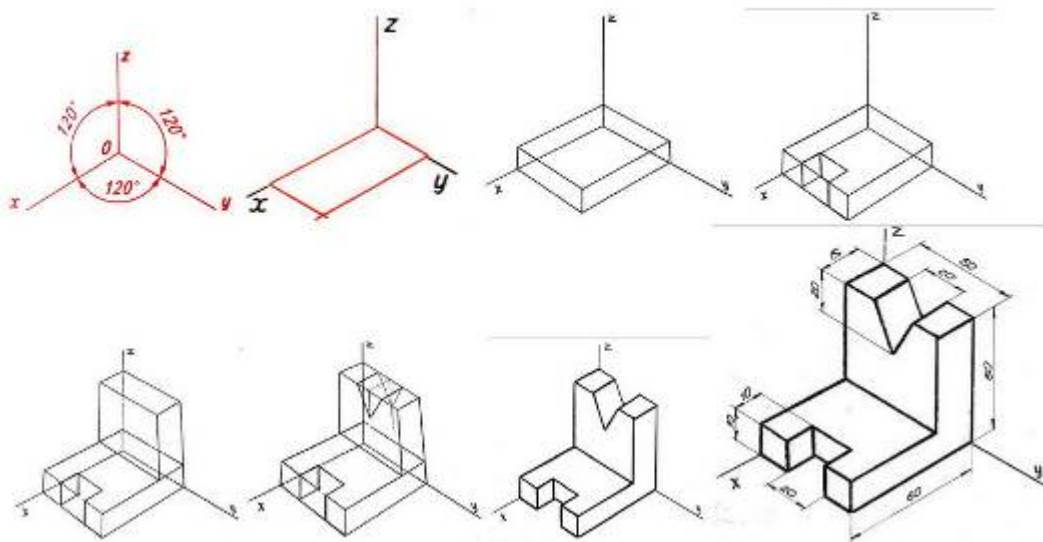


Рис. 42. Последовательность построения изометрии моделей

## Порядок создания изометрической проекции



### 5.3 Построение изометрии окружности

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы.

Построение эллипсов в изометрической проекции окружности можно заменить построением овалов. Рассмотрим два способа построения изометрических овалов.

**Первый** метод строится путем вписывания его в ромб, который является изометрической проекцией квадрата, описанного вокруг окружности.

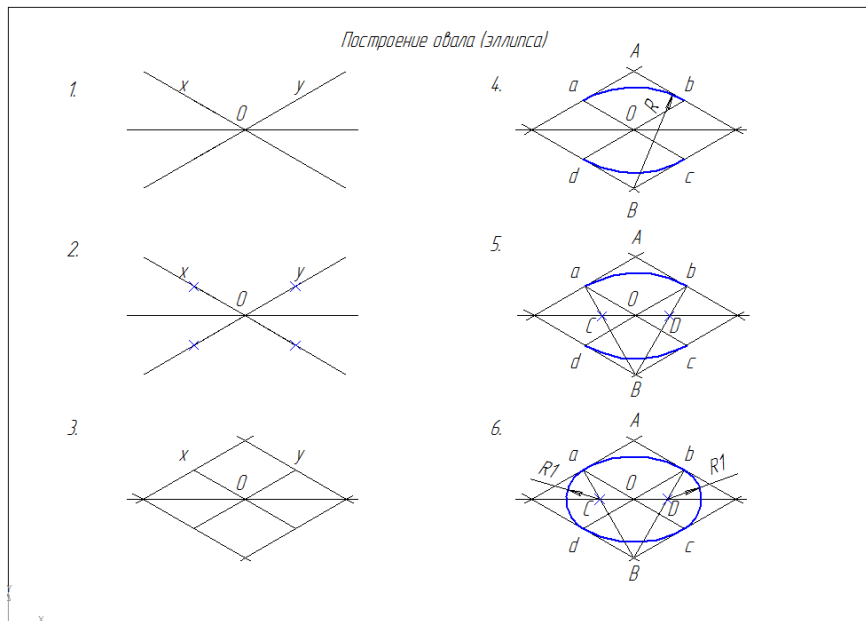


Рис. 43. Построение окружности в изометрии. Метод вписывания в ромб.

**Алгоритм построения изометрической проекции окружности, вписыванием в ромб.**

1. Проведём положение большой оси овала – горизонтальную линию. Строим изометрические оси  $X$  и  $Y$  с центром в точке  $O$ .

2. На осях  $X$  и  $Y$  откладываем отрезки равные радиусу окружности.

3. Через полученные точки на оси  $X$  проводим линии параллельные оси  $Y$ , а через точки на оси  $Y$  проводим прямые параллельные оси  $X$  и получаем ромб, стороны которого равны диаметру изображаемой окружности.

Обозначим: вершины тупых углов ромба  $A$  и  $B$ ; точки на оси  $X$  –  $a$  и  $c$ , на оси  $Y$  –  $b$  и  $d$ .

4. Из точки  $B$  радиусом  $aB$  проводим дугу  $ab$ , а из точки  $A$  этим же радиусом дугу  $dc$ .

5. Проведём прямые  $Ba$  и  $Bb$ . Обозначим полученные точки  $C$  и  $D$ , из которых радиусом  $R1$  построим дуги  $da$  и  $bc$ . Овал построен.

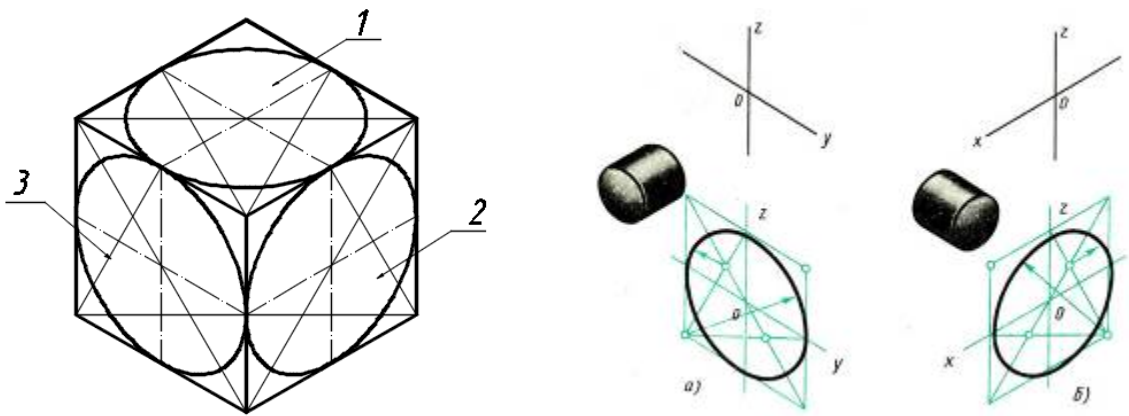


Рис. 44.-1окружность в горизонтальной плоскости, 2 (б)– в профильной, 3(а) – во фронтальной.

**Упражнение 1:** Построение овала в горизонтальной плоскости проекций (вид сверху) рассмотрели выше. Разберите построение овала во фронтальной плоскости (вид спереди) и в профильной (вид слева). Постройте их, взяв произвольный радиус (20-30мм).

**Второй** метод построения овалов строится с использованием вспомогательных окружностей.

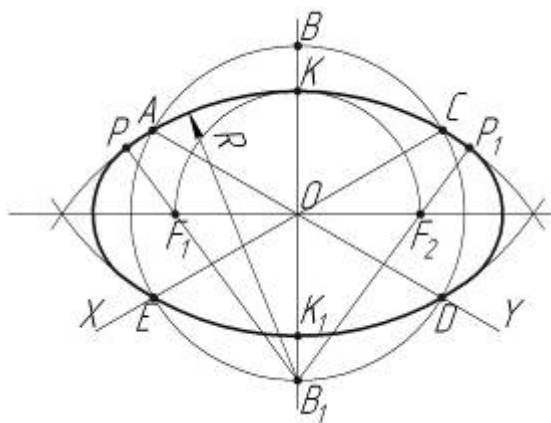


Рис.45. Второй метод построения окружности в изометрии.

Алгоритм построения:

1. Проводим взаимно пересекающиеся вертикальную и горизонтальную линии.
2. Проводим изометрические оси  $X$  и  $Y$ .
3. С центром в точке  $O$  строим изображаемую окружность и получаем точки  $E$  и  $C$  на оси  $X$ ,  $A$  и  $D$  на оси  $Y$ .
4. Из точек  $B$  и  $B_1$  построим дуги через  $AC$  и  $ED$  радиусом  $R$ , получим точки  $K$  и  $K_1$ .
5. Из центра  $O$  проведём дугу радиусом  $OK$ , в результате получим точки  $F_1$  и  $F_2$ .
6. Из точки  $B_1$  проводим прямые через точки  $F_1$  и  $F_2$  до пересечения с дугой  $AC$ , получим точки  $P$  и  $P_1$ .
7. Далее из точек  $F_1$  и  $F_2$  как из центров проводим малые дуги овала радиусом  $F_1 P$  и  $F_2 P_1$ .

**Упражнение 2:** Постройте конус и цилиндр высотой 60мм, диаметром основания. 40мм.

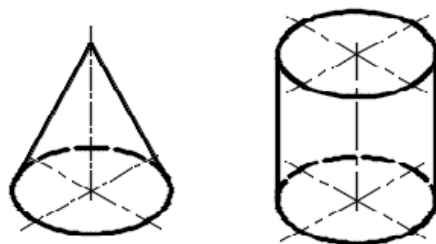


Рис.46.

**Практическая работа 5.** Постройте прямоугольные изометрические проекции деталей 1, 2 и 3, заданных в ПР4. Готовую работу сверьте с Приложением Г.

**Практическая работа 6.** Выполните комплексные чертежи деталей.

По заданным двум видам постройте 3-ий вид, изометрическую проекцию, нанесите размеры.

Чертёж каждой детали выполните на отдельных форматах А3, оформив рамкой. Задания даны на рис.47. На рис.48 дан образец готовой работы.

146

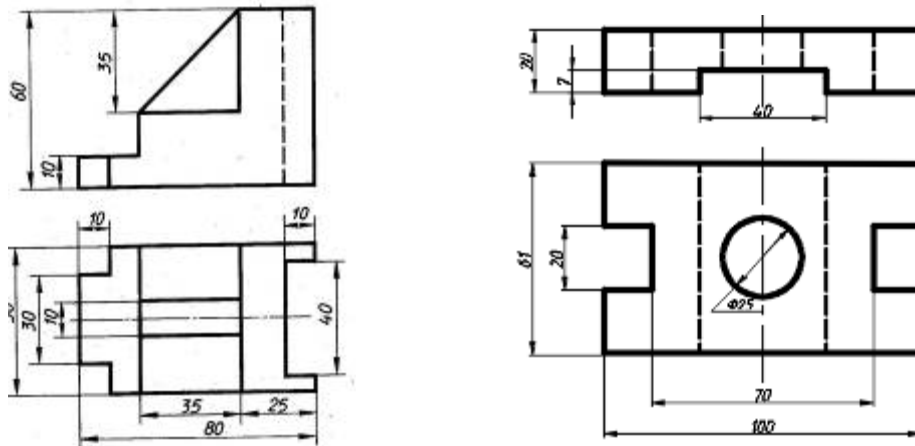


Рис.47. Задания к практической работе 2.

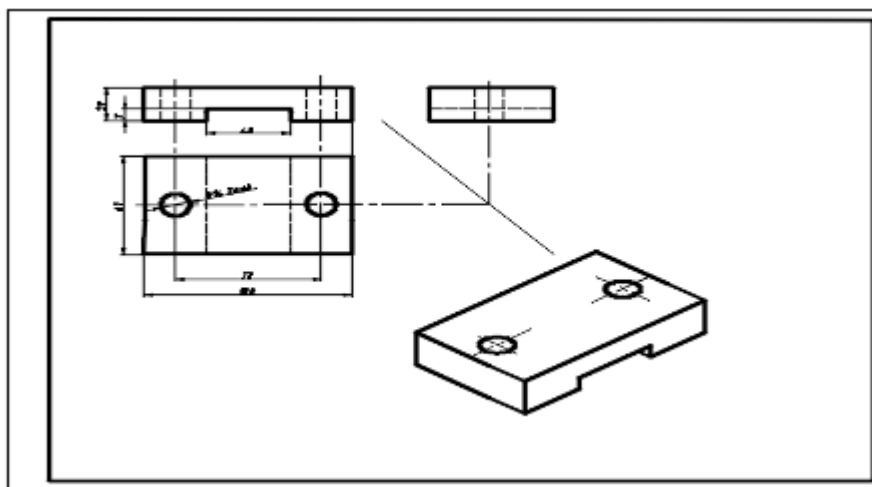
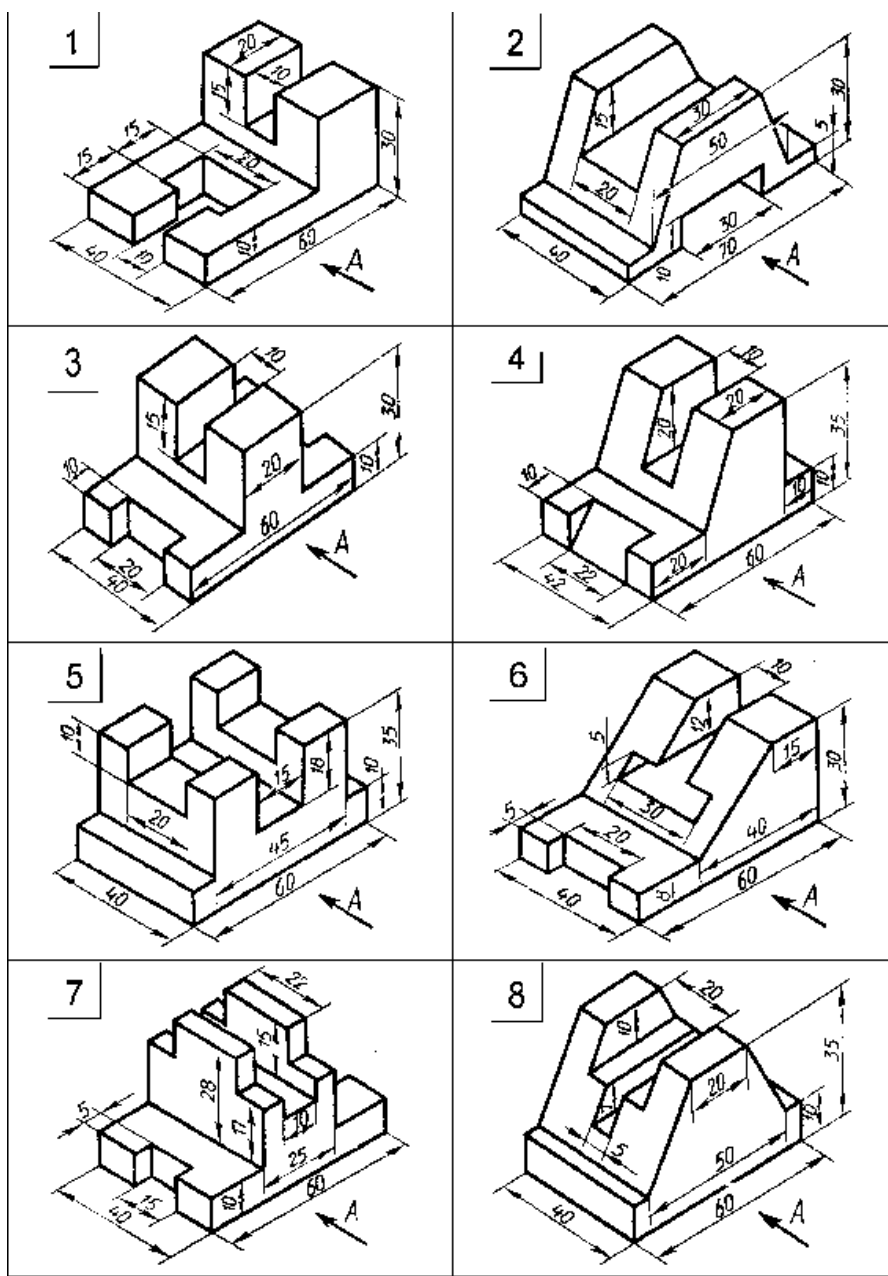


Рис. 48. Образец оформления практической работы 5.

## Приложение А

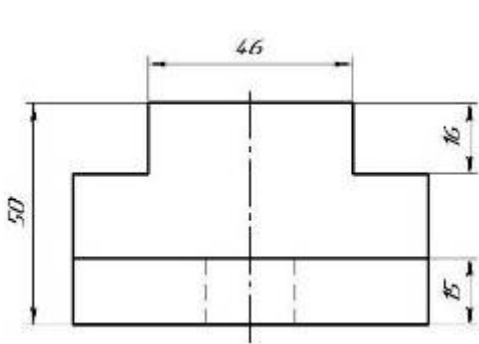
По заданному наглядному изображению детали вычертить три вида.



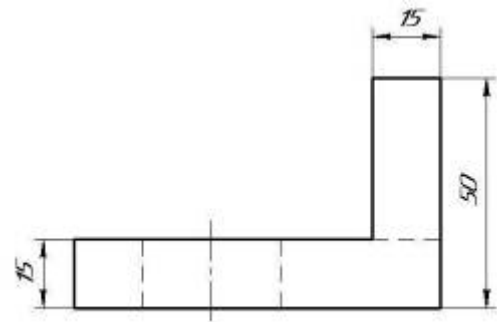


## Приложение Б

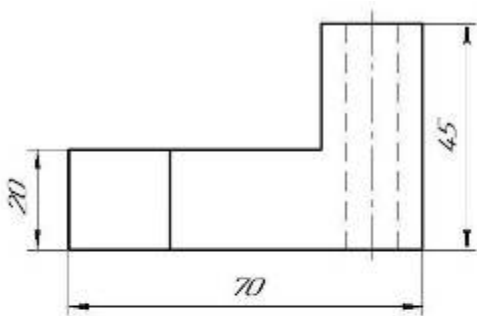
По заданным двум проекциям детали построить третий и изометрию.



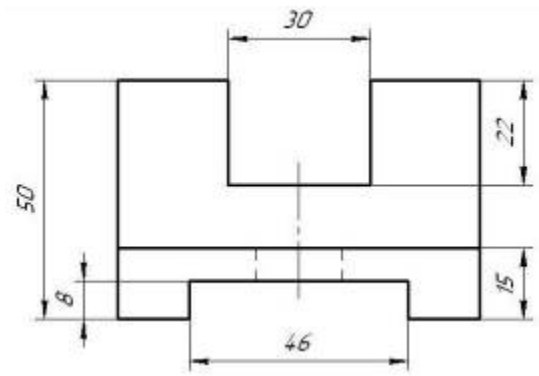
1



2



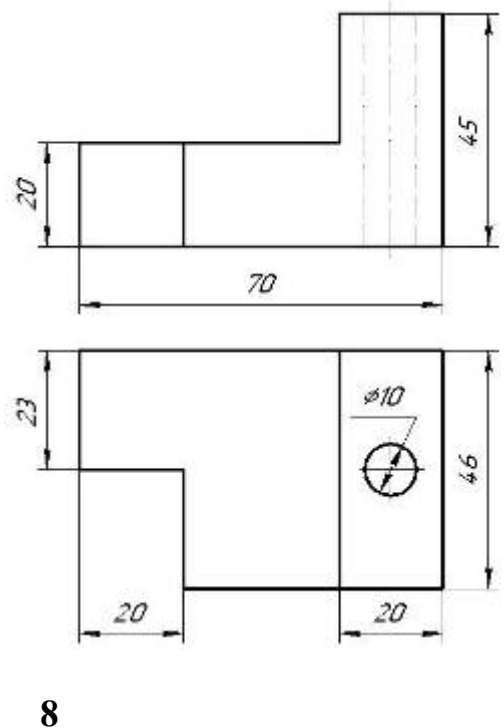
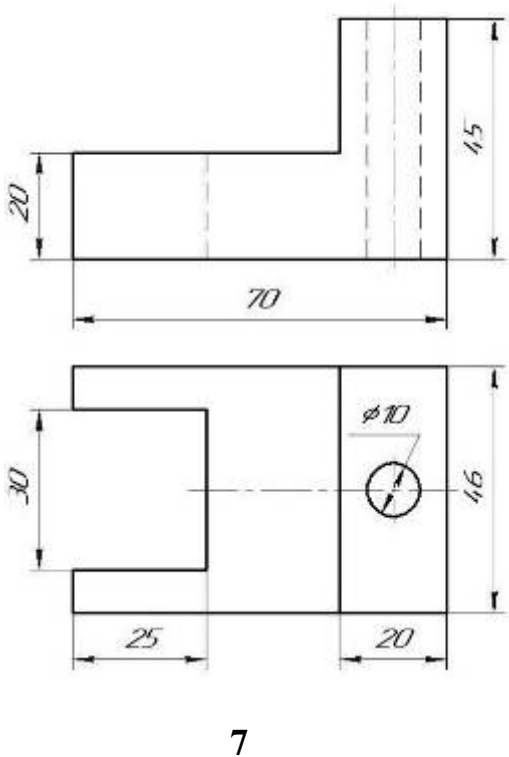
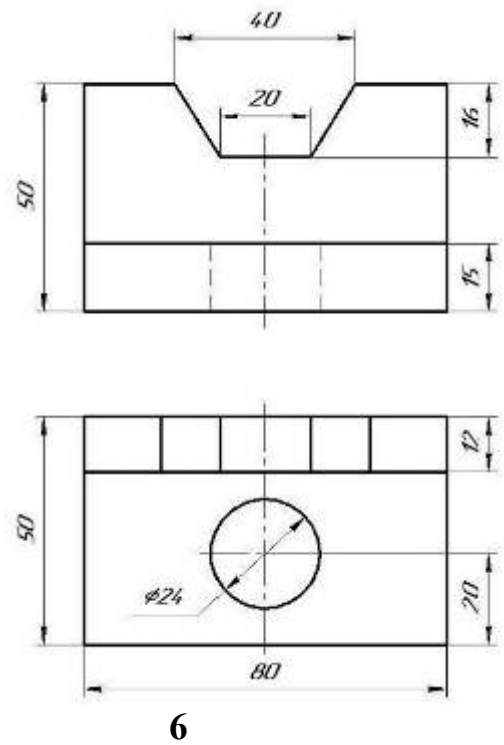
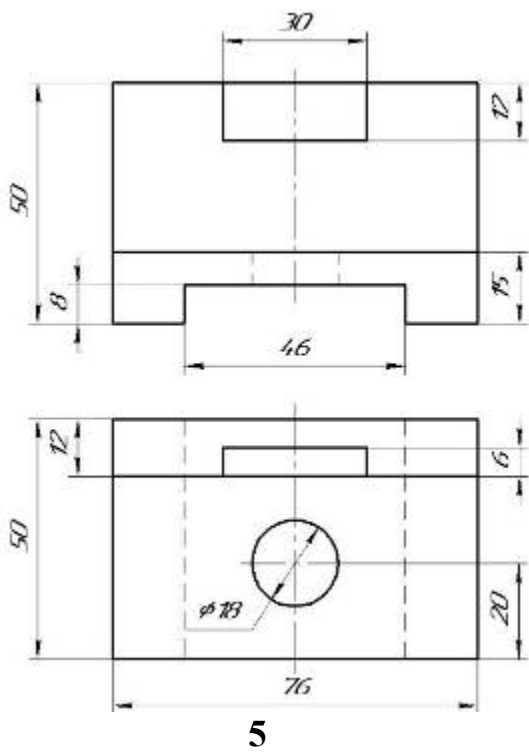
3



4

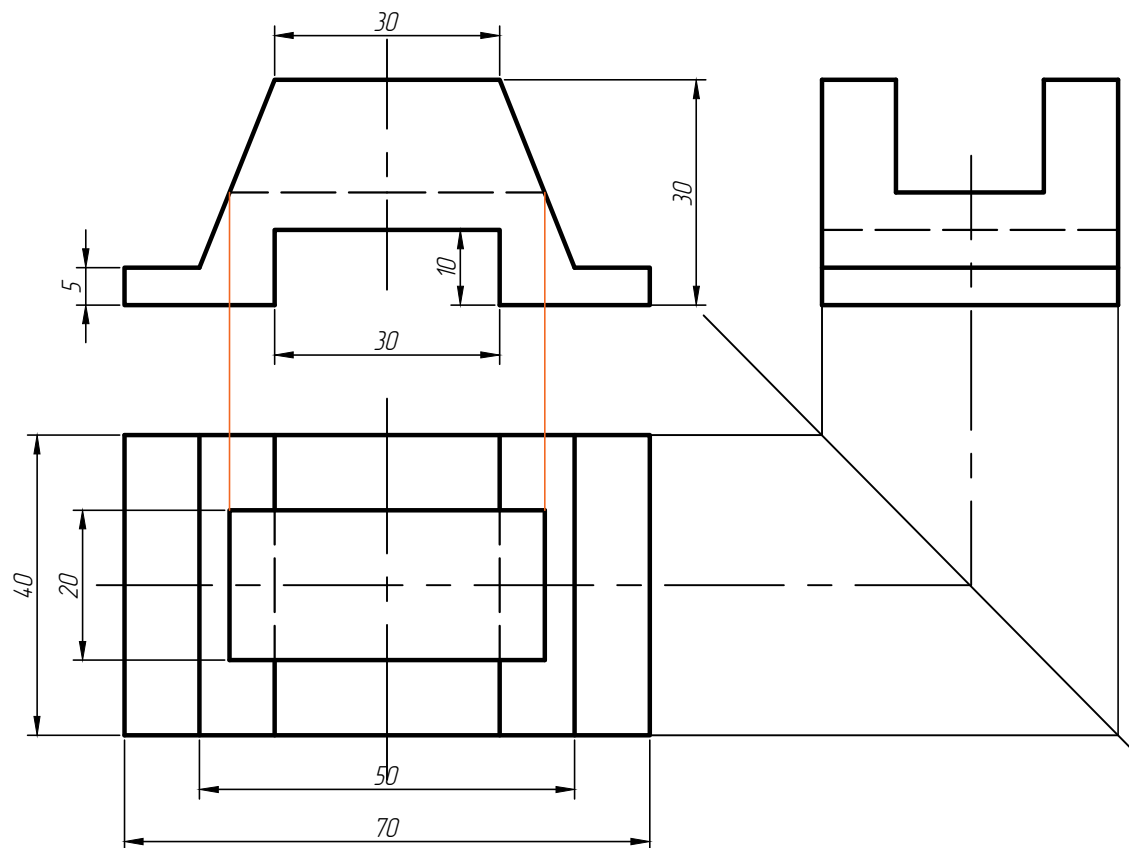
Продолжение Приложения Б

По заданным двум проекциям детали построить третий и изометрию.



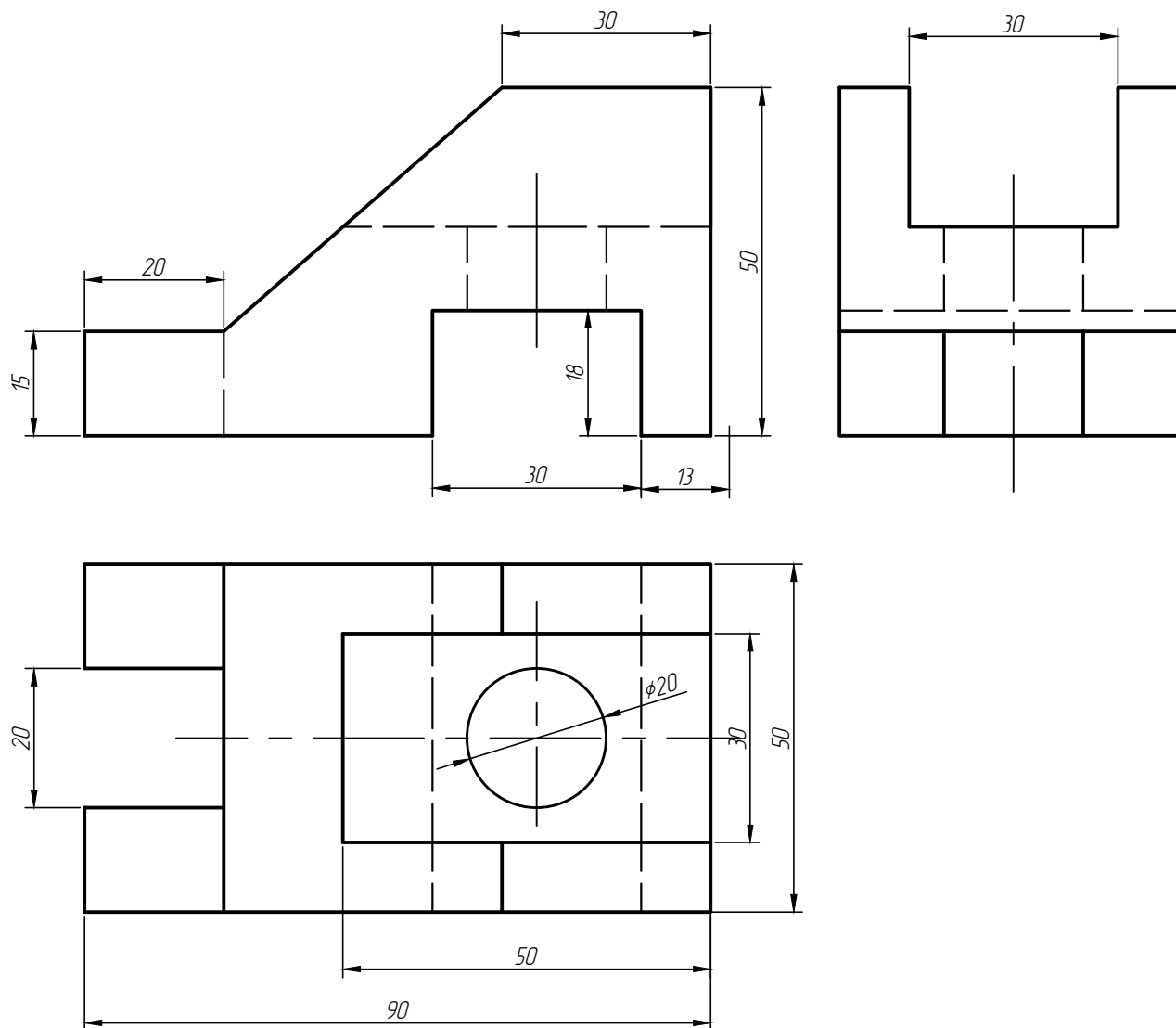
# Приложение В к ПР 3

## Комплексный чертёж детали 1



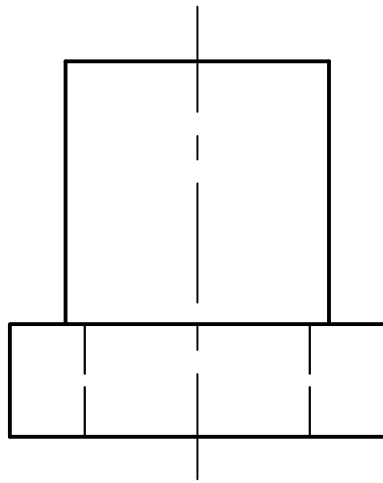
# Приложение В1 к ПР3

## Комплексный чертёж детали 2

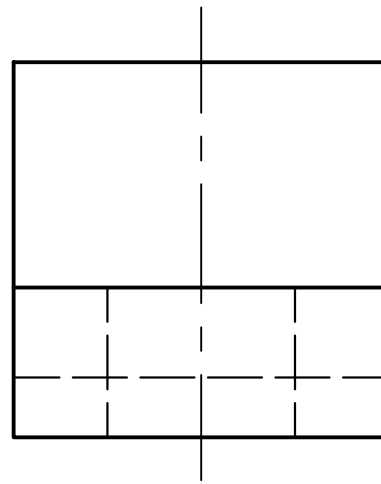


*Ответы к Практическим работам 4 и 5*

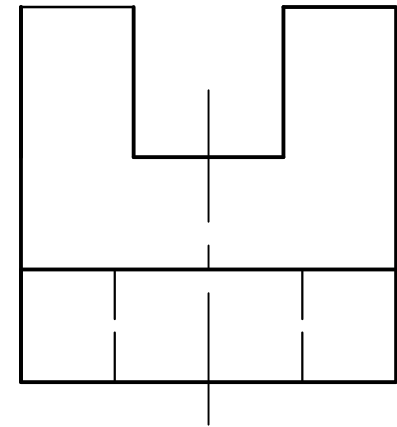
*Вид слева: детали 1*



*детали 2*



*детали 3*



*Изометрическая проекция соответствующих деталей М 1:2*

